

# Prediksi Efisien Waktu Tempuh Mobil Pengangkut CPO Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani

Dewi Anjani<sup>1,\*</sup>, Desi Novianti<sup>2</sup>, Yogi Bachtiar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Teknik Informatika, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup> Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Cirebon, Cirebon, Indonesia

Email: <sup>1,\*</sup>dewiunindra@gmail.com, <sup>2</sup>desi.novi4nti@gmail.com, <sup>3</sup>yogi.bachtiar@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: dewiunindra@gmail.com

**Abstrak**—Transportasi dalam industri kelapa sawit memiliki peran strategis, terutama dalam memastikan kelancaran distribusi *Crude Palm Oil* (CPO). PT. X perusahaan yang bergerak di bidang jasa pengangkutan minyak CPO atau dikenal sebagai transporter. Perusahaan ini memiliki 12 unit kendaraan operasional. Proses kerja PT. X dimulai dari persetujuan kontrak kerja sama dengan berbagai konsumen untuk mengangkut CPO dari lokasi muat ke lokasi bongkar yang telah disepakati dalam kontrak. Setiap kendaraan dialokasikan ke kontrak yang sesuai dengan kapasitas dan kemampuannya. Setelah dialokasikan, kendaraan akan mengangkut CPO dari lokasi muat menuju lokasi bongkar yang telah ditentukan dalam kontrak. Perbedaan jarak dan kondisi perjalanan antara lokasi muat dan bongkar menyebabkan durasi perjalanan setiap kendaraan bervariasi. Ketidakpastian penjadwalan seringkali menyulitkan karyawan lapangan untuk memperkirakan jumlah trip yang dapat diselesaikan oleh masing-masing kendaraan. Akibatnya, beberapa konsumen mengajukan keluhan terkait keterlambatan penyelesaian kontrak oleh PT. X. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi waktu tempuh kendaraan pengangkut CPO menggunakan metode Fuzzy Mamdani. Fokus utama adalah pada variabel-variabel waktu muat dan bongkar, kecepatan rata-rata kendaraan, serta jarak tempuh. Data yang diperoleh diolah menggunakan tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi untuk menghasilkan estimasi waktu perjalanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berbasis Fuzzy Mamdani mampu memberikan prediksi waktu tempuh dengan tingkat keakuratan yang baik. Metode ini juga memudahkan pengambilan keputusan operasional dalam mengelola pengangkutan CPO, sehingga dapat meminimalkan penundaan dan meningkatkan efisiensi. Implementasi sistem ini memberikan kontribusi signifikan dalam mengoptimalkan alokasi kendaraan dan mendukung kelancaran kontrak pengangkutan.

**Kata Kunci:** Logika Fuzzy; Fuzzy Mamdani; Pengangkutan CPO; Efisiensi Transportasi; Prediksi Waktu

**Abstract**—Transportation in the palm oil industry plays a strategic role, particularly in ensuring the smooth distribution of *Crude Palm Oil* (CPO). PT. X is a company engaged in CPO transportation services, also known as a transporter. The company operates 12 vehicles. PT. X's workflow begins with contract agreements with various clients to transport CPO from loading locations to unloading destinations as stipulated in the contracts. Each vehicle is allocated to a contract that matches its capacity and capabilities. After allocation, the vehicles transport the CPO from the loading site to the designated unloading site. Differences in distance and travel conditions between the loading and unloading locations cause variations in travel duration for each vehicle. Scheduling uncertainties often make it difficult for field employees to estimate the number of trips each vehicle can complete. Consequently, some clients have complained about delays in contract fulfillment by PT. X. This research aims to analyze the efficiency of travel time for CPO transport vehicles using the Fuzzy Mamdani method. The main focus is on variables such as loading and unloading times, average vehicle speed, and travel distance. The collected data were processed through the stages of fuzzification, inference, and defuzzification to generate travel time estimates. The results show that the Fuzzy Mamdani-based system can accurately predict travel times. This method also facilitates operational decision-making in managing CPO transportation, thereby minimizing delays and improving efficiency. The implementation of this system significantly contributes to optimizing vehicle allocation and supporting the smooth execution of transportation contracts.

**Keywords:** Fuzzy Logic; Fuzzy Mamdani; CPO Transportation; Transportation Efficiency; Travel Time Prediction.

## 1. PENDAHULUAN

Di era Revolusi Industri 4.0, perkembangan teknologi berlangsung dengan sangat cepat di berbagai bidang. Inovasi teknologi terus dikembangkan untuk mempermudah pekerjaan dan aktivitas manusia. Persaingan yang semakin ketat dalam dunia usaha menjadi tantangan yang tidak dapat dihindari oleh perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan harus mampu memahami dan menyesuaikan diri dengan dinamika serta perubahan yang terjadi di pasar [1].

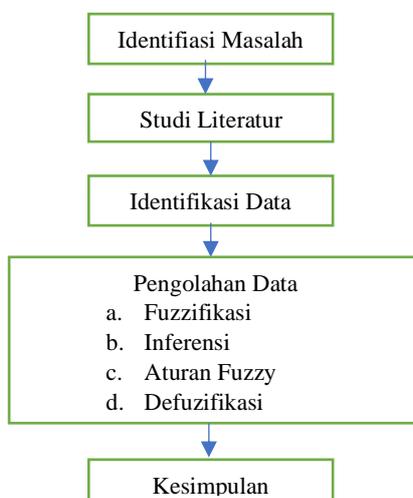
*Crude Palm Oil* (CPO), atau minyak kelapa sawit mentah, adalah produk yang diperoleh dari proses perebusan dan pengepresan daging buah kelapa sawit [2]. Peningkatan jumlah produk yang dapat dihasilkan dari minyak kelapa sawit telah mendorong lonjakan permintaan terhadap komoditas ini. Pasar minyak kelapa sawit memiliki prospek yang cerah, mengingat permintaannya terus bertumbuh signifikan dari tahun ke tahun [3]. Pemikiran baru yang berkembang saat ini menunjukkan bahwa ekspor *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO) dapat memberikan keuntungan besar bagi produsen minyak sawit di Indonesia. Hal ini didukung oleh tingginya kapasitas produksi minyak sawit di Indonesia. Selain itu, permintaan global terhadap minyak sawit terus meningkat, seiring dengan banyaknya produk turunan yang dihasilkan dari CPO dan PKO. Kenaikan harga minyak sawit mentah menjadi salah satu faktor pendorong utama bagi para pelaku usaha di Indonesia [4]. Transportasi memegang peranan krusial dalam industri kelapa sawit. Proses ini melibatkan pengangkutan tandan buah segar (TBS) ke pabrik secepat mungkin agar dapat segera diolah menjadi CPO, sehingga penumpukan atau keterlambatan dapat dihindari [5]. Transportasi adalah proses pemindahan material yang belum memberikan nilai tambah pada produk dan bersifat sebagai biaya dalam operasional perusahaan. Aktivitas ini menyumbang porsi terbesar pada total biaya, terutama dalam bentuk biaya transportasi. Karena tingginya biaya yang dibutuhkan, diperlukan perencanaan yang cermat untuk memastikan efisiensi biaya transportasi, sehingga dapat

mengurangi beban pengeluaran perusahaan [6]. PT. X adalah perusahaan yang bergerak di bidang jasa pengangkutan minyak CPO (Crude Palm Oil) atau dikenal sebagai transporter CPO. Perusahaan ini memiliki 12 unit kendaraan operasional. Proses kerja PT. X dimulai dari persetujuan kontrak kerja sama dengan berbagai konsumen untuk mengangkut CPO dari lokasi muat ke lokasi bongkar yang telah disepakati dalam kontrak. Kendaraan pengangkut CPO tidak selalu dapat langsung memasuki pabrik. Pada waktu-waktu tertentu, kendaraan-kendaraan tersebut harus menunggu giliran untuk masuk ke area pabrik. Proses antre ini terjadi karena banyaknya kendaraan pengangkut dari berbagai daerah yang juga membawa muatan CPO. Durasi antrean yang lama dapat mengakibatkan terjadinya penundaan atau restan [7].

Perbedaan kebutuhan konsumen menyebabkan tujuan lokasi muat dan bongkar CPO bervariasi, bergantung pada permintaan masing-masing pihak. Setiap kendaraan dialokasikan ke kontrak yang sesuai dengan kapasitas dan kemampuannya. Setelah dialokasikan, kendaraan akan mengangkut CPO dari lokasi muat menuju lokasi bongkar yang telah ditentukan dalam kontrak. Perbedaan jarak dan kondisi perjalanan antara lokasi muat dan bongkar menyebabkan durasi perjalanan setiap kendaraan bervariasi, penjadwalan dan pengaturan rute perjalanan truk yang dilakukan memegang peranan penting [8]. Ketidakpastian penjadwalan seringkali menyulitkan karyawan lapangan untuk memperkirakan jumlah trip yang dapat diselesaikan oleh masing-masing kendaraan. Akibatnya, beberapa konsumen mengajukan keluhan terkait keterlambatan penyelesaian kontrak oleh PT. X. Untuk mengatasi masalah ini dan meningkatkan efisiensi operasional, diperlukan sistem yang dapat membantu PT. X mengelola alokasi kendaraan dan menyelesaikan kontrak dengan lebih tepat waktu. Oleh karena itu, salah satu langkah yang diambil untuk menjaga kualitas CPO dan PKO adalah menerapkan manajemen pengangkutan CPO yang efektif dan terorganisir dengan baik [9]. Logika Fuzzy adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari cara menangani ketidakpastian. Metode ini dianggap mampu memetakan suatu input menjadi output dengan mempertimbangkan semua faktor yang relevan [10]. Logika fuzzy memiliki beberapa metode salah satunya fuzzy mamdani. Metode Fuzzy Mamdani adalah salah satu teknik inferensi yang paling sering digunakan. Metode ini memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan teknik lainnya, seperti kemampuannya dalam menangani ketidakpastian dan ambiguitas pada data input maupun output. Metode ini memanfaatkan himpunan fuzzy untuk merepresentasikan nilai-nilai yang tidak memiliki definisi pasti atau kriteria mutlak [11] [12]. Fuzzy mamdani sudah banyak digunakan dalam penyelesaian beberapa kasus, misalnya dalam pembuatan aplikasi pertimbangan wisata di pulau lombok yang dilakukan oleh Zanul Harir [13] yang menghasilkan prediksi seseorang melakukan wisata ke kota lombok dengan 5 parameter yaitu anggaran, rencana perjalanan, akomodasi, makanan dan transportasi. Penelitian serupa yang dilakukan oleh Tirta Yoga [14] Faktor-faktor yang memengaruhi pengangkutan bahan baku TBS meliputi metode, material, dan lingkungan, seperti jenis truk yang digunakan, jarak tempuh menuju pabrik, hambatan berupa topografi area dan kondisi cuaca, kebutuhan jumlah armada angkut, kondisi alat transportasi, kualitas jalan yang dilalui, serta keadaan di pabrik, termasuk waktu stagnasi operasional maupun antrian di gerbang pabrik. Sedangkan pada penelitian ini variabel yang akan digunakan adalah waktu muat CPO, Waktu bongkar CPO, Kecepatan Rata – rata Mobil CPO dan Jarak Tempuh.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi adalah serangkaian langkah, aturan, prosedur, dan aktivitas yang diterapkan selama penelitian untuk memastikan proses berjalan secara terstruktur dan sistematis [15]. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

a. Identifikasi Masalah

Masalah yang terjadi adalah PT. X adalah perusahaan yang bergerak di bidang jasa pengangkutan minyak CPO (*Crude Palm Oil*) atau dikenal sebagai transporter CPO. Perusahaan ini memiliki 12 unit kendaraan operasional. Proses kerja

PT. X dimulai dari persetujuan kontrak kerja sama dengan berbagai konsumen untuk mengangkut CPO dari lokasi muat ke lokasi bongkar yang telah disepakati dalam kontrak. Perbedaan kebutuhan konsumen menyebabkan tujuan lokasi muat dan bongkar CPO bervariasi, bergantung pada permintaan masing-masing pihak. Setiap kendaraan dialokasikan ke kontrak yang sesuai dengan kapasitas dan kemampuannya. Setelah dialokasikan, kendaraan akan mengangkut CPO dari lokasi muat menuju lokasi bongkar yang telah ditentukan dalam kontrak. Untuk mengatasi masalah ini dan meningkatkan efisiensi operasional, diperlukan sistem yang dapat membantu PT. X mengelola alokasi kendaraan dan menyelesaikan kontrak dengan lebih tepat waktu.

b. Studi Literatur

Penulis menggunakan buku dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang diangkat, mencari sumber referensi pada internet dan perpustakaan.

c. Identifikasi Data

Tahap identifikasi data merupakan data yang digunakan untuk di olah menggunakan logika fuzzy mamdani, Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah waktu muat CPO, Waktu bongkar CPO, Kecepatan Rata – rata Mobil CPO dan Jarak Tempuh.

d. Pengolahan Data

Terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam penyelesaian menggunakan logika fuzzy mamdani [11] [16]

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan fase pertama dari perhitungan *fuzzy*, yaitu mengubah masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti ke dalam bentuk *fuzzy input* yang berupa tingkat keanggotaan/tingkat kebenaran. Dengan demikian, tahap ini mengambil nilai-nilai *crisp* dan menentukan derajat di mana nilai-nilai tersebut menjadi anggota dari setiap himpunan *fuzzy* yang sesuai.

2. Inferensi

Inferensi adalah melakukan penalaran menggunakan *fuzzy input* dan *fuzzy rules* yang telah ditentukan sehingga menghasilkan *fuzzy output*. Secara sintaks, suatu *fuzzy rule* (aturan *fuzzy*) dituliskan sebagai berikut :

*IF* antecedent *THEN* consequent

(1)

3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah mengubah *fuzzy output* menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. *Defuzzifikasi* merupakan metode yang penting dalam pemodelan sistem *fuzzy*.

Ada beberapa metode *defuzzifikasi* pada komposisi aturan metode mamdani, antara lain [17]:

a) Metode *Centroid (Composite Momen)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. secara umum dirumuskan sebagai berikut:

$$Z = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz} \quad (2)$$

$$Z = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad (3)$$

b) Metode *Bisektor*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.

c) Metode *Mean of Maximum (MOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d) Metode *Largest of Maximum (LOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum

e) Metode *Smallest of Maximum (SOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Kesimpulan

Tahap ini memberikan kesimpulan berupa hasil data yang sudah di kelolah menggunakan logika fuzzy mamdani

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kebutuhan digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan dan kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian. Analisis kebutuhan didasarkan pada data-data di atas. Adapun analisis data yang digunakan untuk merancang Sistem Implementasi Logika *Fuzzy Mamdani* Untuk Menentukan Lama Perjalanan Mobil *Transporter CPO (Crude Palm Oil)* di PT. X ialah sebagai berikut:

a. Mendefinisikan *input* dan *output* dari sistem. Untuk kasus ini yang dijadikan kriteria *input* ada 4 yaitu : waktu muat CPO, waktu bongkar CPO, kecepatan rata-rata mobil dan jarak tempuh. Sedangkan kriteria *output* ialah lama perjalanan mobil CPO.

b. Proses Penentuan Nilai Kriteria

1. Kriteria Waktu Muat CPO

Kriteria waktu muat ialah waktu yang digunakan selama proses muat CPO di kebun muat, yang terhitung dari jam masuk mobil CPO s/d jam keluar mobil CPO dari kebun muat. Dari hasil penelitian, diperoleh penilaian kriteria waktu muat dapat di lihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Kriteria Waktu Muat

Nama Kriteria	Nilai
Waktu Muat Tercepat ( <i>min</i> )	0,5 jam
Waktu Muat Terlama ( <i>max</i> )	3,5 jam

2. Kriteria Waktu Bongkar CPO

Kriteria waktu bongkar ialah waktu yang digunakan selama proses bongkar CPO di kebun bongkaran, yang terhitung dari jam masuk mobil CPO s/d jam keluar mobil CPO dari kebun bongkaran. Dari hasil penelitian, diperoleh penilaian kriteria waktu bongkar dapat di lihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Kriteria Waktu Bongkar

Nama Kriteria	Nilai
Waktu Bongkar Tercepat ( <i>min</i> )	0,5 jam
Waktu Bongkar Terlama ( <i>max</i> )	3,5 jam

3. Kriteria Kecepatan Rata-Rata Mobil CPO

Kriteria kecepatan rata-rata mobil ialah kecepatan rata-rata yang digunakan mobil selama proses pengangkutan CPO dari kebun muat menuju kebun bongkaran. Dari hasil penelitian, diperoleh penilaian kriteria kecepatan rata-rata mobil dapat di lihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Kriteria Kecepatan Rata-Rata Mobil

Nama Kriteria	Nilai
Kecepatan Mobil Pelan ( <i>min</i> )	30 km/jam
Kecepatan Mobil Agak Laju ( <i>max</i> )	60 km/jam

4. Kriteria Jarak Tempuh

Kriteria jarak tempuh ialah jarak yang ditempuh oleh masing-masing mobil dari kebun muat menuju kebun bongkaran. Penilaian kriteria jarak tempuh dapat di lihat pada Tabel 4:

Tabel 4. Kriteria Jarak Tempuh Mobil

Nama Kriteria	Nilai
Jarak Tempuh Dekat ( <i>min</i> )	132 km
Jarak Tempuh Jauh ( <i>max</i> )	256 km

5. Sehingga dari proses penentuan nilai kriteria di atas, diperoleh semesta pembicaraan sebagai berikut:

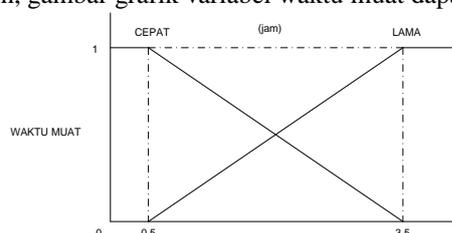
Tabel 5. Semesta Pembicaraan

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan	Satuan
Input	Waktu Muat CPO	[ 0,5 3,5 ]	jam
	Waktu Bongkar CPO	[ 0,5 3,5 ]	jam
	Kecepatan Rata-Rata Mobil	[ 30 60 ]	km/jam
Output	Jarak Tempuh	[ 132 256 ]	km
	Lama Perjalanan	[24 72 ]	jam

c. Fuzzifikasi

Yaitu mengubah bentuk nilai-nilai *crisp* di atas ke bentuk himpunan *fuzzy*, adapun bentuk himpunan *fuzzy* yang terbentuk ialah sebagai berikut:

1. Variabel *Input* Waktu Muat terdiri dari 2 himpunan *fuzzy* yaitu : cepat dan lama. Sehingga digunakan grafik representasi linear naik dan turun, gambar grafik variabel waktu muat dapat di lihat pada Gambar 2.



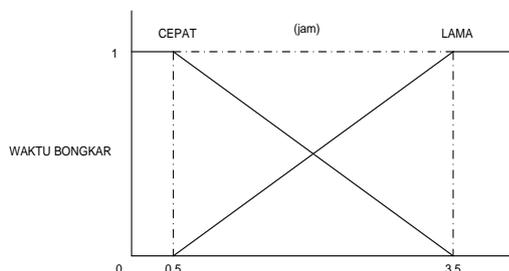
Gambar 2. Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu Muat

Dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu_{waktu\ muat\ cepat}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 0,5 \\ \frac{3,5-x}{3} & 0,5 \leq x \leq 3,5 \\ 0, & x \geq 3,5 \end{cases}$$

$$\mu_{waktu\ muat\ lama}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 0,5 \\ \frac{x-0,5}{3} & 0,5 \leq x \leq 3,5 \\ 1, & x \geq 3,5 \end{cases}$$

2. Variabel *Input* Waktu Bongkar terdiri dari 2 himpunan *fuzzy* yaitu : cepat dan lama. Sehingga digunakan grafik representasi linear naik dan turun, gambar grafik variabel waktu bongkar dapat di lihat pada Gambar 3.



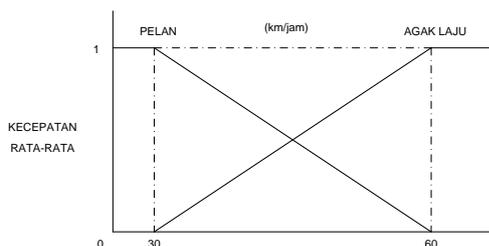
Gambar 3. Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu Bongkar

Dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu_{waktu\ bongkar\ cepat}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 0,5 \\ \frac{3,5-x}{3} & 0,5 \leq x \leq 3,5 \\ 0, & x \geq 3,5 \end{cases}$$

$$\mu_{waktu\ bongkar\ lama}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 0,5 \\ \frac{x-0,5}{3} & 0,5 \leq x \leq 3,5 \\ 1, & x \geq 3,5 \end{cases}$$

3. Variabel *Input* Kecepatan Rata-Rata Mobil terdiri dari 2 himpunan *fuzzy* yaitu : pelan dan agak laju. Sehingga digunakan grafik representasi linear naik dan turun, gambar grafik variabel kecepatan rata-rata dapat di lihat pada Gambar 4.



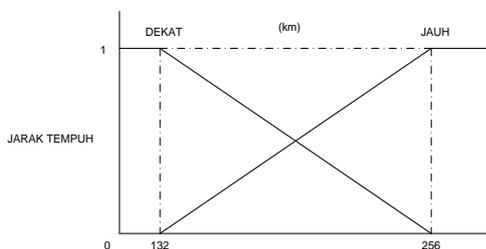
Gambar 4. Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Kecepatan Rata-rata

Dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu_{kecepatan\ pelan}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 30 \\ \frac{60-x}{30} & 30 \leq x \leq 60 \\ 0, & x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{kecepatan\ agak\ laju}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 30 \\ \frac{x-30}{30} & 30 \leq x \leq 60 \\ 1, & x \geq 60 \end{cases}$$

4. Variabel *Input* Jarak Tempuh terdiri dari 2 himpunan *fuzzy* yaitu : dekat dan jauh. Sehingga digunakan grafik representasi linear naik dan turun, gambar grafik variabel jarak tempuh dapat di lihat pada Gambar 5.



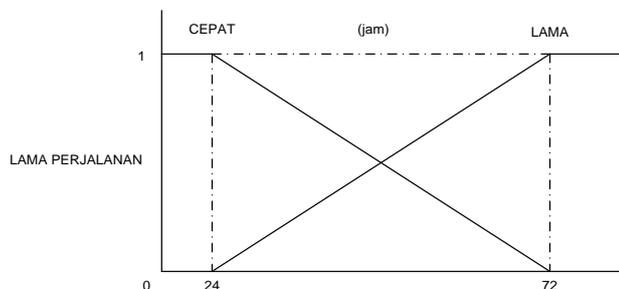
Gambar 5. Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Jarak Tempuh

Dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu_{\text{jarak dekat}}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 132 \\ \frac{256-x}{124}, & 132 \leq x \leq 256 \\ 0, & x \geq 256 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{jarak jauh}}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 132 \\ \frac{x-132}{124}, & 132 \leq x \leq 256 \\ 1, & x \geq 256 \end{cases}$$

5. Variabel *Output* Lama Perjalanan Mobil terdiri dari 2 himpunan *fuzzy* yaitu : cepat dan lama. Sehingga digunakan grafik representasi linear naik dan turun, gambar grafik variabel *output* lama perjalanan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Lama Perjalanan

Dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu_{\text{cepat}}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 24 \\ \frac{72-x}{48}, & 24 \leq x \leq 72 \\ 0, & x \geq 72 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{lama}}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 24 \\ \frac{x-24}{48}, & 24 \leq x \leq 72 \\ 1, & x \geq 72 \end{cases}$$

- d. Pembuatan aturan-aturan *fuzzy* (*rule based fuzzy*)

Aturan-aturan yang digunakan pada perhitungan *fuzzy* mamdani ini berjumlah 16 aturan, yang dapat dilihat pada Tabel 6:

Tabel 6. Rule Base Fuzzy Mamdani

No	Kriteria				Lama Perjalanan (Jam)
	Waktu Muat (Jam)	Waktu Bongkar (Jam)	Kecepatan Rata-Rata (Km/Jam)	Jarak (Km)	
1	Cepat	Cepat	Pelan	Dekat	Cepat
2	Cepat	Cepat	Pelan	Jauh	Cepat
3	Cepat	Cepat	Agak Laju	Dekat	Cepat
4	Cepat	Cepat	Agak Laju	Jauh	Cepat
5	Cepat	Lama	Pelan	Dekat	Cepat
6	Cepat	Lama	Pelan	Jauh	Lama
7	Cepat	Lama	Agak Laju	Dekat	Cepat
8	Cepat	Lama	Agak Laju	Jauh	Lama
9	Lama	Cepat	Pelan	Dekat	Lama
10	Lama	Cepat	Pelan	Jauh	Lama
11	Lama	Cepat	Agak Laju	Dekat	Cepat
12	Lama	Cepat	Agak Laju	Jauh	Lama
13	Lama	Lama	Pelan	Dekat	Lama
14	Lama	Lama	Pelan	Jauh	Lama
15	Lama	Lama	Agak Laju	Dekat	Lama
16	Lama	Lama	Agak Laju	Jauh	Lama

### 3.2 Perhitungan Logika Fuzzy Mamdani

Dari Data yang di peroleh maka berikut adalah sample data yan digunakan untuk diolah menggunakan Fuzzy Mamdani:

Tabel 7. Sample Data

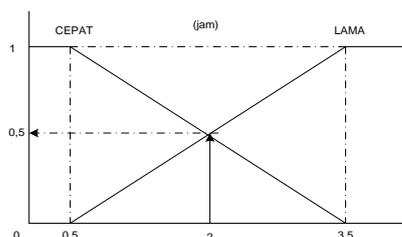
No	Tgl	Plat	No. Kontrak	Kebun Muat	Kebun Bongkar	Waktu Muat (jam)	Waktu Bongkar (Jam)	Kriteria	
								Kecepatan Rata-rata (km/jam)	Jarak (km)
1	01/08/24	B 9845 RO	110/PT.SH/CPO/XII/2017	PT. U	PT. T	2	2,3	60	256
2	29/08/24	B 8080 RO	SBIC00229-SCPOISCCEU	PT.S	PT. K	0,5	0,6	32	132

Untuk menentukan lama perjalanan mobil tersebut menggunakan *fuzzy* mamdani maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Perhitungan *Sample Data* Ke-1:

Langkah 1: Menentukan Himpunan *Fuzzy*

1. Variabel untuk Waktu Muat didefinisikan pada dua himpunan *fuzzy* yaitu cepat dan lama. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan masing-masing.



Gambar 7. Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu Muat 2 jam

Waktu muat 2 jam berada diantara fungsi :

$$\mu_{\text{waktu muat cepat}}[x] = \left\{ \frac{3,5-x}{3} \quad 0,5 \leq x \leq 3,5 \right\}$$

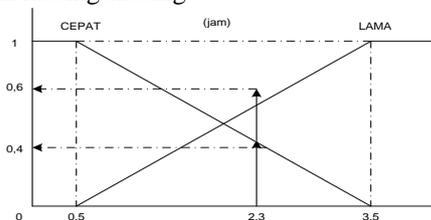
$$\mu_{\text{waktu muat lama}}[x] = \left\{ \frac{x-0,5}{3} \quad 0,5 \leq x \leq 3,5 \right\}$$

sehingga, nilai keanggotaan variabel waktu muat 2 jam ialah:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{waktu muat cepat}}(2) &= (3,5-x)/3 \\ &= (3,5-2)/3 \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{waktu muat lama}}(2) &= (x-0,5)/3 \\ &= (2-0,5)/3 \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

2. Variabel untuk Waktu Bongkar didefinisikan pada dua himpunan *fuzzy* yaitu cepat dan lama. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan masing-masing.



Gambar 8. Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu Bongkar 2,3 jam

Waktu bongkar 2,3 jam berada diantara fungsi :

$$\mu_{\text{waktu bongkar cepat}}[x] = \left\{ \frac{3,5-x}{3} \quad 0,5 \leq x \leq 3,5 \right\}$$

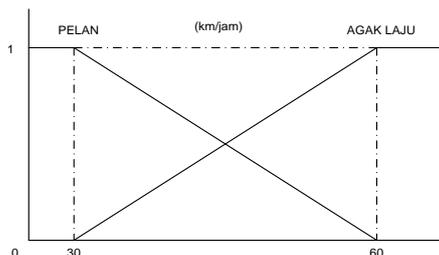
$$\mu_{\text{waktu bongkar lama}}[x] = \left\{ \frac{x-0,5}{3} \quad 0,5 \leq x \leq 3,5 \right\}$$

sehingga, nilai keanggotaan variabel waktu bongkar 2,3 jam ialah:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{waktu bongkar cepat}}(2,3) &= (3,5-x)/3 \\ &= (3,5-2,3)/3 \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{waktu bongkar lama}}(2,3) &= (x-0,5)/3 \\ &= (2,3-0,5)/3 \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

3. Variabel untuk Kecepatan rata-rata didefinisikan pada dua himpunan *fuzzy* yaitu pelan dan agak laju. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan masing-masing.



Gambar 9. Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Kecepatan 60 km/ jam

Kecepatan 60 km/jam berada diantara fungsi:

$$\mu_{kecepatan\ pelan}[x] = \{0, \quad x \geq 60\}$$

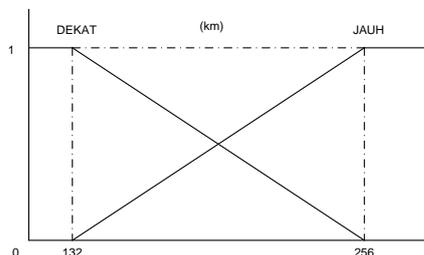
$$\mu_{kecepatan\ agak\ laju}[x] = \{1, \quad x \geq 60\}$$

sehingga, nilai keanggotaan variabel kecepatan 60 km/jam ialah:

$$\mu_{kecepatan\ pelan}(60) = 0$$

$$\mu_{kecepatan\ agak\ laju}(60) = 1$$

4. Variabel untuk Jarak Tempuh didefinisikan pada dua himpunan *fuzzy* yaitu dekat dan jauh. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan masing-masing.



Gambar 10. Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Jarak Tempuh 256 km

Jarak tempuh 256 km berada diantara fungsi:

$$\mu_{jarak\ dekat}[x] = \{0, \quad x \geq 256\}$$

$$\mu_{jarak\ jauh}[x] = \{1, \quad x \geq 256\}$$

sehingga, nilai keanggotaan variabel kecepatan 60 km/jam ialah:

$$\mu_{jarak\ dekat}(256) = 0$$

$$\mu_{jarak\ jauh}(256) = 1$$

Langkah 2: Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan ialah fungsi *MIN*, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan minimum dari variabel *input* sebagai *output*. Berdasarkan aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut, maka diperoleh: [R4] IF waktu muat is cepat AND waktu bongkar is cepat AND kecepatan is agak laju AND jarak tempuh is jauh THEN lama perjalanan is Cepat

$$\begin{aligned} \alpha - predikat_1 &= \mu_{WMC} \cap \mu_{WBC} \cap \mu_{KAL} \cap \mu_{JJ} \\ &= \min(0.5; 0.4; 1; 1) \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

[R8] IF waktu muat is cepat AND waktu bongkar is lama AND kecepatan is agak laju AND jarak tempuh is jauh THEN lama perjalanan is Lama

$$\begin{aligned} \alpha - predikat_1 &= \mu_{WMC} \cap \mu_{WBL} \cap \mu_{KAL} \cap \mu_{JJ} \\ &= \min(0.5; 0.6; 1; 1) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

[R12] IF waktu muat is lama AND waktu bongkar is cepat AND kecepatan is agak laju AND jarak tempuh is jauh THEN lama perjalanan is Lama

$$\begin{aligned} \alpha - predikat_1 &= \mu_{WML} \cap \mu_{WBC} \cap \mu_{KAL} \cap \mu_{JJ} \\ &= \min(0.5; 0.4; 1; 1) \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

[R16] IF waktu muat is lama AND waktu bongkar is lama AND kecepatan is agak laju AND jarak tempuh is jauh THEN lama perjalanan is Lama

$$\begin{aligned} \alpha - predikat_1 &= \mu_{WML} \cap \mu_{WBL} \cap \mu_{KAL} \cap \mu_{JJ} \\ &= \min(0.5; 0.6; 1; 1) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Langkah 3: Komposisi Aturan

Komposisi aturan menggunakan *MAX*. Komposisi aturan merupakan kesimpulan secara keseluruhan dengan mengambil tingkat keanggotaan maksimum dari tiap konsekuen aplikasi fungsi implikasi dan menggabungkan dari semua kesimpulan masing-masing aturan, sehingga didapat daerah solusi *fuzzy* sebagai berikut:

$$\text{Min } (0,4) = 24+48 (0,4) = 43,2$$

$$\text{Max } (0,5) = 24+48 (0,5) = 48$$

Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan baru yaitu :

$$\mu [z] = \begin{cases} 0,4 & z \leq 43,2 \\ \frac{z-24}{48} & 43,2 \leq z \leq 48 \\ 0,5 & x \geq 48 \end{cases}$$

Langkah 4: Defuzzifikasi

Langkah terakhir ialah *defuzzifikasi* atau disebut juga penegasan, yaitu untuk mengubah himpunan *fuzzy* menjadi bilangan real. *Input* dari proses penegasan ini adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Metode *defuzzifikasi* yang digunakan dalam menentukan lama perjalanan mobil adalah dengan metode *centroid*.

*Centroid*:

$$M1 = \int_0^{43,2} (0,4)zdz = 0,2 (43,2^2 - 0^2) = 373,248$$

$$\begin{aligned} M2 &= \int_{43,2}^{48} \left(\frac{z-24}{48}\right)zdz \\ &= \int_{43,2}^{48} \left(\frac{1}{48}Z^2 - \frac{24}{48}Z\right)zdz \\ &= \int_{43,2}^{48} (0,02083 Z^2 - 0,5 Z)zdz \\ &= \int_{43,2}^{48} \left(\frac{1}{3} 0,02083 z^3 - \frac{1}{2} 0,5 z^2\right) \\ &= 98,6447094 \end{aligned}$$

$$M3 = \int_{48}^{72} (0,5)zdz = 0,25 (72^2 - 48^2) = 720$$

Kemudian hitung luas setiap daerah :

$$A1 = 43,2 * 0,4 = 17,28$$

$$A2 = (0,4+0,5)*(48-43,2)/2 = 0,9 * 2,4 = 2,16$$

$$A3 = (72-48)*0,5 = 24*0,5 = 12$$

Jadi titik pusat diperoleh :

$$z = \frac{373,248+98,6447094+720}{17,28+2,16+12}$$

$$z = \frac{1191,892709}{31,44}$$

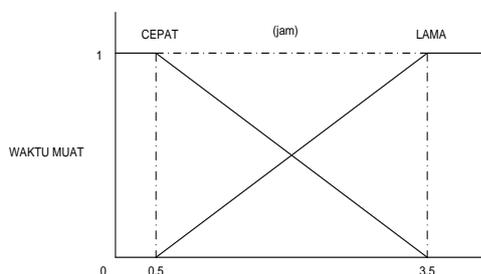
$$z = 37,91 \text{ Jam}$$

$$z = 38 \text{ jam}$$

b. Perhitungan *Sample Data* Ke-2:

Langkah 1: Menentukan Himpunan *Fuzzy*

1. Variabel untuk Waktu Muat didefinisikan pada dua himpunan *fuzzy* yaitu cepat dan lama. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan masing-masing.



**Gambar 11.** Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu Muat 0,5 jam

Waktu muat 0,5 jam berada diantara fungsi:

$$\mu_{\text{waktu muat cepat}}[x] = \{1 \mid x \leq 0,5\}$$

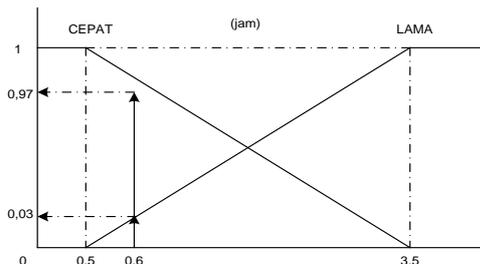
$$\mu_{\text{waktu muat lama}}[x] = \{0 \mid x \leq 0,5\}$$

sehingga, nilai keanggotaan variabel waktu muat 0,5 jam ialah:

$$\mu_{\text{waktu muat cepat}}(0,5) = 1$$

$$\mu_{\text{waktu muat lama}}(0,5) = 0$$

2. Variabel untuk Waktu Bongkar didefinisikan pada dua himpunan *fuzzy* yaitu cepat dan lama. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan masing-masing.



Gambar 12. Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu Bongkar 0,6 jam

Waktu bongkar 0,6 jam berada diantara fungsi:

$$\mu_{waktu\ bongkar\ cepat}[x] = \left\{ \frac{3,5-x}{3} \quad 0,5 \leq x \leq 3,5 \right\}$$

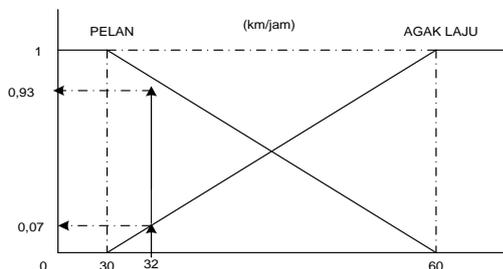
$$\mu_{waktu\ bongkar\ lama}[x] = \left\{ \frac{x-0,5}{3} \quad 0,5 \leq x \leq 3,5 \right\}$$

sehingga, nilai keanggotaan variabel waktu bongkar 0,6 jam ialah:

$$\begin{aligned} \mu_{waktu\ bongkar\ cepat}(0,6) &= (3,5-x)/3 \\ &= (3,5-0,6)/3 \\ &= 0,97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{waktu\ bongkar\ lama}(0,6) &= (x-0,5)/3 \\ &= (0,6-0,5)/3 \\ &= 0,03 \end{aligned}$$

- Variabel untuk Kecepatan rata-rata didefinisikan pada dua himpunan *fuzzy* yaitu pelan dan agak laju. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan masing-masing.



Gambar 13. Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Kecepatan 32 km/ jam

kecepatan 32 km/jam berada diantara fungsi:

$$\mu_{kecepatan\ pelan}[x] = \left\{ \frac{60-x}{30} \quad 30 \leq x \leq 60 \right\}$$

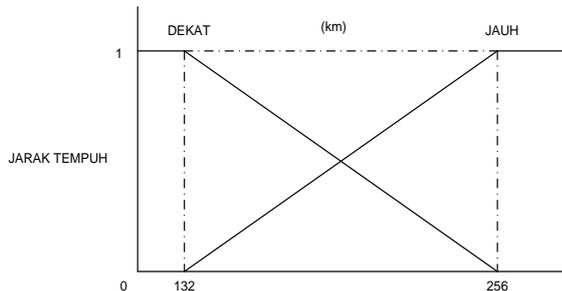
$$\mu_{kecepatan\ agak\ laju}[x] = \left\{ \frac{x-30}{30} \quad 30 \leq x \leq 60 \right\}$$

sehingga, nilai keanggotaan variabel kecepatan 32 km/jam ialah:

$$\begin{aligned} \mu_{kecepatan\ pelan}(32) &= (60-x)/30 \\ &= (60-32)/30 \\ &= 0,93 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{kecepatan\ agak\ laju}(32) &= (x-30)/30 \\ &= (32-30)/30 \\ &= 0,07 \end{aligned}$$

- Variabel untuk Jarak Tempuh didefinisikan pada dua himpunan *fuzzy* yaitu dekat dan jauh. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan masing-masing.



Gambar 14. Linear Fungsi Keanggotaan Variabel Jarak Tempuh 132 km

Jarak tempuh 132 km berada diantara fungsi:

$$\mu_{\text{jarak dekat}} [x] = \{1 \mid x \leq 132\}$$

$$\mu_{\text{jarak jauh}} [x] = \{0 \mid x \leq 132\}$$

sehingga, nilai keanggotaan variabel jarak tempuh 132 km ialah:

$$\mu_{\text{jarak dekat}} (132) = 1$$

$$\mu_{\text{jarak jauh}} (132) = 0$$

Langkah 2 : Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan ialah fungsi *MIN*, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan minimum dari variabel *input* sebagai *output*. Berdasarkan aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut, maka diperoleh:

[R1] IF waktu muat is cepat AND waktu bongkar is cepat AND kecepatan is pelan AND jarak tempuh is dekat THEN lama perjalanan is cepat

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat}_1 &= \mu_{WMC} \cap \mu_{WBC} \cap \mu_{KP} \cap \mu_{JD} \\ &= \min (1 ; 0.97 ; 0.93 ; 1) \\ &= 0.93 \end{aligned}$$

[R3] IF waktu muat is cepat AND waktu bongkar is cepat AND kecepatan is agak laju AND jarak tempuh is dekat THEN lama perjalanan is cepat

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat}_1 &= \mu_{WMC} \cap \mu_{WBC} \cap \mu_{KAL} \cap \mu_{JD} \\ &= \min (1 ; 0.97 ; 0.07 ; 1) \\ &= 0.07 \end{aligned}$$

[R5] IF waktu muat is cepat AND waktu bongkar is lama AND kecepatan is pelan AND jarak tempuh is dekat THEN lama perjalanan is cepat

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat}_1 &= \mu_{WMC} \cap \mu_{WBL} \cap \mu_{KP} \cap \mu_{JD} \\ &= \min (1 ; 0.03 ; 0.93 ; 1) \\ &= 0.03 \end{aligned}$$

[R7] IF waktu muat is cepat AND waktu bongkar is lama AND kecepatan is agak laju AND jarak tempuh is dekat THEN lama perjalanan is cepat

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat}_1 &= \mu_{WMC} \cap \mu_{WBL} \cap \mu_{KAL} \cap \mu_{JD} \\ &= \min (1 ; 0.03 ; 0.07 ; 1) \\ &= 0.03 \end{aligned}$$

Langkah 3: Komposisi Aturan

$$\text{Min} (0,03) = 72-48 (0,03) = 71$$

$$\text{Max} (0,03) = 72-48 (0,93) = 27$$

Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan baru yaitu:

$$\mu [z] = \begin{cases} 0,93 & z \leq 27 \\ \frac{72-z}{48} & 27 \leq z \leq 71 \\ 0,03 & z \geq 71 \end{cases}$$

Langkah 4: Defuzzifikasi

Centroid:

$$M1 = \int_0^{27} (0,93)zdz = 0,465 (27^2 - 0^2) = 338,985$$

$$\begin{aligned} M2 &= \int_{27}^{71} \left(\frac{72-z}{48}\right)zdz \\ &= \int_{27}^{71} \left(\frac{72z}{48} - \frac{1z^2}{48}\right)zdz \\ &= \int_{27}^{71} (1,5z - 0,02083z^2)zdz \\ &= \int_{27}^{71} \left(\frac{1}{2} 1,5z^2 - \frac{1}{3} 0,02083z^3\right) \\ &= \int_{27}^{71} \left(\frac{1,5}{2} (z^2) - \frac{0,02083}{3} (z^3)\right) \\ &= 3234-2348,317 \\ &= 885,683 \end{aligned}$$

$$M3 = \int_{71}^{72} (0,03)zdz = 0,015 (72^2 - 71^2) = 2,145$$

Kemudian hitung luas setiap daerah :

$$A1 = 27 * 0,93 = 25,11$$

$$A2 = (0,03+0,93)*(71-27)/2 = 0,96 * 22 = 21,12$$

$$A3 = (72-71)*0,03 = 1*0,03 = 0,03$$

Jadi titik pusat diperoleh :

$$z = \frac{338,985+885,683+2,145}{25,11+21,12+0,03}$$

$$z = \frac{1226,813}{46,26}$$

$$z = 27 \text{ jam}$$

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dihasilkan maka dapat ditarik kesimpulan Lama perjalanan mobil untuk setiap pengerjaan kontrak dapat diketahui dengan mengaplikasikan metode *fuzzy* mamdani ke dalam sistem ini. Penerapan ilmu logika *fuzzy* mamdani pada sistem ini ialah dengan cara memberikan dan memasukkan 4 kriteria *input fuzzy* yaitu waktu muat CPO, waktu bongkar CPO, kecepatan rata-rata mobil dan jarak tempuh mobil, lalu *fuzzy* mamdani akan memproses dan menghitung kriteria-kriteria tersebut sehingga menghasilkan *output* berupa lama perjalanan mobil. Sistem berbasis Logika *Fuzzy* Mamdani tidak hanya meningkatkan efisiensi waktu tempuh kendaraan pengangkut, tetapi juga memberikan fleksibilitas dalam menangani ketidakpastian operasional. Penerapan metode ini memungkinkan PT. X untuk mengidentifikasi potensi hambatan seperti antrian di pabrik atau kondisi jalan yang buruk, sehingga dapat dilakukan penjadwalan ulang atau penyesuaian rute. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengintegrasikan teknologi GPS untuk memperbarui data waktu nyata, sehingga akurasi prediksi semakin optimal

#### REFERENCES

- [1] M. Fadil Tistiyanto, C. Pratama, and W. H. Purba, "RODA: Jurnal Pendidikan dan Teknologi Otomotif PENGANGKUT PANEN KELAPA SAWIT DARI POHON KE MOBIL PENGANGKUT MENGGUNAKAN ALAT ANGKUT SISTEM CONVEYOR RANTAL," *RODA J. Pendidik. dan Teknologi Otomotif*, vol. 2, no. 1, pp. 21–24, 2022.
- [2] M. I. Bintang and A. F. , Arum Ambarsari, "Sistem Pengelolaan Kontraktor Truk Crude Palm Oil di PT. Sapta Karya Damai Provinsi Kalimantan Tengah," vol. 1, pp. 2227–2236, 2023.
- [3] A. F. Boy, "Implementasi data mining dalam memprediksi harga Crude Palm Oil (CPO) pasar domestik menggunakan algoritma regresi linier berganda (Studi kasus dinas perkebunan provinsi Sumatera Utara)," *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 4307, no. 2, pp. 78–85, 2020.
- [4] N. Larasati, S. Chasanah, S. Machmudah, and S. Winardi, "Studi Analisa Ekonomi Pabrik CPO (Crude Palm Oil) dan PKO (Palm Kernel Oil) Dari Buah Kelapa Sawit," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16851.
- [5] P. T. Salim, I. Pratama, A. Z. Hasibuan, A. S. Handini, and K. Kunci, "Sistem Pengangkutan Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit ( *Elaeis guineensis* Jacq.) di PT Salim Ivomas Pratama," *J. Citra Widya Edukasi*, vol. 15, no. 1, pp. 55–68, 2024.
- [6] M. Arif, M. Suhaimi, F. Fitra, and Q. Nurlaila, "Optimasi Vehicle Routing Problem Untuk Mengoptimalkan Distribusi Truk Tangki Cpo Di Kota Dumai," *PROFISIENSI J. Progr. Stud. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 2, pp. 107–114, 2023, doi: 10.33373/profis.v11i2.5671.
- [7] S. Sukirno, M. Aritonang, and W. Fitrianti, "Pengaruh Jasa Pengangkutan Tandan Buah Segar Terhadap Risiko Pendapatan Usahatani Kelapa Sawit," *J. Sos. Ekon. Pertan.*, vol. 18, no. 3, pp. 233–245, 2022, [Online]. Available: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jsep>
- [8] A. N. Am, A. Pribadi, and F. Fitri, "Sistem Monitoring Truk Kelapa Sawit Menggunakan Gps Tracking Berbasis Website," *J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 60–68, 2022, doi: 10.37792/jukanti.v5i2.533.
- [9] E. M. Sibarani, I. S. Fernando, H. A. Putri, and K. Kunci, "Analisis Deskriptif Perencanaan dan Pengorganisasian Pengangkutan Tandan Buah Segar di PT TS Kebun XY," *J. Citra Widya Edukasi*, vol. 15, no. 1, pp. 17–26, 2023.
- [10] M. Dary Daffa Haque, "Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Untuk Optimasi Persediaan Stok Makanan Hewan," *Media Online*, vol. 4, no. 1, pp. 427–437, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i1.1160.
- [11] N. Rahmat Hidayat Karismadi, S. Nurhafni A, L. O. Muhamad Ilham, and R. Adi Saputra, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Dalam Prediksi Curah Hujan Di Kota Kendari," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 1, pp. 1138–1145, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i1.8926.
- [12] A. B. Surbakti, S. P. Rahayu, S. Menhuli, and R. Ginting, "Sistem Aplikasi Logika Fuzzy untuk Penentuan Optimasi Ragi Tempe pada Proses Fermentasi Tempe Kedelai Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani (Studi Kasus : Pengrajin Tempe kedelai Desa Bulu Cina)," *J. Ilm. Simantek*, vol. 4, no. 2, pp. 146–160, 2020.
- [13] Z. Harir, I. B. K. Widiartha, and R. Afwani, "Aplikasi Pertimbangan Wisata di Pulau Lombok dengan Metode Fuzzy Mamdani & Algoritma Genetika," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 6, p. 1261, 2020, doi: 10.25126/jtiik.2020721197.
- [14] T. Yoga and H. S. H. Subagyo, "Efektivitas Sistem Angkut Bahan Baku Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Untuk Peningkatan Mutu Buah di Kebun," *Musamus J. Agribus.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–10, 2022, doi: 10.35724/mujagri.v4i2.4358.
- [15] R. R. Rosalinda, W. Gustrifa, and A. P. Sari, "Analisis Akurasi Prediksi Akselerasi Mobil Listrik Berdasarkan Kecepatan dan Daya Baterai Menggunakan Fuzzy Logic Metode Sugeno dan Mamdani," *Semin. Nas. Inform. Bela Negara*, vol. 3, pp. 107–112, 2023.
- [16] K. Muflihunna and M. Mashuri, "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dan Metode Fuzzy Sugeno dalam Penentuan Jumlah Produksi," *Unnes J. Math.*, vol. 11, no. 1, pp. 27–37, 2022, doi: 10.15294/ujm.v11i1.50060.
- [17] Desyanti, J. Suarlin, and R. Faisal, "Otoritas Guru Dalam Prestasi Belajar Siswa Menggunakan FuzzyMamdani," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 7, no. 3, pp. 1323–1332, 2023, doi: 10.30865/mib.v7i3.6368.