

ANALISIS POTENSI TINGKAT KEMACETAN LALU LINTAS DI PASAR AUR KUNING BUKITTINGGI MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Sadar Martua Haholongan Sir, Liza Efriyanti, Rani Atika, Resi Febriani, Hesti Fitrianti

Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer, Fakultas Tarbiyah Dan Ilmu Keguruan

UIN Sjech M. Djamil Djambek Bukittinggi, Indonesia

sadarmartuahaholongansir@gmail.com

ABSTRAK

Kemacetan lalu lintas merupakan permasalahan yang umum terjadi di kawasan dengan tingkat aktivitas ekonomi yang tinggi, seperti di Pasar Aur Kuning, Kota Bukittinggi. Kawasan ini merupakan salah satu pusat perdagangan utama yang memiliki intensitas pergerakan kendaraan dan aktivitas masyarakat yang sangat padat. Penelitian ini difokuskan untuk mengidentifikasi seberapa besar tingkat potensi kemacetan yang terjadi di kawasan tersebut, guna mendapatkan gambaran kondisi aktual lalu lintas sebagai dasar pemahaman awal terhadap permasalahan yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat potensi kemacetan di sekitar Pasar Aur Kuning dengan menggunakan pendekatan logika Fuzzy metode Tsukamoto. Metode penelitian yang digunakan yaitu kuantitatif dengan melakukan observasi langsung ke lapangan, kemudian menggunakan metode logika Fuzzy Tsukamoto untuk mengelola informasi yang didapatkan. Tiga variabel utama digunakan sebagai input dalam sistem Fuzzy ini, yaitu jumlah kendaraan yang parkir di bahu jalan, jumlah pedagang yang berjualan di tepi jalan, dan volume kendaraan yang melintas. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai penilaian tingkat potensi kemacetan mencapai 78,7231, yang termasuk dalam kategori kemacetan tinggi. Temuan ini mengindikasikan perlunya penataan lalu lintas dan kebijakan transportasi yang lebih efektif di kawasan tersebut. Metode Fuzzy Tsukamoto terbukti mampu menangani data yang bersifat tidak pasti dan memberikan keluaran (*output*) yang bersifat tegas (*crisp*), sehingga dapat mendukung proses pengambilan keputusan secara lebih adaptif dan realistis.

Kata kunci : Logika Fuzzy, Metode Tsukamoto, Potensi Kemacetan, Lalu Lintas, Pasar Aur Kuning Bukittinggi

1. PENDAHULUAN

Pergerakan manusia menjadi isu utama yang tak terpisahkan di tengah arus globalisasi saat ini. Pesatnya perkembangan teknologi informasi, komunikasi, dan transportasi telah membuka jalan bagi manusia untuk berpindah tempat dengan sangat mudah, bahkan nyaris tanpa batas. Kemudahan mobilitas menjadikan manusia semakin dinamis dan sulit untuk dikendalikan sepenuhnya sehingga mobilitas sangat erat hubungannya dengan manusia [1].

Manusia kini semakin masif melakukan perpindahan dengan berbagai latar belakang dan tujuan. Ada yang bepergian untuk berwisata, ada pula yang merantau demi mendapatkan pekerjaan yang lebih layak, menimba ilmu di tempat yang lebih maju, atau mencari lingkungan baru yang dianggap lebih aman dan nyaman untuk ditinggali. Fenomena mobilitas ini tidak terbatas pada satu wilayah saja, tetapi dapat berlangsung di skala lokal, regional, hingga lintas negara [2].

Lalu lintas merupakan hal yang sangat erat hubungannya dengan mobilitas manusia itu sendiri. Lalu lintas sangat identik dengan arus dan volume. Arus lalu lintas menggambarkan seberapa banyak kendaraan yang melewati titik tertentu di sepanjang jalan dalam periode waktu tertentu. Data ini biasanya digunakan untuk menganalisis kepadatan jalan dan menjadi dasar dalam perencanaan transportasi serta pengelolaan infrastruktur lalu lintas [3].

Volume lalu lintas merupakan indikator penting dalam dunia transportasi, karena mencerminkan tingkat aktivitas kendaraan di suatu lokasi dalam jangka waktu tertentu. Biasanya dinyatakan dalam satuan kendaraan per jam, angka ini menjadi dasar dalam analisis kepadatan jalan, perencanaan lalu lintas, hingga evaluasi kebutuhan pelebaran jalan atau pengaturan lampu lalu lintas [4].

Kelancaran arus lalu lintas memberikan banyak dampak positif diantaranya efisiensi waktu tempuh dapat ditingkatkan apabila kondisi lalu lintas berjalan lancar. Waktu perjalanan sangat dipengaruhi oleh sejauh mana arus lalu lintas bebas dari hambatan, seperti pelanggaran dan kemacetan. Ketika kendaraan dapat melaju dengan kecepatan yang konsisten sesuai aturan, pengendara lebih mudah memprediksi waktu kedatangan secara tepat [5]. Hal ini mengurangi kekhawatiran akan keterlambatan yang biasa terjadi akibat padatnya jalan.

Lalu lintas yang tertib berperan besar dalam menciptakan pengalaman berkendara yang lebih nyaman dan aman. Ketika jalanan dipenuhi oleh pengendara yang patuh aturan, suasana menjadi lebih tenang, memungkinkan setiap orang untuk fokus tanpa rasa cemas terhadap tindakan ugal-ugalan atau manuver tiba-tiba dari pengguna jalan lain [6]. Kondisi ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan, tetapi juga berkontribusi pada penurunan tingkat stres, mendorong sikap lebih sabar saat mengemudi, dan mendukung kesehatan mental para pengguna jalan

secara keseluruhan serta memberikan kemudahan terhadap aktivitas ekonomi bagi masyarakat.

Fenomena pergerakan manusia tidak hanya merepresentasikan kebebasan individu dalam memilih lokasi tinggal atau bekerja, tetapi juga menjadi indikator penting dalam dinamika sosial, ekonomi, dan tata ruang kota. Kemampuan manusia untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain telah menjadi salah satu penentu utama perkembangan wilayah, baik dari sisi pertumbuhan infrastruktur maupun peningkatan produktivitas masyarakat. Namun, di balik kemudahan mobilitas ini, muncul tantangan serius dalam hal pengelolaan arus lalu lintas yang efisien dan berkelanjutan.

Kepadatan kendaraan yang meningkat setiap tahun tidak selalu diimbangi dengan perencanaan transportasi yang memadai, terutama di kawasan pusat aktivitas ekonomi [7]. Akibatnya, kemacetan menjadi masalah yang sulit dihindari dan berdampak langsung pada kualitas hidup masyarakat urban. Dengan kata lain, pergerakan manusia dan kendaraan bukan hanya isu teknis, tetapi juga menyentuh aspek perencanaan kota, perilaku masyarakat, hingga ketahanan sistem transportasi terhadap tekanan populasi yang terus bertambah [8]. Oleh karena itu, memahami dan mengelola fenomena ini secara holistik menjadi sangat penting dalam menciptakan lingkungan perkotaan yang aman, nyaman, dan produktif.

Melihat tingginya intensitas pergerakan kendaraan di kawasan pusat aktivitas masyarakat, penting untuk dilakukan analisis mengenai tingkat kemacetan yang terjadi, khususnya pada titik-titik strategis seperti Pasar Aur Kuning di Kota Bukittinggi. Pasar ini merupakan salah satu pusat ekonomi dan perdagangan terbesar di kota tersebut, sehingga aktivitas lalu lintas di sekitarnya cenderung padat, terutama pada jam-jam sibuk [9]. Penelitian ini difokuskan untuk mengidentifikasi seberapa besar tingkat potensi kemacetan yang terjadi di kawasan tersebut, guna mendapatkan gambaran kondisi aktual lalu lintas sebagai dasar pemahaman awal terhadap permasalahan yang ada.

Oleh karena itu, diperlukan suatu analisis yang dapat memetakan dan mengukur tingkat potensi kemacetan di kawasan tersebut secara sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi kemacetan di sekitar Pasar Aur Kuning menggunakan pendekatan logika *Fuzzy*, khususnya metode Tsukamoto, sebagai alat bantu pengambilan keputusan berbasis data. Penggunaan logika *Fuzzy* memungkinkan perhitungan tingkat kemacetan yang lebih fleksibel dan realistis berdasarkan data empiris yang diperoleh dari observasi langsung di lapangan, sehingga hasil analisis diharapkan dapat mendukung pengelolaan transportasi yang lebih efektif dan responsif terhadap kondisi nyata di lapangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Logika Fuzzy

Logika Fuzzy adalah suatu pendekatan pemodelan logis yang memungkinkan sistem untuk menangani data atau informasi yang bersifat tidak pasti, samar, atau tidak memiliki batasan yang tegas. Pendekatan ini merepresentasikan cara berpikir manusia yang sering kali bersifat subjektif dan tidak hitam-putih, sehingga sangat efektif digunakan dalam sistem pengambilan keputusan yang kompleks atau berbasis persepsi [10].

2.2. Metode Tsukamoto

Metode *Fuzzy Tsukamoto* merupakan salah satu pendekatan dalam logika *Fuzzy* yang telah terbukti efektif dalam mengatasi persoalan yang mengandung ketidakpastian dan bersifat kompleks, khususnya dalam proses pengambilan keputusan [11]. Pendekatan ini menggunakan prinsip *inferensi Fuzzy* untuk mengolah informasi yang bersifat ambigu atau tidak pasti. Metode ini dapat digunakan untuk menilai dan menentukan tingkat kelayakan suatu alternatif atau kandidat berdasarkan berbagai kriteria yang telah ditetapkan.

2.3. Lalu Lintas

Lalu lintas ialah setiap hal yang berhubungan dengan sarana jalan umum sebagai sarana utama untuk tujuan yang ingin dicapai [12].

2.4. Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas yaitu dua buah arus lalu lintas jika keduanya berjalan bersamaan dengan aman atau tidak berpotongan [13].

2.5. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu di jalan dalam suatu periode waktu tertentu, biasanya dihitung per jam atau per hari [14].

2.6. Pasar Aur Kuning Bukittinggi

Pasar Aur Kuning merupakan salah satu sentra perdagangan utama di Kota Bukittinggi, Provinsi Sumatera Barat. Para pedagang yang beraktivitas di pasar ini berasal dari beragam daerah di sekitar wilayah Bukittinggi, mencerminkan peran pasar ini sebagai titik pertemuan aktivitas ekonomi lintas daerah [9].

2.7. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan Wrastawa Ridwan yang memanfaatkan *logika fuzzy* untuk mengatur lampu lalu lintas, di mana sistem ini mampu menyesuaikan durasi lampu secara langsung berdasarkan kondisi aktual di lapangan, seperti volume kendaraan dan panjang antrean di masing-masing arah. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa pendekatan ini jauh lebih efektif dibandingkan metode

konvensional, khususnya dalam mengurangi waktu tunggu kendaraan di persimpangan [15].

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Deni Mulyadi menggunakan *Logika Fuzzy* pada sistem kendali lampu lalu lintas yang digerakkan oleh sensor *fotoelektrik* dan dikendalikan oleh *mikrokontroler* Arduino Mega 2560. Sistem ini mampu menyesuaikan sinyal lampu berdasarkan densitas kendaraan di persimpangan, sehingga lampu hijau tidak hanya menyala sesuai jadwal tetap, tetapi secara cerdas merespons kondisi aktual. Hasil simulasi pada empat persimpangan dengan minimal 30 kendaraan dan durasi pengujian 60 detik menunjukkan adanya pergeseran densitas kendaraan saat lampu hijau menyala, yang menandakan potensi pengurangan kemacetan nyata [16].

Penggunaan *Logika Fuzzy* juga digunakan oleh Dona Kurnia dan Efmi Miyana menggunakan *Logika Fuzzy* tipe Sugeno untuk menentukan penerima beasiswa anak ASN di Kota Bukittinggi. seleksi didasarkan pada IPK, penghasilan orang tua, dan jumlah tanggungan. Sistem ini dirancang menggunakan Visual Basic dan MySQL, dan terbukti mampu memberikan rekomendasi yang adil, objektif, dan transparan dalam proses seleksi [17].

Oleh sebab itu penulis ingin menggunakan *Logika Fuzzy* untuk menganalisis potensi kemacetan di Pasar Aur Kuning Bukittinggi menggunakan metode *Tsukamoto*.

3. METODE PENELITIAN

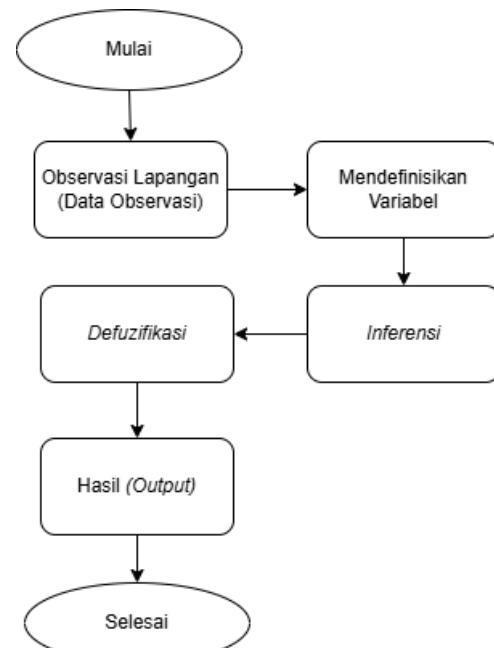
Adapun metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode kuantitatif dengan melakukan observasi langsung di Pasar Aur Kuning. Kemudian menggunakan metode penyelesaian yang digunakan menggunakan metode pada kecerdasan buatan yaitu *Logika Fuzzy* dengan metode *Tsukamoto* yang memungkinkan perhitungan tingkat kemacetan yang lebih fleksibel dan realistis berdasarkan data empiris yang diperoleh dari observasi langsung di lapangan.

Adapun tahapannya yaitu sebagai berikut:

Tahap Mendefinisikan Variabel *Fuzzy*, merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *Fuzzy* [18].

Tahap *Inferensi*, proses merumuskan pemetaan dari masukan yang diberikan ke keluaran menggunakan logika *Fuzzy* [19]. Pemetaan tersebut kemudian menyediakan dasar untuk membuat keputusan, atau untuk membedakan pola [20].

Tahap *Defuzifikasi*, merupakan tahap akhir dalam sistem logika *Fuzzy*, yaitu proses konversi dari output berupa himpunan *Fuzzy* menjadi nilai output yang pasti (*crisp value*) [21]. Hal ini dilakukan agar hasil perhitungan *Fuzzy* dapat diterjemahkan ke dalam bentuk yang dapat dimaknai secara kuantitatif dalam pengambilan keputusan [22].



Gambar 1. Alur penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan metode *Tsukamoto* secara manual, ada beberapa langkah yang ditempuh. Langkah-langkah tersebut adalah: mendefinisikan variabel *Fuzzy*, *inferensi*, dan *Defuzifikasi* (menentukan *output crisp*) [23].

Berdasarkan data hasil observasi lapangan pada waktu tertentu yaitu Pagi, Siang dan Sore maka didapatkan data pada tabel berikut:

Tabel 1. Data Hasil Observasi Lapangan

No.	Data	MAX	MIN
1.	Kendaraan Parkir Di Bahu Jalan	148	31
2.	Pedagang Yang Berjualan Di Bahu Jalan	76	26
3.	Kendaraan Yang Lewat	2378	845

Selanjutnya, tiga data utama yang dikumpulkan pada waktu tertentu, yaitu jumlah kendaraan yang parkir di bahu jalan ($X = 128$), jumlah pedagang yang beraktivitas di bahu jalan ($Y = 58$), dan jumlah kendaraan yang melintas ($V = 1.376$), digunakan sebagai variabel input dalam sistem logika *Fuzzy*. Data ini menjadi dasar dalam menentukan tingkat potensi kemacetan di kawasan Pasar Aur Kuning. Kemudian rentang *output crisp* untuk *Defuzifikasi* yaitu Rendah jika nilai $Z = 0 - 50$, dan Tinggi jika nilai $Z = 51 - 100$.

4.1. Mendefinisikan Variabel

Variabel PB (Parkir Di Bahu Jalan) terdiri atas 2 himpunan *Fuzzy*, yaitu BANYAK dan SEDIKIT. Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* BANYAK dan SEDIKIT:

$$\mu_{PB \text{ SEDIKIT}}|x| = \begin{cases} 1, & x \leq X_{min} \\ \frac{X_{max} - x}{X_{max} - X_{min}}, & X_{min} < x < X_{max} \\ 0, & x \geq X_{max} \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{PB \text{ BANYAK}}|x| = \begin{cases} 0, & x \leq x_{\min} \\ \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, & x_{\min} < x < x_{\max} \\ 1, & x \geq x_{\max} \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{PB \text{ SEDIKIT}} |128| = \begin{cases} 1, & x \leq 31 \\ \frac{148 - 128}{148 - 31}, & 31 < x < 148 \\ 0, & x \geq 148 \end{cases}$$

$$\mu_{PB \text{ SEDIKIT}} |128| = 20/117 = 0,1709$$

$$\mu_{PB \text{ BANYAK}}|128| = \begin{cases} 0, & x \leq 31 \\ \frac{128 - 31}{148 - 31}, & 31 < x < 148 \\ 1, & x \geq 148 \end{cases}$$

$$\mu_{PB \text{ BANYAK}}|128| = 97/117 = 0,8290$$

Variabel PDG (Pedagang Di Bahu Jalan) terdiri atas 2 himpunan Fuzzy, yaitu BANYAK dan SEDIKIT. Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy BANYAK dan SEDIKIT:

$$\mu_{PDG \text{ SEDIKIT}}|Y| = \begin{cases} 1, & Y \leq Y_{\min} \\ \frac{Y_{\max} - Y}{Y_{\max} - Y_{\min}}, & Y_{\min} < Y < Y_{\max} \\ 0, & Y \geq Y_{\max} \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{PDG \text{ BANYAK}}|Y| = \begin{cases} 0, & Y \leq Y_{\min} \\ \frac{Y - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}, & Y_{\min} < Y < Y_{\max} \\ 1, & Y \geq Y_{\max} \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{PDG \text{ SEDIKIT}} |58| = \begin{cases} 1, & Y \leq 26 \\ \frac{76 - 58}{76 - 26}, & 26 < Y < 76 \\ 0, & Y \geq 76 \end{cases}$$

$$\mu_{PDG \text{ SEDIKIT}} |58| = 18/50 = 0,9$$

$$\mu_{PDG \text{ BANYAK}} |58| = \begin{cases} 0, & Y \leq 26 \\ \frac{58 - 26}{76 - 26}, & 26 < Y < 76 \\ 1, & Y \geq 76 \end{cases}$$

$$\mu_{PDG \text{ BANYAK}} |58| = 32/50 = 0,64$$

Variabel KL (Kendaraan Lewat) terdiri atas 2 himpunan Fuzzy, yaitu BANYAK dan SEDIKIT. Fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy BANYAK dan SEDIKIT:

$$\mu_{KL \text{ SEDIKIT}}|V| = \begin{cases} 1, & V \leq V_{\min} \\ \frac{V_{\max} - V}{V_{\max} - V_{\min}}, & V_{\min} < V < V_{\max} \\ 0, & V \geq V_{\max} \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{KL \text{ BANYAK}}|V| = \begin{cases} 0, & V \leq V_{\min} \\ \frac{V - V_{\min}}{V_{\max} - V_{\min}}, & V_{\min} < V < V_{\max} \\ 1, & V \geq V_{\max} \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{KL \text{ SEDIKIT}} |1376| = \begin{cases} 1, & V \leq 845 \\ \frac{2378 - 1376}{2378 - 845}, & 845 < V < 2378 \\ 0, & V \geq 2378 \end{cases}$$

$$\mu_{KL \text{ SEDIKIT}} |1376| = 1002/1533 = 0,6536$$

$$\mu_{KL \text{ BANYAK}}|1376| = \begin{cases} 0, & V \leq 845 \\ \frac{1376 - 845}{2378 - 845}, & 845 < V < 2378 \\ 1, & V \geq 2378 \end{cases}$$

$$\mu_{KL \text{ BANYAK}}|1376| = 533/1533 = 0,3476$$

4.2. Tahap Inferensi

[R1] JIKA Parkir Banyak DAN Pedagang Banyak DAN Kendaraan Lewat Banyak, MAKA Kemacetan Tinggi

$$\alpha-1 = \mu_{PB \text{ BANYAK}} [X] \cap \mu_{PDG \text{ BANYAK}} [Y] \cap \mu_{KL \text{ BANYAK}} [V] \quad (7)$$

$$= \min(\mu_{PB \text{ BANYAK}} [128], \mu_{PDG \text{ BANYAK}} [58], \mu_{KL \text{ BANYAK}} [1376])$$

$$= \min([0,8290], [0,64], [0,3476]) = 0,3476$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan kemacetan pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut.

$$\frac{Z1 - Z_{\min}}{Z_{\max} - Z_{\min}} = \alpha 1 \quad (8)$$

$$Z1 = \alpha 1 (Z_{\max} - Z_{\min}) + Z_{\min}$$

$$Z1 = 0,3476 (100 - 50) + 50$$

$$Z1 = 17,38 + 50$$

$$Z1 = 67,58$$

[R2] JIKA Parkir Banyak DAN Pedagang Sedikit DAN Kendaraan Lewat Banyak, MAKA Kemacetan Tinggi

$$\alpha-2 = \mu_{PB \text{ BANYAK}} [X] \cap \mu_{PDG \text{ SEDIKIT}} [Y] \cap \mu_{KL \text{ BANYAK}} [V] \quad (9)$$

$$= \min(\mu_{PB \text{ BANYAK}} [128], \mu_{PDG \text{ SEDIKIT}} [58], \mu_{KL \text{ BANYAK}} [1376])$$

$$= \min([0,8290], [0,9], [0,3476]) = 0,3476$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan kemacetan pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut.

$$\frac{Z2 - Z_{\min}}{Z_{\max} - Z_{\min}} = \alpha 2 \quad (10)$$

$$Z2 = \alpha 2 (Z_{\max} - Z_{\min}) + Z_{\min}$$

$$Z2 = 0,3476 (100 - 50) + 50$$

$$Z2 = 17,38 + 50$$

$$Z2 = 67,58$$

[R3] JIKA Parkir Banyak DAN Pedagang Banyak DAN Kendaraan Lewat Sedikit, MAKA Kemacetan Tinggi

$$\alpha-3 = \mu_{PB \text{ BANYAK}} [X] \cap \mu_{PDG \text{ BANYAK}} [Y] \cap \mu_{KL \text{ SEDIKIT}} [V] \quad (11)$$

$$= \min(\mu_{PB \text{ BANYAK}} [128], \mu_{PDG \text{ BANYAK}} [58], \mu_{KL \text{ SEDIKIT}} [1376])$$

$$= \min([0,8290], [0,64], [0,6536]) = 0,64$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan kemacetan pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut.

$$\frac{Z3 - Z_{\min}}{Z_{\max} - Z_{\min}} = \alpha 3 \quad (12)$$

$$Z3 = \alpha 3 (Z_{\max} - Z_{\min}) + Z_{\min}$$

$$Z3 = 0,64 (100 - 50) + 50$$

$$Z3 = 32 + 50$$

$$Z3 = 82$$

[R4] JIKA Parkir Banyak DAN Pedagang Sedikit DAN Kendaraan Lewat Sedikit, MAKA Kemacetan Tinggi

$$\alpha-4 = \mu_{PB \text{ BANYAK}} [X] \cap \mu_{PDG \text{ SEDIKIT}} [Y] \cap \mu_{KL \text{ SEDIKIT}} [V] \quad (13)$$

$$= \min(\mu_{PB \text{ BANYAK}} [128], \mu_{PDG \text{ SEDIKIT}} [58], \mu_{KL \text{ SEDIKIT}} [1376])$$

$$= \min([0,8290], [0,9], [0,6536]) = 0,6536$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan kemacetan pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut.

$$\frac{Z3-Zmin}{Zmax-Zmin}=\alpha4 \quad (14)$$

$$\begin{aligned} Z4 &= \alpha4 (Zmax-Zmin)+Zmin \\ Z4 &= 0,6536 (100 - 50) + 50 \\ Z4 &= 32,68 + 50 \\ Z4 &= 82,68 \end{aligned}$$

[R5] JIKA Parkir Sedikit DAN Pedagang Banyak DAN Kendaraan Lewat Banyak, MAKA Kemacetan Tinggi

$$\alpha-5 = \mu_{PB \text{ SEDIKIT}}[X] \cap \mu_{PDG \text{ BANYAK}}[Y] \cap \mu_{KL \text{ BANYAK}}[V]$$

$$\begin{aligned} &= \min(\mu_{PB \text{ SEDIKIT}}[128], \mu_{PDG \text{ BANYAK}}[58], \mu_{KL \text{ BANYAK}}[1376]) \\ &= \min([0,1709], [0,64], [0,3476]) = 0,1709 \end{aligned} \quad (15)$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan kemacetan pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut.

$$\frac{Z3-Zmin}{Zmax-Zmin}=\alpha5 \quad (16)$$

$$\begin{aligned} Z5 &= \alpha5 (Zmax-Zmin)+Zmin \\ Z5 &= 0,1709 (100 - 50) + 50 \\ Z5 &= 8,545 + 50 \\ Z5 &= 58,545 \end{aligned}$$

[R6] JIKA Parkir Sedikit DAN Pedagang Sedikit DAN Lewat Banyak, MAKA Kemacetan Rendah

$$\alpha-6 = \mu_{PB \text{ SEDIKIT}}[X] \cap \mu_{PDG \text{ SEDIKIT}}[Y] \cap \mu_{KL \text{ BANYAK}}[V]$$

$$\begin{aligned} &= \min(\mu_{PB \text{ SEDIKIT}}[128], \mu_{PDG \text{ SEDIKIT}}[58], \mu_{KL \text{ BANYAK}}[1376]) \\ &= \min([0,1709], [0,9], [0,3476]) = 0,1709 \end{aligned} \quad (17)$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan kemacetan pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut.

$$\frac{Zmax-Z6}{Zmax-Zmin}=\alpha6 \quad (17)$$

$$\begin{aligned} Z6 &= Zmax - \alpha2(Zmax - Zmin) \\ Z6 &= 100 - 0,1709 (100 - 50) \\ Z6 &= 100 - 8,545 \\ Z6 &= 91,455 \end{aligned}$$

[R7] JIKA Parkir Sedikit DAN Pedagang Banyak DAN Lewat Sedikit, MAKA Kemacetan Rendah

$$\alpha-7 = \mu_{PB \text{ SEDIKIT}}[X] \cap \mu_{PDG \text{ BANYAK}}[Y] \cap \mu_{KL \text{ SEDIKIT}}[V]$$

$$\begin{aligned} &= \min(\mu_{PB \text{ SEDIKIT}}[128], \mu_{PDG \text{ BANYAK}}[58], \mu_{KL \text{ SEDIKIT}}[1376]) \\ &= \min([0,1709], [0,64], [0,6536]) = 0,1709 \end{aligned} \quad (18)$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan kemacetan pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut.

$$\frac{Zmax-Z7}{Zmax-Zmin}=\alpha7 \quad (19)$$

$$\begin{aligned} Z7 &= Zmax - \alpha7(Zmax - Zmin) \\ Z7 &= 100 - 0,1709 (100 - 50) \\ Z7 &= 100 - 8,545 \\ Z7 &= 91,455 \end{aligned}$$

[R8] JIKA Parkir Sedikit DAN Pedagang Sedikit DAN Kendaraan Lewat Sedikit, MAKA Kemacetan Rendah

$$\alpha-7 = \mu_{PB \text{ SEDIKIT}}[X] \cap \mu_{PDG \text{ SEDIKIT}}[Y] \cap \mu_{KL \text{ SEDIKIT}}[V]$$

$$\begin{aligned} &= \min(\mu_{PB \text{ SEDIKIT}}[128], \mu_{PDG \text{ SEDIKIT}}[58], \mu_{KL \text{ SEDIKIT}}[1376]) \\ &= \min([0,1709], [0,9], [0,6536]) = 0,1709 \end{aligned} \quad (20)$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan kemacetan pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut.

$$\frac{Z3-Zmin}{Zmax-Zmin}=\alpha7 \quad (21)$$

$$\begin{aligned} Z7 &= \alpha7 (Zmax-Zmin)+Zmin \\ Z7 &= 0,1709 (100 - 50) + 50 \\ Z7 &= 8,545 + 50 \\ Z7 &= 58,545 \end{aligned}$$

4.3. Tahap Defuzifikasi

Pada metode tsukamoto, untuk menentukan output crisp, digunakan *Defuzifikasi* rata-rata terpusat, yaitu:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^8 a_i z_i}{\sum_{i=1}^8 a_i} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{210,3956}{2,6726} \\ Z &= 78,7231 \end{aligned}$$

Jadi Penilaian Tingkat Potensi Kemacetan di Pasar Aur Kuning Bukittinggi dengan logika *Fuzzy* menggunakan metode Tsukamoto yaitu 78,7231 dengan kategori Kemacetan Tinggi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan logika *Fuzzy* dengan metode Tsukamoto, tingkat potensi kemacetan di kawasan Pasar Aur Kuning Bukittinggi diperoleh nilai sebesar 78,7231. Nilai ini termasuk dalam kategori kemacetan tinggi, yang menunjukkan bahwa arus lalu lintas di kawasan tersebut berada pada kondisi yang padat dan berpotensi mengganggu kelancaran mobilitas masyarakat maupun aktivitas ekonomi di sekitarnya.

Faktor-faktor utama yang mempengaruhi kemacetan di lokasi ini meliputi tingginya volume kendaraan yang melintas, banyaknya kendaraan yang parkir di bahu jalan, serta keberadaan pedagang yang menempati area tepi jalan. Melalui pendekatan *Fuzzy* Tsukamoto, ketiga variabel tersebut berhasil dianalisis secara sistematis meskipun memiliki sifat data yang tidak pasti atau bersifat kualitatif.

Hasil ini menunjukkan bahwa metode *Fuzzy* dapat memberikan gambaran yang realistis dan akurat terhadap kondisi lalu lintas, serta dapat dijadikan sebagai dasar untuk perumusan kebijakan

pengendalian kemacetan di kawasan pasar tradisional seperti Aur Kuning.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Abduh *et al.*, *Dimensi Keberlanjutan Perdesaan dan Perkotaan*. Makassar: TOHAR MEDIA, 2023.
- [2] S. Yazid and L. D. J. Lie, "Dampak pandemi terhadap mobilitas manusia di Asia Tenggara," *J. Ilm. Hub. Int.*, pp. 75–83, 2020, doi: <https://doi.org/10.26593/jihi.v0i0.3862.75-83>.
- [3] K. Dewi, A. Krisdiyanto, and I. Yasak, "Analisis Pengaruh Penyempitan Jalan dan Parkir Badan Jalan Terhadap Karakteristik Arus Lalu Lintas," *J. Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796*, vol. 4, no. 1, pp. 71–89, 2023, doi: <https://doi.org/10.36312/jcm.v4i1.1293>.
- [4] I. P. Ariyadi, N. K. S. A. Sukawati, C. P. Wirasutama, and I. W. G. D. Yoga, "Analisis Pengaruh Volume Lalu Lintas Terhadap Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Waturenggong Kota Denpasar Bali," *J. Ilm. Tek. Univ. Mahasaraswati Denpasar*, vol. 3, no. 1, pp. 55–60, 2023.
- [5] S. F. Agustin, A. Sari, R. D. Poetra, E. Nainggolan, and J. T. Samudra, "Pengamatan Permasalahan Transportasi Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Ngumban Surbakti Universitas Quality (Lawan Arus)," *JUITECH J. Ilm. Fak. Tek. Univ. Qual.*, vol. 9, no. 1, pp. 90–97, 2025.
- [6] T. Hidayat, A. H. Semendawai, and H. Mawadi, "Efektifitas Penindakan Tindak Pidana Pelanggaran Lalu Lintas Menggunakan E-Tilang (Studi Kasus Satuan Lalu Lintas Polrestaes Bandung)," *Veritas*, vol. 8, no. 2, pp. 166–190, 2022.
- [7] M. Y. Jinca and W. P. Humang, *Perencanaan dan pengembangan transportasi wilayah kepulauan*. Yogyakarta: Nas Media Pustaka, 2023.
- [8] S. Hariyani, I. W. Agustin, and B. S. Waloejo, *Transportasi Berkelanjutan*. Malang: Universitas Brawijaya Press, 2023.
- [9] A. Sholihin and B. R. Aulia, "Analisis Pengaruh Lokasi Dan Pelayanan terhadap Minat Menabung Di Bprs Ampek Angkek Canduang (Studi Kasus Pedagang Pasar Aur Kuning Bukittinggi)," *Jesya (Jurnal Ekon. dan Ekon. Syariah)*, vol. 5, no. 2, pp. 1193–1204, 2022.
- [10] E. M. S. Rochman and A. Rachmad, *Kecerdasan Komputasional: Konsep dan Aplikasi*. Malang: Media Nusa Creative (MNC Publishing), 2021.
- [11] F. Aziz, Y. Yanto, and E. H. Juningsih, "Rancang Bangun Sistem Penunjang Keputusan Penentuan Beasiswa Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto dengan Optimasi Genetic Algorithm," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 1, pp. 709–715, 2024.
- [12] R. Nurfauziah and H. Krisnani, "Perilaku pelanggaran lalu lintas oleh remaja ditinjau dari perspektif konstruksi sosial," *J. Kolaborasi Resolusi Konflik*, vol. 3, no. 1, pp. 75–85, 2021.
- [13] A. K. Nisa and L. Muzdalifah, "Optimasi waktu tunggu lalu lintas dengan menggunakan graf kompatibel sebagai upaya mengurangi kemacetan," *MathVision J. Mat.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2021.
- [14] V. C. P. Da Cunha, "Pengaruh Volume Kendaraan Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur," *CRANE Civ. Eng. Res. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 29–35, 2022.
- [15] W. Ridwan, Y. Kadir, and I. Wiranto, "Optimisasi Koloni Semut dan Sistem Fuzzy untuk Kendali Lampu Lalu Lintas Pintar," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 182–188, 2022.
- [16] D. Mulyadi, E. P. Pratama, A. Saifudin, and Y. Yulianti, "Penerapan Fuzzy Logic untuk Sistem Pengendali Lalu Lintas," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 6, no. 3, pp. 540–544, 2021.
- [17] D. Kurnia and E. Maiyana, "The Selection of KORPRI Scholarship Recipients Using Sugeno's Fuzzy Logic," *Knowbase Int. J. Knowl. Database*, vol. 3, no. 2, pp. 116–130, 2023.
- [18] D. Arisandi and I. P. Sari, *Sistem Pakar Dengan Fuzzy Expert System*. Ponorogo: Gracias Logis Kreatif, 2021.
- [19] D. Giawa and M. Marbun, "Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Harga Coating Mobil Di Prime Coating Medan," *J. Ilmu Komput. Dan Sist. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [20] U. Athiyah, A. P. Handayani, M. Y. Aldean, N. P. Putra, and R. Ramadhani, "Sistem Inferensi Fuzzy: Pengertian, Penerapan, dan Manfaatnya," *J. Dinda Data Sci. Inf. Technol. Data Anal.*, vol. 1, no. 2, pp. 73–76, 2021.
- [21] N. A. Hrp, Z. Masruro, S. Z. Saragih, R. Hasibuan, S. S. Simamora, and T. Toni, *Buku Ajar Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: CV Widina Media Utama, 2022.
- [22] C. Gudianto and C. Cahyaningtyas, "Pemodelan Decision Support System dalam Pemilihan Rumah Hunian Menggunakan Kombinasi Metode SAW dan Fuzzy Logic," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 186–195, 2024.
- [23] B. Yudha, "Pengukuran Rate Kualitas Villa-Vila Daerah Puncak Bogor dengan Logika Fuzzy Metode Tsukamoto," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 6, no. 4, pp. 688–696, 2021.