



Model sistem pendukung keputusan menggunakan FIS Mamdani untuk penentuan tekanan udara ban

Decision support system model using FIS Mamdani for determining tire pressure

Rusliyawati, Agus Wantoro*)

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia
Jalan Zainal Abidin No. 9-11 Kedaton Bandar Lampung, Indonesia 12940

R. Rusliyawati, and A. Wantoro, "Model sistem pendukung keputusan menggunakan FIS Mamdani untuk penentuan tekanan udara ban," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 9, no. 1, pp. 56-63, 2021. doi: [10.14710/jtsiskom.2020.13776](https://doi.org/10.14710/jtsiskom.2020.13776)

Abstract – Tire air pressure is very important in driving, providing comfort, safety, and efficiency in fuel consumption. This study aims to create a model that can determine the measurement of tire air pressure. The model was developed based on the Mamdani FIS with five input parameters: load weight (load capacity), weather, mileage, rim diameter, and tire thickness. Mamdani inference generates front and rear tire air pressure. The calculation of tire pressure using the system was compared with a manual that only considers the vehicle load. This comparison shows the difference in the mean size of 1.24% for the front tire pressure and 2.17% for the rear tire. The system can provide recommendations for tire air pressure by considering several parameters in addition to vehicle load.

Keywords – FIS Mamdani model; fuzzy logic; tire pressure; decision support system

Abstrak – Tekanan udara ban sangat penting dalam berkendara yang dapat memberikan kenyamanan, keselamatan, dan efisiensi konsumsi BBM. Kajian ini bertujuan untuk membuat model yang dapat digunakan untuk menentukan ukuran tekanan udara ban. Model dikembangkan berbasis FIS Mamdani dengan lima parameter masukan, yaitu berat beban (kapasitas muatan), cuaca, jarak tempuh, diameter pelek, dan tebal ban. Inferensi Mamdani menghasilkan tekanan udara ban depan dan belakang. Hasil perhitungan tekanan ban menggunakan sistem dibandingkan dengan buku manual yang hanya mempertimbangkan beban kendaraan saja. Perbandingan tersebut menunjukkan perbedaan rerata ukuran 1,24 % untuk tekanan ban depan dan 2,17 % untuk ban belakang. Sistem mampu memberikan rekomendasi tekanan udara ban dengan mempertimbangkan beberapa parameter, selain beban kendaraan.

Kata kunci – model FIS Mamdani; logika fuzzy; tekanan udara ban; sistem pendukung keputusan

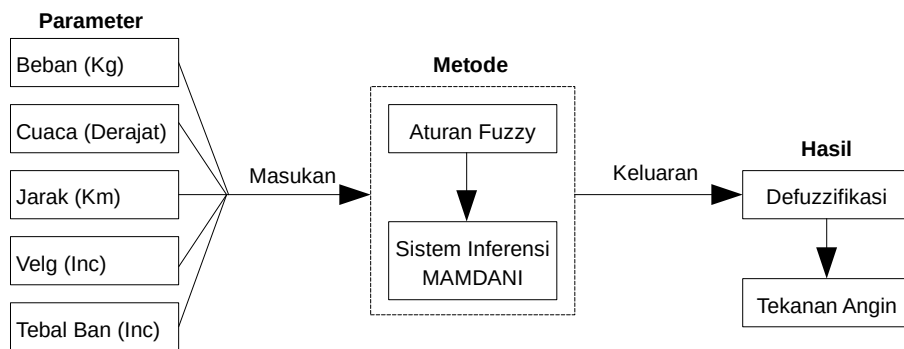
I. PENDAHULUAN

Ban merupakan komponen kendaraan yang bersentuhan langsung dengan aspal. Kualitas dan komposisi ban dari bagian luar hingga dalamnya sangat penting untuk diperhatikan. Tidak hanya kualitas komponen, tekanan udara ban juga perlu diperhatikan [1]. Tekanan udara ban sangat penting dalam berkendara dan harus diperhatikan, tidak boleh kurang ataupun lebih. Tekanan udara yang kurang bisa menyebabkan kerusakan pada pelek, seperti lingkaran tidak senter, pecah, tapak ban yang kontak dengan permukaan jalan menjadi tidak merata, dan konsumsi BBM menjadi boros [2]. Tekanan udara ban yang berlebih dapat menyebabkan bantingan mobil lebih keras dan setir lebih bergetar, selain menimbulkan ketidaknyamanan saat berkendara [3].

Tekanan udara ban mobil umumnya tergantung jenis mobil dan ukuran pelek [4]. Kalau mobil berjenis MPV ukuran pelek standar minimal 30 Pound Per Square Inch (Psi) dan maksimal 35 Psi, sedangkan pelek-pelek variasi dengan pelek R17 profil ban 45 atau 40 tekanan udara harus lebih keras lagi minimal 35 Psi maksimal 40 Psi [5], [6]. Penentuan tekanan udara ban mobil perlu memperhatikan tekanan ban depan dan belakang yang biasanya berbeda. Ban depan bisa mempunyai tekanan udara lebih besar daripada ban belakang yang sering dijumpai pada kendaraan *Front Wheel Drive* (FWD) di mana beban kendaraan dominan ada di depan, dari mulai mesin hingga transmisi yang semua letaknya di depan [7]. Tekanan udara ban untuk kendaraan roda empat yang ideal biasanya dapat dilihat pada stiker di *frame* pilar sebelah kanan [8], [9], namun informasi tersebut hanya memperhatikan jumlah penumpang dan tidak memperhatikan faktor lain seperti ukuran ban, cuaca, dan jarak tempuh.

Penelitian yang dapat menjadi solusi alternatif dalam menentukan tekanan udara ban yang sesuai dengan kondisi kendaraan perlu dilakukan. Kajian tentang

*) Penulis korespondensi (Agus Wantoro)
Email: aguswantoro@teknokrat.ac.id



Gambar 1. Model penentuan tekanan udara ban

tekanan udara ban telah dilakukan dalam [10]-[13]. Zhou dkk. [10] membangun aplikasi berbasis sensor untuk monitoring tekanan ban. Garcia-Pozuelo dkk. [11] menggunakan fuzzy untuk memperkirakan kondisi ban berbasis kecerdasan buatan. Teknologi ini mampu memprediksi usia dan kondisi ban menggunakan sensor dengan biaya yang lebih murah. Taghavifar and Mardani [12] menggunakan fuzzy untuk memprediksi tentang efek dan parameter ban pada bidang kontak dan tekanan kontak. Wantoro [13] menggunakan fuzzy Mamdani dan Sugeno untuk pemilihan mahasiswa terbaik. Kajian tersebut menunjukkan bahwa fuzzy mampu meningkatkan akurasi dan memberikan perhitungan yang baik dalam memprediksi ban.

Kajian tersebut di atas belum melakukan pembuatan model untuk menentukan ukuran tekanan udara ban. Hal ini disebabkan karena umumnya penentuan tekanan ban hanya berdasarkan jumlah penumpang [8]. Kajian ini bertujuan membuat sebuah model untuk menentukan tekanan udara ban berbasis fuzzy Mamdani. Fuzzy Mamdani telah digunakan dalam banyak bidang dan mampu memberikan keputusan yang baik sehingga tekanan udara yang dihasilkan lebih sesuai karena pertimbangan dari beberapa faktor. Model yang dikembangkan akan dibandingkan dengan buku manual untuk melihat perbedaan hasil tekanan udara

II. METODE PENELITIAN

A. Tekanan ideal udara ban

Tekanan udara memperhatikan berat beban. Semakin berat beban (penumpang) kendaraan, maka semakin tinggi kebutuhan tekanan ban [6]. Semakin tinggi tekanan ban, maka semakin rendah hambatan putaran pada ban [14]. Tabel 1 menampilkan tekanan udara ideal berdasarkan jumlah penumpang pada kendaraan berjenis *low MPV wheel drive* (RWD). Jika penumpang berjumlah 5 orang ditambah dengan barang bawaan, maka ukuran tekanan udara ban depan akan mengacu pada angka 33 dan ban belakang 36 yang sama seperti jika penumpang hanya 4 orang. Untuk itu, perlu perhitungan yang dapat merekomendasikan tekanan udara yang lebih tepat sesuai kebutuhan.

Tabel 1. Tekanan ideal udara ban [8]

Jumlah Penumpang	Tekanan Udara	
	Depan	Belakang
1-3 ± Barang	30	33
4-6 ± Barang	33	36
7-8 ± Barang	35	40

B. Model sistem

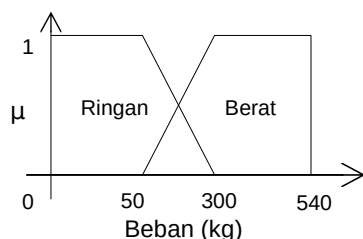
Penelitian ini menggunakan FIS Mamdani. Logika untuk memetakan suatu ruang masuk ke dalam suatu ruang keluar [15]. Model yang dikembangkan terdiri dari 3 (tiga) bagian, yaitu parameter sebagai masukan, metode sebagai perhitungan dan hasil adalah berupa keluaran dari model yang akan dihasilkan yang ditampilkan pada Gambar 1.

C. Parameter masukan

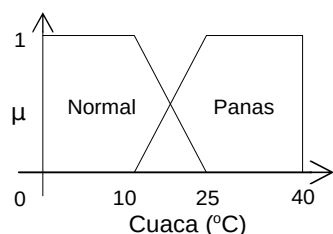
Parameter yang digunakan sebagai masukan pada sistem sebagai acuan dalam menentukan tekanan udara ban adalah sejumlah lima parameter, yaitu Berat Beban (kg), Cuaca ($^{\circ}$ C), Jarak (km), Pelek (inci), dan Tebal Ban (inci). Beban menjadi parameter utama untuk menentukan tekanan udara. Semakin besar beban, maka tekanan yang akan digunakan semakin tinggi [1]. Cuaca panas dan dingin dapat mempengaruhi tekanan udara ban [9]. Jarak tempuh kendaraan akan mempengaruhi tekanan udara yang akan digunakan, semakin jauh perjalanan maka tekanan udara yang digunakan lebih tinggi supaya mengurangi guncangan akibat tekanan ban yang kurang tepat. Pelek dengan ukuran ring besar harus menggunakan tekanan udara ban yang lebih tinggi [4]. Tebal dan tipis dari ban akan menentukan tekanan udara yang diberikan [9].

D. Fungsi keanggotaan

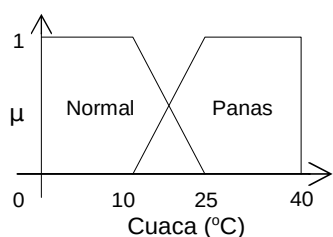
Fungsi keanggotaan menunjukkan pemetaan titik-titik masukan ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval nilai antara 0 sampai 1 [17]. Fungsi keanggotaan ini dinyatakan dalam kurva keanggotaan. Berdasarkan parameter masukan pada sistem ini, dibuat fungsi keanggotaan yang dinyatakan dalam Gambar 2



Gambar 2. Fungsi keanggotaan berat beban (kg)



Gambar 3. Fungsi keanggotaan cuaca (°C)



Gambar 4. Fungsi keanggotaan jarak (km)

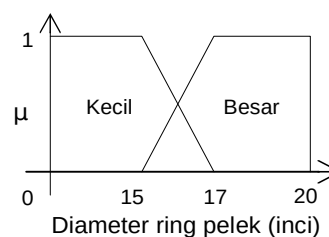
sampai Gambar 6. Fungsi keanggotaan parameter keluaran dinyatakan dalam Gambar 7 dan Gambar 8.

Fungsi keanggotaan untuk parameter beban dibagi 2, yaitu Ringan dan Berat (Gambar 2). Fungsi keanggotaan parameter cuaca (suhu lingkungan) dibagi 2, yaitu Normal dan Panas (Gambar 3). Fungsi keanggotaan untuk parameter jarak dibagi 2, yaitu Dekat dan Jauh (Gambar 4). Fungsi keanggotaan untuk parameter diameter ring pelek dibagi 2, yaitu Kecil dan Besar (Gambar 5). Fungsi keanggotaan untuk parameter ketebalan ban dibagi 2, yaitu Tipis dan Tebal (Gambar 6).

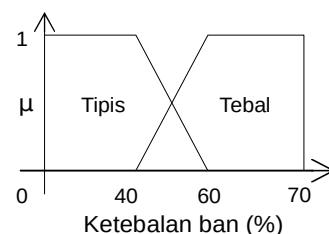
Fungsi keanggotaan tekanan udara ban depan dan ban belakang dibagi 3, yaitu tekanan Rendah, Sedang dan Tinggi. Fungsi keanggotaan tekanan ban depan dinyatakan dalam Gambar 7. Fungsi keanggotaan tekanan ban belakang dinyatakan dalam Gambar 8. Tekanan udara ban ini dilakukan sesuai dengan [8].

E. Fungsi implikasi MIN dan aturan FIS Mamdani

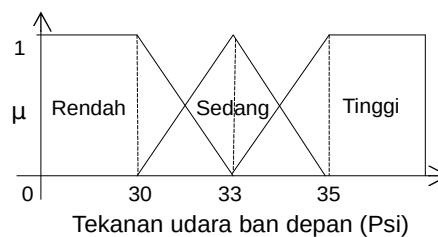
Aturan yang digunakan sebagai basis pengetahuan pada FIS Mamdani adalah *if-then* dengan relasi AND. Fungsi implikasi menggunakan MIN (Gambar 9). Banyaknya aturan FIS yang akan digunakan mengacu pada jumlah parameter masukan dan kriteria yang digunakan [18]. Jumlah parameter masukan yang digunakan sebanyak 5 dan kriteria sebanyak 2, maka diperoleh jumlah aturan FIS Mamdani sebanyak 32 aturan. Aturan yang digunakan pada inferensi FIS ini dinyatakan dalam Algoritme 1.



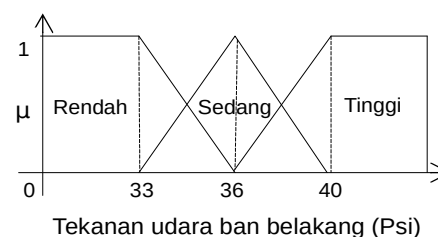
Gambar 5. Fungsi keanggotaan diameter ring pelek (inci)



Gambar 6. Fungsi keanggotaan ketebalan ban (%)



Gambar 7. Fungsi keanggotaan tekanan udara ban depan (Psi)



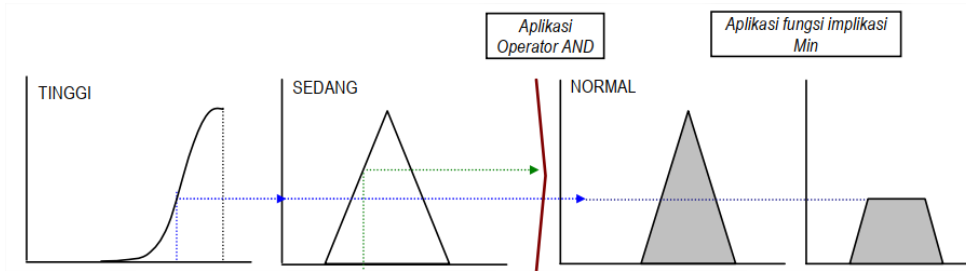
Gambar 8. Fungsi keanggotaan tekanan udara ban belakang (Psi)

Pembuatan aturan fuzzy dengan fungsi *if-then* dan operator AND dibuat menggunakan perangkat lunak Matlab. Penampilan hasil pemetaan semua variabel masukan ke variabel keluaran dinyatakan dalam penampil permukaan Matlab (*surface viewer*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Contoh kasus

Penghitungan nilai keanggotaan FIS Mamdani untuk penentuan tekanan angin ban menggunakan fungsi keanggotaan berdasarkan kurva masukan dan keluaran pada Gambar 3 sampai Gambar 8. Nilai keanggotaan untuk suatu kasus dihitung berdasarkan nilai masukan parameter seperti dinyatakan pada Tabel 2. Dari hasil



Gambar 9. Fungsi implikasi menggunakan MIN

Algoritme 1. Aturan FIS Mamdani yang diterapkan

Input : Beban, Cuaca, Jarak, Ring, Ketebalan

Output : Tekanan Udara

Begin

- 1: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara RENDAH;
- 2: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara RENDAH;
- 3: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara RENDAH;
- 4: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 5: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 6: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak JAUH **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 7: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak JAUH **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 8: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak JAUH **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 9: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara RENDAH;
- 10: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara RENDAH;
- 11: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara RENDAH;
- 12: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara RENDAH;
- 13: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak JAUH **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara RENDAH;
- 14: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak JAUH **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara RENDAH;
- 15: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak JAUH **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara RENDAH;
- 16: **IF** Beban RINGAN **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak JAUH **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara RENDAH;
- 17: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 18: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 19: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 20: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara TINGGI;
- 21: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak JAUH **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara TINGGI;
- 22: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak JAUH **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara TINGGI;
- 23: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak JAUH **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara TINGGI;
- 24: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca NORMAL **AND** Jarak JAUH **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara TINGGI;

...

Algoritme 1. Aturan FIS Mamdani yang diterapkan (lanjutan)

- 25: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 26: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 27: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 28: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak DEKAT **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 29: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak JAUH **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TIPIS **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 30: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak JAUH **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 31: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak JAUH **AND** Ring KECIL **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara SEDANG;
- 32: **IF** Beban BERAT **AND** Cuaca PANAS **AND** Jarak JAUH **AND** Ring BESAR **AND** Ketebalan TEBAL **THEN** Tekanan Udara SEDANG;

End;

perhitungan fungsi implikasi dari tiap aturan, digunakan metode MAX untuk melakukan komposisi antar semua aturan yang dihitung pada tampilan *rule viewer* seperti pada Gambar 10 untuk penentuan tekanan udara ban belakang. Pemetaan antara variabel-variabel masukan dan keluaran ditunjukkan dalam penampil permukaan di Gambar 11 dan Gambar 12.

B. Perbandingan buku manual dan sistem

Semua hasil perhitungan tekanan udara ban depan dan belakang sebanyak 20 kasus serta perbandingannya dengan buku manual dinyatakan dalam Tabel 3. Galat rerata untuk tekanan ban depan adalah 1,24 %, sedangkan ban belakang adalah 2,17 %. Perbedaan

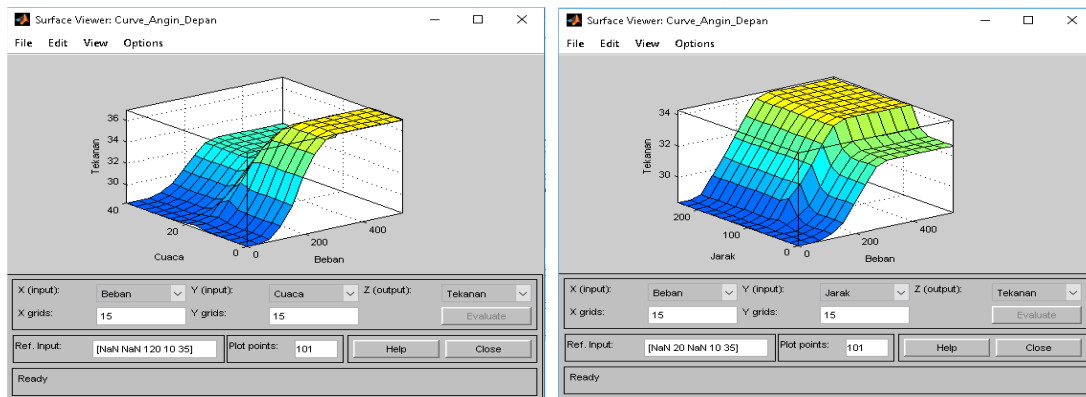
Tabel 2. Nilai keanggotaan parameter kasus

Parameter	Data	Satuan	Nilai Keanggotaan	
Beban	250	Kg	0,2 (Ringan)	0,8 (Berat)
Cuaca	27	Derajat	0 (Normal)	1 (Panas)
Jarak	190	Km	0 (Dekat)	1 (Jauh)
Ring	16	Inci	0,5 (Kecil)	0,5 (Besar)
Ketebalan	50	%	0,5 (Tipis)	0,5 (Tebal)

tekanan udara ban dari buku manual dan sistem tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan rekomendasi tekanan udara ban dengan mempertimbangkan beberapa parameter. Pada buku manual ketika kendaraan memiliki beban 250 dan 220 Kg akan menggunakan tekanan udara yang sama yaitu 33 Psi padahal seharusnya dengan beban yang berbeda,

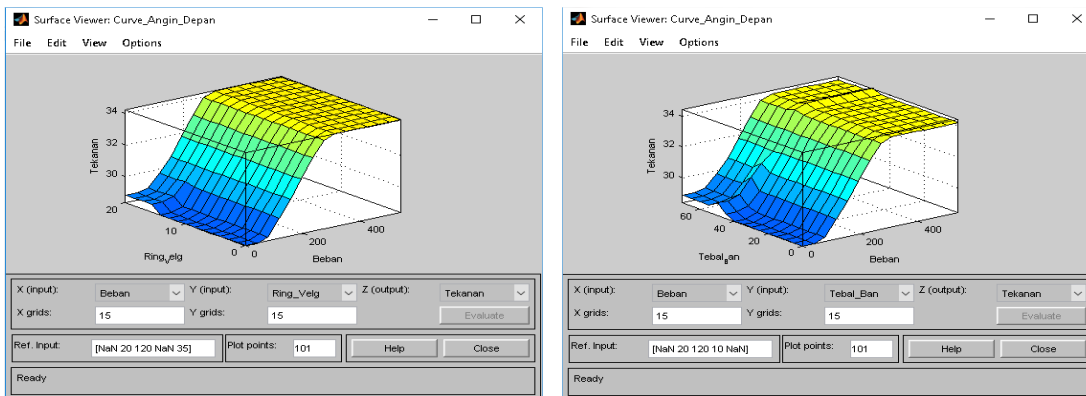


Gambar 10. Tampilan aturan untuk penentuan tekanan udara ban belakang



(a) cuaca dan beban

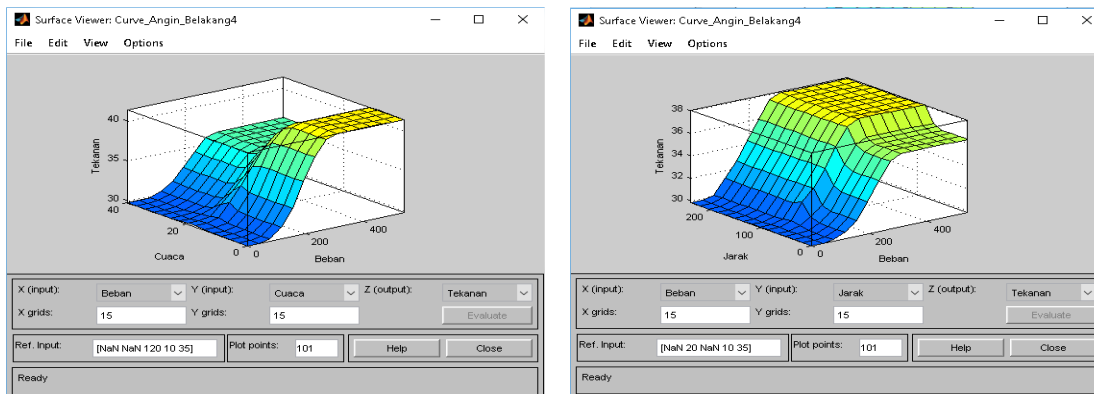
(b) jarak dan beban



(c) diameter ring pelek dan beban

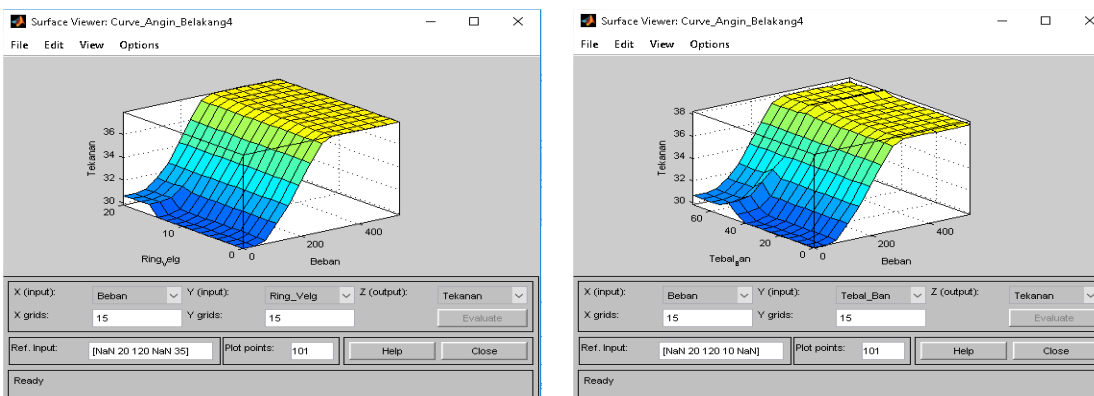
(d) tebal ban dan beban

Gambar 11. Tampilan permukaan perbandingan paramater untuk tekanan udara ban depan



(a) cuaca dan beban

(b) jarak dan beban



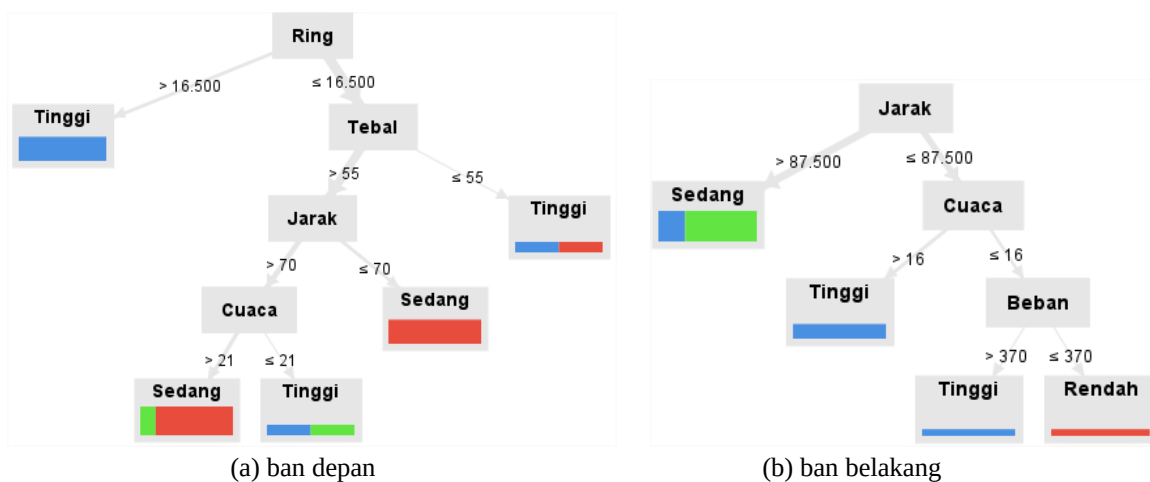
(c) diameter ring pelek dan beban

(d) tebal ban dan beban

Gambar 12. Tampilan permukaan perbandingan paramater untuk tekanan udara ban belakang

Tabel 3. Perbedaan tekanan udara ban pada buku manual dan sistem

No	Parameter						Tekanan Udara ban Depan		Tekanan Udara ban Belakang		
	Beban (Kg)	Cuaca (%)	Jarak (Km)	Ring Pelek (Inc)	Tebal ban (%)	Buku Manual	Sistem	Galat (%)	Buku Manual	Sistem	Galat (%)
1	250	27	190	16	50	33	34,8	1,8	36	36,4	0,4
2	133	15	90	13	65	30	31,2	1,2	33	33,5	0,5
3	220	35	120	14	60	33	31,1	1,9	36	33,9	2,1
4	500	20	80	17	45	35	34,2	0,8	40	38	2,0
5	440	9	20	14	60	35	32,7	2,3	40	36,3	3,7
6	255	27	100	13	65	33	32,7	0,3	36	35,3	0,7
7	533	15	95	13	65	35	34,8	0,2	40	40,1	0,1
8	200	35	125	14	60	33	32,6	0,4	36	33	3,0
9	400	20	85	17	45	35	33,6	1,4	40	38,1	1,9
10	440	17	25	14	60	35	32,6	2,4	40	36,4	3,6
11	260	27	100	16	50	33	32,6	0,4	36	35,4	0,6
12	163	13	95	17	45	33	34,1	1,1	36	35,5	0,5
13	150	35	110	14	60	30	32,6	2,6	33	31,1	1,9
14	300	20	70	17	45	33	33,2	0,2	36	37,4	1,4
15	450	14	25	13	65	35	32,7	2,3	40	36,3	3,7
16	255	29	170	14	65	33	32,7	0,3	36	35,4	0,6
17	133	15	50	13	65	30	32,7	2,7	33	30,7	2,3
18	220	30	120	14	60	33	32,7	0,3	36	33,9	2,1
19	530	20	60	17	45	35	33,2	1,8	40	37,4	2,6
20	300	12	40	14	60	33	32,7	0,3	36	26,3	9,7



Gambar 13. Pohon keputusan untuk menentukan tekanan udara ban

maka tekanan udara pada ban harus berbeda, walaupun kecenderungannya masih sesuai [6], yaitu semakin berat beban, maka tekanan ban juga semakin besar untuk mengurangi hambatan putaran pada roda [1], [14].

Dari hasil tersebut, jika diklasifikasi ke dalam 3 kelas tekanan ban, yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi, maka diperoleh nilai klasifikasi Rendah 31, Sedang 32, dan Tinggi 34. Gambar 13 menunjukkan basis pengetahuan dengan menggunakan metode pohon keputusan.

Untuk ban depan, jika diameter ring pelek >16,5 maka dapat diprediksi bahwa ukuran tekanan ban akan tinggi, dan jika tebal ban <= 55, maka tekanan ban juga akan tinggi. Jika tebal ban > 55 dan jarak <= 70, maka tekanan ban udara akan sedang. Jika diameter ring <= 16,5 dan tebal ban > 55 dan jarak >70 dan cuaca > 21, maka tekanan udara sedang, sedangkan jika cuaca <= 21 maka diprediksi tekanan ban akan tinggi.

Untuk ban belakang, jika jarak > 87,5 km, maka diprediksi tekanan ban akan sedang. Jika jarak <= 87,5 dan cuaca >16, maka tekanan udara tinggi. Jika jarak <= 87,5 dan cuaca <= 16 dan beban > 370, maka tekanan udara tinggi, sedangkan jika beban <= 370, maka tekanan udara ban rendah.

Cuaca panas dan dingin dapat mempengaruhi tekanan udara ban. Cuaca panas tidak dapat digunakan tekanan udara ban yang tinggi karena dapat menimbulkan terjadinya penguapan pada tekanan dan mengakibatkan ban menjadi panas dan meledak [9]. Jarak tempuh kendaraan akan mempengaruhi tekanan udara yang akan digunakan, semakin jauh perjalanan maka tekanan udara yang digunakan lebih tinggi agar mengurangi goncangan akibat tekanan ban yang kurang tepat.

Pelek dengan ukuran ring besar harus menggunakan tekanan udara ban yang lebih tinggi sesuai [4]. Tebal

dan tipis dari ban juga menentukan tekanan udara yang diberikan, yaitu semakin tebal sebuah ban, maka semakin besar tekanan yang digunakan. Apabila ban yang memiliki ketebalan lebih dari standar ukuran dan diberikan tekanan udara yang rendah, maka dapat mengakibatkan laju kendaraan menjadi berat [9].

IV. KESIMPULAN

Kajian ini telah menghasilkan model untuk penentuan rekomendasi tekanan udara ban pada kendaraan menggunakan FIS Mamdani. Hasil perbandingan rekomendasi antara buku manual dengan sistem bahwa sistem mampu memberikan rekomendasi dengan mempertimbangkan berbagai parameter. Model juga telah memberikan kemudahan untuk menentukan tekanan udara ban yang lebih sesuai.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ucapkan terimakasih kepada Universitas Teknokrat Indonesia melalui LPPM yang telah memberikan fasilitas dan biaya dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. M. Muttaqin, F. Kristianta, and H. Arbiantara, "Pengaruh tekanan udara (inflation pressure) pada tipe radial ply terhadap rolling resistance," *Jurnal Rotor*, vol. 8, no. 2, pp. 26-28, 2015.
- [2] Jenner, "Motorcycle industry council tire guide," in *Guide Motorcycle Industry Council Tire*, 2nd ed., vol. 2, no. 1, Motorcycle, Ed. Irvine, California: Motorcycle Industry Council, 2011, pp. 1–20.
- [3] E. N. Setyawan, S. Winardi, and K. Eko, "Pendeteksi tekanan udara ban pada kendaraan bermotor untuk safety riding," in *Seminar Nasional Informatika*, Surabaya, Indonesia, Sept. 2019, pp. 68–73.
- [4] J. C. Lee and M. S. Liou, "Accurate calculation of the pressure and temperature of water, steam, and ice: Formulation for CFD," *Journal of Mechanical Science and Technology*, vol. 24, no. 11, pp. 2333–2340, 2010. doi: [10.1007/s12206-010-0906-2](https://doi.org/10.1007/s12206-010-0906-2)
- [5] S. K. Purwar, "Automatic tire inflation systems," *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 4, no. 4, pp. 2384–2387, 2017
- [6] Z. Chen, Z. Xie, and J. Zhang, "Measurement of Vehicle-Bridge-Interaction force using dynamic tire pressure monitoring," *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 104, pp. 370–383, 2018. doi: [10.1016/j.ymsp.2017.11.001](https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2017.11.001)
- [7] M. I. Pasaribu, G. Putra, F. A. Anugerah, and Junaidi, "Mengukur tekanan udara pada ban secara otomatis dengan kecepatan anemometer," *Jurnal Teknologi*, vol. 15, no. 2, pp. 1-10, 2018.
- [8] -, *Manual Book Avanza Indonesia*, 6th ed. Jakarta: Toyota Indonesia, 2020.
- [9] -, *Tire maintenance, safety and warranty manual*, Bridgestone, 2015.
- [10] Y. Zhou, Y. Chai, Y. Lin, and K. Wang, "An application of multi-sensor information fusion in tire pressure monitoring system," in *International Conference on Intelligent Systems and Knowledge Engineering*, Hangzhou, China, Nov. 2010, pp. 187–190. doi: [10.1109/ISKE.2010.5680820](https://doi.org/10.1109/ISKE.2010.5680820)
- [11] D. Garcia-Pozuelo, O. Olatunbosun, J. Yunta, X. Yang, and V. Diaz, "A novel strain-based method to estimate tire conditions using fuzzy logic for intelligent tires," *Sensors (Switzerland)*, vol. 17, no. 2, pp. 1–16, 2017. doi: [10.3390/s17020350](https://doi.org/10.3390/s17020350)
- [12] H. Taghavifar and A. Mardani, "Fuzzy logic system based prediction effort: A case study on the effects of tire parameters on contact area and contact pressure," *Applied Soft Computing*, vol. 14, Part C, pp. 390–396, 2014. doi: [10.1016/j.asoc.2013.10.005](https://doi.org/10.1016/j.asoc.2013.10.005)
- [13] A. Wantoro, "Komparasi metode perhitungan klasik dengan logika fuzzy (Mamdani dan Sugeno) pada perhitungan pemilihan mahasiswa terbaik," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 15, no. 1, pp. 42-49, 2018. doi: [10.23887/jptk-undiksha.v15i1.13000](https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v15i1.13000)
- [14] A. Elfasakhany, "Tire pressure checking framework: A review study," *Reliability Engineering and Resilience*, vol. 1, no. 1, pp. 12–28, 2019. doi: [10.22115/RER.2019.86929](https://doi.org/10.22115/RER.2019.86929)
- [15] C. Mathworks, *Fuzzy Logic Toolbox*, 2nd ed. US: The MathWorks, Inc, 2010.
- [16] V. Žuraulis, G. Garbinčius, P. Skačkauskas, and O. Prentkovskis, "Experimental study of winter tyre usage according to tread depth and temperature in vehicle braking performance," *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Mechanical Engineerin*, vol. 44, no. 1, pp. 83–91, 2020. doi: [10.1007/s40997-018-0243-0](https://doi.org/10.1007/s40997-018-0243-0)
- [17] L. A. Zadeh, "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I," *Information Sciences*, vol. 8, no. 3, pp. 199–249, 1975. doi: [10.1016/0020-0255\(75\)90036-5](https://doi.org/10.1016/0020-0255(75)90036-5)
- [18] S. K. Dewi, *Aplikasi logika fuzzy untuk pendukung keputusan*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.