

# Pengambilan Keputusan Lepas Landas Pesawat Boeing Menggunakan Metode Logika Fuzzy Mamdani

Elok Setianingtyas<sup>1)</sup>, Muchtar Ali Setyo Yudono<sup>2)</sup>, Adhitia Erfina<sup>3)</sup>

<sup>1),2)</sup>Teknik Elektro, <sup>3)</sup>Sistem Informasi, Faculty of Engineering, Computer and Design (FECD)

Universitas Nusa Putra, Sukabumi, Indonesia

## ABSTRAK

Proses lepas landas pesawat merupakan sebuah proses penting dalam rangkaian proses transportasi pesawat terbang. Banyak faktor yang dapat menggagalkan proses lepas landas ini mulai dari pengaruh cuaca, pengalaman jam terbang pilot, hingga kondisi landasan pacu. Keterlambatan waktu pemberangkatan, penjadwalan ulang bahkan hingga kecelakaan dapat terjadi akibat kesalahan pengambilan keputusan lepas landas. Oleh sebab itu perlu dibuat sebuah metode pengambilan keputusan lepas landas dari pesawat berdasarkan aturan standar penerbangan yang dapat mengefisiensi proses lepas landas. Penelitian ini mencoba untuk menemukan solusi untuk mengefisiensi proses lepas landas dengan menghasilkan sebuah sistem pengambilan keputusan yang dapat membaca kemungkinan lepas landas pesawat, dengan variabel jarak pandang, cuaca, kondisi dan arah angin, pengalaman pilot, juga panjang landasan pacu, dengan menggunakan logika fuzzy Mamdani. Perbedaan penelitian ini dari penelitian sebelumnya terletak pada variabel yang digunakan yaitu panjang landasan pacu. Penelitian ini menghasilkan pengambilan keputusan dengan akurasi hingga 80% dari 30 data uji. Hasil pengambilan keputusan ini juga memiliki nilai yang sama baiknya dengan hasil perhitungan manual.

**Kata Kunci:** lepas landas pesawat, cuaca, jam terbang pilot, landasan pacu, logika fuzzy mamdani

## ABSTRACT

*The process of taking off an aircraft is an important process in a series of aircraft transportation processes. Many factors can thwart the take-off process, starting from the influence of the weather, the pilot's experience of flying hours, to the condition of the runway. Delays in departure times, rescheduling and even accidents can occur due to mistakes in taking off decisions. Therefore it is necessary to make a method of taking off from aircraft based on standard flight rules that can streamline the take-off process. This research tries to find a solution to streamline the take-off process by producing a decision-making system that can read the possibility of taking off an aircraft, with variables of visibility, weather, wind conditions and direction, pilot experience as well as runway length, using Mamdani's fuzzy logic. The difference in this study from previous research lies in the variable used, namely the length of the runway. This study resulted in decision*

*making with an accuracy of up to 80% from 30 test data. The results of this decision making also have the same value as the results of manual calculations.*

**Keywords:** *aircraft takeoff, weather, pilot flying hours, runway, mamdanif fuzzy logic*

## 1. PENDAHULUAN

Pesawat terbang sebagai salah satu sarana transportasi udara yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Selain untuk berpergian penumpang dan mengangkut barang antar tempat juga dapat menyingkat waktu tempuh. Sebelum mengudara, pesawat akan mengalami fase awal dimana pesawat akan diam di landas pacu kemudian bergerak mencapai ketinggian tertentu yang disebut pendaratan atau lepas landas [1].

Terdapat banyak faktor yang harus diperhatikan sebelum pesawat lepas landas seperti cuaca, kecepatan angin, arah angin, jarak pandang, panjang landas pacu, dan jam terbang pilot. Pada proses penerbangan tidak sedikit terdapat kasus kecelakaan yang menyebabkan gagal terbang. Hal-hal tersebut biasanya disebabkan oleh mesin pesawat dalam keadaan yang kurang prima, pesawat gagal mencapai ketinggian selama upaya lepas landas, pesawat berulang kali mengalami naik-turun ketinggian, kegagalan mengatur kecepatan, jalur penerbangan berbahaya dan lain sebagainya [2].

Petugas ATC (*Air Traffic Controller*) membantu pesawat selama penerbangan dengan memberikan saran dan informasi yang berguna untuk keselamatan dan efektivitas pengaturan lalu lintas udara. Petugas ATC akan memberikan informasi berupa kondisi cuaca di landas pacu, seperti kecepatan angin, arah angin, dan jarak pandang kepada pilot, sehingga pilot dapat memutuskan apakah landas pacu tersebut layak untuk terbang. Untuk menentukan pilihan penerbangan yang cepat dan tepat dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) selama proses menerbangkan pesawat, seorang pilot dan petugas ATC memerlukan informasi data terkait kondisi meteorologi terkini di landasan pacu [3].

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat beberapa penelitian yang telah membahas mengenai keputusan penerbangan dan pendaratan pesawat terbang, salah satunya berjudul “Implementasi Metode Logika Fuzzy untuk Keputusan Pendaratan Pesawat” oleh Winda Pratiwi, Aghus Sofwan, dan Iwan Setiawan pada tahun 2021. Variabel yang digunakan pada penelitian ini

diantaranya kecepatan angin, arah angin, jarak pandang, dan jam terbang pilot. Penelitian ini menggunakan metode logika Fuzzy Mamdani. Hasil pada penelitian ini mendapat akurasi sebesar 95%. Kemudian terdapat jurnal penelitian berjudul “*Take Off and Landing Prediction Using Logika Fuzzy*” oleh Rian Farta Wijaya, Yolanda Mutiara Tondang, dan Andysah Putra Utama Siahaan pada tahun 2016 [4]. Pada penelitian tersebut yang membahas mengenai prediksi cuaca yang berpengaruh dalam keputusan penerbangan dan pendaratan pesawat yang bermanfaat untuk keselamatan penerbangan. Pada penelitian tersebut menggunakan variabel cuaca, jarak pandang, arah angin dan kecepatan angin. Dengan mengacu pada beberapa jurnal di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah simulasi dalam pengambilan keputusan penerbangan pesawat. Pada proses pesawat lepas landas terdapat beberapa ketidakpastian yang berpengaruh pada proses pengambilan keputusan. Maka penelitian ini menggunakan sistem cerdas Logika Fuzzy Mamdani untuk membantu pilot dan petugas ATC untuk mendapatkan keputusan apakah layak atau tidak layak sebuah pesawat melakukan pendaratan dengan menggunakan variabel kecepatan angin, arah angin, jarak pandang, panjang landas pacu dan jam terbang pilot. Melalui proses fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi pada sistem cerdas logika fuzzy dinilai dapat mengetahui, menggambarkan dan memodelkan proses berfikir manusia agar dapat mendesain suatu sistem yang menirukan perilaku manusia yang diharapkan mendapat tingkat kebenaran yang lebih akurat dalam keputusan penerbangan pesawat.

### 3. METODE PENELITIAN

Pentingnya mengetahui kondisi cuaca dan jam terbang pilot untuk menentukan kelayakan penerbangan pesawat di landasan pacu bandara. Untuk membantu pilot dan ATC dalam membuat penilaian yang cepat dan tepat saat mendaratkan pesawat dalam keadaan cuaca tertentu, maka dibutuhkan perangkat lunak komputer dengan pengetahuan ahli yang dapat dimanfaatkan oleh orang yang tidak memiliki pengalaman itu, dapat disebut sistem cerdas. Untuk memahami dan mensimulasikan proses kognitif manusia dan membuat perangkat yang meniru perilaku manusia, logika fuzzy merupakan salah satu ide dan teknik yang dapat diterapkan dalam sistem cerdas. Diharapkan tingkat akurasi dalam menetapkan kelayakan situasi di bandara dengan keadaan cuaca tertentu dan jumlah jam terbang yang dimiliki pilot untuk mendaratkan pesawat terbang tinggi ketika menggunakan proses fuzzy yang terdiri dari fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi.

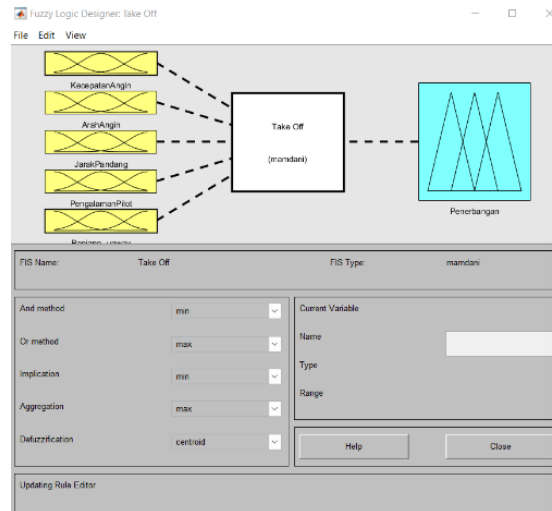
### A. Fuzzifikasi

Pada metode Mamdani, variabel data masukan maupun variabel outputnya dibagi menjadi beberapa himpunan Fuzzy [5]. Dalam menentukan kelayakan lepas landas pesawat dengan variabel data masukan kecepatan angin, arah angin, jarak pandang, panjang lepas landas dan pengalaman pilot. Satu variabel hasil keluaran, yaitu variabel hasil keputusan lepas landas pesawat yang penjelasan nilai variabel linguistik kategori setiap parameter ditunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Variabel Linguistik dan Kategori Setiap Parameter

No	Parameter	Kriteria 1	Kriteria 2
1	Kecepatan Angin (Knot)	0 – 5	Lambat
		3 - 13	Sedang
		10 - 30	Kencang
2	Arah Angin (Derajat)	0 - 70	Bahaya 1
		60 - 90	Cukup Aman 1
		80 - 180	Aman
		170 - 200	Cukup Aman 2
		190 - 360	Bahaya 2
3	Panjang Landas Pacu (Meter)	2133.6 – 2438.4	Normal
		2438.4 – 2773.68	<i>Engine Failure</i>
		2743.2 - 3048	<i>Engine Failur Aborted</i>
4	Jarak Pandang (Meter)	0 - 5000	Kurang Jelas
		4500 - 8000	Agak Jelas
		7500 - 10000	Jelas
5	Pengalaman Pilot (Jam)	500 - 2000	Tinggi
		0 - 500	Rendah
6	Hasil (%)	0 - 40	Layak
		30 - 70	Hati - hati

Data yang telah diperoleh dari setiap parameter pada penelitian ini diolah menggunakan MATLAB. Hal ini dilakukan karena pada MATLAB tersedia menu *toolbox* Fuzzy yang akan memudahkan dalam memroses data. Berikut tampilan *toolbox* pada gambar 1.



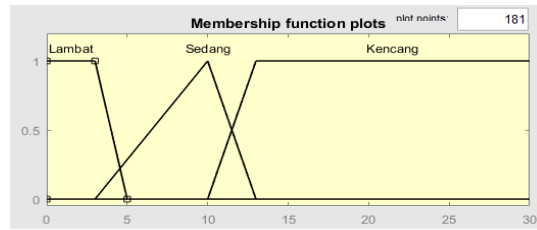
**Gambar 1.** Diagram blok system

Tahap awal dalam membangun aplikasi ini dengan memberikan data masukan awal pada toolbox fuzzy yang terdiri dari enam parameter. Pada penelitian ini data akan diolah menggunakan logika fuzzy dengan diambil data sampel sebanyak 30 data secara acak dari sekian data yang telah mewakili setiap kriteria yang ada pada variabel keputusan penerbangan pesawat. Proses pengambilan keputusan berbasis aturan sebagai inti dari fuzzy dengan tujuan untuk memecahkan masalah.

Berikut ini representasi dari himpunan fuzzy beserta dengan fungsi keanggotaan dari variabel kecepatan angin, arah angin, panjang landas pacu, jarak pandang dan jam terbang pilot:

### 1) Himpunan Fuzzy Variabel Kecepatan Angin

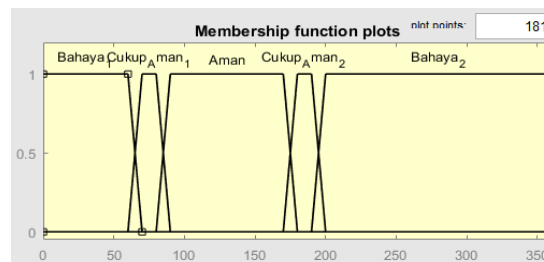
Untuk mendefinisikan variabel kecepatan angin diberikan tiga himpunan fuzzy yaitu LAMBAT, SEDANG dan TINGGI. Untuk merepresentasikan variabel ini digunakan 2 jenis kurva. Kurva trapesium untuk himpunan fuzzy LAMBAT dan KENCANG, kurva *trimf* untuk himpunan Sedang. Gambar kurva himpunan fuzzy untuk variabel kecepatan angin ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2.** Fungsi Keanggotaan Parameter Kecepatan Angin

## 2) Himpunan Fuzzy Variabel Arah Angin

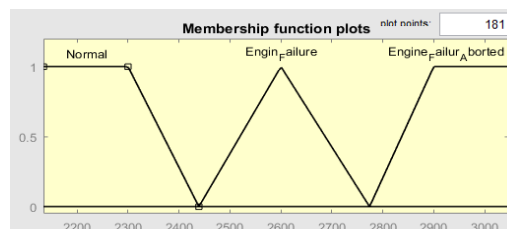
Variabel arah angin didefinisikan dengan lima himpunan fuzzy, yaitu BAHAYA 1, CUKUP AMAN 1, AMAN, CUKUP AMAN 2 dan BAHAYA 2. Kemudian menggunakan kurva *trapmf* untuk merepresentasikan variabel dan himpunan fuzzy, ditunjukkan dengan gambar 3.



**Gambar 3.** Fungsi Keanggotaan Parameter Arah Angin

## 3) Himpunan Fuzzy Variabel Panjang Landas Pacu

Variabel Panjang Landas Pacu didefinisikan dengan tiga himpunan fuzzy, yaitu NORMAL, ENGINE FAILURE, dan ENGINE FAILURE ABORTED. Kemudian menggunakan kurva *trapmf* untuk merepresentasikan variabel dan himpunan fuzzy, ditunjukkan dengan gambar 4.

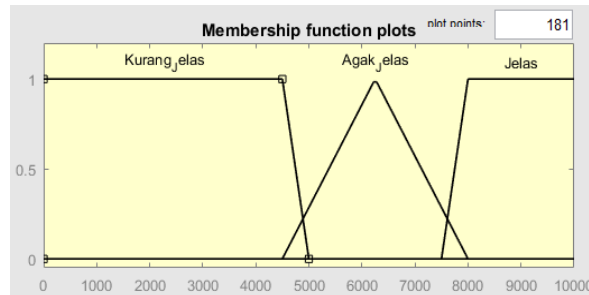


**Gambar 4.** Fungsi Keanggotaan Parameter Panjang Landas Pacu

## 4) Himpunan Fuzzy Variabel Jarak Pandang

Variabel jarak pandang atau jarak pandang didefinisikan dengan tiga himpunan fuzzy, yaitu KURANG JELAS, AGAK JELAS dan JELAS. Kemudian menggunakan kurva

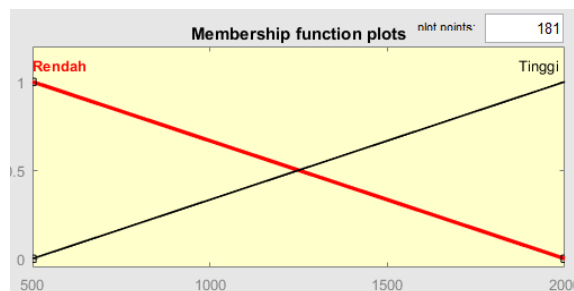
*trapmf* untuk merepresentasikan himpunan fuzzy KURANG JELAS dan JELAS. Sedangkan untuk merepresentasikan himpunan fuzzy AGAK JELAS, menggunakan kurva *trimf*. Kurva variabel jarak pandang ditunjukkan pada gambar 5.



**Gambar 5.** Fungsi Keanggotaan Parameter Jarak Pandang

### 5) Himpunan Fuzzy Variabel Pengalaman Pilot

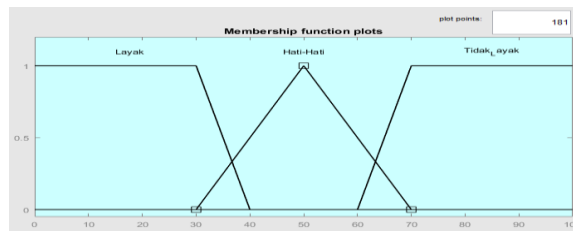
Variabel jam terbang pilot digunakan 2 himpunan fuzzy untuk mendefinisikannya, yaitu RENDAH dan TINGGI. Digunakan kurva *trimf* untuk merepresentasikan kedua himpunan tersebut yang ditunjukkan pada gambar 6.



**Gambar 6.** Fungsi Keanggotaan Parameter Pengalaman Pilot

### 6) Himpunan Fuzzy Variabel Keputusan Penerbangan Pesawat

Pada variabel untuk keputusan penerbangan pesawat, digunakan tiga himpunan fuzzy untuk mendefinisikannya yaitu LAYAK, HATI – HATI dan TIDAK LAYAK. Serta menggunakan kurva trapesium untuk himpunan fuzzy LAYAK dan TIDAK LAYAK. Kemudian menggunakan kurva segitiga untuk menunjukkan himpunan fuzzy HATI – HATI. Kurva himpunan fuzzy dari variabel keputusan penerbangan pesawat ditunjukkan pada gambar 7.



**Gambar 7.** Fungsi Keanggotaan Keputusan Lepas Landas Pesawat

Setelah fungsi keanggotaan terbentuk pada variabel masing, selanjutnya akan dilakukan fuzzifikasi. Proses fuzzifikasi ini nilai *crisp* dari data masukan akan diubah ke dalam fuzzy dengan menentukan derajat keanggotaan nilai input pada sebuah himpunan fuzzy.

**B. Aplikasi Fungsi Implikasi**

Setelah himpunan fuzzy terbentuk, selanjutnya dilakukan pembentukan aturan fuzzy. Aturan tersebut berupa implikasi yang dibentuk untuk menyatakan hubungan antara data masukan dan hasil keluaran [6]. Untuk menghubungkan antara dua data masukan, digunakan operator *AND*, dan yang memetakan data masukan ataupun hasil keluaran adalah *IF-THEN*. Proposisi yang mengikuti *IF* disebut konsekuen anteseden dan merupakan proposisi yang mengikuti *THEN*. Karena terdapat 5 parameter, maka dibuatlah sebanyak 270 aturan dengan diambil sebanyak 30 data sebagai sampel pada olah data fuzzy. Berikut aturan data yang digunakan seperti pada *toolbox* fuzzy pada tabel 2 dan tabel 3.

**Tabel 2.** Variabel dan Himpunan setiap Parameter

No	Kecepatan	Angin Arah	Jarak Pandang	Pengalaman Pilot	Jarak Landasan Pacu	Hasil Keputusan
1	Sedang	Aman	Agak Jelas	Tinggi	Normal	Layak
2	Kencang	Cukup Aman 2	Agak Jelas	Tinggi	<i>Engine Failure</i>	Hati-hati
3	Kencang	Bahaya 2	Jelas	Rendah	Normal	Tidak Layak
4	Kencang	Bahaya 2	Jelas	Rendah	<i>Engine Failure</i>	Tidak Layak
5	Kencang	Bahaya 2	Jelas	Tinggi	Normal	Tidak Layak
6	Kencang	Aman	Jelas	Rendah	Normal	Layak
7	Kencang	Aman	Jelas	Tinggi	<i>Engine Failure</i>	Layak
8	Kencang	Aman	Agak Jelas	Tinggi	Normal	Layak
9	Kencang	Aman	Jelas	Tinggi	Normal	Layak
10	Kencang	Bahaya 2	Jelas	Tinggi	Normal	Tidak Layak
11	Sedang	Aman	Agak Jelas	Tinggi	<i>Engine Failure</i>	Layak
12	Sedang	Bahaya 2	Kurang Jelas	Tinggi	<i>Engine Failure</i>	Tidak Layak
13	Sedang	Bahaya 2	Agak Jelas	Rendah	Normal	Tidak Layak



14	Sedang	Aman	Jelas	Tinggi	Normal	Layak
15	Sedang	Bahaya 2	Jelas	Tinggi	Normal	Tidak Layak
16	Sedang	Bahaya 2	Agak Jelas	Tinggi	<i>Engine Failure</i>	Tidak Layak
17	Sedang	Aman	Jelas	Tinggi	<i>Engine Failure</i>	Layak
18	Sedang	Bahaya 2	Jelas	Rendah	<i>Engine Failure</i>	Tidak Layak
19	Sedang	Bahaya 2	Kurang Jelas	Rendah	<i>Engine Failure</i>	Tidak Layak
20	Sedang	Aman	Jelas	Tinggi	Normal	Layak
21	Sedang	Aman	Jelas	Rendah	<i>Engine Failure</i>	Layak
22	Sedang	Bahaya 2	Jelas	Rendah	Normal	Tidak Layak
23	Sedang	Aman	Jelas	Tinggi	Normal	Layak
24	Sedang	Aman	Kurang Jelas	Tinggi	Normal	Layak
25	Sedang	Bahaya 2	Agak Jelas	Tinggi	<i>Engine Failure</i>	Tidak Layak
26	Sedang	Aman	Jelas	Tinggi	<i>Engine Failure</i>	Layak
27	Sedang	Aman	Jelas	Rendah	<i>Engine Failure</i>	Layak
28	Sedang	Bahaya 2	Jelas	Tinggi	Normal	Tidak Layak
29	Sedang	Aman	Jelas	Tinggi	Normal	Layak
30	Sedang	Bahaya 2	Jelas	Rendah	Normal	Tidak Layak

Tabel 3. Parameter dengan Nilai Data Masukan Variabel

No	Waktu Pengamatan	Angin		Jarak Pandang	Pengalaman Pilot	Jarak Landas Pacu
		Kecepatan	Arah			
1	2022-07-23 14:00:00 WIB	11.1	135	7000	2000	2200
2	2022-07-23 15:00:00 WIB	18.5	180	7000	1000	2500
3	2022-07-23 15:30:00 WIB	16.7	360	10000	500	2250
4	2022-07-23 15:30:00 WIB	11.1	135	7000	1000	2560
5	2022-07-23 15:30:00 WIB	14.8	225	10000	500	2500
6	2022-07-23 15:30:00 WIB	5.6	360	1000	1500	2525
7	2022-07-23 15:30:00 WIB	11.1	270	7000	500	2250
8	2022-07-23 15:30:00 WIB	11.1	180	10000	2000	2120
9	2022-07-23 15:30:00 WIB	7.4	225	10000	2000	2250
10	2022-07-23 15:30:00 WIB	11.1	360	7000	2000	2650
11	2022-07-23 15:30:00 WIB	7.4	180	10000	1000	2602
12	2022-07-23 15:30:00 WIB	18.5	225	8000	2000	2250
13	2022-07-23 15:30:00 WITA	9.3	270	10000	500	2500
14	2022-07-23 15:36:00 WIB	13	270	2700	500	2560
15	2022-07-23 16:00:00 WITA	14.8	180	10000	500	2250
16	2022-07-23 16:30:00 WITA	11.1	180	10000	1000	2250
17	2022-07-23 16:30:00 WITA	11.1	135	8000	500	2500
18	2022-07-23 16:30:00 WITA	25.9	135	10000	2000	2500
19	2022-07-23 16:30:00 WITA	13	270	10000	500	2250
20	2022-07-23 17:00:00 WIT	11.1	135	10000	2000	2350
21	2022-07-23 17:00:00 WIT	5.6	135	900	1500	2400
22	2022-07-24 11:30:00 WIB	18.5	180	7000	1000	2200
23	2022-07-24 12:00:00 WIB	13	315	7000	1500	2560
24	2022-07-24 12:00:00 WIB	13	180	10000	1000	2500
25	2022-07-24 12:00:00 WIB	9.3	135	10000	500	2250
26	2022-07-24 13:30:00 WIT	22.2	135	10000	1500	2340
27	2022-07-24 14:00:00 WIB	5.6	270	9000	2000	2250

28	2022-07-24 14:00:00 WIT	9.3	135	9000	1000	2400
29	2022-07-24 14:30:00 WIB	14.8	315	8000	1500	2200
30	2022-07-24 14:30:00 WIB	11.1	315	8000	500	2250

### C. Defuzzifikasi

Pada proses defuzzifikasi data masukan diperoleh dari himpunan fuzzy hasil dari komposisi aturan fuzzy [4-5, 7-13]. Sedangkan hasil keluaran yang dihasilkan merupakan suatu bilangan tegas pada domain himpunan fuzzy. Sehingga jika pada range tertentu diberikan himpunan fuzzy, maka hasil keluaran harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu. Defuzzifikasi menggunakan metode *centroid* dalam menentukan kelayakan lepas landas pesawat. Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $Z_0$ ) daerah fuzzy.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada logika fuzzy terdapat aturan sebagai gambaran yang sebenarnya jika setiap kriteria sesuai. Aturan ini berdasarkan pada keadaan di lapangan dan peraturan terbang standar dunia.

**Tabel 4.** Data Parameter untuk Lepas Landas Pesawat diambil dari BMKG

No	Kecepatan	Arah	Jarak Pandang	Pengalaman		Keputusan Aturan	Hasil Sistem
				Pilot	Jarak Landasan		
1	11.1	135	7000	2000	2200	Layak	Layak
2	18.5	180	7000	1000	2500	Hati – Hati	Hati - Hati
3	16.7	360	10000	500	2250	Tidak Layak	Tidak Layak
4	11.1	135	7000	1000	2560	Hati – Hati	Layak
5	14.8	225	10000	500	2500	Hati – Hati	Tidak Layak
6	5.6	360	1000	1500	2525	Tidak Layak	Tidak Layak
7	11.1	270	7000	500	2250	Tidak Layak	Tidak Layak
8	11.1	180	10000	2000	2120	Layak	Layak
9	7.4	225	10000	2000	2250	Tidak Layak	Tidak Layak
10	11.1	360	7000	2000	2650	Tidak Layak	Tidak Layak
11	7.4	180	10000	1000	2602	Hati – Hati	Hati - Hati
12	18.5	225	8000	2000	2250	Hati – Hati	Tidak Layak
13	9.3	270	10000	500	2500	Tidak Layak	Tidak Layak
14	13	270	2700	500	2560	Tidak Layak	Tidak Layak
15	14.8	180	10000	500	2250	Hati – Hati	Hati - Hati
16	11.1	180	10000	1000	2250	Hati – Hati	Hati - Hati
17	11.1	135	8000	500	2500	Layak	Layak
18	25.9	135	10000	2000	2500	Layak	Layak
19	13	270	10000	500	2250	Tidak Layak	Tidak Layak
20	11.1	135	10000	2000	2350	Layak	Layak
21	5.6	135	900	1500	2400	Hati – Hati	Layak
22	18.5	180	7000	1000	2200	Hati – Hati	Hati - Hati
23	13	315	7000	1500	2560	Tidak Layak	Tidak Layak
24	13	180	10000	1000	2500	Layak	Hati - Hati
25	9.3	135	10000	500	2250	Layak	Layak
26	22.2	135	10000	1500	2340	Hati – Hati	Layak
27	5.6	270	9000	2000	2250	Hati - Hati	Tidak Layak

28	9.3	135	9000	1000	2400	Layak	Layak
29	14.8	315	8000	1500	2200	Hati – Hati	Tidak Layak
30	11.1	315	8000	500	2250	Tidak Layak	Tidak Layak

Pada tabel 4 merupakan aturan yang digunakan pada penelitian ini dengan mengambil data dari BMKG sebagai informasi untuk parameter kecepatan angin, arah angin, jarak pandang, pengalaman pilot dan panjang landasan. Sebagai data input untuk menentukan keputusan lepas landas pesawat. Hasil keluaran perhitungan menggunakan sistem logika fuzzy pada MATLAB dengan perhitungan secara manual cenderung sama karena proses pembuatan aturan pada MATLAB berdasarkan pada range yang telah ditentukan sebelumnya dan aturan yang dibuat secara manual. Untuk merepresentasikan angka keluaran menjadi nilai linguistik dari hasil perhitungan logika Fuzzy pada MATLAB maupun perhitungan manual untuk keputusan lepas landas pesawat masih menggunakan cara try and error. Sehingga untuk merepresentasikan nilai hasil keluaran menjadi nilai linguistik didapatkan dari hasil maksimal nilai tertinggi untuk setiap kriteria yang ada.

Dalam Perhitungan secara manual, ketelitian dalam mengolah data sangat penting karena tidak selalu akurat dan dapat terjadi human error. Perhitungan menggunakan sistem logika Fuzzy pada MATLAB dapat dikatakan jauh lebih baik karena toolbox pada MATLAB lebih kompleks dalam menghitung dan menentukan hasilnya, dengan syarat pada saat menentukan fungsi keanggotaan pada setiap parameternya dan aturan yang diberikan pada toolbox tersebut akurat.

$$\frac{30 - 6}{30} \times 100\% = 80\%$$

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan sistem dan analisis pengambilan keputusan penerbangan pesawat, maka dapat diambil kesimpulan bahwa, telah dirancang sebuah sistem menggunakan metode logika Fuzzy dengan variabel berupa kecepatan dan arah angin, jarak pandang, pengalaman pilot dan jarak landas pacu. Dalam pengambilan keputusan lepas landas pesawat, sistem cerdas Logika Fuzzy Mamdani dapat dijadikan alternatif yang baik. Pada Pengujian pengambilan keputusan lepas landas pesawat berdasarkan Logika Fuzzy Mamdani pada MATLAB dengan hasil keputusan sesuai kriteria aturan terdapat 6 data berbeda dan 24 data yang memiliki hasil sama dari 30 data yang diujikan. Pada Pengujian pengambilan keputusan lepas landas pesawat berdasarkan Logika Fuzzy Mamdani secara manual dengan hasil keputusan sesuai kriteria terdapat 6 data

berbeda dari 30 data yang diujikan, maka hasil akurasi sebesar 80%. Secara keseluruhan, hasil pengujian pengambilan keputusan lepas landas pesawat menggunakan Logika Fuzzy Mamdani pada MATLAB dengan Perhitungan secara manual memiliki hasil yang sama baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Pratiwi, W., Sofwan, A. and Setiawan, I. 'Implementation of fuzzy logic method for automation of decision making of boeing aircraft landing', *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 10(3), pp. 545–552, 2021. Available at: <https://doi.org/10.11591/ijai.v10.i3.pp545-552>.
- Penerbangan, O. et al. *Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara terhadap Operasi Penerbangan di Bandara H.A.S. Hananjoeddin Belitung Periode 1980-2010.*, 2012.
- Akhmad Fadoli 'Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara Terhadap Operasi Penerbangan di Bandara Depati Amir Pangkalpinang', *Buletin Balai Besar Meteorologi dan Geofisika Wilayah II Ciputat*, 3(2), 2013.
- Farta Wijaya, R. et al. *Take Off and Landing Prediction Using Fuzzy Logic, All Rights Reserved*, 2016. Available at: <https://doi.org/10.25104/warlit.v26i3.879>. 'Fuzzy Controller for Aircraft Auto-landing' (no date)
- Riadi, I.S. et al. 'Decision-Making Employee Performance Evaluation at XYZ University Using the Mamdani Fuzzy Logic Method', 3(2), pp. 27–31, 2021.
- Klir, G.J. and Yuan, Bo. *Fuzzy sets and fuzzy logic : theory and applications*. Prentice Hall PTR, 1995..
- E. Mamdani 'Application Of Fuzzy Logic To Approximate Reasoning Using Linguistic Syntetis', *IEEE Trans. Comput*, 26(12), pp. 1182–1191, 1977.
- Zadeh, V.T. *Fuzzy Logic Approach To Airplane Precision Instrument Approach And Landing*, 2001.
- Harsa, A., Suyatno, A. and Rahayu, J. 'Simulasi Pendaratan Pesawat Terbang Jenis Cassa 212 Menggunakan Logika Fuzzy Landing Airplane Simulation for Cassa 212 Using Fuzzy Logic', 2011, *Jurnal EKSPONENSIAL*, 2(1).
- Anand, T. et al. *Optimization of The Ground Roll Distance of Boeing 747 Aircraft Using Fuzzy Logic Approach*, 2020. Available at: [www.ijrsst.com](http://www.ijrsst.com).
- Ali, M. et al. *Fuzzy Decision Support System for ABC University Student Admission Selection*, 2022.
- Saepudin, S. et al. *Selection of Detergent Product Brands Using the Fuzzy Analytical*

*Hierarchy Process Method, 2022.*

T. J. Ross *Fuzzy Logic With Engineering and Applications*. Third. University of New Mexico USA: Wiley, 2010.