



Analisis Logika Fuzzy dalam Memprediksi Cuaca

Tugas Akhir

**Oleh:
Immanuel Kristian Pardede (4212001049)**

**Program Studi Teknik Mekatronika
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2025**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : "Analisis Logika Fuzzy dalam Memprediksi Cuaca" adalah hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 24 Juni 2024



Immanuel Kristian Pardede
NIM: 4212001049

Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T)
di
Politeknik Negeri Batam

Oleh:
Immanuel Kristian Pardede (4212001049)

Tanggal Sidang: 17 Juli 2024

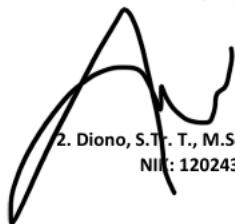
Disetujui oleh :



1. Adlian Jefiza S.Pd., M.T
NIK: 119220



1. Daniel Sutopo Pamungkas,
S.T., M.T., Ph.D
NIK:100006



2. Diono, S.Tr. T., M.Sc
NIK: 120243

[Analisis Logika Fuzzy dalam Memprediksi Cuaca]

Abstrak

Cuaca yang dinamis dan kompleks memengaruhi berbagai aspek kehidupan sehari-hari, sehingga prediksi cuaca yang akurat menjadi krusial untuk perencanaan dan pengelolaan aktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi cuaca dengan menggunakan logika fuzzy, khususnya metode Fuzzy Mamdani, dengan data historis dari kota Batam. Model ini dirancang untuk mengatasi ketidakpastian dalam data cuaca dan menghasilkan prediksi yang lebih adaptif. Tiga variabel input suhu, kelembaban, dan kecepatan angin dalam model ini digunakan untuk menentukan kondisi cuaca seperti cerah, berawan, atau hujan melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Basis aturan fuzzy terdiri dari 27 aturan yang menggabungkan berbagai kondisi input untuk menghasilkan output yang akurat. Evaluasi model dilakukan dengan membandingkan prediksi cuaca dari sistem fuzzy dengan data cuaca aktual dari BMKG untuk tahun 2023. Hasil evaluasi, yang mencakup penggunaan confusion matrix dan classification report, menunjukkan bahwa metode Fuzzy Mamdani dapat memberikan akurasi prediksi yang memadai dengan akurasi 65.21%. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengelola destinasi wisata dalam merencanakan aktivitas yang lebih tepat dan efisien, serta membantu dalam perencanaan jangka panjang dengan informasi cuaca yang lebih andal.

Kata kunci: prediksi cuaca, logika fuzzy, Fuzzy Mamdani, data historis, evaluasi model

[Fuzzy Logic Analysis in Predicting Weather]

Abstract

Dynamic and complex weather influences various aspects of daily life, so accurate weather predictions are crucial for planning and managing activities. This research aims to develop a weather prediction model using fuzzy logic, especially the Fuzzy Mamdani method, with historical data from the city of Batam. This model is designed to overcome uncertainty in weather data and produce more adaptive predictions. The three input variables of temperature, humidity, and wind speed in this model are used to determine weather conditions such as sunny, cloudy, or rainy through the fuzzification, inference, and defuzzification stages. The fuzzy rule base consists of 27 rules that combine various input conditions to produce accurate output. Model evaluation was carried out by comparing weather predictions from the fuzzy system with actual weather data from BMKG for 2023. The evaluation results, which included the use of a confusion matrix and classification report, showed that the Fuzzy Mamdani method could provide adequate prediction accuracy with an accuracy of 65.21%. It is hoped that this research can contribute to tourist destination managers in planning activities more precisely and efficiently, as well as assisting in long-term planning with more reliable weather information.

Key words: weather prediction, fuzzy logic, Fuzzy Mamdani, historical data, model evaluation

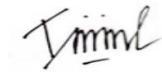
Kata Pengantar

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, atas seluruh berkat dan rahmatNya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul " Analisis Logika Fuzzy dalam Memprediksi Cuaca" ini tepat pada waktunya. Skripsi ini ditulis dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mekatronika Politeknik Negeri Batam.

Dalam penyelesaian studi dan penulisan skripsi ini, penulis banyak memperoleh bantuan baik pengajaran, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan secara doa, moral, motivasi serta nasihat yang sangat membantu bagi penulis.
2. Bapak Uuf Brajawidagda, S.T., M.T., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Batam.
3. Bapak Budi Sugandi, S.T., M.Eng selaku kepala jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Indra Hardian Mulyadi, S.T., M.Eng., Ph.D selaku kepala Prodi Teknik Mekatronika.
5. Bapak Daniel Sutopo Pamungkas S.T., M.T., Ph.D Selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan arahan selama penyusunan dan menyelesaikan Buku Tugas Akhir ini.
6. Bapak Adlian Jefiza S.Pd., M.T., dan Bapak Diono, S.Tr. T., M.Sc selaku dosen penguji.
7. Bapak M. Naufal Airlangga Diputra, S.Pd., M.P.H selaku dosen tugas akhir.
8. Bapak Sumantri Kurniawan Risandriya, ST, MT selaku dosen wali MK-B 2020 sekaligus yang telah memberikan nasehat dan arahan selama perkuliahan.
9. Seluruh teman-teman kelas Teknik Mekatronika B Pagi angkatan 2020.

Batam, 24 Juni 2024



Immanuel Kristian Pardede

Daftar isi

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
<i>Abstract</i>	iv
Kata Pengantar	v
Daftar isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	ix
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan	2
Bab 2. Tinjauan Pustaka	3
2.1. Cuaca	3
2.2. Logika Fuzzy	3
2.3 Penelitian Terdahulu	6
Bab 3. Metodologi Penelitian / Metode Pelaksanaan	9
3.1. Perancangan Prediksi Cuaca dengan Fuzzy Logic	9
3.3. Pengujian	13
3.3.1. Pengujian Model Prediksi Cuaca Berbasis Fuzzy Menggunakan Data Historis	13
3.3.2. Confusion Matrix	14
3.3.3. Classification Report	14
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	15

4.1. Pengujian Pengujian Model Prediksi Cuaca Berbasis Fuzzy Menggunakan Data Historis	15
4.2. Confusion Matrix	20
4.3. Classification Report	21
Bab 5. Kesimpulan dan Saran	23
5.1. Kesimpulan	23
5.2. Saran	23
Daftar Pustaka	24
Biodata	25
Lampiran	Error! Bookmark not defined.

Daftar Gambar

Gambar 1. Grafik Fungsi Segitiga	4
Gambar 2. Grafik Fungsi Segitiga.....	5
Gambar 3. Flowchart Sistem Fuzzy Prediksi Cuaca.....	9
Gambar 4 Diagram Sistem Prediksi Fuzzy	10
Gambar 5 Grafik Fungsi Suhu	10
Gambar 6 Grafik Fungsi Kelembaban	11
Gambar 7. Grafik Fungsi Kecepatan Angin	11
.Gambar 8. Grafik Fungsi Kondisi Cuaca	12

Daftar Tabel

Tabel 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2. Basis Aturan	12
Tabel 3. Pengujian Model Prediksi Cuaca Berbasis Fuzzy Menggunakan Data Historis	13
Tabel 4. Confusion Matrix	14
Tabel 5. Classification Report	14
Tabel 6. Hasil Pengujian Model Prediksi Cuaca Berbasis Fuzzy Dengan Data Historis	15
Tabel 7 Confusion Matrix	20
Tabel 8 Classification Report	21

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Cuaca adalah fenomena alam yang sangat dinamis dan kompleks, yang memiliki dampak signifikan terhadap berbagai aktivitas manusia. Perkiraan cuaca yang akurat dan dapat diandalkan sangat penting dalam berbagai sektor, termasuk pertanian, transportasi, pariwisata, dan kegiatan sehari-hari. Namun, memprediksi cuaca dengan tepat merupakan tantangan besar karena sifat variabel dan ketidakpastian yang melekat dalam sistem atmosfer.

Perkiraan cuaca adalah proses memprediksi keadaan atmosfer di masa mendatang berdasarkan pengamatan dan analisis data cuaca saat ini. Metode perkiraan cuaca melibatkan penggunaan model matematis dan komputer untuk menganalisis informasi dari berbagai sumber, termasuk pengamatan dari stasiun cuaca, data satelit, dan model numerik. Meskipun telah ada kemajuan yang signifikan dalam perkiraan cuaca berkat perkembangan teknologi dan pendekatan komputasi, masih ada batasan yang harus diatasi. Variabilitas alamiah dan ketidakpastian dalam parameter cuaca membuat prediksi jangka panjang menjadi sulit dan terkadang tidak akurat.

Dalam konteks pariwisata, prediksi cuaca yang akurat membantu pengelola destinasi wisata untuk merencanakan aktivitas dan strategi pemasaran yang tepat. Misalnya, mereka dapat menyesuaikan kegiatan berdasarkan kondisi cuaca yang diperkirakan untuk meningkatkan kenyamanan dan keselamatan wisatawan.

Fuzzy Logic (Logika Fuzzy) adalah pendekatan matematika yang berguna untuk mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam sistem yang tidak terstruktur. Dalam konteks analisis cuaca, fuzzy logic memungkinkan representasi yang lebih fleksibel dari pengetahuan manusia tentang kondisi cuaca yang bersifat subyektif. Fuzzy Logic juga digunakan dalam sistem inferensi untuk membangun model cuaca yang lebih adaptif dan intuitif. Dengan menggabungkan informasi linguistik tentang kondisi cuaca. Dengan data empiris, fuzzy logic dapat menghasilkan prediksi cuaca yang lebih dapat dipahami..

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan logika fuzzy dalam memprediksi cuaca berdasarkan data historis?
2. Apakah fuzzy dapat menghasilkan prediksi cuaca yang akurat?

3. Bagaimana evaluasi logika fuzzy dalam memprediksi cuaca berdasarkan data historis?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis logika fuzzy dalam memprediksi cuaca berdasarkan data historis.
2. Menyediakan data prediksi cuaca yang dapat membantu pengelola destinasi wisata dalam membuat keputusan strategis.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan prediksi yang akurat.
2. Membantu pengelola destinasi wisata dalam merencanakan dan mengelola aktivitas dan layanan mereka dengan lebih baik berdasarkan prediksi cuaca yang lebih tepat..
3. Memberikan alat bantu yang berguna untuk perencanaan jangka panjang dalam sektor pariwisata.

1.5. Batasan

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan prediksi cuaca di kota Batam
2. Data yang digunakan merupakan data historis yang tersedia pada stasiun cuaca lokal di kota Batam
3. Variabel yang digunakan merupakan suhu, kelembaban, dan kecepatan angin.

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1. Cuaca

Cuaca adalah kondisi udara pada satu waktu tertentu dan di wilayah tertentu yang relatif sempit dan jangka waktu yang singkat[1].Cuaca merupakan keadaan atmosfer sehari-hari yang dimana keadaan tersebut terkadang berubah dari waktu ke waktu. Unsur-unsur yang dapat mempengaruhi kondisi cuaca yaitu suhu, kelembaban serta tekanan udara. Suhu adalah derajat panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer. Perubahan suhu udara di satu tempat dengan tempat lainnya bergantung pada ketinggian tempat dan letak astronomisnya (lintang). Kelembaban Udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam massa udara pada saat dan tempat tertentu [2]. kecepatan angin mengacu pada seberapa cepat udara bergerak di permukaan bumi atau pada ketinggian tertentu. Ini merupakan parameter penting dalam ramalan cuaca [3].

Cuaca di Indonesia dipantau oleh lembaga BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika). BMKG menyediakan informasi data yang sangat bermanfaat bagi berbagai penelitian terkait cuaca dan iklim di Indonesia. Informasi yang diberikan meliputi data cuaca yang nantinya akan digunakan dalam penelitian prediksi cuaca. Data cuaca yang diperoleh akan diolah sedemikian rupa untuk memprediksi kondisi cuaca di masa depan. Prediksi cuaca merupakan salah satu permasalahan yang sering kali menghasilkan jawaban yang tidak pasti [4].

2.2. Logika Fuzzy

Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lofti A. Zadeh pada tahun 1965. . Dalam banyak hal, logika fuzzy digunakan sebagai suatu cara untuk memetakan permasalahan input menuju ke output [5]. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sangat penting dalam menentukan keberadaan elemen dalam suatu himpunan . Nilai keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy. Pada umumnya, sistem Logika Fuzzy terdiri atas komponen fuzzification, inference system, dan defuzzification[6].

Namun, pada permasalahan yang kompleks, penerapan Logika Fuzzy sering sekali kurang optimal. Logika fuzzy sering menghadapi kesulitan dalam menentukan fuzzy set dan aturan fuzzy yang tepat untuk mendapatkan solusi dari

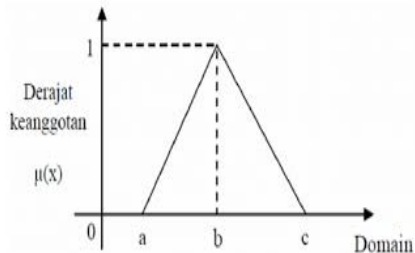
masalah tersebut. namun logika Fuzzy bukan merupakan konsep yang sempurna yang bisa digunakan untuk memecahkan semua masalah[7].

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode Max-Min. metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 [8] . merupakan suatu teknik dalam logika fuzzy yang digunakan dalam mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam pengambilan keputusan [9]. Pada metode Mamdani, aplikasi fungsi implikasi menggunakan MIN, sedang komposisi aturan menggunakan metode MAX. Metode Mamdani dikenal juga sebagai metode MAX-MIN. Inferensi output yang dihasilkan berupa bilangan fuzzy maka harus ditentukan suatu nilai crisp tertentu sebagai output. Proses ini dikenal dengan defuzzifikasi. Ada beberapa tahapan untuk mendapatkan output yaitu:

a. Fuzzifikasi:

Fuzzifikasi adalah proses dalam logika fuzzy yang mengubah data input yang berupa nilai nyata atau crisp menjadi nilai derajat keanggotaan dalam himpunan fuzzy. Proses ini adalah langkah pertama dalam sistem kontrol fuzzy dan sangat penting untuk memungkinkan penanganan data yang tidak pasti atau ambigu. Nilai keanggotaan dapat didapatkan melalui pendekatan fungsi [10]. Ada 2 pendekatan yang biasa digunakan yaitu:

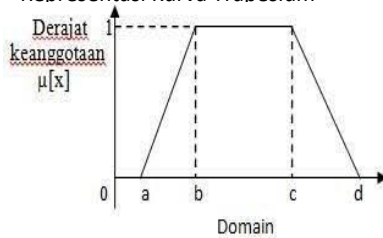
1. Representasi Kurva Segitiga



Gambar 1. Grafik Fungsi Segitiga

$$\mu(x) = \begin{cases} x \leq a & 0 \\ a < x < b & \frac{(x - a)}{(b - a)} \\ b = x & 1 \\ b < x < c & \frac{(c - x)}{(c - b)} \\ x \geq c & 0 \end{cases} \quad (1)$$

2. Representasi Kurva Trapesium



Gambar 2. Grafik Fungsi Segitiga

$$\mu(x) = \begin{cases} x \leq a & 0 \\ a < x < b & \frac{(x-a)}{(b-a)} \\ b \leq x \leq c & 1 \\ c < x < d & \frac{(d-x)}{(d-c)} \\ x \geq d & 0 \end{cases} \quad (2)$$

b. Aplikasi Fungsi Implikasi

Setelah fuzzifikasi, langkah selanjutnya adalah menerapkan fungsi implikasi untuk menentukan kontribusi setiap aturan terhadap output. Dalam sistem inferensi fuzzy Mamdani, fungsi implikasi yang umum digunakan adalah fungsi implikasi MIN (minimum). Fungsi ini menghubungkan kondisi input dengan konsekuensi output sesuai dengan aturan-aturan fuzzy yang telah ditetapkan. Pada tahap ini, aturan-aturan fuzzy diterapkan untuk menghasilkan output fuzzy berdasarkan input yang telah difuzzifikasi. Aturan fuzzy biasanya dalam bentuk IF-THEN

c. Komposisi aturan

Komposisi aturan adalah tahap di mana hasil implikasi dari semua aturan yang diaktifkan dikombinasikan untuk menghasilkan satu set fuzzy yang mewakili keseluruhan kontribusi aturan terhadap output.

d. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan tahap dalam sistem logika fuzzy di mana hasil berupa himpunan fuzzy dikonversi menjadi nilai atau tindakan konkret yang relevan dalam domain yang bersangkutan. Ketika menggunakan logika fuzzy, output yang dihasilkan terdiri dari himpunan fuzzy yang

mengindikasikan sejauh mana nilai atau tindakan sesuai dengan input yang diberikan. Defuzzifikasi penting karena himpunan fuzzy ini tidak bisa langsung digunakan untuk pengambilan keputusan atau pelaksanaan tindakan konkret

2.3 Penelitian Terdahulu

Tabel 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metode	Variabel Input	Sampel Data	Hasil
1	Immanuel Here Wele, Nelci Dessy Rumlak dan Meiton Boru (2020)	SISTEM PERAMALAN CUACA DENGAN FUZZY MAMDANI (Studi Kasus: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Lasiana)	Fuzzy Mamdani	Suhu, Kelembaban, Kecepatan Angin, dan Tekanan Udara	Data Harian dari tahun 2013 - 2017	Akurasi prediksi mencapai 61,02 %
2	Nialis Septiyan, Arief Agoestanto (2023)	Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Pada Prakiraan Cuaca Harian di Kabupaten Cilacap	Fuzzy Mamdani	suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan lama penyinaran matahari	Bulan Januari-Oktober 2021	Akurasi prediksi baik dengan mencapai 70,72 %
3	Velma Kurniati, Dedi Triyanto, Tedy	PENERAPAN LOGIKA FUZZY DALAM SISTEM	Fuzzy Sugeno	Suhu, Kelembaban, dan Tekanan Udara	35 Data Pengukuran Sensor	Akurasi Prediksi yang tinggi

	Rismawan (2017)	PRAKIRAAN CUACA BERBASIS MIKROKONTROLE				sebesar 74%
4.	Ika Amelia (2022)	Penerapan Metode Fuzzy Inferences System Model Tsukamoto Pada Prediksi Curah Hujan di Provinsi Jambi Berdasarkan Indikator Klimatologi	Fuzzy Tsukamoto	Suhu udara, kelembaban relatif dan tekanan udara	dsarian I Januari hingga dasarian III Desember tahun 2020	Akurasi Prediksi Sebesar 77,78 %.
5	Nur Rahmat Hidayat, Karisma di, Syarifah Nurhafni A, La Ode Muhammad Ilham, Rizal Adi Saputra (2024)	IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY MAMDANI DALAM PREDIKSI CURAH HUJAN DI KOTA KENDARI	Fuzzy Mamdani	Suhu, Kelembaban, dan tekanan Udara	Data Curah Hujan Kota Kendari 2022	rata-rata errors sebesar 10,70 %.

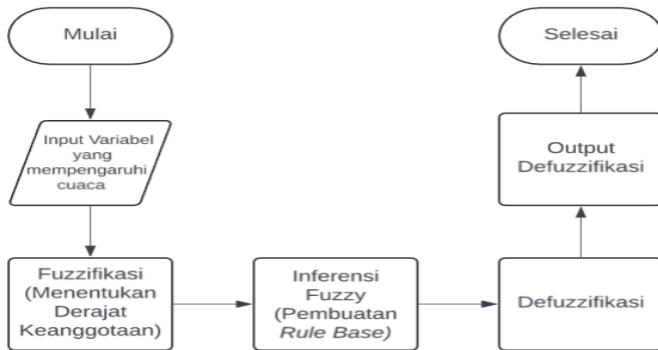
Penelitian tentang prediksi cuaca menggunakan metode fuzzy menunjukkan variasi dalam pendekatan, variabel input, sampel data, dan hasil. Penelitian oleh Immanuel Here Wele et al. menggunakan metode Fuzzy Mamdani dengan variabel

suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan tekanan udara dari data harian 2013-2017, mencapai akurasi prediksi 61,02%. Nialis Septiyani et al. juga menggunakan metode Fuzzy Mamdani dengan tambahan variabel lama penyinaran matahari dari data Januari-Oktober 2021, mencapai akurasi 70,72%. Velma Kurniati et al. menggunakan metode Fuzzy Sugeno dengan data pengukuran sensor sebanyak 35 kali, menghasilkan akurasi prediksi 74%. Ika Amelia menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto dengan data dasarian dari Januari hingga Desember 2020, mencapai akurasi 77,78%. Terakhir, Nur Rahmat Hidayat Karismadi et al. menggunakan metode Fuzzy Mamdani dengan data curah hujan 2022 di Kota Kendari, menunjukkan rata-rata error 10,70%. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto menghasilkan akurasi tertinggi dalam konteks yang berbeda-beda dibandingkan metode lainnya.

Penelitian kali menggunakan metode Fuzzy Mamdani dengan menggunakan data harian di Batam tahun 2023, yang melibatkan variabel suhu rata-rata harian, kelembaban rata-rata harian, dan kecepatan angin rata-rata harian. Proses pembuatan model Fuzzy Mamdani dibantu dengan fitur Fuzzy Logic Designer yang ada dalam aplikasi Matlab

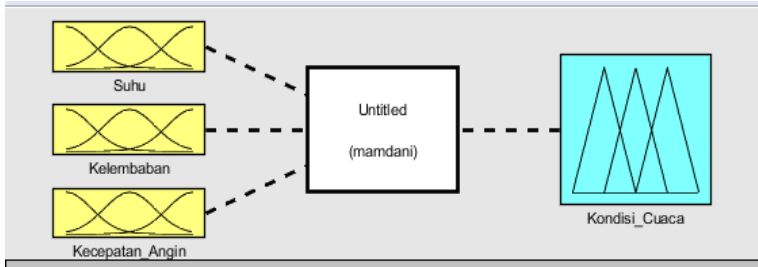
Bab 3. Metodologi Penelitian / Metode Pelaksanaan

3.1. Perancangan Prediksi Cuaca dengan Fuzzy Logic



Gambar 3. Flowchart Sistem Fuzzy Prediksi Cuaca

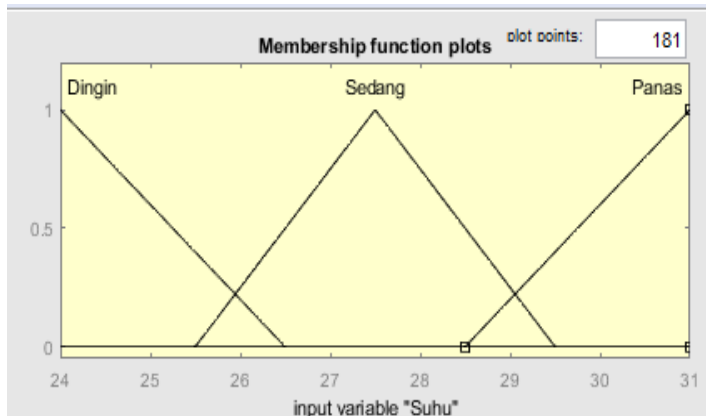
Perancangan sistem prediksi cuaca menggunakan Fuzzy Mamdani dimulai dengan pengambilan data variabel input, setelah mendapatkan variabel input maka dilanjutkan dengan menentukan derajat keanggotaan setiap variabel tersebut. Setelah itu, dilanjutkan dengan pembuatan *Rule Base* yang ditetapkan pada sistem. Dan dilanjutkan dengan tahap defuzzifikasi yaitu mengkonversi dari proses Inferensi yang akan menghasilkan output berupa kondisi cuaca.



Gambar 4 Diagram Sistem Prediksi Fuzzy

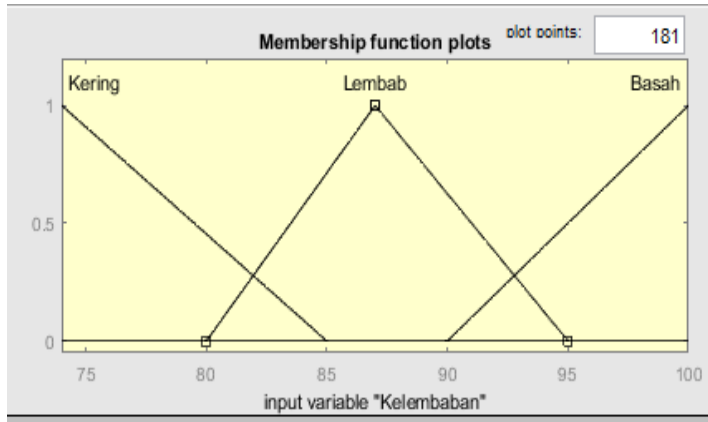
Perancangan Metode Fuzzy Mamdani dalam memprediksi cuaca memiliki 3 input yaitu Suhu, Kelembaban, dan Tekanan Angin. Output dari sistem fuzzy ini yaitu Kondisi Cuaca. Berikut adalah pengelompokan dari setiap variabel input dan output tersebut

1. Suhu dinyatakan dengan nilai 24°C-31°C. Variabel Suhu akan dibagi menjadi 3 Kelompok yaitu suhu Dingin dengan nilai 24°C-26,5°, suhu Sedang dengan nilai 25,5°C-29,5°C, dan Suhu Panas dengan nilai 28,5°C-31°C.



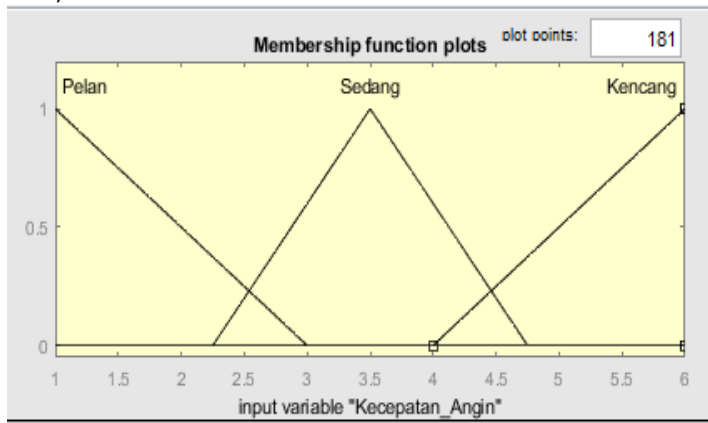
Gambar 5 Grafik Fungsi Suhu

2. Kelembaban dinyatakan dengan nilai 74%-100%. Variabel Kelembaban akan dibagi menjadi 3 kelompok yaitu Kering dengan nilai 74%-85%. Sedang dengan nilai 80%-95%, dan Basah dengan nilai 90%-100%.



Gambar 6 Grafik Fungsi Kelembaban

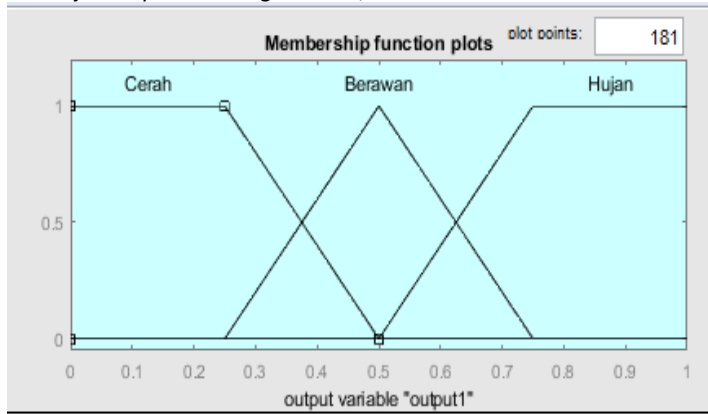
- Kecepatan Angin dinyatakan dengan nilai 1 m/s – 6 m/s. Kecepatan Angin akan dibagi menjadi 3 kelompok yaitu Pelan dengan nilai 1 m/s – 3 m/s, Sedang dengan nilai 2,25 m/s – 4,75 m/s, dan Kencang dengan nilai 4 m/s – 6 m/s.



Gambar 7. Grafik Fungsi Kecepatan Angin

- Kondisi Cuaca dibagi menjadi bagian yaitu Cerah, Berawan dan Hujan. Kondisi Cuaca dinyatakan dengan nilai 0-1. Kondisi cerah dinyatakan

dengan nilai 0 – 0,5. Kondisi Berawan dinyatakan dengan nilai 0,25 – 0,75. Dan Hujan dinyatakan dengan nilai 0,5-1.



.Gambar 8. Grafik Fungsi Kondisi Cuaca

Berdasarkan pengelompokan yang ditetapkan dalam sistem Fuzzy, dapat diperoleh 27 *Rule Base* yang akan ditetapkan dalam sistem Fuzzy untuk memprediksi cuaca yang dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Basis Aturan

Rule	Suhu	Kelembaban	Kecepatan Angin	Cuaca
1	Dingin	Kering	Pelan	Berawan
2	Dingin	Kering	Sedang	Cerah
3	Dingin	Kering	Kencang	Cerah
4	Dingin	Lembab	Pelan	Berawan
5	Dingin	Lembab	Sedang	Berawan
6	Dingin	Lembab	Kencang	Berawan
7	Dingin	Basah	Pelan	Hujan
8	Dingin	Basah	Sedang	Hujan
9	Dingin	Basah	Kencang	Hujan
10	Sedang	Kering	Pelan	Berawan
11	Sedang	Kering	Sedang	Cerah
12	Sedang	Kering	Kencang	Cerah
13	Sedang	Lembab	Pelan	Berawan

14	Sedang	Lembab	Sedang	Berawan
15	Sedang	Lembab	Kencang	Berawan
16	Sedang	Basah	Pelan	Hujan
17	Sedang	Basah	Sedang	Hujan
18	Sedang	Basah	Kencang	Hujan
19	Panas	Kering	Pelan	Cerah
20	Panas	Kering	Sedang	Cerah
21	Panas	Kering	Kencang	Cerah
22	Panas	Lembab	Pelan	Berawan
23	Panas	Lembab	Sedang	Berawan
24	Panas	Lembab	Kencang	Hujan
25	Panas	Basah	Pelan	Hujan
26	Panas	Basah	Sedang	Hujan
27	Panas	Basah	Kencang	Hujan

3.3. Pengujian

3.3.1. Pengujian Model Prediksi Cuaca Berbasis Fuzzy Menggunakan Data Historis

Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan data variabel input kedalam model fuzzy yang dibangun agar mendapatkan hasil output.

Tabel 3. Pengujian Model Prediksi Cuaca Berbasis Fuzzy Menggunakan Data Historis

NO	Tanggal	Suhu (C°)	Kelembaban (%)	Kecepatan Angin	Kondisi Cuaca (Aktual)	Kondisi Cuaca (Prediksi)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

...						
-----	--	--	--	--	--	--

3.3.2. Confusion Matrix

Tujuan dari confusion matrix adalah untuk menyediakan alat yang komprehensif dalam evaluasi performa model klasifikasi dengan mendetailkan hasil prediksi terhadap data aktual. Dengan informasi ini, pengembang model dapat memahami kekuatan dan kelemahan model secara lebih rinci, serta melakukan penyesuaian yang diperlukan untuk meningkatkan performa model. Selain itu, confusion matrix memungkinkan perhitungan berbagai metrik evaluasi lainnya seperti presisi, recall, dan F1 score,

Tabel 4. Confusion Matrix

Kondisi Cuaca (Aktual)	Cerah	Berawan	Hujan
Cerah (Prediksi)			
Berawan (Prediksi)			
Hujan (Prediksi)			

3.3.3. Classification Report

Pengujian ini bertujuan untuk menghitung *Precision*, *Recall* dan *F1-Score*. Precision digunakan sebagai penghitung ketetapan antara informasi yang diminta dengan jawaban yang diberikan oleh sistem. Sedangkan Recall dapat digunakan untuk mengukur tingkat keberhasilan sistem dalam menemukan kembali sebuah informasi.

Tabel 5. Classification Report

Kelas	Precision	Recall	F1-Score
Cerah			
Berawan			
Hujan			

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pengujian Pengujian Model Prediksi Cuaca Berbasis Fuzzy Menggunakan Data Historis

Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan input data historis Suhu, kelembaban dan kecepatan angin selama 2023 di kota Batam ke dalam sistem fuzzy yang telah dibuat. Data historis diambil dari data BMKG

Tabel 6. Hasil Pengujian Model Prediksi Cuaca Berbasis Fuzzy Dengan Data Historis

No	Tanggal	Suhu (C°)	Kelembaban(%)	Kecepatan Angin(m/s)	Aktual	Prediksi
1	01-10-2023	27.8	86	2	Cerah	Berawan
2	02-10-2023	29.2	81	3	Cerah	Berawan
3	03-10-2023	26.1	88	2	Cerah	Berawan
4	04-10-2023	28.5	84	2	Cerah	Berawan
5	05-10-2023	29.1	81	2	Berawan	Berawan
6	06-10-2023	29.4	83	3	Berawan	Berawan
7	07-10-2023	29	83	2	Cerah	Berawan
8	08-10-2023	29	79	3	Cerah	Cerah
9	09-10-2023	29.1	81	2	Cerah	Berawan
10	10-10-2023	28.9	81	1	Cerah	Berawan
11	11-10-2023	29.1	81	2	Berawan	Berawan

12	12-10-2023	29.3	80	2	Cerah	Berawan
13	13-10-2023	29.5	78	2	Cerah	Cerah
14	14-10-2023	29.2	78	2	Cerah	Berawan
15	15-10-2023	29.8	75	3	Berawan	Cerah
16	16-10-2023	29.4	78	2	Cerah	Berawan
17	17-10-2023	30	76	2	Berawan	Cerah
18	18-10-2023	27.1	89	2	Cerah	Berawan
19	19-10-2023	29.2	79	3	Cerah	Cerah
20	20-10-2023	27.8	82	2	Berawan	Berawan
21	21-10-2023	27.2	90	2	Cerah	Berawan
22	22-10-2023	27.3	87	2	Berawan	Berawan
23	23-10-2023	27.6	85	2	Cerah	Berawan
24	24-10-2023	28.1	82	2	Cerah	Berawan
25	25-10-2023	26.1	93	1	Berawan	Berawan
26	26-10-2023	27.5	85	2	Berawan	Berawan
27	27-10-2023	28.3	83	2	Cerah	Berawan
28	28-10-2023	25.9	92	2	Berawan	Berawan
29	29-10-2023	28.2	82	1	Berawan	Berawan
30	30-10-2023	28.2	79	1	Berawan	Berawan
31	31-10-2023	28.4	82	2	Cerah	Berawan

32	01-11-2023	27.8	85	1	Cerah	Berawan
33	02-11-2023	28.9	79	2	Berawan	Berawan
34	03-11-2023	28.7	80	1	Cerah	Berawan
35	04-11-2023	26.9	89	1	Berawan	Berawan
36	05-11-2023	28.3	81	1	Berawan	Berawan
37	06-11-2023	27.8	85	2	Cerah	Berawan
38	07-11-2023	28.3	81	2	Berawan	Berawan
39	08-11-2023	27.4	88	1	Berawan	Berawan
40	09-11-2023	27.8	86	2	Berawan	Berawan
42	10-11-2023	28.1	84	2	Berawan	Berawan
42	11-11-2023	29.4	78	2	Cerah	Berawan
43	12-11-2023	28	85	2	Cerah	Berawan
44	13-11-2023	27.9	86	2	Cerah	Berawan
45	14-11-2023	26.8	91	2	Cerah	Berawan
46	15-11-2023	27.7	85	2	Berawan	Berawan
47	16-11-2023	28.1	85	2	Berawan	Berawan
48	17-11-2023	28.7	82	2	Berawan	Berawan
49	18-11-2023	29.3	79	4	Berawan	Cerah
50	19-11-2023	27.2	88	3	Berawan	Berawan

51	20-11-2023	28.4	83	3	Berawan	Berawan
52	21-11-2023	26.4	92	2	Berawan	Berawan
53	22-11-2023	26.7	89	2	Berawan	Berawan
54	23-11-2023	26.5	90	2	Cerah	Berawan
55	24-11-2023	27.9	83	3	Cerah	Berawan
56	25-11-2023	26.8	88	1	Berawan	Berawan
57	26-11-2023	26.7	89	2	Cerah	Berawan
58	27-11-2023	25.9	92	1	Hujan	Berawan
59	28-11-2023	27.4	88	2	Cerah	Berawan
60	29-11-2023	27.6	88	2	Berawan	Berawan
61	30-11-2023	26.9	88	2	Cerah	Berawan
62	01-12-2023	27.1	85	2	Berawan	Berawan
63	02-12-2023	28.1	82	2	Berawan	Berawan
64	03-12-2023	25.6	94	1	Hujan	Berawan
65	04-12-2023	25.9	92	1	Cerah	Berawan
66	05-12-2023	28	82	2	Cerah	Berawan
67	06-12-2023	26.8	86	2	Berawan	Berawan
68	07-12-2023	27.9	83	3	Berawan	Berawan

69	08-12-2023	28.4	82	3	Berawan	Berawan
70	09-12-2023	27.7	85	2	Berawan	Berawan
71	10-12-2023	27.9	83	2	Berawan	Berawan
72	11-12-2023	28.1	82	3	Berawan	Berawan
73	12-12-2023	26.8	88	2	Berawan	Berawan
74	13-12-2023	28.1	83	3	Berawan	Berawan
75	14-12-2023	27	87	2	Berawan	Berawan
76	15-12-2023	28.7	83	3	Berawan	Berawan
77	16-12-2023	28	84	3	Cerah	Berawan
78	17-12-2023	28.2	83	4	Berawan	Berawan
79	18-12-2023	28.2	81	3	Cerah	Berawan
80	19-12-2023	27.7	83	2	Berawan	Berawan
81	20-12-2023	27.5	86	3	Berawan	Berawan
82	21-12-2023	27.4	85	4	Berawan	Berawan
83	22-12-2023	27.7	81	5	Berawan	Berawan
84	23-12-2023	25.1	96	2	Hujan	Hujan
85	24-12-2023	28.4	82	4	Cerah	Berawan
86	25-12-2023	27.5	85	3	Berawan	Berawan
87	26-12-2023	27.5	85	4	Berawan	Berawan

88	27-12-2023	25.9	94	3	Hujan	Berawan
89	28-12-2023	26.6	93	2	Berawan	Berawan
90	29-12-2023	28.2	84	4	Berawan	Berawan
91	30-12-2023	28.3	86	3	Berawan	Berawan
92	31-12-2023	25.8	96	2	Hujan	Hujan

Tabel tersebut berisi prediksi cuaca dari Oktober 2023 sampai dengan Desember 2023. Sebelumnya, peneliti memasukkan data Januari 2023 sampai dengan eptember 2023 untuk *training*. Lalu dilanjutkan dengan *testing* atau pengujian menggunakan data Oktober 2023 sampai dengan Desember 2023. Hasil akurasi yang didapat sebesar 65.21%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model Anda sudah memiliki kemampuan dasar untuk memprediksi kondisi cuaca, tetapi ada potensi untuk meningkatkan kinerjanya lebih jauh.

Hasil akurasi tersebut dipengaruhi oleh pendefinisian fungsi keanggotaan pada masing-masing variabel. Tmpang tindih yang signifikan antara kategori "Suhu Sedang" dan "Suhu Panas" pada rentang 28.5°C-29.5°C. Ini berarti bahwa nilai suhu di rentang tersebut akan memiliki derajat keanggotaan yang tinggi di kedua kategori. Pada variabel kelembaban "Sedang" dan "Basah" memiliki tumpang tindih pada rentang 90%-95%. Hal ini dapat menyebabkan kelembaban yang berada di rentang ini memiliki derajat keanggotaan tinggi di kedua kategor jugai. Begitu juga dengan kecepatan, angin tumpang tindih antara kategori "Pelan" dan "Sedang" (2.25 m/s – 3 m/s) serta antara "Sedang" dan "Kencang" (4 m/s – 4.75 m/s).

Hasil akurasi juga dipengaruhi oleh variabilitas atau ketidakpastian cuaca. Cuaca adalah fenomena yang sangat dinamis dan dipengaruhi oleh banyak variabel, yang tidak sepenuhnya tercakup dalam model yang dibangun. Ketidakpastian dan variabilitas cuaca yang tinggi sering kali membuat prediksi lebih sulit dan bisa menjelaskan mengapa akurasi tidak lebih tinggi.

4.2. Confusion Matrix

Tabel 7 Confusion Matrix

Kondisi Cuaca (Aktual)	Cerah	Berawan	Hujan
Cerah (Prediksi)	9	27	0

Berawan(Prediksi)	4	47	0
Hujan (Prediksi)	0	1	4

Dari 13 data kondisi cuaca aktual adalah Cerah, model berhasil memprediksi dengan benar sebanyak 9 kali. Namun, model salah memprediksi dengan terdapat 4 prediksi berawan.

Dari 74 data kondisi cuaca aktual adalah Berawan, model memprediksi benar sebanyak 47 kali. Namun, model salah memprediksi dengan terdapat 27 prediksi Cerah..

Dari 5 data kondisi cuaca aktual adalah Hujan, model memprediksi benar sebanyak 4 kali. Namun, salah memprediksi dengan terdapat 1 prediksi Berawan.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa sistem prediksi cuaca lebih efektif dalam memprediksi cuaca hujan daripada cuaca cerah dan berawan, tetapi masih ada ruang untuk perbaikan, khususnya dalam akurasi prediksi untuk kondisi cerah dan berawan..

4.3. Classification Report

Tabel 8 Classification Report

Kelas	Precision	Recall	F1-Score
Cerah	0.69	0.25	0.37
Berawan	0.63	0.92	0.75
Hujan	1.00	0.80	0.89

Untuk kategori Cerah, sistem memiliki Precision 0.69, berarti 69% dari prediksi cerah adalah benar-benar cerah. Namun, Recall hanya 0.25, menunjukkan bahwa sistem hanya berhasil mengenali 25% dari semua kondisi baik dalam memprediksi cuaca cerah secara akurat.

Kategori Berawan menunjukkan Precision 0.63, dengan 63% dari prediksi berawan benar-benar sesuai dengan kondisi aktual, sementara Recall yang tinggi sebesar 0.92 berarti sistem sangat baik dalam mengidentifikasi kondisi berawan yang sebenarnya. Dengan F1-Score 0.75, sistem cukup efektif dalam memprediksi cuaca berawan dengan keseimbangan yang baik antara Precision dan Recall.

Kategori Hujan mencatat Precision sempurna 1.00, artinya semua prediksi hujan adalah benar. Recall 0.80 menunjukkan bahwa sistem berhasil mengidentifikasi 80% dari semua kondisi hujan yang sebenarnya. Dengan F1-Score 0.89, sistem sangat efektif dalam memprediksi cuaca hujan, dengan

keseimbangan yang sangat baik antara Precision dan Recall. Secara keseluruhan, sistem paling efektif dalam memprediksi hujan, sementara masih perlu perbaikan untuk memprediksi cuaca cerah dengan lebih akurat.

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini mengembangkan model prediksi cuaca menggunakan Fuzzy Mamdani dengan variabel suhu, kelembaban, dan kecepatan angin, mencapai akurasi 65.21%. Model ini sangat akurat dalam memprediksi hujan (Precision 1.00, Recall 0.80), namun kurang efektif untuk cuaca cerah (Precision 0.69, Recall 0.25) dan berawan (Precision 0.63, Recall 0.92). Tumpang tindih antara fungsi keanggotaan dalam kategori suhu, kelembaban, dan kecepatan angin menyebabkan ketidakpastian dalam klasifikasi. Sehingga model tidak dapat memberikan hasil prediksi yang maksimal. Peningkatan akurasi prediksi untuk kondisi cerah dan berawan melalui penyesuaian fungsi keanggotaan akan memperbaiki model yang dibangun. Sehingga model prediksi yang dibangun dapat menyediakan data prediksi cuaca yang dapat membantu pengelola destinasi wisata dalam membuat keputusan strategis.

5.2. Saran

Berdasarkan analisis data yang diperoleh dari model fuzzy yang telah dibuat untuk prediksi cuaca, beberapa saran dapat diajukan untuk meningkatkan kinerja model. Periksa kembali fungsi keanggotaan variabel linguistik seperti Cerah, Berawan, dan Hujan dalam model fuzzy. Pastikan fungsi-fungsi ini dapat dengan tepat menggambarkan rentang kondisi cuaca yang sebenarnya, sehingga model dapat lebih sensitif terhadap variasi data input yang diberikan. Dan juga untuk mempretimbangkan dan mengurangi tumpang tindih pada masing-masing fungsi keanggotaan

Mevaluasi ulang aturan fuzzy yang digunakan dalam sistem. Memastikan setiap aturan menggambarkan dengan tepat hubungan antara kondisi input (misalnya suhu, kelembaban) dengan prediksi cuaca (Cerah, Berawan, Hujan), sehingga model dapat memberikan respons yang lebih akurat terhadap berbagai kombinasi kondisi cuaca yang mungkin.

Daftar Pustaka

1. Puspita, Ema Sastri, and Liza Yulianti. "Perancangan sistem peramalan cuaca berbasis logika fuzzy." *Jurnal Media Infotama* 12, no. 1 (2016)..
2. Kurniati, Velma, Dedi Triyanto, and Tedy Rismawan. "Penerapan Logika Fuzzy Dalam Sistem Prakiraan Cuaca Berbasis Mikrokontroler." *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi* 5, no. 2 (2017).
3. Makhfudz, Nurkholis, Eka Susilowati, and Riski Aspriyani. "IMPLEMENTASI FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) TIPE MAMDANI DAN SUGENO UNTUK PRAKIRAAN CUACA MENGGUNAKAN MATLAB." *Jurnal Teknologika* 13, no. 1 (2023): 52-62.
4. Septiyani, Nialis, and Arief Agoestanto. "Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Pada Prakiraan Cuaca Harian di Kabupaten Cilacap." In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, vol. 6, pp. 786-795. 2023.
5. Kusumadewi, Sri, and Hari Purnomo. "Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung keputusan." *Yogyakarta: Graha Ilmu* 2 (2010).
6. Mutia, Anisa Citra, Aria Fajar Sundoro, Arkom Yajiddin, Mukhammad Khoirullah, and Qurrotul Aini. "Review Penerapan Fuzzy Logic Sugeno Dan Mamdani Pada Sistem Pendukung Keputusan Prakiraan Cuaca Di Indonesia." *SESINDO 9 2017* (2017).
7. Siswoyo, Bambang, and Achmad Zaenal. "Model Peramalan Fuzzy Logic." *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA)* 8, no. 1 (2018).
8. Abrori, Muchammad, and Amrul Hinung Primahayu. "Aplikasi logika fuzzy metode mamdani dalam pengambilan keputusan penentuan jumlah produksi." *Kaunia: Integration and Interconnection Islam and Science Journal* 11, no. 2 (2015): 91-99.
9. Narulita, Luvia Friska, and Ququh Imanuddin Ahmad. "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Prediksi Produksi Barang." *MULTIPLE: Journal of Global and Multidisciplinary* 2, no. 1 (2024): 1016-1026.
10. Buana, Wira. "Penerapan Fuzzy Mamdani Untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Telepon Seluler." *Jurnal Edik Informatika Penelitian Bidang Komputer Sains dan Pendidikan Informatika* 2, no. 1 (2017): 138-143.

Biodata



Nama : Immanuel Kristian Pardede
TTL : Batam, 19 Agustus 2001
Agama : Kristen
Alamat : Muka Kuning Indah 1 Blok CN No. 21,
Batu Aji, Batam
Email : immanuelkristianpardede@gmail.com
Riwayat Pendidikan :
SMA/SMK : SMA Negeri 5 Batam
SMP : SMP Negeri 11 Batam