

PERANCANGAN PREDIKTOR HUJAN DERAS MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY MAMDANI

(DESIGN OF HEAVY RAIN PREDICTOR USING MAMDANI FUZZY LOGIC METHOD)

Muhammad Restu Raharjo¹, Randy Erfa Saputra², Wendi Harjupa³, Ibnu Fathrio⁴

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

⁴ Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer, LAPAN

muhammadresturaharjo@student.telkomuniversity.ac.id¹, resaputra@telkomuniversity.ac.id², wendiharjupa@telkomuniversity.ac.id³, ibnu.fathrio@lapan.go.id⁴

Abstrak

Kondisi cuaca merupakan Informasi yang sangat penting dalam kehidupan manusia, mengetahui lebih dini kondisi cuaca di masa mendatang akan sangat membantu dalam segala aspek kegiatan banyak orang. Awan konvektif merupakan salah satu keadaan cuaca yang berpotensi dapat menyebabkan hujan. Dimana awan dihasilkan dari proses konveksi pemanasan radiasi surya yang dapat membentuk awan konvektif atau awan tumbuh. Awan konvektif juga yang sering kali membentuk awan *cumulonimbus* yang pertumbuhannya vertikal dan akhirnya menghasilkan hujan.

Pada penelitian ini penulis merancang sistem pakar untuk memprediksi awan konvektif atau awan tumbuh untuk peringatan dini potensi terjadinya hujan. Menggunakan parameter dari unsur-unsur atmosfer dari cuaca diantaranya: uap air, suhu udara ketinggian 850 milibar (mb), suhu permukaan, dan kecepatan angin. Penulis membangun aplikasi diatas sistem operasi android dengan pemrosesan mesin menggunakan bahasa pemrograman python pada server terpisah yang di hubungkan oleh platform Firebase dengan fitur *realtime database*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Fuzzy Mamdani*. Setelah dilakukan analisis dan pengujian, sistem dapat memberikan informasi dan prediksi terhadap keadan cuaca pertumbuhan awan konvektif. Hasil akhir dari penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi dengan nilai 80%.

Kata Kunci: Prediksi, Pertumbuhan Awan, Awan Konvektif, Logika Fuzzy, Mamdani.

Abstract

Weather conditions are very important information in human life, knowing the weather conditions in the future will be very helpful in all aspects of many people's activities. Convective clouds are one of the weather conditions that have the potential to cause rain. Where clouds are produced from the convection process of heating solar radiation which can form convective clouds or growing clouds. Convective clouds also often form cumulonimbus clouds whose growth is vertical and eventually produces rain.

In this study, the authors designed an expert system to predict convective clouds or growing clouds for early warning of potential rain. Using the parameters of the atmospheric elements of the weather including water vapor, air temperature altitude of 850 millibars (mb), surface temperature, and wind speed. The author builds an application on the Android operating system with machine processing using the python programming language on a separate server that is connected by the Firebase platform with realtime database features.

The method used in this research is the Fuzzy Mamdani method. After analysis and testing, the system can provide information and predictions on the weather conditions of convective cloud growth. The final result of this study produces an accuracy rate of 80%.

Keywords: Prediction, Cloud Growth, Convective Clouds, Fuzzy Logic, Mamdani.

1. Pendahuluan

Cuaca merupakan faktor penting dalam kehidupan manusia dalam melakukan aktifitas, Di Indonesia tingkat perubahan cuaca begitu dinamis dimana membuat sulitnya memperkirakan cuaca di

masa depan. Pola cuaca yang sulit untuk diprediksi ini kadang menghambat kegiatan bekerja atau beraktifitas, bahkan dapat menyebabkan bencana alam jika perubahan cuaca yang terjadi mencapai tingkat yang sangat ekstrim. Perangkat komputer bisa

digunakan untuk memudahkan orang dalam menyelesaikan berbagai permasalahan. Dengan memanfaatkan sistem yang tepat dan efektif sesuai kebutuhan kita dapat mempermudah pekerjaan manusia. Dalam beberapa tahun belakangan ini semakin banyak penggunaan komputer bahkan sekarang komputer sudah dapat dibawa secara mobile. Sistem cerdas akan semakin meningkatkan level pengolahan data menjadi informasi yang lebih efektif dan membantu aktifitas bahkan mempermudah pekerjaan manusia

Dalam penelitian ini penulis akan merancang dan mengimplementasikan sebuah metode sistem berbasis pengetahuan untuk domain tertentu serta menggunakan penalaran inferensi yang menyerupai seorang ahli dalam bidang pengetahuan meteorologi untuk dapat memprediksi kondisi pertumbuhan awan yang berpotensi menghasilkan hujan deras. Sehingga masyarakat dapat mengetahui secara dini bagaimana kondisi cuaca pada waktu mendatang dan dapat mempersiapkan kemungkinan yang di butuhkan untuk menghadapinya. Sistem prediksi cuaca yang dirancang akan menggunakan metode fuzzy logic Mamdani untuk pemrosesannya dan akan memanfaatkan data operasional Kantor Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) wilayah Bandung sebagai sample penelitian. Parameter berupa Suhu Permukaan 0 – 10 meter diatas permukaan tanah, kecepatan angin, suhu udara ketinggian 850 milibar (mb) dan water vapor, yang akan menjadi variabel input sistem fuzzy logic Mamdani. Serta penyajian informasi rencannya akan menggunakan *UI* berbasis android.

2. Dasar Teori

2.1 Cuaca

Cuaca adalah suatu keadaan atmosfer dalam rentang wilayah yang dapat dikatakan terbatas, contohnya seperti hanya pada wilayah suatu kota atau kecamatan saja, dan memiliki periode perubahan yang waktunya relatif cepat atau dinamis dapat berubah dalam hitungan jam hingga menit tergantung perubahan faktor unsur-unsur atmosfernya [1][10]. Dari sekian banyak Unsur-unsur atmosfer diantaranya terdiri dari kelembaban udara, kecepatan angin, suhu udara, tekanan udara, uap air dan masih banyak lagi.

2.2 Awan

Awan merupakan kumpulan titik air dimana jumlahnya banyak serta terletak pada kondensasi dan melayang tinggi di udara. Bila udara dengan

keadaan cukup lembab dalam keadaan naik keatas, maka udara ini akan mencapai proses embun dan awan akan terbentuk dalam bentuk sel atau spiral sesuai dengan struktur udara diatas[3].

Awan tipis atau tebal tergantung pada tinggi atau rendahnya suhu pada struktur lapisan udara. Apabila temperature susutnya lebih kecil dari adiabatik jenuhnya maka awan terbentuk dalam *cumulus humilis* yang biasa kita temui dalam kondisi cerah. Sedangkan kebalikannya yaitu apabila temperature susutnya lebih tinggi dibanding adiabatik jenuh maka *cumulus* tadi akan tumbuh lagi menjadi *cumulus congestus* dan akhirnya menjadi *cumulonimbus* yang biasanya juga disertai dengan petir, dan hujan lebat[4].

Butiran air yang dikandung dalam awan akan terus membesar melalui proses penggabungan dan tumbukan[5]. Pada tahap ini terus berlangsung kondensasi dan simultannya pembesaran butiran air sehingga gerakan butiran air vertikal yang didalam awan perlahan sudah mulai ke bawah atau ada juga butiran air yang masih bergerak ke atas. Awan ini disebut dengan awan konvektif.

Penurunan suhu yang dialami awan konvektif ini menjadi bakal pembentukan awan *Cumulonimbus*. Ada tiga tahap pertumbuhan awan *Cumulonimbus* [6], yaitu:

a. Tahap tumbuh

Tahap ini menjelaskan awan terus tumbuh sampai gaya apung termalnya menjadi sama dengan nol. Awan ini didominasi oleh arus udara yang bergerak ke atas. Awan seperti ini tidak menyebabkan hujan.

b. Tahap dewasa

Awan yang sudah terkumpul dan sudah membentuk gumpalan butiran air didominasi oleh arus udara yang mulai bergerak ke bawah yang menyebabkan terjadinya hujan ringan hingga lebat. Awan *Cumulonimbus* pada tahap dewasa ini merupakan masalah yang harus dihindari bagi penerbangan.

c. Tahap disipasi

Ketika arus udara yang bergerak ke bawah sudah lebih dari 50% maka awan *Cumulonimbus* memasuki tahap disipasi. Tahap disipasi akan merubah produksi hujan yang melemah sehingga terjadinya gerimis lalu pada akhirnya awan tersebut akan menghilang.

2.3 Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan yang asalnya dari istilah *Artificial Intelligence*, atau lebih tepatnya *Artificial*

Intelligent merupakan bidang ilmu komputer sains yang menirukan perilaku, cara kerja, pola dari otak manusia, yang memiliki kecerdasan atau kepintaran untuk dapat membantu mempermudah pekerjaan manusia [7]. Kecerdasan buatan harus memiliki dua bagian penting yaitu:

Yang pertama basis pengetahuan yang merupakan teori tentang pola pikir/ pemikiran / kumpulan fakta dan mempunyai hubungan antara fakta satu dengan fakta yang lain. Kedua Inference Engine yang artinya ialah suatu kemampuan yang kita berikan untuk melakukan proses berfikir dan membuat suatu kesimpulan berdasarkan data dan pengalaman belajarnya [7].

2.4 Decision Support System

Pengambilan keputusan merupakan sebuah penyusunan model keputusan, merupakan cara untuk mengembangkan logis yang mendasari masalah keputusan menjadi model matematis, dimana memiliki beberapa tahap yaitu tahap intelligence dimana proses pencarian dan pendeteksian ruang lingkup masalah dan proses pengenalan masalah dilakukan. Data inputan didapatkan, diolah dan dilakukan pengujian untuk mengenali masalah. Design yaitu dimana proses menemukan, mengembangkan dan menganalisis opsi tindakan yang dapat dilakukan, termasuk proses memahami masalah, melakukan penurunan solusi dan menguji kelayakan solusi. *Choice stage* yaitu dimana proses pemilihan dilakukan di antara berbagai alternatif, termasuk mencari, mengevaluasi dan merekomendasikan solusi yang tepat untuk model [8].

Dalam membuat model dari *Decision Support System* biasanya dikembangkan untuk pengguna tingkat pemahaman menengah ke atas terhadap teknologinya sendiri. Dalam pengembangan sistem informasi, *Decision Support System* hanya dapat dikembangkan jika sistem pengolahan transaksi (first level) dan sistem manajemen informasi (second level) sudah berjalan dengan baik. *Decision Support System*, yang juga diartikan sebagai sistem yang mampu memberikan kemampuan, baik kemampuan untuk memecahkan masalah maupun kemampuan untuk berkomunikasi terhadap masalah yang semiterstruktur. Dan menyelesaikan permasalahan yang semi terstruktur dengan memberikan pengetahuan yang mengarah pada keputusan tertentu [8].

2.5 Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah salah satu bagian dari ilmu kecerdasan buatan yang memiliki kondisi pasti benar atau salahnya. Prof. Lottfi A. Zaedah pertama kalinya memperkenalkan konsep Logika Fuzzy tahun 1965[9][11]. Logika Fuzzy

merupakan suatu teknik pemetaan variable inputan yang mengandung ketidakpastian/tidak tegas, yang dasar teorinya dari himpunan fuzzy. Biasanya fuzzy diadopsi untuk menyelesaikan masalah yang hasil outputnya berupa linguistik, atau bisa di bilang berupa beberapa variabel yang memiliki ketidakpastian/ketegasan[9].

Variable fuzzy adalah variabel atau parameter yang akan digunakan dan diproses oleh sistem fuzzy. Contohnya: suhu udara 850 mb, uap air, angin dan suhu permukaan 0-10 m [9].

Himpunan fuzzy merupakan suatu himpunan-himpunan yang dibicarakan atau suatu grup himpunan yang mewakili kondisi atau keadaan dalam variabel fuzzy. Contohnya: pada variabel suhu memiliki Himpunan DINGIN, NORMAL, dan HANGAT [9][10].

Semesta pembicaraan merupakan semua ruang nilai dari permasalahan yang telah ditentukan berdasarkan kaidahnya dimulai dari batas nilai terkecil sampai batas nilai terbesar, dan bersifat monoton naik kiri ke kanan, dapat berupa bilangan positif atau negatif, dan berupa bilangan *real*. Contohnya: suhu memiliki semesta pembicaraan $[-\infty, \infty]$. [9][10]

Domain adalah semua nilai yang diperbolehkan dalam semesta pembicaraan dan boleh pula diproses dalam himpunan fuzzy. Seperti semesta pembicaraan, domain himpunan fuzzy memiliki nilai monoton naik kiri ke kanan, dengan jenis bilangan *real* serta dapat berupa bilangan negatif ataupun positif, tetapi memiliki nilai batas tertentu setiap domainnya. Contohnya: variabel suhu dengan salah satu himpunan fuzzinya misal DINGIN memiliki domain $[0, 20]$. [9][10]

Fungsi keanggotaan (*membership functions*) merupakan suatu representasi masalah dalam bentuk kurva yang memperlihatkan pemetaan titik nilai input data kedalam nilai keanggotaannya dapat disebut juga sebagai derajat keanggotaan, dan memiliki interval $[0, 1]$. Untuk mendapatkan nilai keanggotaan biasanya menggunakan pendekatan fungsi matematis. (Kusumadewi dan Purnomo 2004) [12].

Operasi-operasi yang dapat dilakukan dalam logika dan himpunan *Fuzzy* sama dengan dalam logika dan himpunan biasa. Namun definisinya agak berbeda [3].

a. Gabungan (OR)

Gabungan antara himpunan A dan himpunan B dapat diartikan sebagai himpunan yang dekat dengan A atau dekat dengan B dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan yang bersangkutan [12].

$$A \cup B \rightarrow \mu_{A \cup B} = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

(2. 4)

Keterangan:

1. $\mu_A(x)$: Nilai Keanggotaan himpunan A
2. $\mu_B(x)$: Nilai Keanggotaan himpunan B
3. x : Nilai masukkan

b. Irisan (AND)

Irisan antara himpunan A dan himpunan B dapat diartikan sebagai himpunan yang dekat dengan A dan dekat dengan B, dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil pada himpunan yang bersangkutan [12].

$$A \cap B \rightarrow \mu_{A \cap B} = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

(2. 5)

Keterangan:

1. $\mu_A(x)$: Nilai Keanggotaan himpunan A
2. $\mu_B(x)$: Nilai Keanggotaan himpunan B
3. x : Nilai masukkan

c. Komplemen (NOT)

Komplemen dari himpunan A dapat diartikan sebagai himpunan yang tidak dekat dengan A, dengan cara mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan sebanyak 1.

$$\bar{A} \rightarrow \mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A(x)$$

(2. 6)

Keterangan:

1. μ_A : Himpunan A
2. x : Nilai Input

2.6. OpenGrADS

GrADS (*Grid Analysis and Display System*) merupakan perangkat lunak tidak berbayar yang dapat digunakan untuk analisis, manipulasi, dan menampilkannya dalam bentuk grafik seperti grafik garis, grafik batang, grafik kontur, grafik kontur berarsir, vector angin, ataupun garis alur (*streamlines*) untuk data sains atmosfer, data-data berbentuk grid dan data-data dari stasiun pengamatan. GrADS memiliki bermacam versi untuk: Linux, Windows, Unix, maupun Macintosh. GrADS dapat digunakan secara interaktif melalui *command-line* atau dipakai sebagai bahasa pemrograman sederhana (*scripting language*). Jenis-jenis data yang dapat dibaca GrADS yaitu: GRIB (*Gridded Binary*), HDF-SDS (*Hierarchical Data Format – Scientific Data Format*), netCDF, dan format biner stream.

GrADS bisa membuat plot dari suatu variable dengan kontur berarsir yang di-*overlay* pada kontur dari variable kedua. GrADS juga dapat

digunakan untuk memanipulasi data dari kumpulan file sehingga irisan data dari beberapa file tersebut dapat dianalisis karakteristiknya, misalnya membuat prediksi klimatologi suatu variable. Selain itu GrADS juga memiliki fungsi statistik dalam klimatologi dan sains atmosfer.

2.7. Android Studio

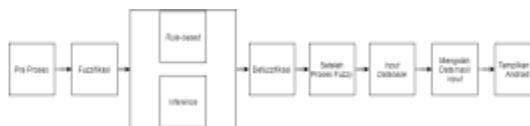
Android Studio saat ini merupakan IDE resmi untuk Android Development yang dirilis Google dalam *event* Google I/O 2013. Android Studio merupakan pengembangan dari IDE lain yaitu Eclipse, dan diciptakan berdasarkan IDE Java populer, yaitu IntelliJ IDEA. Android Studio dapat dikatakan adalah IDE resmi untuk *develop* berbagai aplikasi Android. Sebagai pengembangan dari Eclipse, Android Studio tentu mempunyai banyak fitur-fitur baru yang tidak terdapat pada Eclipse IDE. Berbeda dengan Eclipse yang memakai Ant sebagai environment, Android Studio menggunakan Gradle sebagai build *environment*.

Android-SDK adalah *tools* yang disediakan pada Android Studio untuk para programmer yang mau mengembangkan aplikasi pada platform Android. Android SDK mencakup satu paket alat pengembangan yang komprehensif. Android SDK terdiri dari *debugger*, *libraries*, *handset emulator*, dokumentasi, contoh kode, dan tutorial.

SQLite merupakan fitur penting dalam mengembangkan aplikasi Android untuk menghubungkan aplikasi dengan database yang berbasis SQL. Android Studio menjadi penghubung antara program yang berjalan pada aplikasi dengan database yang dibangun dengan SQLite. Karena SQLite merupakan alat *database* yang berbasis SQL maka cukup mudah bagi orang yang berpengalaman lain dalam SQL untuk menggunakan SQLite sebagai *database* mereka. [10]

3. Metode Penelitian

3.1. Desain Sistem



Pra Proses yang dimaksud pada Gambar adalah penentuan parameter, menentukan himpunan keanggotaan Fuzzy. Lalu dilanjut dengan proses Fuzzy Logic didalamnya. User memberi masukan pada aplikasi yang dikirim ke database untuk diolah di komputer server setelah

itu komputer server akan mengirimkan kembali data tersebut menjadi hasil defuzzifikasi dan menampilkannya pada Android.

3.2. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Perangkat keras yang dibutuhkan untuk pembuatan aplikasi penelitian ini adalah seperangkat komputer dengan detail spesifikasi minimum berikut ini.

1. Processor Dual Core
2. Memory RAM 8 GB
3. Hardisk SSD 128 GB
4. Windows 7

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Android Software Development Kit (SDK)
2. Java Development Kit (JDK) sebagai platform untuk Java.
3. Python sebagai pembangun server.
4. Android Studio 4.2.1
5. Figma untuk mendesign User Interface.
6. Windows 7 Standart

3.2. Desain Interface Android



a) Desain Himpunan Fuzzy

a. Uap Air

Tabel 1 Uap Air

Variabel Input	Himpunan Fuzzy	Semesta pembicaraan	Domain
Uap Air (Kg/m ³)	Rendah	[a, d]	[a,b]
	Sedang		[b,c]
	Tinggi		[c,d]

b. Temperatur Permukaan

Tabel 2 Temperatur Permukaan

Variabel Input	Himpunan Fuzzy	Semesta pembicaraan	Domain
Suhu Udara (°C)	Dingin	[a, d]	[a,b]
	Sedang		[b,c]
	Hangat		[c,d]

c. Kecepatan Angin

Tabel 3 Kecepatan Angin

Variabel Input	Himpunan Fuzzy	Semesta pembicaraan	Domain
Kecepatan angin (m/s)	Pelan	[a, d]	[a,b]
	Sedang		[b,c]
	Kecang		[c,d]

d. Temperatur Tekanan 850 Milibar

Tabel 4 Temperatur 850 Mb

Variabel Input	Himpunan Fuzzy	Semesta pembicaraan	Domain
Suhu Udara (°C)	Dingin	[a, d]	[a,b]
	Sedang		[b,c]
	Hangat		[c,d]

b) Desain Rule Fuzzy

Fuzzifikasi merupakan tahap pengubahan inputan yang nilainya bersifat pasti (*crisp input*) ke bentuk fuzzy input, yang berupa nilai linguistik dan nilai bilangan riil sebagai domiannya berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah kita tentukan sebelumnya.

Inferensi adalah tahap pembuatan aturan – aturan atau *rules* dengan pementaan sebuah ruang input untuk menghasilkan output dengan IF – THEN *rules*. *Fuzzy Inference System* atau bisa di sebut juga *fuzzy inference engine* merupakan hasil gabungan dari variabel fuzzy, himpunan fuzzy, domainnya dan output berupa nilai linguistiknya [12].

1. Metode Mamdani

Metode mamdani dapat di sebut juga metode Max-Min. menggunakan Min pada fungsi implikasinya, didefinisikan dengan persamaan aturan fuzzy sebagai berikut[12]:

$$IF Y1 is B1 AND \dots AND Yn is Bn then x is C$$

Dan Max pada susunan antar fungsi implikasinya metode ini didefinisikan dengan persamaan aturan fuzzy sebagai berikut[12] :

$$IF Y1 is B1 OR \dots OR Yn is Bn then x is C$$

Dimana *YI* menyatakan nilai variable, dimana *B1* merupakan himpunan fuzzinya. Dan *Yn* adalah jumlah variable

sampai ke-n dengan B_n merupakan himpunan fuzzy sampai ke-n, dan C merupakan nilai lingustiknya. Ada 4 langkah proses metode mamdani yaitu sebagai berikut (Haryanto & Nasari, 2015) [9].

1. Membuat himpunan fuzzy, caranya dengan menginisialisasi variabel fuzzy dan himpunan fuzzinya [9].
2. Mengimplementasikan fungsi implikasi ke metode mamdani. Fungsi implikasinya adalah MIN atau operator AND [9].
3. Metode Max / OR yaitu Solusi himpunan fuzzy yang didapat dari nilai maksimum aturan, lalu menggunakannya untuk memodifikasi area fuzzy, dan mengimplementasikannya ke output dengan menggunakan operator OR / Max [9].
4. Defuzzifikasi Yaitu proses dari nilai fuzzy merupakan suatu himpunan fuzzy diperoleh sesuai dengan aturan-aturan fuzzy mengubahnya menjadi nilai tegas (*crisp*), sedang untuk ouputnya yaitu bilangan domain himpunan fuzzy [9].

c) Desain Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah sebuah bilangan tunggal konvesi dari hasil bentuk fuzzy, yaitu nilai variabel inputan dan outputnya adalah derajat keanggotaan suatu fuzzy set, di ubah kedalam sebuah nilai yang lebih presisi atau nilai besaran. Salah satu metodenya adalah Metode Centeroid disebut juga *Center of gravity* atau *Center of Area*, solusi nilai crisp di dapat dengan mengambil titik pusat daerah fuzzy. Rumus metode centeroid sebagai berikut.[9][12]

$$y = \frac{\sum y\mu_n(y)}{\sum \mu_n(y)}$$

Dimana $\mu_n(y)$ adalah derajat keanggotaan dari y , dan y adalah nilai crisp (bilangan tegas).

4. Hasil dan Pembahasan

Pada pengujian metode ini, akan dilakukan pengujian tingkat keakuratan Logika Fuzzy dengan metode mamdani.

Pengujian ini akan dilakukan dengan cara menggunakan inferensi mesin metode mamdanidan metode defuazzifikasi centeroid disebut juga center of gravity atau center of crea. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui hasil dari keluaran nilai fuzzy serta keluaran nilai fuzzy dari yang diharapkan. Parameter akan diambil dari situs LAPAN dengan data yang disediakan hingga Desember 2020. Penulis akan mengambil sampel dari bulan Agustus dan Desember.

Untuk hasil keakuratan pada persamaan rumus centeroid adalah:

$$y = \frac{\sum y\mu_n(y)}{\sum \mu_n(y)}$$

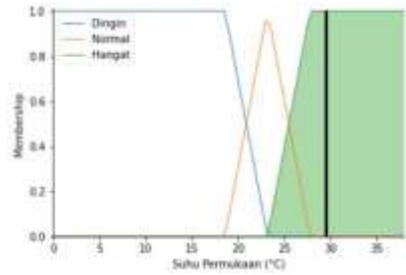
Tabel 1 Studi Kasus

Tanggal	Kasus	Variabel/Parameter			
		User		Otomatis / CSV Sistem	
		Suhu Permukaan	Angin	Vapor	Suhu 850
20/12/2020 15:00	1	29.5	4	0.0149837	25.3
16/08/2020 16:00	2	19.5	7	0.0165739	22.784
24/08/2020 00:00	3	22	1	0.0140726	23.004
08/12/2020 19:00	4	19.5	5	0.0131318	24.054
25/12/2020 03:00	5	27	1	0.0142476	26.305
25/12/2020 13:00	6	22	6	0.0166068	24.221
19/08/2020 12:00	7	24.5	1	0.0163704	24.904
21/08/2020 10:00	8	24.5	3	0.011868	27.539
03/12/2020 16:00	9	24.5	3	0.0165432	24.678
22/08/2020 04:00	10	27	1	0.012233	26.5
14/12/2020 14:00	11	22	5	0.0161001	22
15/12/2020 22:00	12	24.5	4	0.0140062	23.9
07/12/2020 16:00	13	19.5	4	0.0143599	24.2
04/12/2020 13:00	14	27	2	0.0161274	24.2
03/12/2020 22:00	15	24.5	2	0.0151993	24.7

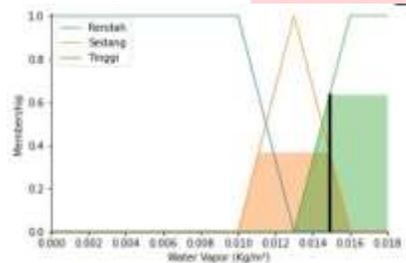
Ambil salah satu kasus, sebagai contoh ambil kasus pertama

Tanggal	Kasus	Variabel/Parameter			
		User		Otomatis / CSV Sistem	
		Suhu Permukaan (°C)	Angin (m/s)	Vapor (Kg/m³)	Suhu 850 mb (°C)
20/12/2020 15:00	1	29.5	4	0.0149837	25.3

Suhu Permukaan = 29.5

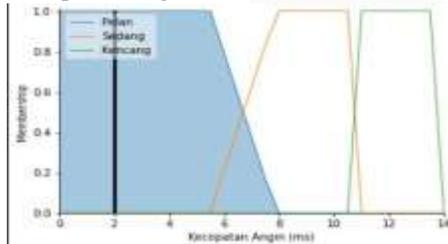


Gambar 3. Suhu Permukaan
Water Vapor = 0.0149



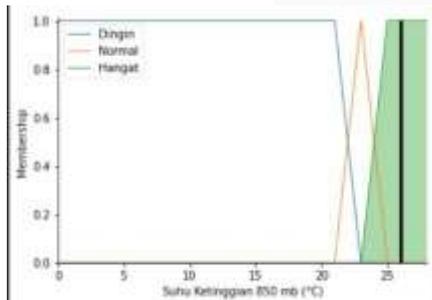
Gambar 4. Water Vapor

Kecepatan Angin = 4



Gambar 5. Kecepatan Angin

Suhu 850 Milibar = 25.3



Gambar 6. Suhu 850 Milibar

Setelah menentukan 4 nilai input fuzzy, dengan implikasi MIN (AND) dengan mengambil rule dari table 3.7 maka diperoleh:

Rule 66 = IF SUHU Hangat (1) AND VAPOR Sedang (0.37) AND

ANGIN Pelan(1) AND CLOUD Hangat (1) THEN OUTPUT = Cerah (0.37)

Rule 75 = IF SUHU Hangat (1) AND VAPOR Tinggi (0.63) AND ANGIN Pelan(1) AND CLOUD Hangat (1) THEN OUTPUT = Cerah (0.63)

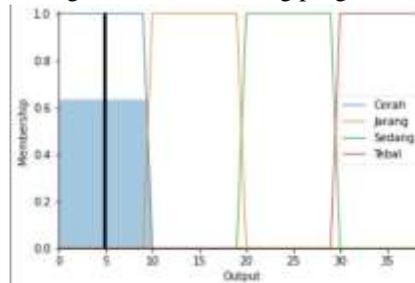
Dengan implikasi MAX (OR) diperoleh nilai fuzzy output:

$$\text{OUTPUT Cerah } (0.37) \vee \text{OUTPUT Cerah } (0.63) = \text{OUTPUT Cerah } (0.63)$$

Sehingga dengan menggunakan Center of gravity / center of area yang persamaannya sebagai berikut:

$$y = \frac{\sum y\mu_n(y)}{\sum \mu_n(y)}$$

Maka di dapatkan nilai sebagai seperti pada gambar hasil running program berikut:



Gambar 7. Output

Hasil running menunjukan nilai yaitu:

$$y = 4.84$$

Hasil dari pengujian akurasi yang telah dilakukan pada penelitian ini adalah diatas 80%. Pengujian akurasi menggunakan 15 data uji yang berupa nilai masukan parameter sistem menggunakan file netCDF dan website SADEWA. Perhitungan akurasi tersebut dilakukan dengan rumus jumlah data benar dibagi dengan jumlah data uji dikali 100%. Berikut adalah rumus menghitung nilai akurasi.

$$\frac{12}{15} \times 100\% = 80\%$$

Berikut adalah data uji yang digunakan dan seluruh hasil uji pengujian akurasi.

Tabel 4. 7 Detail hasil pengujian akurasi

Kasus	Data Output			Kesimpulan Fuzzy Mamdani & Website Sadewa (Sesuai/Tidak Sesuai)
	Website Sadewa	Program Fuzzy Mamdani (Py)	Manual Fuzzy Mamdani	
1	Cerah	Cerah	Cerah	Sesuai
	Clear	4.762424596224945	4.85	
2	Jarang	Jarang	Jarang	Sesuai
	Biru	18.621327863093974	19.5913	
3	Jarang	Jarang	Jarang	Sesuai
	Biru	17.874585968081917	17.3	
4	Cerah	Jarang	Jarang	Tidak Sesuai
	Clear	10.376040628153298	11.1713	
5	Cerah	Cerah	Cerah	Sesuai
	Clear	7.176146783028116	7.4232	
6	Jarang	Jarang	Jarang	Sesuai
	Biru	16.327855083364692	16.2	
7	Cerah	Jarang	Jarang	Tidak Sesuai
	Clear	12.5466373725258	13.1418	
8	Cerah	Cerah	Cerah	Sesuai
	Clear	4.851546391752579	4.95	
9	Cerah	Jarang	Jarang	Tidak Sesuai
	Clear	18.049802539026082	17.7	
10	Cerah	Cerah	Cerah	Sesuai
	Clear	4.818992695117262	4.95	
11	Sedang	Sedang	Sedang	Sesuai
	Hijau	25.97440310394432	27.266	
12	Jarang	Jarang	Jarang	Sesuai
	Biru	14.009423606459794	14.1	
13	Jarang	Jarang	Jarang	Sesuai
	Biru	11.842569456296912	12.2471	
14	Jarang	Jarang	Jarang	Sesuai
	Biru	13.321227431458516	13.3159	
15	Jarang	Jarang	Jarang	Sesuai
	Biru	13.490221522423745	13.8253	

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari penjelasan yang telah dijabarkan mengenai aplikasi *Weather* di atas, dapat di ambil kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Aplikasi yang dibuat dapat menampilkan hasil prediksi awan konvektif atau awan tumbuh berdasarkan dengan Input oleh pengguna.
2. Metode *Fuzzy Mamdani* yang digunakan cukup optimal dalam memberikan prediksi dan sebagai mesin pembantu pengambil keputusan *user* terhadap keadaan awan. Karena menghasilkan perhitungan akurasi sebesar 80% dengan menggunakan rumus perhitungan akurasi dengan rumus jumlah data benar/jumlah data uji dikali 100%.

5.2 Saran

Dari penyusunan laporan dan kesimpulan di atas, terdapat saran yang dapat menjadi bahan untuk pengembangan selanjutnya, yaitu:

1. Aplikasi *Weather* tidak hanya dibuat berbasis *mobile*, akan tetapi juga *website* maupun *platform iOS*.
2. Selanjutnya, dalam pengembangan sistem diharapkan dapat di-*support* oleh pihak -

pihak pendukung agar keputusan dari sistem semakin akurat dan lebih baik.

3. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat mencoba model parameter baru pada metode *Fuzzy Mamdani* untuk menguatkan pengaruh terhadap hasil diagnosa.

Referensi

- [1] Miftahudin, "Analisis Unsur-Unsur Cuaca dan Iklim Melalui Uji Mann-Kedall Multivariant," *Jurnal Matematika, Statistika, & Komputasi (JMSK)*, pp. Vol.13 No.1, 26-38, 2016.
- [2] A. H. T. S. H. P. P. Panvati Setiawan, "ESTIMASI AIR MAMPU CURAH MENGGUNAKAN DATA MODIS SEBAGAI INFORMASIINFORMASI CUACA SPASIAL DI PULAU JAWA," *Jurnal Pengindraan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, Vols. Vol 3, No.1, pp. 64 -76, 2006.
- [3] Kartasaepoetra and A. Gunarsih, *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*, Jakarta: PT Bumi Aksara, 2016.
- [4] P. A. Winarso, *Pengolahan Bencana Cuaca dan Iklim terhadap Tanah dan Tanaman*, Indonesia: KLH, 2003.
- [5] R. R. Rogers, *A Short Course in Cloud Physics*, Pergamon Press, 1979.
- [6] B. T. HK and S. W. B. Harijono, *Meteorologi Indonesia 2 : awan dan hujan monsun*, Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2012.
- [7] D. S. Rachmd and Widyastuti, "Filsafat Ontologi Kecerdasan Buatan Pada Perkembangan Teknologi Informasi," in *Sistem Informasi dan Teknologi (SISFOTEK)*, padang, 2020.
- [8] Sutedi, H. Purnomo and N. Handayani, "The Application of Profile Matching Method in Decision Support System for Selection of Training Instructors (Case Study at IIB Darmajaya's Training Center)," in *The 5th International Conference on Information*

- Technology and Bussiness (ICITB)*, Lampung, 2019.
- [9] Y. Yenni and I. Utnasari, "Fuzzy Logic Mamdani Memprediksi Tingkat Kriminalitas," in *SNISTEK*, Batam, 2019.
- [10] E. S. Puspita and L. Yulianti, "PERANCANGAN SISTEM PERAMALAN CUACA," in *Jurnal Media Informatika*, Bengkulu, 2016.
- [11] I. W. Harmoko and N. AZ, "Prototipe Model Prediksi Peluang Kejadian Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Tipe Mamdani dan Sugeno," *Jurnal TICOM*, vol. Vol.1 No.1, pp. 59-69, 2012.
- [12] Yulmaini, "PENGUNAAN METODE FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) MAMDANI DALAM PEMILIHAN PEMINATAN MAHASISWA UNTUK TUGAS AKHIR," in *Jurnal Informatika*, Bandar Lampung, 2015.
- [13] M. Murphy, *Android Programming Tutorial*, United States: CommonsWare, 2010.

