

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY TSUKAMOTO*
DALAM MENENTUKAN PREDIKSI CURAH
HUJAN DI KOTA SEMARANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika
dalam Ilmu Matematika



Oleh : **MAULANA MISBAHUL FUADI**

NIM : 1908046052

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maulana Misbahul Fuadi
NIM : 1908046052
Program Studi : Matematika

Menyatakan bahwa skripsi berjudul:

IMPLEMENTASI METODE *FUZZY TSUKAMOTO* DALAM MENENTUKAN PREDIKSI CURAH HUJAN DI KOTA SEMARANG

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 31 Mei 2023

Pembuat Pernyataan



Maulana Misbahul Fuadi
NIM. 1908046052



PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Implementasi Metode *Fuzzy Tsukamoto*
dalam Menentukan Prediksi Curah Hujan di
Kota Semarang

Penulis : **Maulana Misbahul Fuadi**

NIM : 1908046052

Program Studi : Matematika

Telah diujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat
diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana
dalam Ilmu Matematika.

Semarang, 21 Juni 2023

Ketua Sidang,

Aini Fitriyah, M.Sc

NIP. 19890929 201903 2 024

DEWAN PENGUJI



Sekretaris Sidang,

Dr. Budi Cahyono, M.Si

NIP.19801215 200912 1 003

Penguji Utama I,

Hj. Emy Siswanah, M.Sc

NIP. 19870202 201101 2 014

Penguji Utama II,

Seftina Diyah Miasary, M.Sc

NIP.19870921 201903 2 010

Pembimbing I,

Ariska Kurnia Rachmawati, M.Sc

NIP.19890811 201903 2 019

Pembimbing II,

Mohamad Tafrikan, M.Si

NIP.19890417 201903 1 010

NOTA DINAS

Semarang, 31 Mei 2023

Yth. Ketua Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Implementasi Metode *Fuzzy Tsukamoto*
dalam Menentukan Prediksi Curah Hujan di
Kota Semarang

Nama : **Maulana Misbahul Fuadi**

NIM : 1908046052

Jurusan : Matematika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing I,



Ariska Kurnia Rachmawati, M.Sc
NIP. 19890811 201903 2 019

NOTA DINAS

Semarang, 31 Mei 2023

Yth. Ketua Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Implementasi Metode *Fuzzy Tsukamoto*
dalam Menentukan Prediksi Curah Hujan di
Kota Semarang

Nama : **Maulana Misbahul Fuadi**

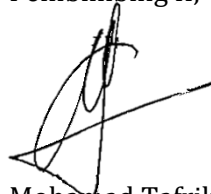
NIM : 1908046052

Jurusan : Matematika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing II,



Mohamad Tafrikan, M.Si
NIP.19890417 201903 1 010

ABSTRAK

Judul : **Implementasi Metode *Fuzzy Tsukamoto* dalam Menentukan Prediksi Curah Hujan di Kota Semarang**

Penulis : Maulana Misbahul Fuadi

NIM : 1908046052

Indonesia memiliki iklim tropis sehingga menyebabkan Indonesia memiliki dua musim yaitu kemarau dan hujan. Turunnya hujan memiliki beberapa faktor yang memengaruhinya seperti temperatur udara, lama penyinaran matahari, kelembapan udara dan kecepatan angin. Ketika mempelajari fenomena hujan, dapat dihubungkan dengan banyak ilmu sains yang salah satunya yaitu metode *fuzzy*. Peneliti melakukan riset menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* untuk memprediksi curah hujan di Kota Semarang. Metode *fuzzy tsukamoto* memiliki tiga tahapan yaitu *fuzzifikasi*, pembentukan inferensi dan *defuzzifikasi*. Hasil dari penelitian ini yaitu implementasi dengan menggunakan GUI Matlab pada prediksi curah hujan dari bulan Januari 2020 hingga bulan Desember 2022 dengan jumlah data sebanyak 546 data diperoleh 452 data yang sesuai dan 94 data tidak sesuai data aktualnya. Hasil dari *MAPE* yang digunakan pada data sebanyak 546 yaitu sebesar 10,3369% yang menyebabkan nilai *MAPE* ini berada pada rentang 10-20% dan dikategorikan baik serta memiliki nilai persentase sebesar 89,6631%. Dari hasil tersebut, peneliti memberikan beberapa saran kepada peneliti berikutnya untuk menggunakan metode *fuzzy* yang lain seperti *mamdani* atau *sugeno*, menambah variabel lain seperti arah angin dan menambah data masa lalu supaya mendapatkan hasil prediksi dari curah hujan yang lebih baik.

Kata Kunci: Curah Hujan, *Fuzzy Tsukamoto*, GUI Matlab, *MAPE*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan banyak rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Shalawat dan salam selalu penulis curahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, *ahlul bait* berupa keluarga dan sahabat-sahabat nabi yang telah menunjukkan pelajaran dan teladan bagi kita karena adanya Iman, Islam dan Ikhsan. Semoga kita sebagai umat Rasulullah SAW mendapatkan syafa'atul udzma di akhirat kelak, Aamiin yaaa Rabbal 'Aalamiin.

Penyusunan skripsi berjudul **“Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto dalam Menentukan Prediksi Curah Hujan di Kota Semarang”** dimaksudkan sebagai syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Studi S1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini memiliki beberapa kendala dan hambatan yang harus dilalui. Kendala-kendala tersebut dapat penulis atasi berkat adanya hidayah dari Allah SWT yaitu berupa bantuan, motivasi, do'a, kerjasama dan bimbingan dari berbagai pihak yang membuat

penulis dapat menyelesaikan skripsi ini secara baik. Oleh karena itu, penulis bermaksud menyampaikan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Allah SWT, sebab berkat rahmat, karunia serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
2. Bapak Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Bapak Dr. H. Ismail, M. Ag., selaku Dekan dan Ibu Emy Siswanah, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Ibu Ariska Kurnia Rachmawati, M.Sc. dan Bapak Mohamad Tafrikan, M.Si., selaku pembimbing I dan II yang dengan sabar bersedia untuk meluangkan waktu dalam membimbing, memotivasi dan mengarahkan penyusunan skripsi ini kepada peneliti.
5. Ibu Ayus Riana Isnawati, M.Sc. selaku wali dosen penulis yang dengan sabar bersedia untuk meluangkan waktu dalam membimbing, memotivasi dan mengarahkan selama empat tahun masa perkuliahan mulai dari maba hingga selesainya proses skripsi.

6. Seluruh *civitas academica* Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, terkhusus seluruh dosen yang telah mengajar dan berbagi pengalaman yang bermanfaat kepada penulis.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Abdul Karim, S.Pd dan Ibu Roisah serta adik kandung penulis yaitu Nada Rihadatul Aisy yang selalu memberi dukungan, didikan dan arahan, serta mendoakan penulis agar menjadi orang yang bermanfaat bagi orang lain.
8. Abah Prof. Dr. KH. Imam Taufiq, M.Ag dan Umi Nyai Dr. Hj. Arikhah, M.Ag sebagai Pengasuh Pondok Pesantren Darul Falah Besongo Semarang yang senantiasa mendoakan penulis.
9. Teman-teman Program Studi Matematika 2019, khususnya kelas Matematika B 2019 yang telah kebersamai dalam proses perkuliahan.
10. Teman-teman santri Darul Falah Besongo Semarang khususnya Lanange Besongo Asrama D2 dan Angkatan 2019 yang selalu menemani dalam proses pembelajaran mengenai bersosial masyarakat maupun tentang kitab kuning.
11. Teman-teman PKL BMKG Maritim Semarang tahun 2022, tim KKN MIT 15 Posko 14 Desa Margosari tahun

2023, HMJ Matematika 2021-2022, PMBS Semarang dan Iktasaba 2019 yang telah menemani penulis selama masa perkuliahan di UIN Walisongo Semarang.

12. Semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Atas segala kebaikan dari berbagai pihak, penulis mengucapkan banyak terimakasih dan mendoakan semoga Allah SWT senantiasa memberikan keberkahan serta membalaskan kebaikannya. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga hasil karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua, aamiin.

Semarang, 31 Mei 2023

Penulis



Maulana Misbahul Fuadi

NIM.1908046052

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
NOTA DINAS.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian.....	7
E. Batasan Masalah.....	7
BAB II LANDASAN PUSTAKA.....	9
A. Logika <i>Fuzzy</i>	9
B. Himpunan <i>Crisp</i> dan Himpunan <i>Fuzzy</i>	11
C. Fungsi Keanggotaan.....	13
1. Representasi Linear	14
2. Representasi Kurva Segitiga	17
3. Representasi Kurva Trapesium.....	18

4.	Representasi Kurva Bahu.....	20
D.	Sistem <i>Fuzzy</i>	22
E.	Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i>	23
F.	<i>Mean Absolute Percent Error (MAPE)</i>	26
G.	GUI Matlab untuk Pembuatan <i>Fuzzy</i>	27
H.	Temperatur Udara.....	29
I.	Lamanya Penyinaran Matahari	31
J.	Kecepatan Angin.....	32
K.	Kelembapan Udara.....	33
L.	Curah Hujan	34
M.	Penelitian Relevan	37
BAB III METODE PENELITIAN		42
A.	Jenis Penelitian.....	42
B.	Sumber Data	43
C.	Metode Pengumpulan Data	43
D.	Analisis Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		51
A.	Deskripsi Data.....	51
B.	Analisis Menggunakan Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i>	53
1.	Fuzzifikasi.....	53
2.	Pembentukan Inferensi atau Aturan <i>Fuzzy</i>	73
3.	Defuzzifikasi	76
C.	Implementasi Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Menggunakan Cara Manual	77

D. Implementasi Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Menggunakan GUI Matlab.....	93
E. Analisis dengan <i>MAPE</i>	95
BAB V PENUTUP	97
A. Kesimpulan	97
B. Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	103
RIWAYAT HIDUP	185

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Rata-rata Curah Hujan Kota Semarang Tahun 2016-2018	5
Tabel 2.1	<i>Range</i> Nilai <i>MAPE</i>	27
Tabel 2.2	Hubungan antara Lintang Tempat dan Kecepatan Linear	32
Tabel 3.1	Semesta Pembicaraan pada Tiap Variabel	44
Tabel 3.2	Himpunan <i>Fuzzy</i> Temperatur Udara	44
Tabel 3.3	Himpunan <i>Fuzzy</i> Lama Penyinaran Matahari	45
Tabel 3.4	Himpunan <i>Fuzzy</i> Kelembapan Udara	45
Tabel 3.5	Himpunan <i>Fuzzy</i> Kecepatan Angin	45
Tabel 3.2	Himpunan <i>Fuzzy</i> Curah Hujan	45
Tabel 4.1	Data Variabel Input dan Output	52
Tabel 4.2	Semesta Pembicaraan pada Tiap Variabel	54
Tabel 4.3	Himpunan <i>Fuzzy</i> dan Domain	65
Tabel 4.4	Aturan <i>Fuzzy</i> (<i>Ruled Based</i>)	75
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan <i>Fuzzy Tsukamoto</i> dan Data Aktual	92
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Menggunakan GUI Matlab dan Data Aktual	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Representasi Linear Turun	15
Gambar 2.2	Representasi Linear Naik	16
Gambar 2.3	Representasi Kurva Segitiga	17
Gambar 2.4	Representasi Kurva Trapesium	19
Gambar 2.5	Representasi Kurva Bahu	20
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Diagram Alir Penelitian	50
Gambar 4.1	Grafik Temperatur Udara	66
Gambar 4.2	Grafik Lama Penyinaran Matahari	68
Gambar 4.3	Grafik Kelembapan Udara	70
Gambar 4.4	Grafik Kecepatan Angin	72
Gambar 4.5	Hasil Prediksi Menggunakan GUI Matlab	93

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman	
Lampiran 1	Data Variabel Input dan Output	103
Lampiran 2	Aturan <i>Fuzzy (Rule Based)</i>	156
Lampiran 3	Contoh Perhitungan Manual	159
Lampiran 4	Desain <i>Figure</i> GUI Matlab Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i> <i>Tsukamoto</i>	166
Lampiran 5	Program GUI Matlab Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i>	167

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia adalah satu dari banyaknya negara dengan wilayah yang terdiri atas pulau-pulau. Pulau yang ada di Indonesia tersebar dengan jumlahnya sebanyak 17.499 pulau (Jamal, 2022). Sebab jumlah pulau-pulunya yang banyak, maka sebagian besar wilayah Indonesia merupakan laut yang membentang luas. Laut di Indonesia seperti sudah menjadi aliran nadi bagi rakyatnya. Hal ini karena di dalam serta sekitar laut dapat dimanfaatkan untuk mempertahankan kehidupannya.

Daerah perairan berupa laut yang terhampar luas di Indonesia membuat banyak dari masyarakatnya berprofesi sebagai nelayan. Para nelayan yang berada di sekitar laut tentunya terpengaruh pada aktivitas yang dilakukannya yaitu berupa perubahan cuaca yang ada di laut. Perubahan cuaca yang terjadi merupakan salah satu dari informasi yang diolah dan dikeluarkan oleh BMKG yang meliputi bagian Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika.

Indonesia memiliki iklim tropis yang menyebabkan terjadinya dua musim yaitu musim kemarau dan penghujan. Intensitas hujan dimengerti sebagai banyaknya curah hujan pada persatuan jarak waktu tertentu. Curah hujan didefinisikan sebagai ketinggian air hujan ketika terkumpul pada suatu tempat datar dan dalam keadaan tidak menguap, tidak meresap serta tidak mengalir (Hapiz, 2017).

Curah hujan yang terjadi dapat diprediksikan juga menggunakan banyak cara dengan salah satunya yaitu metode *fuzzy*. Ada banyak macam metode *fuzzy* yang dapat dimanfaatkan dalam memprediksi curah hujan, salah satunya yaitu metode *mamdani*, *sugeno* dan *tsukamoto*. Pada proses metode *fuzzy mamdani* dan *sugeno* terdapat empat proses yang sama. Tahapan yang dimaksud adalah seperti *fuzzifikasi*, pembentukan *rule* (aturan), analisis aturan menggunakan fungsi implikasi berupa fungsi *MIN* serta adanya tahapan komposisi aturan yang memanfaatkan fungsi *MAX* serta terdapat tahapan *defuzzifikasi* sebagai tahapan yang terakhir (Setiadji, 2009).

Metode *fuzzy tsukamoto* terdapat proses yang terbagi menjadi 3 tahapan yaitu proses *fuzzifikasi*, pembentukan inferensi *rule* (aturan) dengan analisis

aturan yang menggunakan proses aturan berupa fungsi implikasi dan *defuzzifikasi* dengan memanfaatkan metode rata-rata terpusat (*weight average*). Pada proses *defuzzifikasi*, metode mamdani biasa memanfaatkan metode *centroid* sedangkan metode *sugeno* serta *tsukamoto* memanfaatkan metode rata-rata terpusat (*weight average*) (Setiadji, 2009).

Dari beberapa jenis metode *fuzzy* yang dijelaskan diatas, peneliti menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* dalam meramalkan curah hujan yang terjadi di Kota Semarang. Metode *fuzzy tsukamoto* dipilih sebab terdapat beberapa kelebihan yang tidak dipunyai oleh metode *fuzzy* yang lain. Beberapa kelebihan yang dimiliki yaitu seperti metodenya yang sangat fleksibel, lebih intuitif, diterima oleh banyak pihak (Thamrin, 2012).

Penelitian yang dilakukan oleh Ummy Sholihah (2021), memprediksi curah hujan memanfaatkan metode *fuzzy tsukamoto*. Adapun beberapa variabel penelitian yang digunakan yaitu berupa temperatur udara, kelembapan udara, tekanan udara dan curah hujan itu sendiri. Hasil dari penelitian ini, untuk tingkat prediksi curah hujan pada bulan desember 2019 menghasilkan prediksi yang cukup baik. Prediksi yang

dihasilkan yaitu sebesar 48,7 mm curah hujan sedangkan variabel linguistik berada pada kondisi berawan.

Isnaini dkk. (2021) pernah meneliti tentang penerapan metode inferensi *fuzzy tsukamoto* dalam meramalkan curah hujan dasarian di Sumenep. Variabel yang digunakan yaitu berupa data histori curah hujan dari tahun 2016-2019 sebagai aturan *fuzzy*. Kemudian data curah hujan tahun 2020, digunakan sebagai data acuan guna peramalan hujan dasarian. Hasil yang didapatkan dengan menggunakan *fuzzy tsukamoto* mendapatkan nilai *MAPE (Mean Absolute Percentage Error)* sebesar 10,64% yang berarti memiliki akurasi yang baik. Prediksi yang digunakan dengan menggunakan *fuzzy tsukamoto* dapat meramalkan musim kemarau dengan tepat. Musim kemarau tersebut terjadi pada dasarian 3 pada bulan April 2020. Adapun prediksi yang dihasilkan untuk awal musim hujan yaitu pada dasarian 2 di bulan November 2020.

Data yang peneliti dapatkan dari website Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Semarang didapatkan bahwa pada kurun waktu tahun 2016-2018 terdapat tren curah hujan yang stagnan dan juga terdapat tren

yang tidak pasti. Adapun rata-rata curah hujan di Kota Semarang pada tahun 2016-2018 ditampilkan dalam tabel sebagai berikut (BPS Kota Semarang, 2022).

Tabel 1.1 Rata-rata Curah Hujan Kota Semarang
Tahun 2016-2018

Tahun	Rata-rata Curah Hujan Kota Semarang (Mm)
2016	181,833333
2017	181,833333
2018	5,644167

Sumber: (BPS Kota Semarang, 2022)

Dari data yang ditampilkan pada Tabel 1.1, dapat diketahui bahwa stagnasi rata-rata curah hujan pada tahun 2016 dan 2017 serta penurunan secara drastis pada tahun 2018 menyebabkan ketidakseimbangan pada kondisi curah hujan yang terjadi di Kota Semarang. Peneliti kemudian membuat prediksi curah hujan dengan melihat data pada tahun sebelumnya. Hal ini dimaksudkan supaya ketika terjadinya penurunan atau kenaikan secara tidak terduga dapat diketahui lebih awal dan menjadi sebuah informasi penting yang diterima oleh masyarakat lain yang membutuhkannya.

Penelitian ini merupakan prediksi dari curah hujan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* dengan beberapa variabel yaitu rerata temperatur harian, kelembapan udara, lamanya penyinaran matahari dan kecepatan angin yang terjadi dari bulan Januari 2020 hingga Desember 2022 dari data pengamatan yang dilakukan di BMKG Maritim Tanjung Emas Semarang. Hasil yang didapatkan, selanjutnya dibandingkan dengan data curah hujan sesuai data yang digunakan dengan data yang sudah ada di BMKG Maritim Semarang. Nilai keakuratan juga dicari dengan menggunakan *MAPE* dan setelah itu disimpulkan bagaimana hasil analisis tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka rumusan masalah yang diangkat yaitu:

1. Bagaimana hasil prediksi curah hujan di Kota Semarang dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*?
2. Bagaimana hasil keakuratan perhitungan metode *fuzzy tsukamoto* untuk memprediksikan curah hujan di Kota Semarang?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah, maka tujuan penelitian yang diperoleh yaitu:

1. Untuk mengetahui hasil prediksi curah hujan yang terjadi di Kota Semarang dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*.
2. Untuk mengetahui hasil keakuratan perhitungan metode *fuzzy tsukamoto* pada prediksi curah hujan di Kota Semarang.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang bisa diambil bagi peneliti yaitu untuk belajar mengaplikasikan salah satu implementasi dari metode *fuzzy tsukamoto*. Manfaat lain yang dapat diambil bagi lembaga yaitu untuk memberikan metode lain yang bisa memprediksi curah hujan. Kemudian manfaat yang dapat didapatkan pembaca yaitu penelitian ini dapat menjadi acuan ketika orang tersebut hendak melakukan penelitian yang sejenis.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian yang akan dibahas bertujuan agar memperjelas serta supaya

tidak memperluas pokok bahasan. Batasan masalah dari penelitian yang dibahas yaitu sebagai berikut:

1. Objek penelitian dibatasi pada observasi BMKG Stasiun Maritim Tanjung Emas Semarang.
2. Menggunakan data sekunder yaitu data pengamatan dari bulan Januari 2020 hingga Desember 2022.
3. Variabel yang digunakan dalam penentuan prediksi curah hujan yaitu temperatur udara, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, kelembapan udara serta data curah hujan itu sendiri.
4. Sistem yang dibuat berupa prediksi (*forecast*), yang mana membuat prediksi ini dianalisis dengan catatan berapa akuratnya metode yang digunakan dalam penelitian ini.
5. Sistem ini digunakan hanya untuk menguji curah hujan pada tahun 2020, 2021 dan 2022, bukan tahun-tahun selain ini.
6. Batas-batas nilai himpunan diterapkan pada sistem yang dijalankan pada setiap kriterianya.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

Pada bab ini dijabarkan mengenai kajian literatur terdahulu dan juga beberapa dasar acuan untuk memperkuat bahasan pada penelitian ini.

A. Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* dicetuskan pertama kali oleh Lotfi Asker Zadeh pada tahun 1965. Arti dari *fuzzy* menurut bahasa yaitu kabur, tidak jelas dan tidak pasti, sedangkan menurut istilah mempunyai makna bahwa bentuk representasi pengetahuan yang cocok pada kondisi yang memiliki sifat humanis dan tidak dapat diselesaikan dengan menggunakan cara yang bersifat eksak (Rindengan & Langi, 2019). Logika *fuzzy* secara umum diimplementasikan pada masalah yang bersifat samar, tidak jelas, ketidakpastian (*uncertainty*), ketidakpastian (*imprecise*), dan lain sebagainya. Logika *fuzzy* adalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam melakukan *forecasting* (peramalan) pada kejadian yang hendak terjadi di waktu yang akan datang.

Penggunaan logika *fuzzy* yaitu sebagai salah satu cara guna memetakan permasalahan dari *input* menuju *output* sesuai yang diharapkan oleh peneliti.

Logika *fuzzy* sendiri memiliki beberapa keunggulan yang menyebabkan banyak orang sering menggunakannya. Diantara keunggulan yang dimiliki oleh logika *fuzzy* yaitu sebagai berikut (Kusumadewi & Purnomo, 2004):

1. Konsep matematis yang menjadi dasar penalaran *fuzzy* sangat sederhana serta mudah dipahami.
2. Fleksibelnya logika *fuzzy*, yang berarti mampu berubah dan beradaptasi dengan ketidakpastian.
3. Toleransi data yang dipunyai oleh logika *fuzzy* dapat diketahui dengan sangat tepat.
4. Pemodelan pada fungsi-fungsi nonlinear pada logika *fuzzy* sangat kompleks.
5. Membangun serta mengimplementasikan pengalaman dari para pakar pada logika *fuzzy* dapat dilakukan secara langsung tanpa adanya pelatihan secara khusus.
6. Kerjasama yang dilakukan dengan teknik kendali pada logika *fuzzy* dilakukan secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* diambil dengan menggunakan bahasa alami.

Adapun contoh penerapan logika *fuzzy* dalam kehidupan sehari-hari yaitu seperti cara kerja mesin cuci untuk pengaturan kecepatan rotasi mesin

berdasarkan jumlah pakaian, tingkat kekotoran dan volume air. Memprediksikan jumlah produk yang perlu dibuat ketika diketahui permintaan dan persediaannya dan juga pada pendingin AC (*Air Conditioner*) yang dimanfaatkan untuk menghemat daya atau listrik dengan cara melakukan proses pendinginan berdasarkan kondisi suhu ruangan (www.achmatim.net, diakses 9 Juli 2023).

B. Himpunan *Crisp* dan Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *crisp* atau disebut juga dengan himpunan tegas adalah nilai keanggotaan pada suatu elemen x pada himpunan A . Himpunan *crisp* ini biasa ditulis dengan simbol $\mu_A(x)$. Menurut Altien J. Rindengan dan Yohanes A.R. Langi (2019) terdapat 2 kemungkinan yang biasa dimiliki oleh himpunan *fuzzy*, yaitu:

1. Nilai 1 (satu), memiliki makna bahwa elemen tersebut merupakan anggota dalam suatu himpunan, atau.
2. Nilai 0 (nol), memiliki makna bahwa elemen tersebut bukan merupakan anggota dalam suatu himpunan.

Himpunan *fuzzy* adalah suatu kelompok yang menjadi wakil pada suatu keadaan tertentu pada

variabel *fuzzy*. Variabel *fuzzy* kemudian terbagi ke dalam dua atribut yang dimiliki oleh himpunan *fuzzy*. Atribut yang dimaksud adalah sebuah nilai yang direpresentasikan dengan suatu tingkatan tertentu. Atribut yang digunakan dalam himpunan *fuzzy* yaitu sebagai berikut:

1. Linguistik, merupakan penamaan pada suatu grup yang menjadi wakil pada kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa yang alami, contohnya seperti rendah, sedang, tinggi atau bisa juga dengan istilah seperti hujan, mendung dan cerah.
2. Numeris, adalah bagian dari suatu nilai yang direpresentasikan dengan menggunakan angka. Kegunaan dari atribut numeris ini adalah untuk menunjukkan besarnya ukuran nilai dari suatu variabel, contohnya seperti 30, 35, 45 dan sebagainya.

Pembentukan himpunan *fuzzy* didasarkan dengan menggunakan aturan kuartil. Kuartil pada materi statistika merupakan nilai yang membagi dari sekumpulan data menjadi empat bagian yang sama banyaknya dengan cara mengurutkan data tersebut dari terkecil hingga terbesar (Habiby, 2017). Kuartil memiliki tiga jenis tingkatan sesuai letak datanya. Tiga

jenis kuartil tersebut yaitu kuartil bawah atau kuartil pertama yang disimbolkan dengan (Q_1), kuartil tengah atau kuartil kedua dengan simbol (Q_2) dan kuartil atas atau kuartil ketiga yang disimbolkan dengan (Q_3).

Secara umum, bentuk dari persamaan untuk mencari kuartil adalah sebagai berikut.

Kuartil bawah (Q_1):

$$Q_1 = \frac{x\left(\frac{n}{4}\right) + x\left(\frac{n}{4} + 1\right)}{2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Kuartil tengah (Q_2):

$$Q_2 = \frac{x\left(\frac{n}{2}\right) + x\left(\frac{n}{2} + 1\right)}{2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Kuartil atas (Q_3):

$$Q_3 = \frac{x\left(\frac{3 \times n}{4}\right) + x\left(\frac{3 \times n}{4} + 1\right)}{2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

Q_1 = kuartil bawah atau pertama

Q_2 = kuartil tengah atau median

Q_3 = kuartil atas atau ketiga

x = data ke-

n = jumlah data yang digunakan

C. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan disebut juga dengan *membership function*. Menurut Kusumadewi dkk. (2004) yang dimaksud dengan fungsi keanggotaan

adalah suatu kurva yang menjadi petunjuk korespondensi satu-satu pada titik-titik *input* data ke dalam suatu nilai keanggotaan yang sering disebut sebagai derajat keanggotaan dengan interval mulai dari 0 hingga 1. Langkah yang diperlukan ketika mencari nilai keanggotaan yaitu dengan menggunakan pendekatan fungsi. Beberapa cara yang dapat digunakan ketika proses merepresentasikan fungsi keanggotaan yaitu:

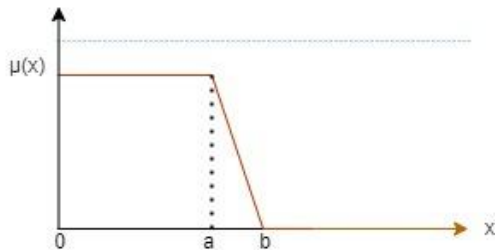
1. Representasi Linear

Sebagaimana nama dari pendekatan fungsi ini yaitu linear yang memiliki arti garis lurus, maka dapat dimengerti bahwa representasi linear merupakan pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya sebagai suatu garis lurus. Terdapat dua kemungkinan yang terjadi pada representasi linear, yaitu:

a. Representasi linear turun

Kondisi linear turun yaitu ketika himpunan mengalami penurunan yang diawali pada nilai domain serta memiliki derajat keanggotaan paling tinggi yang berada di sebelah sisi kiri, selanjutnya bergerak menurun ke nilai domain yang mempunyai derajat

keanggotaan lebih rendah. Jika direpresentasikan dengan menggunakan gambar, maka akan seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 2.1 Representasi Linear Turun

Sumber: (Kusumadewi & Purnomo, 2004)

Bentuk fungsi keanggotaan dari representasi linear turun yaitu sebagai berikut.

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \dots\dots\dots(2.4) \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

Keterangan:

$\mu[x]$ = derajat keanggotaan

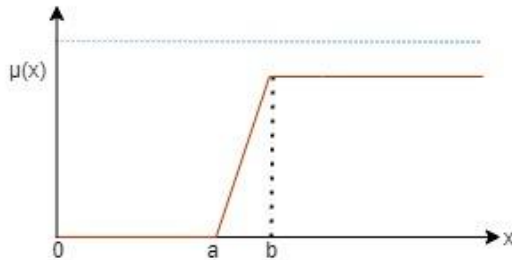
a = nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan satu

b = nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol

x = nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy

b. Representasi linear naik

Kondisi linear naik yaitu ketika himpunan mengalami kenaikan yang diawali pada nilai domain mempunyai derajat keanggotaan nol (0) akan bergeser ke arah kanan mendekati nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Jika direpresentasikan dengan menggunakan gambar, maka akan seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 2.2 Representasi Linear Naik

Sumber: (Kusumadewi & Purnomo, 2004)

Bentuk fungsi keanggotaan dari representasi linear naik yaitu sebagai berikut.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \dots\dots\dots (2.5) \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

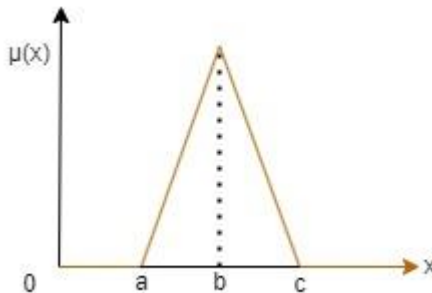
Keterangan:

$\mu[x]$ = derajat keanggotaan

- a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu
- x = nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy

2. Representasi Kurva Segitiga

Representasi kurva segitiga merupakan kurva yang terbentuk dari dua garis (linear). Representasi ini ditentukan dengan menggunakan tiga parameter berupa $\{a, b, c\}$ dengan mengikuti beberapa aturan persamaan fungsi keanggotaan. Jika direpresentasikan dengan menggunakan gambar, maka akan seperti yang ditunjukkan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 2.3 Representasi Kurva Segitiga

Sumber: (Kusumadewi & Purnomo, 2004)

Bentuk fungsi keanggotaan dari representasi kurva segitiga yaitu sebagai berikut.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-a)}; & b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots(2.6)$$

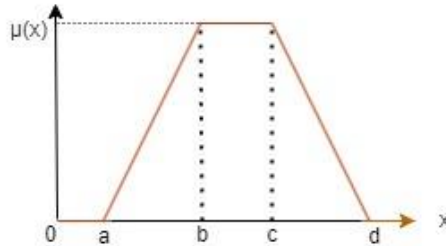
Keterangan:

- $\mu[x]$ = derajat keanggotaan
- a = nilai domain terkecil yang memiliki derajat keanggotaan nol
- b = nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan satu
- c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- x = nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy

3. Representasi Kurva Trapesium

Representasi ini berbentuk mirip dengan representasi kurva segitiga, namun perbedaan yang terdapat pada kurva trapesium ini yaitu memiliki derajat keanggotaan berupa nilai 1 (satu). Representasi ini ditentukan dengan menggunakan empat parameter berupa $\{a, b, c \text{ dan } d\}$ dengan mengikuti beberapa aturan persamaan fungsi keanggotaan. Jika direpresentasikan dengan

menggunakan gambar, maka akan seperti yang ditunjukkan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 2.4 Representasi Kurva Trapesium

Sumber: (Kusumadewi & Purnomo, 2004)

Bentuk fungsi keanggotaan dari representasi kurva trapesium yaitu sebagai berikut.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)}; & c \leq x \leq d \end{cases} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

$\mu[x]$ = derajat keanggotaan

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu

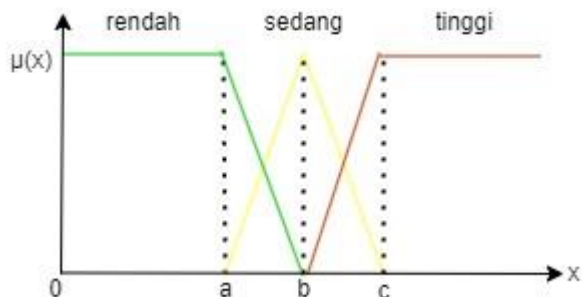
c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu

d = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotan nol

x = nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy

4. Representasi Kurva Bahu

Representasi ini memiliki daerah yang berada pada tengah suatu variabel yang telah direpresentasikan melalui bentuk kurva segitiga dengan ketentuan sisi kanan dan kirinya akan berubah (naik turun). Akan tetapi pada beberapa kondisi variabel tersebut tidak berubah. Himpunan fuzzy “bahu”, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy. Bentuk grafik dari representasi kurva bahu adalah sebagai berikut.



Gambar 2.5 Representasi Kurva Bahu

Sumber: (Kusumadewi & Purnomo, 2004)

Fungsi keanggotaan dari representasi kurva bahu dapat dipahami dengan rumus-rumus berikut ini.

a. Rendah

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \dots\dots\dots(2.8) \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

b. Sedang

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \dots\dots\dots(2.9) \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

c. Tinggi

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq b \\ \frac{(x-b)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \dots\dots\dots(2.10) \\ 1; & x \geq c \end{cases}$$

Keterangan:

$\mu[x]$ = derajat keanggotaan

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy

D. Sistem Fuzzy

Sistem *fuzzy* merupakan sebuah *framework* komputasi yang bersifat populer dengan berdasarkan pada konsep teori himpunan *fuzzy*, aturan *if-then fuzzy*, dan juga penalaran *fuzzy*. Sistem *fuzzy* pada dasarnya merupakan pemetaan nonlinear dari vektor data *input* menjadi scalar *output*. Proses pemetaan ini dilibatkan pada daerah *input/output* fungsi keanggotaan, operator-operator *fuzzy*, aturan *fuzzy if-then*, agresi dari himpunan *output* dan *defuzzification* (Rindengan & Langi, 2019).

Menurut Hana Meisaria Retno Permatalityanti (2021) tahapan dalam *Fuzzy Inference System* yaitu sebagai berikut.

1. *Fuzzyfication*, merupakan tahapan awal pada perhitungan *fuzzy* yaitu caranya dengan mengubah nilai *inputan* yang berupa *crisp* (nilai pasti) ke dalam bentuk *fuzzy input* yang memiliki tingkat keanggotaan. Hasil dari nilai tersebut kemudian menjadi personel dari setiap himpunan *fuzzy* yang sesuai berdasarkan derajat keanggotaannya.
2. Inferensi *fuzzy*, merupakan proses penalaran yang menggunakan *fuzzy input* serta *fuzzy rules* yang

telah ditentukan sehingga dapat menghasilkan *fuzzy output*.

3. *Defuzzification*, merupakan tahapan mengubah *fuzzy output* ke dalam nilai *real* atau tegas berdasarkan pada fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Proses ini adalah proses yang sangat penting dalam memodelkan *system fuzzy* sebab berfungsi sebagai nilai *output* dari *fuzzy* (Permataliyanti, 2021).

E. Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Metode *Fuzzy Tsukamoto* dicetuskan pertama kali oleh Y. Tsukamoto pada tahun 1979. Pada metode ini, dijelaskan bahwa konsekuensi pada tiap *rules if-then* direpresentasikan melalui himpunan *fuzzy* yang dikelola dengan menggunakan fungsi keanggotaan. Dalam mencari hasil berupa nilai *output crisp* atau dikenal dengan hasil yang tegas (Z) dan dicari dengan cara mengubah *inputan* (berasal dari himpunan *fuzzy* yang didapatkan berdasarkan komposisi *rules fuzzy*) menjadi beberapa nilai pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Fase *defuzzifikasi* yang digunakan pada metode *fuzzy tsukamoto* yaitu dengan menggunakan metode *defuzzifikasi* rata-rata terpusat (*Center Average Defuzzifier*).

Beberapa tahapan ketika menganalisis dengan menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto* adalah sebagai berikut:

1. *Fuzzyfication*

Pada proses ini, variabel *input* yang memiliki nilai *crisp* atau nilai nyata diubah menjadi variabel linguistik sebagai bagian guna menghasilkan nilai *fuzzy*. Semesta pembicaraan ditentukan pada nilai variabel *input*, kemudian setiap nilai dari variabel *input* ini ditentukan dengan menggunakan variabel linguistik, setelah itu nilai domain pada setiap variabel dicari dan dibentuklah himpunan *fuzzy* pada tiap variabel.

2. Inferensi *Fuzzy*

Inferensi *fuzzy* dibentuk bertujuan untuk menghasilkan keluaran tegas. Aturan ini menggunakan aturan "*IF-THEN*" atau "jika-maka" dan operator yang digunakan pada antar variabel masukkan menggunakan operator "*and*", sehingga aturan *fuzzy* yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$IF\ x\ is\ A\ and\ y\ is\ B\ THEN\ z\ is\ C.....(2.11)$$

Setiap aturan yang didapatkan dari aturan diatas merupakan pernyataan implikasi. Dalam

inferensi fuzzy fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi implikasi MIN, yaitu mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan *fuzzy* yang sudah ditentukan. Hasil dari fungsi implikasi yang didapat pada setiap aturan disebut α -predikat atau ditulis dengan simbol α saja.

$$\alpha_i = \mu_{A \cap B} = \min(\mu_{A_i}[x], \mu_{A_i}[y]), \forall i = 1, 2, 3, \dots \quad (2.12)$$

Keterangan:

α_i = hasil dari inferensi menggunakan implikasi MIN

$\mu_{A \cap B}$ = derajat keanggotaan yang memiliki anggota berupa irisan dari nilai A dan B

min = inferensi menggunakan implikasi MIN

$\mu_{A_i}[x]$ = derajat keanggotaan dari x

$\mu_{A_i}[y]$ = derajat keanggotaan dari y

α_i adalah hasil pada proses inferensi yang dilakukan dengan memanfaatkan aturan fungsi implikasi MIN.

3. *Defuzzyfication*

Defuzzyfication atau dikenal juga dengan istilah defuzzifikasi merupakan proses mengubah nilai keluaran *fuzzy* pada hasil di atas ke dalam nilai keluaran bentuk tegas atau nilai nyata. Pada

metode *tsukamoto* proses defuzzifikasi ditentukan dengan menggunakan perhitungan rata-rata terbobot (*Weighted Average*), sebagaimana rumus di bawah ini:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n a_i x_i}{\sum_{i=1}^n a_i}; \text{ dengan } \forall i = 1, 2, 3, \dots \dots (2.13)$$

Keterangan:

Z = nilai defuzzifikasi (*output*)

a_i = nilai α -predikat pada aturan ke- i

x_i = nilai *output fuzzy* pada aturan ke- i

F. Mean Absolute Percent Error (MAPE)

Mean Absolute Percent Error atau disingkat dengan (*MAPE*) merupakan metode yang digunakan guna menghitung besarnya rata-rata persentase kesalahan mutlak dalam sebuah pengukuran (Sukerti, 2015). *Error* yang dihasilkan merupakan bagaimana besarnya selisih hasil prediksi dan nilai yang akan diprediksi. Selisih tersebut terjadi disebabkan terdapat acaknya data atau sebab prediksi yang didapatkan tidak memiliki hasil dari informasi yang bisa menjadikan acuan bahwa prediksi ini lebih akurat. Secara matematis *MAPE* dipahami dengan rumus berikut ini.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(|y_i - \hat{y}_i|)}{y_i} \times 100\% \dots \dots \dots (2.14)$$

Keterangan:

$MAPE$ = mean absolute percent error

n = jumlah data

y_i = nilai aktual indeks

\hat{y}_i = nilai prediksi indeks

Hasil dari $MAPE$ dapat dikatakan baik ketika nilainya semakin rendah. Pada $MAPE$ terdapat *range* nilai yang dapat dijadikan sebagai rujukan dalam pengukuran. *Range* nilai tersebut yaitu:

Tabel 2.1 *Range* Nilai $MAPE$

Range MAPE	Makna
<10%	Model prediksi dikategorikan sangat baik
10-20%	Model prediksi dikategorikan baik
20-50%	Model prediksi dikategorikan layak
>50%	Model prediksi dikategorikan buruk

G. GUI Matlab untuk Pembuatan *Fuzzy*

Matlab adalah salah satu bahasa pemrograman yang ada dan memiliki fungsi serta karakteristik yang berbeda dari bahasa pemrograman yang lain seperti C++, *Python* ataupun *Delphi* (Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018). Matlab termasuk ke dalam bahasa pemrograman yang memiliki tingkat yang tinggi sebab mempunyai fokus yang sangat dalam terhadap berbagai macam bidang. Beberapa bidang yang dimaksud adalah seperti komputasi matematis,

analisis data, pengembangan algoritma pemrograman, simulasi serta penggambaran menggunakan beberapa grafik yang terdapat di dalamnya. Salah satu fitur yang tidak terdapat pada bahasa pemrograman lain yaitu GUI (*Graphical User Interface*).

GUI (*Graphical User Interface*) merupakan sebuah fitur yang diimplementasikan oleh matlab sebagai sebuah figure yang berisi berbagai *style* objek pada *UIControl*. Pada GUI terdapat beberapa objek grafik yang berfungsi untuk membangun program yaitu seperti *push button* (tombol), *static text*, *edit text*, *axes* (grafik) dan lain-lain. Objek-objek tersebut digunakan dan disesuaikan dengan kebutuhan orang yang akan menggunakannya. Beberapa objek tersebut kemudian dapat digunakan untuk membuat program agar bekerja ketika diaktifkan oleh pemakai GUI. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam membuat GUI adalah sebagai berikut.

1. Mengatur *Layout* Komponen GUI

Langkah pertama adalah membuka GUIDE Matlab dan menentukan *template* GUI. Langkah ini diawali dengan mendesain *figure* dengan menggunakan komponen palet sesuai dengan

kebutuhan seperti *push button*, *edit text*, *static text* dan lain sebagainya. Selesai mengatur layout GUI, simpan file *figure* yang secara default akan memiliki ekstensi *.fig. Pada saat menyimpan file ini, kemudian matlab akan secara otomatis membuatkan sebuah m-file dengan nama dan memiliki ekstensi *.m.

2. Memprogram Komponen GUI

M-file yang secara otomatis terbentuk pada proses sebelumnya akan terbuka dan program yang akan digunakan disesuaikan pada komponen control agar dapat bekerja secara simultan. Ketika membuat program *M-file*, yang harus diperhatikan adalah pada fungsi matlab yang bertanda *callback* ditulis untuk perintah yang perlu dijalankan.

H. Temperatur Udara

Temperatur udara adalah ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda. Alat yang digunakan untuk mengukur temperatur disebut termometer. temperatur akan menunjukkan derajat panas yang berbeda pada benda (Kreith, 1991). Temperatur disebut juga dengan suhu. Secara logisnya semakin tinggi suhu suatu benda maka akan semakin panas pula

benda tersebut. Pada penelitian secara mikroskopis, suhu akan menunjukkan energi yang dimiliki pada benda tersebut. Setiap atom yang berada pada benda akan bergerak, baik secara perpindahan maupun gerakan di tempat berupa getaran. Semakin tinggi energi pada atom penyusun benda maka akan semakin tinggi pula suhu benda tersebut. Kata lain dari suhu adalah temperatur dan memiliki satuan yaitu Kelvin (K). Satuan pada skala lain yaitu Celcius (C), Fahrenheit (F) dan Reamur (R).

Suhu udara dapat dimengerti sebagai keadaan panas atau dinginnya udara. Suhu atau disebut juga temperatur udara terjadi sebab akibat dari adanya radiasi panas sinar matahari yang diterima oleh bumi (Horn, Trewartha, & Glenn, 1995). Ketika hari cerah, radiasi dengan cepat akan membuat panas daratan dan selanjutnya daratan tersebut akan membuat panas udara yang ada di atasnya. Pada waktu malam hari yang cerah juga terjadi pelepasan panas yang berasal dari bumi dan dapat membuat terjadinya pendinginan dengan cepat di permukaan bumi. Ketika terjadinya pendinginan tersebut maka bumi akan memiliki suhu yang lebih rendah dari biasanya.

I. Lamanya Penyinaran Matahari

Sumber energi utama di dunia ini adalah matahari. Bentuk dari energi matahari yang dapat kita lihat dan rasakan adalah seperti cahaya yang tampak serta gelombang pendek (Gealson, K., Karecki, & Reif, 2007). Energi matahari yang masuk ke bumi akan berubah menjadi panas serta akan menghangatkan atmosfer. Beberapa energi yang masuk juga akan dipantulkan kembali ke atmosfer. Semakin banyaknya jumlah gas rumah kaca yang masuk akan membuat atmosfer terperangkap di dalam atmosfer bumi. Kejadian yang berlangsung secara terus menerus akan menyebabkan efek rumah kaca serta mengakibatkan suhu rata-rata tahunan meningkat.

Kejadian meningkatnya suhu rata-rata tahunan tersebut dipengaruhi oleh lamanya penyinaran matahari yang masuk di bumi. Lamanya penyinaran matahari dapat dihitung serta diukurinya panjang noda bakar pada pias matahari dengan satuan jam. Penyebab terbakarnya pias matahari adalah oleh banyaknya intensitas radiasi matahari yang difokuskan oleh bola kaca pada *Campbell Stokes*. *Campbell Stokes Recorder* merupakan alat yang digunakan secara resmi oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika.

J. Kecepatan Angin

Ketika bumi mengalami rotasi, atmosfer yang berada di lapisan terluar bumi juga ikut berotasi. Pada keadaan ini, molekul-molekul udara memiliki kecepatan gerak sesuai dengan arah rotasi bumi yaitu ke arah timur (Regariana, 2006). Kecepatan yang terjadi ini disebut juga dengan kecepatan linier. Kecepatan ini dipengaruhi pula oleh bentuk bumi yang bulat sehingga menyebabkan kecepatan linier semakin kecil ketika lebih dekat ke arah kutub. Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin disebut dengan *anemometer*. Alat ini sangat berguna untuk mengetahui bagaimana kecepatan angin yang terjadi di daerah tersebut. Dari pengukuran menggunakan *anemometer* ini, terdapat beberapa hubungan antara lintang tempat dan kecepatan linier. Hubungan yang terjadi adalah seperti pada Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 Hubungan antara Lintang Tempat dan Kecepatan Linier

Lintang Tempat	Kecepatan Linier
0° (ekuator)	461 meter/detik
30°	402 meter/detik
60°	232 meter/detik
90° (kutub)	0 meter/detik

Sumber: (Regariana, 2006)

K. Kelembapan Udara

Udara merupakan tempat dimana terdapatnya uap air yang bersumber dari penguapan air yang ada di bumi dengan samudra yang merupakan sumber paling utama (Regariana, 2006). Beberapa sumber lain adalah berasal dari sungai, danau, rawa dan lain sebagainya. Uap air ini dipengaruhi oleh suhu udara, sehingga jika suhu udara pada tempat tertentu tinggi maka uap air yang akan dihasilkanpun juga semakin banyak. Semakin banyak uap air yang ada maka semakin lembab pula udara yang ada di daerah tersebut. Kelembapan udara yang ada tersebut kemudian dihitung dan diukur dengan menggunakan alat yang bernama *hygrometer* atau *psychrometer*.

Kelembapan ini kemudian diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu sebagai berikut:

1. Kelembapan udara absolut, merupakan kelembapan udara yang disebabkan oleh banyaknya uap air yang terdapat di udara pada suatu tempat dan kemudian dinyatakan dengan menghitung banyaknya gram uap air dalam $1 m^3$ udara.
2. Kelembapan udara relatif, merupakan hasil dari nilai perbandingan jumlah uap air dalam udara (kelembapan absolut) dengan jumlah uap air

maksimum yang dapat ditampung oleh udara tersebut pada keadaan suhu yang sama dan dinyatakan dalam bentuk persen (%).

L. Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Curah hujan ini diukur dengan menggunakan alat yang bernama *Rain gauge* dan pengukuran ini dilakukan dalam harian, bulanan maupun tahunan. Beberapa faktor yang memengaruhi curah hujan yang terjadi di Indonesia yaitu bentuk medan atau topografi, arah angin yang sejajar dengan garis pantai, arah lereng medan dan juga jarak perjalanan angin di atas medan yang datar.

Hujan sendiri merupakan peristiwa turunnya air dalam bentuk cair maupun padat dan juga dicurahkan dari atmosfer ke bumi. Pada peta terdapat garis yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai curah hujan yang sama dengan sebutan *isohyet*. Curah hujan memiliki beberapa klasifikasi, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Klasifikasi berdasarkan ukuran butiran hujan

Klasifikasi dari ukuran butiran hujan ini dibedakan menjadi empat, yaitu:

- a. Hujan gerimis (*drizzle*), hujan ini memiliki diameter butiran yang kurang dari 0,5 mm;
- b. Hujan salju (*snow*), butiran yang turun merupakan bentuk dari kristal-kristal es yang memiliki temperatur udara di bawah titik beku;
- c. Hujan batu es, hujan ini terjadi ketika curah batu es yang turun saat cuaca panas yang berasal dari awan bertemperatur di bawah titik beku;
- d. Hujan deras (*rain*), merupakan curahan air yang turun dari awan dengan temperatur di atas titik beku serta diameter butirannya kurang lebih 7 mm.

2. Klasifikasi berdasarkan data numerik

Berdasarkan *website* resmi BMKG dengan menggunakan data numerik, klasifikasi dari curah hujan adalah sebagai berikut (BMKG n.d, diakses 23 Juni 2023):

- a. 0 – 0,5 mm/hari = berawan
- b. 0,5 – 20 mm/hari = hujan ringan
- c. 20 – 50 mm/hari = hujan sedang
- d. 50 – 100 mm/hari = hujan lebat
- e. 100 – 150 mm/hari = hujan sangat lebat
- f. >150 mm/hari = hujan ekstrem.

Beberapa dari faktor yang mempengaruhi curah hujan menurut Adinda Nawangwulan (harianhaluan.com.2022, diakses 9 Juli 2023) yaitu sebagai berikut:

1. Jarak dari sumber air. Sumber air dapat berupa laut, danau maupun sungai yang merupakan sumber penguapan yang tentu saja mempengaruhi curah hujan di suatu tempat.
2. Perbedaan temperatur daratan dan perairan, hal ini mempengaruhi curah hujan apabila temperatur di daratan aktivitasnya lebih tinggi daripada lautan, maka hujan sering terjadi di perairan begitupun sebaliknya.
3. Topografi, memiliki arti bahwa semakin tinggi suatu wilayah maka semakin rendah pula curah hujan yang dihasilkan sebab memiliki keterkaitan dengan temperatur udara.
4. Lintang, daerah yang memiliki curah hujan yang sedikit adalah daerah yang berada di lintang daerah rendah atau dekat dengan khatulistiwa.
5. Arah angin, memiliki peran untuk memindahkan awan dari suatu tempat ke tempat lain dengan ketentuan daerah yang memiliki angin sedikit cenderung jarang terjadi hujan.

M. Penelitian Relevan

Peneliti sudah menelaah beberapa jurnal terdahulu yang berhubungan dengan pembahasan pada penelitian yang dilakukan. Hal ini bertujuan untuk menjadi referensi dalam proses penelitian dan mencegah terjadinya kesamaan antara penelitian ini dan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu. Beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1. *“Pemodelan Fuzzy Inference System Tsukamoto Untuk Prediksi Curah Hujan Studi Kasus Kota Batu”* (Wahyuni & Ahda, 2018).

Berdasarkan hasil dari penelitian tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa nilai *error RMSE* daerah Junggo sebesar 9,196 kemudian pada daerah Pujon sebesar 9.407 selanjutnya pada daerah Tinjomulyo sebesar 8.798 serta pada daerah Ngujung sebesar 8.825. Perbedaan pada kedua penelitian tersebut adalah pada penelitian terdahulu hanya menggunakan variabel berupa curah hujan dan variabel curah hujan tersebut diambil dari hasil observasi empat tempat yang berbeda.

2. *“Prediksi Cuaca Pekanbaru Menggunakan Fuzzy Tsukamoto dan Algoritma Genetika”* (Insani, Fadilah, Jasril, & Sanjaya, 2020).

Berdasarkan hasil dari penelitian tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa akurasi yang didapatkan melalui pengujian sistem setelah dilakukan optimasi *fuzzy tsukamoto* dan algoritma genetika didapatkan akurasi yaitu 72% dengan nilai *probabilitas crossover* 0,6 dan *probabilitas mutation* 0,4. Hasil nilai evaluasi ini membuktikan kombinasi Fuzzy Tsukamoto menggunakan Algoritma Genetika mampu menghasilkan hasil akhir yang optimal. Perbedaan dari kedua penelitian adalah objek yang diteliti berbeda dengan yang peneliti lakukan dimana pada penelitian terdahulu menggunakan cuaca sedangkan penelitian yang dilakukan adalah curah hujan serta perbedaan lainnya yaitu menggunakan dua metode secara hybrid dalam penelitian terdahulu.

3. *“Implementasi Metode Inferensi Fuzzy Tsukamoto Untuk Memprediksi Curah Hujan Dasarian di Sumenep”* (Muhandhis, Ritonga, & Murdani, 2021).

Berdasarkan hasil dari penelitian tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa Hasil peramalan curah hujan dengan metode inferensi *fuzzy tsukamoto* memiliki akurasi yang baik dengan nilai *MAPE* 10,64%. Peramalan dengan *fuzzy tsukamoto* dapat memprediksi awal musim kemarau yaitu pada Dasarian 3 bulan April tahun 2020. Adapun prediksi awal musim hujan adalah Dasarian 2 di bulan November 2020. Perbedaan dari kedua penelitian yaitu pada penelitian terdahulu variabel yang digunakan adalah hanya curah hujan dan variabel ditampilkan dengan data *time series* dari tahun 2016-2019 dengan peramalan untuk tahun 2020.

4. "*Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto untuk Memprediksi Curah Hujan di Kabupaten Kotawaringin Timur*" (Sholihah, 2021).

Berdasarkan hasil dari penelitian tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa prediksi curah hujan pada bulan desember 2019 menghasilkan prediksi 48,7 mm curah hujan dengan variabel linguistik berada dalam kondisi berawan. Perbedaan dari kedua penelitian yaitu pada penelitian terdahulu variabel yang digunakan ada 4 sedangkan yang

peneliti gunakan ada 5 variabel, kemudian data pada variabel yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah dalam bentuk bulanan sedangkan peneliti menggunakan data dalam bentuk harian.

5. *“Memprediksi Penjualan Perangkat Elektronik Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto”* (Chandra & Kurniawan, 2022).

Berdasarkan hasil dari penelitian tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa prediksi penjualan perangkat elektronik yang berdasarkan pada perhitungan metode *fuzzy tsukamoto* adalah memprediksikan terjual sebanyak 240 unit, kemudian model ini dapat digunakan untuk memprediksi penjualan perangkat elektronik untuk tahun kedepannya dengan sangat baik serta program webnya dapat menampilkan data persediaan, permintaan, penjualan dan perhitungan sesuai metode *fuzzy tsukamoto* hingga akhir. Perbedaan dari kedua penelitian yaitu pada penelitian terdahulu objek yang diteliti berbeda dimana penelitian terdahulu meneliti prediksi penjualan perangkat elektronik sedangkan yang peneliti teliti yaitu prediksi curah hujan.

6. "*Rainfall Prediction Information System in Jombang Regency Using the Fuzzy Time Series Method*" (Nuryana, Mashuri, & Suhartanto, 2022).

Berdasarkan hasil dari penelitian tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa berdasarkan data curah hujan di wilayah Tengger dari sepuluh tahun yang lalu. Prediksi yang didapatkan yaitu menunjukkan hasil yang lebih baik sebanding dengan yang dicapai dengan pendekatan lain. Di wilayah Tujur hasil dari metode *fuzzy tsukamoto* mendapatkan *Root Mean Square Error (RMSE)* sebesar 8,64 lebih baik dari metode *GSTAR-SUR* yang menghasilkan *RMSE* dari 10,89. Perbedaan dari penelitian ini dengan penelitian terdahulu yaitu pada penelitian terdahulu menggunakan metode *fuzzy time series* sedangkan peneliti menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*.

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bagian metode penelitian dijelaskan mengenai jenis penelitian seperti apa yang digunakan peneliti hingga teknik dalam menganalisis data.

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif. Jenis penelitian kuantitatif digunakan dengan maksud ketika mendapatkan hasil dari penelitian ini peneliti dapat secara langsung mengaplikasikannya guna menyelesaikan permasalahan yang terjadi (Hapiz, 2017). Jenis penelitian yang dilakukan oleh peneliti bermaksud untuk menguji sebesar mana manfaat yang dihasilkan dari teori ilmiah tersebut. Penelitian ini juga menggunakan beberapa pendekatan dalam melakukan uji kelayakkannya yaitu dengan pendekatan studi literatur dan juga pendekatan deskriptif kuantitatif.

Mencari kajian literatur yang diperlukan ketika melakukan penelitian adalah cara yang digunakan pada pendekatan studi literatur. Hal ini yaitu dengan pendekatan deskriptif kuantitatif dilakukan dengan langkah menganalisis data tersebut sehingga sesuai kebutuhan peneliti. Pada penelitian ini, teori yang diuji

adalah metode *fuzzy tsukamoto* yang diaplikasikan pada penelitian curah hujan.

B. Sumber Data

1. Data Penelitian

Data yang dipakai pada penelitian merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil observasi yang dilakukan oleh BMKG Stasiun Maritim Tanjung Emas Semarang. Data tersebut peneliti dapatkan dari *website* resmi BMKG yaitu https://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim.

2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan objek berupa BMKG Stasiun Maritim Tanjung Emas Semarang dan menggunakan data dari tahun 2020 hingga 2022.

C. Metode Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan dalam mengumpulkan data merupakan salah satu cara yang sistematis dan juga sesuai dalam mendapatkan data yang digunakan dalam penelitian. Peneliti mengumpulkan data dengan cara studi dokumen sekunder yang berasal dari *website* resmi BMKG dan dikumpulkan menjadi satu dalam sebuah file *excel*.

D. Analisis Data

Langkah-langkah yang harus dilakukan ketika menganalisis data dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004) adalah sebagai berikut:

- a. *Fuzzifikasi*, yang berarti mengubah variabel numerik atau variabel *nonfuzzy* ke dalam variabel linguistik (variabel *fuzzy*). Langkah ini diawali dengan membentuk semesta pembicaraan pada tiap variabel, seperti berikut ini:

Tabel 3.1 Semesta Pembicaraan pada Tiap Variabel

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan
Input	Temperatur Udara	24,4 – 31
	Lama Penyinaran	0 – 10,5
	Kelembapan Udara	51 – 97
	Kecepatan Angin	1 – 5
Output	Curah Hujan	0 – 155

Langkah selanjutnya yaitu menentukan himpunan *fuzzy* dan domain pada tiap variabel, seperti berikut:

Tabel 3.2 Himpunan *Fuzzy* Temperatur Udara

Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain
Temperatur Udara	Dingin	24,4 – 28,4
	Sedang	27,8 – 29
	Panas	28,4 – 31

Tabel 3.3 Himpunan *Fuzzy* Lama Penyinaran Matahari

Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain
Lama Penyinaran Matahari	Sedikit	0 – 8,8
	Banyak	4,1 – 10,5

Tabel 3.4 Himpunan *Fuzzy* Kelembapan Udara

Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain
Kelembapan Udara	Rendah	51 – 78
	Sedang	73 – 82
	Tinggi	78 – 97

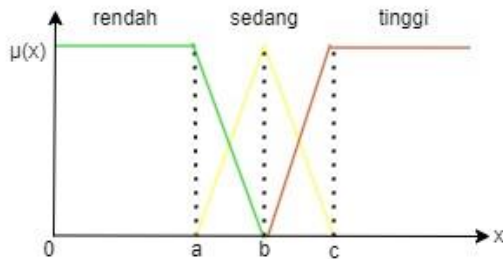
Tabel 3.5 Himpunan *Fuzzy* Kecepatan Angin

Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain
Kecepatan Angin	Lambat	1 – 2
	Cepat	2 – 5

Tabel 3.6 Himpunan *Fuzzy* Curah Hujan

Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain
Curah Hujan	Berawan	0 – 0,5
	Hujan Ringan	0,5 – 20
	Hujan Sedang	20 – 50
	Hujan Lebat	50 – 100
	Hujan Sangat Lebat	100 – 150
	Hujan Ekstrem	>150

Langkah selanjutnya yaitu dengan membentuk kurva pada tiap variabel menggunakan kurva bahu dan kurva linear naik turun sesuai dengan jumlah kategorinya. Berikut merupakan kurva bahu sesuai Gambar 2.5



Pada tahap ini juga dilakukan proses menghitung nilai derajat keanggotaan *fuzzy* dengan berdasarkan pada himpunan *fuzzy* yang telah dibentuk yaitu dengan menggunakan persamaan 2.8 hingga 2.10:

- Rendah

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

- Sedang

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

- Tinggi

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq b \\ \frac{(x-b)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \\ 1; & x \geq c \end{cases}$$

Keterangan:

$\mu[x]$ = derajat keanggotaan

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy

- b. Pembentukan *rule base fuzzy*, yaitu dengan cara membentuk *rule* “jika-maka” dan operator yang dipakai ketika mengaitkan variabel satu dan yang lain pada penelitian ini yaitu dengan operator *and*. Pada tahapan ini dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.11:

$$IF x \text{ is } A \text{ and } y \text{ is } B \text{ THEN } z \text{ is } C$$

Setiap aturan yang didapatkan dari aturan diatas merupakan pernyataan implikasi yang dihubungkan dengan operator *fuzzy and*.

- c. Analisis metode *fuzzy* dengan mencari α -predikat pada setiap aturan yang dibuat. Fungsi min merupakan fungsi implikasi yang digunakan pada penelitian ini dan juga α -predikat merupakan variabel yang dipakai dalam menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas. Hal ini sesuai dengan Persamaan 2.12:

$$\alpha_i = \mu_{A \cap B} = \min(\mu_{A_i}[x], \mu_{A_i}[y]), \forall i = 1, 2, 3$$

Keterangan:

α_i = hasil dari inferensi menggunakan implikasi MIN

$\mu_{A \cap B}$ = derajat keanggotaan yang memiliki anggota berupa irisan dari nilai A dan B

min = inferensi menggunakan implikasi MIN

$\mu_{A_i}[x]$ = derajat keanggotaan dari x

$\mu_{A_i}[y]$ = derajat keanggotaan dari y

- d. *Defuzzifikasi* adalah langkah perubahan kembali dari variabel linguistik ke dalam variabel numerik dimana pada penelitian ini menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted average*). Tahapan ini dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.13:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n a_i x_i}{\sum_{i=1}^n a_i}; \text{ dengan } \forall i = 1, 2, 3, \dots$$

Keterangan:

- Z = nilai defuzzifikasi (*output*)
 a_i = nilai α -predikat pada aturan ke- i
 x_i = nilai *output fuzzy* pada aturan ke- i

Setelah melakukan tahapan-tahapan tersebut, selanjutnya akan dihitung hasil keakuratan perhitungan dengan menggunakan *MAPE* yaitu sesuai Persamaan 2.14:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(|y_i - \hat{y}_i|)}{y_i} \times 100\%$$

Keterangan:

- MAPE* = *mean absolute percent error*
 n = jumlah data
 y_i = nilai aktual indeks
 \hat{y}_i = nilai prediksi indeks

Langkah di atas dapat dipahami juga dengan diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* Diagram Alir Penelitian

Sumber: (Kusumadewi & Purnomo, 2004)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab IV dilakukan analisis serta pembahasan prediksi curah hujan. Variabel yang digunakan yaitu temperatur udara, kecepatan angin, lama penyinaran matahari dan kelembapan udara tahun 2020-2022 di Kota Semarang.

A. Deskripsi Data

Data didapatkan dari hasil observasi yang dilakukan oleh BMKG Stasiun Maritim Tanjung Emas Kota Semarang. Hasil dari observasi tersebut kemudian dipublikasikan pada situs web <https://dataonline.bmkg.go.id/data iklim>. Peneliti mengambil semua data variabel yang diperlukan pada website tersebut. Data yang dimaksud yaitu temperatur udara, lama penyinaran matahari, kelembapan udara, kecepatan angin dan curah hujan di Kota Semarang.

Data tersebut telah dikumpulkan menjadi satu tabel. Tabel memiliki jumlah sebanyak 546 data yang merupakan data dari bulan Januari 2020 hingga Desember 2022. Pada Tabel 4.1 berikut, peneliti menunjukkan beberapa data yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 4.1 Data Variabel Input dan Output

No.	Tanggal	Tavg	Ss	RH_avg	ff_avg	RR
1	01-01-2020	27,2	3,6	75	3	8,5
2	02-01-2020	27,5	2,2	81	2	20,5
3	03-01-2020	28,2	3,8	70	3	3,4
4	04-01-2020	27,5	3,9	75	2	20,3
5	05-01-2020	26,6	0,5	70	2	0,8
6	06-01-2020	26,6	1	76	3	11,8
7	07-01-2020	26,7	3,1	76	2	30,8
8	08-01-2020	27,3	3	75	2	67,5
9	09-01-2020	26,6	1,3	76	2	11
10	10-01-2020	27,3	2,2	74	2	2,1
11	11-01-2020	27,3	0,2	71	1	66,8
12	12-01-2020	27,5	0	72	2	28,3
13	13-01-2020	28,2	8,1	78	3	75,4
14	14-01-2020	27,9	6,9	83	3	7,4
15	15-01-2020	28,3	5,7	71	2	20,5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
51	20-12-2020	27,5	7,5	82	2	87
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
538	22-11-2022	28,3	8,2	79	2	52,3
539	23-11-2022	27,7	7,4	79	2	50,2
540	24-11-2022	28	3,3	80	2	130,2
541	25-11-2022	27,9	3	76	2	110,6
542	26-11-2022	27,4	2	84	2	135
543	27-11-2022	27,9	2	80	2	100,3
544	28-11-2022	28,4	4,7	80	1	65,7
545	29-11-2022	28,3	5,7	80	2	79,8
546	30-11-2022	27,1	6,6	81	2	120,3

Keterangan:

Tavg	= Temperatur rata-rata (°C)
ss	= Lamanya penyinaran matahari (jam)
RH_avg	= Kelembapan rata-rata (%)
ff_avg	= Kecepatan angin rata-rata (m/s)
RR	= Curah hujan (mm)

B. Analisis Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Pada bab sebelumnya dijelaskan terkait alur analisis menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*. Analisis dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* adalah sebagai berikut:

1. *Fuzzifikasi*

Pada bagian ini, peneliti mencari nilai batas bawah dan batas atas dari setiap variabel. Peneliti menggunakan aturan minimum dan maksimum untuk mendapatkan beberapa nilai batas atas dan batas bawah pada masing-masing variabel input dan variabel output yang sudah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Data variabel yang diambil mulai tahun 2020 sampai dengan 2022 kemudian dapat disimpulkan menjadi beberapa ketentuan.

Pada langkah ini, peneliti menentukan fungsi keanggotan dan semesta pembicaraan pada tiap variabel, seperti pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Semesta Pembicaraan pada Tiap Variabel

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan
Input	Temperatur Udara	24,4 – 31
	Lamanya Penyinaran	0 – 10,5
	Kelembapan Udara	51 – 97
	Kecepatan Angin	1 – 5
Output	Curah Hujan	0 – 155

Semesta pembicaraan tiap variabel pada Tabel 4.2 ditentukan dengan mencari nilai terendah dan tertingginya. Nilai tersebut dari website [https://dataonline.bmkg.go.id/data iklim](https://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim) yang peneliti ambil dari tahun 2020-2022 dengan variabel pertama yaitu temperatur udara yang memiliki nilai tertinggi sebesar 31°C sedangkan nilai terendahnya berada pada angka 24,4°C. Lamanya penyinaran matahari memiliki nilai tertinggi pada angka 10,5 jam sedangkan nilai terendahnya berada pada angka 0 jam. Kelembapan udara memiliki nilai tertinggi sebesar 97% sedangkan nilai terendah berada pada angka 51%. Kecepatan angin memiliki nilai tertinggi

yaitu sebesar 5 m/s sedangkan nilai terendah berada pada angka 1 m/s. Variabel output curah hujan memiliki nilai terendah sebesar 0 mm dan tertinggi yaitu pada angka 155 mm.

Domain pada himpunan *fuzzy* didapatkan dengan mencari nilai kuartil pada masing-masing variabel. Hal pertama yang harus dilakukan untuk mencari nilai kuartil yaitu dengan cara mengurutkan data masing-masing variabel dari mulai terendah hingga tertinggi dan dilanjutkan dengan membagi data tersebut dengan jumlah seluruh data tersebut.

Kuartil dibagi menjadi tiga kategori. Ketiga kuartil tersebut yaitu kuartil bawah dengan simbol Q_1 , kuartil tengah atau median dengan simbol Q_2 dan kuartil atas dengan simbol Q_3 . Untuk mencari nilai kuartil bawah, tengah dan atas dengan menggunakan persamaan 2.1 hingga 2.3.

Data yang diperlukan dalam mencari nilai kuartil yaitu jumlah data (n). Jumlah data yang terdapat pada penelitian ini yaitu 1065 data. Dari data tersebut kemudian peneliti menerapkannya pada persamaan 2.1 untuk mencari rumus kuartil bawah yang digunakan pada penelitian. Rumus

yang didapat adalah seperti pada persamaan 4.1 berikut:

$$Q_1 = \frac{x\left(\frac{n}{4}\right) + x\left(\frac{n}{4} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = \frac{x\left(\frac{546}{4}\right) + x\left(\frac{546}{4} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = \frac{x_{136} + x_{137}}{2} \dots\dots\dots (4.1)$$

Selanjutnya yaitu dengan cara mengimplementasikan rumus 2.2 untuk mencari rumus kuartil tengah yang digunakan pada penelitian. Rumus yang didapat adalah seperti pada persamaan 4.2 berikut:

$$Q_2 = \frac{x\left(\frac{n}{2}\right) + x\left(\frac{n}{2} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = \frac{x\left(\frac{546}{2}\right) + x\left(\frac{546}{2} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = \frac{x_{273} + x_{274}}{2} \dots\dots\dots (4.2)$$

Kemudian peneliti mengimplementasikan persamaan 2.3 untuk mencari rumus kuartil tengah yang digunakan pada penelitian. Persamaan yang didapat adalah seperti pada persamaan 4.3 berikut:

$$Q_3 = \frac{x\left(\frac{3 \times n}{4}\right) + x\left(\frac{3 \times n}{4} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = \frac{x\left(\frac{3 \times 546}{4}\right) + x\left(\frac{3 \times 546}{4} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = \frac{x_{410} + x_{411}}{2} \dots \dots \dots (4.3)$$

Mencari nilai kuartil pada variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengimplementasikan persamaan 4.1, 4.2 dan 4.3.

Adapun data yang diperlukan untuk mencari kuartil bawah yaitu dengan mencari terlebih dahulu data ke-136 dan ke-137 yang telah diurutkan. Data ke-136 untuk variabel temperatur udara adalah 27,8 dan data ke-137 adalah 27,8. Sehingga dengan mengimplementasikan persamaan 4.1, nilai kuartil bawah pada variabel temperatur udara adalah sebagai berikut:

$$Q_1 = \frac{x\left(\frac{546}{4}\right) + x\left(\frac{546}{4} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = \frac{x_{136} + x_{137}}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = \frac{27,8 + 27,8}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = 27,8.$$

Untuk menentukan nilai kuartil tengah, diperlukan data ke-273 dan ke-274 yang telah diurutkan. Data ke-273 pada variabel temperatur udara adalah 28,4 dan data ke-274 adalah 28,4. Langkah selanjutnya yaitu dengan cara mengimplementasikan persamaan 4.2, nilai

kuartil tengah pada variabel temperatur udara adalah sebagai berikut:

$$Q_2 = \frac{x\left(\frac{546}{2}\right) + x\left(\frac{546}{2} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = \frac{x_{273} + x_{274}}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = \frac{28,4 + 28,4}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = 28,4.$$

Nilai kuartil atas dicari dengan cara mengambil data ke-410 dan ke-411 yang telah diurutkan. Data ke-410 pada variabel temperatur udara adalah 29 dan data ke-411 adalah 29. Langkah selanjutnya adalah dengan cara mengimplementasikan persamaan 4.3, nilai kuartil atas pada variabel temperatur udara adalah sebagai berikut:

$$Q_3 = \frac{x\left(\frac{3 \times 546}{4}\right) + x\left(\frac{3 \times 546}{4} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = \frac{x_{410} + x_{411}}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = \frac{29 + 29}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = 29.$$

Dari hasil di atas maka didapatkan nilai kuartil untuk variabel temperatur udara yaitu $Q_1 = 27,8$; $Q_2 = 28,4$ dan $Q_3 = 29$.

Variabel selanjutnya yang dicari nilai kuartilnya adalah lamanya penyinaran matahari. Data yang diperlukan untuk mencari kuartil bawah yaitu dengan mencari terlebih dahulu data ke-136 dan ke-137 yang telah diurutkan. Data ke-136 dan 137 untuk variabel lamanya penyinaran matahari memiliki nilai yang sama yaitu 4,1. Persamaan 4.1 selanjutnya diimplementasikan menggunakan data yang didapatkan. Nilai kuartil bawah pada variabel lamanya penyinaran matahari adalah sebagai berikut:

$$Q_1 = \frac{x\left(\frac{546}{4}\right) + x\left(\frac{546}{4} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = \frac{x_{136} + x_{137}}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = \frac{4,1 + 4,1}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = 4,1.$$

Langkah selanjutnya untuk menentukan kuartil tengah, diperlukan data ke-273 dan ke-274 yang telah diurutkan. Data ke-273 dan 274 pada variabel lamanya penyinaran matahari memiliki nilai yang sama yaitu 6,8. Sehingga dengan mengimplementasikan persamaan 4.2, nilai kuartil tengah pada variabel lamanya penyinaran matahari adalah sebagai berikut:

$$Q_2 = \frac{x\left(\frac{546}{2}\right) + x\left(\frac{546}{2} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = \frac{x_{273} + x_{274}}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = \frac{6,8 + 6,8}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = 6,8.$$

Cara untuk menentukan kuartil atas, diperlukan data ke-410 dan ke-411 yang telah diurutkan. Data ke-410 dan 411 pada variabel lamanya penyinaran matahari memiliki nilai yang sama yaitu 8,8. Langkah berikutnya yaitu dengan cara mengimplementasikan persamaan 4.3. Nilai kuartil atas pada variabel lamanya penyinaran matahari adalah sebagai berikut:

$$Q_3 = \frac{x\left(\frac{3 \times 546}{4}\right) + x\left(\frac{3 \times 546}{4} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = \frac{x_{410} + x_{411}}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = \frac{8,8 + 8,8}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = 8,8.$$

Maka didapatkan nilai kuartil untuk variabel lamanya penyinaran matahari yaitu $Q_1 = 4,1$; $Q_2 = 6,8$ dan $Q_3 = 8,8$.

Variabel berikutnya yang dicari nilai kuartilnya adalah kelembapan udara. Data yang diperlukan untuk mencari kuartil bawah yaitu

dengan mencari terlebih dahulu data ke-136 dan ke-137 yang telah diurutkan. Data ke-136 dan 137 untuk variabel kelembapan udara memiliki nilai yang sama yaitu 73. Langkah selanjutnya yaitu dengan cara mengimplementasikan persamaan 4.1 pada bab sebelumnya. Nilai kuartil bawah pada variabel kelembapan udara didapatkan sebagai berikut:

$$Q_1 = \frac{x\left(\frac{546}{4}\right) + x\left(\frac{546}{4} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = \frac{x_{136} + x_{137}}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = \frac{73 + 73}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = 73.$$

Kuartil tengah ditentukan dengan cara mengambil data ke-273 dan ke-274 yang telah diurutkan. Data ke-273 dan 274 pada variabel kelembapan udara memiliki nilai yang sama yaitu 78. Maka dengan cara mengimplementasikan persamaan 4.2, nilai kuartil tengah pada variabel kelembapan udara adalah sebagai berikut:

$$Q_2 = \frac{x\left(\frac{546}{2}\right) + x\left(\frac{546}{2} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = \frac{x_{273} + x_{274}}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = \frac{78 + 78}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = 78.$$

Langkah berikutnya yaitu menentukan nilai kuartil atas. Nilai yang diperlukan yaitu data ke-410 dan ke-411 yang telah diurutkan. Data ke-410 dan 411 pada variabel kelembapan udara memiliki nilai yang sama yaitu 82. Sehingga dengan mengimplementasikan persamaan 4.3, nilai kuartil atas pada variabel kelembapan udara adalah sebagai berikut:

$$Q_3 = \frac{x\left(\frac{3 \times 546}{4}\right) + x\left(\frac{3 \times 546}{4} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = \frac{x_{410} + x_{411}}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = \frac{82 + 82}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = 82$$

Dari hasil di atas, maka didapatkan nilai kuartil untuk variabel kelembapan udara yaitu $Q_1 = 73$; $Q_2 = 78$ dan $Q_3 = 82$.

Variabel berikutnya yang dicari nilai kuartilnya adalah kecepatan angin. Data yang diperlukan untuk mencari kuartil bawah yaitu dengan mencari terlebih dahulu data ke-136 dan ke-137 yang telah diurutkan. Sehingga dengan mengimplementasikan persamaan 4.1, nilai

kuartil bawah pada variabel kecepatan angin adalah sebagai berikut:

$$Q_1 = \frac{x\left(\frac{546}{4}\right) + x\left(\frac{546}{4} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = \frac{x_{136} + x_{137}}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = \frac{2+2}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = 2.$$

Untuk menentukan nilai kuartil tengah, diperlukan data ke-273 dan ke-274 yang telah diurutkan. Data ke-273 dan 274 pada variabel kecepatan angin memiliki nilai yang sama yaitu 2. Nilai tersebut selanjutnya diimplementasikan ke persamaan 4.2. Maka nilai kuartil tengah pada variabel kecepatan angin adalah sebagai berikut:

$$Q_2 = \frac{x\left(\frac{546}{2}\right) + x\left(\frac{546}{2} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = \frac{x_{273} + x_{274}}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = \frac{2+2}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = 2$$

Langkah selanjutnya yaitu menentukan kuartil atas. Ambil nilai data ke-410 dan ke-411 yang telah diurutkan. Data ke-410 dan 411 pada variabel kecepatan angin memiliki nilai yang sama yaitu 2. Maka dengan cara mengimplementasikan

persamaan 4.3, nilai kuartil atas pada variabel kecepatan angin adalah sebagai berikut:

$$Q_3 = \frac{x\left(\frac{3 \times 546}{4}\right) + x\left(\frac{3 \times 546}{4} + 1\right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = \frac{x_{410} + x_{411}}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = \frac{2+2}{2}$$

$$\Leftrightarrow Q_3 = 2.$$

Hasil yang didapatkan untuk nilai kuartil pada variabel kecepatan angin adalah $Q_1 = 2$; $Q_2 = 2$ dan $Q_3 = 2$.

Variabel selanjutnya yaitu variabel *output* curah hujan. Pada bab 2 sudah dijelaskan mengenai kriteria pada curah hujan yang terdapat pada *website* BMKG. Beberapa kriteria pada variabel *output* curah hujan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. 0 – 0,5 mm/hari = berawan
- b. 0,5 – 20 mm/hari = hujan ringan
- c. 20 – 50 mm/hari = hujan sedang
- d. 50 – 100 mm/hari = hujan lebat
- e. 100 – 150 mm/hari = hujan sangat lebat
- f. >150 mm/hari = hujan ekstrem.

Beberapa hasil dari kuartil dan kriteria curah hujan tersebut selanjutnya akan dibentuk ke

dalam domain. Domain tersebut merupakan rentang anggota dari himpunan *fuzzy* pada setiap variabel. Penjelasan dari himpunan *fuzzy* ini dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Himpunan *Fuzzy* dan Domain

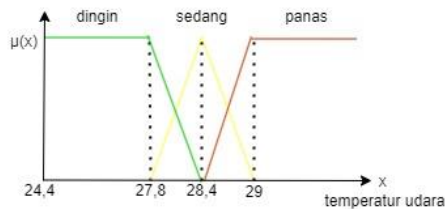
Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain
Temperatur Udara	Dingin	24,4 - 28,4
	Sedang	27,8 - 29
	Panas	28,4 - 31
Lama Penyinaran	Sedikit	0 - 8,8
	Banyak	4,1 - 10,5
Kelembapan Udara	Rendah	51 - 78
	Sedang	73 - 82
	Tinggi	78 - 97
Kecepatan Angin	Lambat	1 - 2
	Cepat	2 - 5
Curah Hujan	Berawan	0 - 0,5
	Hujan Ringan	0,5 - 20
	Hujan Sedang	20 - 50
	Hujan Lebat	50 - 100
	Hujan Sangat Lebat	100 - 150
	Hujan Ekstrem	>150

Himpunan *fuzzy* digunakan untuk menjelaskan tingkatan kategori dari masing-masing variabel. Variabel *fuzzy* tersebut selanjutnya dibentuk sebuah fungsi keanggotaan

yang berfungsi untuk memaknai domain pada himpunan *fuzzy* ke dalam suatu derajat keanggotaan yang berada pada nilai nol hingga satu $[0, 1]$. Himpunan *fuzzy* pada masing-masing variabel yang sudah dijelaskan, selanjutnya direpresentasikan menggunakan bentuk grafik dan rumus sebagai berikut.

a. Himpunan *fuzzy* temperatur udara

Variabel inputan temperatur udara memiliki tingkatan kategori yaitu dingin, sedang dan panas. Variabel temperatur udara selanjutnya dapat direpresentasikan dengan menggunakan grafik bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan *fuzzy* dingin, bentuk kurva segitiga sebagai himpunan *fuzzy* sedang dan bentuk kurva bahu kanan sebagai himpunan *fuzzy* panas. Representasi dari bentuk grafik himpunan *fuzzy* variabel temperatur udara adalah sebagai berikut.



Gambar 4.1 Grafik Temperatur Udara

Gambar 4.1 merupakan grafik dari himpunan *fuzzy* temperatur udara. Selanjutnya dari Gambar 4.1, dapat direpresentasikan dengan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai dengan kategorinya. Fungsi keanggotaan temperatur udara merujuk pada persamaan 2.8 hingga 2.10. Pada fungsi keanggotaan temperatur udara kategori dingin diimplementasikan menggunakan rumus 2.8, sehingga diperoleh rumus berikut ini:

$$\mu_{dingin}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 27,8; \\ \frac{(28,4-x)}{(28,4-27,8)}; & 27,8 \leq x \leq 28,4; \dots(4.4) \\ 0; & x \geq 28,4. \end{cases}$$

Kemudian, untuk membentuk fungsi keanggotaan temperatur udara kategori sedang diimplementasikan menggunakan persamaan 2.9, sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$\mu_{sedang}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 27,8 \text{ atau } x \geq 29; \\ \frac{(x-27,8)}{(28,4-27,8)}; & 27,8 \leq x \leq 28,4; \dots(4.5) \\ \frac{(29-x)}{(29-28,4)}; & 28,4 \leq x \leq 29. \end{cases}$$

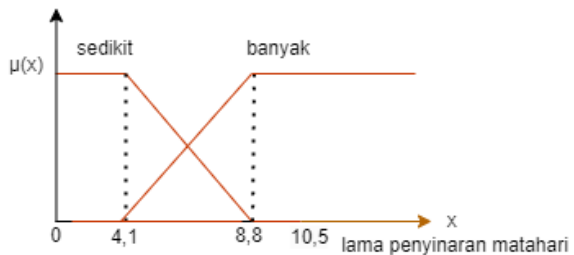
Selanjutnya, untuk membentuk fungsi keanggotaan temperatur udara kategori tinggi

diimplementasikan menggunakan persamaan 2.10, sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$\mu_{panas}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 28,4; \\ \frac{(x-28,4)}{(29-28,4)}; & 28,4 \leq x \leq 29; \dots(4.6) \\ 1; & x \geq 29. \end{cases}$$

b. Himpunan *fuzzy* lamanya penyinaran matahari

Variabel inputan lamanya penyinaran matahari memiliki tingkatan kategori yaitu sedikit dan banyak. Variabel lamanya penyinaran matahari selanjutnya dapat direpresentasikan dengan menggunakan grafik bentuk representasi linear turun untuk himpunan *fuzzy* sedikit dan bentuk representasi linear naik sebagai himpunan *fuzzy* banyak. Bentuk grafik dari himpunan *fuzzy* variabel lamanya penyinaran matahari direpresentasikan sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik Lama Penyinaran Matahari

Gambar 4.2 merupakan grafik dari himpunan *fuzzy* lamanya penyinaran matahari. Selanjutnya dari Gambar 4.2, dapat direpresentasikan dengan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai dengan kategorinya. Fungsi keanggotaan lamanya penyinaran matahari merujuk pada persamaan 2.4 dan 2.5. Pada fungsi keanggotaan lamanya penyinaran matahari kategori sedikit dengan cara menerapkan persamaan 2.4, sehingga diperoleh persamaan berikut ini:

$$\mu_{sedikit}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 4,1; \\ \frac{(8,8-x)}{(8,8-4,1)}; & 4,1 \leq x \leq 8,8; \dots(4.7) \\ 0; & x \geq 8,8. \end{cases}$$

Kemudian, untuk membentuk fungsi keanggotaan lama penyinaran matahari untuk kategori banyak dengan cara menerapkan persamaan 2.5 pada bab 2 menggunakan nilai yang sudah ditentukan, sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\mu_{banyak}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 4,1; \\ \frac{(x-4,1)}{(8,8-4,1)}; & 4,1 \leq x \leq 8,8; \dots(4.8) \\ 1; & x \geq 8,8. \end{cases}$$

c. Himpunan *fuzzy* kelembapan udara

Variabel input kelembapan udara memiliki tingkatan kategori yaitu rendah, sedang dan tinggi. Variabel kelembapan udara selanjutnya dapat direpresentasikan dengan menggunakan grafik bentuk kurva bahu kiri pada himpunan *fuzzy* rendah, bentuk kurva segitiga sebagai himpunan *fuzzy* sedang dan bentuk kurva bahu kanan sebagai himpunan *fuzzy* tinggi. Bentuk grafik dari himpunan *fuzzy* variabel kelembapan udara direpresentasikan sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik Kelembapan Udara

Gambar 4.3 merupakan grafik dari himpunan *fuzzy* kelembapan udara. Selanjutnya dari Gambar 4.3, dapat direpresentasikan dengan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai dengan

kategorinya. Fungsi keanggotaan kelembapan udara merujuk pada persamaan 2.8 hingga 2.10. Pada fungsi keanggotaan kelembapan udara kategori rendah diimplementasikan menggunakan persamaan 2.8, sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\mu_{rendah}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 73; \\ \frac{(78-x)}{(78-73)}; & 73 \leq x \leq 78; \dots(4.9) \\ 0; & x \geq 78. \end{cases}$$

Kemudian, untuk membentuk fungsi keanggotaan kelembapan udara kategori rendah diimplementasikan menggunakan persamaan 2.9, sehingga didapatkan persamaan berikut:

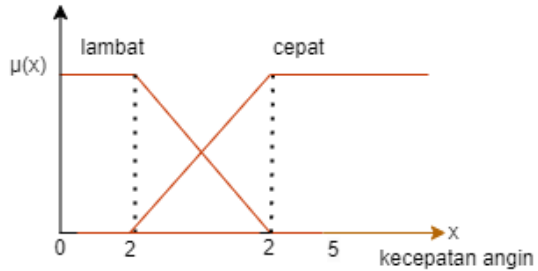
$$\mu_{sedang}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 73 \text{ atau } x \geq 82; \\ \frac{(x-73)}{(78-73)}; & 73 \leq x \leq 78; \dots(4.10) \\ \frac{(82-x)}{(82-78)}; & 78 \leq x \leq 82. \end{cases}$$

Selanjutnya, untuk membentuk fungsi keanggotaan kelembapan udara kategori tinggi diimplementasikan dengan cara menggunakan persamaan 2.10, sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$\mu_{tinggi}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 78; \\ \frac{(x-78)}{(82-78)}; & 78 \leq x \leq 82; \dots\dots(4.11) \\ 1; & x \geq 82. \end{cases}$$

d. Himpunan *fuzzy* kecepatan angin

Variabel inputan kecepatan angin memiliki tingkatan kategori yaitu lambat dan cepat. Variabel *input* kecepatan angin selanjutnya dapat direpresentasikan dengan menggunakan grafik bentuk representasi linear turun untuk himpunan *fuzzy* lambat dan bentuk representasi linear naik sebagai himpunan *fuzzy* cepat. Bentuk grafik dari himpunan *fuzzy* variabel kecepatan angin direpresentasikan sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Kecepatan Angin

Gambar 4.4 merupakan grafik dari himpunan *fuzzy* kecepatan angin. Selanjutnya dari Gambar 4.4, dapat direpresentasikan

dengan menggunakan fungsi keanggotaan sesuai dengan kategorinya. Fungsi keanggotaan kecepatan angin merujuk pada persamaan 2.4 dan 2.5. Pada fungsi keanggotaan kecepatan angin kategori lambat diimplementasikan menggunakan rumus 2.4, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\mu_{lambat}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 2; \\ \frac{(5-x)}{(5-2)}; & 2 \leq x \leq 5; \dots\dots\dots(4.12) \\ 0; & x \geq 5. \end{cases}$$

Kemudian, untuk membentuk fungsi keanggotaan kecepatan angin kategori cepat diimplementasikan menggunakan persamaan 2.5, sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$\mu_{cepat}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 2; \\ \frac{(x-2)}{(5-2)}; & 2 \leq x \leq 5; \dots\dots\dots(4.13) \\ 1; & x \geq 5. \end{cases}$$

2. Pembentukan *Inferensi* atau Aturan *Fuzzy*

Fase inferensi dilakukan setelah peneliti melakukan proses *fuzzifikasi* pada setiap variabel. Proses ini bertujuan untuk membentuk aturan-aturan *fuzzy* sebagai bentuk menyatakan hubungan antara variabel input dan output. Aturan

ini didasarkan dengan mengombinasikan pada tiap kategori variabel. Inferensi tersebut terbentuk dari empat antiseden dan satu konsekuen. Operator yang menjadi penghubung antar kategori adalah dengan menggunakan operator “dan”.

Pemetaan pada pembentukan aturan *fuzzy* yaitu dengan menggunakan aturan “*if-then*” (jika-maka). *Rule based* (aturan *fuzzy*) didasarkan dengan banyaknya kategori pada variabel inputan yang kemudian dikalikan masing-masing. Pada penelitian ini terdapat tiga kategori pada variabel temperatur udara dan kelembapan udara sedangkan pada variabel lamanya penyinaran matahari dan kecepatan angin terdapat dua kategori. Sehingga dengan menggunakan rumus permutasi dapat dipahami dengan hasil berikut ini $3 \times 3 \times 2 \times 2 = 36$ aturan. Dari hasil tersebut, maka dapat dipahami jika aturan pada penelitian ini memiliki sebanyak 36 aturan. Aturan-aturan tersebut selanjutnya akan dijadikan sebagai acuan ketika menentukan hasil yang diinginkan.. Beberapa aturan yang dimaksud tersebut terkumpul dalam tabel aturan yang sudah peneliti buat. Hal ini sesuai dengan Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Aturan Fuzzy (Rule Based)

Rule	Variabel				
	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
R_1	Dingin	Sedikit	Rendah	Lambat	Berawan
R_2	Dingin	Sedikit	Rendah	Cepat	Berawan
R_3	Dingin	Sedikit	Sedang	Lambat	Berawan
R_4	Dingin	Sedikit	Sedang	Cepat	Hujan Ringan
R_5	Dingin	Sedikit	Tinggi	Lambat	Hujan Ringan
R_6	Dingin	Sedikit	Tinggi	Cepat	Hujan Lebat
R_7	Dingin	Banyak	Rendah	Lambat	Berawan
R_8	Dingin	Banyak	Rendah	Cepat	Hujan Sedang
R_9	Dingin	Banyak	Sedang	Lambat	Hujan Sedang
R_{10}	Dingin	Banyak	Sedang	Cepat	Hujan Sangat Lebat
R_{11}	Dingin	Banyak	Tinggi	Lambat	Hujan Lebat
R_{12}	Dingin	Banyak	Tinggi	Cepat	Berawan
R_{13}	Sedang	Sedikit	Rendah	Lambat	Hujan Ringan
R_{14}	Sedang	Sedikit	Rendah	Cepat	Hujan Ringan
R_{15}	Sedang	Sedikit	Sedang	Lambat	Hujan Ringan
R_{16}	Sedang	Sedikit	Tinggi	Lambat	Hujan Ringan
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
R_{36}	Panas	Banyak	Tinggi	Cepat	Hujan Ekstrem

Keterangan:

V_1 = Temperatur Udara;

V_2 = Lamanya Penyinaran Matahari;

V_3 = Kelembapan Udara;

V_4 = Kecepatan Angin;

V_5 = Curah Hujan.

Langkah selanjutnya setelah membuat aturan *fuzzy* yaitu dengan mencari α -predikat pada setiap *rule* (aturan). Proses ini dilakukan dengan menggunakan implikasi “min” yaitu mencari nilai terkecil pada setiap μ kategori variabel dari masing-masing aturan. Hal ini sesuai dengan persamaan 2.12 yang sudah dicantumkan pada bab sebelumnya.

3. Defuzzifikasi

Proses ini dilakukan setelah penghitungan hasil dari semua aturan *fuzzy* dari mulai R_1 hingga R_{36} serta hasil dari nilai Z (*output*) pada masing-masing aturan. Langkah ini dilakukan untuk menentukan *output* pada metode *fuzzy* tsukamoto. Perhitungan yang dilakukan adalah dengan menggunakan proses metode defuzzifikasi rata-rata terpusat (*center average defuzzifier*). Hal ini sesuai dengan rumus 2.13 yaitu nilai Z didapatkan

dari jumlah α -predikat dikalikan dengan nilai *output fuzzy*.

C. Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto Menggunakan Cara Manual

Berdasarkan data yang peneliti dapatkan dari *website* <https://dataonline.bmkg.go.id/data iklim> yaitu temperatur udara, lamanya penyinaran matahari, kelembapan udara dan kecepatan angin oleh BMKG Stasiun Maritim Tanjung Emas Semarang tahun 2020 hingga 2022 maka peneliti cari hasil curah hujannya dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*. Peneliti mencari hasil curah hujan untuk satu data secara random dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* secara manual. Hasil dari curah hujan tersebut dapat dilihat pada hasil di bawah ini.

Data yang dipilih yaitu data pada tanggal 20 Februari 2020. Data yang terdapat pada tanggal tersebut memiliki nilai variabel inputan yang digunakan dalam penelitian. Nilai variabel inputan yang dimaksud yaitu berupa temperatur udara sebesar 28,1°C, lamanya penyinaran matahari sebesar 6,5 jam,

kelembapan udara memiliki nilai sebesar 84% dan kecepatan angin yaitu sebesar 3 m/s.

1. Mencari derajat keanggotaan temperatur udara ($28,1^{\circ}\text{C}$).

Dengan memperhatikan persamaan 4.4 maka didapatkan derajat keanggotaan untuk kategori temperatur dingin sebagai berikut:

$$\mu_{dingin}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 27,8; \\ \frac{(28,4-x)}{(28,4-27,8)}; & 27,8 \leq x \leq 28,4; \\ 0; & x \geq 28,4. \end{cases}$$

Diketahui bahwa nilai temperatur udara (x) adalah sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$. Nilai tersebut berada diantara suhu $27,8^{\circ}\text{C}$ dan $28,4^{\circ}\text{C}$. Sehingga persamaan yang digunakan untuk mencari derajat keanggotaan temperatur udara kategori dingin yaitu $\frac{(28,4-x)}{(28,4-27,8)}$. Kemudian setelah diimplementasikan, sehingga menghasilkan derajat keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{dingin}[28,1] = \frac{(28,4-x)}{(28,4-27,8)} = \frac{(28,4-28,1)}{(28,4-27,8)} = \frac{0,3}{0,6} = 0,5.$$

Kemudian untuk menentukan derajat keanggotaan kategori temperatur sedang dengan menggunakan persamaan 4.5 berikut:

$$\mu_{sedang}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 27,8 \text{ atau } x \geq 29; \\ \frac{(x-27,8)}{(28,4-27,8)}; & 27,8 \leq x \leq 28,4; \\ \frac{(29-x)}{(29-28,4)}; & 28,4 \leq x < 29. \end{cases}$$

Diketahui bahwa nilai temperatur udara (x) adalah sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$. Nilai tersebut berada diantara suhu $27,8^{\circ}\text{C}$ dan $28,4^{\circ}\text{C}$. Sehingga persamaan yang digunakan untuk mencari derajat keanggotaan temperatur udara kategori sedang yaitu $\frac{(x-27,8)}{(28,4-27,8)}$. Kemudian setelah diimplementasikan, akan menghasilkan derajat keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{sedang}[28,1] = \frac{(x-27,8)}{(28,4-27,8)} = \frac{(28,1-27,8)}{(28,4-27,8)} = \frac{0,3}{0,6} = 0,5.$$

Selanjutnya untuk menentukan derajat keanggotaan kategori temperatur panas yaitu dengan menggunakan persamaan 4.6 berikut.

$$\mu_{panas}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 28,4; \\ \frac{(x-28,4)}{(29-28,4)}; & 28,4 \leq x \leq 29; \\ 1; & x \geq 29. \end{cases}$$

Sebab nilai temperatur udara ($28,1^{\circ}\text{C}$) berada kurang dari $28,4^{\circ}\text{C}$ sehingga derajat

keanggotaan temperatur udara kategori panas yaitu sebagai berikut.

$$\mu_{panas}[28,1] = 0.$$

Sehingga didapatkan nilai derajat keanggotaan untuk variabel temperatur udara yaitu $\mu_{dingin}[28,1] = 0,5$; $\mu_{sedang}[28,1] = 0,5$ dan $\mu_{panas}[28,1] = 0$.

2. Mencari derajat keanggotaan lamanya penyinaran matahari (6,5 jam).

Dengan memperhatikan persamaan 4.7 maka didapatkan derajat keanggotaan untuk kategori lamanya penyinaran matahari yang sedikit adalah sebagai berikut:

$$\mu_{sedikit}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 4,1; \\ \frac{(8,8-x)}{(8,8-4,1)}; & 4,1 \leq x \leq 8,8; \\ 0; & x \geq 8,8. \end{cases}$$

Diketahui bahwa nilai lamanya penyinaran matahari (x) adalah sebesar 6,5 jam. Nilai tersebut berada diantara 4,1 dan 8,8. Sehingga persamaan yang digunakan untuk mencari derajat keanggotaan lamanya penyinaran matahari kategori sedikit yaitu $\frac{(8,8-x)}{(8,8-4,1)}$. Kemudian setelah

diimplementasikan, sehingga menghasilkan derajat keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{sedikit}[6,5] = \frac{(8,8-x)}{(8,8-4,1)} = \frac{(8,8-6,5)}{(8,8-4,1)} = \frac{2,3}{4,7} = 0,489.$$

Kemudian untuk menentukan derajat keanggotaan kategori lamanya penyinaran matahari yang banyak dengan menggunakan persamaan 4.8 berikut:

$$\mu_{banyak}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 4,1; \\ \frac{(x-4,1)}{(8,8-4,1)}; & 4,1 \leq x \leq 8,8; \\ 1; & x \geq 8,8. \end{cases}$$

Sebab nilai lamanya penyinaran matahari (6,5 jam) berada lebih dari 4,1 dan kurang dari 8,8 sehingga derajat keanggotaan lamanya penyinaran matahari kategori banyak didapatkan dengan menggunakan persamaan $\frac{(x-4,1)}{(8,8-4,1)}$. Setelah diimplementasikan sehingga mendapatkan derajat keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{banyak}[6,5] = \frac{(x-4,1)}{(8,8-4,1)} = \frac{(6,5-4,1)}{(8,8-4,1)} = \frac{2,4}{4,7} = 0,511.$$

Sehingga didapatkan nilai derajat keanggotaan untuk variabel kecepatan angin yaitu $\mu_{sedikit}[6,5] = 0,489$ dan $\mu_{banyak}[6,5] = 0,511$.

3. Mencari derajat keanggotaan kelembapan udara (84%).

Dengan memperhatikan persamaan 4.9 maka didapatkan derajat keanggotaan untuk kategori kelembapan udara yang rendah sebagai berikut:

$$\mu_{rendah}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 73; \\ \frac{(78-x)}{(78-73)}; & 73 \leq x \leq 78; \\ 0; & x \geq 78. \end{cases}$$

Diketahui bahwa nilai kelembapan udara (x) adalah sebesar 84%. Nilai tersebut berada lebih dari 78%. Sehingga derajat keanggotaan variabel kelembapan udara kategori rendah adalah sebagai berikut:

$$\mu_{rendah}[84] = 0.$$

Kemudian untuk menentukan derajat keanggotaan kategori kelembapan udara sedang dengan menggunakan persamaan 4.10 berikut:

$$\mu_{sedang}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 73 \text{ atau } x \geq 82; \\ \frac{(x-73)}{(78-73)}; & 73 \leq x \leq 78; \\ \frac{(82-x)}{(82-78)}; & 78 \leq x \leq 82. \end{cases}$$

Diketahui bahwa nilai kelembapan udara (x) adalah sebesar 84%. Nilai tersebut berada lebih dari 82%. Sehingga derajat keanggotaan variabel kelembapan udara kategori sedang adalah sebagai berikut:

$$\mu_{sedang}[84] = 0.$$

Selanjutnya untuk menentukan derajat keanggotaan kategori kelembapan udara tinggi yaitu dengan menggunakan persamaan 4.11 berikut:

$$\mu_{tinggi}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 78; \\ \frac{(x-78)}{(82-78)}; & 78 \leq x \leq 82; \\ 1; & x \geq 82. \end{cases}$$

Dikarenakan nilai kelembapan udara (x) adalah sebesar 84%. Nilai tersebut berada lebih dari 82%. Sehingga derajat keanggotaan variabel kelembapan udara kategori rendah adalah sebagai berikut:

$$\mu_{tinggi}[84] = 1.$$

Sehingga didapatkan nilai derajat keanggotaan untuk variabel kelembapan udara

yaitu $\mu_{rendah}[84] = 0$; $\mu_{sedang}[84] = 0$ dan $\mu_{tinggi}[84] = 1$.

4. Mencari derajat keanggotaan kecepatan angin (3 m/s).

Dengan memperhatikan persamaan 4.12 maka didapatkan derajat keanggotaan untuk kategori kecepatan angin yang lambat adalah sebagai berikut:

$$\mu_{lambat}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 2; \\ \frac{(5-x)}{(5-2)}; & 2 \leq x \leq 5; \\ 0; & x \geq 5. \end{cases}$$

Diketahui bahwa nilai kecepatan angin (x) adalah sebesar 3 m/s. Nilai tersebut berada diantara 2 m/s dan 5 m/s. Sehingga derajat keanggotaan variabel kecepatan angin kategori lambat adalah sebagai berikut:

$$\mu_{lambat}[3] = \frac{(5-x)}{(5-2)} = \frac{(5-3)}{(5-2)} = \frac{2}{3} = 0,667.$$

Kemudian untuk menentukan derajat keanggotaan kategori kelembapan udara sedang dengan menggunakan persamaan 4.13 berikut:

$$\mu_{cepat}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 2; \\ \frac{(x-4,1)}{(8,8-4,1)}; & 2 \leq x \leq 5; \\ 1; & x \geq 5. \end{cases}$$

Dikarenakan nilai kecepatan angin (x) adalah sebesar 3 m/s. Nilai tersebut berada diantara 2 m/s dan 5 m/s. Sehingga derajat keanggotaan variabel kecepatan angin kategori cepat adalah sebagai berikut:

$$\mu_{cepat}[3] = \frac{(x-2)}{(5-2)} = \frac{(3-2)}{(5-2)} = \frac{1}{3} = 0,333.$$

Sehingga didapatkan nilai derajat keanggotaan untuk variabel kecepatan angin yaitu $\mu_{lambat}[3] = 0,667$ dan $\mu_{cepat}[3] = 0,333$.

Setelah mendapatkan derajat keanggotaan pada tiap kategori variabel, selanjutnya dapat langsung diimplementasikan ke dalam *rule based* yang telah dibuat. Berdasarkan derajat keanggotaan pada tiap variabel *input* dapat diketahui beberapa aturan yang sesuai yaitu aturan ke 5, 6, 11, 12, 23 dan 24. Tahap selanjutnya yaitu dengan menentukan nilai minimum tiap aturan sesuai dengan persamaan 2.12, didapatkan hasil sebagai berikut:

- $[R_5]$ IF temperatur dingin AND lama penyinaran sedikit AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin lambat THEN curah hujan yaitu hujan ringan.
 α -predikat = $\mu_{dingin} \cap \mu_{sedikit} \cap \mu_{tinggi} \cap \mu_{lambat}$
 $= \min(0,5; 0,489; 1; 0,667)$
 $= 0,489$.

Dikarenakan α -predikat atau μ_z yang diperoleh dari $[R_5]$ adalah 0,5 pada variabel curah hujan ringan, maka nilai Z_5 diperoleh dari persamaan 4.14. Setelah diimplementasikan, maka diperoleh nilai Z_5 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_z &= \frac{88 - Z_5}{88 - 52,35} \\ \Leftrightarrow 0,489 &= \frac{88 - Z_5}{35,65} \\ \Leftrightarrow Z_5 &= 88 - 17,825 \\ \Leftrightarrow Z_5 &= 70,175.\end{aligned}$$

- $[R_6]$ IF temperatur dingin AND lama penyinaran sedikit AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin cepat THEN curah hujan adalah hujan lebat.
 α -predikat = $\mu_{dingin} \cap \mu_{sedikit} \cap \mu_{tinggi} \cap \mu_{cepat}$
 $= \min(0,5; 0,489; 1; 0,333)$
 $= 0,333$.

Dikarenakan α -predikat atau μ_z yang diperoleh dari $[R_6]$ adalah 0,333 pada variabel

curah hujan kategori hujan lebat, maka nilai Z_6 diperoleh dari persamaan 4.15. Setelah diimplementasikan, diperoleh nilai Z_6 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_z &= \frac{122,3 - Z_6}{122,3 - 88} \\ \Leftrightarrow 0,333 &= \frac{122,3 - Z_6}{34,3} \\ \Leftrightarrow Z_6 &= 122,3 - 11,4219 \\ \Leftrightarrow Z_6 &= 110,8781.\end{aligned}$$

- $[R_{11}]$ IF temperatur dingin AND lama penyinaran banyak AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin lambat THEN curah hujan adalah hujan lebat.
 α -predikat = $\mu_{dingin} \cap \mu_{banyak} \cap \mu_{tinggi} \cap \mu_{lambat}$
 $= \min(0,5; 0,511; 1; 0,667)$
 $= 0,5.$

Dikarenakan α -predikat atau μ_z yang diperoleh dari $[R_{11}]$ adalah 0,5 pada variabel curah hujan kategori hujan lebat, maka nilai Z_{11} diperoleh dari persamaan 4.15. Setelah diimplementasikan, diperoleh nilai Z_{11} sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_z &= \frac{122,3 - Z_{11}}{122,3 - 88} \\ \Leftrightarrow 0,5 &= \frac{122,3 - Z_{11}}{34,3}\end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow Z_{11} = 122,3 - 17,15$$

$$\Leftrightarrow Z_{11} = 105,15.$$

- $[R_{12}]$ IF temperatur dingin AND lama penyinaran banyak AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin cepat THEN curah hujan adalah berawan.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{\text{dingin}} \cap \mu_{\text{banyak}} \cap \mu_{\text{tinggi}} \cap \mu_{\text{cepat}} \\ &= \min(0,5; 0,511; 1; 0,333) \\ &= 0,333.\end{aligned}$$

Dikarenakan α -predikat atau μ_z yang diperoleh dari $[R_{12}]$ adalah 0,333 pada variabel curah hujan kategori berawan, maka nilai Z_{12} diperoleh dari persamaan 4.14. Setelah diimplementasikan, mendapatkan nilai Z_{12} sebagai berikut:

$$\mu_z = \frac{88 - Z_{12}}{88 - 52,35}$$

$$\Leftrightarrow 0,333 = \frac{88 - Z_{12}}{35,65}$$

$$\Leftrightarrow Z_{12} = 88 - 11,87145$$

$$\Leftrightarrow Z_{12} = 76,12855.$$

- $[R_{17}]$ IF temperatur sedang AND lama penyinaran sedikit AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin lambat THEN curah hujan yaitu hujan ringan.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sedikit}} \cap \mu_{\text{tinggi}} \cap \mu_{\text{lambat}} \\ &= \min(0,5; 0,489; 1; 0,667)\end{aligned}$$

$$= 0,489.$$

Dikarenakan α -predikat atau μ_z yang diperoleh dari $[R_{17}]$ adalah 0,5 pada variabel curah hujan kategori hujan ringan, maka nilai Z_{17} diperoleh dari persamaan 4.14. Setelah diimplementasikan, diperoleh nilai Z_{17} sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_z &= \frac{88 - Z_{17}}{88 - 52,35} \\ \Leftrightarrow 0,489 &= \frac{88 - Z_{17}}{35,65} \\ \Leftrightarrow Z_{17} &= 88 - 17,825 \\ \Leftrightarrow Z_{17} &= 70,175.\end{aligned}$$

- $[R_{18}]$ IF temperatur sedang AND lama penyinaran sedikit AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin cepat THEN curah hujan yaitu sangat lebat.
 α -predikat = $\mu_{sedang} \cap \mu_{sedikit} \cap \mu_{tinggi} \cap \mu_{cepat}$
 $= \min(0,5; 0,489; 1; 0,333)$
 $= 0,333.$

Dikarenakan α -predikat atau μ_z yang diperoleh dari $[R_{18}]$ adalah 0,333 pada variabel curah hujan kategori hujan sangat lebat, maka nilai Z_{18} diperoleh dari persamaan 4.15. Setelah diimplementasikan, diperoleh nilai Z_{18} sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_z &= \frac{122,3 - Z_{18}}{122,3 - 88} \\ \Leftrightarrow 0,333 &= \frac{122,3 - Z_{18}}{34,3} \\ \Leftrightarrow Z_{18} &= 122,3 - 11,4219 \\ \Leftrightarrow Z_{18} &= 110,8781.\end{aligned}$$

- $[R_{23}]$ IF temperatur sedang AND lama penyinaran banyak AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin lambat THEN curah hujan sedang.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{banyak}} \cap \mu_{\text{tinggi}} \cap \mu_{\text{lambat}} \\ &= \min(0,5; 0,511; 1; 0,667) \\ &= 0,5.\end{aligned}$$

Dikarenakan α -predikat atau μ_z yang diperoleh dari $[R_{23}]$ adalah 0,5 pada variabel curah hujan sedang, maka nilai Z_{23} diperoleh dari persamaan 4.15. Setelah diimplementasikan, diperoleh nilai Z_{23} sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\mu_z &= \frac{122,3 - Z_{23}}{122,3 - 88} \\ \Leftrightarrow 0,5 &= \frac{122,3 - Z_{23}}{34,3} \\ \Leftrightarrow Z_{23} &= 122,3 - 17,15 \\ \Leftrightarrow Z_{23} &= 105,15\end{aligned}$$

- $[R_{24}]$ IF temperatur sedang AND lama penyinaran banyak AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin cepat THEN curah hujan adalah hujan ringan.

$$\begin{aligned}
 \alpha\text{-predikat} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{banyak}} \cap \mu_{\text{tinggi}} \cap \mu_{\text{cepat}} \\
 &= \min(0,5; 0,511; 1; 0,333) \\
 &= 0,333.
 \end{aligned}$$

Dikarenakan α -predikat atau μ_z yang diperoleh dari $[R_{24}]$ adalah 0,333 pada variabel curah hujan kategori hujan ringan, maka nilai Z_{24} diperoleh dari persamaan 4.16. Setelah diimplementasikan, mendapatkan nilai Z_{24} sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \mu_z &= \frac{122,3 - Z_{24}}{122,3 - 88} \\
 \Leftrightarrow 0,333 &= \frac{122,3 - Z_{24}}{34,3} \\
 \Leftrightarrow Z_{24} &= 122,3 - 11,43219 \\
 \Leftrightarrow Z_{24} &= 110,86781
 \end{aligned}$$

Fase selanjutnya yaitu fase defuzzifikasi. Fase ini diimplementasikan dengan menggunakan Persamaan 2.13, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{\sum_{i=1}^n a_i x_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \\
 \Leftrightarrow Z &= \frac{(0,5 \times 70,175) + (0,33 \times 110,8781) + (0,5 \times 105,15) + \dots + (0,33 \times 110,868)}{0,5 + 0,333 + 0,5 + 0,333 + 0,5 + 0,333 + 0,5 + 0,333} \\
 \Leftrightarrow Z &= \frac{35,0875 + 36,9224073 + 52,575 + 25,35080715 + \dots + 36,91898073}{3,332} \\
 \Leftrightarrow Z &= \frac{310,985556}{3,332} \\
 \Leftrightarrow Z &= 92,3333;
 \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya, hasil perhitungan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* dan data aktual pada tanggal 20 Februari 2020 dimuat dalam Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan *Fuzzy Tsukamoto* dan Data Aktual

Tanggal	Perhitungan Data Secara Aktual		Perhitungan Data Menggunakan Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i>	
	Curah Hujan	Variabel Linguistik	Curah Hujan	Variabel Linguistik
20-02-2020	87	Hujan Lebat	92,3333	Hujan Lebat

Berdasarkan keterangan data pada Tabel 4.5, didapatkan hasil dari perhitungan curah hujan pada tanggal 20 Februari 2020 dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* yaitu sebesar 92,3333 mm sedangkan nilai dari perhitungan data aktual untuk variabel curah hujan yaitu sebesar 87 mm. Kemudian dengan memperhatikan kategori variabel linguistik curah hujan secara aktual dengan estimasi curah hujan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* memiliki keadaan yang sama yaitu pada kategori hujan lebat.

D. Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto Menggunakan GUI Matlab

Berdasarkan langkah yang telah peneliti lakukan pada implementasi metode *fuzzy tsukamoto* secara manual, maka selanjutnya dilakukan implementasi ke bahasa pemrograman. *Software* yang digunakan peneliti dalam melakukan penelitian yaitu dengan menggunakan GUI Matlab. Dari perhitungan secara manual tanggal 20 Februari 2020, peneliti kemudian mengimplementasikan ke dalam model GUI Matlab dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Program Prediksi Curah Hujan dengan Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto di Kota Semarang

Variabel Input

Temperatur Udara	28,1
Lamanya Penyinaran Matahari	6,5
Kelembapan Udara	84
Kecepatan Angin	3

Prediksi Output

Keluar	Curah Hujan	92.3333	Hujan Lebat
--------	-------------	---------	-------------

Gambar 4.5 Hasil Prediksi Menggunakan GUI Matlab

Gambar 4.5 merupakan hasil prediksi curah hujan dengan menggunakan GUI Matlab metode *fuzzy tsukamoto* pada tanggal 20 Februari 2020. Hasil tersebut menunjukkan presisi yang bagus antara perhitungan menggunakan GUI Matlab dengan perhitungan manual. Langkah selanjutnya yaitu dengan mengimplementasikan semua data sejumlah 546 data ke dalam program, sehingga didapatkan hasil sesuai Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan *Fuzzy Tsukamoto*
Menggunakan GUI Matlab dan Data Aktual

No.	Tanggal	Perhitungan Data Secara Aktual		Perhitungan Data Menggunakan Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i>	
		Curah Hujan	Variabel Linguistik	Curah Hujan	Variabel Linguistik
1	01-01-2020	80,5	Hujan Lebat	85,1714	Hujan Lebat
2	02-01-2020	120,5	Hujan Sangat Lebat	119,75	Hujan Ringan
3	03-01-2020	83,4	Hujan Lebat	92,3333	Hujan Lebat
4	04-01-2020	20,3	Hujan Sedang	19,86	Hujan Ringan
5	05-01-2020	0,8	Berawan	0,291	Berawan
:	:	:	:	:	:
546	30-11-2022	87	Hujan Sangat Lebat	92,3333	Hujan Sangat Lebat

Dari jumlah data sebanyak 546, diperoleh 452 data merupakan data yang sesuai dan terdapat 94 data yang tidak sesuai dengan data aktual yang terdapat di data BMKG. Hal ini sangat baik sebab banyak data yang sesuai dengan data aktualnya.

E. Analisis dengan *MAPE*

MAPE (Mean Absolute Percent Error) adalah satu dari banyaknya cara untuk menghitung sebuah kesalahan peramalan pada jumlah data yang digunakan. Hal ini perlu dilakukan supaya hasil estimasi curah hujan dapat diketahui keakuratannya. Nilai *MAPE* dicari dengan menghitung kesalahan yaitu dengan mencari selisih mutlak dari data aktual dengan perhitungan estimasi curah hujan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*. Setelah mendapatkan hasil selisih nilai Z, dibagi dengan data aktual nilai tersebut dan kemudian dikali 100% serta dibagi menggunakan jumlah data yang digunakan sehingga didapatkan nilai *MAPE*.

Banyaknya data yang digunakan yaitu berjumlah 546 data. Data tersebut merupakan data aktual pada rentang waktu Januari 2020 hingga Desember 2022. Nilai Z aktual dan prediksi harus dicari terlebih dahulu. Hal ini karena perhitungan

MAPE perlu menggunakan nilai Z sesuai dengan data yang digunakan. Langkah selanjutnya yaitu dengan menggunakan Persamaan 2.14 yang direpresentasikan ke dalam hasil estimasi dan data aktual pada variabel curah hujan. Nilai *MAPE* yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(|y_i - \hat{y}_i|)}{y_i} \times 100\% \\
 \Leftrightarrow MAPE &= \frac{1}{546} \frac{(|80,5 - 85,1714|)}{80,5} \times 100\% + \dots + \frac{(|120,3 - 119,75|)}{120,3} \times \\
 &\quad 100\% \\
 \Leftrightarrow MAPE &= \frac{1}{546} \times 5643,9452\% \\
 \Leftrightarrow MAPE &= 10,3669\%.
 \end{aligned}$$

Hasil dari *MAPE* pada perhitungan prediksi curah hujan mulai pada rentang waktu Januari 2020 hingga Desember 2022 dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* yaitu sebesar 10,3669%. Hal ini menunjukkan nilai *MAPE* tersebut berada pada rentang 10-20% yang berarti memiliki kategori baik. Dari nilai *MAPE* tersebut, didapatkan hasil keakuratan perhitungan *fuzzy* ini sebesar 89,6331%. Hasil ini merupakan selisih dari 100% dengan nilai *MAPE* yaitu 10,3669% yang menghasilkan nilai keakuratan sebesar 89,6331% serta menunjukkan perhitungan metode *fuzzy tsukamoto* sudah baik.

BAB V

PENUTUP

Pada bab penutup dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah peneliti lakukan.

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* pada variabel temperatur udara, lamanya penyinaran matahari, kelembapan udara dan kecepatan angin untuk prediksi curah hujan dari tahun 2020 hingga 2022 dengan jumlah data sebanyak 546 terdapat 452 data yang sesuai dengan data aktual dan 94 data yang tidak sesuai dengan data aktualnya.
2. Hasil analisis dengan menggunakan *MAPE* dilakukan pada semua data yang digunakan. Total jumlah data yaitu sebanyak 546 data dan dihasilkan nilai *MAPE* yaitu sebesar 10,3669%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai *MAPE* berada pada rentang 10-20%. Nilai tersebut memiliki kategori baik dan menunjukkan bahwa peramalan memiliki hasil yang baik. Dari hasil *MAPE* tersebut menunjukkan bahwa perhitungan

menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* sudah cukup baik, sebab memiliki keakuratan sebesar 89,6331%. Hasil ini merupakan selisih dari 100% dengan nilai *MAPE* yaitu 10,3669% sehingga menghasilkan nilai keakuratan sebesar 89,6331% serta menunjukkan perhitungan metode *fuzzy tsukamoto* sudah baik.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Menggunakan metode *fuzzy* yang lain seperti *mamdani* atau *sugeno* untuk memprediksi curah hujan suatu data dan membandingkan metode tersebut agar diperoleh metode *fuzzy* yang paling tepat untuk memprediksi curah hujan.
2. Menggunakan atau menambah variabel lain seperti arah angin dan temperatur berkala setiap jam supaya mendapatkan hasil yang lebih tepat dalam memprediksi curah hujan.
3. Menambah data variabel masa lalu berupa 4 atau 5 tahun sebelumnya sebagai data aktual supaya mendapatkan hasil prediksi curah hujan yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmatim.net.* (2022). Diunduh di Achmatim.net: www.achmatim.net tanggal 9 Juli 2023
- BPS Kota Semarang.* (2022). Diunduh di Data Curah Hujan: <https://semarangkota.bps.go.id/subject/151/iklim.html#subjekViewTab5> tanggal 12 Oktober 2022
- Chandra, R., & Kurniawan, W. J. (2022). Memprediksi Penjualan Perangkat Elektronik Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi*, 1-7.
- Fadli, K. (2013). *Pengertian Ilmu Meteorologi*. Diunduh di <https://www.e-jurnal.com/2013/11/pengertian-ilmu-meteorologi.html> tanggal 13 Oktober 2022
- Gealson, K., K., Karecki, S., & Reif, R. (2007). *Climate Classroom: What's up with global warming?*
- Habiby, W. N. (2017). *Statistika Pendidikan*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Hapiz, A. (2017). Penerapan Logika Fuzzy dengan Metode Tsukamoto untuk Mengestimasi Curah Hujan. *Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*.
- Horn, Trewartha, & Glenn. (1995). *Buku Pengantar Iklim*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Insani, F., Fadilah, S., Jasril, & Sanjaya, S. (2020). Prediksi Cuaca Pekanbaru Menggunakan Fuzzy Tsukamoto dan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional Teknologi*

Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 12, 255-262.

- Jamal, S. N. (2022). *Negara Maritim: Pengertian, Ciri-ciri dan Pilar Penyangganya*. Diunduh di <https://money.kompas.com/read/2022/01/19/080215326/negara-maritim-pengertian-ciri-ciri-dan-pilar-penyangganya?page=all> tanggal 13 Oktober 2022
- Kreith, F. (1991). *Prinsip-prinsip Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu Yogyakarta.
- Muhandhis, I., Ritonga, A. S., & Murdani, M. H. (2021). Implementasi Metode Inferensi Fuzzy Tsukamoto untuk Memprediksi Curah Hujan Dasarian di Sumenep. *Jurnal Ilmiah Edutic*, 1-10.
- Nawangwulan, A. (2022). *Mengenal Faktor yang Mempengaruhi Curah Hujan*. Diunduh di Harian Haluan: <https://www.harianhaluan.com/> tanggal 9 Juli 2023
- Novianti, T., Puji, A., & Winda, R. (2012). Pengaruh Temperatur Terhadap Aktivitas Enzim Protease dari Daun Sanksang (*Pycnarrhena Cauliflora* Diels). *Jurnal Kimia*, Vol. 1, No. 1, Halaman 31-44.
- Nuryana, I. K., Mashuri, C., & Suhartanto, M. (2022). Rainfall Prediction Information System in Jombang Regency Using the Fuzzy Time Series Method. *International Journal of Mechanical Engineering*, 387-393.

- Permataliyanti, H. M. (2021). Penerapan Fuzzy Inference System dengan Metode Tsukamoto untuk memprediksi Curah Hujan di Kabupaten Maros. *Skripsi*.
- Rahmawati, Sari, D. E., Rahma, A. N., & Soleh, M. (2021). Peramalan Curah Hujan di PPKS Bukit Sentang Dengan Menggunakan Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur. *Jurnal Matematika Integratif*, Vol. 17, No. 1.
- Regariana, C. M. (2006). *ATMOSFER (Cuaca dan Iklim)*. Jakarta: PT Phibeta Aneka Gama.
- Rindengan, A. J., & Langi, Y. A. (2019). *Sistem Fuzzy*. BANDUNG: CV. PATRA MEDIA GRAFINDO.
- Setiadji. (2009). *Himpunan dan Logika Samar serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. (2018). *Logika Fuzzy dengan Matlab*. Denpasar-Bali: Jayapangus Press.
- Sholihah, U. (2021). Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto untuk Memprediksi Curah Hujan di Kabupaten Kotawaringin Timur. *E-Journal Computer, Technology and Informations System*, 31-39.
- Sukerti, N. K. (2015). Peramalan Deret Waktu Menggunakan S-Curve Dan Quadratic Trend Model. *Konferensi Nasional Sistem & Informatika (KNS&I)*, 592-597.
- Thamrin, F. (2012). Studi Inferensi Fuzzy Tsukamoto untuk Penentuan Faktor Pembebanan Trafo PLN.
- Wahyuni, I., & Ahda, F. A. (2018). Pemodelan Fuzzy Inference System Tsukamoto Untuk Prediksi Curah Hujan Studi Kasus Kota Batu. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 115-124.

- Wahyuni, I., & Almu'iini, F. (2018). Pemodelan Fuzzy Inference System Tsukamoto Untuk Prediksi Curah Hujan Studi Kasus Kota Batu. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 115-124.
- Wahyuni, I., Adipraja, P. F., & Mahmudy, W. F. (2018). Determining Growing Season of Potatoes Based on Rainfall Prediction Result Using System Dynamics. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics*, 210-216.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Variabel Input dan Output

No.	Tanggal	Tavg	Ss	RH_avg	ff_avg	RR (Aktual)	RR (<i>Fuzzy Tsukamoto</i>)	Curah Hujan Aktual	Curah Hujan <i>Fuzzy Tsukamoto</i>
1	01-01-2020	27,2	3,6	75	3	80,5	85,1714	Hujan Lebat	Hujan Lebat
2	02-01-2020	27,5	2,2	81	2	120,5	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
3	03-01-2020	28,2	3,8	70	3	83,4	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
4	04-01-2020	27,5	3,9	75	2	20,3	19,86	Hujan Sedang	Hujan Ringan
5	05-01-2020	26,6	0,5	70	2	0,8	0,291	Hujan Ringan	Berawan
6	06-01-2020	26,6	1	76	3	11,8	10,8616	Hujan Ringan	Hujan Ringan
7	07-01-2020	26,7	3,1	77	2	30,8	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang

8	08-01-2020	27,3	8	75	2	67,5	64,52	Hujan Lebat	Hujan Lebat
9	09-01-2020	26,6	1,3	76	4	11	6,61273	Hujan Ringan	Hujan Ringan
10	10-01-2020	27,3	2,2	74	2	2	2,1	Hujan Ringan	Hujan Ringan
11	11-01-2020	27,3	0,2	71	1	66,8	69,9289	Hujan Lebat	Hujan Lebat
12	12-01-2020	27,5	5	72	2	28,3	50,291	Hujan Sedang	Hujan Lebat
13	13-01-2020	28,2	8,1	80	3	75,4	75,1	Hujan Lebat	Hujan Lebat
14	14-01-2020	27,9	6,8	83	3	7,4	9,2333	Hujan Ringan	Hujan Ringan
15	15-01-2020	28,3	5,7	77	2	20	22,2	Hujan Ringan	Hujan Sedang
16	16-01-2020	27,4	8,2	73	1	49,7	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
17	17-01-2020	28,3	4,2	77	2	45	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
18	18-01-2020	28,6	8,3	75	2	100	98,6	Hujan Lebat	Hujan Lebat

19	19-01-2020	29,3	9,8	76	2	87	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
20	20-01-2020	29,4	9,6	75	2	88	98,6	Hujan Lebat	Hujan Lebat
21	21-01-2020	28,9	2	79	2	50,9	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
22	22-01-2020	29,6	4,5	74	2	145,6	126,8	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
23	23-01-2020	29,8	9,7	73	2	145,4	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
24	24-01-2020	29,6	8,2	77	2	48	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
25	25-01-2020	27,5	3,4	86	3	94	92,333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
26	26-01-2020	27,9	4,4	81	2	105,6	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
27	27-01-2020	29,1	8	77	2	85,5	84,4666	Hujan Lebat	Hujan Lebat
28	28-01-2020	29,5	7,7	77	2	40	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang

29	29-01-2020	29,5	7,4	79	2	50,7	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
30	30-01-2020	28,8	6,3	79	2	50	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
31	31-01-2020	29	3,2	79	2	100,5	102,125	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
32	01-02-2020	28,6	3	80	2	83	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
33	02-02-2020	27,5	6,2	81	2	115	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
34	03-02-2020	27,8	2,3	80	2	83	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
35	04-02-2020	28	5,9	84	2	61,5	59,244	Hujan Lebat	Hujan Lebat
36	05-02-2020	27,9	6,2	81	2	118	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
37	06-02-2020	28	4,6	82	3	125,5	127,033	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
38	07-02-2020	27,3	7,5	84	3	90	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat

39	08-02-2020	27,9	3	80	3	76	75,1	Hujan Lebat	Hujan Lebat
40	09-02-2020	28,2	3,9	70	2	99	98,6	Hujan Lebat	Hujan Lebat
41	10-02-2020	28,1	0,7	82	2	89	88,3617	Hujan Lebat	Hujan Lebat
42	11-02-2020	28	4,6	83	1	46	46,5176	Hujan Sedang	Hujan Sedang
43	12-02-2020	27,5	3,2	82	1	49,7	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
44	13-02-2020	28,2	1,3	79	2	50,1	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
45	14-02-2020	28,7	1,8	79	2	50	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
46	15-02-2020	27,9	7,7	80	2	84	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
47	16-02-2020	28,2	3,8	81	2	114,6	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
48	17-02-2020	28,2	2,2	80	2	80,2	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
49	18-02-2020	28,1	3	80	3	84,9	75,1	Hujan Lebat	Hujan Lebat

50	19-02-2020	27,3	3,5	84	3	90,1	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
51	20-02-2020	25,4	4	93	3	87	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
52	21-02-2020	27,8	0,6	83	3	70,4	76,6511	Hujan Lebat	Hujan Lebat
53	23-02-2020	28	7,6	85	3	82,1	80,3561	Hujan Lebat	Hujan Lebat
54	24-02-2020	26,1	6,7	92	3	90,1	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
55	25-02-2020	27,9	0,1	80	3	74	75,1	Hujan Lebat	Hujan Lebat
56	26-02-2020	28,4	8	83	3	75,5	78,5344	Hujan Lebat	Hujan Lebat
57	27-02-2020	27,8	4,7	84	3	91	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
58	28-02-2020	27,7	8,4	88	3	90	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
59	29-02-2020	28,1	6,5	84	3	89,8	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
60	01-03-2020	26,9	6,2	91	2	141	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem

61	02-03-2020	27,8	1,2	86	2	142,5	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
62	04-03-2020	27,5	7	89	2	80	88,3617	Hujan Lebat	Hujan Lebat
63	05-03-2020	27,3	4,4	84	1	41	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
64	07-03-2020	27,9	4,5	84	2	145	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
65	08-03-2020	27,3	6,5	88	2	145	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
66	09-03-2020	27,9	5,4	83	1	45	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
67	12-03-2020	29,4	9,3	77	2	81	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
68	15-03-2020	29,3	5,6	77	2	38,9	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
69	16-03-2020	28,7	7,2	81	2	102	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat

70	17-03-2020	28,6	7,1	84	2	143	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
71	18-03-2020	29,1	8	77	2	98	84,4666	Hujan Lebat	Hujan Lebat
72	20-03-2020	28,6	5,6	79	2	30,4	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
73	23-03-2020	28,7	10	79	2	29	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
74	26-03-2020	29,4	8,5	77	2	32	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
75	28-03-2020	29,2	7,9	81	2	45	119,75	Hujan Sedang	Hujan Sangat Lebat
76	30-03-2020	28,3	5,3	82	2	120,3	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
77	31-03-2020	27,8	4,8	85	2	128	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
78	03-04-2020	29,5	9,2	80	2	80	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat

79	05-04-2020	28,4	9,5	84	2	120	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
80	06-04-2020	27,7	2,9	87	2	137	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
81	08-04-2020	28,1	5,6	80	2	75	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
82	10-04-2020	28,2	7,2	80	2	80	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
83	11-04-2020	27,7	6,9	85	1	38,6	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
84	12-04-2020	28	5,8	82	1	27,6	31,6267	Hujan Sedang	Hujan Sedang
85	13-04-2020	28,4	5,2	81	1	48	54,8251	Hujan Sedang	Hujan Lebat
86	14-04-2020	28,7	8,5	81	1	45,5	54,8251	Hujan Sedang	Hujan Lebat
87	20-04-2020	29,6	4,3	79	2	40	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
88	21-04-2020	27,9	2	79	2	40,5	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
89	22-04-2020	28,9	7,4	79	2	38,6	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang

90	27-04-2020	29,3	1,9	73	2	12	12,6	Hujan Ringan	Hujan Ringan
91	29-04-2020	28,6	0,6	77	3	75,5	86,26	Hujan Lebat	Hujan Lebat
92	07-05-2020	29,6	8,7	72	2	85,6	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
93	10-05-2020	29	5,8	74	2	99,8	109,88	Hujan Lebat	Hujan Sangat Lebat
94	11-05-2020	29	9,2	80	3	69,3	75,1	Hujan Lebat	Hujan Lebat
95	18-05-2020	28,5	8	82	2	40,1	44,693	Hujan Sedang	Hujan Sedang
96	19-05-2020	28,7	2,2	84	3	80,4	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
97	20-05-2020	29	4,1	76	2	80,1	87,32	Hujan Lebat	Hujan Lebat
98	21-05-2020	28,1	8,5	77	2	33,2	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
99	26-05-2020	28,7	8,3	77	2	37,5	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
100	28-05-2020	27,7	7,5	77	2	3,5	42,2	Berawan	Hujan Sedang

101	31-05-2020	28,3	5,7	79	2	30	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
102	06-06-2020	28,1	9,8	78	1	57,4	62,9407	Hujan Lebat	Hujan Lebat
103	10-06-2020	28,3	9,7	79	3	38,9	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
104	16-06-2020	28,5	9,4	77	2	45	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
105	17-06-2020	28,8	7,7	74	2	119,2	126,8	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
106	03-07-2020	28,1	8,5	75	3	64,4	85,1714	Hujan Lebat	Hujan Lebat
107	07-07-2020	27,8	2	79	2	24	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
108	18-07-2020	28,6	9,5	77	2	44	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
109	20-07-2020	28,6	9,4	77	2	43	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
110	25-07-2020	27,4	9	63	3	97	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
111	06-08-2020	28,2	7,7	70	3	95	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat

112	14-08-2020	28,7	9,1	77	2	50	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
113	16-08-2020	28,4	9,7	77	2	44,5	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
114	19-08-2020	28,6	9,3	70	2	55	50,291	Hujan Lebat	Hujan Lebat
115	24-08-2020	28,9	9,7	65	3	95	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
116	30-08-2020	28,3	9,8	68	2	130	126,8	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
117	03-09-2020	27,8	6	77	2	90	86,26	Hujan Lebat	Hujan Lebat
118	04-09-2020	28,8	8,2	77	2	45	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
119	05-09-2020	28,9	9,5	75	2	100,1	98,6	Hujan Sangat Lebat	Hujan Lebat
120	06-09-2020	28,4	9,7	77	2	44	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
121	28-09-2020	29,3	7,8	77	2	35	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
122	02-10-2020	29,1	10,5	77	2	50,3	42,2	Hujan Lebat	Hujan Sedang

123	03-10-2020	29,6	9,7	69	2	52	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
124	11-10-2020	29,2	1	70	2	35	28	Hujan Sedang	Hujan Sedang
125	13-10-2020	30	6	68	3	83	80,5646	Hujan Lebat	Hujan Lebat
126	15-10-2020	28,9	8,2	74	2	130	126,8	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
127	16-10-2020	28,1	7,3	76	2	73	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
128	21-10-2020	27,5	7,9	80	2	86	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
129	22-10-2020	28,7	0	79	2	52,3	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
130	23-10-2020	28,6	8,5	76	3	68,5	66,1373	Hujan Lebat	Hujan Lebat
131	24-10-2020	28,9	6,5	76	2	75	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
132	25-10-2020	28,8	6,6	78	2	46	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
133	28-10-2020	29	4,7	74	2	110	109,88	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat

134	29-10-2020	29,9	9,6	76	2	73	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
135	31-10-2020	27,2	5,6	80	2	85	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
136	01-11-2020	27,4	3,4	77	2	30,9	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
137	02-11-2020	28	4,4	83	2	20,5	14,6111	Hujan Sedang	Hujan Ringan
138	04-11-2020	28,7	5,8	74	2	132,6	126,8	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
139	06-11-2020	28,9	6	73	2	77,9	76,1855	Hujan Lebat	Hujan Lebat
140	08-11-2020	29,4	5	72	2	52,2	50,291	Hujan Lebat	Hujan Lebat
141	09-11-2020	29,1	7,9	77	2	43	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
142	10-11-2020	29,7	4	72	2	30	28	Hujan Sedang	Hujan Sedang
143	11-11-2020	29,3	9,6	77	2	36,9	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
144	15-11-2020	29,2	8,6	75	2	100,4	98,6	Hujan Sangat Lebat	Hujan Lebat

145	16-11-2020	30,6	7,6	69	2	124	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
146	17-11-2020	29,7	9,1	76	2	80,3	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
147	18-11-2020	28,9	8,2	76	2	73	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
148	19-11-2020	29,7	9,5	75	3	87,3	85,1714	Hujan Lebat	Hujan Lebat
149	20-11-2020	29,4	6	76	2	89	87,57	Hujan Lebat	Hujan Lebat
150	21-11-2020	28,9	6,8	81	2	120	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
151	25-11-2020	28,8	4,5	76	2	75,2	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
152	28-11-2020	28,4	0,1	80	2	85	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
153	29-11-2020	26,9	4,8	79	2	50,2	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
154	30-11-2020	28	3,5	74	2	77	73,1629	Hujan Lebat	Hujan Lebat
155	03-12-2020	27,8	4	80	2	84,5	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat

156	05-12-2020	28,1	3,7	82	3	95,2	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
157	06-12-2020	25,5	7,3	92	3	90,3	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
158	07-12-2020	25,1	1	94	3	94,1	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
159	08-12-2020	28,3	0	80	5	86,6	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
160	09-12-2020	28	4,5	79	3	106,3	103,523	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
161	10-12-2020	27,7	1,3	84	3	92	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
162	11-12-2020	28	2,1	84	2	54,8	59,2444	Hujan Lebat	Hujan Lebat
163	12-12-2020	27,8	2,5	80	3	76,4	75,1	Hujan Lebat	Hujan Lebat
164	13-12-2020	26,8	5	89	3	21,4	78,1179	Hujan Sedang	Hujan Lebat
165	14-12-2020	26,9	1,2	85	1	46	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
166	16-12-2020	27,3	0	75	2	80	79,16	Hujan Lebat	Hujan Lebat

167	17-12-2020	26,8	4,8	86	2	147,3	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
168	18-12-2020	26,2	5	89	2	117,8	111,34	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
169	19-12-2020	27,1	2,7	84	2	150,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
170	20-12-2020	27,5	7,5	80	2	87	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
171	21-12-2020	28,1	9,2	76	2	74	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
172	23-12-2020	28,3	3,2	79	2	51,2	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
173	24-12-2020	28,9	5,7	77	2	41,5	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
174	25-12-2020	28,7	8,2	77	2	49,4	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
175	26-12-2020	28,9	7,3	75	2	100,2	98,6	Hujan Sangat Lebat	Hujan Lebat
176	28-12-2020	28,4	5	80	2	79,4	72,4538	Hujan Lebat	Hujan Lebat

177	29-12-2020	27,7	7	86	2	87,5	88,3617	Hujan Lebat	Hujan Lebat
178	30-12-2020	27	3,6	86	2	82,3	85,2	Hujan Lebat	Hujan Lebat
179	31-12-2020	27,3	4,2	84	2	152	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
180	01-01-2021	27,5	2,8	81	2	117,1	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
181	02-01-2021	27,7	1,2	80	2	83,7	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
182	04-01-2021	27,6	4,2	81	2	121,2	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
183	05-01-2021	27,2	5,4	86	2	51,1	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
184	06-01-2021	28,4	1,1	77	2	40,3	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
185	09-01-2021	27,2	1,2	87	1	43,4	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
186	10-01-2021	27,9	5,3	81	1	50,4	54,8251	Hujan Lebat	Hujan Lebat
187	11-01-2021	27,7	4,9	86	2	152,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem

188	13-01-2021	27,5	4,8	87	3	94	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
189	14-01-2021	26,9	4,5	80	2	84,8	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
190	18-01-2021	26	7,8	92	3	142	146,633	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
191	19-01-2021	24,4	0,2	95	3	88,3	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
192	20-01-2021	27,4	0	84	3	97,7	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
193	22-01-2021	26,8	5,8	90	2	148,8	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
194	23-01-2021	27,4	1,7	82	2	152,9	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
195	25-01-2021	27,7	2,1	80	1	61,5	60,9808	Hujan Lebat	Hujan Lebat
196	27-01-2021	26	4,2	88	2	105,9	105,582	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
197	28-01-2021	26,9	0,7	88	3	73,3	77,417	Hujan Lebat	Hujan Lebat

198	29-01-2021	26	4,4	90	3	128	129,32	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
199	30-01-2021	25,5	0	92	3	96,9	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
200	31-01-2021	26	0	91	3	147,2	150,478	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
201	01-02-2021	27,9	4,7	83	3	91,6	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
202	02-02-2021	27,2	7,1	85	4	96	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
203	03-02-2021	26,7	3	88	5	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
204	04-02-2021	25,2	2,7	97	3	87,6	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
205	05-02-2021	27,3	1,7	85	4	56,3	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
206	06-02-2021	25,1	0,5	94	2	135,8	111,34	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
207	07-02-2021	27,6	0	81	3	88,8	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat

208	08-02-2021	25,2	0,5	96	3	84	78,1179	Hujan Lebat	Hujan Lebat
209	09-02-2021	27,1	0,3	85	3	93,2	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
210	10-02-2021	27,1	6	89	2	89,1	87,0851	Hujan Lebat	Hujan Lebat
211	11-02-2021	27,3	2	86	2	154,6	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
212	12-02-2021	27,5	4,5	87	2	146,9	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
213	13-02-2021	27,2	5,7	86	2	150,7	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
214	15-02-2021	26,5	2,2	89	3	88,2	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
215	16-02-2021	27,2	5,5	83	3	91,2	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
216	17-02-2021	26,8	4,5	90	2	147,5	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
217	18-02-2021	27,2	5,5	84	3	90,1	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
218	19-02-2021	25,2	4,4	90	3	96,8	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat

219	20-02-2021	25,9	0	86	3	89,1	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
220	21-02-2021	27,6	1,2	79	3	51,3	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
221	22-02-2021	27,4	6	87	2	85	87,0851	Hujan Lebat	Hujan Lebat
222	23-02-2021	26,1	3,6	93	3	95,6	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
223	24-02-2021	26,9	4,4	86	3	95	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
224	25-02-2021	25,1	2,3	94	3	95,6	92,333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
225	26-02-2021	26,3	0	86	2	148,2	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
226	27-02-2021	27,7	5,2	82	2	150,2	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
227	28-02-2021	27	6,7	77	1	61,5	61,7433	Hujan Lebat	Hujan Lebat
228	01-03-2021	28,1	7,2	80	2	80,1	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
229	04-03-2021	27,4	6	80	1	60,2	60,186	Hujan Lebat	Hujan Lebat

230	05-03-2021	28	1,9	80	2	151,1	146,977	Hujan Ekstrem	Hujan Sangat Lebat
231	07-03-2021	27,2	7,9	86	2	153,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
232	08-03-2021	27,1	4,6	84	2	148	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
233	09-03-2021	27,2	3,1	82	3	88	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
234	10-03-2021	26,7	4,7	86	2	152,9	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
235	13-03-2021	27,1	5,3	84	1	40,5	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
236	14-03-2021	27,4	3,2	83	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
237	16-03-2021	27,9	7,8	84	2	150,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
238	17-03-2021	27,9	4,9	82	2	150,6	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
239	19-03-2021	28	6,2	83	2	2	14,6111	Hujan Ringan	Hujan Ringan
240	21-03-2021	28,5	8,2	82	2	150,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem

241	22-03-2021	28	6,4	84	2	60,3	59,2444	Hujan Lebat	Hujan Lebat
242	24-03-2021	28,8	6,4	77	2	40,2	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
243	25-03-2021	28,6	8,3	81	2	120,5	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
244	26-03-2021	28,6	7,2	82	2	150,8	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
245	28-03-2021	28,6	7,5	81	2	120,7	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
246	29-03-2021	28,5	7	82	2	85,3	88,3617	Hujan Lebat	Hujan Lebat
247	30-03-2021	27	7,2	88	1	98,6	97,1476	Hujan Lebat	Hujan Lebat
248	31-03-2021	28,7	4,2	77	2	43,4	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
249	01/04/2021	28,3	8,7	79	3	46	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
250	06-04-2021	28,6	3,5	79	3	51,8	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
251	07-04-2021	27,1	4,6	77	2	43	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang

252	08-04-2021	27,9	0,9	85	3	92,9	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
253	09-04-2021	28	8,2	86	3	92	92,4656	Hujan Lebat	Hujan Lebat
254	12-04-2021	26,9	5	86	2	108,8	111,34	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
255	13-04-2021	27,9	5	82	2	114	111,34	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
256	15-04-2021	28,3	5,6	77	2	40,2	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
257	18-04-2021	28,4	8,8	81	2	120,5	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
258	19-04-2021	28,4	8,6	76	2	74,4	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
259	20-04-2021	28,9	9,8	77	2	47,8	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
260	25-04-2021	28	3,2	77	2	79,4	80,846	Hujan Lebat	Hujan Lebat
261	28-04-2021	28,3	7,9	79	1	67	63,536	Hujan Lebat	Hujan Lebat

262	01-05-2021	29,5	6,8	73	3	90,2	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
263	08-05-2021	27,9	1,5	82	2	150,2	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
264	09-05-2021	28,5	1,2	65	2	151,2	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
265	12-05-2021	29,6	9,1	73	2	152,5	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
266	17-05-2021	28,8	9,2	77	2	41,8	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
267	18-05-2021	28,4	8,5	79	2	47,2	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
268	20-05-2021	28	1,4	78	2	86,2	84,8444	Hujan Lebat	Hujan Lebat
269	24-05-2021	28,6	5	82	2	107,6	111,34	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
270	25-05-2021	28,2	7,2	77	2	42,5	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
271	30-05-2021	28,7	7,3	80	2	81,5	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
272	02-06-2021	29,2	6,2	80	2	81	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat

273	04-06-2021	30	8,3	72	3	90,3	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
274	08-06-2021	29	9,4	74	2	109,4	109,88	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
275	10-06-2021	28,9	6,7	77	2	34	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
276	11-06-2021	28,7	9	77	2	45,4	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
277	12-06-2021	29	8,5	75	2	91	87,32	Hujan Lebat	Hujan Lebat
278	15-06-2021	28,5	1,8	79	2	51,5	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
279	16-06-2021	28,3	3,7	80	2	80,6	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
280	17-06-2021	26,7	7,7	84	1	41,8	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
281	19-06-2021	27	8,5	85	2	74	72,8437	Hujan Lebat	Hujan Lebat
282	20-06-2021	27,2	2,5	83	2	152,2	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
283	21-06-2021	26,9	7,8	85	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem

284	22-06-2021	27,6	8	79	2	48,5	44,693	Hujan Sedang	Hujan Sedang
285	23-06-2021	27,5	8,1	82	2	154,6	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
286	24-06-2021	26,3	4,5	84	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
287	25-06-2021	27,3	7,1	82	2	153,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
288	28-06-2021	26,8	9,9	85	2	154,5	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
289	29-06-2021	27,7	3	80	2	83,8	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
290	24-07-2021	28,1	6,4	72	2	153,5	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
291	03-08-2021	27,8	9	80	2	90	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
292	14-08-2021	28	4,7	76	3	89,6	93,7936	Hujan Lebat	Hujan Lebat
293	15-08-2021	28,6	8,8	73	3	92,8	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
294	19-08-2021	27,5	7,2	80	2	86	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat

295	20-08-2021	27,9	4,4	67	2	146,9	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
296	31-08-2021	29,6	5,5	69	3	90,5	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
297	02-09-2021	29,4	9	58	3	90,7	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
298	08-09-2021	28,9	9,6	74	2	89,1	126,8	Hujan Lebat	Hujan Sangat Lebat
299	09-09-2021	28,1	8	62	2	133,8	131,533	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
300	12-09-2021	28,6	3,4	75	3	86,3	85,1714	Hujan Lebat	Hujan Lebat
301	13-09-2021	29,8	5	72	3	70,2	72,7029	Hujan Lebat	Hujan Lebat
302	15-09-2021	28	3,1	79	2	128,8	123,705	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
303	17-09-2021	28,6	9,8	74	2	124,6	126,8	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat

304	21-09-2021	27,8	9,9	75	2	95	98,6	Hujan Lebat	Hujan Lebat
305	22-09-2021	28,3	4	69	3	84,8	84,8444	Hujan Lebat	Hujan Lebat
306	23-09-2021	29,6	4,8	67	3	90,5	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
307	24-09-2021	28,7	7,7	71	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
308	26-09-2021	27,9	9,3	80	2	80,1	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
309	27-09-2021	28,4	5,1	79	2	30,4	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
310	28-09-2021	28,8	7	74	2	104,2	103,266	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
311	09-10-2021	29	8,7	70	2	154,5	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
312	17-10-2021	30	7	76	2	75,2	74,5812	Hujan Lebat	Hujan Lebat
313	18-10-2021	27,6	1	82	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
314	19-10-2021	28	3,5	83	2	14,2	14,6111	Hujan Ringan	Hujan Ringan

315	20-10-2021	29,7	6,2	74	2	129	126,8	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
316	21-10-2021	29,7	8,9	79	2	51,6	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
317	22-10-2021	28,4	9,9	80	2	82,2	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
318	23-10-2021	29	8,8	76	2	87,5	87,32	Hujan Lebat	Hujan Lebat
319	24-10-2021	29,2	0	76	2	102,3	104,74	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
320	26-10-2021	29,8	9,9	70	2	152,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
321	27-10-2021	29	9,1	78	3	91,5	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
322	28-10-2021	29,6	7,1	75	2	100,8	98,6	Hujan Sangat Lebat	Hujan Lebat
323	29-10-2021	28,6	8,1	81	2	119,8	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
324	30-10-2021	28,7	4,5	79	1	61,2	63,536	Hujan Lebat	Hujan Lebat

325	31-10-2021	29	3,6	78	2	153	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
326	01-11-2021	29	8,2	80	2	83,5	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
327	02-11-2021	27,7	5,7	84	2	148	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
328	03-11-2021	28,6	6,5	79	2	52,4	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
329	05-11-2021	28,2	7,5	80	2	82,5	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
330	07-11-2021	29,5	7,8	77	2	43,5	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
331	10-11-2021	27,7	3,9	85	1	43,6	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
332	11-11-2021	27,9	5	84	2	111,2	111,34	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
333	12-11-2021	27,2	0,7	83	2	90,6	88,3617	Hujan Lebat	Hujan Lebat
334	13-11-2021	28	0,4	78	2	45	41,2667	Hujan Sedang	Hujan Sedang
335	14-11-2021	27,9	7	82	2	88	88,3617	Hujan Lebat	Hujan Lebat

336	16-11-2021	27,2	1,8	83	2	150,3	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
337	17-11-2021	28,2	2,7	77	2	40,4	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
338	18-11-2021	28,3	3	79	2	49,1	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
339	20-11-2021	27,6	3,9	86	1	42	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
340	22-11-2021	27,8	2,3	86	2	153,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
341	23-11-2021	27,7	3,1	84	2	149,2	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
342	24-11-2021	27,8	1	82	1	41,3	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
343	25-11-2021	27,8	1,3	85	2	148	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
344	26-11-2021	27,4	4,6	84	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
345	27-11-2021	27,4	1,2	86	1	40	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
346	28-11-2021	26,7	3,1	87	1	43,2	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang

347	30-11-2021	28,4	6,5	75	2	93,2	98,6	Hujan Lebat	Hujan Lebat
348	03-12-2021	28,4	7	83	2	88	88,3617	Hujan Lebat	Hujan Lebat
349	04-12-2021	27,4	2,2	87	2	150,6	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
350	05-12-2021	27	0,8	81	2	145,5	146,386	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
351	06-12-2021	27,2	0	87	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
352	07-12-2021	28,1	0,3	77	3	132,8	130,32	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
353	08-12-2021	28,1	2	84	3	91,1	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
354	11-12-2021	28,1	1	82	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
355	12-12-2021	29,5	1,7	76	2	70,3	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
356	16-12-2021	28,4	3,1	80	2	84,1	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
357	17-12-2021	28,6	3,8	80	2	84	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat

358	21-12-2021	26,2	2	90	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
359	22-12-2021	27,8	0,1	80	2	81,7	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
360	24-12-2021	27,2	5,5	84	2	152,6	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
361	26-12-2021	27,2	2	83	2	148	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
362	27-12-2021	27,6	6,2	82	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
363	28-12-2021	27,1	3	84	2	150	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
364	29-12-2021	27,7	8,3	79	2	50,5	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
365	31-12-2021	26,8	4,2	87	2	146,2	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
366	01-01-2022	27,4	6	86	2	88	87,0851	Hujan Lebat	Hujan Lebat
367	02-01-2022	28,2	6,8	80	2	80,4	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat

368	06-01-2022	27,5	5,8	82	2	150,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
369	07-01-2022	27,4	5,2	82	2	150	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
370	08-01-2022	28,3	5,6	75	2	100,4	98,6	Hujan Sangat Lebat	Hujan Lebat
371	09-01-2022	27,4	6	84	2	84,1	87,0851	Hujan Lebat	Hujan Lebat
372	10-01-2022	27,8	0,2	82	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
373	11-01-2022	27,1	7,4	84	4	96,8	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
374	12-01-2022	26,4	5,7	84	3	95,4	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
375	13-01-2022	26,8	2,4	82	2	150,3	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
376	14-01-2022	28	0,6	77	3	63	63,3421	Hujan Lebat	Hujan Lebat
377	16-01-2022	26,7	0	88	3	88	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
378	18-01-2022	27,4	6,7	84	3	95,7	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat

379	19-01-2022	27,1	4,5	84	4	93,5	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
380	20-01-2022	26,2	4,7	88	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
381	21-01-2022	26,8	1,8	81	2	120,5	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
382	22-01-2022	27,8	5,7	84	2	148,5	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
383	24-01-2022	28,5	6,1	80	2	80,4	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
384	26-01-2022	27,3	6,6	87	4	96,5	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
385	27-01-2022	27,5	1	84	2	148	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
386	29-01-2022	28,2	5,9	80	2	84,6	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
387	30-01-2022	28,7	5,8	77	2	41	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
388	31-01-2022	27,9	7,2	82	2	150,2	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem

389	01-02-2022	27,8	1,8	82	2	147	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
390	02-02-2022	27,7	6,6	82	2	151,1	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
391	05-02-2022	26,2	3,7	91	2	150,1	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
392	06-02-2022	26,9	0,1	83	4	89,1	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
393	07-02-2022	25,3	2	91	2	152,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
394	08-02-2022	26,9	0	83	2	153,3	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
395	09-02-2022	26,9	1	84	2	150,8	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
396	10-02-2022	27,2	6,7	82	3	94,7	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
397	11-02-2022	27,4	2,5	82	3	95,9	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
398	12-02-2022	27	4,8	84	2	54	55,58	Hujan Lebat	Hujan Lebat
399	13-02-2022	26,9	4	87	2	150	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem

400	14-02-2022	27	1,6	85	2	74,6	72,8437	Hujan Lebat	Hujan Lebat
401	15-02-2022	28,1	3,7	79	1	65,2	63,536	Hujan Lebat	Hujan Lebat
402	18-02-2022	25,6	1	92	2	154,9	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
403	19-02-2022	27,7	0	82	2	150	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
404	22-02-2022	26,9	0,5	81	2	107,2	103,733	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
405	23-02-2022	27	1,3	84	2	51,8	55,58	Hujan Lebat	Hujan Lebat
406	24-02-2022	27,9	5,4	82	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
407	28-02-2022	27,5	8,3	86	3	94,1	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
408	01-03-2022	27,5	0,2	84	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
409	03-03-2022	27,8	7,6	84	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem

410	04-03-2022	28	5,3	80	2	144,2	146,977	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
411	06-03-2022	28,1	4,7	79	2	50,4	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
412	08-03-2022	26,6	1,4	86	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
413	09-03-2022	27,1	7,5	86	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
414	10-03-2022	27,4	2,8	84	2	149,9	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
415	11-03-2022	27,9	4,2	82	2	150,2	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
416	12-03-2022	27,2	8,5	80	2	80	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
417	13-03-2022	28,6	0,8	82	2	113,1	115,15	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
418	14-03-2022	27,1	8,8	87	2	152	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
419	15-03-2022	27,1	1	88	2	148,2	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem

420	16-03-2022	27,6	1,1	81	2	118,6	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
421	20-03-2022	28	5,2	84	2	63,5	59,2444	Hujan Lebat	Hujan Lebat
422	21-03-2022	28,1	5	82	2	110,2	111,34	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
423	23-03-2022	28,5	2,2	84	2	150,2	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
424	24-03-2022	28,1	2,5	77	2	40,3	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
425	26-03-2022	29,2	6,7	77	2	42,5	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
426	28-03-2022	28,6	9	77	2	40,2	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
427	31-03-2022	28,3	9,6	75	2	96,1	98,6	Hujan Lebat	Hujan Lebat
428	01-04-2022	28,2	7,5	79	2	46,6	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
429	02-04-2022	28,7	7,8	75	2	101,4	98,6	Hujan Sangat Lebat	Hujan Lebat

430	04-04-2022	28,1	5,2	79	2	51,7	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
431	05-04-2022	28,6	8,8	80	2	80,2	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
432	06-04-2022	28,9	9,5	75	2	91,8	98,6	Hujan Lebat	Hujan Lebat
433	08-04-2022	28,7	6,8	75	2	93,6	98,6	Hujan Lebat	Hujan Lebat
434	10-04-2022	28,6	7,4	77	2	44,5	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
435	12-04-2022	28,6	9,8	76	2	73,5	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
436	14-04-2022	29,4	8,9	76	2	70,5	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
437	15-04-2022	29,5	7,3	72	2	152	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
438	18-04-2022	29,4	9,3	79	2	38	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang
439	19-04-2022	27,8	9,6	85	3	93,2	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
440	20-04-2022	27,9	8,2	80	2	84,4	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat

441	21-04-2022	25,9	4,2	88	2	146,8	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
442	22-04-2022	28	0,8	79	2	95,2	98,3093	Hujan Lebat	Hujan Lebat
443	26-04-2022	27,4	6,4	84	2	132,7	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
444	28-04-2022	27,9	1	82	2	146,8	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
445	30-04-2022	28,9	6,2	82	2	149,2	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
446	01-05-2022	29,3	8,9	76	2	73	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
447	07-05-2022	29,6	8,2	76	2	75	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
448	08-05-2022	29	1	79	2	13,2	15,4438	Hujan Ringan	Hujan Ringan
449	10-05-2022	29,2	6,3	76	2	70,8	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat

450	11-05-2022	29,4	8	81	2	108,2	104,629	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
451	15-05-2022	28,8	5	81	2	99	103,733	Hujan Lebat	Hujan Sangat Lebat
452	18-05-2022	28,8	7,6	77	2	39	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
453	19-05-2022	27,9	7,8	81	3	95,2	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
454	20-05-2022	28	6,4	83	3	8,6	4,25833	Berawan	Berawan
455	21-05-2022	27,8	8,8	83	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
456	22-05-2022	28,6	3,5	76	3	62	66,1273	Hujan Lebat	Hujan Lebat
457	23-05-2022	29,1	1	74	3	82	84,8444	Hujan Lebat	Hujan Lebat
458	25-05-2022	28,2	1	79	2	51,2	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
459	27-05-2022	27,8	0,2	75	2	80,4	79,16	Hujan Lebat	Hujan Lebat
460	30-05-2022	28,1	4,4	77	2	41,6	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang

461	03-06-2022	28,3	8,4	80	1	59	60,9808	Hujan Lebat	Hujan Lebat
462	06-06-2022	26,8	6,5	86	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
463	07-06-2022	27,7	2,5	81	2	123	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
464	09-06-2022	27,5	3	82	2	150,1	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
465	12-06-2022	28	8,6	83	2	5	14,6111	Berawan	Hujan Ringan
466	13-06-2022	27,4	8,7	82	2	138	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
467	14-06-2022	27,9	7	80	3	70,4	70,3124	Hujan Lebat	Hujan Lebat
468	17-06-2022	27,9	4,5	77	2	44,7	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
469	18-06-2022	27,2	0	81	2	120,4	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
470	20-06-2022	27,9	1,3	77	2	41	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang

471	21-06-2022	27,9	8,7	81	2	139,2	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
472	22-06-2022	28,3	6,5	72	2	150,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
473	24-06-2022	27,9	4,5	78	2	42,9	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
474	26-06-2022	26,6	1	87	2	146,9	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
475	27-06-2022	26,4	1,2	88	2	154,2	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
476	28-06-2022	27,6	5	73	2	48,6	50,291	Hujan Sedang	Hujan Lebat
477	29-06-2022	28,4	6,9	54	2	150,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
478	03-07-2022	29,2	8	74	3	107,5	102,948	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
479	06-07-2022	27	7,9	85	2	71	72,8437	Hujan Lebat	Hujan Lebat
480	07-07-2022	28,1	4	78	2	45,2	49,25	Hujan Sedang	Hujan Sedang

481	13-07-2022	27,9	8,5	78	2	41,6	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
482	14-07-2022	27,4	1,7	83	3	83	92,3333	Hujan Lebat	Hujan Lebat
483	15-07-2022	28,6	6,9	76	3	63,4	66,1273	Hujan Lebat	Hujan Lebat
484	17-07-2022	27	3,2	78	2	48,4	28	Hujan Sedang	Hujan Sedang
485	11-08-2022	28,9	5	73	2	35,8	50,291	Hujan Sedang	Hujan Lebat
486	14-08-2022	27,4	5,4	81	2	114	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
487	16-08-2022	28,9	5,5	75	2	98,9	98,6	Hujan Lebat	Hujan Lebat
488	21-08-2022	28,1	9,7	71	2	152	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
489	22-08-2022	28,1	8,5	72	2	152,5	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
490	08-09-2022	27,6	8,7	81	2	114	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
491	09-09-2022	28,3	2,2	78	3	40,8	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang

492	11-09-2022	28,6	8,3	76	2	70,4	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
493	14-09-2022	28,1	9,9	77	2	38	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
494	16-09-2022	29	9,1	70	2	121,5	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
495	17-09-2022	28,9	7	69	2	100,9	103,266	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
496	20-09-2022	29,4	8,7	69	2	148,6	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
497	22-09-2022	28,4	4,5	76	2	70,4	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
498	23-09-2022	28,9	7,8	75	3	87,8	85,1714	Hujan Lebat	Hujan Lebat
499	04-10-2022	27,6	5,2	80	2	80,2	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
500	05-10-2022	28,5	5,2	74	2	130,2	126,8	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
501	06-10-2022	27,2	4,3	80	2	83,6	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat

502	07-10-2022	28	1,7	80	2	141	146,977	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
503	08-10-2022	28	7,5	83	2	14	14,6111	Hujan Ringan	Hujan Ringan
504	09-10-2022	27,1	5,3	81	2	115,2	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
505	10-10-2022	26,8	4,5	84	2	126	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
506	11-10-2022	27	8,5	85	2	74	72,8437	Hujan Lebat	Hujan Lebat
507	13-10-2022	27,3	4,6	82	1	45,1	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
508	14-10-2022	27,2	4,5	82	2	151,5	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
509	15-10-2022	27,8	6,8	82	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
510	16-10-2022	28,8	6,3	77	2	40,2	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
511	17-10-2022	28,6	7,6	74	1	56	53,1162	Hujan Lebat	Hujan Lebat

512	18-10-2022	27,2	1	84	1	47,5	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
513	19-10-2022	27,6	0	84	1	42	44,5289	Hujan Sedang	Hujan Sedang
514	20-10-2022	28,8	1,7	79	2	50,4	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
515	21-10-2022	27	6,8	87	2	100,2	95,8036	Hujan Sangat Lebat	Hujan Lebat
516	22-10-2022	28	2,1	80	2	142,8	146,977	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
517	25-10-2022	27,6	2,5	81	2	120	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
518	26-10-2022	26,9	3,8	84	2	146,8	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem
519	02-11-2022	28,3	3,2	79	2	51,6	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
520	04-11-2022	28,6	7	80	2	75,3	77,3434	Hujan Lebat	Hujan Lebat
521	05-11-2022	29	6,8	80	2	84,6	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat

522	06-11-2022	27,3	6	86	2	90,4	87,0851	Hujan Lebat	Hujan Lebat
523	07-11-2022	27,5	5,1	81	2	121,6	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
524	08-11-2022	27,7	3	81	2	120,5	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
525	09-11-2022	28,1	3	82	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
526	10-11-2022	28,8	5,6	76	2	69,5	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat
527	11-11-2022	27,8	6,4	84	2	150,4	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
528	12-11-2022	28,6	4,8	79	2	50,6	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
529	13-11-2022	28,5	0	79	2	51	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
530	14-11-2022	28,6	3,3	80	2	80,5	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
531	15-11-2022	28,4	3,1	83	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
532	16-11-2022	29,1	4,8	76	2	70	70,4	Hujan Lebat	Hujan Lebat

533	17-11-2022	27,5	2,2	84	2	155	155	Hujan Ekstrem	Hujan Ekstrem
534	18-11-2022	28,5	1,7	79	2	51,5	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
535	19-11-2022	26,8	2,4	81	2	122,5	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
536	20-11-2022	29,2	3,5	77	2	42,2	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
537	21-11-2022	28,9	7,2	77	2	42	42,2	Hujan Sedang	Hujan Sedang
538	22-11-2022	28,3	8,2	79	2	52,3	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
539	23-11-2022	27,7	7,4	79	2	50,2	49,25	Hujan Lebat	Hujan Sedang
540	24-11-2022	28	3,3	80	2	130,2	146,977	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
541	25-11-2022	27,9	3	76	2	110,6	104,74	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat
542	26-11-2022	27,4	2	84	2	135	155	Hujan Sangat Lebat	Hujan Ekstrem

543	27-11-2022	27,9	2	80	2	100,3	84,5	Hujan Sangat Lebat	Hujan Lebat
544	28-11-2022	28,4	4,7	80	1	65,7	60,9808	Hujan Lebat	Hujan Lebat
545	29-11-2022	28,3	5,7	80	2	79,8	84,5	Hujan Lebat	Hujan Lebat
546	30-11-2022	27,1	6,6	81	2	120,3	119,75	Hujan Sangat Lebat	Hujan Sangat Lebat

Keterangan:

Tavg = Temperatur rata-rata (°C)

ss = Lamanya penyinaran matahari (jam)

RH_avg = Kelembapan rata-rata (%)

ff_avg = Kecepatan angin rata-rata (m/s)

RR = Curah hujan (mm)

Lampiran 2. Aturan Fuzzy (Rule Based)

<i>Rule</i>	Variabel				
	V1	V2	V3	V4	V5
R_1	Dingin	Sedikit	Rendah	Lambat	Berawan
R_2	Dingin	Sedikit	Rendah	Cepat	Berawan
R_3	Dingin	Sedikit	Sedang	Lambat	Berawan
R_4	Dingin	Sedikit	Sedang	Cepat	Hujan Ringan
R_5	Dingin	Sedikit	Tinggi	Lambat	Hujan Ringan
R_6	Dingin	Sedikit	Tinggi	Cepat	Hujan Lebat
R_7	Dingin	Banyak	Rendah	Lambat	Berawan
R_8	Dingin	Banyak	Rendah	Cepat	Hujan Sedang
R_9	Dingin	Banyak	Sedang	Lambat	Hujan Sedang
R_{10}	Dingin	Banyak	Sedang	Cepat	Hujan Sangat Lebat
R_{11}	Dingin	Banyak	Tinggi	Lambat	Hujan Lebat
R_{12}	Dingin	Banyak	Tinggi	Cepat	Berawan
R_{13}	Sedang	Sedikit	Rendah	Lambat	Hujan Ringan
R_{14}	Sedang	Sedikit	Rendah	Cepat	Hujan Ringan
R_{15}	Sedang	Sedikit	Sedang	Lambat	Hujan Ringan
R_{16}	Sedang	Sedikit	Sedang	Cepat	Hujan Lebat
R_{17}	Sedang	Sedikit	Tinggi	Lambat	Hujan Ringan

R_{18}	Sedang	Sedikit	Tinggi	Cepat	Hujan Sangat Lebat
R_{19}	Sedang	Banyak	Rendah	Lambat	Hujan Sedang
R_{20}	Sedang	Banyak	Rendah	Cepat	Hujan Lebat
R_{21}	Sedang	Banyak	Sedang	Lambat	Hujan Lebat
R_{22}	Sedang	Banyak	Sedang	Cepat	Hujan Ringan
R_{23}	Sedang	Banyak	Tinggi	Lambat	Hujan Sedang
R_{24}	Sedang	Banyak	Tinggi	Cepat	Hujan Ringan
R_{25}	Panas	Sedikit	Rendah	Lambat	Hujan Lebat
R_{26}	Panas	Sedikit	Rendah	Cepat	Berawan
R_{27}	Panas	Sedikit	Sedang	Lambat	Hujan Lebat
R_{28}	Panas	Sedikit	Sedang	Cepat	Hujan Sangat Lebat
R_{29}	Panas	Sedikit	Tinggi	Lambat	Hujan Sedang
R_{30}	Panas	Sedikit	Tinggi	Cepat	Hujan Sangat Lebat
R_{31}	Panas	Banyak	Rendah	Lambat	Hujan Sangat Lebat
R_{32}	Panas	Banyak	Rendah	Cepat	Hujan Sangat Lebat
R_{33}	Panas	Banyak	Sedang	Lambat	Hujan Sangat Lebat
R_{34}	Panas	Banyak	Sedang	Cepat	Hujan Sedang

R_{35}	Panas	Banyak	Tinggi	Lambat	Hujan Ekstrem
R_{36}	Panas	Banyak	Tinggi	Cepat	Hujan Ekstrem

Keterangan:

V_1 = Temperatur Udara;

V_2 = Lamanya Penyinaran Matahari;

V_3 = Kelembapan Udara;

V_4 = Kecepatan Angin;

V_5 = Curah Hujan.

Lampiran 3. Contoh Perhitungan Manual

1. Data tanggal 20 Februari 2020. Nilai variabel inputan yaitu berupa temperatur udara sebesar 28,1°C, lamanya penyinaran matahari sebesar 6,5 jam, kelembapan udara memiliki nilai sebesar 84% dan kecepatan angin yaitu sebesar 3 m/s.

Mencari derajat keanggotaan temperatur udara (28,1°C).

- $\mu_{dingin}[28,1] = \frac{(28,4-x)}{(28,4-27,8)} = \frac{(28,4-28,1)}{(28,4-27,8)} = \frac{0,3}{0,6} = 0,5.$
- $\mu_{sedang}[28,1] = \frac{(x-27,8)}{(28,4-27,8)} = \frac{(28,1-27,8)}{(28,4-27,8)} = \frac{0,3}{0,6} = 0,5.$
- $\mu_{panas}[28,1] = 0.$

Mencari derajat keanggotaan lamanya penyinaran matahari (6,5 jam).

- $\mu_{sedikit}[6,5] = \frac{(8,8-x)}{(8,8-4,1)} = \frac{(8,8-6,5)}{(8,8-4,1)} = \frac{2,3}{4,7} = 0,489.$
- $\mu_{banyak}[6,5] = \frac{(x-4,1)}{(8,8-4,1)} = \frac{(6,5-4,1)}{(8,8-4,1)} = \frac{2,4}{4,7} = 0,511.$

Mencari derajat keanggotaan kelembapan udara (84%).

- $\mu_{rendah}[84] = 0.$
- $\mu_{sedang}[84] = 0.$
- $\mu_{tinggi}[84] = 1.$

Mencari derajat keanggotaan kecepatan angin (3 m/s).

- $\mu_{lambat}[3] = \frac{(5-x)}{(5-2)} = \frac{(5-3)}{(5-2)} = \frac{2}{3} = 0,667.$

- $\mu_{cepat}[3] = \frac{(x-2)}{(5-2)} = \frac{(3-2)}{(5-2)} = \frac{1}{3} = 0,333.$

Setelah mendapatkan derajat keanggotaan pada tiap kategori variabel, selanjutnya dapat langsung diimplementasikan ke dalam *rule based* yang telah dibuat. Berdasarkan derajat keanggotaan pada tiap variabel *input* dapat diketahui beberapa aturan yang sesuai yaitu aturan ke 5, 6, 11, 12, 23 dan 24. Tahap selanjutnya yaitu dengan menentukan nilai minimum tiap aturan sesuai Persamaan 2.12, maka diperoleh:

- $[R_5]$ IF temperatur dingin AND lama penyinaran sedikit AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin lambat THEN curah hujan cerah.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{dingin} \cap \mu_{sedikit} \cap \mu_{tinggi} \cap \mu_{lambat} \\ &= \min(0,5; 0,489; 1; 0,667) \\ &= 0,489.\end{aligned}$$

- $[R_6]$ IF temperatur dingin AND lama penyinaran sedikit AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin cepat THEN curah hujan berawan.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{dingin} \cap \mu_{sedikit} \cap \mu_{tinggi} \cap \mu_{cepat} \\ &= \min(0,5; 0,489; 1; 0,333) \\ &= 0,333.\end{aligned}$$

- $[R_{11}]$ IF temperatur dingin AND lama penyinaran banyak AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin lambat THEN curah hujan berawan.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{dingin} \cap \mu_{banyak} \cap \mu_{tinggi} \cap \mu_{lambat} \\ &= \min(0,5; 0,511; 1; 0,667) \\ &= 0,5.\end{aligned}$$

- $[R_{12}]$ IF temperatur dingin AND lama penyinaran banyak AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin cepat THEN curah hujan cerah.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{dingin} \cap \mu_{banyak} \cap \mu_{tinggi} \cap \mu_{cepat} \\ &= \min(0,5; 0,511; 1; 0,333) \\ &= 0,333.\end{aligned}$$

- $[R_{17}]$ IF temperatur sedang AND lama penyinaran sedikit AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin lambat THEN curah hujan cerah.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{sedang} \cap \mu_{sedikit} \cap \mu_{tinggi} \cap \mu_{lambat} \\ &= \min(0,5; 0,489; 1; 0,667) \\ &= 0,489.\end{aligned}$$

- $[R_{18}]$ IF temperatur sedang AND lama penyinaran sedikit AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin cepat THEN curah hujan berawan.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{sedang} \cap \mu_{sedikit} \cap \mu_{tinggi} \cap \mu_{cepat} \\ &= \min(0,5; 0,489; 1; 0,333) \\ &= 0,333.\end{aligned}$$

- $[R_{23}]$ IF temperatur sedang AND lama penyinaran banyak AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin lambat THEN curah hujan berawan.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{banyak}} \cap \mu_{\text{tinggi}} \cap \mu_{\text{lambat}} \\ &= \min(0,5; 0,511; 1; 0,667) \\ &= 0,5.\end{aligned}$$

- $[R_{24}]$ IF temperatur sedang AND lama penyinaran banyak AND kelembapan tinggi AND kecepatan angin cepat THEN curah hujan adalah hujan.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{banyak}} \cap \mu_{\text{tinggi}} \cap \mu_{\text{cepat}} \\ &= \min(0,5; 0,511; 1; 0,333) \\ &= 0,333.\end{aligned}$$

Fase selanjutnya yaitu fase defuzzifikasi. Fase ini diimplementasikan dengan menggunakan Persamaan 2.13, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Z &= \frac{\sum_{i=1}^n a_i x_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \\ \Leftrightarrow Z &= \frac{(0,5 \times 70,175) + (0,33 \times 110,8781) + (0,5 \times 105,15) + \dots + (0,33 \times 110,868)}{0,5 + 0,333 + 0,5 + 0,333 + 0,5 + 0,333 + 0,5 + 0,333} \\ \Leftrightarrow Z &= \frac{35,0875 + 36,9224073 + 52,575 + 25,35080715 + \dots + 36,91898073}{3,332} \\ \Leftrightarrow Z &= \frac{310,985556}{3,332} \\ \Leftrightarrow Z &= 92,3333; \text{ (Hujan Lebat).}\end{aligned}$$

2. Data tanggal 11 November 2020. Nilai variabel inputan yaitu berupa temperatur udara sebesar $29,3^{\circ}\text{C}$, lamanya penyinaran matahari sebesar 9,6 jam, kelembapan udara memiliki nilai sebesar 77% dan kecepatan angin yaitu sebesar 2 m/s.

Mencari derajat keanggotaan temperatur udara ($29,3^{\circ}\text{C}$).

- $\mu_{dingin}[29,3] = 0.$
- $\mu_{sedang}[29,3] = 0.$
- $\mu_{panas}[29,3] = 1.$

Mencari derajat keanggotaan lamanya penyinaran matahari (9,6 jam).

- $\mu_{sedikit}[9,6] = 0.$
- $\mu_{banyak}[9,6] = 1.$

Mencari derajat keanggotaan kelembapan udara (77%).

- $\mu_{rendah}[77] = \frac{(78-x)}{(78-73)} = \frac{(78-77)}{(78-73)} = \frac{1}{5} = 0,2.$
- $\mu_{sedang}[77] = \frac{(x-73)}{(78-73)} = \frac{(77-73)}{(78-73)} = \frac{4}{5} = 0,8.$
- $\mu_{tinggi}[77] = 0.$

Mencari derajat keanggotaan kecepatan angin (2 m/s).

- $\mu_{lambat}[2] = 1.$
- $\mu_{cepat}[2] = 0.$

Setelah mendapatkan derajat keanggotaan pada tiap kategori variabel, selanjutnya dapat langsung diimplementasikan ke dalam *rule based* yang telah dibuat. Berdasarkan derajat keanggotaan pada tiap variabel *input* dapat diketahui beberapa aturan yang sesuai yaitu aturan ke 31 dan 33. Tahap selanjutnya yaitu dengan menentukan nilai minimum tiap aturan sesuai dengan Persamaan 2.12, didapatkan hasil sebagai berikut:

- $[R_{31}]$ IF temperatur panas AND lama penyinaran banyak AND kelembapan rendah AND kecepatan angin lambat THEN curah hujan adalah hujan sangat lebat.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{panas} \cap \mu_{banyak} \cap \mu_{rendah} \cap \mu_{lambat} \\ &= \min(1; 1; 0,2; 1) \\ &= 0,2.\end{aligned}$$

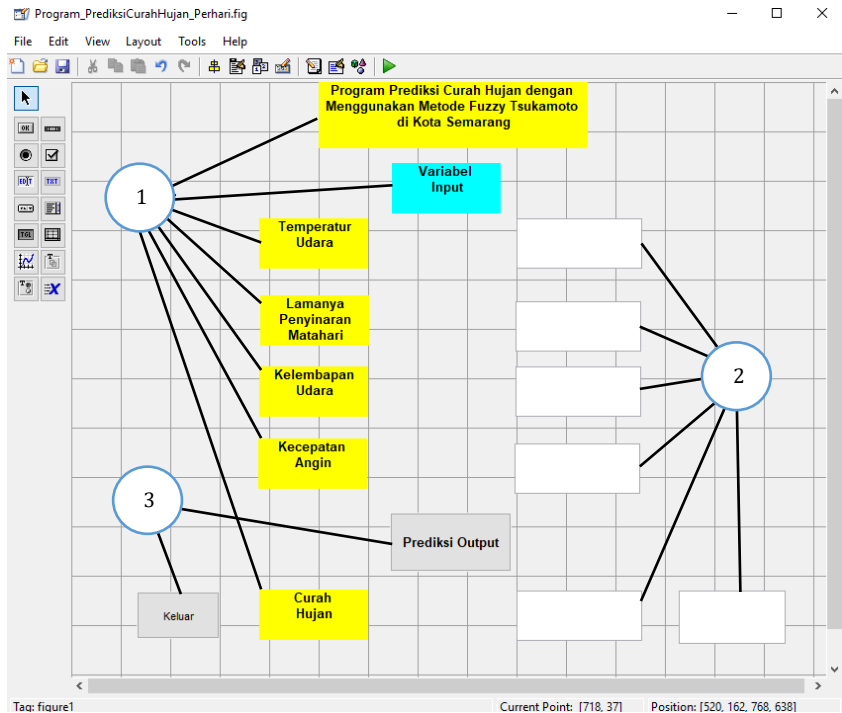
- $[R_{33}]$ IF temperatur panas AND lama penyinaran banyak AND kelembapan sedang AND kecepatan angin lambat THEN curah hujan adalah hujan sangat lebat.

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \mu_{panas} \cap \mu_{banyak} \cap \mu_{sedang} \cap \mu_{lambat} \\ &= \min(1; 1; 0,8; 1) \\ &= 0,8.\end{aligned}$$

Fase selanjutnya yaitu fase defuzzifikasi. Fase ini diimplementasikan dengan menggunakan Persamaan 2.13, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\sum_{i=1}^n a_i x_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \\ \Leftrightarrow Z &= \frac{(0,2 \times 100) + (0,8 \times 25,25)}{0,2 + 0,8} \\ \Leftrightarrow Z &= \frac{20 + 20,2}{1} \\ \Leftrightarrow Z &= \frac{42,2}{1} \\ \Leftrightarrow Z &= 42,2 \text{ (Hujan Sedang)}. \end{aligned}$$

Lampiran 4. Desain *Figure* GUI Matlab Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto*



Toolbox yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Static Text*
2. *Edit Text*
3. *Push Button*

Lampiran 5. Program GUI Matlab Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto*

```
% --- Executes on button press in pushbutton1.

function pushbutton1_Callback(hObject,
    eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a
future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user
data (see GUIDATA)

%mengambil inputan pada edit text
x1=str2double(get(handles.edit1,'String'));
x2=str2double(get(handles.edit2,'String'));
x3=str2double(get(handles.edit3,'String'));
x4=str2double(get(handles.edit4,'String'));
%membership
%x1 (variabel temperatur)
    if(x1<=27.8)
        x11=1;
    else
        if(x1>=28.4)
            x11=0;
        else
            x11=(28.4-x1)/(28.4-27.8);
        end
    end
    if(x1<=27.8) || (x1>=29)
        x12=0;
    else
        if(x1==28.4)
            x12=1;
        else
            if((x1>27.8) && (x1<28.4))
                x12=(x1-27.8)/(28.4-27.8);
            else
                x12=(29-x1)/(29-28.4);
            end
        end
    end
end
```

```
end
if(x1<=28.4)
    x13=0;
else
    if(x1>=29)
        x13=1;
    else
        x13=(x1-28.4)/(29-28.4);
    end
end
end

%x2 (variabel lamanya penyinaran)
if(x2<=4.1)
    x21=1;
else
    if(x2>=8.8)
        x21=0;
    else
        x21=(8.8-x2)/(8.8-4.1);
    end
end
end
if(x2<=4.1)
    x22=0;
else
    if(x2>=8.8)
        x22=1;
    else
        x22=(x2-4.1)/(8.8-4.1);
    end
end
end

%x3 (variabel kelembapan)
if(x3<=73)
    x31=1;
else
    if(x3>=78)
        x31=0;
    else
        x31=(78-x3)/(78-73);
    end
end
end
```



```
if(x3<=73) || (x1>=82)
    x32=0;
else
    if(x3==78)
        x32=1;
    else
        if((x3>73) && (x3<78))
            x32=(x3-73) / (78-73);
        else
            x32=(82-x3) / (82-78);
        end
    end
end
if(x3<=78)
    x33=0;
else
    if(x3>=82)
        x33=1;
    else
        x33=(x3-78) / (82-78);
    end
end

%x4 (variabel kecepatan angin)
if(x4<=2)
    x41=1;
else
    if(x4>=5)
        x41=0;
    else
        x41=(5-x4) / (5-2);
    end
end
if(x1<=2)
    x42=0;
else
    if(x4>=5)
        x42=1;
    else
        x42=(x4-2) / (5-2);
    end
end
```

end

`%inferensi`

```
a1=min([x11 x21 x31 x41]);
a2=min([x11 x21 x31 x42]);
a3=min([x11 x21 x32 x41]);
a4=min([x11 x21 x32 x42]);
a5=min([x11 x21 x33 x41]);
a6=min([x11 x21 x33 x42]);
a7=min([x11 x22 x31 x41]);
a8=min([x11 x22 x31 x42]);
a9=min([x11 x22 x32 x41]);
a10=min([x11 x22 x32 x42]);
a11=min([x11 x22 x33 x41]);
a12=min([x11 x22 x33 x42]);
a13=min([x12 x21 x31 x41]);
a14=min([x12 x21 x31 x42]);
a15=min([x12 x21 x32 x41]);
a16=min([x12 x21 x32 x42]);
a17=min([x12 x21 x33 x41]);
a18=min([x12 x21 x33 x42]);
a19=min([x12 x22 x31 x41]);
a20=min([x12 x22 x31 x42]);
a21=min([x12 x22 x32 x41]);
a22=min([x12 x22 x32 x42]);
a23=min([x12 x22 x33 x41]);
a24=min([x12 x22 x33 x42]);
a25=min([x13 x21 x31 x41]);
a26=min([x13 x21 x31 x42]);
a27=min([x13 x21 x32 x41]);
a28=min([x13 x21 x32 x42]);
a29=min([x13 x21 x33 x41]);
a30=min([x13 x21 x33 x42]);
a31=min([x13 x22 x31 x41]);
a32=min([x13 x22 x31 x42]);
a33=min([x13 x22 x32 x41]);
a34=min([x13 x22 x32 x42]);
a35=min([x13 x22 x33 x41]);
a36=min([x13 x22 x33 x42]);
```

`%Mencari nilai z`

```
%z1
if(a1==1)
    z1=52.35;
else
    if(a1==0)
        z1=88;
    else
        z1=88-(a1*(88-52.35));
    end
end

%z2
if(a2==1)
    z2=52.35;
else
    if(a2==0)
        z2=88;
    else
        z2=88-(a2*(88-52.35));
    end
end

%z3
if(a3==1)
    z3=52.35;
else
    if(a3==0)
        z3=88;
    else
        z3=88-(a3*(88-52.35));
    end
end

%z4
if(a4==1)
    z4=52.35;
else
    if(a4==0)
        z4=88;
    else
        z4=88-(a4*(88-52.35));
    end
end
```

```
        end
    end

    %z5
    if(a5==1)
        z5=52.35;
    else
        if(a5==0)
            z5=88;
        else
            z5=88-(a5*(88-52.35));
        end
    end

    %z6
    if(a6==0)
        z61=52.35;
    else
        if(a6==1)
            z61=88;
        else
            z61=52.35+(a6*(88-52.35));
        end
    end
    if(a6==0)
        z62=122.3;
    else
        if(a6==1)
            z62=88;
        else
            z62=122.3-(a6*(122.3-88));
        end
    end

    %z7
    if(a7==0)
        z71=52.35;
    else
        if(a7==1)
            z71=88;
        else
```

```
        z71=52.35+(a7*(88-52.35));
    end
end
if(a7==0)
    z72=122.3;
else
    if(a7==1)
        z72=88;
    else
        z72=122.3-(a7*(122.3-88));
    end
end
end

%z8
if(a8==0)
    z81=52.35;
else
    if(a8==1)
        z81=88;
    else
        z81=52.35+(a8*(88-52.35));
    end
end
end
if(a8==0)
    z82=122.3;
else
    if(a8==1)
        z82=88;
    else
        z82=122.3-(a8*(122.3-88));
    end
end
end

%z9
if(a9==0)
    z91=52.35;
else
    if(a9==1)
        z91=88;
    else
        z91=52.35+(a9*(88-52.35));
    end
end
end
```

```
        end
    end
    if(a9==0)
        z92=122.3;
    else
        if(a9==1)
            z92=88;
        else
            z92=122.3-(a9*(122.3-88));
        end
    end
end

%z10
if(a10==0)
    z101=52.35;
else
    if(a10==1)
        z101=88;
    else
        z101=52.35+(a10*(88-52.35));
    end
end
if(a10==0)
    z102=122.3;
else
    if(a10==1)
        z102=88;
    else
        z102=122.3-(a10*(122.3-88));
    end
end

%z11
if(a11==0)
    z111=52.35;
else
    if(a11==1)
        z111=88;
    else
        z111=52.35+(a11*(88-52.35));
    end
end
```

```
end
if(a11==0)
    z112=122.3;
else
    if(a11==1)
        z112=88;
    else
        z112=122.3-(a11*(122.3-88));
    end
end

%z12
if(a12==1)
    z12=52.35;
else
    if(a12==0)
        z12=88;
    else
        z12=88-(a12*(88-52.35));
    end
end

%z13
if(a13==1)
    z13=52.35;
else
    if(a13==0)
        z13=88;
    else
        z13=88-(a13*(88-52.35));
    end
end

%z14
if(a14==1)
    z14=52.35;
else
    if(a14==0)
        z14=88;
    else
        z14=88-(a14*(88-52.35));
    end
end
```

```
        end
    end

    %z15
    if(a15==0)
        z151=52.35;
    else
        if(a15==1)
            z151=88;
        else
            z151=52.35+(a15*(88-52.35));
        end
    end
    if(a15==0)
        z152=122.3;
    else
        if(a15==1)
            z152=88;
        else
            z152=122.3-(a15*(122.3-88));
        end
    end
end

    %z16
    if(a16==0)
        z161=52.35;
    else
        if(a16==1)
            z161=88;
        else
            z161=52.35+(a16*(88-52.35));
        end
    end
    if(a16==0)
        z162=122.3;
    else
        if(a16==1)
            z162=88;
        else
            z162=122.3-(a16*(122.3-88));
        end
    end
end
```



```
end

%z17
if(a17==1)
    z17=52.35;
else
    if(a17==0)
        z17=88;
    else
        z17=88-(a17*(88-52.35));
    end
end

%z18
if(a18==1)
    z18=52.35;
else
    if(a18==0)
        z18=88;
    else
        z18=88-(a18*(88-52.35));
    end
end

%z19
if(a19==1)
    z19=52.35;
else
    if(a19==0)
        z19=88;
    else
        z19=88-(a19*(88-52.35));
    end
end

%z20
if(a20==0)
    z201=52.35;
else
    if(a20==1)
```

```
        z201=88;
    else
        z201=52.35+(a20*(88-52.35));
    end
end
if(a20==0)
    z202=122.3;
else
    if(a20==1)
        z202=88;
    else
        z202=122.3-(a20*(122.3-88));
    end
end

%z21
if(a21==0)
    z211=52.35;
else
    if(a21==1)
        z211=88;
    else
        z211=52.35+(a21*(88-52.35));
    end
end
if(a21==0)
    z212=122.3;
else
    if(a21==1)
        z212=88;
    else
        z212=122.3-(a21*(122.3-88));
    end
end

%z22
if(a22==0)
    z221=52.35;
else
    if(a22==1)
        z221=88;
```

```
        else
            z221=52.35+(a22*(88-52.35));
        end
    end
    if(a22==0)
        z222=122.3;
    else
        if(a22==1)
            z222=88;
        else
            z222=122.3-(a22*(122.3-88));
        end
    end
end

%z23
if(a23==0)
    z231=52.35;
else
    if(a23==1)
        z231=88;
    else
        z231=52.35+(a23*(88-52.35));
    end
end
if(a23==0)
    z232=122.3;
else
    if(a23==1)
        z232=88;
    else
        z232=122.3-(a23*(122.3-88));
    end
end

%z24
if(a24==1)
    z24=122.3;
else
    if(a24==0)
        z24=88;
    else
```

```
        z24=88+(a24*(122.3-88));
    end
end

%z25
if(a25==0)
    z251=52.35;
else
    if(a25==1)
        z251=88;
    else
        z251=52.35+(a25*(88-52.35));
    end
end
if(a25==0)
    z252=122.3;
else
    if(a25==1)
        z252=88;
    else
        z252=122.3-(a25*(122.3-88));
    end
end

%z26
if(a26==0)
    z261=52.35;
else
    if(a26==1)
        z261=88;
    else
        z261=52.35+(a26*(88-52.35));
    end
end
if(a26==0)
    z262=122.3;
else
    if(a26==1)
        z262=88;
    else
        z262=122.3-(a26*(122.3-88));
    end
end
```

```
    end
end

%z27
if(a27==1)
    z27=52.35;
else
    if(a27==0)
        z27=88;
    else
        z27=88-(a27*(88-52.35));
    end
end

%z28
if(a28==1)
    z28=52.35;
else
    if(a28==0)
        z28=88;
    else
        z28=88-(a28*(88-52.35));
    end
end

%z29
if(a29==1)
    z29=122.3;
else
    if(a29==0)
        z29=88;
    else
        z29=88+(a29*(122.3-88));
    end
end

%z30
if(a30==1)
    z30=122.3;
else
```

```
        if(a30==0)
            z30=88;
        else
            z30=88+(a30*(122.3-88));
        end
    end

    %z31
    if(a31==1)
        z31=122.3;
    else
        if(a31==0)
            z31=88;
        else
            z31=88+(a31*(122.3-88));
        end
    end

    %z32
    if(a32==1)
        z32=122.3;
    else
        if(a32==0)
            z32=88;
        else
            z32=88+(a32*(122.3-88));
        end
    end

    %z33
    if(a33==1)
        z33=122.3;
    else
        if(a33==0)
            z33=88;
        else
            z33=88+(a33*(122.3-88));
        end
    end
```

```

%z34
if(a34==1)
    z34=122.3;
else
    if(a34==0)
        z34=88;
    else
        z34=88+(a34*(122.3-88));
    end
end

%z35
if(a35==1)
    z35=122.3;
else
    if(a35==0)
        z35=88;
    else
        z35=88+(a35*(122.3-88));
    end
end

%z36
if(a36==1)
    z36=122.3;
else
    if(a36==0)
        z36=88;
    else
        z36=88+(a36*(122.3-88));
    end
end

```

```

z=sum([(a1*z1),(a2*z2),(a3*z3),(a4*z4),(a5*z5),(
a6*z61),(a6*z62),(a7*z71),(a7*z72),(a8*z81),(a8*
z82),(a9*z91),(a9*z92),(a10*z101),(a10*z102),(a1
1*z111),(a11*z112),(a12*z12),(a13*z13),(a14*z14)
,(a15*z151),(a15*z152),(a16*z161),(a11*z162),(a1
7*z17),(a18*z18),(a19*z19),(a20*z201),(a20*z202)
,(a21*z211),(a21*z212),(a22*z221),(a22*z222)],[a2

```

```

3*z231), (a23*z232), (a24*z24), (a25*z251), (a25*z25
2), (a26*z261), (a26*z262), (a27*z27), (a28*z28), (a2
9*z29), (a30*z30), (a31*z31), (a32*z32), (a33*z33), (
a34*z34), (a35*z35), (a36*z36)]/sum([a1,a2,a3,a4,
a5,a6,a7,a8,a9,a10,a11,a12,a13,a14,a15,a16,a17,a
18,a19,a20,a21,a22,a23,a24,a25,a26,a27,a28,a29,a
30,a31,a32,a33,a34,a35,a36]);
set(handles.edit5, 'String', z);

```

```

if out>150
    set(handles.edit6, 'string', 'Hujan ekstrem');
elseif out<=150 && out>=100
    set(handles.edit6, 'string', 'Hujan sangat
lebat');
elseif out<=100 && out>=50
    set(handles.edit6, 'string', 'Hujan lebat');
elseif out<50 && out>=20
    set(handles.edit6, 'string', 'Hujan sedang');
elseif out<20 && out>=0.5
    set(handles.edit6, 'string', 'Hujan ringan');
else
    set(handles.edit6, 'string', 'Berawan');
end

```

```

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject,
eventdata, handles)
close
% hObject    handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a
future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user
data (see GUIDATA)

```


RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Maulana Misbahul Fuadi

Tempat & Tgl. Lahir : Brebes, 13 Mei 2001

Alamat Rumah : Dukuh Lagaran Desa Kaligiri
RT 03 RW 02 Kec. Sirampog
Kab. Brebes 52272

HP : 082325154292

Email : maulanaaja92@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:

- a. SD Negeri Kaligiri 01
- b. MTs Ma'arif NU Kaligiri Sirampog
- c. MAN 1 Tegal
- d. S1 Matematika UIN Walisongo Semarang

2. Pendidikan Non-Formal:

- a. MDA Al-Islamiah Lagaran Kaligiri
- b. Ponpes Ma'hadut Tholabah Babakan Tegal
- c. Ponpes Darul Falah Besongo Semarang

Semarang, 31 Mei 2023



Maulana Misbahul Fuadi
NIM: 1908046052