

## Prakiraan Intensitas Curah Hujan Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Berdasarkan Tipe Pola Hujan

Faqih Nurrohman<sup>1,2\*</sup>, Muhammad Arsyad<sup>1</sup>, Agus Susanto<sup>1</sup>, Adi Prasetyo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90222, Indonesia

<sup>2</sup>Stasiun Meteorologi Kelas I Sultan Hasanuddin, Maros, 90552, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 23 Februari 2023

Direvisi: 21 Maret 2023

Diterima: 14 Juni 2023

#### Kata kunci:

intensitas curah hujan

fuzzy logic

pola monsun

pola ekuatorial

pola lokal

#### Keywords:

rainfall intensity

fuzzy logic

monsoonal pattern

equatorial pattern

local pattern

#### Penulis Korespondensi:

Faqih Nurrohman

Email: faqhynr@gmail.com

### ABSTRAK

Indonesia memiliki tiga tipe pola hujan yaitu pola monsun, pola ekuatorial, dan pola lokal yang berpotensi memberikan dampak yang signifikan terhadap aktivitas penerbangan. Untuk meminimalisir dampak yang tidak diinginkan diperlukan prakiraan intensitas curah hujan menggunakan metode *fuzzy logic* khususnya di wilayah Medan (pola ekuatorial), Jakarta (pola monsun), dan Sorong (pola lokal) yang merupakan wilayah dengan penerbangan tersibuk di Indonesia. Penelitian ini menggunakan data dengan rentang waktu 3 jam yang terdiri dari data input seperti *K-Index*, *Precipitable Water*, kelembapan relatif lapisan 850 mb, kelembapan relatif lapisan 700 mb, dan kelembapan relatif lapisan 500 mb yang digunakan untuk memprakirakan intensitas curah hujan. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini didominasi oleh output tidak hujan dan hujan ringan sedangkan akurasi yang didapatkan pada penelitian ini secara umum diatas 80% dengan wilayah Jakarta merupakan wilayah dengan akurasi tertinggi dibandingkan wilayah Medan dan Sorong.

*Indonesia has three types of rain patterns, namely monsoonal patterns, equatorial patterns, and local patterns that have the potential to have a significant impact on aviation activities. To minimize unwanted impacts, it is necessary to forecast rainfall intensity using the fuzzy logic method, especially in the Medan (equatorial pattern), Jakarta (monsoonal pattern) and Sorong (local pattern) regions which are the areas with the busiest flights in Indonesia. This study uses data with a time span of 3 hours consisting of input data such as K-Index, Precipitable Water, 850 mb relative humidity, 700 mb relative humidity, and 500 mb relative humidity which are used to predict rainfall intensity. The results obtained in this study were dominated by the output of no rain and light rain while the accuracy obtained in this study was generally above 80% with the Jakarta area being the region with the highest accuracy compared to the Medan and Sorong regions.*

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di bumi yang terletak diantara dua benua yaitu Asia dan Australia serta diantara dua samudera yaitu samudera Pasifik dan samudera Hindia, sehingga dengan letak geografis tersebut Indonesia memiliki aliran angin yang disebabkan oleh monsun Asia dan Australia serta terjadi *equinox* 2 kali dalam setahun. Akibat letak geografis tersebut, Indonesia merupakan daerah konvektif yang sangat aktif sehingga pembentukan fenomena cuaca sangat bervariasi yang menyebabkan Indonesia memiliki tiga pola curah hujan (Tjasyono, 2012). Tiga pola curah hujan yang ada di Indonesia terdiri dari tiga jenis yaitu pola monsun, pola ekuatorial, dan pola lokal.

Menurut Aldrian & Susanto (2003), pola monsun memiliki ciri pola satu puncak dan satu lembah, pola ekuatorial memiliki ciri pola dua puncak dan dua lembah, sedangkan pola lokal memiliki ciri pola yang berbanding terbalik dengan pola monsun. Ketiga pola curah hujan yang ada di Indonesia memiliki pola yang berbeda namun tetap berpotensi memberikan dampak yang signifikan terhadap aktivitas manusia khususnya dalam aktivitas penerbangan, sehingga sangat diperlukan prakiraan intensitas curah hujan untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan khususnya di wilayah Medan (pola ekuatorial), Jakarta (pola monsun), dan Sorong (pola lokal) yang merupakan wilayah dengan penerbangan tersibuk di Indonesia.

Prakiraan intensitas curah hujan merupakan hasil dari pengambilan keputusan yang dilakukan oleh *forecaster* dalam menentukan intensitas curah hujan yang terjadi di suatu wilayah (Gautama, 2002). Prakiraan intensitas curah hujan sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari seperti sebagai penentu jenis tumbuhan yang akan ditanam, sebagai strategi dalam pencegahan bencana, serta sebagai informasi dalam meminimalisir resiko kecelakaan pesawat (Susanti & Wahyuningsih, 2013). Dibalik manfaat yang dimilikinya, memprediksi intensitas curah hujan bukanlah hal yang mudah. Hal tersebut dikarenakan kondisi atmosfer yang dinamis serta faktor-faktor penunjang lainnya yang belum diakomodir secara maksimal oleh model-model cuaca, sehingga banyak sekali *forecaster* yang kurang tepat dalam memprediksi intensitas curah hujan khususnya pada tahun 2017-2021. Alternatif lain sangat diperlukan untuk meminimalisir ketidaktepatan prediksi intensitas curah hujan, salah satunya yaitu dengan menggunakan kecerdasan buatan.

Kecerdasan buatan adalah ilmu pemrograman komputer yang digunakan untuk melakukan pekerjaan yang saat ini dapat dikerjakan dengan baik oleh manusia serta lebih berbasis data sehingga dapat menghasilkan output yang cepat dan akurat (Haupt et al., 2008; Rich et al., 2009). Kecerdasan buatan terdiri dari beberapa cabang, salah satu cabang kecerdasan buatan yang sering digunakan oleh manusia adalah *fuzzy logic*. *Fuzzy logic* adalah salah satu cabang kecerdasan buatan yang merupakan pengembangan dari logika Boolean yang memiliki nilai antara 0 dan 1 (Zadeh, 1965). Menurut Behrooz et al. (2018), *fuzzy logic* memiliki kelebihan dari cabang kecerdasan buatan lainnya seperti mirip dengan penalaran manusia, berdasarkan pada model linguistik, menggunakan persamaan matematika yang sederhana untuk sistem nonlinier, membentuk penalaran dan pengetahuan manusia sebagai aturan dan fungsi keanggotaan, memiliki presisi yang tinggi, dan pengoperasiannya sangat cepat. Selain dapat dimanfaatkan untuk memprediksi intensitas curah hujan, *fuzzy logic* dapat diterapkan di berbagai bidang seperti kesehatan, transportasi, bisnis, keamanan, dan lain sebagainya sehingga *fuzzy logic* dapat dikategorikan sebagai salah satu cabang kecerdasan buatan yang multifungsi (Ayuningtias et al., 2017; Setiawan et al., 2018)

Penelitian sebelumnya yang menggunakan *fuzzy logic* untuk memprakirakan intensitas curah hujan pernah dilakukan oleh Puspita & Yulianti (2016), Mutia et al. (2017), dan Harmoko & Az (2012) di Indonesia sedangkan diluar Indonesia Awan & Awais (2011) pernah melakukannya di Pakistan. Data input yang digunakan dalam penelitian sebelumnya untuk memprakirakan intensitas curah hujan berupa data pengamatan permukaan seperti suhu udara, kelembapan relatif, kecepatan angin, tutupan awan, jarak pandang mendatar, tekanan udara, dan suhu titik embun. Akurasi yang didapatkan dalam penelitian sebelumnya dapat dikatakan cukup baik dengan memiliki akurasi lebih dari 75% sehingga dapat dikatakan *fuzzy logic* handal dalam memprakirakan intensitas curah hujan.

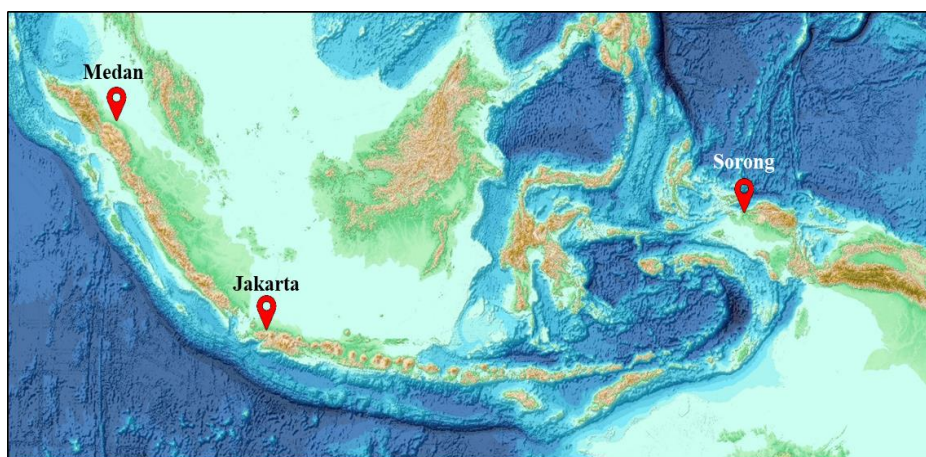
Dari sisi penggunaan data input pada penelitian sebelumnya serta hubungannya dalam pembentukan hujan, data dari pengamatan permukaan tidak sepenuhnya mewakili pembentukan hujan karena pada dasarnya pembentukan hujan sebagian besar terjadi di lapisan atas sehingga penulis tertarik menggunakan data dari hasil pengamatan udara atas seperti *K-Index* (KI), *Precipitable Water* (PW), kelembapan relatif lapisan 850 mb, kelembapan relatif lapisan 700 mb, dan kelembapan relatif lapisan

500 mb. KI dan PW merupakan indeks stabilitas yang digunakan untuk menganalisis kondisi atmosfer yang berguna untuk memprakirakan intensitas curah hujan sedangkan kelembapan relatif berguna untuk mengetahui sifat uap air yang terjadi di atmosfer yang mana uap air tersebut merupakan komponen utama dalam pembentukan awan yang berpotensi menghasilkan hujan (George, 1960; Rocken et al., 1993).

Berdasarkan pemahaman dari latar belakang diatas, penulis tertarik mengkaji tentang teknik pembuatan prakiraan intensitas curah hujan menggunakan metode *fuzzy logic* di wilayah dengan tiga tipe pola hujan dengan menggunakan data KI, PW, kelembapan relatif lapisan 850 mb, kelembapan relatif lapisan 700 mb, dan kelembapan relatif lapisan 500 mb pada tahun 2017-2021. Pola ekuatorial diwakili oleh Medan, pola musonal diwakili oleh Jakarta, serta pola lokal diwakili oleh Sorong. Setelah hasil prakiraan intensitas curah hujan menggunakan metode *fuzzy logic* tersedia, langkah selanjutnya adalah membandingkan akurasi prakiraan intensitas curah hujan di wilayah tiga pola curah hujan untuk mengetahui wilayah dengan pola curah hujan apa yang cocok untuk menggunakan metode *fuzzy logic*.

## II. METODE

Lokasi yang diambil dalam penelitian ini adalah Stasiun Meteorologi Kelas I Kualanamu, Medan ( $3,63^{\circ}$  LU  $98,87^{\circ}$  BT) yang mewakili pola hujan ekuatorial, Stasiun Meteorologi Kelas I Soekarno-Hatta, Jakarta ( $6,11^{\circ}$  LS  $106,65^{\circ}$  BT) yang mewakili pola hujan musonal, serta Stasiun Meteorologi Kelas I Domine Eduard Osok, Sorong ( $0,88^{\circ}$  LS  $131,28^{\circ}$  BT) yang mewakili pola hujan lokal. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dengan rentang waktu 2017-2021 yang meliputi data *K-Index*, *Precipitable Water*, kelembapan relatif lapisan 850 mb, kelembapan relatif lapisan 700 mb, dan kelembapan relatif lapisan 500 mb.



Gambar 1 Lokasi penelitian

Setelah tahap pengumpulan data telah dilaksanakan, tahapan selanjutnya yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengelempokkan data *training* per bulan pada tahun 2017-2020 dan data *testing* per bulan pada tahun 2021. Data *training* terdiri dari data per 3 jam yang meliputi *K-Index*, *Precipitable Water*, kelembapan relatif lapisan 850 mb, kelembapan relatif lapisan 700 mb, dan kelembapan relatif lapisan 500 mb sebagai inputan serta data intensitas curah hujan per 3 jam sebagai output. Data *testing* hanya terdiri dari data per 3 jam yang meliputi *K-Index*, *Precipitable Water*, kelembapan relatif lapisan 850 mb, kelembapan relatif lapisan 700 mb, dan kelembapan relatif lapisan 500 mb sebagai inputan. Pemilihan rentang waktu (per 3 jam) pada data yang digunakan didasarkan pada penelitian Setyatmoko et al. (2015) yang menyatakan bahwa semakin rapat rentang waktu pada data yang digunakan maka akurasi model prakiraan yang didapatkan semakin baik sedangkan pemilihan tahun pada data *training* dan *testing* didasarkan pada penelitian Gholami et al. (2015) yang menyatakan bahwa data *training* yang digunakan minimal 70% dari keseluruhan data (data *training* dan data *testing*).
2. Membuat fuzzifikasi dan fungsi keanggotaan dari data *training*. Pada penelitian ini akan digunakan modifikasi fungsi keanggotaan trapesium dan segitiga, hal tersebut dikarenakan fungsi keanggotaan

trapesium dan segitiga memiliki akurasi yang baik dibandingkan dengan fungsi keanggotaan lainnya (Mandal et al., 2012; Zhao & Bose, 2002). Domain pembentuk fungsi keanggotaan didapatkan dengan mencari persentil sesuai rekomendasi WMO (2015) dalam mengklasifikasikan parameter cuaca. Domain data input menggunakan persentil 33,33 dan persentil 66,66 sedangkan domain data output menggunakan persentil 25, persentil 50, dan persentil 75. Pemilihan jenis persentil pada data input dan data output dikarenakan pada penelitian ini data input akan dibentuk menjadi 3 himpunan *fuzzy* (rendah, sedang, dan tinggi) sedangkan data output akan dibentuk menjadi 4 himpunan *fuzzy* (hujan ringan, hujan sedang, hujan lebat, dan hujan sangat lebat) dengan tambahan 1 himpunan *fuzzy* tidak hujan yang pasti memiliki intensitas curah hujan 0 mm/3 jam.

3. Menentukan basis aturan dari data *training*. Penentuan basis aturan didapatkan dengan mencari jumlah data terbanyak pada himpunan data output untuk gabungan himpunan pada masing-masing data input, jika himpunan data output didapatkan lebih dari satu untuk jumlah terbanyak maka dipilih himpunan data output yang memiliki kriteria terburuk.
4. Membuat *fuzzy inference system* dari data *training* yang terdiri dari implikasi dan agregasi di aplikasi Matlab R2016a. Pada penelitian ini akan digunakan *fuzzy inference system* Mamdani, hal tersebut dikarenakan *fuzzy inference system* Mamdani memiliki akurasi yang baik dibandingkan dengan *fuzzy inference system* lainnya (Ayuningtias et al., 2017; Harmoko & Az, 2012)
5. Menentukan defuzzifikasi dari data *training* untuk mengubah variabel linguistik menjadi variabel numeris di aplikasi Matlab R2016a. Pada penelitian ini akan digunakan defuzzifikasi centroid, hal tersebut dikarenakan defuzzifikasi centroid memiliki akurasi yang baik dibandingkan dengan defuzzifikasi lainnya (Husain et al., 2017; Naaz et al., 2011).
6. Pengujian data *testing* dengan menggunakan metode *fuzzy logic* yang telah dibuat dengan memasukkan data input untuk menghasilkan output intensitas curah hujan. Output yang dihasilkan selanjutnya akan divalidasi terhadap data intensitas curah hujan pada tahun 2021 menggunakan akurasi.
7. Melakukan analisis terhadap hasil dan akurasi prediksi intensitas curah hujan dengan menggunakan metode *fuzzy logic* serta mengambil kesimpulan dari analisis yang telah dibuat.

### III. HASIL DAN DISKUSI

Pada wilayah Medan, didapatkan 2927 hasil prakiraan intensitas curah hujan dengan akurasi yang beragam. Rincian hasil dan akurasi prakiraan intensitas curah hujan di Medan dijabarkan dalam Tabel 1 dibawah ini.

**Tabel 1** Hasil dan akurasi di Medan

Bulan	Tidak Hujan	Hujan Ringan	Hujan Sedang	Hujan Lebat	Hujan Sangat Lebat	Akurasi (%)	Kategori
Januari	248 (233)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	93,95	Sangat Baik
Februari	220 (200)	12 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	87,93	Sangat Baik
Maret	238 (226)	9 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	91,5	Sangat Baik
April	237 (215)	3 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	89,58	Sangat Baik
Mei	247 (215)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	86,69	Sangat Baik
Juni	235 (205)	5 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	86,25	Sangat Baik
Juli	239 (205)	8 (3)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	83,87	Sangat Baik
Agustus	236 (216)	12 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	89,11	Sangat Baik
September	208 (162)	31 (7)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	70,42	Baik
Oktober	232 (179)	16 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	73,39	Baik
November	236 (160)	4 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	67,5	Cukup Baik
Desember	246 (195)	1 (0)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	78,63	Baik

Pada Tabel 1, terdapat bilangan di dalam atau di luar kurung. Bilangan di luar kurung mengindikasikan jumlah prakiraan yang diperoleh melalui metode *fuzzy logic* adapun bilangan di dalam kurung

mengindikasikan jumlah prakiraan yang tepat. Untuk jumlah prakiraan terbanyak, bulan Januari merupakan bulan dengan prakiraan tidak hujan terbanyak sebanyak 248 kejadian, bulan September merupakan bulan dengan prakiraan hujan ringan terbanyak sebanyak 31 kejadian, bulan September merupakan bulan dengan prakiraan hujan sedang terbanyak sebanyak 1 kejadian, bulan Juli dan Desember merupakan bulan dengan prakiraan hujan lebat terbanyak sebanyak 1 kejadian, serta bulan Mei merupakan bulan dengan prakiraan hujan sangat lebat terbanyak sebanyak 1 kejadian. Secara umum akurasi prakiraan intensitas curah hujan di wilayah Medan diatas 80%. Menurut Wei (2018), akurasi diatas 80% dapat dikatakan sangat baik sehingga akurasi prakiraan intensitas curah hujan di wilayah Medan secara umum sangat baik. Bulan Januari merupakan bulan dengan akurasi prakiraan intensitas curah hujan tertinggi di Medan dengan nilai akurasi sebesar 93,95% sedangkan bulan November merupakan bulan dengan akurasi prakiraan intensitas curah hujan terendah di Medan dengan nilai akurasi sebesar 67,5%.

Pada wilayah Jakarta, didapatkan 2928 hasil prakiraan intensitas curah hujan dengan akurasi yang beragam. Rincian hasil dan akurasi prakiraan intensitas curah hujan di Jakarta dijabarkan dalam Tabel 2 dibawah ini.

**Tabel 2** Hasil dan akurasi di Jakarta

Bulan	Tidak Hujan	Hujan Ringan	Hujan Sedang	Hujan Lebat	Hujan Sangat Lebat	Akurasi (%)	Kategori
Januari	241 (168)	1 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	67,74	Cukup Baik
Februari	223 (141)	9 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	60,78	Cukup Baik
Maret	244 (195)	4 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	79,03	Baik
April	238 (215)	2 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	89,58	Sangat Baik
Mei	248 (218)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	87,9	Sangat Baik
Juni	237 (226)	3 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	94,17	Sangat Baik
Juli	244 (233)	1 (0)	1 (0)	2 (0)	0 (0)	93,95	Sangat Baik
Agustus	248 (230)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	92,74	Sangat Baik
September	239 (220)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	91,67	Sangat Baik
Oktober	244 (220)	4 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	88,71	Sangat Baik
November	235 (210)	5 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	87,92	Sangat Baik
Desember	242 (182)	6 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	75	Baik

Pada Tabel 2, terdapat bilangan di dalam atau di luar kurung, bilangan di luar kurung mengindikasikan jumlah prakiraan yang diperoleh melalui metode *fuzzy logic* adapun bilangan di dalam kurung mengindikasikan jumlah prakiraan yang tepat. Untuk jumlah prakiraan terbanyak, bulan Mei dan Agustus merupakan bulan dengan prakiraan tidak hujan terbanyak sebanyak 248 kejadian, bulan Februari merupakan bulan dengan prakiraan hujan ringan terbanyak sebanyak 9 kejadian, bulan Januari merupakan bulan dengan prakiraan hujan sedang terbanyak sebanyak 6 kejadian, serta bulan Juli merupakan bulan dengan prakiraan hujan lebat terbanyak sebanyak 2 kejadian. Secara umum akurasi prakiraan intensitas curah hujan di wilayah Jakarta diatas 80%. Menurut Wei (2018), akurasi diatas 80% dapat dikatakan sangat baik sehingga akurasi prakiraan intensitas curah hujan di wilayah Jakarta secara umum sangat baik. Bulan Juni merupakan bulan dengan akurasi prakiraan intensitas curah hujan tertinggi di Jakarta dengan nilai akurasi sebesar 94,17% sedangkan bulan Februari merupakan bulan dengan akurasi prakiraan intensitas curah hujan terendah di Jakarta dengan nilai akurasi sebesar 60,78%.

Pada wilayah Sorong, didapatkan 2928 hasil prakiraan intensitas curah hujan dengan akurasi yang beragam. Rincian hasil dan akurasi prakiraan intensitas curah hujan di Sorong dijabarkan dalam Tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3** Hasil dan akurasi di Sorong

Bulan	Tidak Hujan	Hujan Ringan	Hujan Sedang	Hujan Lebat	Hujan Sangat Lebat	Akurasi (%)	Kategori
Januari	230 (213)	18 (6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	88,31	Sangat Baik
Februari	213 (192)	18 (4)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	84,48	Sangat Baik
Maret	222 (171)	26 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	70,97	Baik
April	236 (183)	4 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	76,25	Baik
Mei	235 (201)	13 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	81,45	Sangat Baik
Juni	185 (123)	54 (18)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	58,75	Buruk
Juli	190 (122)	49 (26)	0 (0)	5 (0)	4 (1)	60,08	Cukup Baik
Agustus	197 (138)	45 (17)	4 (0)	1 (0)	1 (0)	62,5	Cukup Baik
September	225 (134)	15 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	57,92	Buruk
Oktober	182 (137)	63 (19)	3 (0)	0 (0)	0 (0)	62,9	Cukup Baik
November	205 (160)	30 (12)	1 (0)	0 (0)	4 (0)	71,67	Baik
Desember	234 (191)	9 (3)	3 (0)	2 (0)	0 (0)	78,23	Baik

Pada Tabel 3, terdapat bilangan di dalam atau di luar kurung, bilangan di luar kurung mengindikasikan jumlah prakiraan yang diperoleh melalui metode *fuzzy logic* adapun bilangan di dalam kurung mengindikasikan jumlah prakiraan yang tepat. Untuk jumlah prakiraan terbanyak, bulan April merupakan bulan dengan prakiraan tidak hujan terbanyak sebanyak 236 kejadian, bulan Oktober merupakan bulan dengan prakiraan hujan ringan terbanyak sebanyak 63 kejadian, bulan Agustus merupakan bulan dengan prakiraan hujan sedang terbanyak sebanyak 4 kejadian, bulan Juli merupakan bulan dengan prakiraan hujan lebat terbanyak sebanyak 5 kejadian, serta bulan Juli dan November merupakan bulan dengan prakiraan hujan sangat lebat terbanyak sebanyak 4 kejadian. Secara umum akurasi prakiraan intensitas curah hujan di wilayah Sorong diatas 70%. Menurut Wei (2018), akurasi diatas 70% dapat dikatakan baik sehingga akurasi prakiraan intensitas curah hujan di wilayah Sorong secara umum baik. Bulan Januari merupakan bulan dengan akurasi prakiraan intensitas curah hujan tertinggi di Sorong dengan nilai akurasi sebesar 88,31% sedangkan bulan September merupakan bulan dengan akurasi prakiraan intensitas curah hujan terendah di Sorong dengan nilai akurasi sebesar 57,92%.

Pada hasil prakiraan intensitas curah hujan di tiga wilayah, intensitas tidak hujan merupakan intensitas dengan jumlah prakiraan terbanyak diikuti oleh intensitas hujan ringan yang menempati urutan kedua dalam jumlah prakiraan terbanyak serta hampir tidak adanya hasil prakiraan hujan sedang, hujan lebat, dan hujan sangat lebat dalam penggunaan metode *fuzzy logic*. Hal tersebut dikarenakan output tidak hujan dan hujan ringan pada basis aturan memiliki jumlah yang banyak sehingga berkorelasi terhadap hasil prediksi intensitas curah hujan yang cenderung menghasilkan intensitas tidak hujan dan hujan ringan.

Secara umum akurasi prakiraan intensitas curah hujan di Medan, Jakarta, dan Sorong dapat dikatakan sangat baik dengan mencatatkan akurasi diatas 80% sehingga metode *fuzzy logic* sangat baik dalam memprakirakan intensitas curah hujan di Medan, Jakarta, dan Sorong. Jika akurasi perbulan dalam setahun dirata-ratakan maka didapatkan akurasi prakiraan di wilayah Jakarta yang paling baik dengan 84,1% diikuti oleh Medan dengan akurasi 83,24% serta Sorong dengan akurasi 71,12%. Akurasi di wilayah Jakarta dan Medan hampir berdekatan dan lebih baik dibandingkan akurasi di wilayah Sorong karena di wilayah Jakarta dan Medan inputan pada data *testing* serta ouput yang dihasilkan dari metode *fuzzy logic* memiliki pola yang mendekati basis aturan pada data *training* sehingga dapat dikatakan nilai pada data *training* dan data *testing* di Medan dan Jakarta hampir mendekati yang menyebabkan akurasi prakiraan di Medan dan Jakarta lebih baik dibandingkan akurasi prakiraan di wilayah Sorong.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Puspita & Yulianti, 2016; Harmoko & Az, 2012), secara umum akurasi yang didapatkan pada penelitian ini baik di Medan, Jakarta, dan, Sorong lebih tinggi dibandingkan ketiga penelitian tersebut. Pembuatan basis aturan dan fungsi keanggotaan dengan rentang waktu data yang relatif singkat dapat dikatakan berkorelasi terhadap akurasi yang baik dalam penelitian ini sehingga menyebabkan akurasi pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan

penelitian sebelumnya yang basis aturan serta fungsi keanggotaannya ditentukan secara per musim hingga per tahun dengan rentang waktu 24 jam.

#### IV. KESIMPULAN

Hasil prakiraan intensitas curah hujan di wilayah dengan tiga tipe pola hujan didapatkan intensitas tidak hujan merupakan intensitas dengan jumlah prakiraan terbanyak diikuti oleh intensitas hujan ringan yang menempati urutan kedua. Akurasi prakiraan intensitas curah hujan di wilayah dengan tiga tipe pola hujan secara umum dapat dikatakan sangat baik dengan akurasi prakiraan di wilayah Jakarta yang paling baik dibandingkan Medan dan Sorong.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., & Susanto, R. (2003). Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *International Journal of Climatology*, 23(12), 1435–1452. <https://doi.org/10.1002/joc.950>
- Awan, M., & Awais, M. (2011). Predicting weather events using fuzzy rule based system. *Applied Soft Computing Journal*, 11(1), 56–63. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2009.10.016>
- Ayuningtias, L., Irfan, M., & Jumadi. (2017). Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung). *Jurnal Teknik Informatika*, 10(1), 9–16.
- Behrooz, F., Mariun, N., Marhaban, M., Radzi, M., & Ramli, A. (2018). Review of control techniques for HVAC systems-nonlinearity approaches based on fuzzy cognitive maps. *Energies*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/en11030495>
- Gautama, R. (2002). Reliability of rainfall intensity prediction method for mine dewatering design in tropical region. *Mine Water : Uderground and Surface Mine, January 2002*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-55668-5>
- George, J. (1960). Weather Forecasting for Aeronautics. In *Weather Forecasting for Aeronautics*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/c2013-0-12567-6>
- Gholami, V., Chau, K., Fadaee, F., Torkaman, J., & Ghaffari, A. (2015). Modeling of groundwater level fluctuations using dendrochronology in alluvial aquifers. *Journal of Hydrology*, 529, 1060–1069. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.09.028>
- Harmoko, I., & Az, N. (2012). *Prototipe Model Prediksi Peluang Kejadian Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Tipe Mamdani dan Sugeno*. 1(1), 59–70.
- Haupt, S., Pasini, A., & Marzban, C. (2008). *Artificial Intelligence Methods in the Environmental Sciences*. Springer.
- Husain, S., Ahmad, Y., Sharma, M., & Ali, S. (2017). Comparative Analysis of Defuzzification Approaches from an Aspect of Real life problem. *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, 19(6), 19–25. <https://doi.org/10.9790/0661-1906031925>
- Mandal, S., Choudhury, J., & Chaudhuri, S. (2012). In Search of Suitable Fuzzy Membership Function in Prediction of Time Series Data. *International Journal of Computer Science Issues*, 9(3), 293–302.
- Mutia, A., Sundoro, A., Yajiddin, A., Khoirullah, M., & Aini, Q. (2017). Review Penerapan Fuzzy Logic Sugeno Dan Mamdani Pada Sistem Pendukung Keputusan Prakiraan Cuaca Di Indonesia. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia, November*, 115–120.
- Naaz, S., Alam, A., & Biswas, R. (2011). Effect of different defuzzification methods in a fuzzy based load balancing application. *International Journal of Computer Science Issues*, 8(5), 261–267.
- Puspita, E., & Yulianti, L. (2016). Perancangan Sistem Peramalan Cuaca Berbasis Logika Fuzzy. *Jurnal Media Infotama*, 12(1). <https://doi.org/10.37676/jmi.v12i1.267>
- Rich, E., Knight, K., & Nair, S. (2009). *Artificial Intelligence*. Tata McGraw-Hill.
- Rocken, C., Ware, R., Hove, T., Solheim, F., Alber, C., Johnson, J., Bevis, M., & Businger, S. (1993). Sensing atmospheric water vapor with the global positioning system. *Geophysical Research Letters*, 20(23), 2631–2634. <https://doi.org/10.1029/93GL02935>

- Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. (2018). Logika Fuzzy Dengan Matlab (Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy Tsukamoto). In *Jayapangus Press Books* (Issue July).
- Setyatmoko, B., Hariadi, M., Ketut, I., & Purnama, E. (2015). Prediksi Cuaca Menggunakan Metode Bayesian Berbasis Big Data. *Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXII*, 21, 1–5.
- Susanti, & Wahyuningsih, L. (2013). Faktor-Faktor Penyebab Tingginya Tingkat Kecelakaan Pesawat Udara di Pulau Papua. *Warta Ardhia*, 39(3), 230–243.
- Tjasyono, B. (2012). *Meteorologi Indonesia Volume I: Karakteristik dan Sirkulasi Atmosfer: Vol. I*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Wei, Y. (2018). The Assessment of the Accuracy of Meteorological Satellite Rainfall Measurement Products in the Heihe River Basin. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 392(6). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/392/6/062146>
- WMO. (2015). *Guidelines on the Definition and Monitoring of Extreme Weather and Climate Events*. WMO.
- Zadeh, L. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338–353.
- Zhao, J., & Bose, B. (2002). Evaluation of membership functions for fuzzy logic controlled induction motor drive. *IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference)*, 1(May), 229–234. <https://doi.org/10.1109/iecon.2002.1187512>