

## PERKIRAAN CUACA BERBASIS ANALISIS DATA MENGGUNAKAN METODE *COARSE TO FINE SEARCH* DAN *FUZZY LOGIC* STUDI KASUS CUACA BERPOTENSI HUJAN

### WEATHER FORECAST BASED ON DATA ANALYSIS USING METHOD OF *COARSE TO FINE SEARCH* AND *FUZZY LOGIC* CASE STUDY WEATHER RAIN POTENTIAL

Atina Nur Azizah<sup>1</sup>, Dr. Ir. Jangkung Raharjo, M.T.<sup>2</sup>, Suryo Adhi Wibowo, Ph.D.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>[atinaanz@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:atinaanz@student.telkomuniversity.ac.id),

<sup>2</sup>[jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.id](mailto:jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[suryoadhiwibowo@telkomuniversity.ac.id](mailto:suryoadhiwibowo@telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki dua musim, musim kemarau dan musim hujan. Meteorologi atau ilmu yang mempelajari tentang cuaca dan faktor yang mempengaruhinya dan salah satu faktor yang dipelajari adalah curah hujan. Pada kehidupan sehari-hari, seringkali ditemukan prediksi curah hujan di berbagai media massa. Kebutuhan akan keadaan cuaca esok hari sangat dibutuhkan untuk menyusun berbagai rencana. Untuk masa lampau, perkiraan curah hujan sangat bergantung dengan musimnya, ada musim kemarau dan musim penghujan. Namun saat ini, curah hujan semakin sulit untuk diprediksi sehingga diperlukan model atau sistem yang dapat memprediksi curah hujan dengan akurat. Maka dari itu diperlukan teknik untuk memperkirakan terjadinya hujan, sehingga curah hujan diprediksikan dengan menerapkan aturan penalaran dasar logika fuzzy.

Pada Tugas Akhir ini menggunakan data dengan empat variabel yang mempengaruhi terjadinya hujan berupa suhu udara, kelembapan relatif, kecepatan angin, dan curah hujan. Penelitian ini menggunakan logika fuzzy. Fuzzy yang telah dioptimasi dengan menggunakan algoritma Coarse-to-fine Search digunakan untuk memprediksi curah hujan. Parameter input yang akan digunakan merupakan data parameter cuaca dari BMKG Klas I Bandung. Hasil penelitian adalah dalam menentukan sebuah peramalan khususnya cuaca yang penting ditentukan adalah fungsi keanggotaan dan rules yang digunakan. Dalam hal ini akan digunakan keakuratan untuk memverifikasi hasil perkiraan cuaca studi kasus berpotensi hujan.

Metode yang akan digunakan adalah *Coarse-to-Fine Search* (CFS) dan *Fuzzy Logic* dengan metode Mamdani. Berdasarkan hasil pelatihan fuzzy menggunakan didapatkan akurasi 82%. Parameter fuzzy yang optimal dihasilkan dari optimasi algoritma *Coarse to Fine Search* dari fungsi kendala yang dihasilkan setiap *membership function* masukan dari sistem fuzzy serta jumlah individu yang telah dievaluasi dengan akurasi mencapai 84.1%.

**Kata Kunci :** CFS, Fuzzy, Prakiraan, Cuaca, Akurasi

#### Abstract

Indonesia is a tropical country that has two seasons, there is a dry season and the rainy season. Meteorological or the study of weather and the factors that influence it, and one of the factors studied was precipitation. In daily, we often find rainfall prediction in various mass media. The need for the state of tomorrow's weather is needed to prepare various plans. For the past, estimates of rainfall is very dependent on the season, there is a dry season and the rainy season. But this time, rainfall is difficult to predict, so the necessary model or system that can accurately predict rainfall. Therefore, it is necessary to estimate the occurrence of rain, so that the rainfall is predicted by implementing a fuzzy logic-based reasoning rule.

In this final task, it uses data with four variables that affect rain in the form of air temperature, relative humidity, wind speed, and rainfall. The study proposed using fuzzy logic. The Fuzzy method that has been optimized using the Coarse-to-fine Search algorithm is used to predict tomorrow's rainfall. The input parameter that will be used is the weather parameter data from BMKG Klas I Bandung. The results of the study are determining forecasting of the important weather defined is the membership and rule functions used. In this case, accuracy will be used to verify the weather forecast results of potentially rainy case studies.

The method to be used is Coarse-to-Fine Search (CFS) and Fuzzy Logic with the Mamdani method. Based on the results of the fuzzy system obtained an accuracy of 82%. The optimal fuzzy parameters are generated from the optimization of the Coarse to Fine Search algorithm from the constraint function generated by each membership function input from the fuzzy system and the number of individuals that have been evaluated with an accuracy of up to 84.1%.

**Keywords:** CFS, Fuzzy, Forecast, Weather, Accurate

## 1. Pendahuluan

Cuaca dan kondisi yang sering terjadi hujan lebat dan mengakibatkan banjir merupakan hal yang perlu diamati karena cuaca di suatu daerah menentukan rangkaian aktifitas manusia. Kegiatan dengan alam ini diperlukan manusia dengan mengamati atau memprediksi potensi hujan yang dapat menghambat proses aktivitas, sebagaimana contoh informasi iklim dan klasifikasinya banyak menjadi acuan untuk bidang pertanian, transportasi, dan pariwisata[1]. Beberapa penelitian menyebutkan kondisi iklim dapat mempengaruhi kondisi ekonomi suatu daerah. Cuaca hujan dipengaruhi dalam beberapa faktor yaitu suhu udara, kelembapan relatif, dan kecepatan angin.

Selama ini komputer dapat dipakai untuk membantu masyarakat dalam memecahkan masalah. Semakin cerdas sistem itu dan semakin ditingkatkan level penanganannya, maka semakin aktif peranan yang dilakukan oleh komputer[2]. Teknik kecerdasan yang paling populer dapat diartikan sebagai sebuah perangkat lunak komputer yang memiliki basis pengetahuan untuk domain tertentu dan menggunakan penalaran inferensi yang menyerupai seorang pakar dalam memecahkan suatu masalah. Dimana bila dihubungkan dengan manusia dalam peramalan cuaca atau memprediksi cuaca hari ini, dapat diciptakan sistem komputer yang bertugas untuk mengetahui dan menganalisa gejala-gejala cuaca. Cuaca cenderung berubah membuat banyaknya tuntutan dari berbagai pihak yang membutuhkan informasi dengan akurat dan cepat.

*Artificial Intelligence* (AI) atau kecerdasan buatan merupakan sebuah metode yang digunakan dalam komputer yang meniru makhluk hidup. *Artificial Intelligence* (AI) memiliki beberapa algoritma seperti *Coarse-to-Fine Search* (CFS), *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Generic Algorithm* (GA). Setiap individu menyimpan jejak-jejak posisinya dan jejak-jejak perjalanan posisi tersebut dinamakan solusi terbaik (atau *fitness* dalam metoda *Generic Algorithm*) yang diperolehnya sejauh ini.

Dari pemaparan di atas tersebut, penulis melakukan penelitian untuk memperkirakan cuaca berbasis analisis data dengan waktu tertentu berpotensi hujan menggunakan metode kombinasi Algoritma *Coarse-to-Fine Search* (CFS) dengan menggunakan *Fuzzy Logic*. Membahas prediksi curah hujan dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis Algoritma *Coarse to Fine Search* karena curah hujan mempunyai nilai kebenaran yang parsial sehingga *Fuzzy* merupakan metode yang tepat digunakan dalam prakiraan cuaca. Algoritma CFS untuk mengoptimasi parameter *fuzzy* karena sistem *fuzzy* tidak diketahui pakar untuk menentukan nilai batas kaki fungsi keanggotaan ataupun *rule fuzzy*.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Dasar Meteorologi

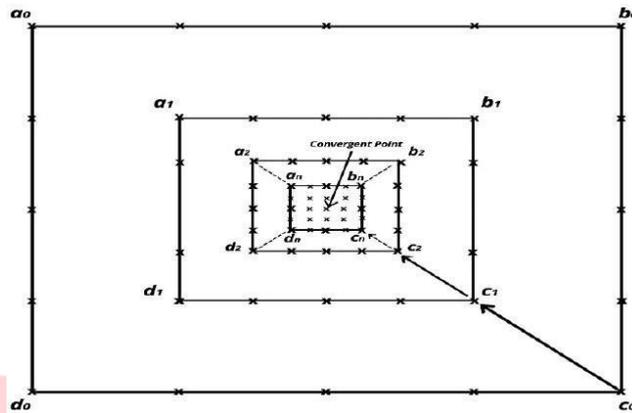
Meteorologi adalah ilmu yang mempelajari cuaca di atmosfer bumi. Atmosfer adalah selubung gas yang menyelimuti bumi. Sedangkan cuaca adalah keadaan atmosfer pada saat yang pendek dan di tempat tertentu. Keadaan atmosfer gabungan dari berbagai unsur, antara lain suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, dan presipitasi [2]. Meteorologi membahas terjadinya perubahan dan gejala cuaca setiap saat menggunakan metode dan hukum-hukum fisika yang terjadi.

### 2.2 Cuaca

Cuaca adalah seluruh kejadian di atmosfer bumi yang merupakan bagian kehidupan sehari-hari manusia di dunia. Cuaca merupakan keadaan yang terjadi di permukaan bumi yang dipengaruhi oleh kondisi udara, yaitu tekanan dan suhu udara di langit maupun di bumi. Cuaca terbentuk dari gabungan faktor yaitu suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, dan curah hujan[4]. Cuaca cerah menunjukkan langit dalam kondisi terang, sinar matahari terpancar dan tidak terasa panas. Pada saat cuaca cerah kondisi awan yang menutupi langit kurang dari separuh hingga separuh bagian langit dan tidak terjadi hujan. Cuaca berawan menunjukkan bahwa di langit banyak terdapat awan yang terlihat berjalan karena didorong oleh angin.

### 2.3 *Coarse to Fine Search* (CFS)

Metoda *Coarse-to-Fine* dilihat dengan Gambar 1, diawali dengan menentukan area yang mungkin (*feasible area*), berkurang sampai mendapatkan area yang terkecil, disebut dengan titik konvergensi (*convergent point*) [3]. Pengurangan setiap langkah dipastikan *convergent point* akan menjadi daerah yang dikurangi atau *reducing area*.



Gambar 1. Feasible area CFS

## 2.4 Fuzzy Logic

*Fuzzy System* menyatakan sistem yang menggunakan himpunan *fuzzy* untuk memetakan suatu *input* menjadi *output* tertentu, *fuzzy system* berhubungan dengan ketidakpastian atau kebenaran parsial. Ide dasar dari *fuzzy system* adalah *Fuzzy Set* dan *Fuzzy Logic*. Himpunan yang membedakan anggota dan non anggotanya dengan batasan yang jelas disebut *crisp set*[6].

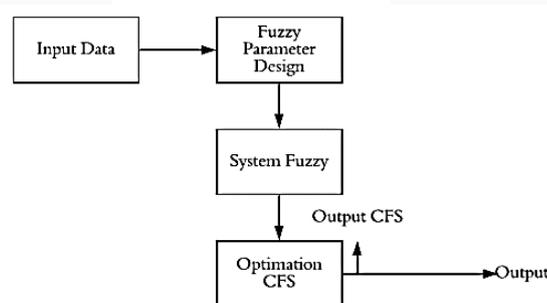
Fungsi keanggotaan (*membership function*) *fuzzy* yaitu suatu kurva yang mendefinisikan bentuk dari setiap titik data dalam ruang *input* yang dimasukkan dalam *range* antara 0 dan 1. Keanggotaan *fuzzy* terdiri dari beberapa bentuk antara lain seperti yang dilihat pada Gambar bentuk trapesodial, triangular dan gaussian[8].

*Fuzzy Inference System* (FIS) adalah sistem yang dapat melakukan penalaran dengan prinsip serupa seperti manusia melakukan penalaran dengan nalurinya.

Ada beberapa jenis FIS yaitu Mamdani dan Sugeno. Logika pengambilan keputusan dalam FIS dirangkai dalam kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, *rules fuzzy* berbentuk *if-then*, dan penalaran *fuzzy*[8].

## 3. Perancangan Sistem

Perancangan Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yang pertama dilakukan adalah pengambilan data cuaca yang terdiri dari empat variabel. Variabel cuaca ini diukur dan direkam oleh BMKG Klas I Bandung. Blok diagram pada perancangan sistem prakiraan curah hujan ini terdapat 2 proses utama yaitu perancangan parameter *fuzzy* dengan algoritma CFS, dan kemudian sistem *fuzzy* pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram

Langkah pertama pada penelitian ini adalah dengan membuat rancangan sistem *fuzzy logic*. Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan berbagai sistem *fuzzy logic*. Salah satu hal yang mempengaruhi sistem *fuzzy logic* ini adalah data masukan. Unsur cuaca yang digunakan sebagai masukan adalah temperatur, kelembaban udara, dan kecepatan angin. Ketiga variabel ini digunakan sebagai masukan karena variabel-variabel ini penyebab utama terjadinya hujan, dan data keluaran adalah curah hujan.

### 1. Fuzzifikasi

*Fuzzification* adalah proses atau tahap konversi masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti (*crisp input*) ke dalam bentuk *fuzzy input*, yaitu berupa nilai linguistik yang ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan tertentu. Data masukan berupa himpunan *crisp* yang akan diubah menjadi himpunan *fuzzy* berdasarkan *range* untuk setiap variabel masukan[5]. Proses ini dilakukan dengan memperhatikan nilai masukan dan nilai keluaran serta fungsi keanggotaan (*membership function*) yang akan digunakan untuk menentukan nilai *fuzzy* dari data *input* dan *output*.

Bentuk *membership function* yaitu fungsi *gaussian* dikarenakan mempunyai tingkat keakurasaan yang tinggi dalam membaca data dibandingkan dengan bentuk *membership function* yang lainnya. Proses iterasi dilakukan pada tahap fuzzifikasi, yaitu dengan merubah nilai *range* dan parameter yang digunakan untuk membangun fungsi keanggotaan, serta dapat juga dengan merubah jenis fungsi keanggotaan yang digunakan. Pada penelitian kali proses merubah nilai *range* dan parameter yang ada dari fungsi keanggotaan dilakukan hingga mendapatkan sistem dengan tingkat presisi yang tinggi. Berikut adalah *membership function* yang digunakan pada sistem *fuzzy logic*.

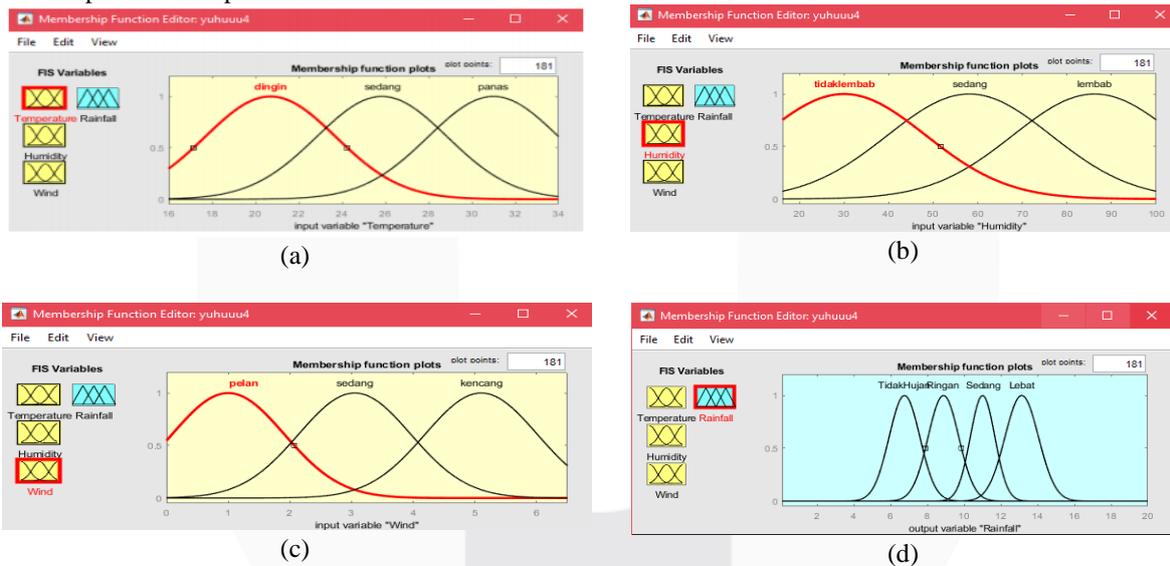
**Tabel 1. Membership function Variable Input**

Variable	Himpunan Fuzzy	Komponen	
		Standar Deviasi	Nilai
Temperatur	Dingin	3.02	20.7
	Sedang	3.02	25.85
	Panas	3.02	31
Kelembapan	Tidak Lembab	18.34	30
	Sedang	18.34	58.1
	Lembab	18.34	86.2
Kecepatan Angin	Pelan	0.91	1
	Sedang	0.91	3.05
	Kencang	0.91	5.1

**Tabel 2. Membership function Variable Output**

Variable	Himpunan Fuzzy	Komponen	
		Standar Deviasi	Nilai
Curah Hujan	Tidak Hujan	0.836	6.76
	Hujan Ringan	0.836	8.88
	Hujan Sedang	0.836	11.01
	Hujan Lebat	0.836	13.14

Berdasarkan *membership function* yang telah ditentukan pada tabel 1 dan tabel 2, maka akan terlihat kurva dari setiap *variable* seperti ada Gambar 3



**Gambar 3.** (a) *Membership Function* suhu, (b) *Membership Function* kelembapan, (c) *Membership Function* kecepatan angin, (d) *Membership Function* output curah hujan

2. Rule Based

Setelah dilakukan *membership function*, maka langkah berikutnya yaitu membuat aturan (*rule base*). *Rule base* ini terdiri dari kumpulan aturan peramalan cuaca yang berbasis *fuzzy logic* untuk menyatakan kondisi cuaca yang terjadi. Penyusunan *rule base* ini berdasarkan pada sistem pakar yang ada, seperti terlihat pada tabel 4.

**Tabel 3.** Aturan *Fuzzy*

No	IF						THEN	
1	T	T1	H	H1	W	W1	R	R4
2	T	T1	H	H1	W	W2	R	R4
3	T	T1	H	H1	W	W3	R	R4
4	T	T1	H	H2	W	W1	R	R1
5	T	T1	H	H2	W	W2	R	R4
6	T	T1	H	H2	W	W3	R	R4
7	T	T1	H	H3	W	W1	R	R3
8	T	T1	H	H3	W	W2	R	R3
9	T	T1	H	H3	W	W3	R	R3
10	T	T2	H	H1	W	W1	R	R1
11	T	T2	H	H1	W	W2	R	R2
12	T	T2	H	H1	W	W3	R	R3
13	T	T2	H	H2	W	W1	R	R1
14	T	T2	H	H2	W	W2	R	R4
15	T	T2	H	H2	W	W3	R	R4
16	T	T2	H	H3	W	W1	R	R2
17	T	T2	H	H3	W	W2	R	R1
18	T	T2	H	H3	W	W3	R	R4
19	T	T3	H	H1	W	W1	R	R4
20	T	T3	H	H1	W	W2	R	R4
21	T	T3	H	H1	W	W3	R	R4
22	T	T3	H	H2	W	W1	R	R4
23	T	T3	H	H2	W	W2	R	R4
24	T	T3	H	H2	W	W3	R	R4
25	T	T3	H	H3	W	W1	R	R4
26	T	T3	H	H3	W	W2	R	R4
27	T	T3	H	H3	W	W3	R	R4

Dengan

- T = Suhu
- H = Kelembapan relatif
- W = Kecepatan Angin
- R = Curah Hujan
- T1 = Dingin
- T2 = Sedang
- T3 = Panas
- H1 = Tidak lembab
- H2 = Sedang
- H3 = Lembab
- W1 = Pelan
- W2 = Sedang
- W3 = Kencang

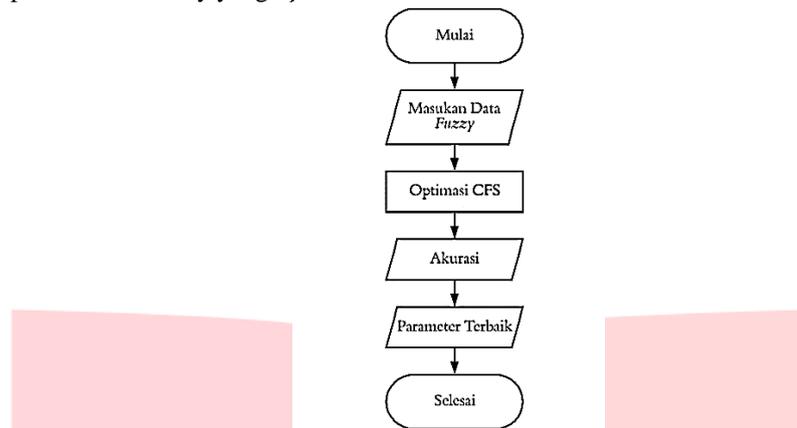
3. Defuzzifikasi

Aplikasi fungsi penegasan (defuzzification) setelah menerima input dari membership function dari masing-masing himpunan. Dilakukan kombinasi dari input yang telah ditentukan sebelumnya dengan menggunakan fungsi operator and dalam kombinasi dan setelah itu defuzzifikasi dengan mencari nilai terkecil dari setiap kombinasi.

$$z^* = \frac{\int_a^b \mu(x)x}{\int_a^b \mu(x)}$$

Perancangan parameter *Fuzzy* untuk prakiraan cuaca berbasis analisis data studi kasus cuaca berpotensi hujan menggunakan Algoritma *Coarse-to-Fine Search* (CFS). Algoritma CFS digunakan untuk mengoptimasi

nilai *Centroid of Gravity* (CoG) dan batas-batas parameter fungsi keanggotaan yang berupa data input Fuzzy serta menentukan sekumpulan aturan fuzzy yang optimal.



**Gambar 4.** Diagram alir Optimasi CFS

Pengoptimalan CFS dapat diturunkan dalam tahap sebagai berikut: Menentukan daerah yang layak (*feasible area*) dan menentukan rentang setiap parameter fungsi keanggotaan dalam setiap variabel Suhu, Kelembapan dan Kecepatan Angin. Mencari nilai terbaik ditentukan dari nilai objektif minimum yang dinyatakan oleh persamaan berikut:

$$P_{ij}^{best} = \min : f_j(P_{pop}), i = 1, 2, \dots, N_{pix}$$

$$j = 1, 2, \dots, M$$

Dimana  $f_j(P_{pop})$  adalah kumpulan akurasi dalam satu populasi,  $f_i(P_i)$  adalah akurasi,  $(P_i)$  adalah CoG atau nilai tengah terbaik dari setiap parameter *membership function* N adalah jumlah parameter *Membership function*,  $N_{pop}$  jumlah individu, dan M adalah jumlah perulangan pada sistem. Sebarkan N,  $N_{pop}$  disekitar CoG yang terbaik dengan daerah yang layak yaitu *feasible area* yang memiliki panjang sisi setengah dari sisi daerah yang layak sebelumnya, dan menemukan itu adalah nilai terbaik atau nilai tengah CoG dari setiap parameter *membership function* fuzzy logic pada penelitian ini. 4. Ulang langkah ke-3, sehingga daerah yang layak sangat kecil dan nilai CoG terbaik dapat dianggap sebagai titik konvergensi. Proses iterasi dihentikan jika selisih nilai CoG yang terbaik dalam iterasi ke-i  $P_j$  best dengan nilai terbaik dalam iterasi sesuai dengan persamaan.

Melakukan optimasi dari setiap *membership function* dari *fuzzy* terdapat 3 syarat yang harus dipenuhi pada sistem, antara lain:

- Fungsi Objektif adalah fungsi yang nilainya dapat dioptimumkan (dimaksimumkan atau diminimumkan). Dimana pada penelitian ini memilih untuk menggunakan fungsi objektif pada batas-batas parameter *membership function*. Dimana nilai fungsi objektif yaitu nilai standar deviasi dari setiap data di dalam rentang variabel himpunan fuzzy
- Fungsi Kendala adalah batasan batasan yang dipenuhi dalam sistem. Dimana pada sistem penelitian ini menggunakan fungsi kendala batas-batas dari domain range setiap himpunan fuzzy dari system.
- Individu  
Pada sistem ini menggunakan jumlah individu sebanyak 10 individu yang akan muncul disetiap iterasi dengan perulangan yang telah ditentukan sehingga muncul titik konvergensi pada sistem.

#### 4. Perancangan Sistem

Proses perancangan prakiraan cuaca studi kasus berpotensi hujan menggunakan metode *fuzzy logic* karena fuzzy bersifat konstan dan fleksibel sehingga cocok untuk peramalan. Pada proses fuzzifikasi data masukan berupa himpunan *crisp* yang akan diubah menjadi himpunan *fuzzy* berdasarkan *range* untuk setiap variabel masukannya. Pada proses fuzzifikasi ini terdapat dua hal yang harus diperhatikan yaitu nilai masukan dan nilai keluaran serta fungsi keanggotaan yang akan digunakan untuk menentukan nilai hasil keluaran *fuzzy logic*. Pada proses fuzzifikasi perancangan prediksi metode fuzzy logic menggunakan bentuk fungsi keanggotaan gaussian sebagai variabel masukan karena bentuk gaussian *fuzzy sets* cocok untuk data-data alami seperti data cuaca. Setelah dilakukan fuzzifikasi untuk setiap masukan dan keluaran, maka langkah berikutnya yaitu membuat aturan (*rule base*). Rule base ini terdiri dari kumpulan aturan peramalan cuaca yang berbasis *fuzzy logic* untuk menyatakan kondisi cuaca yang terjadi. Penyusunan *rule base* ini berdasarkan pada sistem pakar yang ada, pada peramalan kondisi hujan terdapat tiga variabel masukan, satu variabel keluaran dan 27 *rules*. Variabel temperatur memiliki tiga fungsi keanggotaan untuk variabel masukan yaitu temperatur dingin, sedang, dan panas. Variabel kelembapan memiliki tiga fungsi keanggotaan yaitu tidak lembab, sedang, dan lembab. Variabel kecepatan angin memiliki tiga fungsi keanggotaan yaitu pelan, sedang dan kencang

#### 4.1 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan membandingkan prediksi daripada sistem yang telah dibuat dengan cuaca yang sebenarnya. Pada penelitian ini menggunakan 24813 data untuk setiap variabel *input* yang digunakan sebagai pembangun logika yaitu dari bulan Oktober tahun 2018 sampai dengan bulan April tahun 2019 seperti Tabel 4 dibawah ini.

**Tabel 4.** Validasi Hasil Prediksi Hujan

	Curah Hujan			
	Tidak Hujan	Hujan Ringan	Hujan Sedang	Hujan Lebat
Aktual	11091	11839	1792	91
Prediksi	10778	9808	53	91
Jumlah Benar	20730			
Jumlah Salah	4083			
Akurasi	84.1%			

## 5. Kesimpulan dan Saran

Logika fuzzy metode mamdani dapat digunakan untuk memprediksi tingkat curah hujan di kota Bandung dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi cuaca antara lain suhu, tekanan, kecepatan angin, kelembaban relatif dan curah hujan. Logika fuzzy untuk prediksi dengan nilai input yang tidak pasti mampu menghasilkan output crisp, karena logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Pada proses Fuzifikasi ini digunakan bentuk fungsi keanggotaan gaussian sebagai variabel input karena gaussian sesuai jika digunakan dalam data-data sinoptik seperti data cuaca.

Pada penelitian ini menggunakan 24813 data untuk setiap variabel input yang digunakan sebagai pembangun logika yaitu dari bulan Oktober tahun 2018 sampai bulan April tahun 2008. Data yang telah terkumpul dan terbagi dalam klasifikasi, dipakai sebagai membership function dalam penyusunan program.

Saran yang dilakukan pengembangan lebih lanjut sangat memungkinkan untuk dilakukan penelitian dalam Tugas Akhir ini. Berikut beberapa syarat yang perlu dipertimbangkan:

1. Perbaikan ke depannya bisa lebih jika fuzzy logic dikombinasikan dengan jaringan saraf tiruan ataupun model prediksi lainnya.
2. Penambahan variable parameter faktor yang mempengaruhi cuaca. Untuk jumlah individu yang dievaluasi lebih banyak sehingga parameter fuzzy yang optimal lebih berpeluang didapatkan lebih baik.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] F. Diani, H. Permana, I. Ibrahim et al., "Kajian sistem informasi prakiraan cuaca bmkng pada bmkng bandung," Jurnal Fakultas Hukum UII, 2012.
- [2] E. S. Puspita and L. Yulianti, "Perancangan sistem peramalan cuaca berbasis logika fuzzy," Jurnal Media Infotama, vol. 12, no. 1, 2016.
- [3] J. Raharjo, A. Soeprijanto, and H. Zein, "Multidimension of coarse to fine search method development for solving economic dispatch," Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2016.
- [4] B. S. Aji, F. Nhita, and A. Adiwijaya, "Prediksi curah hujan menggunakan evolving fuzzy," in Indonesian Symposium on Computing 2014/Seminar Nasional Ilmu Komputasi Teknik Informatika (SNIKTI), 2015.
- [5] D. R. Navianti and F. A. Widjajati, "Penerapan fuzzy inference system pada prediksi curah hujan di surabaya utara," Jurnal Sains dan Seni ITS, vol. 1, no. 1, pp. A23–A28, 2012.
- [6] Z. Mahmud and S. Nerfita Nikentari, "Analisa perbandingan metode sugeno dan mamdani dalam sistem prediksi cuaca (studi kasus bmkng kelas iii, tanjungpinang)," 2016.
- [7] L.-X. Wang and L.-X. Wang, *A course in fuzzy systems and control*. Prentice Hall PTR Upper Saddle River, NJ, 1997, vol. 2.
- [8] B. Santosa, "Data mining teknik pemanfaatan data untuk keperluan bisnis," Yogyakarta: Graha Ilmu, vol. 978, no. 979, p. 756, 2007.
- [9] I. Wahyuni and F. A. Ahda, "Pemodelan fuzzy inference system tsukamoto untuk prediksi curah hujan studi kasus kota batu," Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia, vol. 12, no. 2, pp. 115–124, 2018.