

## PENDEKATAN Z-SCORE DAN FUZZY DALAM PENGUJIAN AKURASI PERAMALAN CURAH HUJAN

Made Leo Radhitya<sup>1</sup>, I Gede Iwan Sudipa<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Informatika, STMIK STIKOM Indonesia  
Jalan Tukad Pakerisan No. 97A Denpasar 80223-Bali

e-mail: [leo.radhitya@stiki-indonesia.ac.id](mailto:leo.radhitya@stiki-indonesia.ac.id)<sup>1</sup>, [iwansudipa@stiki-indonesia.ac.id](mailto:iwansudipa@stiki-indonesia.ac.id)<sup>2</sup>

Received : April,2020	Accepted : September,2020	Published : Oktober, 2020
-----------------------	---------------------------	---------------------------

### **Abstract**

Determination of rainfall is important to determine the intensity of rain that occurs in an area. Rain intensity that is too high will certainly have a bad impact. Forecasting or prediction techniques are used to determine the likelihood of intensity occurring in the following year. However, rainfall data are continuous numerical data. Measurement of accuracy becomes more difficult if the data type is like that. So, this study tests the accuracy of rainfall forecasting in the city of Denpasar from a different perspective. This test combines the Z-score method and the Fuzzy set theory to normalize and classify rainfall data. This combination determines the degree of rainfall membership divided into Upper, Middle, and Lower levels. Based on the results of rainfall accuracy testing starting in 2012-2016 obtained an average value of accuracy of 85% with training data that is data in 2007-2015. The normalization process greatly affects the value of the training data.

**Keywords:** Accuracy Test, Rainfall Intensity, Z-score, Fuzzy

### **Abstrak**

Penentuan curah hujan penting dilakukan guna mengetahui intensitas hujan yang terjadi pada suatu daerah. Intensitas hujan yang terlalu tinggi tentunya akan memberikan dampak yang tidak baik. Teknik peramalan atau prediksi intensitas digunakan untuk mengetahui kemungkinan intensitas yang terjadi pada tahun selanjutnya. Namun, data curah hujan merupakan data numerik kontinu. Pengukuran akurasi menjadi lebih sulit jika tipe datanya seperti itu. Maka, penelitian ini melakukan uji akurasi peramalan curah hujan pada kota Denpasar dari sudut pandang yang berbeda. Pengujian ini mengkombinasikan metode Z-score dan teori himpunan Fuzzy untuk melakukan normalisasi serta klasifikasi data curah hujan. Kombinasi ini menentukan derajat keanggotaan curah hujan yang dibagi menjadi curah hujan tingkat Atas, tingkat Tengah dan tingkat Bawah. Berdasarkan hasil uji akurasi curah hujan mulai tahun 2012 – 2016 diperoleh nilai rata-rata akurasi sebesar 85% dengan data training yaitu data tahun 2007 – 2015. Proses normalisasi sangat mempengaruhi nilai data training.

**Kata Kunci:** Uji Akurasi, Curah Hujan, Z-Score, Fuzzy

## 1. PENDAHULUAN

Pengukuran terhadap curah hujan diperlukan untuk mengetahui cuaca pada suatu daerah, dengan melakukan suatu pengukuran terhadap curah hujan dapat mengetahui intensitas hujan yang terjadi. Intensitas hujan yang terlalu tinggi tentunya akan memberikan dampak yang tidak bagus, seperti bencana banjir. Pengukuran curah hujan dapat dilakukan dengan menghitung intensitas hujan yaitu jumlah curah hujan per unit dalam suatu periode tertentu[1].

Curah hujan bersifat sangat dinamis sehingga faktor ini menjadi salah satu penyebab banjir selain adanya faktor kondisi daerah aliran sungai serta saluran drainase sehingga curah hujan sangat menarik untuk dijadikan obyek penelitian[2].

Salah satu penelitian yang dilakukan yaitu peramalan (*forecasting*) terhadap curah hujan, dimana peramalan merupakan suatu proses untuk memperkirakan berapa banyak kebutuhan di masa depan kan mencakup kebutuhan secara kuantitas, kualitas, waktu dan ukuran lokasi yang diperlukan untuk memenuhi permintaan barang atau jasa[3]. Peramalan curah hujan dapat dikombinasikan dengan metode kecerdasan buatan dan statistika[4][5].

Beberapa penelitian telah dilakukan yaitu. Perbandingan algoritma Levenberg-Marquardt dengan nilai error terkecil sebesar 0,03053 dan Metode Backpropagation[6] dengan nilai error terkecil 0,02826 untuk melakukan prediksi curah hujan di Banjarmasin, Penerapan Metode *High Order Fuzzy Time Series Multi Factor* dalam peramalan curah hujan di Malang[7] dilakukan selama 1 tahun dan menghasilkan nilai *Mean Square Error* terbaik sebesar 539,698. Kombinasi metode Jaringan Syaraf Tiruan dengan optimasi Algoritma *Bee Colony*[8] dimana algoritma *JST Backpropagation* digunakan untuk perhitungan peramalan curah hujan dan *Bee Colony* digunakan untuk mengetahui tingkat kesalahan dari hasil peramalan dengan hasil *MSE* terbaik pada iterasi ke-1000 dengan nilai 0,03.

Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dengan mencari nilai kesalahan dan korelasi terhadap suatu metode dalam penyelesaian masalah[9][10]. Uji akurasi bisa

juga dilakukan dengan melakukan uji kinerja metode untuk menganalisa dan melakukan perbandingan hasil[11]. Selanjutnya hasil peramalan dianalisis kemudian dikaji dengan kombinasi metode yang berbeda untuk meningkatkan akurasi hasil. Data curah hujan merupakan tipe data numerik kontinu. Pengujian akurasi pada data numerik kontinu sangat rentan. Selisih angka yang sedikit pun mampu mempengaruhi nilai akurasi. Tipe data ini menjadi sangat sensitif jika ingin mengetahui akurasi peramalan. Maka, Dalam penelitian ini, hasil peramalan curah hujan dari penelitian[8] akan dianalisis dan dikaji dengan penggunaan metode optimasi *Z-Score* dengan kombinasi derajat keanggotaan teori himpunan *Fuzzy* untuk meningkatkan hasil akurasi dengan menggunakan derajat keanggotaan fuzzy[12] untuk mengetahui tingkat, daerah, arsir, range suatu nilai curah hujan yang dikategorikan ke dalam curah hujan tingkat bawah, curah hujan tingkat sedang dan curah hujan tingkat atas. Uji akurasi ini seperti sudut pandang yang berbeda dalam hal melihat akurasi peramalan curah hujan.

Metode *Z-score* digunakan dalam perhitungan normalisasi karena (*Z-Score*) dapat membandingkan kualitas pencapaian atau target suatu data dengan rata-rata distribusi data dalam kelompok berdasarkan nilai standar deviasi[13]. *Fuzzy* digunakan untuk menentukan nilai himpunan yang menunjukkan seberapa besar derajat keanggotaan suatu elemen ( $x$ ) dalam suatu himpunan ( $A$ )[12], dalam penelitian ini hasil peramalan akan dioptimasi dengan *Zscore* kemudian nilai peramalan akan ditentukan derajat keanggotaan untuk melakukan pengelompokkan kedalam kategori curah hujan tingkat bawah, curah hujan tingkat sedang dan curah hujan tingkat atas.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Z-Score

Metode yang digunakan untuk membuat nilai standar berupa jarak nilai atau skor dari mean kelompoknya dalam satuan standar deviasi[13]. Persamaan 1 merupakan formula untuk mengetahui *Z-score*:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

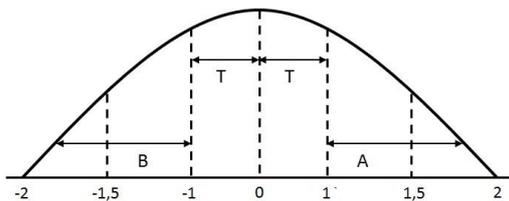
Dimana  $z$  adalah nilai Z-score, dan  $x$  adalah nilai yang akan dinormalisasi,  $\mu$  adalah nilai rata-rata seluruh kolom dan baris, serta  $\sigma$  adalah nilai standar deviasi.

$$\mu T(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 1 \text{ atau } x \leq -1 \\ \frac{x+1}{1}; & -1 \leq x \leq 0 \\ \frac{1-x}{1}; & 0 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

## 2.2 Teori Himpunan Fuzzy

Fungsi derajat keanggotaan sangat mempengaruhi teori himpunan fuzzy. Fungsi keanggotaan digunakan untuk merepresentasikan dan menjelaskan derajat kedekatan dan keanggotaan suatu obyek( $x$ ) terhadap atribut[14]. Teori himpunan fuzzy menggunakan bilangan *crisp* yang merupakan teori himpunan klasik, bilangan *crisp* digunakan untuk menunjukkan keberadaan suatu elemen pada suatu himpunan(A), dimana elemen ini memiliki kemungkinan keanggotaan yaitu menjadi anggota A atau tidak menjadi anggota A[15].

Fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan pada variabel curah hujan dibagi menjadi fungsi keanggotaan Bawah(B), fungsi keanggotaan Tengah(A) dan fungsi keanggotaan Atas(A), dapat ditunjukkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Fungsi Keanggotaan Fuzzy untuk setiap Himpunan Curah Hujan

Fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan pada variabel curah hujan tingkat Bawah(B) dapat dijelaskan dengan persamaan (2) berikut:

$$\mu B(x) = \begin{cases} 1; & x \leq -1,5 \\ 0; & x \geq 0 \\ \frac{0-x}{-1,5}; & x \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

Dimana  $\mu B(x)$  adalah derajat keanggotaan  $x$  pada ruang keanggotaan B yaitu curah hujan tingkat Bawah.

Fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan pada variabel curah hujan tingkat Tengah(T) dapat dijelaskan dengan persamaan (3) berikut:

Dimana  $\mu T(x)$  adalah derajat keanggotaan  $x$  pada ruang keanggotaan T yaitu curah hujan tingkat Tengah.

Fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan pada variabel curah hujan tingkat Atas(T) dapat dijelaskan dengan persamaan (4) berikut:

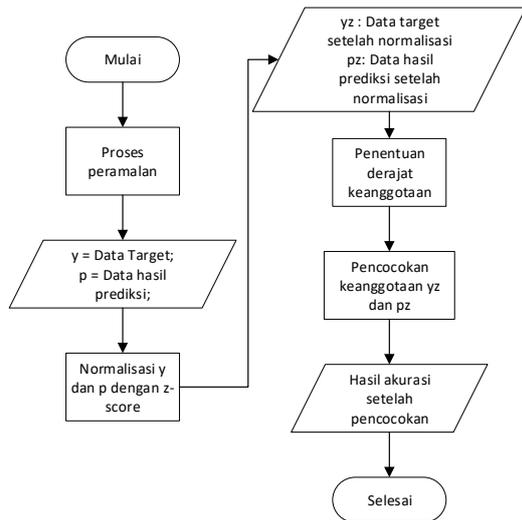
$$\mu A(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ 1; & x \geq 1,5 \\ \frac{x-0}{1,5}; & x \geq 1,5 \end{cases} \quad (4)$$

Dimana  $\mu A(x)$  adalah derajat keanggotaan  $x$  pada ruang keanggotaan A yaitu curah hujan tingkat Atas.

## 2.3 Pengujian Curah Hujan

Pengujian peramalan hujan berawal dengan melakukan peramalan. Hasil dari peramalan tersebut berupa tabel. Tabel keluaran dari sistem peramalan berisi data uji, data target, serta prediksi setiap bulannya. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, data latihnya adalah data tahun 2011 hingga tahun 2015. Kolom selanjutnya merupakan data target yaitu data tahun 2016 (nilai  $y$ ). Nilai  $y$  merupakan data asli yang terjadi di lapangan. Nilai  $p$  merupakan data hasil prediksi untuk tahun 2016.

Melihat rentang nilai yang luas, sulit untuk menentukan seberapa akurat hasil prediksinya. Kami melakukan normalisasi serta pengelompokkan data guna menguji akurasi dari peramalan yang telah dilakukan. Secara garis besar, alur proses yang kami lakukan diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alur Proses Pengujian Peramalan Curah Hujan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Deskripsi Data

Data peramalan curah hujan yang digunakan merupakan data curah hujan Kota Denpasar. Data yang diambil adalah data dari tahun 2007 hingga 2016 setiap bulannya. Kategori data dibagi menjadi 2. Kategori yang pertama adalah data latih. Data latih ini digunakan untuk melatih sistem peramalan. Kategori lainnya adalah data target. Data target merupakan data lapangan yang menjadi dasar perbandingan

terhadap data prediksi yang dihasilkan. Misalnya, data curah hujan tahun 2007 hingga 2011 digunakan untuk melatih sistem peramalan. Hasil peramalannya adalah peramalan curah hujan tahun 2012. Data target tahun 2012 menjadi dasar perbandingan untuk akurasi peramalan. Proses ini kami lakukan berulang dengan meramalkan data tahun 2012, 2013, 2014, 2015, dan 2016. Kami menggunakan data dan juga proses peramalan yang telah digunakan oleh [8].

#### 3.2 Pembahasan

Data target ( $y$ ) dan data prediksi ( $p$ ) menjalani proses normalisasi. Sesuai dengan persamaan (1), maka hasil normalisasi dapat dilihat pada tabel 2. Hasil Normalisasi tersebut ( $yz$  dan  $pz$ ) selanjutnya memasuki proses penentuan keanggotaan.

Hasil normalisasi dengan menggunakan z-score seringkali berada pada rentang -2 hingga 2. Nilai normalisasi bisa saja melebihi rentang tersebut. Nilai yang melebihi rentang tersebut biasanya merupakan nilai yang jarang muncul atau terlalu jauh dari nilai-nilai kebanyakan. Rentang nilai ini terbentuk karena melihat hubungan rata-rata dari semua nilai terhadap standar deviasinya.

Tabel 1: Data curah hujan Kota Denpasar tahun 2011 - 2015  
[Sumber: Data Curah Hujan BMKG]

Bulan	Curah Hujan (Tahun)					Nilai $y$	Nilai $p$
	2011	2012	2013	2014	2015		
Jan	412.4	730.5	517	360	392	109.4	130.55
Feb	290.3	168.1	144	340.5	245.9	448.1	422.12
Mar	245.5	554.8	136	97	272.2	9.7	23.12
Apr	303.7	18.5	55	166	33.2	31.1	150.92
Mei	141.1	77	143	68.1	53	21.4	137.78
Jun	8.9	0.2	168	65	0	117.2	153.95
Jul	28.8	53.2	99	34.3	0.5	191.4	120.68
Agu	0.2	0.2	0	2	5.8	39	114.45
Sep	1.9	10.9	15	0	0.7	235.9	113.70
Okt	72.2	3.8	17	1	0	127.4	116.11
Nov	276.6	69.6	234	89	13	322.9	194.79
Des	393.4	339.4	222	409	157.7	398	393.36

\*Nilai rata-rata = 170,9867

\*\*Nilai standar deviasi = 152,4261

Penentuan keanggotaan menyesuaikan dengan Persamaan (2), (3), dan (4). Semua  $y$  serta  $p$

akan memiliki nilai derajat keanggotaan untuk masing-masing tingkatnya. Nilai yang paling

besar diantara ketiga tingkat merupakan nilai yang paling mendekati keanggotaannya. Artinya, masing-masing  $y$  dan  $p$  akan menjadi anggota yang nilai derajatnya paling besar diantara ketiga nilai keanggotaan. Hasil perhitungan derajat keanggotaan ditunjukkan pada Tabel 3. Misalnya, kita dapat melihat hasil perhitungan derajat keanggotaan pada bulan januari pada Tabel 3. Pada bulan januari, curah hujan yang terjadi pada tahun 2012 (target)

termasuk pada tingkat Atas. Karena, nilai derajatnya terbesarnya ada pada tingkat atas. Begitu juga pada hasil prediksi curah hujan  $p$  tahun 2012 termasuk pada tingkat Atas. Gambar 3 menunjukkan grafik perbandingan target dan prediksi curah hujan. Visualisasi data tersebut terbentuk dari hasil perhitungan  $Z$ -score.

Tabel 2: Contoh Hasil Normalisasi Curah Hujan

Bulan	Curah Hujan (Tahun)					Nilai (y)	Prediksi (p)
	2011	2012	2013	2014	2015		
Jan	1.60	3.50	2.22	1.28	1.47	-0.22	-0.09
Feb	0.87	0.13	-0.01	1.17	0.60	1.81	1.66
Mar	0.60	2.45	-0.06	-0.29	0.76	-0.82	-0.74
Apr	0.95	-0.76	-0.55	0.12	-0.68	-0.69	0.03
Mei	-0.03	-0.41	-0.02	-0.47	-0.56	-0.75	-0.05
Jun	-0.82	-0.87	0.13	-0.49	-0.87	-0.17	0.05
Jul	-0.70	-0.56	-0.28	-0.67	-0.87	0.27	-0.15
Agu	-0.87	-0.87	-0.87	-0.86	-0.84	-0.64	-0.19
Sep	-0.86	-0.81	-0.78	-0.87	-0.87	0.54	-0.19
Okt	-0.44	-0.85	-0.77	-0.87	-0.87	-0.11	-0.18
Nov	0.78	-0.46	0.53	-0.34	-0.80	1.06	0.29
Des	1.48	1.16	0.46	1.58	0.07	1.51	1.48



Gambar 3. Grafik Perbandingan Target dan Prediksi

Setelah melakukan penentuan fungsi keanggotaan, maka selanjutnya yaitu mengelompokkan hasil fungsi keanggotaan nilai  $y$  dan nilai target  $t$  untuk mengetahui nilai hasil prediksi dengan nilai target dalam fungsi keanggotaan yang sama, dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 4 menunjukkan nilai hasil pengelompokkan curah hujan untuk tahun

Tabel 3: Hasil Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* untuk Data Curah Hujan Tahun 2012

Bulan	Nilai ( $y$ )			Prediksi ( $p$ )		
	Bawah(B)	Tengah(T)	Atas(A)	Bawah(B)	Tengah(T)	Atas(A)
Jan	0	0	1	0	0	1
Feb	0,012625	0,981062	0	0	0,734431	0,177046
Mar	0	0	1	0	0	1
Apr	0,666932	0	0	0,40597	0,391046	0
Mei	0,41107	0,383395	0	0,567325	0,149013	0
Jun	0,74697	0	0	0,597394	0,103909	0
Jul	0,515164	0,227254	0	0,594192	0,108712	0
Agu	0,74697	0	0	0,597527	0,10371	0
Sep	0,700172	0	0	0,603818	0,094273	0
Okt	0,731225	0	0	0,600284	0,099574	0
Nov	0,443435	0,334847	0	0,387355	0,418968	0
Des	0	0	0,73659	0	0,076139	0,615907

Tabel 4: Pengelompokkan Curah Hujan Tahun 2012

Bulan	Pengelompokkan Curah Hujan		
	Nilai $y$	Nilai target $t$	Kesesuaian
Jan	A	A	True
Feb	T	T	True
Mar	A	A	True
Apr	B	B	True
Mei	B	B	True
Jun	B	B	True
Jul	B	B	True
Agu	B	B	True
Sep	B	B	True
Okt	B	B	True
Nov	B	T	False
Des	A	A	True

Tabel 5: Pengelompokkan Curah Hujan Tahun 2013

Bulan	Pengelompokkan Curah Hujan		
	Nilai $y$	Nilai target $t$	Kesesuaian
Jan	A	A	True
Feb	T	T	True
Mar	T	T	True
Apr	B	T	False
Mei	T	T	True

2012 dan nilai target terdapat hasil kesesuaian (*True*) sebanyak 11 bulan dan ketidak kesesuaian (*False*) 1 bulan, sehingga dapat ditentukan akurasi yaitu :

$$Akurasi = \frac{\text{jumlah yang sesuai (bulan)}}{\text{jumlah keseluruhan (bulan)}} \quad (5)$$

Sehingga diperoleh nilai akurasi = 0,916667

Jun	T	B	False
Jul	T	B	False
Agu	B	B	True
Sep	B	B	True
Okt	B	B	True
Nov	T	T	True
Des	T	T	True

Tabel 6: Pengelompokkan Curah Hujan Tahun 2014

Bulan	Pengelompokkan Curah Hujan		
	Nilai $y$	Nilai target $t$	Kesesuaian
Jan	A	A	True
Feb	A	T	False
Mar	T	T	True
Apr	T	T	True
Mei	B	B	True
Jun	B	B	True
Jul	B	B	True
Agu	B	B	True
Sep	B	B	True
Okt	B	B	True
Nov	T	T	True
Des	A	A	True

Melihat Tabel 5, diketahui bahwa nilai hasil pengelompokkan curah hujan untuk tahun 2013 dan nilai target terdapat hasil kesesuaian (*True*) sebanyak 9 bulan dan ketidak sesuaian (*False*) 3 bulan, sehingga diperoleh nilai akurasi = 0,75 atau 75%. Dari Tabel 6, diketahui bahwa nilai hasil pengelompokkan curah hujan untuk tahun 2014 dan nilai target terdapat hasil kesesuaian(*True*) sebanyak 11 bulan dan ketidak sesuaian (*False*) 1 bulan, sehingga diperoleh nilai akurasi = 0,916667 atau 92%.

Tabel 7 menunjukkan nilai hasil pengelompokkan curah hujan untuk tahun 2015 dan nilai target terdapat hasil kesesuaian(*True*) sebanyak 12 bulan, sehingga diperoleh nilai akurasi = 1 atau 100%.

Tabel 7: Pengelompokkan Curah Hujan Tahun 2015

Bulan	Pengelompokkan Curah Hujan		
	Nilai <i>y</i>	Nilai target <i>t</i>	Kesesuaian
Jan	A	A	True
Feb	T	T	True
Mar	T	T	True
Apr	B	B	True
Mei	B	B	True
Jun	B	B	True
Jul	B	B	True
Agu	B	B	True
Sep	B	B	True
Okt	B	B	True
Nov	B	B	True
Des	T	T	True

Tabel 8: Pengelompokkan Curah Hujan Tahun 2016

Bulan	Pengelompokkan Curah Hujan		
	Nilai <i>y</i>	Nilai target <i>t</i>	Kesesuaian
Jan	T	T	True
Feb	A	A	True
Mar	B	B	True
Apr	B	T	False
Mei	B	T	False
Jun	T	T	True
Jul	T	T	True
Agu	B	T	False
Sep	T	T	True
Okt	T	T	True
Nov	A	T	False
Des	A	A	True

Selanjutnya, Tabel 8 memperlihatkan hasil pengelompokkan curah hujan untuk tahun 2016 dan nilai target terdapat hasil kesesuaian (*True*) sebanyak 8 bulan dan ketidak sesuaian (*False*) 4 bulan, sehingga diperoleh nilai akurasi = 0,66667 atau 67%. Data-data hasil pengelompokkan serta akurasinya dikumpulkan dalam Tabel 9.

Tabel 9: Nilai Akurasi

Tahun	Kesesuaian ( <i>True</i> )	Galat ( <i>False</i> )	Akurasi
2012	11	1	0,916667
2013	9	3	0,75
2014	11	1	0,916667
2015	12	0	1
2016	8	4	0,666667
Nilai Rata-Rata			0,85

Dari hasil uji akurasi curah hujan mulai tahun 2012-2016, didapatkan hasil rata-rata akurasi 85%. Akurasi peramalan curah hujan pada tahun 2016 adalah yang paling rendah. Fenomena ini disebabkan oleh perbedaan data latih (Tabel 1) yang perbedaannya sangat jauh. Contohnya, data latih pada bulan april tahun 2011 jauh berbeda dengan data latih di tahun-tahun selanjutnya. Bisa dikatakan, data pada bulan april tahun 2011 merupakan data anomali yang sangat mempengaruhi peramalan.

#### 4. KESIMPULAN

Sudut pandang pengujian dengan cara mengelompokkan data curah hujan cukup terlihat berbeda. Jika pada penelitian[8], pengujiannya adalah melihat selisih dari data target dengan data prediksi saja. Selisih ini kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Pada penelitian ini, target beserta prediksinya dinormalisasi dengan z-score kemudian dikelompokkan ke dalam 3 kelompok menggunakan *fuzzy*. Selanjutnya, kami membandingkan hasil pengelompokan tersebut. Dengan cara pengujian ini, maka kita dapat memandang akurasi peramalan secara kategori. Kita dapat membandingkan target dan peramalan cukup dengan melihat kategori bawah, tengah, dan atas saja.

Pengujian dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pengujian sistem peramalan lainnya. Jika hasil peramalan berupa angka

dengan rentang nilai yang besar, pengelompokan data dalam penelitian ini bisa menjadi bahan pertimbangan guna mengerucutkan hasil peramalan agar lebih mudah dibaca.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. P. Sutawinaya, I. Astawa, and N. K. D. Hariyanti, "Comparison of Adaline and Multiple Linear Regression Methods for Rainfall Forecasting," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 953, no. 1, 2018.
- [2] S. P. Nugroho, "Evaluasi dan analisis curah hujan sebagai faktor penyebab bencana banjir jakarta (in Bahasa)," *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca*, 2002.
- [3] M. Moon, *Demand and Supply Integration: The Key to World-Class Demand Forecasting*. 2013.
- [4] K. C. Luk, J. E. Ball, and A. Sharma, "An application of artificial neural networks for rainfall forecasting," *Math. Comput. Model.*, 2001.
- [5] Indrabayu, N. Harun, M. S. Pallu, and A. Achmad, "Statistic approach versus artificial intelligence for rainfall prediction based on data series," *Int. J. Eng. Technol.*, 2013.
- [6] N. Ritha, M. Bettiza, and A. Dufan, "Prediksi Curah Hujan dengan Menggunakan Algoritma Levenberg-Marquardt dan Backpropagation," *J. Sustain.*, vol. 5, no. 2, pp. 11–16, 2016.
- [7] D. Desmonda, T. Tursina, and M. A. Irwansyah, "Prediksi Besaran Curah Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 4, p. 141, 2018.
- [8] I. P. B. A. Pradnyana, A. A. Soebroto, and R. S. Perdana, "Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Dengan Optimasi Algoritma Bee Colony," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 10, pp. 3624–3631, 2018.
- [9] J. T. Nugroho, T. H. Liong, S. Hadi, and T. Hk, "PENINGKATAN AKURASI PREDIKSI CURAH HUJAN BULANAN DI WILAYAH JAKARTA MENGGUNAKAN DATA TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION ( TRMM ) DAN DATA SINAR KOSMIK BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN [ ACCURACY ENHANCEMENT FOR PREDICTING MONTHLY RAINFALL IN JAKARTA REGIO," *J. Sains Dirgant.*, vol. 11, no. 2013, pp. 41–48, 2013.
- [10] N. Van Steenberghe and P. Willems, "Method for testing the accuracy of rainfall-runoff models in predicting peak flow changes due to rainfall changes, in a climate changing context," *J. Hydrol.*, 2012.
- [11] I. B. G. Anandita, I. G. A. Gunadi, and G. Indrawan, "Analisis Kinerja Dan Kualitas Hasil Kompresi Pada Citra Medis Sinar-X Menggunakan Algoritma Huffman, Lempel Ziv Welch Dan Run Length Encoding," *SINTECH (Science Inf. Technol. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–15, 2018.
- [12] R. M. Devi, P. Keerthika, P. Suresh, and M. Sangeetha, "A Z-Score Fuzzy Exponential Adaptive Skipping Training (Z-Feast) Algorithm for Efficient Pattern Classification," *Asian J. Res. Soc. Sci. Humanit.*, vol. 6, no. 11, p. 531, 2016.
- [13] . B. and . S., "Novelty Ranking Approach with Z-Score and Fuzzy Multi- Attribute Decision Making Combination," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 4.7, p. 476, 2018.
- [14] S. H. Kusumadewi, *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. 2006.
- [15] D. M. Sihotang, "Metode Skoring dan Metode Fuzzy dalam Penentuan Zona Resiko Malaria di Pulau Flores," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 4, pp. 302–308, 2016.