



## Pergeseran Zonasi Agroklimat di Wilayah Banggai Provinsi Sulawesi Tengah Akibat Perubahan Iklim

### *The Shifting of Agroclimate Zonation in Banggai Central Sulawesi Province Due to of Climate Changes*

Solih Alfiandy<sup>1\*</sup>, Abdul Hadid<sup>2</sup>, Abdul Syakur<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Magister Program Studi Ilmu – Ilmu Pertanian, Pascasarjana Universitas Tadulako, Jl. Soekarno Hatta Km. 9, Mantikulore, Kota Palu, Sulawesi Tengah, 94148

<sup>2</sup>Departemen Agroteknologi, Fakultas Ilmu – Ilmu Pertanian, Universitas Tadulako, Jl. Soekarno Hatta Km. 9, Mantikulore, Kota Palu, Sulawesi Tengah, 94148

\*Email: solih.alfiandy@bmgk.go.id

*Naskah Masuk: 30 April 2021 | Naskah Diterima: 29 Mei 2021 | Naskah Terbit: 07 Juni 2021*

**Abstrak.** Informasi pergeseran zonasi agroklimat menurut Oldeman yang dikhususkan untuk padi sawah serta palawija dan Schmidt – ferguson untuk perkebunan di wilayah Banggai Provinsi Sulawesi Tengah belum tersedia. Pentingnya informasi ini dapat menjadi acuan bagi para penentu kebijakan serta penyuluh pertanian, penyuluh perkebunan, dan akademisi di wilayah Banggai sebagai langkah untuk pengurangan resiko kerugian yang akan dialami oleh para petani. Berdasarkan latarbelakang masalah, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui zonasi agroklimat menurut Oldeman dan Schmidt – Ferguson pada 21 titik pos hujan periode data 1981 – 2019 untuk data curah hujan observasi, dan periode 1981 – 2029 untuk data observasi dan prediksi. Metode yang digunakan untuk menghasilkan data prediksi adalah model JST dengan algoritma *backpropagation*, dan untuk menentukan zonasi agroklimat dilakukan dengan menghitung jumlah bulan basah serta bulan kering menurut klasifikasi iklim Oldeman dan Schmidt – Ferguson. Hasil klasifikasi iklim menurut Oldeman periode 1981 – 2019 dari ke 21 titik pos hujan menunjukkan bahwa wilayah Banggai memiliki tipe zonasi D1 – E5 dan menurut Schmidt – Ferguson memiliki tipe zonasi A – H. Selanjutnya, berdasarkan pertambahan antara data observasi dan prediksi periode 1981 – 2029, hasil menunjukkan bahwa terjadi pergeseran di 14 titik pos hujan untuk klasifikasi iklim Oldeman dan 6 titik untuk klasifikasi iklim Schmidt – Ferguson. Dari hasil analisis prediksi pergeseran zonasi agroklimat menggunakan Jaringan Saraf Tiruan didapatkan bahwa pada periode yang akan datang di wilayah Banggai Provinsi Sulawesi Tengah diprediksi akan mengalami pergeseran dengan kategori semakin basah, karena didominasi oleh bertambahnya jumlah bulan basah serta berkurangnya jumlah bulan kering.

**Kata Kunci:** Informasi Zonasi Agroklimat, Oldeman, Schmidt – Ferguson, JST, Banggai Sulawesi Tengah

**Abstract.** *The shifting of agroclimate zonation according to Oldeman, which is specifically for lowland rice and secondary crops and Schmidt – Ferguson for plantations in the Banggai region Central Sulawesi Province is not yet available. The importance of this information can be a reference for policy makers as well as agricultural extension workers, plantation extension workers, and academics in the Banggai area as a step to reduce the risk of losses that will be experienced by farmers. Based on the background of the problem, this study aims to determine the agroclimate zonation according to Oldeman and Schmidt – Ferguson at 21 stations for the 1981 – 2019 data period for observational rainfall data, and the 1981 – 2029*

*period for observation and prediction data. The method used to generate predictive data is the ANN model with backpropagation algorithm, and to determine the agroclimate zonation is done by counting the number of wet and dry months according to the climate classification of Oldeman and Schmidt – Ferguson. The results of the climate classification according to Oldeman for the 1981 – 2019 period from the 21 stations show that the Banggai region has a zonation type D1 – E5 and according to Schmidt – Ferguson has a zonation type A – H. Furthermore, based on the increase between observation data and predictions for the period 1981 – 2029, the results show that there is a shift in 14 points of rain for the Oldeman climate classification and 6 points for the Schmidt – Ferguson climate classification. From the analysis of predictions of agroclimate zonation shifts using Artificial Neural Networks, it is found that in the future period in the Banggai region, Central Sulawesi Province, it is predicted to experience a shift with the category of getting wetter, because it is dominated by an increase in the number of wet months and a decrease in the number of dry months.*

**Keywords:** Information of Agroclimate Zonation, Oldeman, Schmidt – Ferguson, ANN, Banggai Central Sulawesi

## Pendahuluan

Informasi pergeseran zonasi agroklimat menurut Oldeman yang dikhususkan untuk padi sawah serta palawija dan Schmidt – Ferguson untuk perkebunan di wilayah Banggai belum tersedia. Pentingnya informasi ini dapat menjadi acuan bagi para penentu kebijakan serta penyuluh pertanian, penyuluh perkebunan, dan akademisi di wilayah Banggai Provinsi Sulawesi Tengah sebagai langkah untuk pengurangan resiko kerugian yang akan dialami oleh para petani. Untuk mengetahui potensi pergeseran zonasi agroklimat yang terjadi di wilayah Banggai Provinsi Sulawesi Tengah, diperlukan sebuah model prediksi untuk mengestimasi jumlah nilai curah hujan bulanan yang kemungkinan dapat terjadi pada periode mendatang. Prediksi serupa pernah dilakukan oleh Anwar dkk [1] untuk mengetahui pergeseran zonasi agroklimat berdasarkan klasifikasi iklim menurut Oldeman dan Schmidt – Ferguson menggunakan model *Weather Forecast Prediction* (WRF) di wilayah Bengkulu dan pernah dilakukan juga oleh Kusumo dan Septiadi [2] di Sumatera Selatan menggunakan data proyeksi skenario RCP 4.5 & 8.5 untuk menganalisis pergeseran tipe iklim menurut Oldeman hingga tahun 2100.

Model prediksi yang sedang berkembang pada era ini yaitu dengan menggunakan model Jaringan Saraf Tiruan (JST). Jaringan saraf tiruan (JST) merupakan sebuah model komputasi yang meniru cara kerja sistem otak manusia. JST adalah sebuah model komputasi tiruan otak manusia yang mampu melakukan perhitungan, pengenalan, pengamatan dan pengambilan keputusan [3–5]. JST ditentukan oleh tiga hal, yakni (1) pola hubungan antar neuron (disebut arsitektur jaringan), (2) metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode *training/ learning/ algoritma*), dan (3) sebagai fungsi aktivasi [6]. Berdasarkan latarbelakang masalah, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui zonasi agroklimat menurut Oldeman dan Schmidt – Ferguson pada 21 titik pos hujan periode data 1981 – 2019 untuk data curah hujan observasi, dan periode 1981 – 2029 untuk data observasi dan prediksi. Pada umumnya prediksi yang dilakukan oleh para peneliti lainnya hanya periode jangka pendek, namun penelitian ini ingin mengetahui prediksi jangka panjang berdasarkan model JST yang mampu mempelajari data berdasarkan pengalaman data masa lalu [3–5].

## Metode Penelitian

Data curah hujan yang digunakan merupakan data sekunder hasil observasi, data tersebut didapatkan dari database Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) Lore Lindu Bariri – Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika wilayah Palu dan data reanalisis dari *MERRA – 2 NASA* dengan resolusi spasial yang dimiliki sebesar  $0.5^{\circ}$  untuk lintang dan  $0.625^{\circ}$  untuk bujur. Data *MERRA – 2 NASA* ini digunakan untuk menggantikan titik pada wilayah yang tidak memiliki pos pemantau curah hujan.

Jumlah titik pos pemantau curah hujan yang digunakan sebanyak 21 pos, diantaranya yakni 18 titik merupakan data dari pos pemantau curah hujan dan 3 titik dari *MERRA – 2 NASA*. Data curah hujan dari *MERRA – 2 NASA* telah dilakukan verifikasi oleh Alfiandy & Permana (2020) [7] dengan hasil yang menunjukkan bahwa pola data curah hujan reanalisis *MERRA – 2 NASA* memiliki pola yang sangat mirip dengan sedikit perbedaan yaitu pada jumlah nilai curah hujan bulanan, kemiripan pola tersebut dibuktikan dengan nilai  $R^2$  sebesar 0.6796 dan memiliki *error* (RMSE) sebesar 47.11 mm. Periode data observasi yang digunakan yakni 1981 – 2019.

Jaringan Saraf Tiruan (JST) dalam penelitian ini digunakan sebagai alat untuk menghasilkan data prediksi curah hujan bulanan. Prediksi curah hujan bulanan dilakukan periode 2020 – 2029 atau selama 10 tahun yang akan datang. Hasil prediksi curah hujan bulanan dilakukan untuk mengetahui gambaran zonasi agroklimat pada periode mendatang berdasarkan data curah hujan hasil observasi dan prediksi. Penelitian ini tidak menggunakan data proyeksi, karena dianggap bukan merupakan hal yang baru.

**Pelatihan Standar Backpropagation**

Dalam hal pelatihan standar *backpropagation*, terdapat tiga fase diantaranya yaitu (1) propogasi maju, (2) propogasi mundur, dan (3) perubahan bobot [8–10].

- Langkah 0:* Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil.
- Langkah 1:* Jika kondisi pengentian belum terpenuhi, lakukan langkah 2 – 9.
- Langkah 2:* Untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan langkah 3 – 8.

**Fase I: Propogasi Maju**

- Langkah 3:* Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.
- Langkah 4:* Hitung keluaran di unit tersembunyi  $z_j$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ )

$$z_{net_j} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \tag{1}$$

$$z_j = f(z_{net_j}) = \frac{1}{1+e^{-z_{net_j}}} \tag{2}$$

- Langkah 5:* Hitung semua keluaran jaringan di unit  $y_k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ )

$$y_{net_k} = w_{k0} + \sum_{j=1}^p z_j w_{kj} \tag{3}$$

$$y_k = f(y_{net_k}) = \frac{1}{1+e^{-y_{net_k}}} \tag{4}$$

**Fase II: Propogasi Mundur**

- Langkah 6:* Hitung faktor  $\delta$  unit keluaran berdasarkan kesalahan di setiap unit keluaran  $y_k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ )

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{net_k}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \tag{5}$$

$\delta_k$  merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layar di bawahnya (langkah 7). Hitung suku perubahan bobot  $w_{kj}$  (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot  $w_{kj}$ ) dengan laju percepatan  $\alpha$

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k z_j \quad ; \quad k = 1, 2, \dots, m \quad ; \quad j = 0, 1, \dots, p \tag{6}$$

- Langkah 7:* Hitung faktor  $\delta$  unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi  $z_j$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ )

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj} \tag{7}$$

Faktor  $\delta$  unit tersembunyi:

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_k} z_j (1 - z_j) \tag{8}$$

Hitung suku perubahan bobot  $v_{ji}$  (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot  $v_{ji}$ )

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, p \quad ; \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (9)$$

Fase III: Perubahan Bobot

Langkah 8: Hitung semua perubahan bobot

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran:

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj} \quad ; \quad k = 1, 2, \dots, m \quad ; \quad j = 0, 1, \dots, p \quad (10)$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi:

$$v_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{ji} \quad (j = 1, 2, \dots, p \quad ; \quad i = 0, 1, \dots, n) \quad (11)$$

Setelah pelatihan selesai dilakukan, jaringan dapat dipakai untuk pengenalan pola. Dalam hal ini, hanya propogasi maju (langkah 4 dan 5) saja yang dipakai untuk menentukan keluaran jaringan. Apabila fungsi aktivasi yang dipakai bukan sigmoid biner, maka langkah 4 dan 5 harus disesuaikan. Demikian juga turunannya pada langkah 6 dan 7.

### Metode Analisis Data Prediksi

Pengukuran yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menghitung nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan Koefisien Determinasi ( $R^2$ ). Pengukuran kedua jenis metode analisis data dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

1. *Root Mean Square Error* (RMSE) [11]:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2} \rightarrow \left( \frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{n} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

RMSE:

$y$	= curah hujan observasi
$\hat{y}$	= curah hujan hasil prediksi
$i$	= nilai ramalan pada periode ke - $i$
$n$	= jumlah data

2. Koefisien Determinasi ( $R^2$ ):

Koefisien determinasi adalah kuadrat dari koefisien korelasi ( $R$ ). Koefisien ini disebut sebagai koefisien penentu, yang mana varian yang terjadi pada variabel dependen dapat dijelaskan melalui varian yang terjadi pada variabel independen. Koefisien determinasi bernilai 0 – 1, jika nilai  $R^2 = 1$ , maka dianggap sempurna [12]. Pengukuran dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left[ \left( \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right) \left( \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right) \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (13)$$

$R^2$  :

$R$	= nilai korelasi antara variabel x dan y
$x_i$	= nilai curah hujan observasi (mm/bulan)
$y_i$	= nilai curah hujan hasil prediksi (mm/bulan)
$n$	= jumlah data curah hujan

Dalam penentuan nilai hasil korelasi, digunakan kategori sebagai berikut [13]:

0.00 – 0.199 = Sangat rendah

0.20 – 0.399 = Rendah



- 0.40 – 0.599 = Sedang
- 0.60 – 0.799 = Tinggi
- 0.80 – 1.00 = Sangat tinggi

**Penentuan Zonasi Agroklimat Menurut Klasifikasi Iklim Oldeman**

Klasifikasi iklim menurut Oldeman pada Penelitian ini didasarkan pada penentuan rata – rata bulan basah dan bulan kering periode 1981 – 2019, serta penentuan rata – rata bulan basah dan bulan kering periode 1981 – 2029 menggunakan data observasi dan data keluaran dari model JST. Penentuan klasifikasi iklim menurut Oldeman yakni bulan basah >200 mm dan bulan kering <100 mm . Berikut ini merupakan penentuan yang digunakan untuk mengetahui wilayah agroklimat menurut Oldeman [14]:

Tabel 1. Wilayah Agroklimat Oldeman

No	Tipe	Panjang Bulan Basah	Panjang Bulan Kering
		(CH > 200 mm)	(CH < 100 mm)
1	A1	> 9 bulan	< 2 bulan
2	A2	> 9 bulan	2 bulan
3	B1	7 – 9 bulan	> 2 bulan
4	B2	7 – 9 bulan	2 – 3 bulan
5	B3	7 – 9 bulan	4 – 5 bulan
6	C1	5 – 6 bulan	< 2 bulan
7	C2	5 – 6 bulan	2 – 3 bulan
8	C3	5 – 6 bulan	4 – 6 bulan
9	C4	5 – 6 bulan	7 bulan
10	D1	3 – 4 bulan	< 2 bulan
11	D2	3 – 4 bulan	2 – 3 bulan
12	D3	3 – 4 bulan	4 – 6 bulan
13	D4	3 – 4 bulan	7 – 9 bulan
14	E1	< 3 bulan	< 2 bulan
15	E2	< 3 bulan	2 – 3 bulan
16	E3	< 3 bulan	4 – 6 bulan
17	E4	< 3 bulan	7 – 9 bulan
18	E5	< 3 bulan	10 – 12 bulan

Setelah didapatkan klasifikasi iklim berdasarkan bulan basah dan bulan kering, berikutnya yakni dihubungkan dengan pertanian. Berikut ini tipe jenis dan hubungannya:

Tabel 2. Klasifikasi Iklim Menurut Oldeman Terhadap Pertanian

Tipe	Klasifikasi
A	Padi dapat tumbuh tetapi produktivitas berkurang akibat radiasi rendah
B1	Padi dapat tumbuh di awal musim namun hasil produksi tinggi pada musim kemarau
B2	Dua kali padi dan satu kali palawija pada musim kemarau
C1	Pada dapat sekali tanam dan palawija dua kali setahun
C2, C3, C4	Satu kali padi dan satu kali palawija dalam setahun
D1	Satu kali padi dengan produktivitas tinggi namun palawija cukup
D2, D3, D4	Satu kali padi dan satu kali palawija tergantung pada aliran irigasi
E1 – E4	Daerah kering dan satu kali palawija tergantung pada tinggi rendahnya air hujan

**Penentuan Zonasi Agroklimat Menurut Klasifikasi Iklim Schmidt – Ferguson**

Klasifikasi iklim menurut Schmidt – Ferguson pada penelitian ini didasarkan pada penentuan bulan basah dengan jumlah curah hujan >100 mm dan bulan kering dengan jumlah curah hujan <60 mm periode 1981 – 2019, serta perhitungan bulan basah dan bulan kering periode 1981 – 2029 menggunakan data hasil observasi dan data hasil dari keluaran model JST. Penentuan klasifikasi iklim menurut Schmidt – Ferguson berdasarkan rata – rata bulan basah dan bulan kering yang diperoleh setiap tahunnya, berikut ini rumus yang digunakan dalam perhitungan [15]:



$$CHk/b = \sum_{i=1}^n CHI/n \tag{14}$$

Dimana:

- CHk/b → Rata – rata bulan kering/ bulan basah
- Chi → Jumlah bulan kering/ bulan basah pada tahun ke – i
- n → Jumlah tahun pengamatan

Selanjutnya adalah menentukan nilai Q berdasarkan hasil nilai rata – rata bulan basah (BB) dan bulan kering menggunakan rumus sebagai berikut (Laimheheriwa dkk., 2020):

$$Q = \frac{\text{Rata-rata Bulan Kering (BK)}}{\text{Rata-rata Bulan Basah (BB)}} \times 100\% \tag{15}$$

Tabel 3. Tipe Iklim Menurut Schmidt – Ferguson Berdasarkan Nilai Q

Tipe Iklim	Nilai Q (%)	Keadaan Iklim	Vegetasi
A	< 14,3	Daerah sangat (ekstrim) basah	Hutan hujan tropis/tropika
B	14,3 – 33,3	Daerah basah	Hutan hujan tropis/tropika
C	33,3 – 60,0	Daerah agak basah	Hutan rimba, dan daun gugur di musim kemarau
D	60,0 – 100,0	Daerah sedang	Hutan musim
E	100,0 – 167,0	Daerah agak kering	Hutan sabana
F	167,0 – 300,0	Daerah kering	Hutan sabana
G	300,0 – 700,0	Daerah sangat kering	Padang ilalang
H	> 700,0	Daerah ekstrim kering	Padang ilalang

### Pemetaan Zonasi Agroklimat

ArcMap digunakan untuk mempermudah analisis wilayah agroklimat di wilayah Banggai Provinsi Sulawesi Tengah berdasarkan klasifikasi iklim menurut Oldeman dan Schmidt – Ferguson. Jenis peta yang akan disampaikan pada bagian hasil berupa peta administrasi wilayah agroklimat. Peta administrasi tersebut menjelaskan tentang wilayah – wilayah yang memiliki tipe iklim sesuai klasifikasi yang sebelumnya telah dilakukan penentuan. Dalam prosesnya, hasil klasifikasi iklim yang telah tersedia dilakukan interpolasi menggunakan metode *Inverse Distance Weighted (IDW)* dan pembobotan, IDW merupakan metode yang tepat dalam melakukan interpolasi klasifikasi iklim [16]. Sehingga akan muncul sebuah gambar peta wilayah agroklimat wilayah Banggai, dan siap untuk dilakukan analisis sesuai keperluan. Analisis zonasi agroklimat yang dilakukan sesuai dengan jumlah titik data yang tersedia, tanpa menganalisis hasil keluaran dari interpolasi dan tanpa menghitung luasan dari masing – masing klasifikasi. Keluarin hasil interpolasi IDW merupakan hasil pendekatan untuk mengetahui zonasi agroklimat yang tidak terdapat data atau pos pemantau curah hujan.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Simulasi Jaringan

Tabel 4 merupakan kombinasi jaringan dari fungsi aktivasi antar *layer (layer input, layer hidden 1, layer hidden 2 dan layer output)*, metode training, minimum dan maksimum *epoch/ iterasi, goal setting/ target error*, dan *learning rate/ kecepatan pembelajaran*. Hasil dari simulasi jaringan menggunakan algoritma *backpropagation* menunjukkan bahwa kombinasi jaringan yang dilakukan menghasilkan nilai R<sup>2</sup> yang mendekati angka 1 dengan rentang nilai RMSE 7.74 – 98.03. Artinya, bahwa dari arsitektur jaringan yang dibangun untuk prediksi data curah hujan bulanan pada masing – masing pos pemantau dapat dikenali oleh model berdasarkan kemiripan pola data dengan keberhasilan hingga 100%. Menurut Cici Oktaviani & Afdal [17] bahwa fungsi pelatihan prediksi menggunakan JST dengan model algoritma *backpropagation* untuk prediksi curah hujan bulanan dapat ditentukan oleh arsitektur jaringan yang dibangun agar dapat mengenali pola pada data yang digunakan, salah satunya dengan menggunakan metode training *traingdx* yang mampu mengenali pola data dengan keberhasilan hingga sebesar 99%.



**Tabel 4.** Simulasi Jaringan JST *Backpropagation* Periode Data 1981 – 2018

Pos Hujan	Fungsi Aktivasi	Metode Training	Min Epoch	Maks Epoch	Goal Setting	Learning Rate	R <sup>2</sup>	RMSE
Bakung							0.93	77.59
Balantak							0.96	21.46
Baruga							0.98	25.50
Baya							0.99	24.09
Beringin							0.98	27.03
Cendana Pura							0.95	68.96
Nuhon							0.99	8.43
Kintom							0.97	29.96
Luwuk							0.90	98.03
Moilong							0.97	63.09
Pagimana	Logsig, Logsig, Logsig, Logsig	Traingdx	1000	3000	0.000001	0.7	0.99	11.79
Salodik							0.95	18.93
Pandan Wangi							0.94	7.74
Samaku							0.98	11.83
Simpang Raya							0.97	26.33
Sinorang							0.96	52.84
Stamet Luwuk							0.98	12.94
Tolisu							1	12
231766							0.97	18.71
233589							0.96	20.82
232981							0.98	13.16

**Verifikasi Hasil Prediksi**

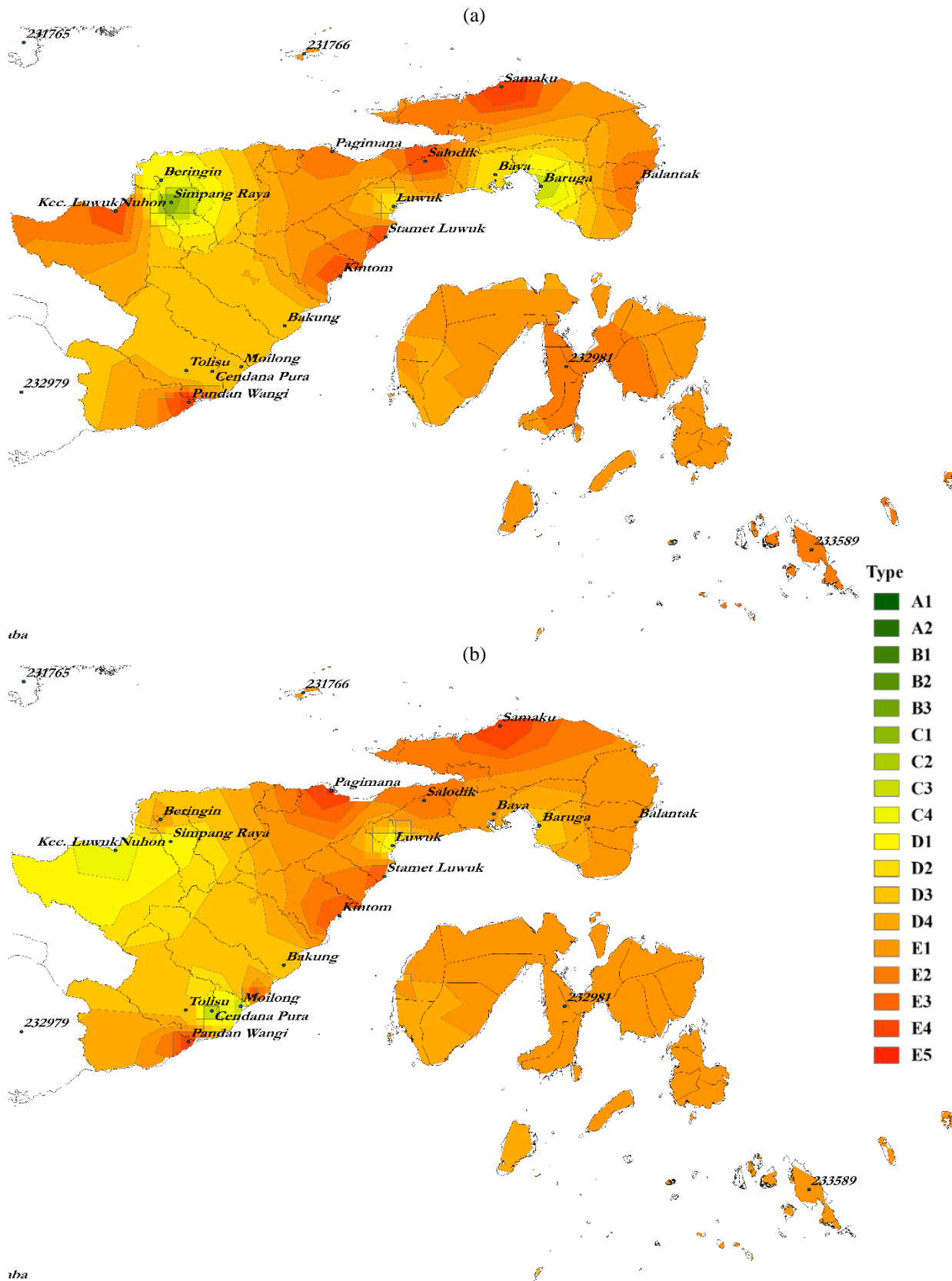
Tabel 5 merupakan verifikasi hasil prediksi menggunakan arsitektur jaringan yang dibangun berdasarkan proses pelatihan yang telah dilakukan. Pada proses pelatihan JST menggunakan model algoritma *backpropagation* didapatkan keberhasilan pengenalan pola data hingga sebesar 100%. Setelah dilakukan verifikasi hasil prediksi data curah hujan bulanan terhadap observasi untuk tahun 2019, bahwa tingkat keberhasilan pengenalan pola data berdasarkan arsitektur jaringan yang dibangun pada setiap data dari masing – masing pos pemantau curah hujan didapatkan keberhasilan model dalam mengenali data sebesar 1 – 75% atau memiliki kategori dari sangat rendah hingga tinggi dengan nilai *error* sebesar 20.27 – 430mm. Dewi dan Muslikh [18] menyebutkan bahwa (1) semakin banyak data yang digunakan dalam melakukan prediksi, maka semakin besar tingkat akurasi, (2) nilai *error* (RMSE) yang lebih kecil belum tentu dapat menunjukkan akurasi dari data prediksi menjadi lebih bagus. Sehingga data curah hujan hasil prediksi menggunakan JST dengan algoritma *backpropagation* periode 2020 – 2029 dapat digunakan untuk mengetahui prediksi zonasi agroklimat menurut klasifikasi iklim Oldeman dan Schmidt – Ferguson.

**Tabel 5.** Verifikasi Prediksi Tahun 2019

Pos Hujan	Nilai R <sup>2</sup>	Kategori R <sup>2</sup>					RMSE
		Sangat Rendah 0,00 – 0,199	Rendah 0,20 – 0,399	Sedang 0,40 – 0,599	Tinggi 0,60 – 0,799	Sangat Tinggi 0,80 – 1,000	
Bakung	0.58			✓			259.78
Balantak	0.15	✓					104.76
Baruga	0.25		✓				163.30
Baya	0.20		✓				201.66
Beringin	0.03	✓					79.49
Cendana Pura	0.75				✓		303.52
Kec. Luwuk Nuhon	0.03	✓					53.26
Kintom	0.13	✓					121.01
Luwuk	0.01	✓					430.19
Moilong	0.64				✓		210.13
Pagimana	0.01	✓					82.14
Salodik	0.25		✓				99.64
Pandan Wangi	0.75				✓		20.27
Samaku	0.36		✓				100.46
Simpang Raya	0.42			✓			192.42
Sinorang	0.05	✓					220.39
Stamet Luwuk	0.49			✓			84.84
Tolisu	0.33		✓				21.55
231766	0.44			✓			49.14
233589	0.40			✓			70.96
232981	0.38		✓				60.98



**Zonasi Agroklimat Menurut Oldeman**



**Gambar 1.** Perbandingan klasifikasi iklim Menurut Oldeman (a) periode 1981 – 2019 dan (b) periode 1981 – 2029



**Tabel 5.** Analisis Tipe dan Pergeseran Zonasi Agroklimat Menurut Oldeman di Wilayah Banggai  
(Periode)

Pos Hujan	1981 – 2019								Status
	Tipe	BB	BK	BL	Tipe	BB	BK	BL	
Bakung	D3	4	6	2	D3	4	5	3	Tetap
Balantak	E3	0	5	7	E2	0	3	9	Bergeser
Baruga	C3	5	6	1	D3	4	4	4	Bergeser
Baya	D2	3	3	6	E1	1	0	11	Bergeser
Beringin	D1	3	1	8	E1	0	0	12	Bergeser
Cendana Pura	D3	4	4	4	C3	5	4	3	Bergeser
Nuhon	E5	0	11	1	E5	0	12	0	Tetap
Kintom	E4	2	7	3	E4	1	8	3	Tetap
Luwuk	D2	3	3	6	D1	3	0	9	Bergeser
Moilong	D3	4	6	2	C3	6	4	2	Bergeser
Pagimana	E3	0	6	6	E5	0	10	2	Bergeser
Salodik	E4	0	8	4	E3	0	6	6	Bergeser
Pandan Wangi	E5	0	12	0	E5	0	12	0	Tetap
Samaku	E5	0	11	1	E5	0	11	1	Tetap
Simpang Raya	C1	6	0	6	D1	4	0	8	Bergeser
Sinorang	D3	4	5	3	E4	2	7	3	Bergeser
Stamet Luwuk	E4	0	7	5	E4	0	7	5	Tetap
Tolisu	D3	0	7	5	D4	3	8	1	Bergeser
231766	E2	0	3	9	E2	0	3	9	Tetap
232981	E3	0	4	8	E2	0	3	9	Bergeser
233589	E3	0	4	8	E2	0	3	9	Bergeser

Hasil penentuan zonasi agroklimat menurut klasifikasi iklim Oldeman periode data 1981 – 2019 pada Gambar 1a didapatkan sebanyak Sembilan tipe zonasi, diantaranya yaitu C1, C3, D1, D2, D3, E2 hingga E5. Kemudian pada Gambar 1b berdasarkan data observasi dan prediksi periode 1981 – 2029 didapatkan sebanyak 10 tipe zonasi, diantaranya yaitu C3, D1 – D4, dan E1 – E5.

Berdasarkan Tabel 5 yang merupakan hasil analisis (Gambar 1) peta menunjukkan bahwa prediksi tipe zonasi hingga periode 2029 yang terjadi di wilayah Balantak yaitu E2 yang sebelumnya adalah E3, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan lembab yang dibuktikan semakin banyaknya pergeseran ke tipe zonasi E yang dimana tipe zonasi E merupakan tipe zonasi yang didominasi oleh banyaknya jumlah bulan lembab dan bulan kering. Wilayah Baruga yaitu D3 yang sebelumnya adalah C3, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan lembab, dan berkurangnya jumlah bulan basah serta bulan kering.

Wilayah Baya yaitu E1 yang sebelumnya adalah D2, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan lembab dan berkurangnya jumlah bulan basah serta bulan kering, hal ini diikuti pada wilayah lainnya seperti pada wilayah Beringin. Selanjutnya untuk wilayah Cendana Pura yaitu C3 yang sebelumnya adalah D3, prediksi tersebut terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan basah dan berkurangnya jumlah bulan lembab. Prediksi tipe zonasi yang terjadi di wilayah Luwuk yaitu D1 yang sebelumnya adalah D2, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan lembab dan berkurangnya jumlah bulan kering.

Prediksi tipe zonasi yang terjadi di wilayah Moilong yaitu C3 yang sebelumnya adalah D3, prediksi tersebut terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan basah dan berkurangnya jumlah bulan kering. Prediksi tipe zonasi yang terjadi di wilayah Pagimana yaitu E5 yang sebelumnya adalah E3, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan kering dan berkurangnya jumlah bulan lembab. Wilayah Salodik yaitu E3 yang sebelumnya adalah E4, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan bertambahnya jumlah bulan lembab dan berkurangnya jumlah bulan kering.

Wilayah Simpang Raya yaitu D1 yang sebelumnya adalah C1, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan lembab dan berkurangnya jumlah bulan basah. Wilayah Sinorang yaitu E4 yang sebelumnya D3, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan kering dan berkurangnya jumlah bulan basah. Wilayah Tolisu yaitu D4 yang sebelumnya adalah D3, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan kering dan berkurangnya jumlah bulan lembab (Tabel 5). Pada pos hujan 232981 yaitu E2 yang sebelumnya adalah E3, prediksi tersebut terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan lembab.

Kemudian di pos hujan 233589 yaitu E2 yang sebelumnya adalah E3, pergeseran tersebut terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan lembab. Dari ke 21 titik pos pemantau curah hujan di wilayah Banggai didapatkan bahwa 7 titik terjadi pergeseran tipe iklim ke arah kering, 7 titik ke arah basah dan 7 titik yang tetap. Akan tetapi, jika diperhatikan dari banyaknya jumlah bulan basah, bulan kering dan bulan lembab pada masing – masing titik wilayah pemantau curah hujan diketahui dari ketiga kriteria bulan yang disediakan oleh Oldeman untuk menentukan tipe zonasi bahwa penambahan kriteria bulan dominan ke arah lembab dan basah.

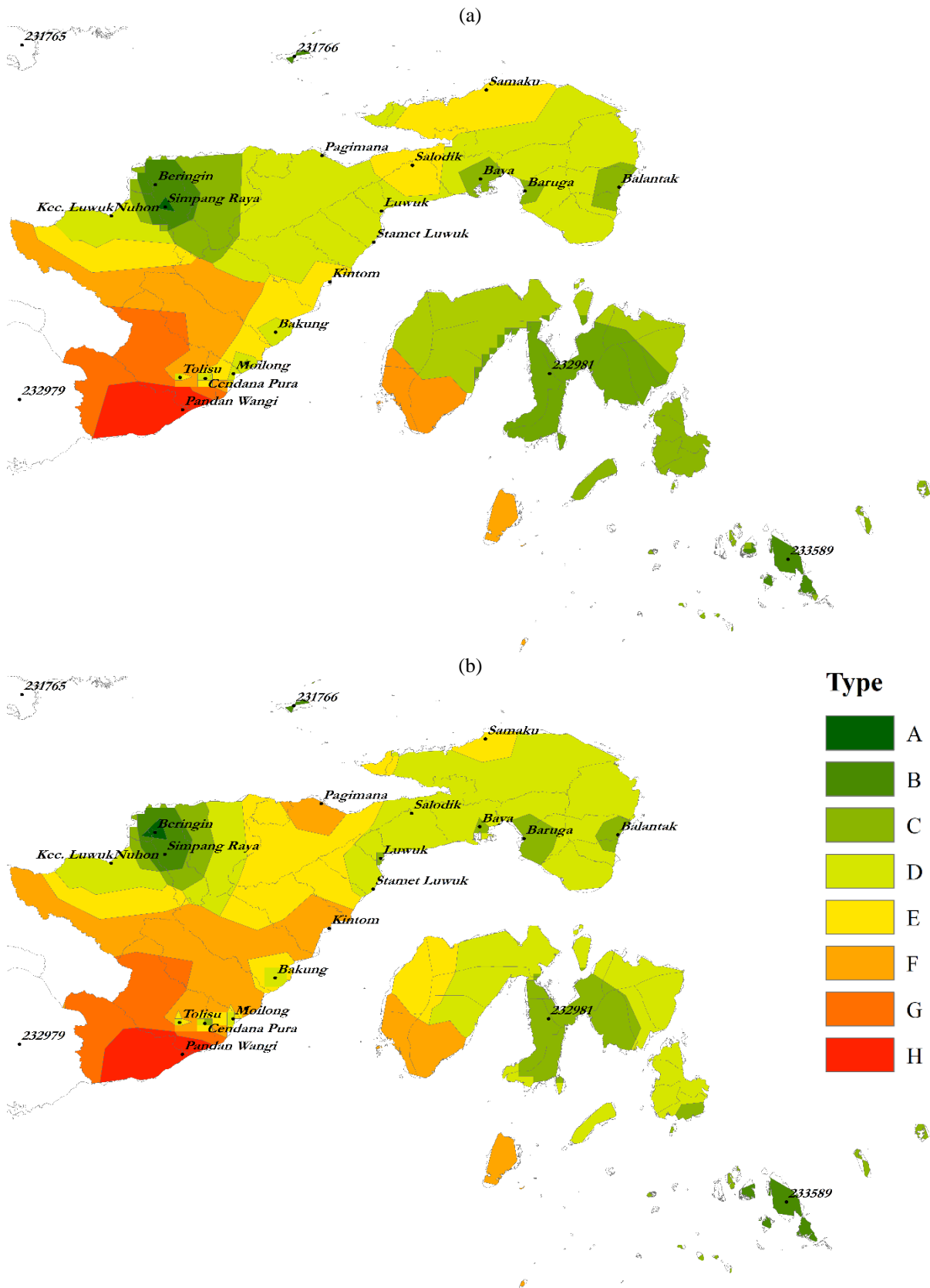
Artinya kondisi yang terjadi pada periode mendatang dapat dinyatakan ke arah semakin basah, karena curah hujan yang terjadi pada wilayah penelitian mengalami penambahan jumlah nilai dari yang sebelumnya memiliki nilai curah hujan masuk pada kriteria bulan kering, pada periode mendatang berpotensi masuk ke dalam kriteria bulan lembab, dapat dilihat pada Tabel 5. Penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Kusumo dan Septiadi [2] di wilayah lain tentang proyeksi iklim berdasarkan klasifikasi menurut Oldeman di wilayah Sumatera Selatan, penelitian tersebut menyebutkan bahwa hasil proyeksi perubahan tipe iklim Oldeman menggunakan data skenario RCP4.5 dan RCP8.5 memberikan gambaran iklim Oldeman di wilayah Sumatera Selatan mengalami perubahan ke tipe iklim yang semakin basah.

#### ***Zonasi Agroklimat Menurut Schmidt – Ferguson***

Hasil penentuan zonasi agroklimat menurut klasifikasi iklim Schmidt – Ferguson periode data 1981 – 2019 pada Gambar 2a didapatkan sebanyak enam tipe zonasi, diantaranya yaitu A, B, C, D, E, dan H. Kemudian pada Gambar 2b berdasarkan data observasi dan prediksi periode 1981 – 2029 didapatkan sebanyak tujuh tipe zonasi, diantaranya yaitu A, B, C, D, E, F, dan H.

Berdasarkan Tabel 6 yang merupakan hasil analisis (Gambar 2) peta menunjukkan bahwa prediksi tipe zonasi hingga periode 2029 yang terjadi di wilayah Beringin yaitu A yang sebelumnya adalah B, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan basah dan bulan lembab, serta berkurangnya jumlah bulan kering. Wilayah Kintom yaitu F yang sebelumnya adalah E, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan basah, bulan kering dan bulan lembab, namun tetap didominasi oleh banyaknya penambahan pada bulan kering. Wilayah Luwuk yaitu C yang sebelumnya adalah D, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan basah, bulan kering dan bulan lembab, namun tetap didominasi oleh banyaknya penambahan pada bulan basah.

Wilayah Salodik yaitu D yang sebelumnya adalah E, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan basah, bulan kering dan bulan lembab, namun tetap didominasi oleh banyaknya penambahan pada bulan basah. Wilayah Sinorang yaitu F yang sebelumnya adalah C, prediksi tersebut berpotensi terjadi dikarenakan semakin bertambahnya jumlah bulan kering dan bulan lembab, namun tetap didominasi oleh banyaknya penambahan pada bulan kering.



**Gambar 2.** Perbandingan klasifikasi Iklim Menurut Schmidt – Ferguson  
(a) periode 1981 – 2019 dan (b) periode 1981 – 2029

**Tabel 6.** Analisis Tipe dan Pergeseran Zonasi Agroklimat Menurut Schmidt – Ferguson di Wilayah Banggai  
(Periode)

Pos Hujan	(Periode)								Status
	1981 – 2019				1981 – 2029				
	Tipe	BB	BK	BL	Tipe	BB	BK	BL	
Bakung	D	59	39	22	D	119	80	41	Tetap
Balantak	C	45	25	14	C	118	68	54	Tetap
Baruga	C	67	39	14	C	136	69	35	Tetap
Baya	C	55	24	20	C	120	70	41	Tetap
Beringin	B	84	14	22	A	195	16	31	Bergeser
Cendana Pura	C	64	26	18	C	139	48	38	Tetap
Nuhon	E	33	46	41	E	65	99	77	Tetap
Kintom	E	45	52	11	F	54	148	26	Bergeser
Luwuk	D	46	39	35	C	118	69	54	Bergeser
Moilong	D	60	43	17	D	121	85	35	Tetap
Pagimana	D	53	39	16	F	59	145	25	Bergeser
Salodik	E	40	59	21	D	99	77	64	Bergeser
Pandan Wangi	H	3	95	10	H	7	202	19	Tetap
Samaku	E	35	53	20	E	86	94	48	Tetap
Simpang Raya	A	97	11	12	A	184	26	30	Tetap
Sinorang	C	66	37	17	F	66	151	23	Bergeser
Stamet Luwuk	D	218	169	105	D	268	210	136	Tetap
Tolisu	D	50	45	25	D	50	45	145	Tetap
231766	B	282	83	103	B	353	103	132	Tetap
232981	B	263	106	99	B	344	122	122	Tetap
233589	C	299	91	278	C	82	102	104	Tetap

Dari ke 21 titik pos pengamatan hujan di wilayah Banggai didapatkan bahwa 4 titik mengalami pergeseran kearah semakin basah, 2 titik bergeser kearah semakin kering dan 15 titik yang tetap. Akan tetapi, jika diperhatikan dari banyaknya jumlah bulan basah, bulan kering dan bulan lembab pada masing – masing titik wilayah pos pemantau curah hujan diketahui dari ketiga kriteria bulan yang disediakan oleh Schmidt – Ferguson untuk menentukan tipe zonasi bahwa pertambahan kriteria bulan dominan bertambah kearah semakin basah.

Artinya kondisi yang terjadi pada periode mendatang dapat dinyatakan kearah semakin basah, karena curah hujan yang terjadi pada wilayah penelitian mengalami pertambahan jumlah nilai dari yang sebelumnya memiliki nilai curah hujan masuk pada kriteria bulan kering dan lembab, pada periode mendatang diprediksi berpotensi masuk ke dalam kriteria bulan basah. Penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Alfiandy dan Permana [7] tentang analisis tren curah hujan di wilayah Sulawesi Tengah, penelitian tersebut menyebutkan bahwa Tren peningkatan total hujan tahunan di wilayah Banggai yang meliputi Kabupaten Luwuk Banggai, Banggai Kepulauan dan Banggai Laut berkisar diantara 4.68 – 20 mm/tahun.

### Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan didapatkan bahwa prediksi data curah hujan bulanan menggunakan model JST berdasarkan algoritma *backpropagation* dapat digunakan untuk melakukan prediksi di wilayah Banggai sesuai kebutuhan karena memiliki kemiripan pola yang cukup tinggi antara data keluaran model terhadap data observasi. Prediksi zonasi agroklimat berdasarkan klasifikasi iklim menurut Oldeman di wilayah Banggai, 14 titik berpotensi mengalami pergeseran dan 7 titik tetap. Pergeseran zonasi agroklimat berdasarkan klasifikasi iklim menurut Schmidt – Ferguson di wilayah Banggai, 6 titik diprediksi berpotensi mengalami pergeseran dan 15 titik tetap. Prediksi dari kedua klasifikasi iklim terjadi didominasi oleh bertambahnya jumlah bulan basah dan bulan lembab, serta berkurangnya jumlah bulan kering pada masing – masing wilayah pos pemantau curah hujan yang berpotensi mengalami pergeseran. Dari beberapa poin diatas didapatkan bahwa iklim pada periode mendatang yang ditinjau dari curah hujan berpotensi akan mengalami perubahan kearah semakin



basah, hal tersebut disampaikan pada poin sebelumnya karena jumlah bulan kering berdasarkan pengklasifikasian iklim menurut Oldeman dan Schmidt – Ferguson berpotensi akan berkurang.

## Daftar Pustaka

- [1] A. Anwar, S. Sudjarmiko, dan M. F. Barchia, “Pergeseran Klasifikasi Iklim Oldeman Dan Schmidh-Fergusson Sebagai Dasar Pengelolaan Sumberdaya Alam Di Bengkulu,” *Nat. J. Penelit. Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkung.*, vol. 7, no. 1, hal. 59–68, 2018, doi: <https://doi.org/10.31186/naturalis.7.1.9261>.
- [2] I. Kusumo dan D. Septiadi, “Tipe Iklim Oldeman 2011-2100 Berdasarkan Skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5 di Wilayah Sumatera Selatan,” *J. Meteorol. Klimatologi dan Geofis.*, vol. 3, no. 3, hal. 26–36, 2016.
- [3] A. Kusnadi, “Identifikasi objek berdasarkan citra warna menggunakan matlab,” *Fakt. Exacta*, vol. 4, no. 2, hal. 181–190, 2015, doi: <http://dx.doi.org/10.30998/faktorexacta.v4i2.43>.
- [4] G. Z. Muflih, S. Sunardi, dan A. Yudhana, “Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Prediksi Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Wonosobo,” *MUST J. Math. Educ. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 1, hal. 45–56, 2019.
- [5] I. P. Sutawinaya, I. N. G. A. Astawa, dan N. K. D. Hariyanti, “Perbandingan Metode Jaringan Saraf Tiruan pada Peramalan Curah Hujan,” *Log. J. Ranc. Bangun dan Teknol.*, vol. 17, no. 2, hal. 92–97, 2017.
- [6] S. Amalia, “Pengenalan Digit 0 Sampai 9 Menggunakan Ekstraksi Ciri MFCC dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation,” *J. Tek. Elektro-ITP*, vol. 6, no. 1, hal. 1–8, 2017.
- [7] S. Alfiandy dan D. S. Permana, “Tren Curah Hujan Berbasis Data Sinoptik BMKG dan Reanalisis MERRA-2 NASA di Provinsi Sulawesi Tengah,” *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca*, vol. 21, no. 2, hal. 63–72, 2020, doi: <https://orcid.org/0000-0002-8790-1834>.
- [8] D. Jauhari, A. Himawan, dan C. Dewi, “Prediksi Distribusi Air PDAM Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Di PDAM Kota Malang,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 2, hal. 83–87, 2016.
- [9] I. N. T. Adnyana, I. G. P. S. Wijaya, dan M. A. Albar, “Jaringan Syaraf Tiruan Model Backpropagation untuk Peramalan Suhu Minimum dan Maksimum, Kelembaban, Tekanan Udara, Jumlah Hari Hujan, dan Curah Hujan Bulanan di Kota Mataram,” *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 3, no. 2, hal. 127–136, 2019.
- [10] S. Suhaedi, E. Febriana, R. P. N. Habibi, dan I. Ardiansyah, “ANN Back Propagation for Forecasting and Simulation Hydroclimatology Data,” in *Prosiding Seminar Nasional Pendidik dan Pengembang Pendidikan Indonesia*, 2018, hal. 553–559.
- [11] N. Fauziah, S. Wahyuningsih, dan Y. N. Nasution, “Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen (Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda),” *J. Stat. Univ. Muhammadiyah Semarang*, vol. 4, no. 2, hal. 52–61, 2016.
- [12] S. Halimathussa’diah, D. Harisuseno, dan R. Haribowo, “Analisis Evapotranspirasi Rujukan Dengan Rumus Empiris Di Stasiun Klimatologi Klas II Karangploso Malang,” *J. Mhs. Jur. Tek. Pengair.*, vol. 2, no. 2, hal. 1–7, 2019.
- [13] T. R. W. Azhari dan S. Anwar, “Analisis Curah Hujan Untuk Peramalan Banjir Di Wilayah Cirebon,” *J. Konstr.*, vol. 8, no. 1, hal. 510–519, 2020.
- [14] A. Z. Yuliana dan Y. Priyana, “Analisis Zona Agroklimat Klasifikasi Iklim Oldeman Di Kabupaten Sukoharjo,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, hal. 5–6, 2020.
- [15] S. Laimeheriwa, E. L. Madubun, dan E. D. Rarsina, “Analisis Tren Perubahan Curah Hujan dan Pemetaan Klasifikasi Iklim Schmidt-Ferguson untuk Penentuan Kesesuaian Iklim Tanaman Pala (*Myristica fragrans*) di Pulau Seram,” *Agrologia*, vol. 8, no. 2, hal. 71–81, 2020.
- [16] J. A. I. Paski, A. Sepriando, G. I. S. L. Faski, dan M. F. Handoyo, “Pemetaan Agroklimat Klasifikasi Oldeman di Provinsi Bengkulu Menggunakan Data Observasi Permukaan dan Multi Satelit (TMPA dan IMERG) Oldeman Classification of Agroclimate Mapping in Bengkulu Province Based on Ground Observation and Multisatellite data (TM),” in *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, 2017, hal. 485–492.



- [17] C. Oktaviani dan A. Afdal, “Prediksi Curah Hujan Bulanan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Beberapa Fungsi Pelatihan Backpropagation (Studi Kasus: Stasiun Meteorologi Tabing Padang, Tahun 2001-2012),” *J. Fis. Unand*, vol. 2, no. 4, hal. 228–237, 2013.
- [18] C. Dewi dan M. Muslikh, “Perbandingan Akurasi Backpropagation Neural Network dan ANFIS Untuk Memprediksi Cuaca,” *J. Nat. A*, vol. 1, no. 1, hal. 7–13, 2013.