

PEMODELAN MONTE CARLO UNTUK PREDIKSI SIFAT HUJAN HARIAN

Siska Andriani¹, Dinar Munggaran Akhmad², Fajar Delli Wihartiko³

^{1,2,3} Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Pakuan, Jln. Pakuan Po.Box 452 Bogor 16143, Indonesia

E-mail: ¹siska.andriani@unpak.ac.id, ²dinar.munggaran@unpak.ac.id, ³fajardelli@unpak.ac.id

ABSTRAK

Prediksi merupakan kegiatan peramalan untuk masa depan. Pada penelitian ini akan memanfaatkan prediksi cuaca untuk mengetahui sifat hujan harian menggunakan model monte carlo. Pengamatan cuaca dilakukan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data pengamatan yang digunakan pada penelitian ini adalah data pengamatan yang dilakukan stasiun BMKG Waingapu selama 40 tahun (1973-2013). BMKG dalam melakukan prediksi masih sering menemukan kendala karena iklim cuaca di Indonesia dirasa masih sangat labil, sehingga hasil akurasi prediksi sangat sulit dilakukan dengan menggunakan cara tradisional. Tahapan metode yang dilakukan dimulai dari melakukan analisis data cuaca, penentuan Awal Musim Hujan (AMH), analisis korelasi antara data AMH dengan data Anomali Suhu Permukaan Laut (ASPL) Nino 3.4, penentuan 3 kelas data menggunakan SOM, kategorisasi 9 sifat hujan harian, pemodelan dengan metode monte carlo dan uji coba validasi. Model menggunakan monte carlo nilai akurasi terkecil 67.31% pada kelas AMH mundur setelah hujan dan nilai akurasi terbesar 98.68% pada kelas AMH normal sebelum hujan. Model menggunakan monte carlo memiliki hasil akurasi cukup baik.

Kata kunci— cuaca, hujan, montecarlo, pemodelan, prediksi

ABSTRACT

Prediction is a forecasting activity for the future. In this study, weather prediction will be used to determine the nature of daily rain using the monte carlo model. Weather observations are carried out by the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG). The observational data used in this study were observational data carried out by the Waingapu BMKG station for 40 years (1973-2013). In making predictions, BMKG often encounters obstacles because the weather climate in Indonesia is still very unstable, so the results of prediction accuracy are very difficult to do using traditional methods. The stages of the method are carried out starting from analyzing weather data, determining the beginning of the rainy season (AMH), analyzing the correlation between AMH data and Nino 3.4 Sea Surface Temperature Anomaly (ASPL) data, determining 3 data classes using SOM, categorizing 9 characteristics of daily rain, modeling with the monte carlo method and validation trials. The model uses the monte carlo with the smallest accuracy value of 67.31% in the AMH class backwards after the rain and the greatest accuracy value of 98.68% in the normal AMH class before the rain. The model using the monte carlo has good enough accuracy results.

Keywords— model, montecarlo, prediction, weather

1. PENDAHULUAN

Pemodelan adalah kegiatan untuk memodelkan apa yang ada di dunia nyata. Pemodelan banyak digunakan salah satunya digunakan untuk pembuatan model prediksi. Prediksi merupakan kegiatan peramalan untuk masa depan, prediksi dapat membantu untuk mengetahui apa yang akan terjadi kedepan. Prediksi sudah banyak digunakan salah satunya untuk prediksi panen, jumlah keuntungan dan kerugian serta prediksi cuaca. Pada penelitian ini akan memanfaatkan prediksi cuaca untuk mengetahui sifat hujan harian menggunakan model *monte carlo*. Dalam prediksi hujan harian ada beberapa parameter yang dapat mempengaruhi misalnya temperature, curah hujan, kelembaban, arah angin, tekanan udara dan lain sebagainya. Pengamatan cuaca dilakukan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data pengamatan yang digunakan pada penelitian ini adalah data pengamatan yang dilakukan stasiun BMKG Waingapu selama 40 tahun (1973-2013). BMKG dalam melakukan prediksi masih sering menemukan kendala karena iklim cuaca di Indonesia dirasa masih sangat labil, sehingga hasil akurasi prediksi sangat sulit dilakukan dengan menggunakan cara tradisional. Untuk itu diusulkan prediksi sifat hujan harian dengan pembangunan model sifat hujan harian menggunakan metode *monte carlo* berdasarkan data aktual.

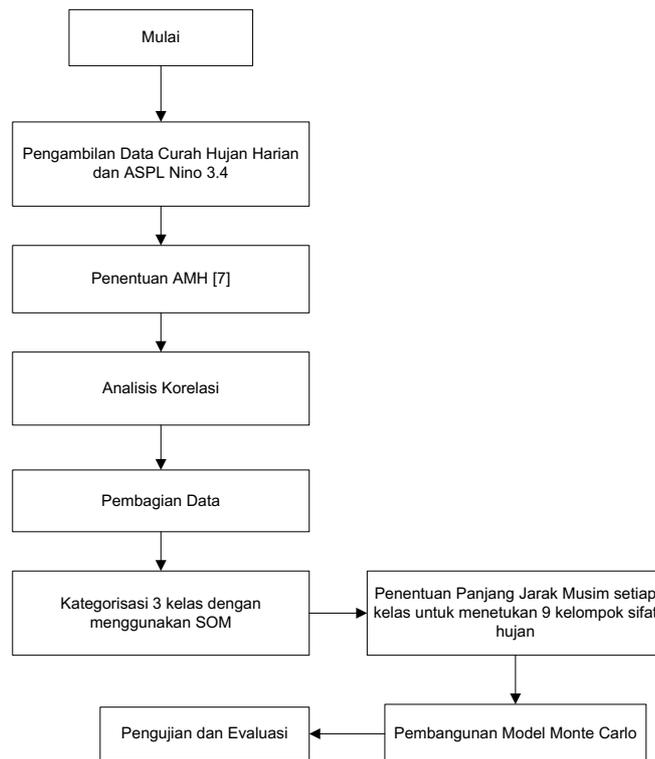
Penelitian mengenai prediksi hujan harian sudah banyak dilakukan salah satunya dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan. Pada penelitian tersebut hasil prediksi yang didapat masih belum stabil karena hasil dari jaringan syaraf tiruan tergantung pada sifat latihan datanya, general dan spesifik yang dilakukan dan memiliki dua hasil yaitu tidak hujan dan hujan [1]. Selain itu pada penelitian husak, penelitian tersebut dalam melakukan prediksi menggunakan *monte carlo* namun hasil yang didapatkan tidak selalu sama pada saat pengujian atau tingkat akurasinya rendah. *monte carlo* pada penelitian tersebut digunakan untuk memilih parameter yang baik dan digunakan untuk curah hujan musiman [2].

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut maka pada penelitian yang akan dilakukan diusulkan pembangunan model prediksi sifat hujan harian menggunakan metode *monte carlo* berdasarkan data aktual. Dalam penentuan distribusi terdapat tiga kelas kategori sifat hujan yang ditentukan menggunakan metode *SOM (Self Organizing Maps)*. Selanjutnya kategori sifat hujan dibagi lagi berdasarkan karakteristik hujan harian yaitu sebelum hujan, hujan dan setelah hujan yang didapatkan dari penentuan awal musim hujan (AMH), awal musim kering (AMK) dan penentuan panjang musim setiap kelas kategori. Selain itu pada penelitian yang akan dilakukan diusulkan dua hasil prediksi yaitu tidak hujan dan hujan (hujan ringan, hujan sedang, hujan lebat, hujan sangat lebat).

Beberapa hasil penelitian yang sudah dilakukan [3] [4], menunjukkan bahwa Indonesia terletak di daerah tropis yang kondisi iklim dan cuacanya dipengaruhi oleh fenomena global *El-Nino Southern Oscillation (ENSO)*, untuk itu pada penelitian ini digunakan Anomali Suhu Permukaan Laut Nino 3.4 (ASPL Nino 3.4) sebagai indikator. Metode *monte carlo* dalam hal ini digunakan untuk mensimulasikan prediksi sifat hujan harian berdasarkan data aktual.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahap, yaitu: (1) pengambilan data, (2) penentuan AMH, (3) analisis korelasi AMH dan ASPL Nino 3.4, (4) pembagian data, (5) kategorisasi 9 kelompok sifat hujan, (6) penentuan panjang jarak musim setiap kelompok, (7) pemodelan metode *monte carlo*, (8) pengujian, analisis dan evaluasi. Diagram alir dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan implementasi

2.1 Pengambilan Data

Data penelitian ini menggunakan data curah hujan harian wilayah Waingapu tahun 1973-2013 hasil observasi BMKG didapat dari CCROM-SEAP Institut Pertanian Bogor serta data ASPL Nino 3.4 1973-2013 (sumber: <http://www.earl.noaa.gov>). Prakiraan sifat hujan harian BMKG dibagi pada kategori tidak hujan dan hujan (hujan ringan, hujan sedang, hujan lebat dan hujan sangat lebat) [5]. Batasan nilai ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 kategori prediksi sifat hujan harian BMKG (Gustari *et al.* 2012)

No	Kategori	Intensitas Curah Hujan
		Setiap hari (mm/Hari)
1.	Tidak Hujan (TH)	-
2.	Hujan Ringan (HR)	0.1 – 19.9
3.	Hujan Sedang (HS)	20.0 – 49.9
4.	Hujan Lebat (HL)	50.0 – 100.0
5.	Hujan Sangat Lebat (HSL)	>100.0

2.2 Penentuan AMH

Definisi awal musim hujan (AMH) di suatu daerah atau wilayah ditentukan berdasarkan sebaran curah hujan pada satuan waktu tertentu yang bergantung kepada keadaan klimatologis daerah tersebut [6]. Penentuan awal musim hujan merujuk pada [7] AMH dihitung untuk menentukan kapan terjadinya musim hujan sehingga diketahui panjang jarak musim pada setiap kelompok kategori sifat hujan. AMH terjadi saat nilai akumulasi anomali curah hujan (A) mengalami kenaikan signifikan setelah sebelumnya mengalami penurunan sedangkan AMK adalah sebaliknya. Rumus metode Liebmann [7] ditampilkan pada persamaan 1.

$$A(\text{day}) = \sum_{n=1}^{\text{day}} [R(n) - \bar{R}] \quad (1)$$

2.3 Analisa Korelasi AMH dan ASPL Nino 3.4

Anomali Suhu Permukaan Laut (ASPL) merupakan perbedaan tekanan udara antara Darwin (Australia) dan Tahiti (Afrika Barat) yang dijadikan sebagai indikator untuk melihat terjadinya anomali (penyimpangan) iklim atau cuaca (*El Nino dan La Nina*) [8]. Analisis korelasi dilakukan dengan mengkorelasikan data AMH dan data ASPL Nino 3.4 untuk mengetahui bulan mana saja yang berkorelasi dengan baik. Nilai korelasi tertinggi antara data AMH dan ASPL Nino 3.4 digunakan sebagai *input* pada penentuan kelompok kelas kategori sifat hujan. Rumus menghitung nilai korelasi ditunjukkan pada Persamaan 2 [9].

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \quad (2)$$

Di mana:

r = Besarnya korelasi antara AMH dengan ASPL Nino 3.4

n = Jumlah data

xi = Variabel 1 (ASPL Nino 3.4)

yi = Variabel 2 (AMH)

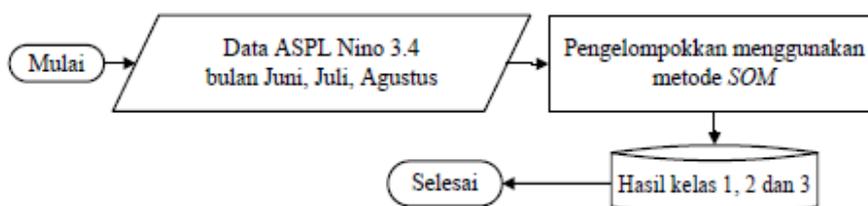
2.4 Pembagian Data

Pembagian data dilakukan untuk membagi data curah hujan dan ASPL Nino 3.4 menjadi dua bagian, yaitu data latih dan data uji. Data latih akan dimasukkan untuk model yang dibuat. Sementara itu data uji akan digunakan untuk mengevaluasi kinerja model yang dibuat. Pembagian data dilakukan menggunakan *k-fold cross validation*. Pada *k-fold cross validation* dilakukan pengulangan sebanyak k, pada penelitian ini k yang digunakan adalah 4 *fold*. *Fold* pertama kelompok pertama ASPL Nino 3.4 dan AMH dijadikan sebagai data uji dan data ASPL Nino 3.4 dan AMH kelompok dua sampai empat dijadikan sebagai data latih. *Fold* kedua kelompok kedua ASPL Nino 3.4 dan AMH dijadikan sebagai data uji dan data ASPL Nino 3.4 dan AMH kelompok satu, tiga dan empat dijadikan sebagai data latih. Proses yang sama dilakukan sampai iterasi ke 4.

2.5 Kategorisasi 9 Kelompok Sifat Hujan

Jaringan Saraf Tiruan Self Organizing Method (SOM) dikembangkan oleh Prof. Teuvo Kohonen (Finland) yang merupakan model jaringan syaraf tiruan. SOM beroperasi dalam dua mode yaitu pelatihan dan pemetaan. Pelatihan membangun peta dengan menggunakan contoh input. Pemetaan secara otomatis mengklasifikasikan vector masukan baru. Dalam jaringan SOM, neuron target diletakkan dalam 2 dimensi yang topologinya dapat diatur [10].

Kategorisasi sifat hujan pada penelitian yang dilakukan terdiri dari tiga kelas yaitu kelas 1 (AMH mundur), kelas 2 (AMH normal) dan kelas 3 (AMH maju). Penentuan kelas kategorisasi ditentukan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *SOM*. Diagram alir kategorisasi sifat hujan harian menggunakan *SOM* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Kategorisasi Sifat Hujan Harian menggunakan SOM

2.6 Penentuan Panjang Jarak Musim setiap Kelompok

Panjang jarak musim dihitung berdasarkan karakteristik sifat hujan yaitu sebelum hujan, hujan dan setelah hujan. Dimana jarak didapatkan dari hasil perhitungan AMH dan AMK menggunakan Persamaan 1. Kemudian akan terlihat panjang musim setiap kelompok, hal ini dilakukan untuk menentukan data curah hujan pada saat pengujian masuk kedalam kelompok yang mana. Kelompok tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.

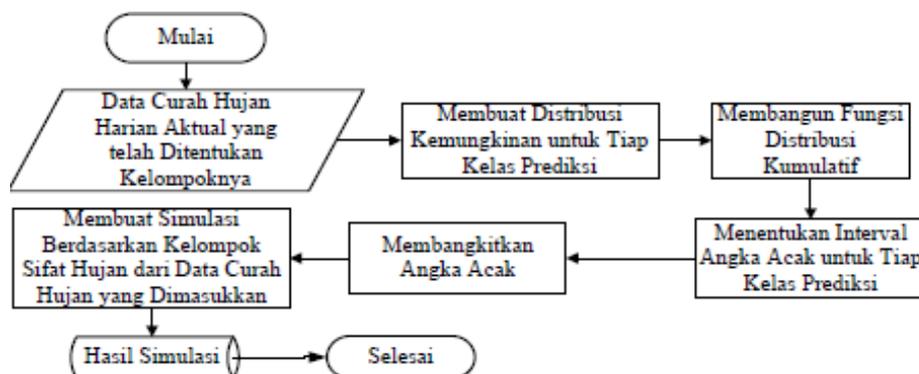
Tabel 2 Kategorisasi berdasarkan karakteristik hujan harian

Kelas AMH	Kategorisasi Sifat Hujan
Mundur	Sebelum Hujan
	Hujan
	Setelah Hujan
Normal	Sebelum Hujan
	Hujan
	Setelah Hujan
Maju	Sebelum Hujan
	Hujan
	Setelah Hujan

2.7 Pemodelan Monte Carlo

Monte Carlo adalah algoritma komputasi untuk mensimulasikan berbagai perilaku sistem fisika dan matematika. Metode ini terbukti efisien dalam memecahkan persamaan diferensial, integral medan radian. Metode monte carlo umumnya dilakukan menggunakan komputer dan memakai teknik simulasi komputer [11].

Proses pemodelan hujan harian dengan *monte carlo* secara lengkap digambarkan dalam diagram yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Proses pemodelan hujan harian dengan *Monte Carlo*

2.8 Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai aktual dengan nilai hasil prediksi. Selanjutnya evaluasi hasil prediksi dilakukan dengan matriks konfusi. Matriks konfusi merupakan metode untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan suatu data saat dipanggil terhadap kelas datanya [12]. Matriks konfusi ditunjukkan pada Lampiran 3. Perbandingan data kelas observasi dengan data kelas prediksi ditunjukkan pada Tabel 3, sedangkan rumus untuk akurasi ditunjukkan pada Persamaan 3 dan rumus untuk *recall* ditunjukkan pada Persamaan 4.

Tabel 3 Perbandingan data kelas observasi dengan data kelas prediksi

	Data Kelas Prediksi Positif	Data Kelas Prediksi Negatif
Data Kelas Observasi Positif	TP	TN
Data Kelas Observasi Negatif	FP	FN

$$accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \quad (3)$$

$$recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4)$$

Di mana:

TP (*True Positive*) = data observasi dan data prediksi menghasilkan nilai positif.

TN (*True Negative*) = data observasi dan data prediksi menghasilkan nilai negatif.

FP (*False Positive*) = data observasi dan data prediksi menghasilkan nilai positif.

FN (*False Negative*) = data observasi dan data prediksi menghasilkan nilai negatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Awal Musim Hujan

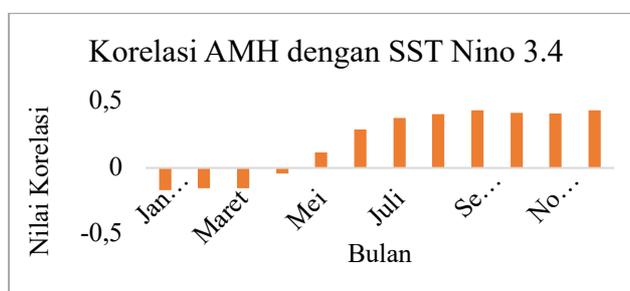
Data AMH diperoleh dari data curah hujan harian Waingapu 1973-2013 yang dihitung menggunakan metode Liebmann. Berdasarkan data hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa AMH terjadi antara bulan September sampai bulan Desember, perhitungan dimulai pada tanggal 1 Januari (hari ke-1) sampai dengan 31 Desember (hari ke-365). Grafik data AMH ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik data AMH 1973-2013

3.2 Korelasi

Perhitungan korelasi (r) dilakukan untuk melihat seberapa besar hubungan antara data AMH dengan data ASPL Nino 3.4. hasil korelasi data AMH dengan data ASPL Nino 3.4 ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Korelasi AMH dengan ASPL Nino 3.4

Bulan-bulan yang memiliki nilai korelasi tinggi adalah Juni, Juli, Agustus dengan masing-masing nilai 0.290, 0.376 dan 0.406. Bulan-bulan yang memiliki nilai korelasi tinggi

dijadikan input pada pemodelan JST untuk menentukan tiga kelas kategorisasi sifat hujan yang selanjutnya akan ditentukan jarak musim sehingga didapatkan sembilan kelompok kategori sifat hujan seperti pada Tabel 2.

3.3 Kategorisasi Sifat Hujan Menggunakan SOM

Kategorisasi sifat hujan dilakukan dengan menggunakan metode JST SOM, data ASPL Nino 3.4 bulan Juni, Juli dan agustus sebagai input, sehingga didapatkan kelas 1, 2 dan 3. Hasil pembagian kelas dan sebaran data dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Sebaran data hasil pembagian kelas menggunakan SOM

No	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	1983	1986	1985
2	1984	1987	1989
3	1995	1988	1990
4	1998	1991	1992
5	1999	1994	1993
6	2000	1997	1996
7	2007	2002	2001
8	2010	2004	2003
9	2011	2006	2005
10		2009	2008
11			2012

Data curah hujan ditentukan kelas berdasarkan tahun. Gambar 4 dan tabel 4 menunjukkan bahwa dari data latih 30 tahun (1983-2013) sebaran data terlihat kelas 1 terdata 9 data (9 tahun), kelas 2 terdapat 10 data (10 tahun) dan kelas 3 terdapat 11 data (11 tahun). Dilihat dari hasil perhitungan AMH setiap kelas maka dapat dikatakan kelas 1 adalah kelas dengan AMH mundur, kelas 2 dengan AMH normal dan kelas 3 adalah kelas AMH maju.

3.4 Penentuan Panjang Jarak Musim setiap Kelompok

Panjang jarak musim dihitung berdasarkan karakteristik sifat hujan yaitu sebelum hujan, hujan dan setelah hujan. Dimana jarak didapatkan dari hasil perhitungan AMH dan AMK menggunakan Persamaan 1. Kemudian akan terlihat panjang musim setiap kelompok kelas AMH mundur, kelas AMH normal dan kelas AMH maju. Grafik panjang jarak musim ditunjukkan pada Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 6 Grafik panjang jarak musim kelas AMH mundur



Gambar 7 Grafik panjang jarak musim kelas AMH normal



Gambar 8 Grafik panjang jarak musim kelas AMH maju

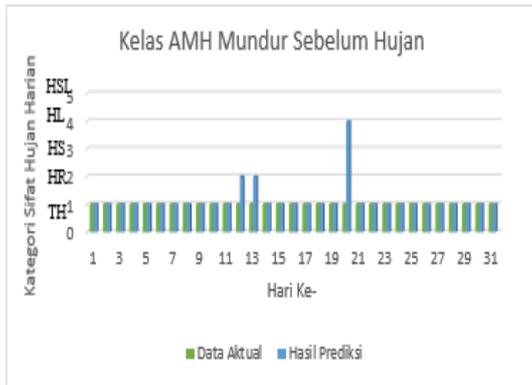
3.5 Pemodelan Monte Carlo

Pemodelan *monte carlo* dilakukan berdasarkan data curah hujan yang telah melalui proses pembagian data dan telah dikelompokkan menjadi Sembilan kelompok kategorisasi sifat hujan dengan langkah-langkah proses pengerjaannya disajikan pada Gambar 3. Langkah-langkah yang harus dilakukan di dalam proses model *monte carlo* [10] yang terlihat pada diagram yang tersaji pada Gambar 3 adalah sebagai berikut:

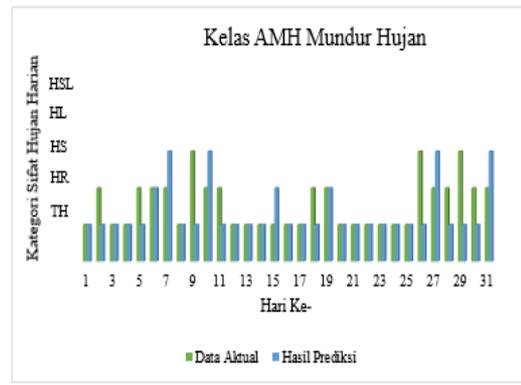
1. Menyiapkan data pengukuran curah hujan, kemudian dilakukan pencocokan data curah hujan dengan 9 kelompok sifat hujan
2. Membuat distribusi kemungkinan untuk tiap kelas prediksi, kemungkinan atau frekuensi relative untuk tiap kemungkinan hasil dari tiap variabel ditentukan dengan membagi frekuensi observasi dengan jumlah total observasi. Fungsi yang menyatakan distribusi kemungkinan tersebut dikenal dengan istilah Fungsi Kepekatan Peluang (*Probability Density Funtion - PDF*).
3. Mengubah PDF ke dalam bentuk kumulatifnya, sehingga diperoleh Fungsi Distribusi Kumulatif (*Cumulative Distribution Function - CDF*) dari peubah sistem yang diakumulasi.
4. Menentukan interval bilangan acak untuk masing-masing kelas prediksi, setelah menentukan probabilitas kumulatif untuk tiap kelas prediksi yang termasuk dalam simulasi selanjutnya adalah menentukan batas angka yang mewakili tiap kemungkinan hasil. Hal tersebut ditunjukkan pada interval angka *random*. Penentuan interval didasari oleh kemungkinan kumulatif.
5. Membangkitkan angka *random*
6. Membuat simulasi untuk 9 kelompok sifat hujan, membuat simulasi dari sebuah eksperimen bisa dilakukan dengan mengambil angka random dari tahap sebelumnya, misalnya akan dilakukan simulasi untuk 10 hari maka ambil angka *random* baris 1-10. Cara penentuan prediksi adalah dengan ditentukan oleh angka *random*.

3.6 Pengujian dan Evaluasi

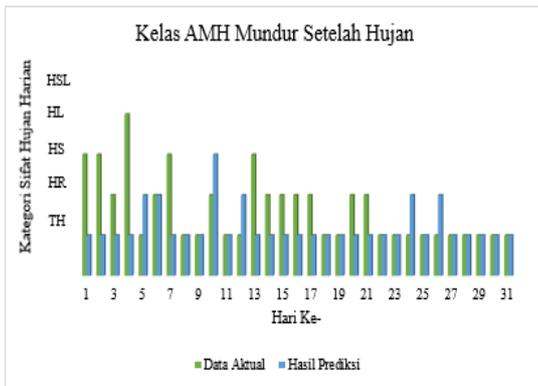
Data yang digunakan pada pengujian adalah data curah hujan aktual (1973- 1982). Data curah hujan harian aktual dan data hasil prediksi curah hujan harian (1973-1982) dilakukan evaluasi hasil prediksi dengan rnenggunakan matriks konfusi. Perbandingan data curah hujan aktual dan prediksi curah hujan harian tahun 1973-1982 menggunakan *monte carlo* untuk 9 kelas AMH ditunjukkan pada Gambar 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 dan 17 di bawah ini. Kelas yang pertama yaitu kelas AMH Mundur Sebelum Hujan ditunjukkan pada Gambar 9. Gambar 9 menunjukkan hasil prediksi sifat hujan harian dalam tempo waktu satu bulan pada hari ke 12, 13 dan 20 menghasilkan prediksi tidak sesuai dengan data curah hujan aktual dan hari sisanya memiliki hasil yang sesuai dengan data curah hujan aktual yaitu tidak hujan.



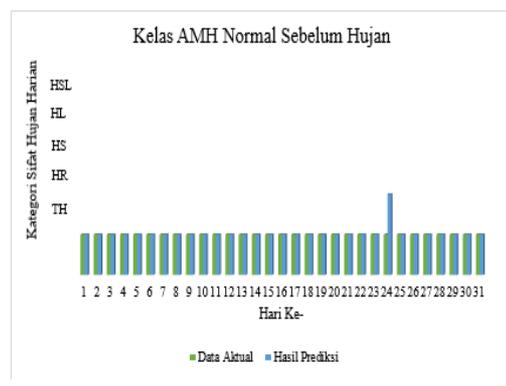
Gambar 9 Grafik perbandingan curah hujan aktual dengan hasil pembangunan model *monte carlo* kelas AMH mundur sebelum hujan



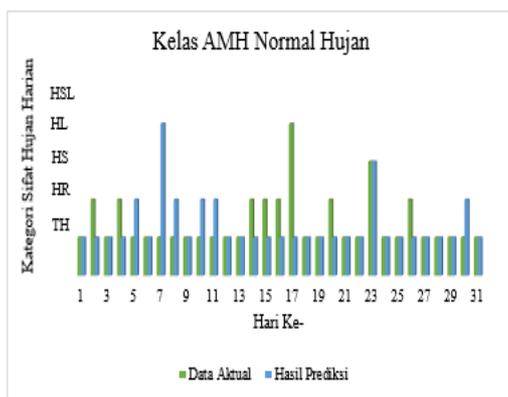
Gambar 10 Grafik perbandingan curah hujan aktual dengan hasil pembangunan model *monte carlo* kelas AMH mundur hujan



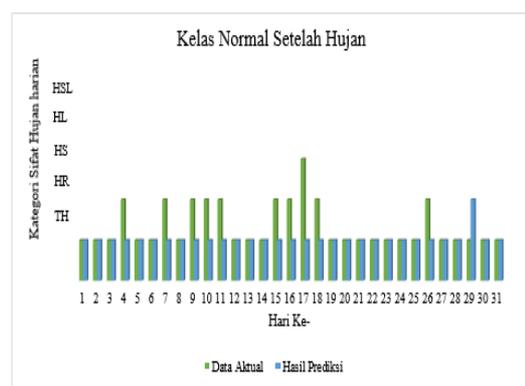
Gambar 11 Grafik perbandingan curah hujan aktual dengan hasil pembangunan model *monte carlo* kelas AMH mundur setelah hujan



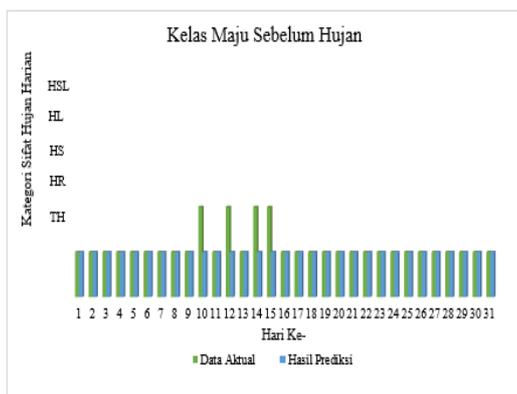
Gambar 12 Grafik perbandingan curah hujan aktual dengan hasil pembangunan model *monte carlo* kelas AMH normal sebelum hujan



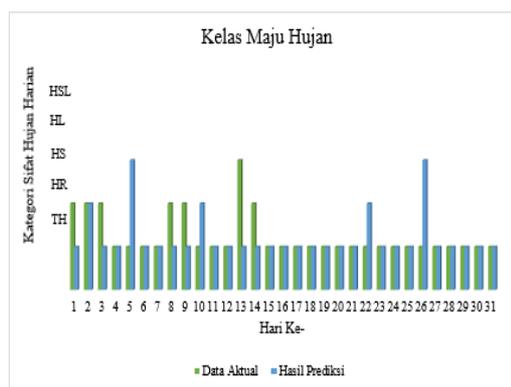
Gambar 13 Grafik perbandingan curah hujan aktual dengan hasil pembangunan model *monte carlo* kelas AMH normal hujan



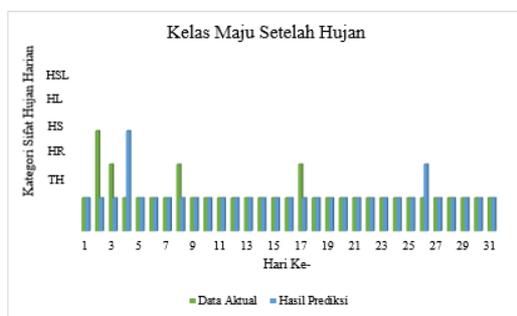
Gambar 14 Grafik perbandingan curah hujan aktual dengan hasil pembangunan model *monte carlo* kelas AMH normal setelah hujan



Gambar 15 Grafik perbandingan curah hujan aktual dengan hasil pembangunan model *monte carlo* kelas AMH maju sebelum hujan

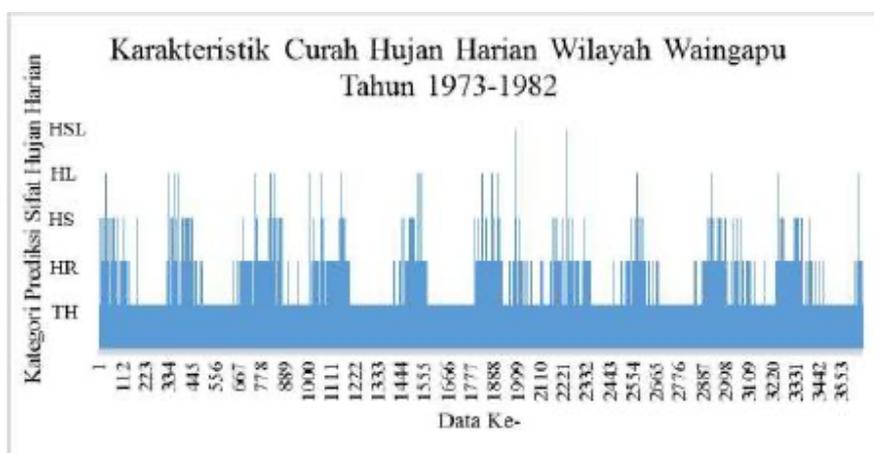


Gambar 16 Grafik perbandingan curah hujan aktual dengan hasil pembangunan model *monte carlo* kelas AMH maju hujan



Gambar 17 Grafik perbandingan curah hujan aktual dengan hasil pembangunan model *monte carlo* kelas AMH maju setelah hujan

Dilihat dari hasil prediksi menggunakan model *Monte Carlo* masih terdapat hasil prediksi yang tidak sesuai terutama pada kelompok hujan. Hal ini dikarenakan data curah hujan harian wilayah Waingapu memiliki karakteristik curah hujan yang banyak terjadi tidak hujan, sedangkan untuk data hujan ringan, hujan sedang, hujan lebat dan hujan sangat lebat terjadi sangat jarang sekali, sehingga terdapat ketidakseimbangan data. Karakteristik data curah hujan harian wilayah Waingapu ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18 Grafik karakteristik curah hujan harian wilayah Waingapu tahun 1973-1982

Hasil penelitian menunjukkan bahwa data hujan harian wilayah Waingapu memiliki ketidakcocokkan atau menyimpang jika dikategorikan berdasarkan kategori prediksi hujan harian BMKG pada Tabel 1 [5]. Hasil pengujian dan evaluasi prediksi curah hujan harian menggunakan *monte carlo* menghasilkan nilai akurasi yang dihitung menggunakan metode matriks konfusi ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5 Hasil perhitungan nilai akurasi model *monte carlo* menggunakan matriks konfusi

Kelas AMH	Kategori Sifat Hujan	"Akurasi" Monte Carlo
Mundur	Sebelum Hujan	95.89 %
	Hujan	75.22 %
	Setelah Hujan	67.31 %
Normal	Sebelum Hujan	98.68 %
	Hujan	75.22 %
	Setelah Hujan	81.97 %
Maju	Sebelum Hujan	94.41 %
	Hujan	84 %
	Setelah Hujan	91.24 %

Tabel 6 Hasil *Recall* pada model *monte carlo* menggunakan matriks konfusi

Kelas AMH	Kategori Sifat Hujan	"Recall" Monte Carlo
Mundur	Sebelum Hujan	0.9
	Hujan	0.55
	Setelah Hujan	0.45
Normal	Sebelum Hujan	0.97
	Hujan	0.55
	Setelah Hujan	0.65
Maju	Sebelum Hujan	0.87
	Hujan	0.68
	Setelah Hujan	0.81

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil melakukan pemodelan prediksi hujan harian menggunakan model *monte carlo*. Data curah hujan aktual sebelumnya dikelompokkan terlebih dahulu kedalam 3 kelas menggunakan metode *SOM*. Nilai korelasi bulan tertinggi antara data AMH dengan ASPL Nino 3.4 1973-2013 sebagai input *SOM*, kemudian untuk menentukan 9 kelompok kategori sifat hujan dilakukan perhitungan AMH, AMK dan panjang jarak musim, sehingga diperoleh 9 model *monte carlo* untuk prediksi sifat hujan harian. Model menggunakan *monte carlo* nilai akurasi terkecil 67.31% pada kelas AMH mundur setelah hujan dan nilai akurasi terbesar 98.68% pada kelas AMH normal sebelum hujan. Model menggunakan *monte carlo* memiliki hasil akurasi cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indrawata Wardhana. 2013. Prediksi Curah Hujan Harian Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik Kab. Muaro Jambi Propinsi Jambi. *Jurnal Edu-Physic*. 4. 38-44.
- [2] Husak G, Michaelsen J, Kyriakidis P, Verdin J, Funk C, Galu G. 2009. The Forecast Interpretation Tool – a Monte carlo technique for blending climatic distributions with probabilistic forecasts. *International Journal of Climatology*.
- [3] W Estiningtyas, F Ramadhani, E Aldrian. 2007. Analisis Korelasi Curah Hujan dan Suhu Permukaan Laut Wilayah Indonesia, Serta Implikasinya untuk Prakiraan Curah Hujan (studi kasus kabupaten cilacap). *Agromet*. 21 (2):46-60.
- [4] Surmaini E, Susanti E. 2008. Indikator Iklim Global dan Pengaruhnya Terhadap Kejadian Iklim Ekstrim di Indonesia. *Jurnal Tanah Dan Iklim*. No. 28/2008.
- [5] Gustari I, Hadi T, Hadi S, Renggono F. 2012. Akurasi Prediksi Curah Hujan Harian Operasional di Jabodetabek: Perbandingan dengan Model WRF. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. 13 (2):119-130.
- [6] Alimatul Rahim. 2013. Prediksi awal musim hujan di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan data anomali suhu muka laut [tesis]. Bogor (ID): Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- [7] Liebmann B, Coauthors. 2007. Onset and End of the Rainy Season in South America in Observations and the ECHAM 4.5 Atmospheric General Circulation Model. *Journal Of Climate*. 20.2037-2050
- [8] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika [BMKG]. 2015. Buletin Analisis Hujan Bulan April dan Prakiraan Hujan Bulan Juni, Juli dan Agustus 2015 Wilayah Bogor dan Depok. Buletin BMKG Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor.
- [9] Walpole RE. 1992. Pengantar Statistika Edisi ke-3. Sumantri B, Penerjemah. Jakarta (ID): Gramedia. Terjemahan dari: *Introduction to Statistic 3rd Edition*.
- [10] Satria, Rizki, Sovia R, Gema L. 2017. Pemodelan dan Simulasi Analisa Sistem Antrian Pelayanan Nasabah di PT Sarana Sumatera Barat Ventura SSBV Menggunakan Metode Monte Carlo
- [11] Budi, Gregorius Satia, Liliana, Haryanto S. 2008. *Cluster Analysis untuk Memprediksi Talenta Pemain Basket Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Self Organizing Maps (SOM)*
- [12] Han J, Kamber M, Pei J. 2012. *Data Mining: Concept and Techniques*. Ed ke-3. Amsterdam (NL): Elsevier, Morgan Kaufmann.