

PREDIKSI CUACA MENGGUNAKAN METODE NEURAL NETWORK**Yunita**

Program Studi Komputerisasi Akuntansi
 Akademik Manajemen Informatika dan Komputer Bina Sarana Informatika
 AMIK BSI JAKARTA
 Jl. RS. Fatmawati no.24, Jakarta Selatan
 yunita.ynt@bsi.ac.id

ABSTRACT

Weather is an important part of people's daily activities. Therefore, many people who need information atmospheric conditions (weather) is more rapid, complete, and accurate. Accurate weather predictions can be used to solve problems arising from the effects of weather such as drought detection, bad weather, crops and production, energy planning industry, aviation, communications and others. Neural Network method is more efficient in computation is fast and capable of handling the data are not stable in the case of typical weather forecast data. For Weather Prediction with synoptic data input is the data. Several experiments were conducted to obtain the optimal architecture and generate accurate predictions. The results showed the artificial neural network method produces an accuracy value of 72.97%.

Keyword: *Prediction, Weather, Neural Network.*

I. PENDAHULUAN

Menurut (Simeonov dkk, 2007) Keadaan atmosfer saat ini tidak menentu sehingga prakirawaan tidak dapat memprediksi cuaca dengan akurat. Keadaan ini menjadikan tantangan bagi para ilmuwan untuk membuat penelitian tentang keadaan atmosfer sehingga dapat menghasilkan prediksi cuaca yang lebih akurat.

Cuaca merupakan bagian yang penting dalam kegiatan keseharian manusia (Radhika dan Shashi, 2009). Oleh karena itu banyak pihak yang membutuhkan informasi kondisi atmosfer (cuaca) yang lebih cepat, lengkap, dan akurat. Prediksi cuaca yang akurat dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang timbul akibat dari pengaruh cuaca seperti deteksi kekeringan, cuaca buruk, hasil pertanian dan produksi, perencanaan energi industri, industri penerbangan, komunikasi dan lain lain.

Penelitian terdahulu mengenai prediksi cuaca dalam suatu wilayah telah diselesaikan dengan beberapa metode seperti Numerical weather Prediction (NWP) (Simeonov et al., 2007), *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) (Aldrian & Djamil, 2008), *Neural Network* (NN) (Hung, Babel, Weesakul, & Tripathi, 2009) untuk prediksi cuaca.

Numerical Weather Prediction (NWP) memiliki kelebihan memberikan prediksi pada banyak variable atmosfer seperti, suhu, tekanan, angin, dan curah hujan dengan

penggunaan program komputer yang kompleks tetapi NWP memiliki kelemahan mensimulasi model dengan data yang ada sehingga menyebabkan ketidak akuratan dalam memprediksi (Simeonov, dkk, 2007) .

Penelitian berikutnya yang dilakukan oleh (Aldrian dan Djamil, 2008) menggunakan metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) melakukan peramalan cuaca jangka pendek menggunakan data tujuh bulan (januari – Juli 2005) di Timika, Studi ini menunjukkan bahwa model ANFIS memiliki keunggulan yakni memiliki sensitifitas yang baik terhadap besaran yang berbeda dan ukuran skala, tetapi ANFIS bukan alat yang tepat untuk proses stokastik seperti prakiraan cuaca.

Penelitian yang dilakukan oleh (Hung dkk, 2009) menggunakan Neural Network dengan menggunakan data dari tahun 1991 sampai dengan tahun 2003 yang diambil dari 51 pos hujan di Bangkok, studi ini menunjukkan bahwa Neural Network lebih efisien dalam perhitungan cepat dan mampu menangani data yang tidak stabil yang khas dalam kasus data untuk prakiraan cuaca. tetapi NN memiliki kekurangan jika digunakan untuk peramalan dalam jangka panjang. Back Propagation Network menurut (Lin, Chen, Wu, dan Chen, 2009) NN menghadapi keterbatasan dalam mempelajari pola klasifikasi Jika dataset memiliki data yang luar biasa dan dimensi kompleks.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa data cuaca menggunakan algoritma neural network dengan menggunakan 14 variabel.

II. KAJIAN LITERATUR

Prediksi cuaca sudah banyak dilakukan oleh para peneliti. Untuk meningkatkan keakuratan dari hasil prakiraan cuaca. Dilakukan tinjauan studi dengan mempelajari penelitian terkait. Ada beberapa penelitian yang dapat dijadikan acuan didalam penentuan algoritma. Tujuan studi ini digunakan sebagai landasan penelitian agar dapat diketahui *state of the art* dalam prediksi cuaca.

Tiga penelitian yang dapat dijadikan sebagai penelitian terkait adalah pemanfaatan Neural Network (NN) untuk pemodelan hujan dan tidak hujan didaerah tangkapan air di Iran (Solaimani, 2009), Penggunaan Model *Artificial Neural Network* untuk meningkatkan kinerja dan manajemen banjir (Hung, Babel, Weesakul, dan Tripathi, 2009).

1. Model Penelitian Solaimani

Penelitian yang dilakukan (Solaimani, 2009) bertujuan untuk memanfaatkan *ANN* untuk pemodelan hujan dan tidak hujan didaerah tangkapan air yang terletak diwilayah semi dan kering dari Iran, menggunakan *Back Propagation* dengan berbagai algoritma dengan persepsi multi layer. Penelitian ini mengeksplorasi kemampuan *ANN* dan kinerjanya akan dibandingkan dengan pendekatan konvensional.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data penguapan dengan jangka 17 tahun yang digunakan untuk pengembangan model dengan mempertimbangkan berbagai kombinasi input *variable* seperti curah hujan, aliran penguapan dan suhu udara rata-rata, data dibagi menjadi 80% digunakan untuk pembelajaran dan 20 % digunakan untuk validasi. Peneliti melakukan evaluasi dengan melakukan perbandingan algoritma *Gadiant descent (GDX)*, *Conjugate gradient (CG)* dan *Lavenberg-Marquardt (L-M)* untuk meningkatkan hasil kinerja dari pemodelan *ANN*.

Dari hasil komparasi tersebut terbukti *ANN* bias memberikan prediksi curah hujan lebih akurat daripada beberapa model tradisional.

2. Model Penelitian Hung

Penelitian yang dilakukan (Hung dkk, 2009) digunakan untuk mengatasi permasalahan banjir yang sering terjadi di Bangkok karena naiknya permukaan air dari sungai Chao Phraya. Perlu dibangun sebuah model yang dapat digunakan untuk

meningkatkan keakuratan dari prediksi curah hujan dibangkok, sehingga pemerintah dapat melakukan langkah apa yang harus dilakukan untuk menanggulangi musibah banjir.

Penelitian dimulai dengan mendefinisikan masalah dan menentukan batasan penelitian dengan mengumpulkan data cuaca perjam selama empat (4) tahun dari 75 stasiun pengukur hujan didaerah yang akan mengembangkan model *ANN*. Sebagai input data digunakan input data dari kombinasi parameter iklim berupa kelembaban, tekanan udara, suhu dan ketebalan awan. Data dikelompokkan kedalam dua kelompok yaitu periode hujan dan periode tidak hujan. Setelah data siap dilakukan pengimplementasian kedalam jaringan saraf tiruan yang dimulai dari proses menetapkan jaringan struktur, jumlah hidden node kedalam data pembelajaran. Dilanjutkan dengan algoritma pelatihan untuk mendapatkan nilai bobot.

Perkiraan model *Neural Network (NN)* dibandingkan dengan model persisten dari perbandingan tersebut didapat hasil prediksi nilai *NN* lebih baik dari model persisten.

2.2. Landasan Teori

1. Prediksi Cuaca

Cuaca merupakan bentuk awal yang dihubungkan dengan penafsiran dan pengertian akan kondisi fisik udara sesaat pada suatu lokasi dan suatu waktu, sedangkan iklim merupakan kondisi lanjutan dan merupakan kumpulan dari kondisi cuaca yang kemudian disusun dan dihitung dalam bentuk rata-rata kondisi cuaca dalam kurun waktu tertentu (Winarso, 2003). Ilmu cuaca atau *meteorology* adalah ilmu pengetahuan yang mengkaji peristiwa-peristiwa cuaca dalam jangka waktu dan ruang terbatas, sedangkan ilmu iklim atau klimatologi adalah ilmu pengetahuan yang juga mengkaji tentang gejala-gejala cuaca tetapi sifat-sifat dan gejala-gejala tersebut mempunyai sifat umum dalam jangka waktu dan daerah yang luas di atmosfer permukaan bumi Menurut (Winarso, 2003).

Di Indonesia informasi prakiraan cuaca yang sudah dikenal oleh masyarakat adalah berawan, cerah dan hujan. Sementara itu terjadinya hujan dikaitkan dengan proses fisis dan dinamika atmosfer yang diketahui melalui parameter-parameternya seperti adanya massa udara, gaya vertical dan energy. Keadaan cuaca diindonesia juga dipengaruhi oleh :

- a. Fenomena badai tropis atau vortex. Keberadaan siklon tropis akan mengganggu system cuaca dari keadaan semula

- b. Palung, dapat diketahui melalui citra satelit yang ditandai dengan sederetan awan yang memanjang.
- c. Konvergensi (daerah pertemuan angin dimana kecepatan angin semakin kecil)
- d. Shearline (daerah belokan angin dimana kecepatan anginnya lebih rendah dibandingkan dengan daerah sekitarnya).

2. Neural Network

Menurut (Graupe, 2007) dalam buku Heaton *Neural Network* adalah jaringan saraf yang mensimulasikan jaringan saraf biologis manusia kedalam arsitektur computer dan arsitektur algoritma baru terhadap computer konvensional. Hal ini memungkinkan penggunaan operasi komputasi (penambahan, pengurangan, dan elemen logika fundamental) yang sangat sederhana untuk memecahkan masalah yang kompleks, matematis yang tidak jelas, masalah nonlinear atau masalah stokastik.

Menurut (Santosa, 2007) ada beberapa karakteristik kemampuan otak manusia:

- 1. Mengingat
- 2. Menghitung
- 3. Mengeneralisasi
- 4. Adaptasi
- 5. Konsumsi energi yang rendah

NN berusaha meniru struktur atau arsitektur dan cara kerja otak manusia sehingga mampu menggantikan beberapa pekerjaan manusia.

3. Algoritma Pembelajaran Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan *backpropagation* merupakan metode pembelajaran jaringan syaraf tiruan yang paling umum digunakan dan bekerja melalui proses secara iteratif dengan menggunakan sekumpulan contoh data (*data training*), membandingkan nilai prediksi dari jaringan dengan setiap contoh data. Dalam setiap proses, bobot relasi dalam jaringan dimodifikasi untuk meminimalkan nilai *Mean Square Error (MSE)* antara nilai prediksi dari jaringan syaraf tersebut dilakukan dalam arah mundur, dari output layer hingga layer pertama dari *hidden layer* sehingga metode ini disebut *backpropagation* (Jong Jek Siang, 2009; kusrini dan luthfi, 2009)

Pelatihan *backpropagation* meliputi tiga fase, yaitu:

- 1. Fase pertama adalah fase maju dimana pola masukan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran

menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan.

- 2. Fase kedua adalah fase mundur, dimana selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan tersebut dipropagasikan mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit diayar keluaran.
- 3. Fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi.

Ketiga fase diatas diulang-ulang terus hingga kondisi penghentian dipenuhi (jumlah iterasi atau kesalahan).

Langkah pembelajaran dalam algoritma *backpropagation* adalah sebagai berikut (Myatt, 2010):

- 1. Inialisasi bobot jaringan secara acak (biasanya antara -0.1 sampai 1.0)
- 2. Untuk setiap data pada data *training*, hitung input untuk simpul berdasarkan nilai input dan bobot jaringan saat itu, menggunakan rumus:

$$Input_j = \sum_{i=1}^n O_i w_{ij} + \theta_j$$

Keterangan:

O_i = *Output* simpul *i* dari layer sebelumnya

w_{ij} = bobot relasi dari simpul *i* pada *layer* sebelumnya ke simpul *j*

θ_j = bias (sebagai pembatas)

- 3. Berdasarkan input dari langkah dua, selanjutnya membangkitkan output untuk simpul menggunakan fungsi aktivasi sigmoid:

$$Output = \frac{1}{1 + e^{-input}}$$

- 4. Hitung nilai *Error* antara nilai yang diprediksi dengan nilai yang sesungguhnya menggunakan rumus:

$$Error_j = Output_j \cdot (1 - Output_j) \cdot (Target_j - Output_j)$$

Keterangan:

$Output_j$ = *Output* aktual dari simpul *j*

$Target_j$ = Nilai target yang sudah diketahui pada data *training*

- 5. Setelah nilai *Error* dihitung, selanjutnya dibalik ke *layer* sebelumnya (*backpropagated*). Untuk menghitung nilai *Error* pada *hidden layer*, menggunakan rumus:

$$Error_j = Output_j(1 - Output_j) \sum_{k=1}^n Error_k w_{jk}$$

Keterangan:

$Output_j$ = Output aktual dari simpul j
 $Error_k$ = error simpul k
 w_{jk} = Bobot relasi dari simpul j ke simpul k pada layer berikutnya

6. Nilai *Error* yang dihasilkan dari langkah sebelumnya digunakan untuk memperbarui bobot relasi menggunakan rumus:

$$w_{ij} = w_{ij} + l \cdot Error_j \cdot Output_i$$

Keterangan:

w_{ij} = bobot relasi dari unit i pada layer sebelumnya ke unit j
 l = *learning rate* (konstanta, nilainya antara 0 sampai dengan 1)
 $Error_j$ = *Error* pada output layer simpul j
 $Output_i$ = *Output* dari simpul i

4. Metode Evaluasi Performa Prediksi

a. Pengujian K-Fold Cross Validation

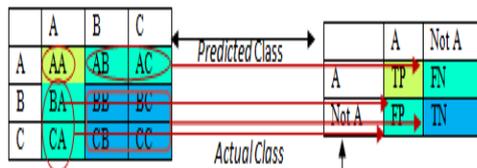
Cross Validation adalah teknik validasi dengan membagi data secara acak kedalam k bagian dan masing-masing bagian akan dilakukan proses klasifikasi (Han & Kamber, 2006). Dengan menggunakan *cross validation* akan dilakukan percobaan sebanyak k . Data yang digunakan dalam percobaan ini adalah data training untuk mencari nilai *error rate* secara keseluruhan. Secara umum pengujian nilai k dilakukan sebanyak 10 kali untuk memperkirakan akurasi estimasi. Dalam penelitian ini nilai k yang digunakan berjumlah 10 atau *10-fold cross validation*.

b. Confusion Matrix

Confusion Matrix adalah alat (*tools*) visualisasi yang biasa digunakan pada *supervised learning*. Tiap kolom pada matriks adalah contoh kelas prediksi, sedangkan tiap baris mewakili kejadian kelas yang sebenarnya (Gorunescu, 2010).

Confusion matrix berisi informasi aktual (*actual*) dan prediksi (*predicted*) pada *system* klasifikasi. Tabel 2.4. adalah contoh tabel *confusion matrix* yang menunjukkan klasifikasi tiga kelas.

Tabel 2.1 Tabel Confusion Matrix



Sumber: Hasil Penelitian (2015)

Keterangan :

- a. TP = Jumlah contoh positif yang diklasifikasikan dengan benar

Sumber : (Felkin, 2007)

- b. FP = Jumlah contoh negatif yang salah diklasifikasikan
 c. FN = Jumlah contoh positif yang salah diklasifikasikan
 d. TN = Jumlah contoh negative yang diklasifikasikan dengan benar
 e. AA = Jumlah contoh kelas A diklasifikasikan dengan benar pada kelas A
 f. AB = Jumlah contoh kelas A diklasifikasikan sebagai milik kelas B
 g. AC = Jumlah contoh kelas A diklasifikasikan sebagai milik kelas C
 h. BA = Jumlah contoh kelas B diklasifikasikan sebagai milik kelas A
 i. BB = Jumlah contoh kelas B diklasifikasikan sebagai milik kelas B
 j. BC = Jumlah contoh kelas B diklasifikasikan sebagai milik kelas C
 k. CA = Jumlah contoh kelas C diklasifikasikan sebagai milik kelas A
 l. CB = Jumlah contoh kelas C diklasifikasikan sebagai milik kelas B
 m. CC = Jumlah contoh kelas C diklasifikasikan sebagai

III. METODE PENELITIAN

3.1. Perancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menyediakan informasi cuaca yang akurat sehingga dapat memberikan informasi sedini mungkin kepada pihak yang membutuhkan dan untuk menangani permasalahan banjir. Metode penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan tahapan penelitian sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

Pada bagian ini dijelaskan tentang bagaimana dan darimana data dalam penelitian ini didapatkan, meliputi data sekunder dan data primer.

2. Pengolahan Awal Data

Pada bagian ini dijelaskan tentang tahap awal *data mining*. Pengolahan awal data meliputi proses *input* data ke format yang dibutuhkan, pengelompokan dan penentuan atribut data.

3. Metode yang Diusulkan

Pada bagian ini dijelaskan tentang metode yang diusulkan untuk digunakan pada prediksi cuaca jangka pendek. Penjelasan meliputi pengaturan dan pemilihan nilai dari parameter-parameter dan arsitektur melalui uji coba.

4. Eksperimen dan Pengujian Metode

Pada bagian ini dijelaskan tentang langkah-langkah eksperimen meliputi cara pemilihan arsitektur yang tepat dari model atau metode yang diusulkan sehingga didapatkan hasil yang dapat membuktikan

bahwa metode yang digunakan adalah tepat.

5. Evaluasi dan Validasi Hasil

Evaluasi dilakukan dengan mengamati hasil prediksi menggunakan Algoritma Soft Computing. Validasi dilakukan dengan membandingkan nilai error hasil prediksi masing-masing algoritma sehingga dapat diketahui algoritma yang lebih akurat.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data :

- a. Data primer yaitu data yang dihasilkan dari pengolahan data dengan menggunakan Rapid Miner.
- b. Data sekunder berisi data atribut penunjang dalam prediksi cuaca yang didapat dari stasiun klimatologi BMKG.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diambil dari Stasiun klimatologi BMKG. Observasi dilakukan pada stasiun tersebut untuk mengumpulkan data cuaca. Data yang dikumpulkan diambil dari sejumlah data sinoptik dan data yang mendukung untuk prediksi cuaca, terdapat 14 buah atribut, ke-14 data tersebut terupdate setiap 1 jam sekali selama 12 jam dimulai dari jam (07.00 s/d 19:00). Data diambil pada bulan januari 2010.

Data penelitian diperoleh dari stasiun klimatologi BMKG berupa data synoptik sebanyak 22 attribut, tetapi peneliti hanya menggunakan sebanyak 14 attribute karena attribut tersebut tidak relevan untuk penelitian ini.

Atribut yang digunakan untuk pengklasifikasian dalam prediksi cuaca terdapat 14 buah atribut yang terdiri dari : Titik embun, jumlah awan, arah angina, kecepatan angina, penglihatan datar, tekanan udara, suhu, jumlah awan rendah, jenis awan, tinggi dasar awan, awan tengah, kelembaban, tekanan udara stasiun, temperatur pada saat pengawasan.

3.3. Pengolahan Data Awal

Merupakan tindak lanjut dari pengumpulan data, dengan melakukan normalisasi data. Normalisasi data dilakukan sesuai fungsi aktivasi yang digunakan, dalam penelitian ini digunakan fungsi *binary sigmoid*, data harus dinormalisasikan dalam *range* 0 sampai 1. tapi akan lebih baik jika ditransformasikan ke interval yang lebih kecil, misal pada interval [0.1,0.9] (Jong Jek Siang, 2009).

Maka, pada data sinoptik yang ada dilakukan *transform* data dengan interval [0.1,0.9], dengan rumus sebagai berikut:

$$x^1 = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1$$

IV. PEMBAHASAN

4.1 Ekperimen dan Pengujian Metode Neural Network

Tabel 4.1 eksperimen untuk menentukan nilai *training cycles*

Training Cycles	Learning rate	Momentum	Sizes	Accuracy
500	0.1	0.1	1	62.03%
500	0.1	0.1	2	71.72%
500	0.1	0.1	3	70.98%
500	0.1	0.1	4	71.47%
500	0.1	0.1	5	71.71%
500	0.1	0.1	6	68.78%
500	0.1	0.1	7	71.98 %
500	0.1	0.1	8	70.49 %
500	0.1	0.1	9	72.97 %
500	0.1	0.1	10	72.26 %

Sumber: Hasil Penelitian (2014)

Eksperimen pertama dilakukan untuk mendapatkan nilai *training cycles*, yaitu dilakukan uji coba dengan memasukan nilai dengan range 100 sampai dengan 1000, nilai 0.1 untuk *learning rate* dan nilai 0.1 untuk *momentum*. Berikut hasil eksperimen terhadap *training cycles*.

Tabel 4.2 eksperimen untuk menentukan nilai *learning rate*

Training Cycles	Learning Rate	Momentum	Accuracy
500	0.1	0.1	72.26 %
500	0.2	0.1	71.23 %
500	0.3	0.1	69.24 %
500	0.4	0.1	69.50 %
500	0.5	0.1	69.26 %

Sumber (hasil penelitian : 2014)

Untuk menentukan nilai *learning rate* dilakukan eksperimen dengan memasukan nilai dari 0.1 sampai dengan 0.5 , nilai *training cycles* yang digunakan yaitu nilai *training cycles* yang didapat dari eksperimen sebelumnya yaitu 500 dan 0.1 untuk nilai momentum.

Tabel 4.3 eksperimen untuk menentukan nilai *momentum*

Training Cycles	Learning Rate	Momentum	Accuracy
500	0.1	0.0	71.76 %
500	0.1	0.1	72.26 %
500	0.1	0.2	71.74 %

500	0.1	0.3	69.75 %
500	0.1	0.4	69.76 %
500	0.1	0.5	69.74 %
500	0.1	0.6	71.23 %
s500	0.1	0.7	70.75 %
500	0.1	0.8	69.76 %
500	0.1	0.9	70.26 %

Sumber: Hasil Penelitian (2015)

Dari hasil eksperimen untuk menentukan nilai *momentum* dengan nilai akurasi tertinggi didapat pada saat *momentum* bernilai 0.1

Tabel 4.4 Eksperimen untuk menentukan *Hidden Layer Sizes* pada *Hidden Layer 1*

Training Cycles	Learning rate	Momentum	Sizes	Accuracy
500	0.1	0.1	1	62.03%
500	0.1	0.1	2	71.72%
500	0.1	0.1	3	70.98%
500	0.1	0.1	4	71.47%
500	0.1	0.1	5	71.71%
500	0.1	0.1	6	68.78%
500	0.1	0.1	7	71.98 %
500	0.1	0.1	8	70.49 %
500	0.1	0.1	9	72.97 %
500	0.1	0.1	10	72.26 %

Sumber: Hasil Penelitian (2015)

Hasil eksperimen menunjukkan 1 hidden layer dengan *sizes* 9 yang menghasilkan nilai akurasi tertinggi yaitu, dengan nilai 72.97 % Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, didapatkan hasil arsitektur jaringan yang dianggap terbaik yaitu dengan nilai akurasi yang paling tinggi, sebagai berikut:

Tabel 4.5 Parameter Neural Network hasil eksperimen

Training Cycle	Learning Rate	Momentum	Jumlah Hidden Layer	Size Hidden Layer 1	Accuracy
500	0.1	0.1	1	9	72.97%

Sumber: Hasil Penelitian (2015)

V. PENUTUP

Dari penelitian yang dilakukan model yang terbentuk dengan algoritma Neural Network sendiri memiliki tingkat akurasi yaitu sebesar 72.97% .

Dengan model prediksi yang baik, dapat memberikan informasi bagi kebijakan pemerintah dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air kedepannya dan juga dapat memberikan informasi cuaca sedini mungkin bagi masyarakat pengguna jasa agar dapat

melakukan aktivitas kegiatannya untuk beberapa waktu kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

Aldrian, E., & Djamil, Y. S. (2008). Application of Multivariate ANFIS For Daily Rainfall Prediction : Influences of Training Data Size. *MAKARA*, 12(April 2008), 7–14.

Felkin, M. (2007). between N -ary and Binary Problems. *Between N-ary and Binary Problems*, 1–25.

Han & Kamber. (2006). Data Mining: Concept and Technique (2nd ed). United State America.

Heaton. (2008). Introduction to Neural Network With Java (2nd ed). USA. Heaton Research,Inc.

Hung, N. Q., Babel, M. S., Weesakul, S., & Tripathi, N. K. (2009). An artificial neural network model for rainfall forecasting in Bangkok , Thailand. *Hydrology and Earth System Sciences*, 1413–1425.

Jong Jek Siang. (2009). Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan MATLAB. Yogyakarta : Andi Yogyakarta.

Kusumadewi, Sri & Hartati, Sri. (2010). Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf. (2nd ed). Yogyakarta: Graha Ilmu.

Liu, H., Member, S., Yu, L., & Member, S. (2005). Algorithms for Classification and Clustering. *IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering*, 17(April 2005), 491–502.

Pallavi, V. P., Vaithyanathan, V., & Ph, D. (2013). Combined Artificial Neural Network and Genetic Algorithm for Cloud Classification. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJET)*, (May), 787–794.

Radhika, Y., & Shashi, M. (2009). Atmospheric Temperature Prediction using Support Vector Machines. *International Jurnal Of Computer*

- Theory and Engineering*, 1(April), 55–58. doi:10.7763/IJCTE.2009.V1.9
- Simeonov, I., Kilifarev, H., & Ilarionov, R. (2007). Algorithmic realization of system for short-term weather forecasting. *Proceedings of the 2007 international conference on Computer systems and technologies - CompSysTech '07*, 1.
- Solaimani, K. (2009). Rainfall-runoff Prediction Based on Artificial Neural Network (A Case Study: Jarahi Watershed). *IDOSI Publication*, 5(6), 856–865.
- Vercellis, C. (2009). *Business Intelligence: Data Mining and Optimization for Decision Making*. Wiley.
- Winarso.(2002). *Pemikiran dan Praktek Perencanaan dalam Era Tranformasi di Indonesia*. Bandung: Departemen Teknik Planologi ITB.