

APLIKASI JARINGAN SYARAF TIRUAN MULTI LAYER PERCEPTRON PADA APLIKASI PRAKIRAAN CUACA

Joni Riadi⁽¹⁾ dan Nurmahaludin⁽¹⁾

⁽¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Banjarmasin

Ringkasan

Kebutuhan masyarakat terhadap informasi prakiraan cuaca suatu daerah menjadi penting bagi kehidupan sehari-hari. Salah satu metode untuk aplikasi prakiraan cuaca adalah dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan. Pada penelitian ini algoritma Backpropagation akan digunakan sebagai algoritma pelatihan jaringan syaraf tiruan pada aplikasi prakiraan temperatur dan kelembaban udara harian rata-rata. Jaringan syaraf tiruan yang akan diujikan mempunyai tiga buah neuron pada lapisan input, tiga neuron pada lapisan tersembunyi, dan satu output. Input yang digunakan adalah temperatur udara pada hari sebelumnya (h), ($h-1$) dan ($h-2$). Sedangkan output jaringan adalah temperatur dan kelembaban udara yang akan diramalkan hari berikutnya ($h+1$). Hasil pengujian menunjukkan model jaringan syaraf tiruan yang digunakan memberikan hasil yang cukup baik dengan rata-rata kesalahan prakiraan sebesar 1.61% pada prakiraan temperatur udara dan 4.94% untuk prakiraan kelembaban udara.

Kata Kunci : Jaringan Syaraf Tiruan, Backpropagation, Cuaca

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sejak pertama kali teori sel syaraf tiruan ditemukan pada tahun 1943, perkembangan penelitian sebagai langkah lanjut terhadap teori tersebut telah menghasilkan penemuan-penemuan baru dan sudah banyak digunakan dalam berbagai bidang. Hal ini disebabkan karena jaringan syaraf tiruan mempunyai karakteristik yang dimiliki oleh otak manusia yaitu kemampuan belajar dari pengalaman dan kemampuan melakukan generalisasi terhadap masukan baru. Walaupun demikian, kesulitan yang sering ditemui dalam membangun jaringan syaraf tiruan adalah pada pembuatan model jaringan untuk masalah yang akan diselesaikan.

Cuaca merupakan suatu kondisi udara di suatu tempat pada saat relatif singkat yang meliputi kondisi suhu, kelembaban, serta tekanan udara sebagai komponen utamanya. Kebutuhan masyarakat terhadap informasi cuaca yang cepat dan akurat menyebabkan berbagai metode prakiraan telah dikembangkan baik deterministik ataupun stokastik. Dalam penelitian ini jaringan syaraf tiruan digunakan sebagai salah satu metode untuk memperkirakan cuaca khususnya temperatur udara dan kelembaban udara harian rata-rata.

Tujuan

Tujuan dari penelitian adalah membuat model jaringan syaraf tiruan yang digunakan untuk aplikasi prakiraan cuaca serta menerapkan dan menganalisis penggunaan Backpropagation sebagai algoritma pelatihan jaringan.

2. LANDASAN TEORI

Tinjauan Pustaka

Prakiraan cuaca adalah penggunaan ilmu dan teknologi untuk memperkirakan keadaan atmosfer bumi di masa datang pada wilayah tertentu. Cukup banyak penelitian yang telah dilakukan dalam membuat model prakiraan cuaca dengan menggunakan beragam metode. Meilanitasari (2010) melakukan prediksi cuaca untuk menentukan kelayakan pelayaran menggunakan Logika Fuzzy. Sutikno (2010) melakukan prakiraan dengan membandingkan menggunakan metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Neural Network (NN), dan metode Adaptive Splines Threshold Autoregression (ASTAR).

Penelitian yang sering dilakukan dalam hubungannya dengan jaringan syaraf tiruan adalah penggunaan algoritma pelatihan dan struktur jaringan yang tepat sehingga mampu memberikan kinerja dan keluaran jaringan yang baik. Mohebi (2007) melakukan prakiraan dengan menggunakan algoritma pelatihan Scaled Conjugate Gradient.

Ernawati (2009) menggunakan Hopfield Neural Network dalam meramalkan cuaca. Sedangkan Kader (2009) membuat prakiraan dengan membandingkan jaringan Multi Layer Perceptron (MLP) dan Radial Basis Function (RBF).

Jaringan Syaraf Tiruan

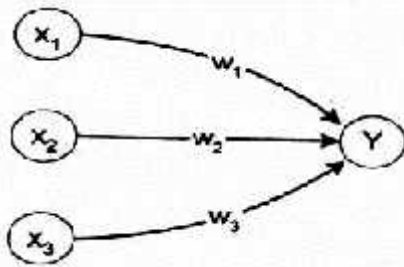
Pada dasarnya jaringan syaraf tiruan adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. Ja-

ringan syaraf tiruan dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi dengan asumsi bahwa:

- Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron)
- Sinyal dikirimkan di antara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung
- Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal
- Untuk menentukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi yang dikenakan pada jumlahan input yang diterima. Besarnya output ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang (*threshold*)

Jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh tiga hal (Siang, 2005):

- a. Pola hubungan antar neuron (disebut arsitektur jaringan)
- b. Metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode pelatihan)
- c. Fungsi aktivasi



Gambar 1. Pola dasar JST

Output Y menerima input dari neuron x_1 , x_2 dan x_3 dengan bobot hubungan masing-masing adalah w_1 , w_2 , dan w_3 . ketiga impuls neuron yang ada dijumlahkan $net = x_1w_1 + x_2w_2 + x_3w_3$

Besarnya impuls yang diterima oleh Y mengikuti fungsi aktivasi $Y = f(net)$. Jika nilai fungsi aktivasi cukup kuat, maka sinyal akan diteruskan. Nilai fungsi aktivasi juga dapat dipakai sebagai dasar untuk menentukan bobot.

Hingga kini terdapat lebih dari 20 model jaringan syaraf tiruan. Masing-masing model menggunakan arsitektur, fungsi aktivasi dan perhitungan yang berbeda-beda dalam prosesnya. Berdasarkan arsitekturnya, JST dikategorikan menjadi:

- a. Jaringan lapisan tunggal (*single layer network*)
Dalam jaringan ini sekumpulan input neuron dihubungkan langsung dengan sekumpulan outputnya.
- b. Jaringan lapisan jamak (*multi layer network*)
Jaringan lapisan jamak merupakan perluasan dari lapisan tunggal. Dalam jaringan ini, selain unit input dan output terdapat unit-unit lain yang disebut dengan lapisan tersembunyi.

Jaringan syaraf tiruan dengan lapisan tunggal memiliki keterbatasan dalam pengenalan pola. Kelemahan ini dapat ditanggulangi dengan menambahkan satu atau beberapa lapisan tersembunyi diantara lapisan masukan dan keluaran. Backpropagation melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa dengan pola yang dipakai selama pelatihan.

Backpropagation termasuk dalam algoritma belajar dengan supervisi dan mempunyai 3 fase pelatihan yaitu (Siang, 2005):

- Fase maju
Pola masukan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan.
- Fase mundur
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 di layar keluaran.
- Modifikasi bobot, untuk menurunkan kesalahan yang terjadi

Cuaca dan Iklim

Cuaca dan iklim merupakan dua kondisi yang hampir sama tetapi berbeda pengertian khususnya terhadap kurun waktu. Cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu di wilayah tertentu yang relatif sempit dan pada jangka waktu yang singkat. Di Indonesia keadaan cuaca selalu diumumkan untuk jangka waktu sekitar 24 jam melalui prakiraan cuaca yang dikembangkan Badan Meteorologi & Geofisika (BMG).

Iklim adalah keadaan cuaca dalam wilayah yang luas dengan jangka waktu lama (± 30 tahun). Rotasi bumi menyebabkan tiap tempat mengalami perubahan cuaca dengan siklus waktu 24 jam, sedangkan revolusi bumi mengakibatkan perubahan cuaca dan iklim secara teratur dan pola musim dalam jangka waktu setahun.

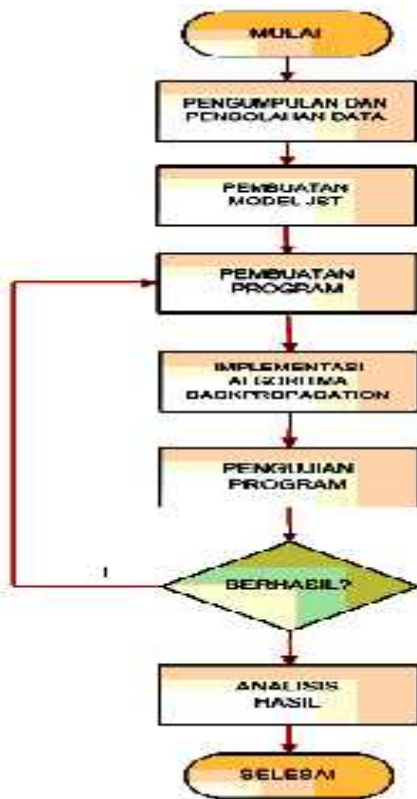
Terdapat beberapa unsur yang mempengaruhi cuaca dan iklim, yaitu suhu udara, tekanan udara, kelembaban udara dan curah hujan (Sarjani, 1998).

- a. Suhu atau Temperatur Udara
Suhu udara adalah keadaan panas atau dinginnya udara.
- b. Tekanan Udara
Tekanan udara adalah suatu gaya yang timbul akibat adanya berat dari lapisan udara. Besarnya tekanan udara di setiap tempat pada suatu saat berubah-ubah.
- c. Angin

- Angin adalah udara yang bergerak dari daerah bertekanan udara tinggi ke daerah bertekanan udara rendah.
- d. Kelembaban Udara
Kelembaban udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam massa udara pada saat dan tempat tertentu.
 - e. Curah Hujan
Curah hujan adalah jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir metodologi penelitian ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, dilakukan pengumpulan dan pengolahan data. Data yang diperlukan adalah data temperatur udara dan kelembaban udara harian rata-rata. Data kemudian dibagi menjadi data pelatihan dan data pengujian.

Pelatihan dengan Backpropagation secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Membangun jaringan.
Struktur jaringan yang digunakan adalah multi layer perceptron
- b. Inisialisasi bobot awal untuk proses pelatihan. Bobot awal ditentukan secara random (acak)

- c. Menentukan parameter jaringan
Parameter yang ditentukan antara lain error minimum, jumlah epoch maksimum, dan laju pembelajaran. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah sigmoid biner, sedangkan kriteria error adalah *mean square error* (MSE)
- d. Untuk tiap epoch dilakukan propagasi maju. Error yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan error minimum yang ditetapkan
- e. Jika error lebih besar dari error minimum, maka dilakukan perambatan balik,
- f. Modifikasi bobot
Besarnya perubahan bobot ditentukan oleh besaran laju pembelajaran
- g. Jika kriteria penghentian telah tercapai, yaitu jumlah epoch maksimum atau error minimum terpenuhi, maka diperoleh bobot akhir
- h. Bobot akhir digunakan dalam proses pengujian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Model Jaringan

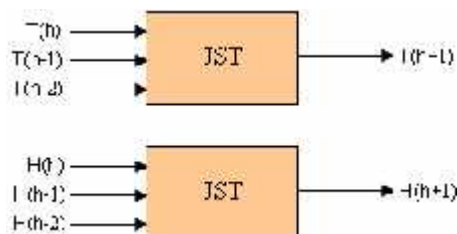
Sebelum melakukan proses prakiraan, terlebih dahulu dilakukan penyusunan model jaringan.

a. Input dan Output Jaringan

Pada peramalan dengan *time series*, perlu adanya data historis dari variabel yang akan diramalkan yaitu data temperatur udara pada hari-hari sebelumnya. Pada penelitian ini model jaringan menggunakan tiga buah input yaitu $T(h)$, $T(h-1)$, $T(h-2)$ dan output $T(h+1)$ untuk prakiraan temperatur udara harian rata-rata. Sedangkan pada prakiraan kelembaban udara, menggunakan input $H(h)$, $H(h-1)$, $H(h-2)$ dan output $H(h+1)$ seperti tampak pada gambar 3. Variabel T adalah temperatur udara dan variabel H adalah kelembaban udara (*humidity*).

b. Jumlah Lapisan

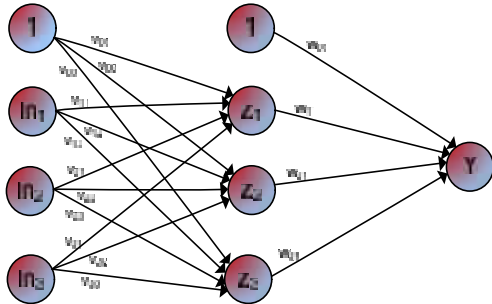
Jaringan feedforward multilayer perceptron umumnya dibangun dengan tiga lapisan, yaitu lapisan input, lapisan tersembunyi, dan lapisan output. Pada penelitian ini digunakan sebuah lapisan tersembunyi karena umumnya jaringan dengan sebuah lapisan tersembunyi sudah cukup untuk dapat memetakan antara input dan target dengan tingkat ketelitian yang ditentukan.



Gambar 3. Model Jaringan Yang Digunakan

c. Jumlah Neuron

Jumlah neuron pada lapisan input ditentukan berdasarkan jumlah input yang digunakan pada jaringan. Jika model yang digunakan mempunyai tiga input dan satu output, maka jumlah neuron pada lapisan input dan output masing-masing adalah tiga dan satu. Pada lapisan tersembunyi tidak ada ketentuan dalam penentuan jumlah neuron. Pada penelitian ini digunakan tiga buah neuron pada lapisan tersembunyi.



Gambar 4. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

d. Fungsi Aktivasi

Pemilihan fungsi aktivasi didasarkan pada algoritma pelatihan yang digunakan dan jenis output yang dihasilkan. Jika algoritma pelatihan yang digunakan adalah algoritma yang berbasis gradien seperti Backpropagation, maka dipilih fungsi aktivasi yang mudah didiferensialkan seperti fungsi sigmoid. Pada penelitian ini digunakan fungsi aktivasi sigmoid biner.

e. Data

Data dibagi menjadi data untuk pelatihan dan data untuk pengujian. Sebelum digunakan, dilakukan proses normalisasi terlebih dahulu agar hasil perhitungan fungsi sigmoidnya tidak jatuh dalam daerah saturasi.

f. Parameter Jaringan

Parameter-parameter yang perlu ditetapkan adalah maksimum epoch, target error, laju pembelajaran, jumlah epoch tiap langkah.

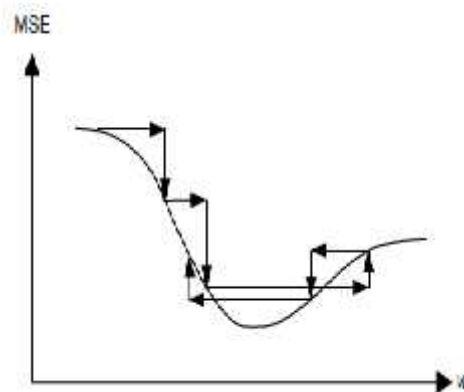
- maksimum epoch = 500
- target error (MSE) = $1e-2$
- laju Pembelajaran = 0.01
- jumlah epoch tiap langkah = 100

g. Inisialisasi Bobot Awal

Pemilihan bobot awal akan mempengaruhi jaringan dalam mencapai nilai minimum lokal atau global serta kecepatan konvergensinya. Nilai bobot awal tidak boleh terlalu besar karena menyebabkan jaringan syaraf tiruan mengalami saturasi prematur, yaitu terjebak dalam daerah saturasi pada saat baru mulai proses belajar. Bobot awal juga tidak boleh terlalu kecil, karena proses pelatihan menjadi sangat lambat.

h. Laju Pembelajaran

Pada algoritma Backpropagation, laju pembelajaran akan berpengaruh terhadap kecepatan konvergensi. Pemilihan laju pembelajaran biasanya dilakukan secara *trial and error*. Jika laju pembelajaran terlalu besar akan mengakibatkan algoritma menjadi tidak stabil seperti ditunjukkan dalam Gambar 5. Sebaliknya, jika laju pembelajaran terlalu kecil, algoritma akan konvergen dalam waktu yang lebih lama. Meskipun begitu, laju pembelajaran yang rendah akan mempunyai *step size* yang kecil sehingga lebih menjamin hasil pencarian yang optimum. Pada penelitian ini digunakan laju pembelajaran sebesar 0.01.



Gambar 5. Pengaruh Laju Pembelajaran Yang Tinggi (Samarasinghe, 2007)

Prakiraan Temperatur Udara Harian Rata-Rata

a. Proses Pelatihan

Bobot awal ditentukan secara acak sehingga untuk parameter jaringan yang sama dapat memperoleh hasil yang berbeda. Hasil penetapan bobot awal adalah sebagai berikut:

- BobotAwal_Input =

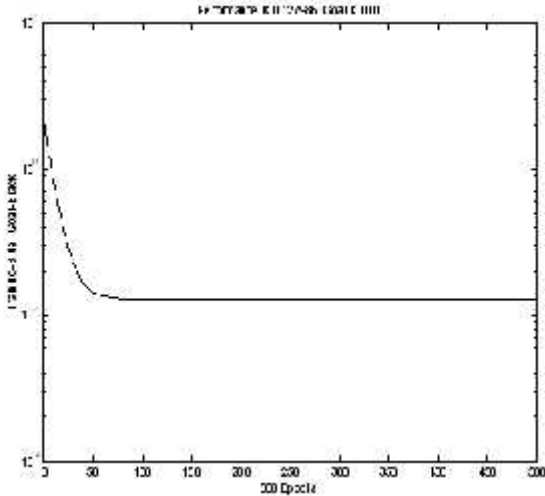
-2.725	0.813	2.866
1.199	2.474	2.957
-2.803	2.875	-0.423
- BobotAwal_Bias_Input =

4.038
0
-4.038
- BobotAwal_Lapisan =

0.268	0.606	-0.832
-------	-------	--------
- BobotAwal_Bias_Lapisan =

0.890

Pelatihan dimulai dari penginputan data yang terdiri dari data (h-2), (h-1), (h) dan target (h+1). Data input adalah data cuaca harian selama 3 hari terakhir, sedangkan data target adalah cuaca yang menjadi prakiraan esok harinya. Kemudian dilakukan pembentukan jaringan untuk mensimulasikan data-data tersebut. Hasil dari proses pelatihan dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Proses Pelatihan Jaringan Pada Prakiraan T

Bobot akhir diperoleh setelah pengoperasian semua data input. Nilai bobot ini akan terus diperbaiki selama pelatihan berlangsung.

BobotAkhir_Input =

-2.725 0.811 2.866
1.194 2.479 2.956
-2.799 2.870 -0.425

BobotAkhir_Bias_Input =

4.038
-0.040
-4.037

BobotAkhir_Lapisan =

-0.315 0.308 -0.824

BobotAkhir_Bias_Lapisan =

0.287

b. Proses Pengujian

Proses pengujian dilakukan terhadap data baru menggunakan bobot akhir yang diperoleh pada proses pelatihan. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 1, dimana kesalahan yang dihasilkan adalah relatif kecil dengan rata-rata kesalahan sebesar 0.45 °C atau sebesar 1.61 %.

Prakiraan Kelembaban Udara Harian Rata-Rata

a. Proses Pelatihan

Inialisasi bobot awal proses pelatihan jaringan pada prakiraan kelembaban udara adalah sebagai berikut:

BobotAwal_Input =

-2.703 2.267 1.964
-3.803 -0.859 -1.048
-2.957 1.834 2.048

BobotAwal_Bias_Input =

4.038
0
-4.038

BobotAwal_Lapisan =

-0.324 -0.605 0.020

BobotAwal_Bias_Lapisan =
-0.580

Tabel 1. Output Pengujian Pada Prakiraan Temperatur Udara Harian Rata-Rata

Data Target (°C)	Output Jaringan (°C)	Kesalahan (°C)
27.4	27.133	0.243
26.1	27.193	1.093
26.7	27.051	-0.351
27.1	27.009	0.091
27.6	26.886	0.713
27.7	27.124	0.573
28.1	27.222	0.877
27.6	27.287	0.312
26.6	27.256	-0.656
27.1	27.199	-0.099
26.9	27.152	-0.252
26.2	27.013	-0.813
25.9	26.987	-1.087
25.5	26.809	-1.309
26.1	26.590	-0.490
27.6	26.594	1.005
27.8	26.804	0.993
26.7	27.121	0.421
25.8	27.163	-1.363
25.5	27.046	-1.546
25.5	26.664	-1.164
25.6	26.532	-0.932
25.4	26.522	-1.122
24.8	26.381	-1.581
25.7	26.476	-0.776
25.2	26.551	-1.351
25.8	26.454	-0.654
27.2	26.543	0.656
25.2	26.702	-1.502
27.3	26.453	0.846
26.7	26.879	-0.179

Bobot akhir yang dihasilkan setelah proses pelatihan adalah :

BobotAkhir_Input =

-2.704 2.267 1.964
-3.809 -0.868 -1.053
-2.957 1.834 2.048

BobotAkhir_Bias_Input =

4.037
-0.064
-4.037

BobotAkhir_Lapisan =

0.250 -0.453 0.040

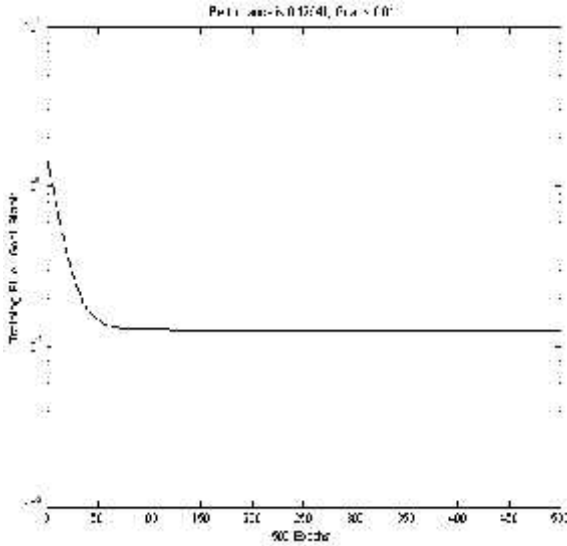
BobotAkhir_Bias_Lapisan =

0.010

Grafik dari proses pelatihan ditunjukkan pada gambar 7.

b. Proses Pengujian

Proses pengujian dilakukan terhadap data baru menggunakan bobot akhir yang diperoleh pada proses pelatihan. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 2, dimana rata-rata kesalahan yang dihasilkan sebesar 4,94%.



Gambar 7. Proses Pelatihan Jaringan Pada Prakiraan H

Tabel 2. Proses Pengujian Pada Prakiraan Kelembaban Udara Harian Rata-Rata

Data Target	Output Jaringan	Kesalahan
82	81.313	0.687
86	82.185	3.814
82	83.654	1.654
83	82.946	0.053
92	83.420	8.579
85	84.969	0.030
84	84.560	-0.560
90	84.555	5.444
88	85.073	2.926
92	85.059	6.940
91	85.456	5.543
90	85.456	4.543
88	85.476	2.524
94	85.317	8.682
95	85.489	9.510
96	85.533	10.446
94	85.616	8.383
91	85.629	5.370
94	85.604	8.395
85	85.579	-0.579
95	85.144	9.855
97	85.507	11.492
89	85.525	3.474
86	85.603	0.396
93	85.327	7.672
93	85.416	7.583
86	85.493	0.506
84	85.303	-1.303
91	84.691	6.308
91	85.180	5.810
87	85.346	1.653

5. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil pengujian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Jaringan syaraf tiruan yang dibangun dapat digunakan untuk prakiraan temperatur dan kelembaban udara harian rata-rata dengan hasil yang cukup baik, dengan rata-rata kesalahan prakiraan sebesar 1.61% pada pra-

kiraan temperatur dan 4.94% untuk prakiraan kelembaban udara.

2. Arsitektur jaringan yang digunakan adalah 3-3-1, yaitu terdapat tiga buah neuron pada lapisan input, tiga neuron pada lapisan tersembunyi, dan ada sebuah output. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah sigmoid biner.
3. Input pada penelitian ini adalah data temperatur dan kelembaban udara tiga hari sebelumnya, (h), (h-1), dan (h-2) dengan output cuaca yang akan diramalkan keesokan harinya (h+1).

Saran

1. Untuk meningkatkan akurasi prakiraan, dapat ditambahkan variabel cuaca lainnya sebagai input seperti curah hujan dan lama penyinaran matahari
2. Algoritma belajar yang digunakan pada penelitian ini adalah Backpropagation. Untuk pengembangan berikutnya dapat digunakan algoritma lainnya dalam upaya mendapatkan hasil yang lebih baik

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Fausett, L., 1994, *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications*, Prentice Hall Inc, USA
2. Sarjani, 1998, Cuaca dan Iklim, <http://elcom.umy.ac.id>
3. Kusumadewi, S, 2004, *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan MATLAB & EXCEL LINK*, Graha Ilmu, Yogyakarta
4. Siang, J., 2005, *Jaringan Syaraf Tiruan: Pemrograman Menggunakan MATLAB*, Andi, Yogyakarta
5. Mohebi, Z., Hayati, M. 2007, *Application of Artificial Neural Networks for Temperatur Forecasting*. World Academy of Science, Engineering and Technology
6. Ernawati, S., 2009, *Aplikasi Hopfield Neural Network Untuk Prakiraan Cuaca*
7. Kader, A. 2009. *Neural Network Training Based on Differential Evolution Algorithm Compared with Other Architectures for Weather Forecasting*, International Journal of Computer and Network
8. Zakir, A., *Prakiraan Jangka Pendek*, <http://bmg.go.id>
9. Sutikno, dkk., 2010, *Prakiraan Cuaca Dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average, Neural Network dan Adaptive Splines Threshold Auto Regression di Stasiun Juanda Surabaya*. Surabaya