PREDIKSI PARAMETER CUACA EKSTRIM DI KOTA SURABAYA DENGAN METODE *BACKPROPAGATION*

SKRIPSI

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh
NUGROHO WAHYU WIDAYAT
H72215038

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA

2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	:	NUGROHO WAHYU WIDAYAT
NIM	:	H72215038
Program Studi	:	Matematika
Angkatan	:	2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul " PREDIKSI PARAMETER CUACA EKSTRIM DI KOTA SURABAYA DENGAN METODE *BACKPROPAGATION* ". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 05 Maret 2020

Yang menyatakan,

NUGROHO WAHYU WIDAYAT

NIM. H72215038

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama	:	NUGROHO WAHYU WIDAYAT
NIM	:	H72215038
Judul Skripsi	:	PREDIKSI PARAMETER CUACA EKSTRIM DI KOTA SURABAYA DENGAN METODE *BACKPROPAGATION*

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 05 Maret 2020

Pembimbing

Nurissaidah Ulinnuha, M.Kom

NIP. 199011022014032004

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama	:	NUGROHO WAHYU WIDAYAT
NIM	:	H72215038
Judul Skripsi	:	PREDIKSI PARAMETER CUACA EKSTRIM DI KOTA SURABAYA DENGAN METODE *BACKPROPAGATION*

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada
tanggal 10 Maret 2020

Mengesahkan, Tim
Penguji

Penguji I

Nurissaidah Ulinnuha, M.Kom
NIP. 199011022014032004

Penguji II

Yuniar Farida, M.T
NIP. 197905272014032002

Penguji III

Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Penguji IV

Wika Dianita Utami, M.Sc
NIP. 199206101018012003

Mengetahui,
Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag
NIP. 197312272005012003

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : NUGROHO WAHYU WIDAYAT
NIM : H72216038
Fakultas/Jurusan : SAINTEK/MATEMATIKA
E-mail address : nugrohow7@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
■ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (……)
yang berjudul :
PREDIKSI PARAMETER CUACA EKSTRIM DI KOTA SURABAYA
DENGAN METODE BACKPROPAGATION

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 28 Juli 2020

Penulis

(Nugroho Wahyu Widayat)

ABSTRAK

PREDIKSI PARAMETER CUACA EKSTRIM DI KOTA SURABAYA

DENGAN METODE *BACKPROPAGATION*

Kondisi cuaca merupakan hal penting untuk dipelajari, karena kondisi cuaca di suatu daerah menentukan kegiatan aktivitas manusia sehari-hari. Wilayah di Indonesia memiliki karakteristik yang berbeda-beda antar daerah. Hal ini menyebabkan terjadinya ketidakseragamannya antara cuaca di daerah yang dengan lainnya. Salah satunya, Kota Surabaya yang merupakan Ibu Kota Jawa Timur. Kota ini kerap kali mengalami cuaca ekstrim dalam musim hujan maupun musim panas berkepanjangan. Untuk mengetahui cuaca ekstrim dibutuhkan beberapa parameter meteorologi sebagai variabel-variabel pendukung, antara lain: kecepatan angin, suhu, kelembapan dan curah hujan. Hasil prediksi parameter cuaca ekstrim pada penelitian ini didapatkan bahwa parameter curah hujan dengan MAPE yang buruk sebesar 154,0179% dan akurasi -54,0179%. Sedangkan parameter lainnya seperti kecepatan angin mendapatkan perolehan MAPE dengan kemampuan prediksi cukup sebesar 32,1304% dan akurasi 67,8696%, begitupun suhu dan kelembapan mendapatkan hasil MAPE yang sangat baik dengan masing-masing nilai sebesar 3,1133% dan 0,09% dengan masing - masing akurasi 96,8869% dan 99,91%.

Kata kunci: cuaca ekstrim, backpropagation, MAPE

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

PREDICTION OF EXTREME WEATHER PARAMETERS IN SURABAYA CITY WITH BACKPROPAGATION METHOD

Weather conditions are important to learn, because the weather determine of daily human activities. Regions in Indonesia have different characteristics between regions. This causes the occurrence of non-uniformity between the weather in other areas. One of them, Surabaya City which is the Capital of East Java. The city often experiences extreme weather in the rainy season or prolonged summer. To find out extreme weather, several meteorological parameters are needed as supporting variables, including: wind speed, temperature, humidity and rainfall. The predicted results of extreme weather parameters in this study found that the rainfall parameters with poor MAPE were 154.0179% and accuracy was -54.0179%. While other parameters such as wind speed get MAPE acquisition with sufficient prediction capability of 32.1304% and accuracy of 67.8696%, as well as temperature and humidity get very good MAPE results with each value of 3.1133 % and 0 .09% with accuracy of 96.8869% and 99.91% respectively.

Keywords: extreme weather, backpropagation, MAPE

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL . . . . . **i**
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN . . . . . **ii**
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING . . . . . **iii**
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI . . . . . **iv**
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI . . . . . **v**
ABSTRAK . . . . . **vi**
ABSTRACT . . . . . **vii**
DAFTAR ISI **1**
DAFTAR TABEL **3**
DAFTAR GAMBAR **4**
DAFTAR LAMBANG **5**
I PENDAHULUAN **6**
1.1. Latar Belakang Masalah 6
1.2. Rumusan Masalah 11
1.3. Tujuan Penelitian 12
1.4. Manfaat Penelitian 12
1.5. Batasan Masalah 12
1.6. Sistematika Penulisan 13
II TINJAUAN PUSTAKA **14**
2.1. Cuaca Ekstrim 14
2.2. Curah Hujan 16
2.3. Suhu 18
2.4. Angin 18
2.5. Prediksi atau *Forecasting* 19
2.6. *Time Series* 21
2.7. Normalisasi dan Denormalisasi 22
2.8. *Backpropagation* 23

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.9. *Mean Squared Error* 31
2.10. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 31
III METODE PENELITIAN 33
3.1. Jenis Penelitian 33
3.2. Data Penelitian 33
3.3. Identifikasi Variabel 34
3.4. Pengolahan Data 36
3.5. Prediksi dengan *Backpropagation* 36
3.6. Denormalisasi Data 37
3.7. Skema Penelitian 38
IV HASIL DAN PEMBAHASAN 39
4.1. Hasil dan Pembahasan Persiapan Data 39
4.2. Hasil dan Pembahasan Pembentukan Jaringan *Backpropagation* . . 43
4.2.1. Perhitungan manual *backpropagation* 44
4.2.2. Hasil Pemrograman 48
4.2.3. Denormalisasi 50
4.2.4. Perhitungan Kesalahan 52
4.2.5. Percobaan Prediksi 60
V PENUTUP 63
5.1. Kesimpulan 63
5.2. Saran 65
DAFTAR PUSTAKA 66
A 69

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

2.1 Keterangan Akurasi MAPE 32

3.1 Skema Penelitian Prediksi Parameter 38

4.2 Hasil Normalisasi pada Sampel Setiap Parameter 41

4.3 Model *Time Series* Setiap Parameter 42

4.4 Hasil *Time Series* dari Data Normalisasi Parameter Kecepatan Angin 43

4.5 Bobot dari *Input Layer* ke *Hidden Layer* 44

4.6 Bobot dari *Hidden Layer* ke *Output Layer* 44

4.7 Hasil Dari Prediksi Setiap Parameter 48

4.9 Hasil Denormalisasi pada Sampel Setiap Parameter 52

4.10 Hasil MAPE dan Akurasi dari Prediksi Parameter Curah Hujan . . . 53

4.11 Hasil MAPE dan Akurasi dari Prediksi Parameter Kecepatan Angin 54

4.12 Hasil MAPE dan Akurasi dari Prediksi Parameter Suhu 56

4.13 Hasil MAPE dan Akurasi dari Prediksi Parameter Kelembapan . . . 58

4.14 Hasil Prediksi Setiap Parameter 61

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

2.1 *Single Layer* 24
2.2 *Multi Layer* 24

3.1 *Flowchart* Proses Penelitian 34
3.2 Tampilan Data Windwaves-05 dari BMKG 35
3.3 Arsitektur *Backpropagation* Prediksi Parameter 37

4.1 Plot Prediksi Curah Hujan 54
4.2 Plot Prediksi Kecepatan Angin 56
4.3 Plot Prediksi Suhu 58
4.4 Plot Prediksi Kelembapan 60

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR LAMBANG

$\sum_{i=1}^{n} a_i$: penjumlahan $a_1 + a_2 + \cdots + a_n$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Dalam kehidupan manusia sehari-hari, cuaca merupakan unsur geografis paling berpengaruh dalam aktivitas keseharian manusia (Masruroh,L., 2013). Dampak perubahan cuaca ekstrim merupakan salah satu bagian permasalahan paling serius bagi kehidupan sehari-hari manusia. Kejadian cuaca ekstrim lebih sering terjadi dan meningkat intensitasnya dimulai pada abad ke-21. Berbagai masalah yang ditimbulkan akibat cuaca ekstrim yaitu wabah penyakit, gangguan kesehatan, ombak tinggi, petani yang gagal panen dan berbagai masalah sosial lainnya (Maslakah, F. A., 2015). Sejak berkembangnya industri di dunia, terjadi peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer yang diakibatkan oleh aktivitas antropogenik. Hal ini menyebabkan pemanasan global yang mendorong terjadinya perubahan cuaca. Perubahan cuaca dapat dikatakan saat kondisi cuaca mengalami perubahan jangka panjang pada rata-rata atau variabilitas setiap parameter. Perubahan ini yang memicu variabelitas parameter seperti durasi, frekuensi, cakupan luas area dan juga intensitas terjadinya kejadian cuaca ekstrim berubah dan meningkat (Wirjohamidjojo & Swarinoto, 2013). Kejadian cuaca ekstrim dikarenakan oleh variabilitas dalam sistem cuaca tidak stabil atau suatu nilai dari variabel cuaca bernilai dari batasan nilai ambang kisaran rata-rata nilai variabel pada umumnya (Pertiwi,B.D., 2018).

Kondisi cuaca menjadi hal penting untuk dipelajari. Karena kondisi cuaca

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

di suatu daerah menentukan kegiatan aktivitas manusia sehari-hari. Sebagai contoh, informasi cuaca menjadi acuan untuk bidang ekonomi suatu daerah seperti, pertanian, transportasi, dan pariwisata (Darlan et al., 2008). Pada umumnya cuaca dipengaruhi pada beberapa faktor yaitu suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan curah hujan. Hal ini menandakan bahwa perlunya dari berbagai pihak yang membutuhkan informasi kondisi cuaca yang lebih akurat, cepat dan lengkap (Yuniar, Rahadi, & Onny, 2013).

Terdapat beberapa kategori kejadian yang dapat disebut ekstrim, antara lain partikel hujan turun yang ekstrim, baik hujan dalam bentuk air atau es. Adapula contoh kejadian cuaca ekstrim yaitu kekeringan, yang ditimbulkan karena tidak adanya hujan akibat tingginya penguapan dari tanah dipengaruhi temperatur tinggi (Tim Redaksi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2017). Beberapa tahun belakangan ini telah diamati adanya perubahan pada variabel cuaca ekstrim secara global. Dibuat pengembangan penelitian untuk melakukan analisa terhadap kejadian cuaca ekstrim, akibat adanya peningkatan kejadian cuaca ekstrim. *Expert Team for Climate Change Detection Monitoring and Indices* (ETCCDMI) memfasilitasi 27 indeks untuk penentuan cuaca ekstrim berdasarkan data harian cuaca meteorologi seperti, curah hujan dan temperatur. Beberapa kajian mengenai penentuan cuaca ekstrim di berbagai bumi yang telah dilakukan sebelumnya. Studi yang dilakukan terhadap indikator cuaca ekstrim di kota New York tahun 1948-2008 menunjukkan bahwa mengalami peningkatan curah hujan sebesar ≥ 1 mm dan jumlah intensitas hujan dalam setiap harinya. Kajian lain mengenai isu perubahan indeks-indeks cuaca ekstrim dilakukan juga di Indonesia, tepatnya di Juanda Surabaya, dengan pembahasan pada cuaca angin kencang pada landasan bandar udara (Wardani,I.K., 2008). Indonesia termasuk dalam beberapa negara

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kepulauan terbesar di dunia, dimana wilayahnya didominasi oleh lautan sekitar 70% dari jumlah keseluruhan dan disebut sebagai negara maritim. Oleh karena itu interaksi antara lautan dan atmosfer sangat berpengaruh dalam perubahan cuaca di Indonesia. Berdasarkan letak geografisnya, Indonesia berada di garis khatulistiwa, mengakibatkan Indonesia mendapatkan penyinaran matahari sepanjang musim, yang mengakibatkan Indonesia hanya memiliki dua musim, yaitu musim hujan dan kemarau (Andrian, Y. & Ningsih, E., 2012). Normalnya pada bulan Juni, Juli dan Agustus terjadi puncak musim kemarau, sedangkan puncak musim hujan umumnya terjadi pada bulan Desember, Januari dan Februari. Sebagai negara kepulauan, Indonesia merupakan negara tropis yang sangat rentang terhadap dampak dari cuaca ekstrim. Jika dilihat dari dampak yang ditimbulkan maka kajian cuaca ekstrim perlu dikembangkan di Indonesia. Pengetahuan yang baik perihal cuaca, terutama kejadian cuaca ekstrim sangat berguna bagi petani dan beberapa pekerja ekonomi agar dapat dimaksimalkan dan dapat meminimalkan kerugian (Darlan et al., 2008).

Wilayah di Indonesia memiliki karakteristik yang berbeda-beda antar daerah, hal ini menyebabkan terjadinya ketidakseragamannya antara cuaca di daerah yang dengan lainnya (Charolydya & Alfahmi,2015). Kota Surabaya merupakan Ibu Kota atau Pusat Kota Provinsi Jawa Timur, secara geografis terletak pada $07°09'00" - 07°21'00" LS$ dan $112°36' - 112°54" BT$. Surabaya memiliki wilayah yang meliputi daratan dengan luas $350,54 km^2$ dan luas lautan sebesar $190,39 km^2$ (Megalina, Y.,2014). Pada saat musim pancaroba tiba wilayah kota Surabaya akan terjadi masa transisi dari musim kemarau panjang ke musim hujan, umumnya menyebabkan kondisi cuaca yang sangat tidak stabil. Belakangan ini sangat sering terjadi penyimpangan pola-pola cuaca yang tidak biasanya, atau

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dapat dikatakan ekstrim, dengan frekuensi yang cenderung bertambah. Cuaca ekstrim yang biasa terjadi, seperti: angin kencang, suhu udara yang melewati ambang batas normalnya, ditambah dengan periodenya yang singkat kadang disertai dengan angin puting beliung dan curah hujan dengan intensitas tinggi atau disebut hujan ekstrim yang dapat mengakibatkan terjadinya banjir dan longsor (Putra et al, 2016). Menurut Dewantara (2012), cuaca merupakan sebuah proses fenomena di atmosfer yang keberadaannya sangat penting dalam berbagai aktivitas kehidupan. Perhatian mengenai informasi cuaca semakin meningkat seiring dengan meningkatnya fenomena alam yang tidak lazim terjadi atau biasa disebut dengan cuaca ekstrim yang sulit untuk dikendalikan dan dimodifikasi (Mirawati, Yasin, & Rusgiyono, 2013). Cuaca ekstrim dapat mengancam manusia dan mengakibatkan kerugian harta benda bahkan korban jiwa. Dikatakan cuaca ekstrim apabila terjadinya fenomena kondisi cuaca di atas normal di suatu wilayah tertentu dengan skala jangka pendek, misalnya suhu rata-rata $34°C$, kemudian suhu menjadi $35 - 40°C$, curah hujan yang melebihi $100mm$, angin dengan kecepatan > 34 knot (Darlan et al., 2008).

Cuaca ekstrim yang akan terjadi tidak dapat ditentukan secara pasti, namun dapat diperkirakan. Memprediksikan cuaca ekstrim dibutuhkan beberapa parameter meteorologi. Parameter yang dibutuhkan untuk prediksi cuaca ekstrim antara lain, curah hujan, kecepatan angin, suhu dan kelembapan. Dengan menggunakan data historis parameter tersebut beberapa waktu yang lalu, maka dapat diprediksi berapa besarnya peluang terjadinya cuaca ekstrim pada masa mendatang (Handayani & Adri, 2015). Banyak cara yang dapat dilakukan untuk memprediksi beberapa parameter keekstriman cuaca di suatu tempat, salah satunya adalah menggunakan metode jaringan syaraf tiruan. Jaringan saraf tiruan telah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dikenal cukup handal selama beberapa tahun terakhir dalam pemecahan masalah (Oktaviani & Afdal, 2013). Jaringan saraf tiruan menyediakan metodologi yang sangat handal dalam pemecahan masalah non-linier. Jaringan saraf tiruan terinspirasi oleh otak manusia, dimana neuron saling terhubung satu dengan lainnya melalui suatu jaringan (Putra et al, 2016). Algoritma ini bekerja berdasarkan pola data masa lalu dan juga melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan (Handayani & Adri, 2015). Pada jaringan syaraf tiruan terdapat metode *backpropagation*, dimana metode ini memiliki kinerja yang baik.

Penelitian untuk prediksi parameter cuaca ekstrim menggunakan *backpropagation* sudah pernah dilakukan sebelumnya. Diantaranya ialah penelitian yang dilakukan oleh Yeni Megalina, pada penelitian tersebut menggunakan metode *backpropagation* dengan arsitektur jaringan 3 *hidden layer* dan 24 *input* beserta 12 *output*, dan berhasil digunakan sebagai suatu sistem peringatan dini terhadap potensi terjadinya cuaca ekstrim berdasarkan beberapa parameter meteorologi. Penelitian kedua dilakukan oleh Nadya Amalia dengan tujuan untuk memprediksi banyaknya korban jiwa di Amerika Serikat berdasarkan lebar tornado per mil dan panjang tornado per yards dengan menggunakan model *backpropagation* yang terdiri dari dua lapisan neuron, menghasilkan nilai MAPE sebesar 3,0536762%. Penelitian ketiga dilakukan oleh Lestari H. dan Muhammad Adri penelitiannya yang mengambil studi kasus di Kota Pekanbaru. Pada penelitian ini menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid biner* (*logsig*) dan *sigmoid bipolar* (*tansig*) dengan menggunakan parameter *epoch* 1000, *learning rate* 0.01 dan *error* sebesar 0.001. Hasil akurasi yang diperoleh sebesar 96%.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dijelaskan dapat diamati

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bahwa hasil *error* yang diperoleh kecil dan akurasi yang didapatkan sangat baik. Oleh karena itu, metode *backpropagation* ini cocok digunakan untuk peramalan. Peramalan menggunakan jaringan syaraf tiruan dapat dilakukan karena kemampuannya yang dapat mengingat pola di masa lampau dan membuat generalisasi dari yang sudah ada sebelumnya (JJ. Siang., 2005). Berdasarkan sistem keunggulan dari metode tersebut, maka dalam penelitian ini penulis menggunakan metode *backpropagation* dalam memprediksi parameter cuaca ekstrim yang diharapkan dapat menghasilkan hasil peramalan yang baik. Dimana pada penelitian ini penulis mencoba memprediksi parameter cuaca ekstrim di Kota Surabaya dengan metode *backpropagation* dengan menggunakan data curah hujan, suhu, kecepatan angin, dan kelembapan dimulai dari tanggal 01 Januari - 31 Agustus 2019. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah *hidden layer*, besar nilai *learning rate* dan *error target* yang tepat untuk digunakan dalam memprediksi parameter cuaca ekstrim di Kota Surabaya sehingga menghasilkan akurasi yang baik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis ingin memaparkan beberapa rumusan masalah yang diteliti sebagai berikut:

1. Bagaimana arsitektur jaringan terbaik dengan *backpropagation* dalam melakukan prediksi parameter cuaca ekstrim?
2. Bagaimana hasil akurasi dalam melakukan prediksi parameter cuaca ekstrim menggunakan algoritma *backpropagation*?
3. Bagaimana hasil prediksi menggunakan arsitektur jaringan terbaik yang telah didapat untuk peramalan di masa mendatang?

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.3. Tujuan Penelitian

Melihat dari beberapa rumusan masalah di atas, maka peneliti memiliki beberapa tujuan dalam penulisan sebagai berikut:

1. Mengetahui arsitektur jaringan terbaik pada prediksi parameter cuaca ekstrim menggunakan algoritma tersebut.
2. Mengetahui hasil akurasi dalam melakukan prediksi parameter cuaca ekstrim di Kota Surabaya menggunakan algoritma *backpropagation*.
3. Mengetahui hasil prediksi menggunakan arsitektur jaringan terbaik yang telah didapat untuk peramalan di masa mendatang.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa dan Peneliti Lainnya

   Menambah pengetahuan tentang prediksi parameter cuaca ekstrim menggunakan beberapa parameter meteorologi dengan metode *backpropagation*.

2. Bagi Masyarakat

   Meningkatkan kewaspadaan masyarakat ketika akan terjadinya cuaca ekstrim

3. Bagi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

   Memberikan rancangan model terbaik prediksi parameter cuaca ekstrim dengan bantuan metode *backpropagation*.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk melakukan prediksi parameter cuaca ekstrim di Kota Surabaya dan sekitarnya. Prediksi yang dilakukan dengan menggunakan beberapa data meteorologi, seperti curah hujan, suhu, kelembapan dan kecepatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

angin. Prediksi yang dilakukan dengan menggunakan data dari tanggal 1 Januari - 31 Agustus 2019.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penyusunan yang digunakan pada penulisan laporan skripsi ini sebagai berikut:

1. BAB I : PENDAHULUAN Bab ini menjelakan bagaimana alasan penulis mengambil judul Prediksi Parameter Cuaca Ekstrim di Kota surabaya dengan Metode *Backpropagation*, merumuskan masalah dan menjelaskan manfaat penulisan hasil penelitian yang telah dkerjakan.
2. BAB II : DASAR TEORI Bab ini berisikan teori-teori yang digunakan dalam mendukung penyelesaian penelitian. Teori-teori yang pernah digunakan pada penelitian sebelumnya dapat digunakan untuk mendukung prediksi terjadinya cuaca ekstrim di Kota Surabaya menggunakan algoritma *backpropagation*.
3. BAB III : METODE PENELITIAN Bab ini menjelaskan gambaran umum peneliti yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian prediksi parameter cuaca ekstrim di Kota Surabaya menggunakan algoritma *backpropagation*.
4. BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN Bab ini menjelaskan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti. Selain itu pembahasan dari hasil-hasil penelitian dijabarkan untuk menjelaskan proses yang terjadi pada setiap tahapnya.
5. BAB V : PENUTUP Bab ini berisi rangkuman dari keseluruhan hasil yang sudah dirumuskan. Selain itu bab ini juga berisi saran yang ditunjukan kepada peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan penelitian ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cuaca Ekstrim

Cuaca ekstrim merupakan dimana fenomena atau kondisi atmosfer pada suatu tempat di waktu tertentu mengalami perubahan yang signifikan. Cuaca ekstrim yang umumnya terjadi di Indonesia sendiri antara lain, angin, suhu udara, besarnya curah hujan yang mengalami perubahan tinggi dibandingkan keadaan normalnya. Skala kejadiannya cenderung lebih kecil, berkisar dari hitungan menit sampai harian. Dampak yang timbul dari cuaca ekstrim sangat merugikan bagi kehidupan, sehingga perlu diadakan kajian atau penelitian yang dapat mengantisipasi datangnya cuaca ekstrim sehingga bahaya dan bencana yang timbul dapat diminimalisir (Handayani & Adri, 2015). Beberapa peristiwa yang termasuk cuaca ekstrim antara lain:

1. Angin puting beliung atau angin ribut, dimana angin yang berputar kencang membuat dasar awan comulunimbus menyentuh daratan dengan kecepatan mencapai $175km/jam$ dengan intensitas yang masih di bawah rentang Tornado.

2. Hujan lebat yang dalam perhari memiliki curah hujan $> 50mm$ atau dalam 1 jam $> 20mm$.

3. Hujan es, dimana hujan yang turun berbentuk butiran es berdiameter $> 5mm$.

4. Tinggi gelombang laut yang dapat mencapai $> 2m$.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5. Timbulnya tornado, yang berarti kolom udara berputar kencang dengan membentuk hubungan antara awan cumulonimbus dengan permukaan tanah. Tornado memiliki kecepatan angin mencapai $> 177km/jam$.

6. Badai tropis dan sub tropis yang menimbulkan banyak kerusakan.

7. Jarak pandang mendatar dapat dikatakan ekstrim saat pandangan yang dapat terlihat $< 1000m$.

Dampak yang dapat dirasakan saat ini adalah adanya aktivitas cuaca ektrim akibat adanya eksploitasi lahan perkotaan yang begitu pesat, mengakibatkan terjadinya konversi lahan dalam skala besar, sehingga berakibat pada perubahan lahan vegetasi menjadi non vegetasi dan berubahnya tata ruang. Perubahan tata ruang akan berakibat negatif pada makhluk hidup bila tidak direncanakan dengan baik. Dampak yang dapat dirasakan antara lain terjadinya pencemaran udara, tanah, perubahan iklim dan menurunnya tingkat kenyamanan pada kondisi lingkungan (Megalina, Y.,2014).

Seluruh kejadian cuaca buruk terjadi di lapisan troposfer, yaitu lapisan atmosfer yang paling rendah dan terdekat dengan permukaan Bumi, karena pada lapisan ini tempat sebagian besar massa udara membentuk sirkulasi udara yang menjadi dasar pembentukan cuaca terdapat. Dilihat dari definisinya, cuaca adalah kondisi yang terbatas skalanya secara tempat dan waktu, karena atmosfer selalu berubah setiap saat disebabkan karena adanya perubahan energi. Lama cuaca diamati dan dicatat datanya rata-rata sekitar 24 jam (harian). Unsur-unsur cuaca yang biasa diamati antara lain suhu udara, tekanan udara, kelembaban, arah dan kecepatan angin, awan, endapan (biasanya berupa hujan), penguapan, dan fenomena cuaca yang penting. Unsur-unsur cuaca tersebut diamati dan dicatat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

datanya selama 24 jam sehingga dapat terlihat *diurnal pola* (pola harian) maupun pola dalam satuan waktu yang ditentukan.

2.2. Curah Hujan

Hujan ialah proses dimana jatuhnya titik-titik air dari udara yang terjadi karena proses pendinginan. Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi yang berwujud cairan. Presipitasi dapat berwujud padat seperti halnya, salju dan hujan es atau juga aerosol misal, embun dan kabut. Proses awalnya terbentuk hujan berasal dari penguapan air. Dapat dikatakan hujan apabila titik air yang terpisah jatuh ke bumi dari awan (Masruroh,L., 2013). Tidak semua air hujan sampai ke permukaan bumi karena ada sebagian yang menguap ketika jatuh melewati udara kering atau dapat disebut virga.

Hujan mempunyai peranan penting dalam siklus hidrologi. Pada proses menguapnya air ini, kumpulan air berkumpul menjadi titik uap air atau yang biasa disebut dengan awan. Menggunakan bantuan angin titik-titik uap air semakin berkumpul dan menjadikan awan semakin besar. Setelah butiran uap air berkumpul banyak akan menjadi air. Saat massa air sudah menjadi berat, maka akan mengakibatkan titik-titik air tersebut turun yang biasa disebut dengan hujan. Jika pada titik berkumpulnya air sangat dingin dan kondisi suhu di permukaan terlalu rendah, maka butiran air tersebut besar kemungkinan menjadi butiran-butiran es (Yuniar, Rahadi, & Onny, 2013).

Adapun kajian dalam ayat suci al-Quran mengenai terjadinya hujan di muka bumi, terdapat pada QS. An-nur 43.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُزْجِي سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَامًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ
خِلَالِهِ وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاءِ مِن جِبَالٍ فِيهَا مِن بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَن يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ عَن
مَّن يَشَاءُ يَكَادُ سَنَا بَرْقِهِ يَذْهَبُ بِالْأَبْصَارِ

artinya,

”Tidaklah kamu melihat bahwa Allah mengarak awan, kemudian mengumpulkan antara (bagian-bagian)nya, kemudian menjadikannya bertindih-tindih, maka kelihatanlah olehmu hujan keluar dari celah-celahnya dan Allah (juga) menurunkan (butiran-butiran) es dari langit, (yaitu) dari (gumpalan-gumpalan awan seperti) gunung-gunung, maka ditimpakan-Nya (butiran-butiran) es itu kepada siapa yang dikehendaki-Nya dan dipalingkan-Nya dari siapa yang dikehendaki-Nya. Kilauan kilat awan itu hampir-hampir menghilangkan penglihatan.” (QS. An-nur : 43)

Ayat tersebut dijelaskan tentang proses terjadinya hujan dengan beberapa faktor meteorologi, dengan awan dan angin yang menjadi faktor utama. Penentuan turunnya hujan dalam ilmu pengetahuan terdapat banyak faktor, seperti kelembapan, suhu udara dan kelembapan. Ayat di atas dapat dikaitkan dengan algoritma *backpropagation*, dimana metode ini dijadikan alat untuk mempelajari data *input* yang merupakan faktor-faktor dalam penentuan kondisi cuaca ekstrim.

Ilmu pengetahuan dan al-Quran merupakan dua aspek kebenaran yang sama, dan tidak ada pertentangan diantara keduanya. Ini memperlihatkan bahwa ilmu pengetahuan dan agama bukan sumber informasi yang bertengtangan, melainkan ilmu pengetahuan yang mengesahkan kebenaran mutlak yang disediakan oleh agama. Islam mendorong penelitian ilmiah dan mengumumkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bahwa penyelidikan alam semesta merupakan metode untuk mengamati ciptaan Allah SWT.

2.3. Suhu

Suhu dapat dibilang ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul-molekul. Secara fisik, suhu adalah laju pergerakan molekul udara. Semakin tinggi pergerakan molekul udara, semakin tinggi suhunya. Tingkat panas dari sesuatu dapat dilaporkan sebagai panas (Yuniar, Rahadi, & Onny, 2013).

Temperatur udara adalah suhu di udara. Temperatur udara bervariasi di berbagai tempat. Suhu air akan menurun dengan meningkatnya ketinggian di troposfer (Wirjohamidjojo & Swarinoto, 2013). Setiap kenaikan 100 meter, suhu diharapkan naik $0,5°C$ hingga $0,6°C$. Alat untuk mengukur suhu air disebut termometer. Termometer mengandung alkohol dan merkuri. Jika suhunya naik, alkohol akan naik dan merkuri ditarik ke kanan. Sementara itu, jika suhu turun, alkohol akan menyusut dan merkuri ditarik ke bawah. Penurunan suhu juga terjadi dengan garis lintang yang lebih besar. Jika dilakukan perjalanan dari daerah tropis ke kutub, tentu saja akan terasa dingin (Syafi'i, I., 2018).

2.4. Angin

Angin adalah udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah. Apabila dipanaskan, udara memuai. Udara yang telah memuai menjadi lebih ringan sehingga naik. Apabila hal ini terjadi, tekanan udara turun kerena udaranya berkurang. Udara dingin di sekitarnya mengalir ke tempat yang bertekanan rendah tadi. Udara menyusut menjadi lebih berat dan turun ke tanah. Di atas tanah udara menjadi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

panas lagi dan naik kembali. Aliran naiknya udara panas dan turunnya udara dingin ini dinamakan konveksi (Megawati, F., 2015).

Jenis-jenis angin antara lain:

1. Angin laut adalah angin yang bertiup dari arah laut ke arah darat yang umumnya terjadinya pada siang hari dari pukul 09.00 sampai dengan pukul 16.00. Angin ini biasa dimanfaatkan para nelayan untuk pulang dari menangkap iklan di laut.
2. Angin darat adalah angin yang bertiup dan arah darat ke arah laut yang umumnya terjadi pada saat malam hari dari jam 20.00 sampai dengan jam 06.00. Angin jenis ini bermanfaat bagi para nelayan untuk berangkat mencari ikan dengan perahu bertenaga angin sederhana.
3. Angin lembah adalah angin yang bertiup dari arah lembah ke arah puncak gunung yang biasa terjadi pada siang hari.
4. Angin gunung adalah angin yang bertiup dari puncak gunung ke lembah gunung yang terjadi pada malam hari (Wirjohamidjojo & Swarinoto, 2013).

2.5. Prediksi atau *Forecasting*

Prediksi ialah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Prediksi tidak harus memberikan jawaban secara pasti kejadian yang akan terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekar mungkin yang akan terjadi (Darlan et al., 2008).

Pengertian prediksi sama dengan ramalan atau perkiraan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), prediksi adalah hasil dari kegiatan memprediksi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

atau meramal atau memperkirakan nilai pada masa yang akan datang dengan menggunakan data masa lalu (Syafi'i, I., 2018). Prediksi menunjukkan apa yang terjadi pada suatu keadaan tertentu dan merupakan input bagi proses perencanaan dan pengambilan keputusan.

Prediksi bisa berdasarkan metode ilmiah ataupun subjektif belaka. Ambil contoh, prediksi cuaca selalu berdasarkan data dan informasi terbaru yang didasarkan pengamatan termasuk oleh satelit. Begitupun prediksi gempa, gunung meletus ataupun bencana secara umum. Namun, prediksi seperti pertandingan sepakbola, olahraga, dll umumnya berdasarkan pandangan subjektif dengan sudut pandang sendiri yang memprediksinya (Mirawati, Yasin, & Rusgiyono, 2013).

Peramalan (*forecasting*) adalah suatu prosedur untuk membuat informasi faktual tentang situasi sosial masa depan atas dasar informasi yang telah ada tentang masalah kebijakan (Bekalani, A. I., dkk 2018). Ramalan mempunyai tiga bentuk utama, yaitu proyeksi, prediksi, dan perkiraan yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Suatu proyeksi adalah ramalan yang didasarkan pada ekstrapolasi atas kecenderungan masa lalu maupun masa kini ke masa depan. Proyeksi membuat pertanyaan yang tegas berdasarkan pendapat yang diperoleh dari motode tertentu dan kasus yang *parallel*.

2. Sebuah prediksi adalah ramalan yang didasarkan pada asumsi teoritik yang tegas. Asumsi ini dapat berbentuk hukum teoretis (misalnya hukum berkurangnya nilai uang), proposisi teoritis (misalnya proposisi bahwa pecahnya masyarakat sipil diakibatkan oleh kesenjangan antara harapan dan kemampuan), atau analogi (misalnya analogi antara pertumbuhan organisasi pemerintah dengan pertumbuhan organisme biologis).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. Suatu perkiraan (*conjecture*) adalah ramalan yang didasarkan pada penilaian yang informatif atau penilaian pakar tentang situasi masyarakat masa depan (Wardani,I.K., 2008).

Tujuan diadakannya peramalan kebijakan adalah untuk memperoleh informasi mengenai perubahan di masa yang akan datang yang akan mempengaruhi terhadap implementasi kebijakan serta konsekuensinya. Oleh karenanya, sebelum rekomendasi diformulasikan perlu adanya peramalan kebijakan sehingga akan diperoleh hasil rekomendasi yang benar-benar akurat untuk diberlakukan pada masa yang akan datang (Syafi'i, I., 2018). Di dalam memprediksi kebutuhan yang akan datang dengan berpijak pada masa lalu, dibutuhkan seseorang yang memiliki daya sensitifitas tinggi dan mampu membaca kemungkinan-kemungkinan dimasa yang akan datang. Permalan kebijakan juga diperlukan untuk mengontrol, dalam artian, berusaha merencanakan dan menetapkan kebijakan sehingga dapat memberikan alternatif-alternatif tindakan yang terbaik yang dapat dipilih diantara berbagai kemungkinan yang ditawarkan oleh masa depan. Masa depan juga terkadang banyak dipengaruhi oleh masa lalu. Dengan mengacu pada masa depan analisis kebijakan harus mampu menaksir nilai apa yang bisa atau harus membimbing tindakan di masa depan (Charolydya & Alfahmi,2015).

2.6. *Time Series*

Analisis *time series* dikenalkan oleh George E. P. Box dan Gwilym M. Jenkins pada tahun 1970 melalui bukunya yang berjudul *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Analisis *time series* merupakan metode peramalan kuantitatif untuk menentukan pola data pada masa lampau yang dikumpulkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

berdasarkan urutan waktu, yang disebut data *time series* (Jameson et al., 1981).

Peramalan dengan deret waktu berarti memprediksikan apa yang akan terjadi di masa datang berdasarkan pola deret data masa lalu dan mengekstrapolasikan pola itu, serta kemudian mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan. Oleh karena itu peramalan deret waktu bertujuan memprediksikan apa yang akan terjadi, tanpa mengetahui mengapa hal itu terjadi. Sebab pada dasarnya peramalan ini memperlakukan sistem sebagai kotak hitam (*black box*) yang tidak diketahui mekanisme didalamnya (Jameson et al., 1981).

2.7. Normalisasi dan Denormalisasi

Normalisasi data merupakan tahapan *preprocessing* data yang dilakukan dengan mengkonversi data yang akan dipakai menjadi lebih kecil tanpa merubah informasi yang dikandungnya (Hasim, A., 2008). Salah satu metode yang bisa digunakan ialah penerapan normalisasi data. Normalisasi data ini bisa merubah skala ke dalam rentang (0,1). Rumus dari normalisasi data dapat dilihat pada Persamaan (2.1) (Jameson et al., 1981).

$$X' = \frac{0,8(x-b)}{a-b} + 0,1 \tag{2.1}$$

Setelah melakukan normalisasi data dalam penelitian ini hasil akhirnya akan diubah lagi ke dalam nilai sebenarnya dengan cara denormalisasi data. Persamaan (2.2) merupakan rumus yang diterapkan untuk melakukan denormalisasi data.

$$X = \frac{(X' - 0,1)(a-b)}{0,8} + b \tag{2.2}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dimana:

a = nilai maksimum data

b = nilai minimum data

X' = nilai normalisasi

X = nilai asli

2.8. *Backpropagation*

Backpropagation merupakan salah satu algoritma pembelajaran dalam jaringan saraf tiruan yang paling umum digunakan. Metode ini melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan dalam mengenali pola selama proses pelatihan serta memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa namun tidak sama dengan pola yang dipakai selama pelatihan. Algoritma yang digunakan dalam *backpropagation* yaitu pembelajaran terawasi dan banyak *layer* pada perceptron (Oktaviani & Afdal, 2013).

Backpropagation melakukan proses pembelajaran dengan penyesuaian bobot-bobot dari arsitektur jaringan saraf tiruan dengan arah mundur berdasarkan pada nilai *error.Backpropagation* bekerja melalui proses iteratif dengan menggunakan sekumpulan data latih (*training*) lalu membandingkan nilai prediksi dari jaringan yang telah dibangun dengan nilai sesungguhnya (Wellyantama, P., 2015).

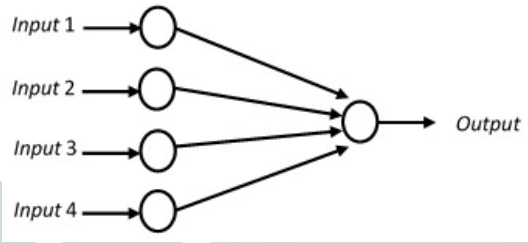
1. Arsitektur *Backpropagation*

   Backpropagation memiliki beberapa unit yang ada dalam setiap layar tersembunyi (JJ. Siang., 2005). Arsitektur *backpropagation* dapat dibedakan dalam dua model, yaitu:

   a. *Single Layer*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jaringan *single layer* atau lapisan tunggal hanya memiliki satu lapisan bobot koneksi. Tampilan *single layer* ditunjukkan pada Gambar (2.1). Pada *single layer, input* yang diterima kemudian langsung diolah menjadi *output* tanpa harus melalui *hidden layer* (Yuniar, Rahadi, & Onny, 2013).

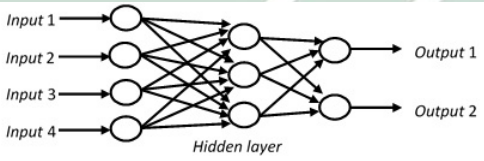


Gambar 2.1 ***Single Layer***

Sumber: (Putra et al, 2016)

b. *Multi Layer*

Jaringan saraf tiruan dengan satu atau lebih *hidden layer* disebut dengan *multi layer* (Kusumadewi, 2014). Jaringan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit dibanding dengan *single layer* (Maslakah, F. A., 2015). Gambar (2.2) merupakan tampilan dari jaringan *multi layer*.



Gambar 2.2 ***Multi Layer***

Sumber: (Putra et al, 2016)

2. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi yang digunakan dalam *backpropagation* harus memenuhi beberapa syarat diantaranya kontinu, terdiferensial dengan mudah dan fungsi tersebut bukan fungsi turunan. Salah satu fungsi aktivasi, yaitu fungsi Sigmoid Biner (JJ. Siang., 2005), memiliki rentang [0,1] dan didefinisikan dalam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Persamaan (2.3) (JJ. Siang., 2005):

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \tag{2.3}$$

dengan turunan:

$$f'(x) = -1.(1 + e^{-x})^{-2}. - e^{-x} \tag{2.4}$$

3. Pelatihan dan Pengujian *Backpropagation*

   Pelatihan pada *backpropagation* terdiri dari tiga tahapan, yaitu:

   a. Fase I: Propagasi Maju

      Pada propagasi maju, sinyal masukan (x_i) dipropagasikan ke layar tersembunyi dengan menggunakan sebuah fungsi aktivasi yang telah ditentukan. *Output* pada setiap unit *hidden layer* (z_i) selanjutnya dipropagasikan maju lagi ke *hidden layer* di atasnya menggunakan fungsi aktivasi yang telah ditentukan. Demikian seterusnya hingga menghasilkan *output* jaringan (y_k). Selanjutnya *output* tersebut dibandingkan dengan *target* yang harus dicapai (t_k). Selisih $t_k - y_k$ merupakan nilai kesalahan yang terjadi (*error*). Jika nilai nilai *error* lebih kecil dari batas tolerasi yang telah ditentukan, maka iterasi akan dihentikan. Namun jika nilai *error* yang didapatkan masih lebih besar dari batas toleransi, maka bobot pada setiap penghubung akan dimodifikasi untuk mengurangi *error* yang terjadi (JJ. Siang., 2005).

   b. Fase II: Propagasi Mundur

      Berdasarkan pada nilai *error* dapat dituliskan dengan $t_k - y_k$, dihitung faktor $\delta_k, (k = 1, 2, \ldots, m)$ yang digunakan untuk mendistribusikan kesalahan di unit y_k ke semua unit tersembunyi yang terhubung langsung dengan y_k.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selain itu, δ_k juga digunakan untuk mengubah bobot garis penghubung yang menghubungkan pada *output unit*. Dengan cara yang sama, dihitung faktor δ_j di setiap unit pada layar tersembunyi sebagai dasar dari perubahan bobot semua garis penghubung yang berasal dari unit tersembunyi di layar bawahnya. Demikian seterusnya hingga faktor δ di unit tersembunyi yang berhubungan dengan unit masukan dihitung.

c. Fase III: Propagasi Bobot

Setelah semua faktor δ dihitung, bobot semua garis dimodifikasi bersamaan. Perubahan bobot suatu garis didasarkan atas faktor δ *neuron* di layar atasnya.

Ketiga fase diatas diulang terus hingga kondisi penghentian dipenuhi yaitu jika jumlah iterasi yang dilakukan sudah melebihi jumlah maksimum iterasi yang ditetapkan (Putra et al, 2016).

4. Algoritma Pelatihan

Algoritma pelatihan jaringan *backpropagation* meliputi (Oktaviani & Afdal, 2013)

Langkah 1: inisialisasi nilai bobot

Pada langkah ini, nilai bobot pada setiap lapisan diinisialisasikan dalam sembarang nilai yang kecil.

Fase I: Propagasi maju

Langkah 2: Hitung semua keluaran

Untuk mendapatkan nilai unit pada *output layer*, perhitungan dilakukan dari *input layer* ke *hidden layer*.

a. Pada *Hidden Layer*

Rumus untuk mencari keluaran unit *hidden layer* pada *hidden layer* $z_j, (j =$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$1, 2, \ldots, p)$ ditunjukkan pada Persamaan (2.5) dan (2.6).

$$z_{netj} = v_{j0} + \sum_{i=1}^{n} x_i v_{ji} \tag{2.5}$$

$$z_j = f(z_{netj}) \tag{2.6}$$

dimana:

v_{j0} = bobot bias dari *input layer* ke *hidden layer* $(j = 1, 2, \ldots, p)$

x_i = unit masukan ke-i, $(i = 1, 2, 3, \ldots, n)$

v_{ji} = bobot unit masukan pada *input layer* ke *hidden layer*

z_j = unit keluaran ke-j pada *hidden layer*

$f(z_{netj})$ = fungsi aktivasi

b. Pada *Output Layer*

Hitung semua unit keluaran di *output layer* y_k untuk $(k = 1, 2, \ldots, m)$ dengan menggunakan Persamaan (2.7) dan (2.8)

$$y_{netj} = W_{k0} + \sum_{j=1}^{p} z_j W_{kj} \tag{2.7}$$

$$y_k = f(y_{netk}) \tag{2.8}$$

dimana:

W_{k0} = bobot bias dari *hidden layer* ke *output layer*

z_j = unit keluaran ke-j pada *hidden layer* $(j = 1, 2, \ldots, p)$

W_{kj} = bobot unit masukan pada *input layer* ke *hidden layer*

y_k = unit keluaran pada *hidden layer*

$f(y_{netk})$ = fungsi aktivasi

Fase II: Propagasi mundur

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Langkah 3: hitung perubahan pada bobot.

Untuk menghitung perubahan pada bobot, vektor *output* pada tiap-tiap lapisan dibandingkan dengan nilai *output* yang diharapkan (*target*).

a. Pada *Output Layer*

   Hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan keluaran pada setiap unit keluaran y_k untuk $(k = 1, 2, \ldots, m)$ dengan menggunakan Persamaan (2.9).

$$\delta_k = (t_k - y_k)y_k(1 - y_k) \tag{2.9}$$

   dimana:

   $\delta_k =$ unit kesalahan ke-k

   $t_k =$ *target* ke-k

   $y_k =$ unit keluaran ke-k

   Hitung suku perubahan bobot W_{kj} (yang akan digunakan untuk merubah bobot W_{kj}) dengan laju pembelajaran α menggunakan Persamaan (2.10):

$$\Delta W_{kj} = \alpha\delta_k z_j; k = 1, 2, \ldots, m; j = 0, 1, \ldots, p \tag{2.10}$$

   dimana:

   $\Delta W_{kj} =$ suku perubahan bobot W_{kj}

   $\alpha =$ laju pembelajaran

   $\delta_k =$ unit kesalahan ke-k

   $z_k =$ unit keluaran ke-j pada *hidden layer* $(j = 1, 2, \ldots, p)$

b. Pada *Hidden Layer* Hitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan pada nilai *error* di setiap unit tersembunyi $z_j, (j = 1, 2, \ldots, p)$ dengan menggunakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Persamaan (2.11).

$$\delta_{netj} = \sum_{k=1}^{m} \delta_k W_{kj} \tag{2.11}$$

Faktor δ unit tersembunyi dapat dicari dengan menggunakan Persamaan (2.12)

$$\delta_j = \delta_{netj} f'(z_{netj}) = \delta_{netj} z_j (1 - z_j) \tag{2.12}$$

Hitung suku perubahan bobot v_{ij} (yang akan digunakan untuk merubah bobot v_{ij}) dengan laju pembelajaran α dengan menggunakan Persamaan (2.13)

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i; j = 1, 2, \ldots, p; i = 0, 1, \ldots, n \tag{2.13}$$

Fase III: Perubahan bobot

Langkah 4: Hitung semua perubahan nilai bobot

a. Pada *Output Layer*

Perubahan nilai bobot yang menuju ke unit keluaran dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.14)

$$W_{kj}(baru) = W_{kj}(lama) + \Delta W_{kj}(k = 1, 2, \ldots, m; j = 0, 1, \ldots, p) \tag{2.14}$$

b. Pada *Hidden Layer*

Perubahan bobot yang menuju ke *hidden layer* lihat pada Persamaan (2.15).

$$v_{ji}(baru) = v_{ji}(lama) + \Delta v_{ji}(j = 1, 2, \ldots, p; i = 0, 1, \ldots, n) \tag{2.15}$$

Setelah tahap pelatihan selesai, tahap selanjutnya yaitu tahap pengujian jaringan. Pada tahap ini, langkah yang dilakukan hanya sampai pada fase I yaitu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

propagasi maju. Seluruh bobot masukan diambil dari nilai bobot terakhir dari tahap pelatihan. Pada tahap pengujian, jaringan diharapkan dapat mengenali pola berdasarkan data baru yang diberikan (Putra et al, 2016).

5. *Backpropagation* dalam Peramalan *Time Series*

   Backpropagation sering digunakan untuk peramalan *time series*. Secara umum, masalah peramalan dapat dinyatakan sebagai (JJ. Siang., 2005)

   a. Telah diketahui data pada waktu sebelumnya atau biasa digunakan data runtun waktu (*time series*) $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Masalahnya yaitu memperkirakan berapa nilai $x_{(n+1)}$ berdasarkan $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

   b. Rekaman data lampau digunakan sebagai data pelatihan untu mencari bobot yang optimal. Periode ini ditentukan secara intuitif, misalnya seperti data debit air sungai dengan data bulanan, periode data dapat diambil selama satu tahun karena pergantian musim terjadi selama satu tahun.

   c. Jumlah data dalam satu periode akan digunakan sebagai jumlah masukan dalam *backpropagation* dengan tergetnya data bulan pertama setelah periode berakhir. Pada data bulanan dengan periode satu tahun, maka masukan *backpropagation* yang dapat digunakan yaitu terdiri dari 12 unit masukan dan 1 unit keluaran.

   d. Dalam *backpropagation* untuk peramalan, bagian tersulit adalah menentukan jumlah lapisan dan unitnya. Tidak ada teori yang dapat digunakan dengan pasti. Tetapi secara praktis dapat dicoba pada jaringan kecil terlebih dahulu (misalnya terdiri dari satu *hidden layer* dengan beberapa unit didalamnya). Jika jaringan ini gagal (kesalahan tidak turun dalam *epoch* yang besar), Maka jaringan dapat diperbesar dengan menambah unit atau *hidden layer*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.9. *Mean Squared Error*

Mean Squared Error (MSE) merupakan suatu metode untuk menghitung nilai kesalahan berdasarkan pada rata-rata kesalahan meramal yang dikuadratkan. Perhitungan MSE menggunakan rumus Persamaan (2.16) (Wardani,I.K., 2008)

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} A_t - F_t^2 \tag{2.16}$$

dimana,

n = banyaknya data

A_t = nilai asli data ke-t

F_t = nilai *forecast* data ke-t

2.10. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error atau dikenal MAPE merupakan suatu metode untuk menghitung nilai akurasi yang disajikan dalam bentuk persentase. Perhitungan akurasi dengan MAPE lebih mudah dipahami karena dalam pembacaan hasil menggunakan tampilan persentase. Persamaan (2.17) merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung nilai MAPE (Mirawati, Yasin, & Rusgiyono, 2013)

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} |\frac{A_t - F_t}{A_t}| \times 100 \tag{2.17}$$

dimana,

$n =$ banyaknya data

$A_t =$ nilai asli data ke-t

$F_t =$ nilai *forecast* data ke-t Dalam MAPE pun memiliki skala pasti dalam melihat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

nilai perolehan akurasi, seperti yang ditunjukkan pada Tabel (2.1)

Tabel 2.1 Keterangan Akurasi MAPE

MAPE	Signifikansi
$< 10\%$	Kemampuan peramalan sangat baik
$10 - 20\%$	Kemampuan peramalan baik
$20 - 50\%$	Kemampuan peramalan cukup
$> 50\%$	Kemampuan peramalan buruk

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III

METODE PENELITIAN

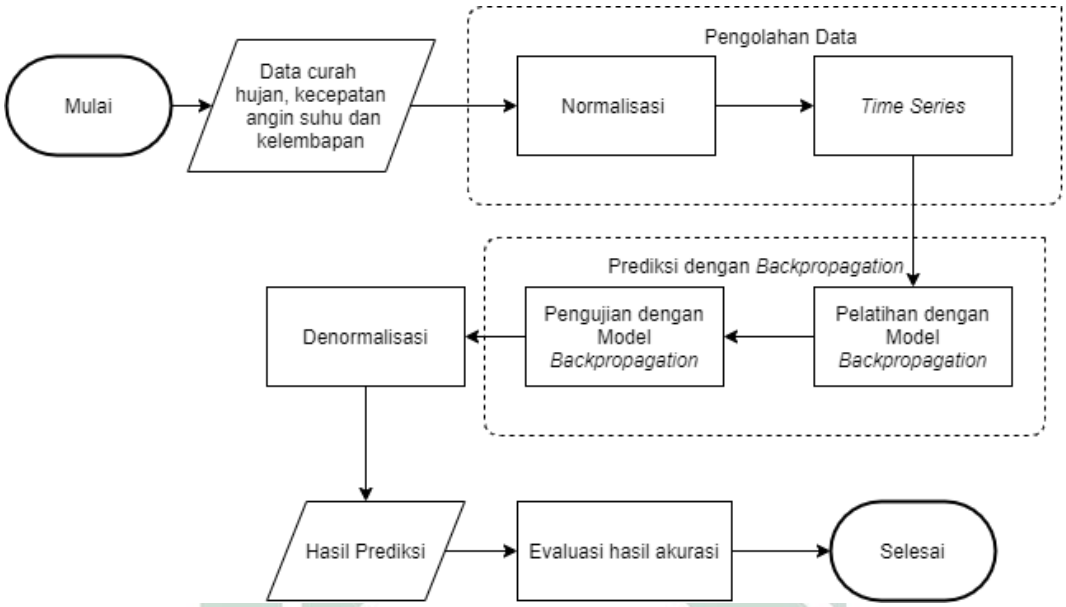
3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Jenis penelitian kuantitatif yang dimaksud ialah karena penggunaan data kuantitatif yang berupa numerik atau angka. Data yang digunakan merupakan data curah hujan, suhu, tekanan udara dan temperatur kelembapan.

3.2. Data Penelitian

Seluruh data tersebut diambil dari tanggal 01 Januari 2019 sampai tanggal 31 Agustus 2019. Data yang digunakan merupakan data yang diambil setiap satu jam sekali. Pengambilan data per jam dikarenakan kondisi cuaca yang cepat berubah. Selain itu pengambilan data per jam juga ditujukan untuk mendapatkan pembelajaran pola yang semakin banyak. Semua data yang diperoleh diproses hingga mendapatkan model yang paling optimal untuk melakukan prediksi parameter cuaca ekstrim. Pada penelitian ini data yang digunakan dibagi menjadi dua, yaitu data *training* dan *testing*. Pembagian data *training* sebesar 80% dari total data dengan sebaran data 1 Januari 27 Juni 2019, sedangkan data *testing* sebanyak 20% dari total data dengan rincian data 28 Juni 31 Agustus 2019. Tahapan pada penelitian ini termuat dalam Gambar 3.1, dengan berbagai macam percobaan seperti pada Tabel 2.1 yang menjelaskan skema percobaan pada penelitian ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.1 *Flowchart* Proses Penelitian

3.3. Identifikasi Variabel

Cuaca ekstrim yang terjadi dapat ditandai dengan adanya pengukuran curah hujan, kecepatan angin, suhu dan kelembapan. Kejadian cuaca ekstrim melibatkan beberapa faktor keadaan sekitar seperti halnya faktor kecepatan angin. Kecepatan angin sendiri bisa digunakan sebagai salah satu faktor penting dalam terjadinya cuaca ekstrim khususnya di Surabaya. Seperti halnya yang sudah dijelaskan di bab sebelumnya tentang kecepatan angin. Maka cuaca ekstrim yang datang erat kaitannya dengan curah hujan, kecepatan angin, suhu dan kelembapan, karena cuaca ekstrim sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut. Kemudian arah angin yang datang dari arah kawasan benua Asia ke kawasan benua Australia di sekitar bulan Oktober hingga April diperkirakan selalu datang lebih besar dibandingkan bulan lainnya dikarenakan angin tersebut melewati samudera Hindia sehingga menyebabkan angin lebih kencang di wilayah Indonesia.

Pada penelitian ini, untuk memprediksi cuaca ekstrim dibutuhkan beberapa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

parameter meteorologi yang meliputi curah hujan, kecepatan angin, suhu dan kelembapan. Dalam penelitian yang dilakukan ini data yang digunakan sebanyak 5.951 data didapatkan dari Windwaves-05 milik BMKG Stasiun Maritim II Perak Surabaya.

Data-data yang terekam pada Windwaves-05 mencakup data curah hujan (mm/s) kecepatan angin (m/s), suhu (C) dan kelembapan. Data-data tersebut tersaji dalam beberapa kategori waktu yaitu, setiap satu jam dan juga setiap sepuluh menit. Gambar 3.2 merupakan contoh data setiap variabel yaitu curah hujan, kecepatan angin, suhu dan kelembapan tiap sepuluh menit.

id_record	ID Station	Date Time	RR	WS AVG	WS MAX	WD AVG	TT AIR M	TT AIR A	TT AIR MI	RH_AVG	PP AIR	SR AVG
STA2091	STA2091	01-01-19 0:00	0	1.4	2.214	284.4	27.9	27.8	27.8	82.4	1009.8	144.6
STA2091	STA2091	01-01-19 0:10	0	1.3	2.036	275.3	28.1	28	27.9	81.9	1009.9	161.2
STA2091	STA2091	01-01-19 0:20	0	1.9	2.407	288.3	28.3	28.1	28	79.8	1009.9	191.7
STA2091	STA2091	01-01-19 0:30	0	2.6	3.62	284.9	28.5	28.4	28.4	76.9	1010	212.7
STA2091	STA2091	01-01-19 0:40	0	1.6	2.157	285.5	28.6	28.5	28.5	78.4	1010.2	228.9
STA2091	STA2091	01-01-19 0:50	0	2.3	3.528	303.2	28.6	28.5	28.4	78.6	1010.3	251.7
STA2091	STA2091	01-01-19 1:00	0	1.5	3.014	279.6	28.7	28.6	28.4	79.9	1010.4	376.7
STA2091	STA2091	01-01-19 1:10	0	1.4	2.269	276.5	29.2	28.9	28.8	79.6	1010.5	526
STA2091	STA2091	01-01-19 1:20	0	1.9	2.858	284.1	29.8	29.5	29.3	74.7	1010.6	592.4
STA2091	STA2091	01-01-19 1:30	0	3.1	4.166	285.3	29.8	29.6	29.6	72.1	1010.5	626.6
STA2091	STA2091	01-01-19 1:40	0	3.1	3.823	285.3	30.1	29.9	29.8	70.6	1010.4	633.7
STA2091	STA2091	01-01-19 1:50	0	3.1	4.033	287.4	30.3	30.1	30	70	1010.5	621.3
STA2091	STA2091	01-01-19 2:00	0	2.2	3.71	286.2	30.4	30.2	30	70.2	1010.4	680.1
STA2091	STA2091	01-01-19 2:10	0	1.8	2.562	285.1	30.3	30.2	30.1	69.5	1010.4	775.9
STA2091	STA2091	01-01-19 2:20	0	3.9	5.116	316.1	30.3	29.7	29.4	71.7	1010.4	552.9
STA2091	STA2091	01-01-19 2:30	0	3.2	4.504	306.6	30	29.6	29.4	73.6	1010.4	692.5
STA2091	STA2091	01-01-19 2:40	0	3.2	4.387	306.1	29.7	29.6	29.5	74.2	1010.3	522.2
STA2091	STA2091	01-01-19 2:50	0	2.8	3.626	310.9	30.1	29.8	29.5	73.9	1010.2	801

Gambar 3.2 Tampilan Data Windwaves-05 dari BMKG

Dalam kegiatan ini data yang digunakan terhitung selama delapan bulan dari awal bulan Januari hingga akhir bulan Agustus 2019 yang mencakup data-data curah hujan, kecepatan angin, suhu, dan kelembapan dimana data tersebut merupakan data setiap jam yang kemudian diambil sebagai parameter penelitian ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.4. Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini mengikuti alur *flowchart* yang telah dibuat penulis berdasarkan Gambar 3.1. Tahapan yang dilakukan pada pengolahan data sebagai berikut:

1. Normalisasi Data

   Data yang didapatkan dari *database* BMKG Stasiun Maritim II Surabaya oleh penulis diolah ke beberapa tahapan. Tahap pertama yang dilakukan adalah proses normalisasi data dengan menggunakan Persamaan 2.1. Proses normalisasi ini dilakukan dengan tujuan merubah nilai menjadi biner yaitu berkisar antara angka 0 dan 1.

2. Pembuatan Model *Time Series* Pengolahan data yang ketiga ialah membuat model *time series* yang akan digunakan sebagai acuan belajar data tiap parameter. Model yang telah didapat digunakan untuk melakukan proses prediksi, dimana misalnya diketahui jam pertama sampai jam keduabelas maka *target* jam berikutnya ialah jam ketigabelas dan seterusnya.

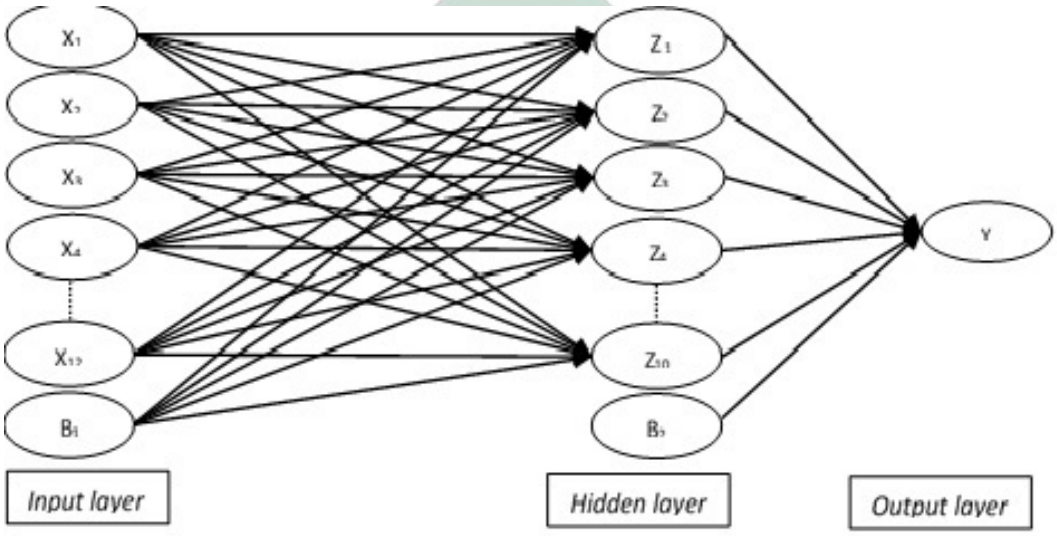
3.5. Prediksi dengan *Backpropagation*

Tahap berikutnya setelah melakukan pengolahan data adalah tahap pembuatan arsitektur jaringan *backpropagation*. Sebelum membentuk jaringan *backpropagation*, data dibagi menjadi dua bagian data yaitu data *training* dan data *testing* masing-masing sebesar 80% dan 20%. Pembagian data dilakukan untuk membentuk model terlebih dahulu terhadap data yang akan diujikan.

Backpropagation ini dibentuk 3 lapisan jaringan yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer* seperti pada Gambar 3.3. Dimana *input* pada proses ini

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menggunakan nilai dari masing-masing parameter. Dilakukan dua mode skema penelitian seperti pada Tabel 3.1 dimana ada 12 unit *nodes* pada *input layer*, 1 unit *node* pada *output layer* dengan 2 percobaan 14 dan 24 unit *nodes* pada *hidden layer*. Hal lain yang ditetapkan pada tahap *backpropagation* oleh penulis adalah *learning rate* untuk setiap jaringan dimana dilakukan percobaan dengan rentang nilai antara 0,1 hingga 0,5.



Gambar 3.3 Arsitektur *Backpropagation* Prediksi Parameter

3.6. Denormalisasi Data

Denormalisasi data dilakukan dengan tujuan mengubah hasil keluaran kembali mejadi data sebelumnya. Hal ini dilakukan mengingat bahwa pada proses pengolahan data terhadap normalisasi, sehingga diperlukan untuk mengambalikan nlai menjadi angka sebenarnya. Rumus yang digunakan untuk denormalisasi ialah dengan mengubah posisi x pada Persamaan 2.1 ke ruas sebelah kiri yang kemudian akan di dapat persamaan 2.2 untuk denormalisasi data.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.7. Skema Penelitian

Pada penelitian ini digunakan fungsi aktivasi *sigmoid biner* untuk *hidden layer* dan *output layer*, dengan maksimal iterasi sampai 7000 percobaan dan batas *error* 0.0000001. Skema penelitian dengan menggunakan model *backpropagation* dengan beberapa percobaan, ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Skema Penelitian Prediksi Parameter

Nama Model	Skema	*Learning Rate*
BP1-14	1 *hidden layer* 14 *nodes*	0.1
		0.2
		0.3
		0.4
		0.5
BP1-24	1 *hidden layer* 24 *nodes*	0.1
		0.2
		0.3
		0.4
		0.5

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil dan Pembahasan Persiapan Data

Proses pertama pada penelitian ini ialah menormalisasikan data per parameter dengan persamaan 2.1. Contoh perhitungan normalisasi pada 5 sampel setiap parameter dan didapatkan nilai sebagai berikut:

Data 1

Data curah hujan, dengan nilai:

$a_{k1} = 3,8; b_{k1} = 0; x_{k1} = 45$

$$X'_{k1} = \frac{0,8(3,8-0)}{45-0} + 0,1 = 0,1304$$

Data kecepatan angin, dengan nilai:

$a_{s1} = 1,412; b_{s1} = 0,9; x_{s1} = 9,365$

$$X'_{s1} = \frac{0,8(1,412-0,9)}{9,365-0,9} + 0,1 = 0,1113$$

Data suhu, dengan nilai:

$a_{p1} = 26,1; b_{p1} = 25; x_{p1} = 34,6$

$$X'_{p1} = \frac{0,8(26,1-25)}{34,6-25} + 0,1 = 0,3088$$

Data kelembapan, dengan nilai:

$a_{z1} = 100; b_{z1} = 7,4; x_{z1} = 100$

$$X'_{z1} = \frac{0,8(100-7,4)}{100-7,4} + 0,1 = 0,9$$

Data 2

Data curah hujan, dengan nilai:

$a_{k2} = 3,8; b_{k2} = 0; x_{k2} = 45$

$$X'_{k2} = \frac{0,8(3,8-0)}{45-0} + 0,1 = 0,1304$$

Data kecepatan angin, dengan nilai:

$a_{s2} = 1,65; b_{s2} = 0,9; x_{s2} = 9,365$

$$X'_{s2} = \frac{0,8(1,65-0,9)}{9,365-0,9} + 0,1 = 0,1132$$

Data suhu, dengan nilai:

$a_{p2} = 26,2; b_{p2} = 25; x_{p2} = 34,6$

$$X'_{p2} = \frac{0,8(26,2-25)}{34,6-25} + 0,1 = 0,3096$$

Data kelembapan, dengan nilai:

$$X'_{z2} = \frac{0,8(99,7-7,4)}{100-7,4} + 0,1 = 0,8976$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$a_{z2} = 99,7; b_{z2} = 7,4; x_{z2} = 100$

Data 3

Data curah hujan, dengan nilai:

$a_{k3} = 3,8; b_{k3} = 0; x_{k3} = 45$

$X'_{k3} = \frac{0,8(3,8-0)}{45-0} + 0,1 = 0,1304$

Data kecepatan angin, dengan nilai:

$a_{s3} = 0,99; b_{s3} = 0,9; x_{s3} = 9,365$

$X'_{s3} = \frac{0,8(0,99-0,9)}{9,365-0,9} + 0,1 = 0,1079$

Data suhu, dengan nilai:

$a_{p3} = 26,2; b_{p3} = 25; x_{p3} = 34,6$

$X'_{p3} = \frac{0,8(26,2-25)}{34,6-25} + 0,1 = 0,3096$

Data kelembapan, dengan nilai:

$a_{z3} = 100; b_{z3} = 7,4; x_{z3} = 100$

$X'_{z3} = \frac{0,8(100-7,4)}{100-7,4} + 0,1 = 0,9$

Data 4

Data curah hujan, dengan nilai:

$a_{k4} = 3,8; b_{k4} = 0; x_{k4} = 45$

$X'_{k4} = \frac{0,8(3,8-0)}{45-0} + 0,1 = 0,1304$

Data kecepatan angin, dengan nilai:

$a_{s4} = 1,133; b_{s4} = 0,9; x_{s4} = 9,365$

$X'_{s4} = \frac{0,8(1,133-0,9)}{9,365-0,9} + 0,1 = 0,1091$

Data suhu, dengan nilai:

$a_{p4} = 26,2; b_{p4} = 25; x_{p4} = 34,6$

$X'_{p4} = \frac{0,8(26,2-25)}{34,6-25} + 0,1 = 0,3096$

Data kelembapan, dengan nilai:

$a_{z4} = 100; b_{z4} = 7,4; x_{z4} = 100$

$X'_{z4} = \frac{0,8(100-7,4)}{100-7,4} + 0,1 = 0,9$

Data 5

Data curah hujan, dengan nilai:

$a_{k5} = 3,8; b_{k5} = 0; x_{k5} = 45$

$X'_{k5} = \frac{0,8(3,8-0)}{45-0} + 0,1 = 0,1304$

Data kecepatan angin, dengan nilai:

$a_{s5} = 1,709; b_{s5} = 0,9; x_{s5} = 9,365$

$X'_{s5} = \frac{0,8(1,709-0,9)}{9,365-0,9} + 0,1 = 0,1137$

Data suhu, dengan nilai:

$X'_{p5} = \frac{0,8(3,32-25)}{34,6-25} + 0,1 = 0,3088$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$a_{p5} = 3,32; b_{p5} = 25; x_{p5} = 34,6$

Data kelembapan, dengan nilai:

$a_{z5} = 100; b_{z5} = 7,4; x_{z5} = 100$

$$X'_{z5} = \frac{0,8(100-7,4)}{100-7,4} + 0,1 = 0,9$$

Setelah mendapatkan hasil normalisasi pada data setiap parameter didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Normalisasi pada Sampel Setiap Parameter

Curah Hujan	Kecepatan Angin	Suhu	Kelembapan
0,1304	0,1113	0,3088	0,9
0,1304	0,1132	0,3096	0,8976
0,1304	0,1079	0,3096	0,9
0,1304	0,1091	0,3096	0,9
0,1304	0,1137	0,3088	0,9

Pada Tabel 4.2 memuat hasil nilai dari normalisasi data parameter curah hujan, kecepatan angin, suhu dan kelembapan dari perhitungan 5 sampel.

Normalisasi data ini dilakukan untuk mengubah rentang nilai agar masing-masing nilai tidak mempunyai rentang nilai yang terlalu jauh. Setiap data sebelum memasuki metode *backpropagation* dilakukan penormalisasian data. Setelah proses pengimplementasian normalisasi selesai dilakukan, maka nilai akhir dari implementasi akan diubah kembali ke nilai sesungguhnya dengan menerapkan denormalisasi data pada Persamaan 2.2.

Dari nilai data yang telah dinormalisasi dilakukan langkah selanjutnya, yaitu membuat model *time series*. Hasil dari model *time series* ditunjukkan pada hasil

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.3

Tabel 4.3 Model *Time Series* Setiap Parameter

Parameter(Data Jam Ke-)												***Target* (Data Jam Ke-)**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
3632	5941	5942	5943	5944	5945	5946	5947	5948	5949	5950	5951	5952

Model yang telah didapatkan pada Tabel 4.3 kemudian dimasukkan nilai data normalisasi yang telah didapatkan seperti pada Tabel 4.2. Hasil model *time series* yang telah dibuat menggunakan data parameter kecepatan arus setelah dinormalisasi ditunjukkan pada Tabel 4.4

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.4 Hasil *Time Series* dari Data Normalisasi Parameter Kecepatan Angin

Kecepatan Angin(Data Jam Ke-)												***Target* (Data Jam Ke-)**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,2315	0,2304	0,2292	0,2281	0,2269	0,2269	0,2269	0,2269	0,2268	0,2268	0,2268	0,2267	0,2326
0,2326	0,2315	0,2304	0,2292	0,2281	0,2269	0,2269	0,2269	0,2269	0,2268	0,2268	0,2268	0,2338
0,2338	0,2326	0,2315	0,2304	0,2292	0,2281	0,2269	0,2269	0,2269	0,2269	0,2268	0,2268	0,2349
0,2349	0,2338	0,2326	0,2315	0,2304	0,2292	0,2281	0,2269	0,2269	0,2269	0,2269	0,2268	0,2361
0,2361	0,2349	0,2338	0,2326	0,2315	0,2304	0,2292	0,2281	0,2269	0,2269	0,2269	0,2269	0,2372
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0,2091	0,2090	0,2090	0,2089	0,2089	0,2088	0,2087	0,2087	0,2086	0,2085	0,2085	0,2084	0,2091

4.2. Hasil dan Pembahasan Pembentukan Jaringan *Backpropagation*

Metode untuk memprediksi parameter cuaca ekstrim yang digunakan ialah metode *backpropagation*. Seperti yang telah dijelaskan pada bab kajian pustaka, bahwa *backpropagation* ini secara umum mempunyai tiga lapisan kerja dimana pada penelitian ini digunakan seperti pada skema penelitian di Tabel 3.1.

Dalam proses pelatihan data parameter menggunakan nilai atau besaran untuk *learning rate* dan jumlah *hidden layer*, yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu 0,1 sampai 0,5 untuk *learning rate* dengan 14 dan 24 unit *nodes hidden layer*. Sedangkan untuk fungsi aktivasi yang digunakan ialah fungsi *sigmoid biner* dimana data dirubah kedalam rentang nilai 0 sampai 1 tanpa mengubah informasi data.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.1. Perhitungan manual *backpropagation*

Contoh pengerjaan secara manual dengan menggunakan jaringan arsitektur yang tersusun dari 1 *input layer* dengan 2 unit nilai masukan dan 1 unit bias, 1 *hidden layer* dengan 3 unit *nodes* beserta 1 unit bias dan 1 *output layer* dengan 1 nilai keluaran

Langkah 1: inisialisasi nilai bobot secara acak.

Tabel 4.5 Bobot dari *Input Layer* ke *Hidden Layer*

	z_1	z_2	z_3
x_1	0,2	0,3	-0,1
x_2	0,3	0,1	-0,1
1	-0,3	0,3	0,3

Tabel 4.6 Bobot dari *Hidden Layer* ke *Output Layer*

hidden layer	bobot ke *output layer*
z_1	0,5
z_2	-0,3
z_3	-0,4
1	-0,1

Fase I: Propagasi maju

Langkah 2: Hitung semua keluaran.

a. Pada *hidden layer* Jumlah unit masukan *n*=2 dengan nilai seperti di Tabel 4.2 sehingga didapatkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$z_{netj} = v_{j0} + \sum_{t=1}^{2} x_i v_{ji}$ dan $z_j = f(z_{netj}) = \frac{1}{1+e^{-z_{netj}}}$ dengan $j = 1, 2, 3.$

$z_{net1} = v_{10} + x_1 v_{11} + x_2 v_{12} = -0,3 + 0,1113(0,2) + 0,1132(0,3) = -0,24378$

$z_{net2} = v_{20} + x_1 v_{21} + x_2 v_{22} = 0,3 + 0,1113(0,3) + 0,1132(0,1) = 0,25529$

$z_{net3} = v_{30} + x_1 v_{31} + x_2 v_{32} = -0,3 + 0,1113(0,2) + 0,1132(0,3) = -0,32245$

$z_1 = \frac{1}{1+e^{-z_{net1}}} = \frac{1}{1+e^{0,242}} = 0,4398$

$z_2 = \frac{1}{1+e^{-z_{net2}}} = \frac{1}{1+e^{-0,349}} = 0,5634$

$z_3 = \frac{1}{1+e^{-z_{net3}}} = \frac{1}{1+e^{0,276}} = 0,4201$

b. Pada *output layer* Jumlah unit keluaran *k*=1 dan jumlah unit tersembunyi *p*=3 sehingga didapatkan

$y_{net1} = W_{10} + \sum_{j=1}^{3} z_j W_{1j}$ dan $y_1 = \frac{1}{1+e^{-y_{net1}}}$

$y_{net1} = W_{10} + z_1 W_{11} + z_2 W_{12} + z_3 W_{13}$

$y_{net1} = -0,1 + 0,4398(0,5) + 0,5634(-0,3) + 0,4201(-0,4) = -0,2172$

$y_1 = \frac{1}{1+e^{-y_{net1}}} = \frac{1}{1+e^{0,284}} = 0,554$

Fase II: Propagasi mundur

Langkah 3: Hitung perubahan pada bobot.

a. Pada *output layer*

Perhitungan faktor δ unit keluaran dengan menggunakan Persamaan 2.9 dan $k = 1$, sehingga didapatkan $\delta_1 = (t_1 - y_1)y_1(1 - y_1) = (0,1079 - 0,554)0,554(1 - 0,554) = -0,1102$

Perhitungan suku perubahan bobot W_kj menggunakan Persamaan 2.10, dengan laju pembelajaran $\alpha = 0,01, k = 1$ sehingga didapatkan $\Delta W_{1j} = (0,01)\delta_1 z_j$ dengan $j = 0, 1, 2, 3.$

$\Delta W_{10} = (0,01)\delta_1 z_0 = (0,01)(-0,1102)(1) = -0,001102$

$\Delta W_{11} = (0,01)\delta_1 z_1 = (0,01)(-0,1102)(0,4398) = -0,000484$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$\Delta W_{12} = (0,01)\delta_1 z_2 = (0,01)(-0,1102)(0,5634) = -0,000621$

$\Delta W_{13} = (0,01)\delta_1 z_3 = (0,01)(-0,1102)(0,4201) = -0,000463$

b. Pada *hidden layer*

Perhitungan faktor δ unit tersembunyi menggunakan Persamaan 2.13 dengan $j = 1, 2, 3$, didapatkan $\delta_{netj} = \delta_1 W_{1j}$.

$\delta_{net1} = \delta_1 W_{11} = -0,1102(0,5) = -0,0551$

$\delta_{net2} = \delta_1 W_{12} = -0,1102(-0,3) = 0,0331$

$\delta_{net3} = \delta_1 W_{13} = -0,1102(-0,4) = 0,0441$

Faktor δ unit tersembunyi menggunakan Persamaan 2.14 sehingga didapatkan

$\delta_j = \delta_{netj} f'(z_{netj}) = \delta_{netj} z_j (1 - z_j)$

$\delta_1 = \delta_{net1} z_1 (1 - z_1) = -0,0551(0,4398(1 - 0,4398)) = -0,01357$

$\delta_2 = \delta_{net2} z_2 (1 - z_2) = 0,0331(0,5864(1 - 0,5864)) = 0,00803$

$\delta_3 = \delta_{net3} z_3 (1 - z_3) = 0,0441(0,4201(1 - 0,4201)) = 0,01074$

Perhitungan suku perubahan bobot v_{ij} dengan $\alpha = 0,01; j = 1, 2, 3; i = 0, 1, 2$ sehingga didapatkan $\Delta v_{ji} = (0,01)\delta_j x_i$.

$\Delta v_{10} = (0,01)\delta_1 x_0 = 0,01(-0,01357)(1) = -0,0001357$

$\Delta v_{11} = (0,01)\delta_1 x_1 = 0,01(-0,01357)(0,1113) = -0,0000151$

$\Delta v_{12} = (0,01)\delta_1 x_2 = 0,01(-0,01357)(0,1132) = -0,0000153$

$\Delta v_{20} = (0,01)\delta_2 x_0 = 0,01(0,00803)(1) = 0,0000803$

$\Delta v_{21} = (0,01)\delta_2 x_1 = 0,01(0,00803)(0,1113) = 0,0000089$

$\Delta v_{22} = (0,01)\delta_2 x_2 = 0,01(0,00803)(0,1132) = 0,0000091$

$\Delta v_{30} = (0,01)\delta_3 x_0 = 0,01(0,01074)(1) = 0,0001074$

$\Delta v_{31} = (0,01)\delta_3 x_1 = 0,01(0,01074)(0,1113) = 0,0000120$

$\Delta v_{32} = (0,01)\delta_3 x_2 = 0,01(0,01074)(0,1132) = 0,0000121$

Fase III: Perubahan bobot

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Langkah 4: Hitung semua perubahan nilai bobot.

a. Pada *output layer*

Perhitungan perubahan nilai bobot yang menuju ke unit keluaran dengan $k = 1; j = 0, 1, 2, 3$ sehingga didapatkan $W_{kj}(lama) + \Delta W_{kj}$.

$W_{10}(baru) = W_{10}(lama) + \Delta W_{10} = -0,1 - 0,001102 = -0,101102$

$W_{11}(baru) = W_{11}(lama) + \Delta W_{11} = 0,5 - 0,000484 = 0,499516$

$W_{12}(baru) = W_{12}(lama) + \Delta W_{12} = -0,3 - 0,000621 = -0,3004621$

$W_{13}(baru) = W_{13}(lama) + \Delta W_{13} = -0,4 - 0,000463 = -0,400463$

b. Pada *hidden layer*

Perubahan bobot yang menuju ke unit tersembunyi dengan $j = 1, 2, 3; i = 0, 1, 2$ sehingga didapatkan $v_{ij}(baru) = v_{ji}(lama) + \Delta v_{ji}$.

$v_{10}(baru) = v_{10}(lama) + \Delta v_{10} = -0,3 - 0,0001357 = -0,3001357$

$v_{11}(baru) = v_{11}(lama) + \Delta v_{11} = 0,2 - 0,0000151 = 0,1999984$

$v_{12}(baru) = v_{12}(lama) + \Delta v_{12} = 0,3 - 0,0000153 = 0,2999847$

$v_{20}(baru) = v_{20}(lama) + \Delta v_{20} = 0,3 + 0,0000803 = 0,3000803$

$v_{21}(baru) = v_{21}(lama) + \Delta v_{21} = 0,3 + 0,0000089 = 0,3000089$

$v_{22}(baru) = v_{22}(lama) + \Delta v_{22} = 0,1 + 0,0000091 = 0,1000091$

$v_{30}(baru) = v_{30}(lama) + \Delta v_{30} = 0,3 + 0,0001074 = 0,3001074$

$v_{31}(baru) = v_{31}(lama) + \Delta v_{31} = -0,1 + 0,0000120 = -0,099988$

$v_{32}(baru) = v_{32}(lama) + \Delta v_{32} = -0,1 + 0,0000121 = -0,0999879$

$\vdots$

Perhitungan diatas dilakukan pada iterasi selanjutnya sampai mendapatkan hasil *error* yang diharapkan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.2. Hasil Pemrograman

Adapun hasil yang diperoleh dari pemrograman menggunakan *backpropagation* mendapatkan MSE dan MAPE pada tahap *training* masing-masing parameter dengan percobaan banyaknya *nodes* dan nilai *learning rate* ditunjukan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Dari Prediksi Setiap Parameter

Parameter	*Nodes*	*Learning Rate*	MSE	MAPE (%)
			Training	*Training*
Kecepatan Angin	14	0,1	$4{,}0100 \times 10^{-04}$	9,3936
		0,2	$3{,}9027 \times 10^{-04}$	9,2103
		0,3	$4{,}0005 \times 10^{-04}$	9,2887
		0,4	$3{,}9952 \times 10^{-04}$	9,1485
		0,5	$4{,}0597 \times 10^{-04}$	9,3009
	24	0,1	$3{,}5443 \times 10^{-04}$	8,5237
		0,2	$3{,}4590 \times 10^{-04}$	8,8827
		0,3	$3{,}5391 \times 10^{-04}$	8,7508
		0,4	$3{,}5794 \times 10^{-04}$	9,1326
		0,5	$3{,}5794 \times 10^{-04}$	9,5583
Suhu	14	0,1	$1{,}9403 \times 10^{-06}$	2,2932
		0,2	$1{,}8372 \times 10^{-06}$	1,7687
		0,3	$1{,}7062 \times 10^{-06}$	1,4596
		0,4	$1{,}7163 \times 10^{-06}$	1,4791
		0,5	$1{,}7345 \times 10^{-06}$	1,4246
	24	0,1	$1{,}7079 \times 10^{-06}$	1,4937
		0,2	$1{,}7308 \times 10^{-06}$	1,4521

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

		0,3	1,6818 $\times 10^{-06}$	1,524
		0,4	1,6270 $\times 10^{-06}$	1,6840
		0,5	1,8267 $\times 10^{-06}$	1,7493
Kelembapan	14	0,1	3,1772 $\times 10^{-05}$	1,8593
		0,2	3,2115 $\times 10^{-05}$	1,9413
		0,3	3,1777 $\times 10^{-05}$	1,8797
		0,4	3,0954 $\times 10^{-05}$	1,7995
		0,5	3,0272 $\times 10^{-05}$	1,8917
	24	0,1	2,7060 $\times 10^{-05}$	1,8454
		0,2	2,7617 $\times 10^{-05}$	1,9381
		0,3	3,0323 $\times 10^{-05}$	1,8241
		0,4	2,9897 $\times 10^{-05}$	1,9405
		0,5	2,6150 $\times 10^{-05}$	1,7957
Curah Hujan	14	0,1	5,7000 $\times 10^{-03}$	46,4573
		0,2	5,1000 $\times 10^{-03}$	57,6597
		0,3	5,1000 $\times 10^{-03}$	70,1393
		0,4	5,0000 $\times 10^{-03}$	53,6585
		0,5	5,5000 $\times 10^{-03}$	46,2024
	24	0,1	3,7000 $\times 10^{-03}$	27,9924
		0,2	3,6000 $\times 10^{-03}$	51,4685
		0,3	3,5000 $\times 10^{-03}$	54,3867
		0,4	3,7000 $\times 10^{-03}$	74,8976
		0,5	3,5000 $\times 10^{-03}$	73,1130

Adapun Tabel 4.7 menampilkan nilai-nilai hasil *error* prediksi perameter cuaca ekstrim berdasarkan data *time series* sebelumnya. Sebelumnya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menggunakan jaringan *backpropagation* beserta nilai MSE dan MAPE-nya. Dari hasil Tabel 4.7 diatas menunjukan untuk parameter curah hujan arsitektur terbaik diperoleh dengan jumlah *nodes* 24 dan *learning rate* 0,1, kecepatan angin didapatkan arsitektur terbaik dengan jumlah *nodes* 24 dan nilai *learning rate* sebesar 0,1, adapula untuk parameter suhu didapatkan arsitektur terbaik dengan arsitektur *nodes* 24 dan nilai *learning rate* sebesar 0,3, sedangkan pada parameter kelembapan didapatkan arsitektur terbaik dengan model jumlah *nodes* 24 dan *learning rate* dengan nilai 0,5 dari seluruh arsitektur terbaik masing-maisng parameter yang didapat digunakan sebagai tahap *testing*.

4.2.3. Denormalisasi

Pada tahap *testing* didapatkan hasil prediksi dari masing-masing parameter, nilai ini dilakukan proses denormalisasi unuk mengembalikan nilai rentang asli dari masing-masing parameter. Adapun perhitungan manual untuk proses denormalisasi seperti pada Persamaan 2.2.

Data 1

Data curah hujan, dengan nilai:

$a_{k1} = 3,8; b_{k1} = 0; X'_{k1} = 0,1$

$$X_{k1} = \frac{(0,1-0,1)(3,8-0)}{0,8} + 0 = 0,003$$

Data kecepatan angin, dengan nilai:

$a_{s1} = 1,412; b_{s1} = 0,9; X'_{s1} = 0,119$

$$X_{s1} = \frac{(0,119-0,1)(1,412-0,9)}{0,8} + 0,9 = 2,388$$

Data suhu, dengan nilai:

$a_{p1} = 26,1; b_{p1} = 25; X'_{p1} = 0,349$

$$X_{p1} = \frac{(0,349-0,1)(26,1-25)}{0,8} + 25 = 31,077$$

Data kelembapan, dengan nilai:

$a_{z1} = 100; b_{z1} = 7,4; x_{z1} = 0,899$

$$X_{z1} = \frac{(0,899-0,1)(100-7,4)}{0,8} + 7,4 = 99,912$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Data 2

Data curah hujan, dengan nilai:

$a_{k2} = 3,8; b_{k2} = 0; X'_{k2} = 0,1$

$X_{k2} = \frac{(0,1-0,1)(3,8-0)}{0,8} + 0 = 0,003$

Data kecepatan angin, dengan nilai:

$a_{s2} = 1,65; b_{s2} = 0,9; X'_{s2} = 0,115$

$X_{s2} = \frac{(0,115-0,1)(1,65-0,9)}{0,8} + 0,9 = 1,906$

Data suhu, dengan nilai:

$a_{p2} = 26,2; b_{p2} = 25; X'_{p2} = 0,349$

$X_{p2} = \frac{(0,349-0,1)(26,2-25)}{0,8} + 25 = 30,636$

Data kelembapan, dengan nilai:

$a_{z2} = 100; b_{z2} = 7,4; X'_{z2} = 0,899$

$X_{z2} = \frac{(0,899-0,1)(100-7,4)}{0,8} + 7,4 = 99,912$

Data 3

Data curah hujan, dengan nilai:

$a_{k3} = 3,8; b_{k3} = 0; X'_{k1} = 0,1$

$X_{k3} = \frac{(0,1-0,1)(3,8-0)}{0,8} + 0 = 0,003$

Data kecepatan angin, dengan nilai:

$a_{s3} = 0,99; b_{s3} = 0,9; X'_{s3} = 0,122$

$X_{s3} = \frac{(0,122-0,1)(0,99-0,9)}{0,8} + 0,9 = 2,762$

Data suhu, dengan nilai:

$a_{p3} = 26,2; b_{p3} = 25; X'_{p3} = 0,345$

$X_{p3} = \frac{(0,345-0,1)(26,2-25)}{0,8} + 25 = 31,782$

Data kelembapan, dengan nilai:

$a_{z3} = 100; b_{z3} = 7,4; x_{z3} = 0,899$

$X_{z1} = \frac{(0,899-0,1)(100-7,4)}{0,8} + 7,4 = 99,912$

Data 4

Data curah hujan, dengan nilai:

$a_{k4} = 3,8; b_{k4} = 0; X'_{k4} = 0,1$

$X_{k4} = \frac{(0,1-0,1)(3,8-0)}{0,8} + 0 = 0,003$

Data kecepatan angin, dengan nilai:

$a_{s4} = 1,133; b_{s4} = 0,9; X'_{s4} = 0,118$

$X_{s4} = \frac{(0,118-0,1)(1,133-0,9)}{0,8} + 0,9 = 2,601$

Data suhu, dengan nilai:

$a_{p4} = 26,2; b_{p4} = 25; X'_{p4} = 0,34$

$X_{p4} = \frac{(0,34-0,1)(26,2-25)}{0,8} + 25 = 30,718$

Data kelembapan, dengan nilai:

$X_{z4} = \frac{(0,899-0,1)(100-7,4)}{0,8} + 7,4 = 99,912$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$a_{z4} = 100; b_{z4} = 7,4; X'_{z4} = 0,899$

Data 5

Data curah hujan, dengan nilai:

$a_{k5} = 3,8; b_{k5} = 0; X'_{k5} = 0,1$

$$X_{k5} = \frac{(0,1-0,1)(3,8-0)}{0,8} + 0 = 0,003$$

Data kecepatan angin, dengan nilai:

$a_{s5} = 1,709; b_{s5} = 0,9; X'_{s5} = 0,118$

$$X_{s5} = \frac{(0,118-0,1)(1,709-0,9)}{0,8} + 0,9 = 2,287$$

Data suhu, dengan nilai:

$a_{p5} = 26,1; b_{p5} = 25; X'_{p5} = 0,346$

$$X_{p5} = \frac{(0,346-0,1)(26,1-25)}{0,8} + 25 = 29,937$$

Data kelembapan, dengan nilai:

$a_{z5} = 100; b_{z5} = 7,4; X'_{z5} = 0,899$

$$X_{z5} = \frac{(0,899-0,1)(100-7,4)}{0,8} + 7,4 = 99,912$$

Setelah mendapatkan hasil denormalisasi pada data setiap parameter didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Denormalisasi pada Sampel Setiap Parameter

Curah Hujan	Kecepatan Angin	Suhu	Kelembapan
0,003	2,388	31,077	99,912
0,003	1,906	30,636	99,912
0,003	2,762	31,782	99,912
0,003	2,601	30,782	99,912
0,003	2,287	29,937	99,912

4.2.4. Perhitungan Kesalahan

Setelah tahap denormalisasi telah selesai, dilakukan tahap perhitungan MAPE dan akurasi pada setiap percobaan *testing*. Perhitungan MAPE dilakukan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menggunakan Persamaan 2.1 sedangkan untuk perhitungan akurasi menggunakan persamaan:

$$Akurasi = 100\% - MAPE \tag{4.1}$$

1. Parameter curah hujan

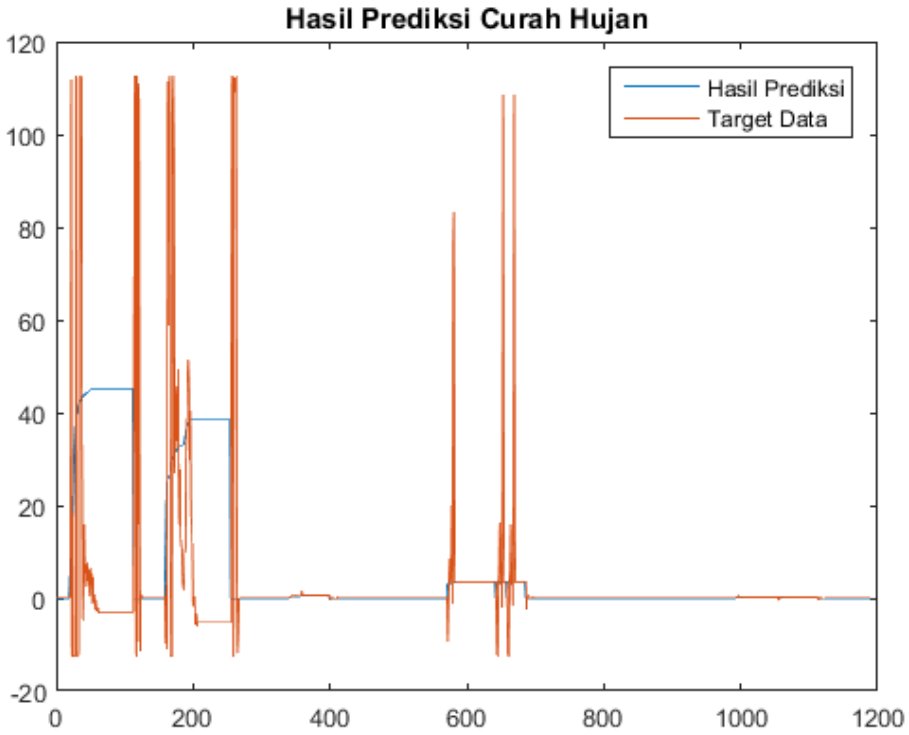
Tabel 4.10 Hasil MAPE dan Akurasi dari Prediksi Parameter Curah Hujan

Data Ke-	**Curah Hujan**			
	Prediksi	***Target***	**MAPE**	**Akurasi**
1	2,82	10,00	71,80	28,20
2	113,04	11,40	891,62	-791,62
3	-11,50	12,00	195,83	-95,83
4	29,07	15,80	84,01	15,99
5	-11,47	23,20	149,45	-49,45
6	-11,50	29,60	138,85	-38,85
7	-11,50	35,00	132,86	-32,86
8	-11,50	38,20	130,10	-30,10
9	113,50	39,80	185,18	-85,18
10	-11,35	40,60	127,96	-27,96
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1188	3,22	45,20	92,88	7,12
Rata-rata			29,8746	70,1254

Berdasarkan hasil *testing* pada percobaan prediksi parameter curah hujan mendapatkan nilai prediksi dan akurasi seperti pada Tabel 4.10. Didapatkan pula hasil MSE sebesar 3,5000x10^{-04}, sedangkan untuk hasil MAPE sebesar 29,8746% dan akurasi 70,1254%. Ditunjukkan pada plot Gambar 4.1 bahwa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

hasil prediksi curah hujan memiliki hasil buruk, dikarenakan pada perubahan nilai pada data curah hujan yang cukup tajam pada setiap jamnya atau nilai fluktuatif.



Gambar 4.1 Plot Prediksi Curah Hujan

2. Parameter kecepatan angin

Tabel 4.11 Hasil MAPE dan Akurasi dari Prediksi Parameter Kecepatan Angin

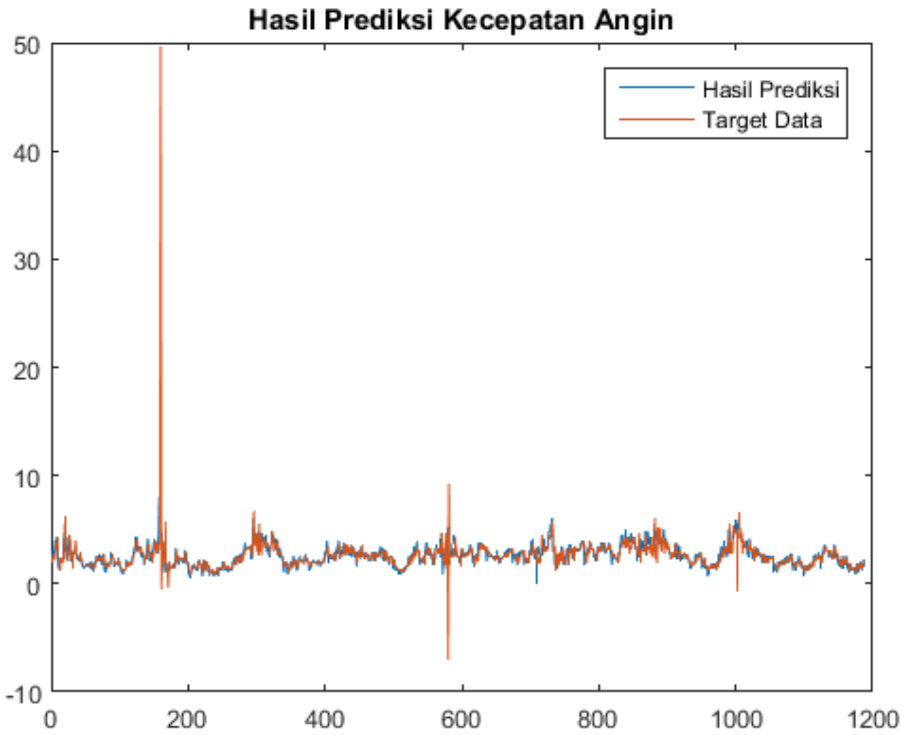
Data Ke-	**Kecepatan Angin**			
	Prediksi	***Target***	**MAPE**	**Akurasi**
1	2,39	1,88	27,25	72,75
2	1,91	3,08	38,16	61,84
3	2,76	2,61	5,71	94,29
4	2,60	2,25	15,79	84,21

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5	2,29	3,09	25,91	74,09
6	2,76	3,98	30,73	69,27
7	3,76	3,17	18,76	81,24
8	3,34	4,24	21,26	78,74
9	3,77	3,67	2,81	97,19
10	4,19	2,08	101,38	-1,38
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1188	2,61	3,24	19,34	80,66
Rata - rata			8,9356	91,0644

Berdasarkan hasil *testing*pada parameter kecepatan angin mendapatkan nilai prediksi dan akurasi seperti pada Tabel 4.11. Didapatkan pula hasil MSE sebesar 8,3678x10^{-04}, sedangkan untuk hasil MAPE sebesar 8,9356% dan akurasi 91,0644%. Dijelaskan pada Gambar 4.2 bahwa pada prediksi parameter kecepatan angin memiliki hasil akurasi yang cukup, ditunjukkan dengan hanya sebagian hasil prediksi yang memiliki nilai berbeda dengan nilai *target*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.2 Plot Prediksi Kecepatan Angin

3. Parameter suhu

Tabel 4.12 Hasil MAPE dan Akurasi dari Prediksi Parameter Suhu

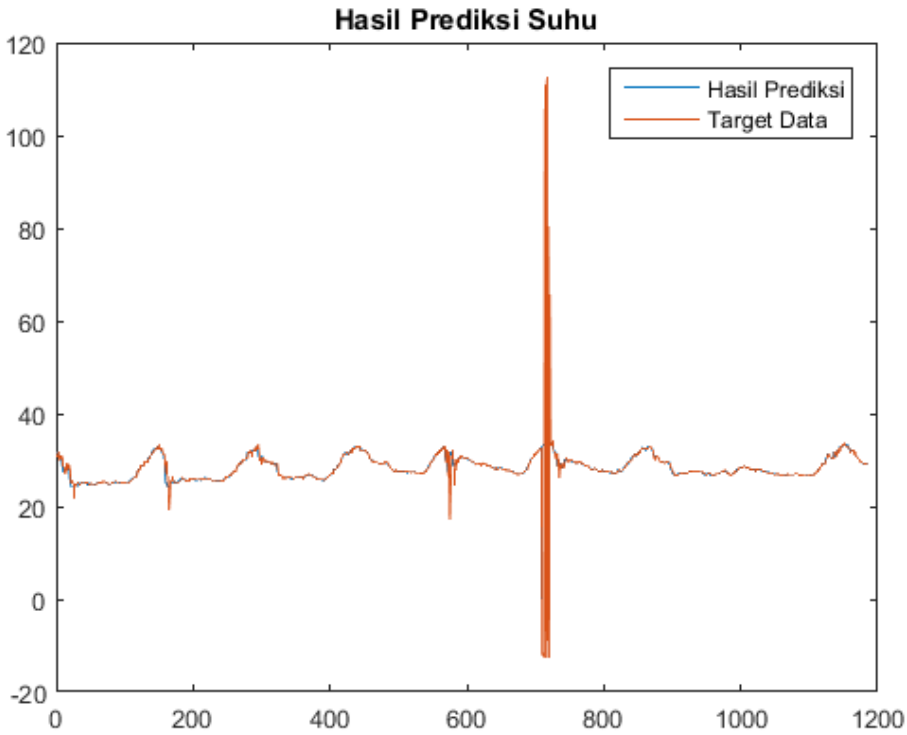
Data Ke-	Suhu			
	Prediksi	***Target***	**MAPE**	**Akurasi**
1	31,08	31,60	1,66	98,34
2	30,64	31,50	2,74	97,26
3	31,78	31,10	2,19	97,81
4	30,72	31,10	1,23	98,77
5	29,94	31,00	3,43	96,57
6	31,10	30,90	0,65	99,35
7	30,39	30,90	1,66	98,34

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

8	30,86	30,60	0,85	99,15
9	30,53	28,40	7,51	92,49
10	28,59	27,90	2,46	97,54
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1188	25,09	24,40	2,84	97,16
Rata - rata			1,573	98,427

Adapun untuk *testing*pada parameter suhu mendapatkan nilai prediksi dan akurasi seperti pada Tabel 4.12. Didapatkan pula hasil MSE sebesar $1{,}6537 \times 10^{-06}$, sedangkan untuk hasil MAPE sebesar 1,573% dan akurasi 98,427%. Dapat dilihat pada hasil Gambar 4.3 hasil plot prediksi menjelaskan bahwa parameter suhu memiliki akurasi yang sangat baik, dibuktikan dengan rapatnya grafik nilai prediksi dengan *target*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.3 Plot Prediksi Suhu

4. Parameter kelembapan

Tabel 4.13 Hasil MAPE dan Akurasi dari Prediksi Parameter Kelembapan

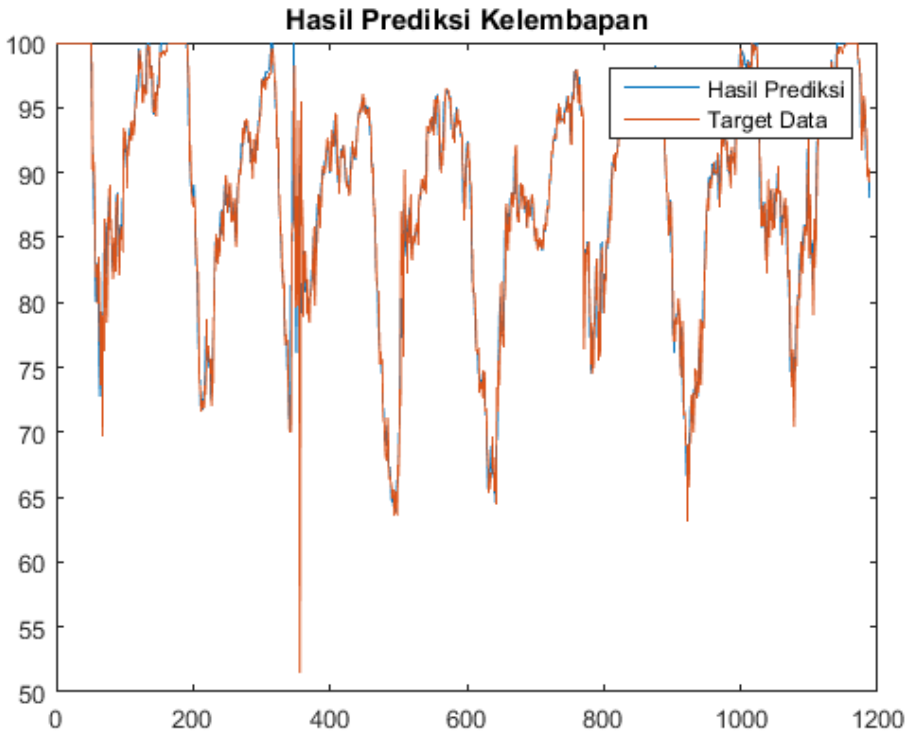
Data	Kelembapan			
	Prediksi	***Target***	**MAPE**	**Akurasi**
1	99,91	100	0,09	99,91
2	99,91	100	0,09	99,91
3	99,91	100	0,09	99,91
4	99,91	100	0,09	99,91
5	99,91	100	0,09	99,91
6	99,91	100	0,09	99,91
7	99,91	100	0,09	99,91

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

8	99,91	100	0,09	99,91
9	99,91	100	0,09	99,91
10	99,91	100	0,09	99,91
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1188	99,1	100	0,9	99,1
Rata - rata			1,8454	98,1546

Sedangkan untuk tahap *testing* pada parameter kelembapan mendapatkan nilai prediksi dan akurasi seperti pada Tabel 4.13. Didapatkan hasil MSE sebesar 2,6170x10^{-05}, MAPE senilai 1,8454% dan akurasi 98,1546%. Pada Gambar 4.4 dibuktikan bahwa prediksi parameter kelembaban memiliki hasil yang sangat baik, dengan sesuainya grafik hasil prediksi yang diperoleh bertindihan rapat dengan nilai *target*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.4 Plot Prediksi Kelembapan

Berdasarkan dari hasil *testing* keseluruhan pada semua parameter cuaca ekstrim di atas, didapatkan bahwa parameter curah hujan memiliki nilai MAPE dan akurasi yang buruk sehingga tidak dapat dilakukan sebagai salah satu parameter untuk menentukan prediksi cuaca ekstrim sebab memiliki MAPE *testing* 29,8746% dan akurasi 70,1254% yang memiliki arti nilai prediksi dengan kemampuan buruk. Hal ini dikarenakan nilai - nilai pada data curah memiliki rentang nilai yang sangat signifikan perubahan naik turunnya nilai pada setiap jam-nya atau disebut nilai fluktuatif.

4.2.5. Percobaan Prediksi

Setelah percobaan *testing* dilakukan, kemudian dilakukan pengujian sampel prediksi untuk 24 jam kedepan pada tanggal 1 September 2019. Pengujian ini

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dilakukan menggunakan data pada tanggal 31 Agustus 2019 dengan arsitektur jaringan terbaik pada masing - masing parameter cuaca buruk yang diperoleh di tahapan *training* sebelumnya. Percobaan ini menghasilkan prediksi seperti pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Prediksi Setiap Parameter

Jam	Parameter			
	Curah Hujan	**Kecepatan Angin**	**Suhu**	**Kelembapan**
1:00	1,00	2,58	30,52	99,75
2:00	1,00	1,94	30,38	98,40
3:00	1,00	2,32	30,99	97,20
4:00	1,00	2,21	31,10	98,20
5:00	1,00	2,29	31,02	97,54
6:00	1,00	3,07	31,57	97,61
7:00	1,00	3,63	31,82	94,63
8:00	1,00	3,57	31,85	94,95
9:00	1,00	2,38	32,27	94,71
10:00	1,00	2,59	32,57	96,17
11:00	1,00	2,41	32,76	94,34
12:00	1,00	2,71	32,43	95,91
13:00	1,00	1,93	33,05	96,04
14:00	1,00	2,42	32,46	96,82
15:00	1,00	2,96	33,21	96,51
16:00	1,00	3,41	32,38	97,85
17:00	1,00	4,06	32,75	99,34
18:00	1,00	3,61	32,07	98,92

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

19:00	1,00	2,84	32,55	99,13
20:00	1,00	3,49	32,08	99,30
21:00	1,00	3,59	31,40	99,32
22:00	1,00	3,20	31,39	99,15
23:00	1,00	3,78	31,05	99,33
24:00	1,00	13,06	29,28	98,98

Tabel 4.14 menjelaskan bahwa hasil prediksi parameter cuaca ekstrim 24 jam kedepan pada tanggal 1 September 2019 tidak memiliki kemungkinan terjadinya cuaca ekstrim. Hal ini dikarenakan nilai curah hujan yang memiliki intensitas kecil, kecepatan angin pun tidak termasuk kategori kencang atau di atas normal, suhu berada di rentang normal, dan kelembapan tidak menunjukan adanya nilai yang diatas normal. Kota Surabaya dengan keseluruhan perubahan nilai setiap parameter tidak mengalami perubahan yang ekstrim pada setiap jamnya.

Berdasarkan hasil prediksi 24 jam kedepan pada Tabel 4.14, membuktikan bahwa arsitektur jaringan terbaik yang diperoleh dapat digunakan sebagai prediksi parameter cuaca ekstrim kedepannya. Percobaan prediksi ini dapat dilakukan lebih dari 24 jam kedepan sesuai dengan kebutuhan peramalan. Tetapi dengan adanya hasil MAPE dan Akurasi yang buruk pada parameter curah hujan, mengakibatkan nilai tersebut tidak memiliki hasil prediksi yang akurat untuk menentukan prediksi cuaca ekstrim kedepannya. Untuk itu parameter curah hujan mungkin dapat diganti dengan parameter cuaca ekstrim lainnya pada penelitian selanjutnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini akan diberikan simpulan dan saran-saran yang dapat diambil berdasarkan materi-materi yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya.

5.1. Kesimpulan

1. Hasil Arsitektur Jaringan Terbaik

   Melihat hasil dari setiap percobaan pada proses *training* data di atas, didapatkan beberapa hasil arsitektur jaringan terbaik untuk digunakan pada tahap *testing* setiap parameter dengan nilai MSE dan MAPE yang berbeda-beda sebagai berikut:

   a. Parameter curah hujan, pada arsitektur jumlah *nodes* 24 dan *learning rate* 0,1 memperoleh hasil MSE yang cukup baik senilai 3,7000x10^{-03} tetapi mendapatkan MAPE dengan rentang yang cukup besar sebesar 27,9942%, sehingga memiliki kemampuan prediksi dengan kategori cukup.

   b. Parameter kecepatan angin, pada arsitektur jumlah *nodes* 24 dan *learning rate* 0,1 memperoleh hasil MSE dan MAPE dengan rentang nilai sangat kecil senilai 3,5443x10^{-04} dan 8,5237%, sehingga memiliki kemampuan prediksi kategori sangat baik.

   c. Parameter suhu, pada arsitektur dengan jumlah *nodes* 24 dan *learning rate* 0,3 memperoleh hasil MSE dan MAPE dengan rentang nilai sangat kecil senilai 1,6818x10^{-06} dan 1,524%, sehingga memiliki kemampuan prediksi kategori

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sangat baik.

d. Parameter kelembapan, pada arsitektur dengan jumlah *nodes* 24 dan *learning rate* 0,5 memperoleh hasil MSE dan MAPE dengan rentang nilai sangat kecil senilai 1,8267x10^{-05} dan 1,7493%, sehingga memiliki kemampuan prediksi kategori sangat baik.

Pada seluruh percobaan *training* didapatkan bahwa prediksi parameter curah hujan mendapatkan kategori hasil dari rentang cukup sampai buruk, dengan rentang MAPE sebesar 27-73%.

2. Hasil Akurasi Prediksi Parameter Cuaca Ekstrim

   Berdasarkan hasil *testing* percobaan prediksi parameter curah hujan nilai prediksi didapatkan hasil MSE sebesar 3,5000x10^{-04}, MAPE sebesar 29,8746% dan akurasi 70,1254%, untuk parameter kecepatan angin didapatkan hasil MSE sebesar 8,3678x10^{-04}, MAPE 8,9356% dan 91,0644%, adapula untuk parameter suhu diperoleh hasil MSE sebesar 1,6537x10^{-06}, MAPE sebesar 1,573% dan akurasi 98,427%, sedangkan untuk prediksi parameter kelembapan didapatkan hasil MSE sebesar 2,6170x10^{-05}, MAPE senilai 1,8454% dan akurasi 98,1546%.

3. Melihat hasil percobaan prediksi 24 jam kedepan untuk tanggal 1 September 2019, membuktikan bahwa arsitektur jaringan terbaik yang diperoleh dapat digunakan sebagai prediksi parameter cuaca ekstrim kedepannya. Percobaan prediksi ini dapat dilakukan lebih dari 24 jam kedepan sesuai dengan kebutuhan peramalan. Tetapi dengan adanya hasil MAPE dan Akurasi yang buruk pada parameter curah hujan, mengakibatkan nilai tersebut tidak memiliki hasil prediksi yang akurat untuk menentukan prediksi cuaca ekstrim kedepannya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5.2. Saran

Setelah membahas dan mengimplementasikan metode *backpropagation* untuk prediksi parameter cuaca ekstrim, penulis ingin menyampaikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan kondisi cuaca ekstrim berdasarkan parameter meteorologi agar penelitian selanjutnya dapat lebih baik lagi diantaranya:

1. Tidak menggunakan parameter curah hujan dan mengganti parameter meteorologi lain sebagai variabel dalam penentuan cuaca ekstrim.
2. Menggunakan metode *modified backpropagation* dalam hal pengoptimalan waktu iterasi agar bisa meminimalkan waktu iterasi sehingga memperoleh hasil yang lebih akurat.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Andrian, Y., & Ningsih, E. (2014). *Prediksi Curah Hujan di Kota Medan Menggunakan Metode Backpropogation Neural Network*. Seminar Nasional Informatika, 184-189.

Aisyah, F. N. (2018). *Pemodelan Matematika dan Studi Kesetimbangan Pada Penyebaran Pengaruh Perilaku Merokok Menggunakan Tipe SEIR*. Universitas Lampung.

Charolydya, R., & Alfahmi, F. (2015). *Prediksi Hujan Ekstrem Menggunakan Multi-Physics Ensemble Pada Parameterisasi WRF-ARW Di Stasiun Meteorologi Klas II Pattimura Ambon*. Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika, 111.

Darlan, N. H., Pradiko, I., & Siregar, H. H. (2008). *Prediksi dan Antisipasi Kejadian Cuaca Ekstrim dan Dampaknya Terhadap Produksi Tanaman Kelapa Sawit (2007)*.

Handayani, L., & Adri, M. (2015). *Penerapan JST Backpropagation untuk Prediksi Curah Hujan (Studi Kasus: Kota Pekanbaru)*. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri *(SNTIKI)*. November. 234-247.

Hasim, A. (2008). Prakiraan Beban Listrik Kota Pontianak Dengan Jaringan Syaraf Tiruan *(Artificial Neurak Network)* Agus Hasim.

Jameson, A., Schmidt, W., & Turkel, E. (1981). *Numerical Solution of the Euler Equations by Finite Volume Methods Schemes AIAA 14th Fluid and Plasma Dynamic*. California. Convergence, M(AIAA 81-1259), 119.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

JJ. Siang. (2005). *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Maslakah, F. A. (2015). *Tren Temperatur dan Hujan Ekstrim di Juanda Surabaya Tahun 1981-2013.* METEOROLOGI DAN GEOFISIKA, 16, 135143.

Masruroh, L. (2013). *Analisis Curah Hujan Harian Maksimum dan Ekstrim di Kabupaten Bogor*.

Megalina, Y. (2014). *Prediksi Cuaca Ekstrim dengan Model Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan Program Matlab*. Einstein, 2(1), 1927.

Megawati, F. (2015). *Peramalan Tinggi Gelombang Berdsarkan Kecepatan Angin di Perairan Pesisir Semarang Menggunakan Model Fungsi Transfer*.

Mirawati, T. D., Yasin, H., & Rusgiyono, A. (2013). *Prediksi Curah Hujan di Kota Semarang dengan Metode Kalman Filter*. Prosiding Seminar Nasional Statistika, (1983).

Oktaviani, C., & Afdal. (2013). *Prediksi Curah Hujan Bulanan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Beberapa Fungsi Pelatihan (Studi Kasus: Status Meteorologi Tabing Padang, Tahun 2001-2012)*. Fisika Unand, 2(4), 228-237.

Pertiwi, B. D. (2018). *Analisis Karakteristik Awan Cumolonimbus menggunakan Citra Satelit dan Data Cuaca.*

Putra, I. M. D. U., Gandhiadi, G., & Harini, L. P. I. (2016). *Implementasi Backpropagation Neural Network dalam Prakiraan Cuaca di Daerah Bali Selatan*. E-Jurnal Matematika, 5(pp), 126132.

Syafii, I. (2018). *Rancang Bangun Coastal Weather Station (CWS) untuk Prediksi Tinggi Gelombang Laut*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tim Redaksi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2017). *Fokus: Cuaca Ekstrim Analisis Parameter Meteorologi Desember 2016*. Meteodrome, I, 124.

Wardani, I. K. (2008). *Prediksi Cuaca Jangka Pendek Berdasarkan Data Radiosonde dan Numerical Weather Prediction (NWP)*.

Wellyantama, P. (2015). *Prediksi Ketinggian Gelombang Laut Perairan Laut Jawa Bagian Barat Sebelah Utara Jakarta dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik*. Positron, V(23014970), 3035.

Wirjohamidjojo, S., & Swarinoto, Y. S. (2013). *Meteorologi Sinoptik Analisis Penaksiran Hasil Analisis Cuaca Sinoptik*.

Yuniar, R. J., Rahadi, D., & Onny, S. (2013). *Perbaikan Metode Prakiraan Cuaca Bandara Abdulrahman Saleh dengan Algoritma Neural Network Backpropagation*. EECCIS, 7(1), 6570.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id