PREDIKSI BENCANA ALAM ANGIN PUTING BELIUNG DI WILAYAH CILACAP JAWA TENGAH DENGAN MENGGUNAKAN *ADAPTIVE NEIGHBORHOOD MODIFIED BACKPROPAGATION* (ANMBP)

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

OLEH:
FITRIA FEBRIANTI
NIM.H72214015

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN SAINS
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
2018

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Fitria Febrianti

NIM : H72214015

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2014

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: **Prediksi Bencana Alam Angin Puting Beliung Di Wilayah Cilacap Jawa Tengah Dengan Menggunakan *Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation* (ANMBP)**. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan. Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 3 Agustus 2018

METERAI TEMPEL

6000

Fitria Febrianti

NIM.H72214015

Scanned by CamScanner

LEMBAR PENGESAHAN

PREDIKSI BENCANA ALAM ANGIN PUTING BELIUNG DI WILAYAH CILACAP JAWA TENGAH DENGAN MENGGUNAKAN *ADAPTIVE NEIGHBORHOOD MODIFIED BACKPROPAGATION* (ANMBP)

Disusun oleh
Fitria Febrianti
NIM.H72214015

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 18 Juli 2018
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika (S.Mat)

Dewan Penguji

Penguji I	**Penguji II**
Dian C. Rini Novitasari, M.Kom	**Dr. Moh. Hafiyusholeh, S.Si, M.Si, M.PMat**
NIP.198511242014032001	**NIP.198002042014031001**
Penguji III	**Penguji IV**
Putroue Keumala Intan, M.Si	**Wika Dianita Utami, M.Sc**
NIP.198805282018012001	**NIP.199206102018012003**

Mengesahkan
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Eni Purwati, M.Ag
NIP.196512211990022001

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 : Fitria Febrianti
NIM : H72214015
Fakultas/Jurusan : Saintek / Matematika
E-mail address : fitriafebrianti003@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 Bencana Alam Angin Puting Beliung di Wilayah Cilacap Jawa Tengah dengan menggunakan Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation (ANMBP)

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, 31 Juli 2018

Penulis

(FITRIA FEBRIANTI)

PREDIKSI BENCANA ALAM ANGIN PUTING BELIUNG DI WILAYAH CILACAP JAWA TENGAH MENGGUNAKAN *ADAPTIVE NEIGHBORHOOD MODIFIED BACKPROPAGATION* (ANMBP)

ABSTRAK

Data dari BNPB menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 10 tahun terakhir provinsi Jawa Tengah merupakan wilayah yang terkena bencana angin puting beliung paling banyak jika dibandingkan dengan provinsi lainnya di Indonesia yaitu sebesar 1281 kejadian dan kejadian angin puting beliung paling banyak adalah Cilacap yaitu sebesar 202 kejadian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi bencana angin puting beliung di wilayah Cilacap Jawa Tengah dengan menggunakan parameter meteorologi sebagai parameter prediksi dan *adaptive neighborhood modified backpropagation* (ANMBP) sebagai metode prediksi, sehingga diharapkan dapat meminimalisir kerugian yang dapat diakibatkan oleh bencana angin puting beliung. Alur dari metode penelitian ini terdiri dari proses *pre-processing data* dan proses prediksi. Dalam proses *pre-processing*, variabel data masukan di reduksi dari 7 variabel masukan menjadi 5 variabel masukan dengan menggunakan metode *principal component analysis* (PCA). Selanjutnya dalam proses prediksi menggunakan ANMBP, dilakukan proses pelatihan dan pengujian berulang kali dengan merubah nilai *hidden layer*, *learning rate,* dan jumlah data pelatihan dan pengujian. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil prediksi yang optimal, yaitu pada data pelatihan sebanyak 60% dan data pengujian sebanyak 40% menghasilkan nilai MSE sebesar 0,0004 dan akurasi sebesar 82,6% dengan menggunakan dua *hidden layer* dengan nilai masing-masing adalah 110 dan 95, dan nilai *learning rate* sebesar 0,5. Pada data pelatihan sebanyak 70% dan data pengujian sebanyak 30% menghasilkan nilai MSE sebesar 0,00005 dan akurasi sebesar 82,6% dengan menggunakan dua *hidden layer* dengan nilai masing-masing adalah 110 dan 95, dan nilai *learning rate* sebesar 0,5. Pada data pelatihan sebanyak 80% dan data pengujian sebanyak 20% menghasilkan nilai MSE sebesar 0,00003 dan akurasi sebesar 76,6% dengan menggunakan dua *hidden layer* dengan nilai masing-masing adalah 90 dan 75, dan nilai *learning rate* sebesar 0,4.

kata kunci: adaptive neighborhood modified backpropagation, angin puting beliung, PCA.

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

TORNADO PREDICTION USING ADAPTIVE NEIGHBORHOOD MODIFIED BACKPROPAGATION (ANMBP) IN CILACAP, CENTRAL JAVA

ABSTRACT

Data from BNPB shows that in the last 10 years, Central Java is the most affected province by tornado when compared with other provinces in Indonesia which has 1281 events and districts in Central Java which has the highest number of tornado is Cilacap which has 202 events. The purpose of this research is to predict tornado in Cilacap using meteorology parameters as prediction parameters and adaptive neighborhood modified backpropagation (ANMBP) as prediction method, so it is expected to minimize the loss that can be caused by tornado. In this research, there are several steps to do that is pre-processing and prediction process. In the process of pre-processing, input data variables are reduced from 7 variables to 5 variables using principal component analysis (PCA) method. Then, in the prediction process using ANMBP, the process of training and testing was done repeatedly by changing the value of hidden layer, learning rate, and amount of training and testing data. The result of this research is to get the optimum prediction result, that is, training data as much as 60% and test data as much as 40% resulting value of MSE 0,0004 and value of accuracy 82,6% by using two hidden layers with the value of each is 110 and 95, and value of learning rate of 0,5. In training data as much as 70% and test data as much as 30% resulting value of MSE 0,00005 and value of accuracy 82,6% by using two hidden layers with the value of each is 110 and 95, and value of learning rate of 0,5. In training data as much as 80% and test data as much as 20% resulting value of MSE 0,00003 and value of accuracy 76,6% by using two hidden layers with the value of each is 90 and 75, and value of learning rate of 0,4.

keywords: adaptive neighborhood modified backpropagation, tornado, PCA.

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

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**

PERNYATAAN KEASLIAN ..... **iii**

HALAMAN MOTTO ..... **iv**

KATA PENGANTAR ..... **v**

ABSTRAK ..... **vi**

ABSTRACT ..... **vii**

DAFTAR ISI ..... **viii**

DAFTAR TABEL ..... **x**

DAFTAR GAMBAR ..... **xi**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xii**

BAB I PENDAHULUAN **1**

A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 4
C. Tujuan Penelitian 4
D. Manfaat Penelitian 5
E. Batasan Masalah 5
F. Sistematika Penulisan 6

BAB II KAJIAN PUSTAKA **9**

A. Bencana Alam Angin Puting Beliung 9
B. Analisis Parameter Observasi Udara Atas 12
1. Showalter Index (SI) 12
2. Lifted Index (LI) 12
3. K Index (KI) 13
4. Total Totals (TT) 13
5. Severe Weather Threat Index (SWEAT) 14
6. Convective Inhibition (CIN) 15

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

7. Convective Available Potential Energy (CAPE) 15
C. Backpropagation 16
1. Arsitektur Backpropagation 16
2. Fungsi Aktivasi 17
3. Pelatihan Standar Backpropagation 18
D. Adaptive *Neighborhood Modified Backpropagation* 21
E. Normalisasi Data 24
F. Principal Component Analysis (PCA) 25
G. Akurasi 27
H. Integrasi Keilmuan 27

BAB III METODE PENELITIAN 29

A. Jenis Penelitian 29
B. Sumber Data 29
C. Teknik Analisis Data 31
1. Pre-processing data 32
2. Proses Prediksi 32
3. Hasil Prediksi 35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 35

A. Variabel yang berpengaruh terhadap terjadinya angin puting beliung (*Pre-processing* data) 35
B. Optimasi Model ANMBP 39
1. Proses Prediksi Menggunakan ANMBP 39
a. Inisialisasi 39
b. Fase Maju 41
c. Fase Mundur 43
d. Pembaharuan Bobot 45
2. Prediksi Puting Beliung menggunakan ANMBP 46

BAB V PENUTUP 69

A. Simpulan 69
B. Saran 71

DAFTAR PUSTAKA 72

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

Tabel 2.1 Pedoman prakiraan SI (Holton, 2004) **12**

Tabel 2.2 Pedoman prakiraan LI (Holton, 2004) **13**

Tabel 2.3 Pedoman prakiraan KI (Holton, 2004)..... **13**

Tabel 2.4 Pedoman prakiraan TT (Holton, 2004) **14**

Tabel 2.5 Pedoman prakiraan SWEAT (Holton, 2004) **14**

Tabel 2.6 Pedoman prakiraan CIN (Holton, 2004) **15**

Tabel 2.7 Pedoman prakiraan CAPE (Holton, 2004)..... **15**

Tabel 4.11 Matriks korelasi tiap variabel masukan **37**

Tabel 4.12 Uji KMO dan *Barnett Test*..... **37**

Tabel 4.13 Nilai eigen variabel **38**

Tabel 4.14 Rotasi faktor menggunakan metodolsi varimax..... **38**

Tabel 4.15 Inisialisasi data masukan dan keluaran **40**

Tabel 4.16 Inisialisasi bobot dan *neighborhood* **40**

Tabel 4.17 Pembaharuan bobot..... **45**

Tabel 4.18 Hasil prediksi (DTr-60%, DTs-40%)..... **47**

Tabel 4.20 Hasil prediksi (DTr-70%, DTs-30%)..... **49**

Tabel 4.21 Hasil prediksi (DTr-80%, DTs-20%)..... **67**

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

Gambar 2.1 Tren kejadian bencana 10 tahun terakhir **9**

Gambar 2.2 Jumlah kejadian bencana alam selama tahun 2017 ..... **10**

Gambar 2.3 Kerusakan akibat angin puting beliung di Cilacap..... **11**

Gambar 2.4 Arsitektur algoritma backpropagation (Siang, 2005)..... **17**

Gambar 2.5 Fungsi aktivasi sigmoid biner **18**

Gambar 2.6 Data sebelum normalisasi..... **25**

Gambar 2.7 Data setelah normalisasi..... **25**

Gambar 3.8 Teknik analisis data..... **31**

Gambar 3.9 Algoritma ANMBP **33**

Gambar 3.10 Struktur Jaringan ANMBP **35**

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 LAMPIRAN

Lampiran I (Data penelitian) **74**

Lampiran II (Source code pelatihan) **78**

Lampiran III (Source code pengujian) **81**

Lampiran IV (Hasil prediksi data testing 30%) **82**

Lampiran V (Hasil prediksi data testing 20%) **103**

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

A. Latar Belakang

Bencana adalah suatu peristiwa atau serangkaian peristiwa yang dapat mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam, faktor non alam, ataupun faktor manusia sehingga mengakibatkan kerusakan lingkungan, kerugian harga benda, dan timbulnya korban jiwa. Dalam beberapa tahun terakhir, bencana yang terjadi di Indonesia didominasi oleh bencana hidrometeorologi (Suprapto, Nurmasari, & Rosida, 2016). Bencana hidrometeorologi merupakan bencana yang diakibatkan oleh parameter meteorologi seperti curah hujan, kelembapan, temperatur, dan angin (Suryatmojo, 2017). Beberapa bencana hidrometeorologi adalah banjir, badai, El Nino, La Nina, kebakaran hutan, gelombang dingin, gelombang panas, angin fohn, angin bohorok, dan angin puting beliung.

Angin puting beliung merupakan salah satu bencana alam yang memiliki dampak yang besar pada kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, hingga timbulnya korban jiwa. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, angin puting beliung didefinisikan sebagai angin kencang yang datang secara tiba-tiba, mempunyai pusat, bergerak melingkar menyerupai spiral dengan kecepatan 40-50 km/jam hingga menyentuh permukaan bumi dan akan hilang dalam waktu singkat (3-5 menit). Sedangkan dalam Peraturan Kepala BMKG Nomor: Kep. 009 Tahun 2010 disebutkan, angin puting beliung

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

adalah angin kencang yang berputar yang keluar dari awan *cummulonimbus* dengan kecepatan lebih dari 34,8 knots atau 64,4 km/jam dan terjadi dalam waktu yang singkat.

Sebagian besar wilayah di Indonesia rawan terjadi bencana alam angin puting beliung. Dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir, provinsi Jawa Tengah memiliki angka kejadian angin puting beliung paling besar jika dibandingkan dengan provinsi-provinsi lainnya di Indonesia yaitu sebesar 1281 kejadian dan kabupaten di Jawa Tengah yang memiliki angka kejadian angin puting beliung paling besar adalah Cilacap yaitu sebesar 202 kejadian (BNPB, 2018). Dan dalam sepanjang tahun 2017, provinsi Jawa Tengah memiliki angka kejadian angin puting beliung sebesar 209 kejadian dan kabupaten Cilacap memiliki angka kejadian angin puting beliung sebesar 27 kejadian.

Angin puting beliung merupakan salah satu bencana alam yang sangat berbahaya. Hal ini dikarenakan angin puting beliung dapat menghancurkan apa saja yang dilewatinya, dan juga benda-benda yang terbawa oleh angin puting beliung dapat terangkat dan terlempar begitu saja. Kerusakan yang diakibatkan oleh angin puting beliung yang cukup besar seperti rusaknya rumah-rumah warga, pohon tumbang, dan kerusakan alat transportasi dapat menimbulkan kerugian yang cukup besar. Sepanjang tahun 2017, bencana angin puting beliung yang melanda provinsi Jawa Tengah mengakibatkan kerugian yang sangat besar yaitu 8 orang meninggal, 641 orang mengungsi, 274 rumah rusak berat, 717 rumah rusak sedang, 4049 rumah rusak ringan, 23 fasilitas pendidikan rusak, 8 fasilitas peribadatan rusak, dan 4 fasilitas kesehatan rusak (BNPB, 2018).

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

Kerugian yang diakibatkan oleh bencana alam angin puting beliung dapat diminimalisir dengan memprediksi datangnya angin puting beliung. Untuk memprediksi dilakukan klasifikasi pada nilai parameter yang diperoleh dari pengamatan udara atas. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk klasifikasi adalah ANMBP (*Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation*).

Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation (ANMBP) merupakan perkembangan dari metode klasifikasi *backpropagation*. *Backpropagation* merupakan salah satu algoritma pada jaringan syaraf tiruan yang digunakan untuk mencari nilai bobot optimal (Putra, Gandhiadi, & Harini, 2016). Pada algoritma *backpropagation* terdapat pola masukan dan keluaran yang diinginkan, ketika jaringan diberikan sebuah pola maka nilai bobot akan diubah agar dapat memperkecil perbedaan pola keluaran dari jaringan dan pola keluaran yang diinginkan (*error*). ANMBP menggabungkan nilai *error* linier dan nilai *error* nonlinier, *neighborhood,* dan *adaptive learning rate* pada *backpropagation* (Novitasari, 2015).

Beberapa penelitian yang menggunakan ANMBP sebagai metode klasifikasi antara lain yaitu pengklasifikasikan sinyal EEG yang berdasar pada kondisi normal dan epilepsi dengan menggunakan metode *fuzzy c-means* dan ANMBP sehingga didapatkan nilai akurasi sebesar 74,37% (Novitasari, 2015), pengklasifikasikan data *mammogram* dengan menggunakan transformasi *wavelet* dan ANMBP untuk mendeteksi kanker payudara sehingga didapatkan nilai *error* sebesar 0,00096204 (Werdiningsih, 2014), serta pengklasifikasikan MRI otak 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

ANMBP berdasarkan data *wavelet* yang direduksi dengan NCMF sehingga menghasilkan nilai akurasi sebesar 91,25% (Astuti & Handayani, 2012).

Berdasarkan pertimbangan beberapa hal yang telah disebutkan sebelumnya, maka dalam penelitian ini peneliti melakukan penelitian mengenai Prediksi Bencana Alam Angin Puting Beliung menggunakan *Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation* (ANMBP) di wilayah Cilacap Jawa Tengah.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel apa saja yang paling berpengaruh terhadap terjadinya bencana angin puting beliung?
2. Parameter apa saja yang optimal dalam proses prediksi menggunakan *Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation* (ANMBP)*?*
3. Bagaimana prediksi bencana angin puting beliung di wilayah Cilacap Jawa Tengah dengan menggunakan *Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation* (ANMBP)?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui faktor yang memiliki pengaruh kuat terhadap terjadinya bencana angin puting beliung.
2. Mengetahui parameter yang optimal dalam proses prediksi menggunakan *Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation* (ANMBP).

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. Mengetahui prediksi bencana angin puting beliung di wilayah Cilacap Jawa Tengah dengan menggunakan *Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation* (ANMBP).

D. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini, diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara teoritis

   Untuk menambah wawasan dan pengetahuan mengenai metode *adaptive neighborhood modified backpropagation* dalam memprediksi bencana alam angin puting beliung.

2. Secara praktis

   Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) dan masyarakat Cilacap untuk membantu mengantisipasi kejadian merugikan / kecelakaan yang diakibatkan oleh angin puting beliung.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan data pengamatan radio sonde dan data kejadian angin puting beliung di wilayah Cilacap selama 2 tahun yaitu dari bulan Maret 2016 sampai bulan Februari 2018.
2. Menggunakan data pengamatan udara atas (Rason) sebagai data prediksi bencana angin puting beliung.

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

F. Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam proposal penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian baik secara teoritis maupun aplikasi, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan proposal.

Bab II Kajian Pustaka

Pada bab ini berisi tentang penjelasan beberapa teori yang digunakan peneliti dalam penelitian ini, yaitu mengenai bencana angin puting beliung, analisis parameter observasi udara atas, *backpropagation*, *adaptive neighborhood modified backpropagation*, normalisasi data, *principal component analysis*, dan akurasi.

Bab III Metode Penelitian

Pada bab ini berisi tentang jenis penelitian, sumber data, dan teknik analisis data yang terdiri dari *pre-processing data*, proses prediksi, dan hasil prediksi.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini berisi tentang optimasi model *Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation* (ANMBP) yang terdiri dari *preprocessing data* dan proses prediksi menggunakan ANMBP, dan hasil prediksi angin puting beliung

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 berisi tentang simpulan dan saran dalam penelitian.

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

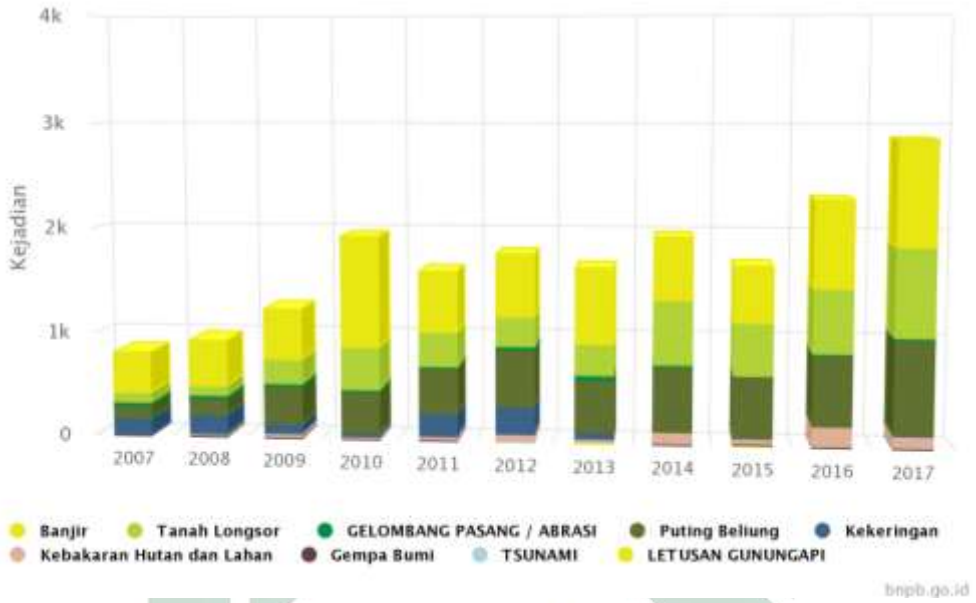
KAJIAN PUSTAKA

A. Bencana Alam Angin Puting Beliung

Bencana adalah suatu peristiwa atau serangkaian peristiwa yang dapat mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam, faktor non alam, ataupun faktor manusia sehingga mengakibatkan kerusakan lingkungan, kerugian harga benda, dan timbulnya korban jiwa. Bencana yang disebabkan oleh faktor alam umumnya disebut bencana alam. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana menyebutkan bahwa bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam, seperti gempa bumi, tsunami, gunung meletus, angin topan, dan tanah longsor. Sebagian besar wilayah Indonesia memiliki ancaman bencana yang begitu beragam, mulai dari banjir, tanah longsor, gempa bumi, letusan gunung berapi, hingga angin puting beliung.

Dalam beberapa tahun terakhir, bencana yang terjadi di Indonesia didominasi oleh bencana hidrometeorologi (Suprapto, Nurmasari, & Rosida, 2016). Bencana hidrometeorologi merupakan bencana yang diakibatkan oleh parameter meteorologi seperti curah hujan, kelembapan, temperatur, dan angin (Suryatmojo, 2017). Beberapa bencana hidrometeorologi adalah banjir, badai, El Nino, La Nina, kebakaran hutan, gelombang dingin, gelombang panas, angin fohn, angin bohorok, dan angin puting beliung.

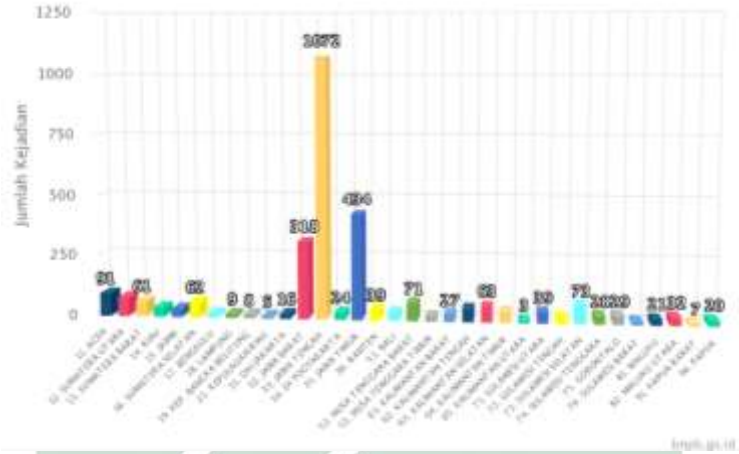
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2.1 Tren kejadian bencana 10 tahun terakhir (BNPB, 2018)

Pada Gambar 2.1 menunjukkan tren kejadian bencana dalam kurun waktu 10 tahun terakhir yaitu tahun 2007 sampai dengan tahun 2017. Pada gambar tersebut menunjukkan bencana yang paling banyak terjadi adalah banjir dan bencana yang paling banyak kedua adalah angin puting beliung. Pada Gambar 2.2 berikut, menunjukkan jumlah kejadian bencana alam sepanjang tahun 2017 berdasarkan wilayah provinsi di Indonesia. Jawa Tengah merupakan provinsi yang memiliki jumlah kejadian bencaa alam terbanyak sepanjang tahun 2017 yaitu sebesar 1072 kejadian, lalu Jawa Timur merupakan provinsi yang memiliki jumlah kejadian bencana alam terbanyak kedua setelah Jawa Tengah yaitu sebesar 434 kejadian.

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 2.2 Jumlah kejadian bencana alam selama tahun 2017 (BNPB, 2018)

Angin puting beliung merupakan salah satu bencana alam yang memiliki dampak yang besar pada kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, hingga timbulnya korban jiwa. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, angin puting beliung didefinisikan sebagai angin kencang yang datang secara tiba-tiba, mempunyai pusat, bergerak melingkar menyerupai spiral dengan kecepatan 40-50 km/jam hingga menyentuh permukaan bumi dan akan hilang dalam waktu singkat (3-5 menit). Sedangkan dalam Peraturan Kepala BMKG Nomor: Kep. 009 Tahun 2010 disebutkan, angin puting beliung adalah angin kencang yang berputar yang keluar dari awan *cummulonimbus* dengan kecepatan lebih dari 34,8 knots atau 64,4 km/jam dan terjadi dalam waktu yang singkat. Angin puting beliung merupakan salah satu bencana alam yang sangat berbahaya. Hal ini dikarenakan angin puting beliung dapat menghancurkan apa saja yang dilewatinya, dan juga benda-benda yang terbawa oleh angin puting beliung dapat terangkat dan terlempar begitu saja. Kerusakan yang diakibatkan oleh angin

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

puting beliung yang cukup besar seperti rusaknya rumah-rumah warga, pohon tumbang, dan kerusakan alat transportasi seperti pada Gambar 2.3 berikut,

Gambar 2.3 Kerusakan akibat angin puting beliung di Cilacap

Angin puting beliung merupakan bencana yang diakibatkan oleh parameter meteorologi maka bencana ini dapat diprediksi dengan memperhatikan beberapa parameter meteorologi seperti keadaaan udara atas yang didapatkan dari pengamatan radiosonde yang dilakukan oleh BMKG. Radiosonde merupakan jenis pengamatan udara atas yang berbasis teknologi untuk mengetahui kondisi meteorologi di atmosfer (Mahendra, 2018). Beberapa parameter yang dapat didapatkan dari radiosonde dan digunakan untuk memprediksi angin puting beliung adalah LI (*Lifted Index*), SWEAT (*Severe Weather Threat Index*), CAPE (*Convective Available Potential Energy*), KI (*K Index*), CIN (*Convective Inhibition*), TT (*Total Totals*), dan SI (*Showalter Index*). Masing-masing parameter tersebut memiliki kriteria dan panduan prakiraan (*forecast guidlines*) yang dapat digunakan untuk memprediksi bencana angin puting beliung.

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

B. Analisis Parameter Observasi Udara Atas

Radiosonde merupakan jenis pengamatan udara atas yang berbasis teknologi untuk mengetahui kondisi meteorologi di atmosfer (Mahendra, 2018). Berikut adalah beberapa index parameter stabilitas pada observasi udara atas yang diperoleh dari radiosonde (Azizah & Lathif, 2017):

1. Showalter Index (SI)

Index parameter *Showalter Index* (SI) baik digunakan untuk peramalan konveksi tingkat menengah. Berikut adalah pedoman prakiraan (*forecast guidelines*) index parameter SI:

Tabel 2.1 Pedoman prakiraan SI (Holton, 2004)

Nilai index	Prakiraan
$+1$ sampai $+3$	kemungkinan hujan
0 sampai -3	kondisi tidak stabil dan kemugkinan terjadi badai petir
-4 sampai -6	kondisi sangat tidak stabil dan kemungkinan terjadi badai petir besar
$SI < -6$	kondisi sangat tidak stabil dan kemugkinan terjadi tornado

2. Lifted Index (LI)

Index parameter *Lifted Index* (LI) baik digunakan untuk peramalan konveksi tingkat permukaan dan dapat mengatasi keterbatasan indeks *showalter*. Berikut adalah pedoman prakiraan (*forecast guidelines*) index parameter LI:

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 2.2 Pedoman prakiraan LI (Holton, 2004)

Nilai index	Prakiraan
0 sampai -2	kemungkinan terjadi petir
-2 sampai -5	kondisi tidak stabil dan kemugkinan terjadi badai petir
$LI < -5$	kondisi sangat tidak stabil dan kemungkinan terjadi badai petir besar

3. K Index (KI)

Index parameter *k-index* mengukur potensi adanya badai berdasarkan tingkat selang suhu vertikal, kadar air dari atmosfer yang lebih rendah, dan tingkat vertikal lapisan lembab. Index parameter *k-index* baik digunakan untuk meperkirakan adanya badai petir. Berikut adalah pedoman prakiraan (*forecast guidelines*) index parameter KI:

Tabel 2.3 Pedoman prakiraan KI (Holton, 2004)

Nilai index	Prakiraan
$KI < 15$	Kemungkinan 0% terjadi badai petir
$15 - 20$	Kemungkinan $< 20\%$ terjadi badai petir
$21 - 25$	Kemungkinan $20\% - 40\%$ terjadi badai petir
$26 - 30$	Kemungkinan $40\% - 60\%$ terjadi badai petir
$31 - 35$	Kemungkinan $60\% - 80\%$ terjadi badai petir
$36 - 40$	Kemungkinan $80\% - 90\%$ terjadi badai petir
$KI > 40$	Kemungkinan $> 90\%$ terjadi badai petir

4. Total Totals (TT)

Index parameter *total totals* (TT) mengidentifikasi area pengembangan potensi badai petir berdasarkan tingkat selang suhu diketinggian antara 850 mb

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

– 500 mb dan kelembapan dalm tingkat rendah. Index parameter TT baik digunakan untuk meprediksi badai di udara dan dapat digunakan untuk memprediksi badai petir yang parah. Berikut adalah pedoman prakiraan (*forecast guidelines*) index parameter TT:

Tabel 2.4 Pedoman prakiraan TT (Holton, 2004)

Nilai index	Prakiraan
$TT < 45$	Tidak ada aktivitas petir
$45 - 50$	Potensi lemah untuk aktivitas badai petir
$51 - 55$	Potensi sedang untuk aktivitas badai petir
$TT > 55$	Potensi kuat untuk aktivitas badai petir

5. Severe Weather Threat Index (SWEAT)

Index parameter *Severe Weather Threat Index* (SWEAT) mengukur potensi cuaca buruk berdasarkan kelembapan tingkat rendah (suhu pada ketinggian 850 mb dalam *celcius*), ketidakstabilan (index parameter TT), dan kecepatan angin pada ketinggian 850 mb dan 500 mb dalam knots). Index parameter SWEAT baik digunakan untuk memprediksi potensi cuaca buruk dan termasuk dalam persyaratan pergeseran angin secara vertikal yang diperlukan untuk konveksi dalam. Berikut adalah pedoman prakiraan (*forecast guidelines*) index parameter SWEAT:

Tabel 2.5 Pedoman prakiraan SWEAT (Holton, 2004)

Nilai index	Prakiraan
$300 > SWEAT < 400$	Kemungkinan terjadi badai
$SWEAT > 400$	Kemungkinan terjadi tornado

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

6. Convective Inhibition (CIN)

Index parameter *Convective Inhibition* (CIN) merupakan area negatif yang berada di bawah LFC antara *enviromental sounding* dan *temperature of lifted parcel.* Berikut adalah pedoman prakiraan (*forecast guidelines*) index parameter CIN:

Tabel 2.6 Pedoman prakiraan CIN (Holton, 2004)

Nilai index	Prakiraan
$CIN > -10$	Perkembangan awal badai
$-10\ sampai - 100$	Akhir perkembangan badai – kemungkinan terjadi cuaca buruk
$CIN < 100$	Tidak ada badai

7. Convective Available Potential Energy (CAPE)

Index parameter *Convective Available Potential Energy* (CAPE) merupakan area positif yang berada di atas LFC antara *enviromental sounding* dan *temperature of lifted parcel.* Berikut adalah pedoman prakiraan (*forecast guidelines*) index parameter CAPE:

Tabel 2.7 Pedoman prakiraan CAPE (Holton, 2004)

Nilai index	Prakiraan
$CAPE < 500$	Kemungkinan tidak terjadi badai
$500\ sampai\ 2000$	Kemungkinan terjadi badai yang kuat
$CAPE > 2000$	Terjadi badai yang kuat dan parah

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

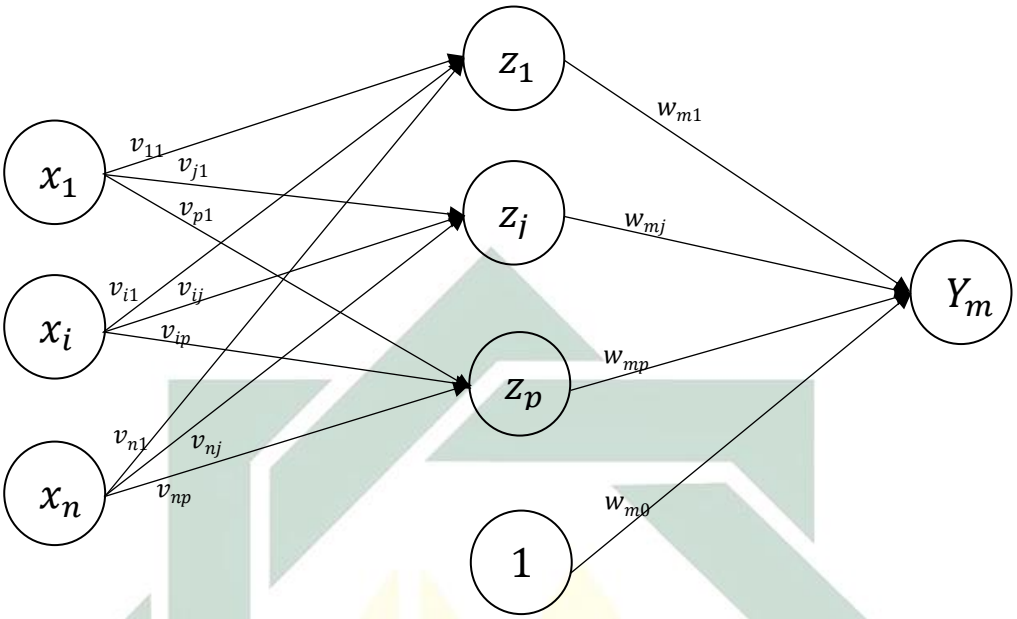
C. Backpropagation

Algoritma *backpropagation* merupakan salah satu metode pelatihan yang terawasi pada jaringan syaraf tiruan. Algoritma *backpropagation* merupakan algoritma yang memperkecil nilai *error* dengan menyesuaikan bobot berdasarkan perbedaan pola keluaran dari jaringan dan pola keluaran dari target. *Backpropagation* melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan dan kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa dengan pola yang dipakai selama pelatihan (Siang, 2005).

1. Arsitektur Backpropagation

Arsitektur algoritma *backpropagation* terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan masukan (*input* layer), lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan keluaran (*output layer*). Gambar 2.4 menunjukkan arsitektur algoritma *backpropagation*, dimana pada lapisan masukan terjadi pengiriman bobot masukan x ke lapisan tersembunyi. v_{ji} merupaka bobot dari unit masukan x_i ke unit lapisan tersembunyi z_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



Gambar 2.4 Arsitektur algoritma backpropagation (Siang, 2005)

2. Fungsi Aktivasi

Dalam algoritma *backpropagation*, fungsi aktivasi digunakan untuk menentukan keluaran suatu neuron dan harus memenuhi syarat berikut: kontinu, terdeferensial dengan mudah, dan merupakan fungsi yang tidak turun (Siang, 2005). Salah satu fungsi aktivasi yang sering dipakai adalah fungsi *sigmoid biner* yang memiliki *range* (0,1) dan fungsi ini juga memenuhi persyaratan yang telah disebutkan. Persamaan fungsi *sigmoid biner* adalah sebagai berikut,

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \tag{2.1}$$

dengan turunan sebagai berikut,

$f(x) = (1 + e^{-x})^{-1}$

$f'(x) = (-1)(1 + e^{-x})^{-2}(-e^{-x})$

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

$$f'(x) = (e^{-x})(1 + e^{-x})^{-2}$$

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

$$f'(x) = \frac{e^{-x}}{(1+e^{-x})(1+e^{-x})}$$

$$f'(x) = \left(\frac{1}{1+e^{-x}}\right)\left(\frac{e^{-x}}{1+e^{-x}}\right)$$

$$f'(x) = \left(\frac{1}{1+e^{-x}}\right)\left(\frac{1-1+e^{-x}}{1+e^{-x}}\right)$$

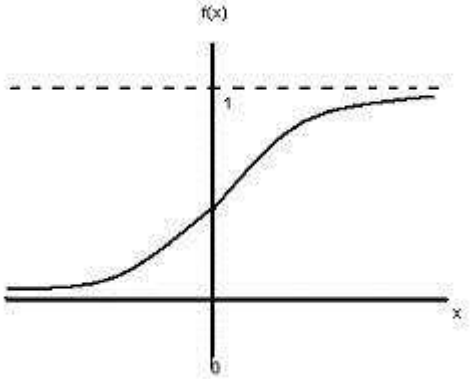
$$f'(x) = \left(\frac{1}{1+e^{-x}}\right)\left(\frac{(1+e^{-x})-1}{1+e^{-x}}\right)$$

$$f'(x) = \left(\frac{1}{1+e^{-x}}\right)\left(\frac{1+e^{-x}}{1+e^{-x}} - \frac{1}{1+e^{-x}}\right)$$

$$f'(x) = \left(\frac{1}{1+e^{-x}}\right)\left(1 - \frac{1}{1+e^{-x}}\right)$$

$$f'(x) = f(x)\big(1 - f(x)\big) \qquad (2.2)$$

Grafik fungsi dari fungsi *sigmoid biner* ditunjukkan pada Gambar 2.5 berikut,



Gambar 2.5 Fungsi aktivasi sigmoid biner

3. Pelatihan Standar Backpropagation

Terdapat tiga fase pada pelatihan algoritma *backpropagation*. Fase pertama adalah fase maju, yaitu pola masukan dihitung maju mulai dari lapisan masukan hingga lapisan keluaran dengan menggunakan fungsi aktivasi yang telah ditentukan. Fase kedua adalah fase mundur. Selisih antara keluaran

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 dengan keluaran target yang merupakan kesalahan yang terjadi (*error*). Kesalahan tersebut dipropagasikan mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit di lapisan keluaran. Fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi (Siang, 2005).

Algoritma pelatihan untuk *backpropagation* (dengan menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid* biner) adalah sebagai berikut:

a. Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil
b. Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan langkah c-j
c. Setiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi diatasnya
d. Hitung semua keluaran di unit tersembunyi z_j $(j = 1,2,..,p)$ dimana p merupakan banyaknya jumlah *node* di *hidden layer* dengan persamaan berikut,

$$z_net_j = v_{j0} + \sum_{i=1}^{n} x_i v_{ji} \tag{2.3}$$

$$z_j = f(z_net_j) = \frac{1}{1 + e^{-z_net_j}} \tag{2.4}$$

dimana z_net_j merupakan nilai keluaran jaringan dan z_j merupakan nilai fungsi dari z_net_j.

e. Hitung semua keluaran jaringan di unit y_k $(k = 1,2,..,m)$ dimana m merupakan banyaknya jumlah *node* di *output layer* dengan persamaan berikut,

$$y_net_k = w_{k0} + \sum_{j=1}^{p} z_j w_{kj} \tag{2.5}$$

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

$$y_k = f(y_net_k) = \frac{1}{1 + e^{-y_net_k}} \tag{2.6}$$

f. Hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan kesalahan disetiap unit keluaran y_k $(k = 1,2,..,m)$ dengan persamaan berikut,

$$\delta_k = (t_k - y_k)f'^{(y_net_k)} = (t_k - y_k)y_k(1 - y_k) \tag{2.7}$$

dimana δ_k merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layar dibawahnya.

$$\Delta w_{kj} = \alpha\ \delta_k\ z_j \tag{2.8}$$

dimana persamaan tersebut akan dipakai untuk merubah bobot w_{kj} dengan *learning rate* α dan $k = 1,2,..,m; j = 0,1,..,p$

g. Hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan kesalahan disetiap unit keluaran z_j $(j = 1,2,..,p)$ dengan persamaan berikut,

$$\delta_net_j = \sum_{k=1}^{m} \delta_k\ w_{kj} \tag{2.9}$$

Faktor δ unit tersembunyi:

$$\delta_j = \delta_net_j\ f'(z_net_j) = \delta_net_j\ z_j(1 - z_j) \tag{2.10}$$

Hitung perubahan bobot v_{ji} yang akan dipakai untuk merubah bobot v_{ji} dengan persamaan berikut,

$$\Delta v_{ji} = \alpha\ \delta_j\ x_i \tag{2.11}$$

dimana $j = 1,2,..,p; i = 0,1,..,n; n$ merupakan banyaknya jumlah *node* di *input layer*.

h. Hitung semua perubahan bobot, persamaan yang digunakan untuk menghitung perbahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran sebagai berikut,

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

$$w_{kj}(baru) = w_{kj}(lama) + \Delta w_{kj} \tag{2.12}$$

dimana $k = 1,2,..,m; j = 0,1,..,p$. Hitung perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi menggunakan persamaan berikut,

$$v_{ji}(baru) = v_{ji}(lama) + \Delta v_{ji} \tag{2.13}$$

dimana $j = 1,2,..,p; i = 0,1,..,n$

D. Adaptive *Neighborhood Modified Backpropagation*

Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation (ANMBP) merupakan algoritma pengembangan dari algoritma *backpropagation*. Pada ANMBP, terdapat penggabungan jumlah *error* linier dan *error* nonlinier dengan menggunakan *adaptive parameter learning* dan terdapat struktur *neighborhood* pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*) (Novitasari, 2015). Algoritma ANMBP dapat mempercepat konvergensi dengan mengurangi iterasi, terhindar dari lokal minimum, dan pengurangan memori (Astuti & Handayani, 2012). Pada algoritma ANMBP, *errror* linier dan *error* nonlinier pada masing-masing unit diperoleh dari persamaan berikut,

$$u^s{}_j = \sum_{i=1}^{n} w^s{}_{ji}\, y_i^{s-1} \tag{2.14}$$

$$f\left(u^s{}_j\right) = \frac{1}{(1 + e^{-u^s{}_j})} = y^s{}_j \tag{2.15}$$

dimana n merupakan jumlah unit dan $w^s{}_{ji}$ merupakan bobot dari unit ke-i dari lapisan (s-1) ke unit ke-j dari lapisan s (lapisan keluaran) dan y merupakaan keluaran yang dihasilkan oleh jaringan.

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 E_p digunakan untuk menghitung nilai *error* yang diperoleh dari penjumlahan dari kuadrat *error* linier dan *error* nonlinier yang didapat dari keluaran (*output*) adalah sebagai berikut,

$$E_p = \sum_{j=1}^{n} \frac{1}{2}\left(e_{1\,j}^{s}\right)^2 + \sum_{j=1}^{n} \frac{1}{2}\lambda\left(e_{2\,j}^{s}\right)^2 \tag{2.16}$$

dimana λ merupakan *learning rate*, e_1 merupakan *error* nonlinier, dan e_2 merupakan *error* linier yang diperoleh dari persamaan berikut,

$$e_{1\,j}^{s} = d^{s}{}_{j} - y^{s}{}_{j} \tag{2.17}$$

$$e_{2\,j}^{s} = ld^{s}{}_{j} - u^{s}{}_{j} \tag{2.18}$$

$$ld_{j}^{s} = f^{-1}(d^{s}{}_{j}) \tag{2.19}$$

dimana d merupakan keluaran yang diinginkan dan y merupakaan keluaran yang dihasilkan oleh jaringan. Sehingga perubahan bobot pada lapisan keluaran menggunakan persamaan berikut,

$$\Delta w^{s}{}_{ji} = -\mu \frac{\partial E}{\partial W_{ji}} \tag{2.20}$$

$$\Delta w^{s}{}_{ji} = \mu e_{1\,j}^{s} \frac{\partial y^{s}{}_{j}}{\partial W^{s}{}_{ji}} + \mu\lambda e_{2\,j}^{s} \frac{\partial u^{s}{}_{j}}{\partial W^{s}{}_{ji}}$$

$$\Delta w^{s}{}_{ji} = \mu e_{1\,j}^{s} \frac{\partial y^{s}{}_{j}}{\partial u^{s}{}_{j}} \frac{\partial u^{s}{}_{j}}{\partial W^{s}{}_{ji}} + \mu\lambda e_{2\,j}^{s} y_{i}^{s-1} \Delta w^{s}{}_{ji}$$

$$= \mu e_{1\,j}^{s} f'\left(u^{s}{}_{j}\right) y_{i}^{s-1} + \mu\lambda e_{2\,j}^{s} y_{i}^{s-1} \tag{2.21}$$

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai *error* linier dan *error* nonlinier adalah sebagai berikut,

$$e_{1j}^{L} = \sum_{r=1}^{n_{L+1}} f(u_{r}^{L+1}) e_{ir}^{L+1} w_{rj}^{L+1} \tag{2.22}$$

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

$$e_{2j}^{L} = f^{1}(u_j^L)) \sum_{r=1}^{n_{L+1}} e_{2r}^{L+1} w_{rj}^{L+1} \tag{2.23}$$

Sehingga untuk mendapatkan nilai perubahan bobot pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*) menggunakan persamaan berikut,

$$\Delta w^{L}{}_{ji} = \mu e_{1\,j}^{L} y_i^{L-1} f'\left(u^{L}{}_{j}\right) + \mu\lambda e_{2\,j}^{L} y_i^{L-1} \tag{2.24}$$

Parameter *learning* μ dan $\mu\lambda$ diganti dengan parameter *adaptive* (2.22) berikut,

$$\eta' = \frac{\mu\|y\|^2}{\left\|J_p y\right\|^2 + \varepsilon} \tag{2.25}$$

$$\mu' = \frac{\lambda\|y\|^2}{\left\|J_p y\right\|^2 + \varepsilon} \tag{2.26}$$

dimana $e_{1j}^{s} = d_j^s - y_j^s$ dan $J_p^T = \frac{\partial y_p}{\partial w_{ji}}$, sehingga parameter *adaptive learning* menjadi persamaan berikut,

$$\eta' = \frac{\mu\left\|e_{1j}\right\|^2}{\left\|f'(u_j) y_j^{s-1} e_{1j}\right\|^2 + \varepsilon} \tag{2.27}$$

$$\mu' = \frac{\lambda\left\|e_{1j}\right\|^2}{\left\|f'(u_j) y_j^{s-1} e_{1j}\right\|^2 + \varepsilon} \tag{2.28}$$

dimana μ dan λ adalah konstanta dengan nilai kecil positif dan ε adalah konstanta dengan nilai kecil positif yang digunakan untuk menjamin ketidakstabilan ketika nilai *error* menuju 0. Sehingga perubahan bobot pada lapisan keluaran (*output layer*) dan lapisan tersembunyi (*hidden layer*) menjadi persamaan berikut,

$$\Delta w^{s}{}_{ji} = \eta' e_{1j}^{s} f'\left(u_j^s\right) y_j^{s-1} + \mu' e_{2j}^{s} y_j^{s-1} \tag{2.29}$$

dengan perubahan bobot tersebut, maka perubahan bobot baru dihitung dengan menggunakan persamaan berikut,

$$w(t+1) = w(t) + \Delta w(t) \tag{2.30}$$

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 t menunjukkan iterasi.

E. Normalisasi Data

Dalam mengolah data, peneliti sering dihadapkan pada data yang memiliki nilai dalam jangkauan yang berbeda. Hal ini mengakibatkan variabel yang memiliki nilai besar mempunyai pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan variabel yang memiliki nilai kecil. Masalah ini dapat diselesaikan dengan menormalisasi data sehingga semua nilai dalam data akan berada dalam jangkauan yang sama (Prasetyo, 2014). Jenis normalisasi yang sering digunakan untuk menormalisasi data adalah normalisasi linier yaitu dengan menghitung nilai rata-rata (*mean*) dan nilai varian dari masing-masing nilai dengan persamaan berikut,

$$\bar{x}_k = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_{ik} \tag{2.31}$$

$$\sigma_k^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N} (x_{ik} - \bar{x}_k)^2 \tag{2.32}$$

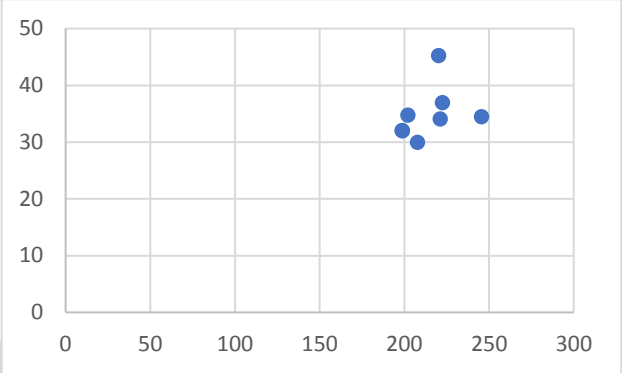
dengan $k = 1, 2, \dots, r$ dan N menunjukkan banyaknya data dan k menunjukkan banyaknya variabel/fitur. Dimana Persamaan 2.31 digunakan untuk menghitung nilai rata-rata dan Persamaan 2.32 digunakan untuk menghitung nilai varian. Sehingga data hasil normalisasi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut,

$$\hat{x}_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{\sigma_k} \tag{2.33}$$

Hasil dari Persamaan 2.33 didapatkan fitur yang memiliki sifat *zero-mean* dan *unit-variance*. Teknik normalisasi data yang lain adalah dengan menskalakan jangkauan setiap fitur dalam jangkauan [0,1] atau [1,-1]. Untuk menskalakan data dalam jangkauan [0,1] menggunakan persamaan berikut,

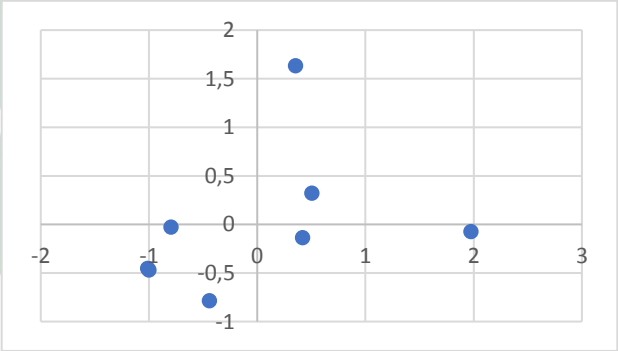
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\hat{x}_{ik} = \frac{x_{ik} - \min(x_k)}{\max(x_k) - \min(x_k)} \tag{2.34}$$



Gambar 2.6 Data sebelum normalisasi

Gambar 2.6 menunjukkan data yang belum dinormalisasi, dimana variabel x memiliki *range* antara 0 sampai 300, dan variabael y memiliki *range* antara 0 sampai 50.



Gambar 2.7 Data setelah normalisasi

Gambar 2.7 menunjukkan data dari gambar 4 yang telah dinormalisasi, sehingga variabel *x* dan variabel *y* memiliki *range* yang sama yaitu antara -2 sampai 2.

F. Principal Component Analysis (PCA)

Metode *Principal Component Analysis* (PCA) merupakan metode yang dapat digunakan untuk menyederhanakan variabel yang diamati (variabel observasi)

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

dengan cara mereduksi dimensinya (Rahayu & Mustakim, 2017). Metode PCA menyelesaikan masalahnya dengan melihat dari nilai eigen yang lebih dari satu (Hendro, Adji, & Setiawan, 2012). Sebelum melakukan penyederhanaan variabel dengan mereduksi, hal yang dilakukan adalah dengan melakukan uji KMO dan *Barlett Test* untuk melihat ketetapan menggunakan PCA sebagai metode reduksi dengan menggunakan persamaan berikut,

$$KMO = \frac{\sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{p} r_{ij}^2}{\sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{p} r_{ij}^2 + \sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{p} a_{ij}^2} \tag{2.37}$$

dimana r_{ij} adalah koefisien korelasi antara variabel i dan j, a_{ij} adalah koefisien korelasi parsial antara variabel i dan j, dengan variabel dikatakan tepat menggunakan metode PCA jika nilai KMO lebih besar dari 0,5 (Widarjono, 2010).

Adapun algoritma PCA secara umum adalah sebagai berikut:

1. Hitung matriks kovarian dengan menggunakan persamaan berikut,

$$Cov(xy) = \frac{\sum xy}{n} - (\bar{x})(\bar{y}) \tag{2.36}$$

   dimana x dan y menunjukkan data, $\bar{x}$ dan $\bar{y}$ menunjukkan rata-rata dari data.

2. Hitung nilai eigen dengan menggunakan persamaan berikut,

$$[C - \lambda I] = 0 \tag{2.37}$$

   dimana C menunjukkan matriks kovarian, I menunjukkan matriks *index*, dan λ menunjukkan nilai eigen.

3. Hitung vektor eigen dengan menggunakan persamaan berikut,

$$[C - \lambda I][X] = 0 \tag{2.38}$$

   dimana C menunjukkan matriks kovarian, I menunjukkan matriks *index*, λ menunjukkan nilai eigen, dan X menunjukkan vektor eigen.

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. Urutkan vektor eigen berdasarkan nilai eigen yang paling besar.

Ada tiga cara yang dapat digunakan untuk mennetukan jumlah komponen utama (*principal component*) yang akan digunakan, yaitu dengan melihat total variansi, dengan mengamati *scree plot*, dan dengan melihat nilai eigen yang lebih dari satu. Untuk melihat variabel yang akan tereduksi adalah dengan melihat nilai *loading* yang kurang dari 0,5 (Puspitasari, Mukid, & Sudarno, 2014).

G. Akurasi

Akurasi menunjukkan ketepatan dari hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya. Persamaan yang digunakan untuk menghitung akurasi adalah sebagai berikut,

$$A = \frac{P_{benar}}{P} \times 100\% \tag{2.35}$$

dimana,

A = tingkat akurasi

P_{benar} = jumlah data yang diprediksi benar

P = jumlah prediksi yang dilakukan

H. Integrasi Keilmuan

Bencana adalah peristiwa yang dapat mengganggu dan mengancam masyarakat yang dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan timbulnya korban jiwa. Bencana di Indonesia didominasi dengan bencana alam, seperti banjir, tanah longsor, angin puting beliung, kekeringan, dan kebakaran hutan. Dalam beberapa tahun terakhir bencana di Indonesia mengalami kenaikan yang cukup tinggi. Hal ini tidak serta-merta terjadi, masyarakat ikut andil

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

dalam terjadinya bencana di bumi. Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam al-Quran surat ar-rum 41-42 yaitu,

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

(41) قُلْ سِيرُوا فِي الأَرْضِ فَانْظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِنْ قَبْلُ كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُشْرِكِينَ (42)

Artinya: "Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar) (41). Katakanlah, "Adakanlah perjalanan di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang yang dahulu. Kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah) (42)."

Ayat tersebut menjelaskan sebagian besar bencana (kerusakan) yang terjadi di bumi disebabkan oleh manusia. Seperti banjir yang dapat disebabkan karena beberapa masyarakat masih membuang sampah tidak pada tempatnya dan berkurangnya lahan resapan air hujan, atau bencana tanah longsor yang dapat disebabkan oleh penebangan pohon secara liar oleh beberapa orang yang tidak bertanggung jawab. Begitu pula dengan bencana angin puting beliung yang dapat disebabkan karena pemanasan global atau efek rumah kaca, dimana hal ini dapat mempengaruhi kondisi atmosfer udara atas atau disebut dengan bencana hidrometeorologi. Bencana hidrometeorologi adalah bencana yang disebabkan oleh parameter meteorologi seperti, curah hujan, kelembapan, temperatur, dan angin. Kerusakan yang dilakukan oleh masyarakat secara terus menerus seperti pembakaran liar, penebangan pohon secara liar, dan efek rumah kaca dapat meningkatkan kemungkinan terjadi bencana karena hal ini dapat mempengaruhi

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

keadaan atmosfir udara atas hingga kondisi atmosfir tidak stabil dan mengakibatkan terjadinya bencana angin puting beliung.

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

A. Jenis Penelitian

Penelitian tentang prediksi bencana alam angin puting beliung di wilayah Cilacap Jawa Tengah dengan menggunakan *adaptive neighborhood modified backpropagation* (ANMBP) termasuk dalam jenis penelitian kuantitatif jika dilihat dari proses pengambilan data dan penyelesaiannya, karena data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data angka. Penelitian kuantitatif merupakan suatu proses penelitian yang menggunakan data berupa angka sebagai alat untuk menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.

Penelitian tentang prediksi bencana alam angin puting beliung di wilayah Cilacap Jawa Tengah dengan menggunakan *adaptive neighborhood modified backpropagation* (ANMBP) termasuk dalam jenis penelitian terapan jika dilihat dari fungsinya. Hasil dari prediksi bencana alam angin puting beliung di wilayah Cilacap Jawa Tengah bermanfaat untuk mengantisipasi kejadian merugikan / kecelakaan yang diakibatkan oleh angin puting beliung. Penelitian terapan dapat diartikan sebagai suatu tindakan aplikatif untuk pemecahan masalah tertentu.

B. Sumber Data

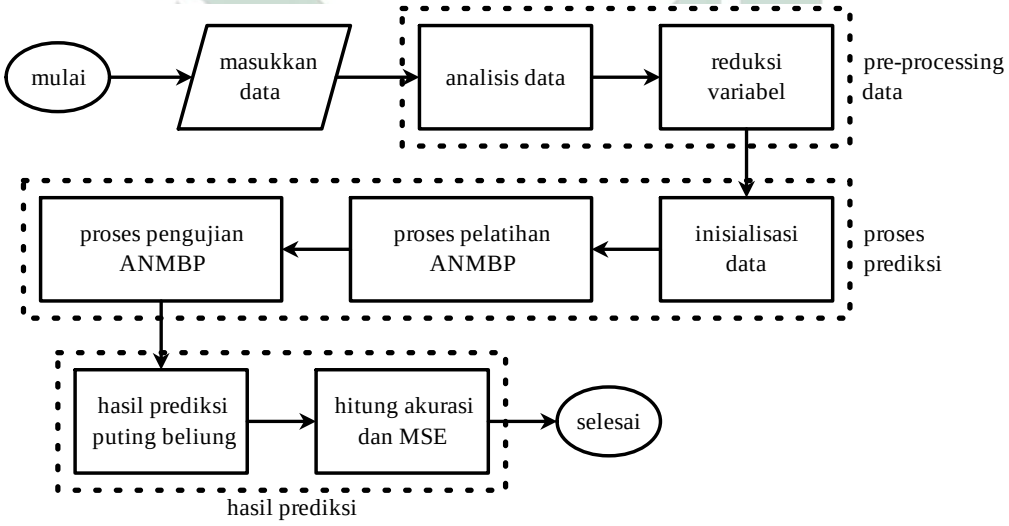
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pengamatan udara atas di wilayah Cilacap Jawa Tengah dan data kejadian bencana angin puting beliung di wilayah Cilacap Jawa Tengah. Data pengamatan udara atas (radiosonde) di wilayah Cilacap jawa Tengah selama 2 tahun yaitu mulai bulan Maret 2016 sampai dengan

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

bulan Februari 2018 yang diperoleh dari *website www.uwyo.edu.com*. Data tersebut berupa *index thunderstrom* yang terdiri dari LI (*Lifted Index*), SWEAT (*Severe Weather Threat Index*), CAPE (*Convective Available Potential Energy*), KI (*K Index*), CIN (*Convective Inhibition*), TT (*Total Totals*), dan SI (*Showalter Index*). Data kejadian bencana angin puting beliung di Cilacap Jawa Tengah selama 2 tahun yaitu mulai bulan Maret 2016 sampai dengan bulan Februari 2018 didapatkan dari BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Jawa Tengah yang terdiri dari waktu kejadian bencana.

C. Teknik Analisis Data

Berikut adalah alur dari metode penelitian prediksi bencana alam angin puting di wilayah Cilacap Jawa Tengah dengan menggunakan *Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation* (ANMBP):



Gambar 3.8 Teknik analisis 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

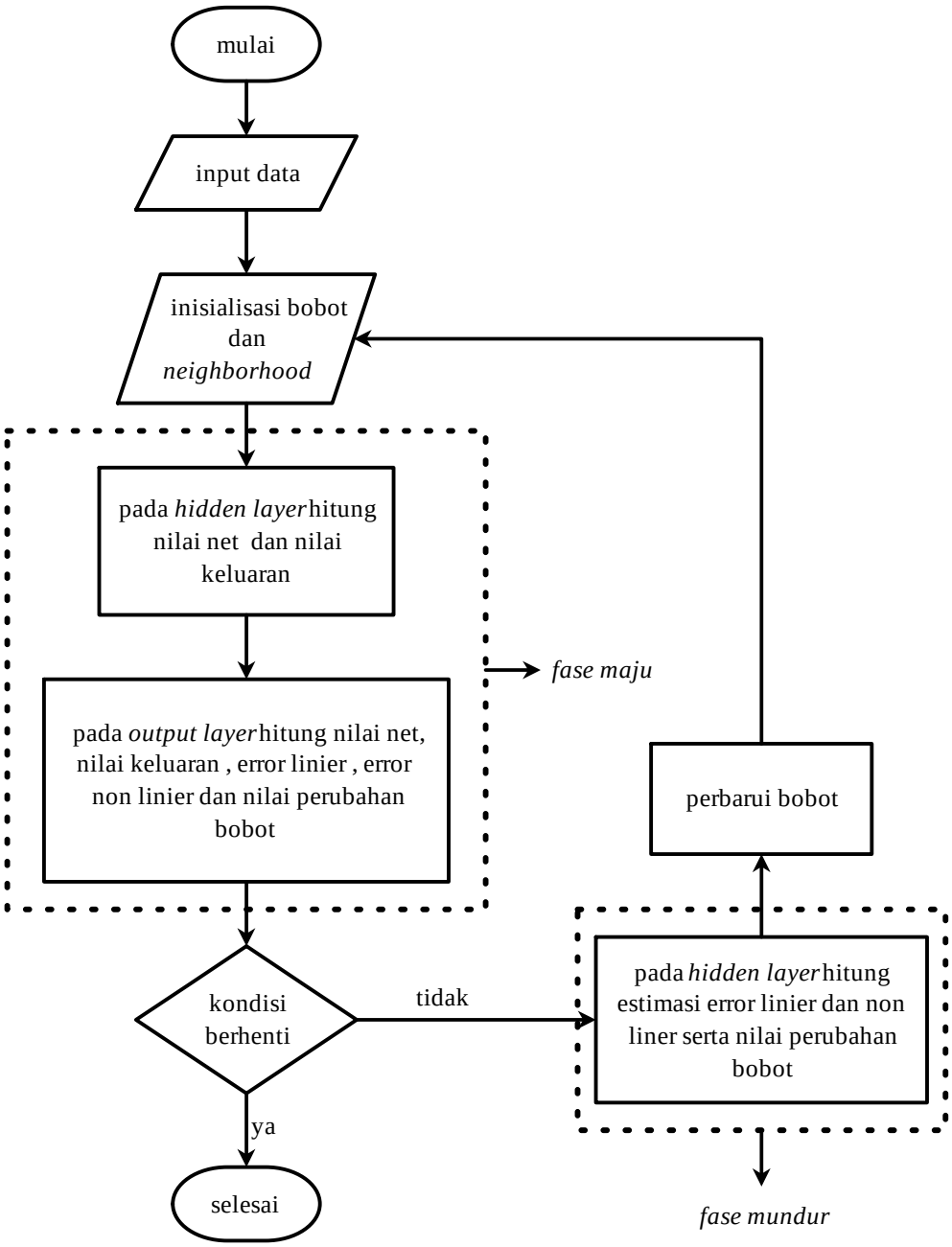
1. Pre-processing data

Tahap *pre-processing* data merupakan tahap pertama dari penelitian ini. Pada tahap ini peneliti menentukan data masukan, pada penelitian ini data masukan berupa data LI (*Lifted Index*), SWEAT (*Severe Weather Threat Index*), CAPE (*Convective Available Potential Energy*), KI (*K Index*), CIN (*Convective Inhibition*), TT (*Total Totals*), SI (*Showalter Index*), dan waktu kejadian angin puting beliung. Selanjutnya data melalui tahap analisis, yaitu data parameter udara atas dan data kejadian bencana diurutkan sehingga data parameter udara atas menjadi masukan dan data kejadian bencana menjadi keluaran target dan setelah data diurutkan dan dikelompokkan selanjutnya data dinormalisasi sehingga data memiliki *range* antara 0 dan 1. Setelah data dinormalisasi, data diolah dengan menggunakan PCA untuk mereduksi variabel masukan dalam proses klasifikasi. Selanjutmya, data hasil reduksi dibagi menjadi dua yaitu data *testing* dan data *training*. Dimana data *training* digunakan untuk melatih pola klasifikasi jaringan dan data *testing* digunakan untuk menguji sistem klasifikasi.

2. Proses Prediksi

Setelah melalui tahap *preprocessing data*, langkah selanjutnya adalah proses klasifikasi. Pada penelitian ini menggunakan metode *Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation* (ANMBP) sebagai metode klasifikasi. Berikut adalah alur proses klasifikasi menggunakan metode ANMBP,

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



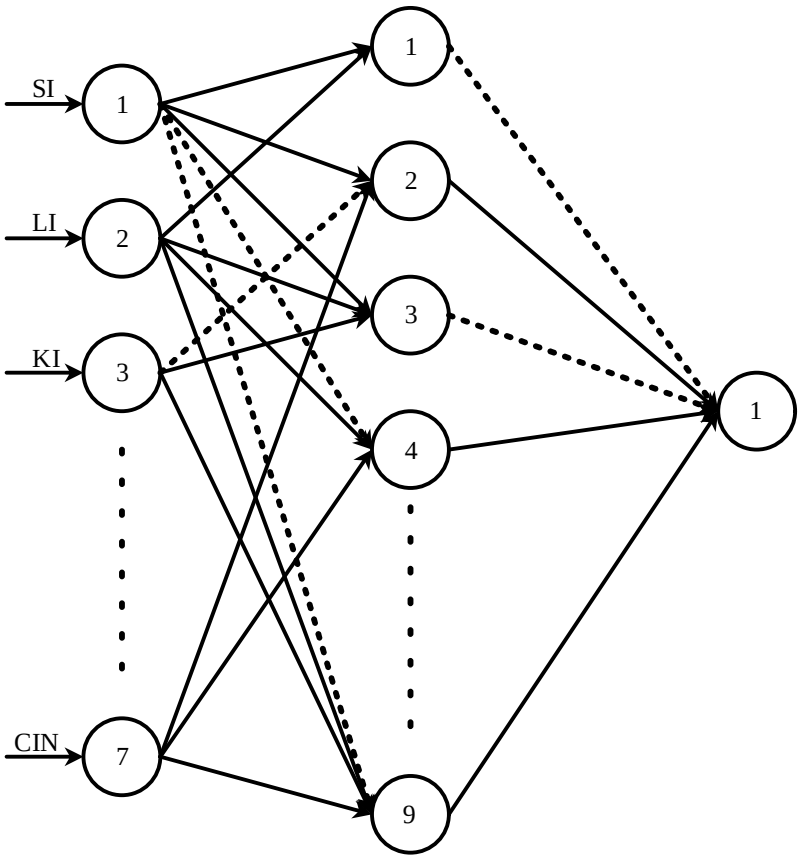
Gambar 3.9 Algoritma ANMBP

Pada Gambar 3.9 menunjukkan alur dari algoritma ANMBP. Hal yang pertama dilakukan adalah insialisasi data masukan, yaitu mendefinisiakan struktur jaringan yang ditunjukkan pada Gambar 3.10, menentukan bobot jaringan

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

secara acak, dan menentukan *neighborhood*. Selanjutnya, memilih *neighborhood* yang akan digunakan dalam proses klasifikasi secara acak dan memilih pola pelatihan yang akan digunakan jaringan untuk proses klasifikasi. Lalu menghitung nilai jaringan / nilai net pada setiap *node* di lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dengan menggunakan Persamaan 2.14 dan menghitung nilai keluaran dengan menggunakan Persamaan 2.15 pada lapisan tersembunyi. Selanjutnya pada lapisan keluaran (*output layer*) hitung nilai net dengan menggunakan Persamaan 2.14 dan hitung nilai keluaran dengan menggunakan Persamaan 2.15, serta menghitung nilai *error linier* dengan menggunakan Persamaan 2.17, menghitung nilai *error nonlinier* dengan menggunakan Persamaan 2.18, dan merubah bobot dengan menggunakan Persamaan 2.27, 2.28, dan 2.29. Selanjutnya, pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*) hitung estimasi nilai *error nonlinier* dengan menggunakan Persamaan 2.22 dan hitung nilai *error linier* dengan menggunakan Persamaan 2.23, serta gunakan Persamaan 2.27, 2.28, dan 2.29 untuk merubah bobot pada *neighborhood* yang telah ditentukan. Ulangi langkah-langkah tersebut untuk semua pola. Evaluasi nilai *error* jaringan dengan bobot yang baru. Jika kondisi terakhir telah terpenuhi maka hentikan proses perulangan, akan tetapi jika kondisi berhenti belum terpenuhi maka ulangi langkah-langkah yang telah disebutkan sampai kondisi berhenti terpenuhi.

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 3.10 Struktur Jaringan ANMBP

3. Hasil Prediksi

Setelah data melalui proses klasifikasi, selanjutnya akan dihasilnya hasil dari klasifikasi bencana alam angin puting beliung berdasarkan parameter LI (*Lifted Index*), SWEAT (*Severe Weather Threat Index*), CAPE (*Convective Available Potential Energy*), KI (*K Index*), CIN (*Convective Inhibition*), TT (*Total Totals*), dan SI (*Showalter Index*). Lalu, hasil dari klasifikasi tersebut akan dihitung tingkat ketepatan sistem dalam mengklasifikasikan bencana alam angin puting beliung dengan menggunakan Persamaan 2.35.

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

A. Variabel yang berpengaruh terhadap terjadinya angin puting beliung (*Pre-processing* data)

Pada penelitian ini, tahap pertama yang dilakukan untuk melakukan proses prediksi adalah dengan melakukan analisis data. Data masukan yang berupa LI (*Lifted Index*), SWEAT (*Severe Weather Threat Index*), CAPE (*Convective Available Potential Energy*), KI (*K-Index*), CIN (*Convective Inhibition*), TT (*Total Totals*), SI (*Showalter Index*), dan waktu kejadian angin puting beliung diurutkan hingga menjadi data deret waktu (data *time series*). Selanjutnya data masukan akan melalui tahap reduksi variabel dengan menggunakan metode PCA. Hal ini dilakukan untuk mengurangi variabel masukan sehingga jumlah variabel masukan lebih sedikit. Sebelum pada proses reduksi terdapat proses analisis yang didasarkan pada matriks korelasi antar variabel. Supaya analisis yang digunakan tepat, maka diharapkan tiap variabel masukan harus berkorelasi. Pada Tabel 4.11 berikut menunjukkan matriks korelasi tiap variabel masukan, dimana variabel SI hanya memiliki korelasi dengan variabel LI dengan nilai korelasi 0,689. Selanjutnya variabel SWEAT memiliki korelasi dengan seluruh variabel kecuali pada variabel CIN dengan nilai korelasi 0,064. Kemudian variabel KI berkorelasi dengan TT dengan nilai korelasi 0,617.

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 4.11 Matriks korelasi tiap variabel masukan

		SI	LI	SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN
Correlation	SI	1,000	,689	-,677	-,712	-,970	-,392	,050
	LI	,689	1,000	-,333	-,633	-,713	-,777	-,218
	SWEAT	-,677	-,333	1,000	,616	,565	,199	,064
	KI	-,712	-,633	,616	1,000	,617	,423	-,039
	TT	-,970	-,713	,565	,617	1,000	,362	-,107
	CAPE	-,392	-,777	,199	,423	,362	1,000	,293
	CIN	,050	-,218	,064	-,039	-,107	,293	1,000

Selanjutnya pada proses reduksi, hal pertama yang dilakukan adalah dengan melakukan uji KMO dan *Barlett Test* pada data masukan untuk mengetahui ketepatan data menggunakan PCA dalam melakukan proses reduksi. Hasil dari uji KMO dan *Barlett Test* direpresentasikan pada Tabel 4.11 berikut. Pada Tabel 4.12 menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,761 yang memiliki arti data masukan telah memenuhi syarat untuk melakukan reduksi variabel menggunakan PCA yaitu nilai KMO $\geq$ 0,5.

Tabel 4.12 Uji KMO dan *Barnett Test*

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,761
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	5134,720
	df	21
	Sig.	,000

Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai korelasi dari setiap variabel dan di bentuk dalam sebuah matriks korelasi. Dari matriks korelasi ini akan ditunjukkan nilai eigen yang dimiliki dari setiap variabel masukan dan jumlah variabel yang dapat dibentuk dengan menggunakan PCA didasarkan pada nilai eigen lebih dari satu yang ditunjukkan pada Tabel 4.13 berikut,

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 4.13 Nilai eigen variabel

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3,311	47,306	47,306
2	1,208	17,261	64,567
3	,975	13,932	78,498
4	,699	9,980	88,478
5	,401	5,728	94,206
6	,323	4,613	98,819
7	,083	1,181	100,000

Pada Tabel 4.13 menunjukkan terdapat dua komponen yang memiliki nilai eigen lebih besar sama dengan 1, yaitu 3,311 dengan nilai varians sebesar 47,3% dan 1,208 dengan nilai varians sebesar 17,26%. Hal ini menunjukkan variabel masukan dapat dikategorikan menjadi dua variabel komponen utama. Selanjutnya untuk mengetahui variabel yang akan direduksi, maka akan dilakukan rotasi faktor (transformasi) dengan menggunakan metodologi rotasi faktor varimax. Sehingga diperoleh hasil berikut,

Tabel 4.14 Rotasi faktor menggunakan metodolsi varimax

	Component	
	1	2
SI	-,930	,241
LI	-,857	-,354
SWEAT	,695	-,277
KI	,826	-,135
TT	,890	-,250
CAPE	,630	,606
CIN	,082	,802

Pada Tabel 4.14 menunjukkan hubungan antara variabel asli dengan variabel komponen utama yang dibentuk oleh PCA dan disebut dengan nilai *loading*. Nilai *loading* yang dipilih adalah nilai yang lebih dari 0,5; dimana nilai 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

dianggap mampu untuk menjelaskan variabel yang mempengaruhi terjadinya angin puting beliung. Sedangkan variabel yang memiliki nilai *loading* kurang dari 0,5 dianggap tidak mampu atau kurang berpengaruh terhadap terjadinya angin puting beliung. Sehingga, dari Tabel 4.14 dapat diketahui bahwa variabel SI dan LI yang memiliki nilai *loading* kurang dari 0,5 yaitu -0,93 dan -0,857 kurang berpengaruh untuk memprediksi terjadinya angin puting beliung. Maka variabel SI dan LI akan direduksi sehingga parameter meteorologi yang akan dijadikan variabel masukan untuk memprediksi angin puting beliung ada 5 variabel yaitu SWEAT dengan nilai *loading* 0,695; KI dengan nilai *loading* 0,826; TT dengan nilai *loading* 0,89; CAPE dengan nilai *loading* 0,63; dan CIN dengan nilai *loading* 0,802.

B. Optimasi Model ANMBP

1. Proses Prediksi Menggunakan ANMBP

Pada proses prediksi menggunakan *Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation* (ANMBP), terdapat 4 tahapan yang dilakukan yaitu inisialisasi, fase maju, fase mundur, dan yang terakhir adalah pembaharuan bobot.

a. Inisialisasi

Tahap pertama dari proses prediksi dengan menggunakan ANMBP adalah tahap inisialisasi. Dari proses sebelumnya didapatkan 5 variabel masukan yang akan menjadi parameter prediksi, yaitu SWEAT, KI, TT, CAPE, dan CIN. Satu keluaran dari penelitian ini yaitu 0 atau 1 dengan 0 menunjukkan tidak ada bencana angin puting beliung dan 1 menunjukkan

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

adanya angin puting beliung. Untuk inisialisasi bobot dan *neighborhood* dilakukan secara acak, dan inisialisasi *learning rate* pada penelitian ini berkisar antara 0,1 sampai dengan 0,5.

Tabel 4.15 Inisialisasi data masukan dan keluaran

SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN	T
223,2	39,1	46,3	256,77	-82,55	0

Pada Tabel 4.16 menunjukkan bobot dan *neighborhood* dari tiap-tiap *node* dalam *hidden layer* dan keluaran, dimana u_1 menunjukkan node 1 di *hidden layer*, X_1 menunjukkan data masukan SWEAT, X_2 menunjukkan data masukan KI, X_3 menunjukkan data masukan TT, X_4 menunjukkan data masukan CAPE, dan X_5 menunjukkan data masukan CIN. Nilai 0,2 pada kolom 1 baris 1 pada Tabel 4.16 menunjukkan bobot dari node 1 *hidden layer* (u_1) dan data masukan SWEAT (X_1), begitu pula pada nilai-nilai yang lainnya. Dan *node* dengan warna kuning menunjukkan sebagai *neighborhood.*

Tabel 4.16 Inisialisasi bobot dan *neighborhood*

	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7
X_1	0,2	0,1	-0,1	-0,1	0,5	0,3	
X_2		0,3	0,1	0,6		0,2	0,1
X_3	-0,1	0,2	-0,3	0,2		0,4	
X_4			0,2	-0,1	-0,2	0,2	
X_5	0,1	0,1	0,4		-0,3	-0,1	0,2
d	0,4	-0,2	0,1	-0,3	0,1	-0,1	-0,1

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

b. Fase Maju

Pada *hidden layer* hitung nilai net pada *hidden layer* dengan menggunakan Persamaan 2.14 sehingga diperoleh,

$U_1 = 0{,}2(223{,}2) + (-0{,}1)(46{,}3) + (0{,}1)(-82{,}55)$

$= 31{,}755$

$U_2 = 0{,}1(223{,}2) + (0{,}3)(39{,}1) + (0{,}2)(46{,}3) + (0{,}1)(-82{,}55)$

$= 35{,}055$

$U_3 = (-0{,}1)(223{,}2) + (0{,}1)(39{,}1) + (-0{,}3)(46{,}3) + (0{,}2)(256{,}77)$

$+(0{,}4)(-82{,}55)$

$= 52{,}074$

$U_4 = (-0{,}1)(223{,}2) + (0{,}6)(39{,}1) + (0{,}2)(46{,}3) + (-0{,}1)(256{,}77)$

$= -15{,}277$

$U_5 = (0{,}5)(223{,}2) + (-0{,}2)(256{,}77) + (-0{,}3)(-82{,}55)$

$= 85{,}011$

$U_6 = (0{,}3)(223{,}2) + (0{,}2)(39{,}1) + (0{,}4)(46{,}3) + (0{,}2)(256{,}77)$

$+(-0{,}1)(-82{,}55)$

$= 152{,}909$

$U_7 = (0{,}1)(39{,}1) + (0{,}2)(-82{,}55)$

$= -12{,}6$

Selanjutnya hitung nilai keluaran dengan menggunakan Persamaan 2.15, sehingga diperoleh

$$y_1 = \frac{1}{1 + e^{-31{,}755}} = 1$$

$$y_2 = \frac{1}{1 + e^{-35{,}055}} = 1$$

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

$$y_3 = \frac{1}{1 + e^{-52,074}} = 1$$

$$y_4 = \frac{1}{1 + e^{15,277}} = 2,31 \times 10^{-7}$$

$$y_5 = \frac{1}{1 + e^{-85,011}} = 1$$

$$y_6 = \frac{1}{1 + e^{-152,909}} = 1$$

$$y_7 = \frac{1}{1 + e^{12,6}} = 3,372 \times 10^{-6}$$

Pada *output layer*, hitung nilai net dengan menggunakan Persamaan 2.14 dan 2.15, sehingga diperoleh

$$u_* = 0,4(1) + (-0,2)(1) + (0,1)(1) + (-0,3)(2,31 \times 10^{-7}) + (0,1)(1)$$
$$+(-0,1)(1) + (-0,1)(3,372 \times 10^{-6})$$
$$= 0,29$$

$$y_* = \frac{1}{1 + e^{-0,19}} = 0,571$$

Kemudian hitung nilai *error linier* dan *nonlinier* dengan menggunakan Persamaan 2.17 dan 2.18, sehingga diperoleh

$$e_1 = 0 - 0,547 = -0,571$$

$$ld = \frac{1}{1 + e^{-0}} \times \left(1 - \frac{1}{1 + e^{-0}}\right) = 0,5 \times 0,5 = 0,25$$

$$e_2 = 0,25 - 0,19 = 0,06$$

langkah selanjutnya adalah mengubah bobot tiap *node* yang menjadi *neighborhood* dengan menggunakan Persamaan 2.27, 2.28, dan 2.29, sehingga diperoleh

$$\eta' = \frac{0,1 \times |-0,571|^2}{\left|\left(\frac{1}{1 + e^{-0,29}}\right)\left(1 - \frac{1}{1 + e^{-0,29}}\right)(0,547)(-0,547)\right|^2 + 0,3} = 0,106$$

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

$$\mu' = \frac{0{,}2 \times \ |-0{,}571|^2}{\left|\left(\frac{1}{1+e^{-0{,}29}}\right)\left(1-\frac{1}{1+e^{-0{,}29}}\right)(0{,}547)(-0{,}547)\right|^2 + 0{,}3} = 0{,}213$$

$$\Delta w_1 = \left(0{,}09 \times (-0{,}571) \times 1 \times \left(\frac{1}{1+e^{-0{,}29}}\right)\left(1-\frac{1}{1+e^{-0{,}29}}\right)\right)$$

$$+(0{,}29 \times 0{,}06 \times 1)$$

$$= 0{,}00481$$

$$\Delta w_4 = \left(0{,}09 \times (-0{,}571) \times (2{,}31 \times 10^{-7}) \times \left(\frac{1}{1+e^{-0{,}29}}\right)\left(1-\frac{1}{1+e^{-0{,}29}}\right)\right)$$

$$+(0{,}29 \times 0{,}06 \times 1)$$

$$= 0{,}01739$$

$$\Delta w_6 = \left(0{,}09 \times (-0{,}571) \times 1 \times \left(\frac{1}{1+e^{-0{,}29}}\right)\left(1-\frac{1}{1+e^{-0{,}29}}\right)\right)$$

$$+(0{,}29 \times 0{,}06 \times 1)$$

$$= 0{,}00481$$

c. Fase Mundur

Pada *hidden layer*, hitung estimasi nilai *error linier* dan *nonlinier* dengan menggunakan Persamaan 2.22, dan 2.23, sehingga diperoleh

$$e_1^L = \left(\left(\frac{1}{1+e^{-31{,}755}}\right) \times \left(1-\frac{1}{1+e^{-31{,}755}}\right) \times (-0{,}571) \times 0{,}4\right)$$
$$+\left(\left(\frac{1}{1+e^{-35{,}055}}\right) \times \left(1-\frac{1}{1+e^{-35{,}055}}\right) \times (-0{,}571) \times (-0{,}2)\right)$$
$$+\left(\left(\frac{1}{1+e^{-52{,}074}}\right) \times \left(1-\frac{1}{1+e^{-52{,}074}}\right) \times (-0{,}571) \times 0{,}1\right) + \left(\left(\frac{1}{1+e^{15{,}277}}\right) \times \left(1-\frac{1}{1+e^{15{,}277}}\right) \times (-0{,}571) \times (-0{,}3)\right)$$

$$+\left(\left(\frac{1}{1+e^{-85{,}011}}\right) \times \left(1-\frac{1}{1+e^{-85{,}011}}\right) \times (-0{,}571) \times 0{,}1\right)$$
$$+\left(\left(\frac{1}{1+e^{-152{,}9}}\right) \times \left(1-\frac{1}{1+e^{-152{,}9}}\right) \times (-0{,}571) \times (-0{,}1)\right)$$

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

$$+\left(\left(\frac{1}{1+e^{12,6}}\right)\times\left(1-\frac{1}{1+e^{12,6}}\right)\times(-0,571)\times(-0,1)\right)$$

$$=2,22\times10^{-7}$$

$$e_2^L=\left(\frac{1}{1+e^{-0,29}}\right)\times\left(1-\frac{1}{1+e^{-0,29}}\right)$$

$$\times\left[(0,06\times0,4)+\left(0,06\times(-0,2)\right)+(0,06\times0,1)+\left(0,06\times(-0,3)\right)\right]$$

$$+(0,06\times0,1)+\left(0,06\times(-0,1)\right)+\left(0,06\times(-0,1)\right)$$

$$=-0,00146$$

Ubah bobot tiap *node* yang menjadi *neighborhood* dengan menggunakan Persamaan 2.27, 2.28 , dan 2.29, sehingga diperoleh

$$\eta'=\frac{0,1\times\ |2,22\times10^{-7}|^2}{\left|\left(\frac{1}{1+e^{-0,29}}\right)\left(1-\frac{1}{1+e^{-0,29}}\right)(0,571)(2,22\times10^{-7})\right|^2+0,3}$$

$$=1,64\times10^{-14}$$

$$\mu'=\frac{0,2\times\ |2,22\times10^{-7}|^2}{\left|\left(\frac{1}{1+e^{-0,29}}\right)\left(1-\frac{1}{1+e^{-0,29}}\right)(0,571)(2,22\times10^{-7})\right|^2+0,3}$$

$$=3,28\times10^{-14}$$

$$\Delta w_{1,6}=\left((1,64\times10^{-14})\times(2,22\times10^{-7})\times1\times\left(\frac{1}{1+e^{-152,9}}\right)\right)$$

$$\times\left(1-\frac{1}{1+e^{-152,9}}\right)+\left((3,28\times10^{-14})\times(-0,00146)\times1\right)$$

$$=-4,78\times10^{-17}$$

$$\Delta w_{2,4}=\left((1,64\times10^{-14})\times(2,22\times10^{-7})\times(2,31\times10^{-7})\times\left(\frac{1}{1+e^{15,27}}\right)\right)$$

$$\times\left(1-\frac{1}{1+e^{15,27}}\right)+\left((3,28\times10^{-14})\times(-0,00146)\times(2,31\times10^{-7})\right)$$

$$=-1,16\times10^{-23}$$

$$\Delta w_{3,2}=\left((1,64\times10^{-14})\times(2,22\times10^{-7})\times1\times\left(\frac{1}{1+e^{-52,07}}\right)\right)$$

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

$$\times\left(1-\frac{1}{1+e^{-52,07}}\right)+\left((3,28\times10^{-14})\times(-0,00146)\times1\right)$$

$$=-4,78\times10^{-17}$$

$$\Delta w_{5,7}=\left((1,64\times10^{-14})\times(2,22\times10^{-7})\times(3,37\times10^{-6})\times\left(\frac{1}{1+e^{12,6}}\right)\right)$$

$$\times\left(1-\frac{1}{1+e^{12,6}}\right)+\left((3,28\times10^{-14})\times(-0,00146)\times(3,37\times10^{-6})\right)$$

$$=-1,16\times10^{-22}$$

d. Pembaharuan Bobot

Pada tahap ini, bobot akan diperbaruhi dengan menggunakan Persamaan 2.30, sehingga diperoleh

$$w_{1,6}=0,3+(-4,78\times10^{-17})=0,299$$

$$w_{2,4}=0,6+(-1,16\times10^{-23})=0,599$$

$$w_{3,2}=0,2+(-4,78\times10^{-17})=0,199$$

$$w_{5,7}=0,2+(-1,16\times10^{-22})=0,199$$

$$w_{d,1}=0,4+0,00481=0,400481$$

$$w_{d,4}=-0,3+0,01739=-0,2826$$

$$w_{d,1}=-0,1+0,00481=-0,0952$$

Tabel 4.17 Pembaharuan bobot

	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7
X_1	0,2	0,1	-0,1	-0,1	0,5	0,299	
X_2		0,3	0,1	0,599		0,2	0,1
X_3	-0,1	0,199	-0,3	0,2		0,4	
X_4			0,2	-0,1	-0,2	0,2	
X_5	0,1	0,1	0,4		-0,3	-0,1	0,199
d	0,400481	-0,2	0,1	-0,2826	0,1	-0,0952	-0,1

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

Pada Tabel 4.17 menunjukkan perubahan bobot yang menjadi *neighborhood* dengan menambahkan nilai bobot awal dengan nilai perubahan bobot yang telah dihitung pada fase maju dan fase mundur. Keseluruhan proses dilakukan berulang pada setiap data masukan hingga memperoleh nilai MSE yang diinputkan.

2. Prediksi Puting Beliung menggunakan ANMBP

Pada penelitian ini, proses prediksi bencana angin puting beliung menggunakan ANMBP tidak dihitung secara manual akan tetapi proses prediksi dibantu dengan menggunakan aplikasi MATLAB untuk membantu proses perhitungan. Untuk mengoptimalkan hasil prediksi dengan menggunakan ANMBP dalam proses pelatihan, peneliti menggunakan dua *hidden layer* dengan nilai yang berbeda-beda, nilai *learning rate* antara 0,1 sampai 0,5; dan membagi data pelatihan dan data pengujian menjadi tiga pola yang berbeda yaitu 60% data *training* dan 40% data *testing*, 70% data *training* dan 30% data *testing*, dan 80% data *training* dan 20% data *testing* (Hota, Shrivas, & Singhai, 2013).

Pada Tabel 4.18 menunjukkan hasil prediksi dengan menggunakan data pelatihan sebanyak 60% (874 data), data pelatihan sebanyak 40% (583 data), *hidden layer*-1 sebanyak 30, *hidden layer*-2 sebanyak 15, dan *learning rate* dari 0,1 sampai dengan 0,5, serta dengan jumlah *epoch* sebanyak 3000 iterasi menghasilkan MSE dan akurasi untuk *learning rate* 0,1 adalah 0,0009 dan 85,42% dengan jumlah terprediksi benar sebanyak 498 data dan membutuhkan waktu pelatihan selama 4362 detik. Untuk *learning rate* 0,2 menghasilkan nilai MSE dan akurasi sebesar 0,0008 dan 85,42% dengan jumlah terprediksi benar sebanyak 498 data dan

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

membutuhkan waktu pelatihan selama 4341 detik. Untuk *learning rate* 0,3 menghasilkan nilai MSE dan akurasi sebesar 0,0003 dan 85,42% dengan jumlah terprediksi benar sebanyak 498 data dan membutuhkan waktu pelatihan selama 4383 detik. Untuk *learning rate* 0,4 menghasilkan nilai MSE dan akurasi sebesar 0,0002 dan 85,07% dengan jumlah terprediksi benar sebanyak 496 data dan membutuhkan waktu pelatihan selama 4373 detik. Untuk *learning rate* 0,5 menghasilkan nilai MSE dan akurasi sebesar 0,0004 dan 85,24% dengan jumlah terprediksi benar sebanyak 497 data dan membutuhkan waktu pelatihan selama 4350 detik.

Tabel 4.18 Hasil prediksi (DTr-60%, DTs-40%)

Parameter ANMBP						Hasil Prediksi			
data *training* (%)	data *testing* (%)	HL-1	Hl-2	Epoch	LR	Waktu (detik)	MSE	Akurasi (%)	Terprediksi benar
60	40	30	15	3000	0,1	4362	0,0009	85,42	498
				3000	0,2	4341	0,0008	85,42	498
				3000	0,3	4383	0,0003	85,42	498
				3000	0,4	4373	0,0002	85,07	496
				3000	0,5	4350	0,0004	85,24	497
		50	35	3000	0,1	9134	0,0007	85,59	499
				1094	0,2	3175	0,00009	80,96	492
				1142	0,3	5784	0,00009	85,42	498
				149	0,4	438	0,00008	81,98	478
				468	0,5	1293	0,00009	84,21	491
		70	55	3000	0,1	13541	0,0005	85,42	498
				330	0,2	2898	0,00001	81,3	474
				1614	0,3	7257	0,00007	81,13	473
				189	0,4	890	0,00007	80,4	469
				57	0,5	258	0,00007	82,6	482
		90	75	221	0,1	1411	0,00009	83,01	484
				296	0,2	1882	0,00003	80,61	470
				93	0,3	593	0,00009	84,56	493
				104	0,4	667	0,00005	80,10	467
				361	0,5	2299	0,00009	85,07	496
		110	95	202	0,1	1645	0,00007	83,53	487
				269	0,2	5569	0,00006	80,96	472
				631	0,3	6718	0,00009	83,01	484
				684	0,4	5708	0,00005	76,32	445
				369	0,5	3059	0,00004	85,59	499

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 analisa yang sama maka didapatkan pada *hidden layer*-1 sebanyak 30, *hidden layer*-2 sebanyak 15, yang memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE terkecil yaitu 85,42 % dan 0,0003 adalah dengan menggunakan *learning rate* 0,3 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 498 kejadian dari 583 kejadian. Pada *hidden layer*-1 sebanyak 50, *hidden layer*-2 sebanyak 35, yang memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE terkecil yaitu 85,59 % dan 0,0007 adalah dengan menggunakan *learning rate* 0,1 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 499 kejadian dari 583 kejadian. Pada *hidden layer*-1 sebanyak 70, *hidden layer*-2 sebanyak 55, yang memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE terkecil yaitu 85,42 % dan 0,0005 adalah dengan menggunakan *learning rate* 0,1 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 498 kejadian dari 583 kejadian. Pada *hidden layer*-1 sebanyak 90, *hidden layer*-2 sebanyak 75, yang memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE terkecil yaitu 85,07 % dan 0,00009 adalah dengan menggunakan *learning rate* 0,5 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 496 kejadian dari 583 kejadian. Pada *hidden layer*-1 sebanyak 110, *hidden layer*-2 sebanyak 95, yang memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE terkecil yaitu 85,59 % dan 0,00004 adalah dengan menggunakan *learning rate* 0,5 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 499 kejadian dari 583 kejadian.

Pada Tabel 4.19 menunjukkan hasil prediksi dengan menggunakan data pelatihan sebanyak 70% (1020 data), data pelatihan sebanyak 30% (437 data), *hidden layer*-1 sebanyak 30, *hidden layer*-2 sebanyak 15, menghasilkan MSE dan akurasi untuk *learning rate* 0,1 adalah 0,0009 dan 82,15% dengan jumlah terprediksi benar sebanyak 359 data dan membutuhkan waktu pelatihan selama

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

15560 detik serta *epoch* sebanyak 3000 iterasi. Untuk *learning rate* 0,2 menghasilkan nilai MSE dan akurasi sebesar 0,0009 dan 82,37% dengan jumlah terprediksi benar sebanyak 360 data dan membutuhkan waktu pelatihan selama 21289 detik serta *epoch* sebanyak 3000 iterasi.

Tabel 4.19 Hasil prediksi (DTr-70%, DTs-30%)

Parameter ANMBP						Hasil Prediksi			
data *training* (%)	data *testing* (%)	HL-1	Hl-2	Epoch	LR	Waktu (detik)	MSE	Akurasi (%)	Terprediksi benar
70	30	30	15	3000	0,1	15560	0,0009	82,15	359
				3000	0,2	21289	0,0009	82,37	360
				1545	0,3	2548	0,00009	82,37	360
				3000	0,4	5030	0,0004	82,37	360
				3000	0,5	5154	0,001	82,37	360
		50	35	3000	0,1	13757	0,001	82,37	360
				1394	0,2	4744	0,0008	81,92	358
				70	0,3	242	0,00009	81,69	357
				270	0,4	943	0,00009	82,37	360
				355	0,5	396	0,00009	81,23	355
		70	55	733	0,1	3895	0,00009	79,6	348
				464	0,2	2577	0,00009	82,15	359
				805	0,3	4098	0,00007	77,3	338
				120	0,4	615	0,00009	77,8	340
				909	0,5	8089	0,00009	82,37	360
		90	75	368	0,1	2697	0,00009	81,46	356
				23	0,2	183	0,00009	79,63	348
				394	0,3	3071	0,00008	80,09	350
				469	0,4	3758	0,00009	81	354
				3000	0,5	25433	0,014	82,15	359
		110	95	272	0,1	1004	0,00009	81,46	356
				1679	0,2	6198	0,00005	81,23	355
				682	0,3	2485	0,00005	82,15	359
				2641	0,4	26818	0,00004	81,92	358
				2293	0,5	26725	0,00005	82,6	361

Pada Gambar 4.19 untuk *learning rate* 0,3 menghasilkan nilai MSE dan akurasi sebesar 0,00009 dan 82,37% dengan jumlah terprediksi benar sebanyak 360 data dan membutuhkan waktu pelatihan selama 2548 detik serta *epoch* sebanyak 1545 iterasi. Untuk *learning rate* 0,4 menghasilkan nilai MSE dan akurasi sebesar 0,0004 dan 82,37% dengan jumlah terprediksi benar sebanyak 360 data dan

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

membutuhkan waktu pelatihan selama 5030 detik serta *epoch* sebanyak 3000 iterasi. Untuk *learning rate* 0,5 menghasilkan nilai MSE dan akurasi sebesar 0,001 dan 82,37% dengan jumlah terprediksi benar sebanyak 360 data dan membutuhkan waktu pelatihan selama 5154 detik serta *epoch* sebanyak 3000 iterasi. Dengan menggunakan analisa yang sama maka didapatkan pada *hidden layer*-1 sebanyak 30, 50, dan 70, *hidden layer*-2 sebanyak 15, 35, dan 55, memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE terkecil yang sama yaitu 82,37 % dan 0,00009 adalah dengan menggunakan *learning rate* 0,3; 0,4; dan 0,5 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 360 kejadian dari 437 kejadian. Pada *hidden layer*-1 sebanyak 90, *hidden layer*-2 sebanyak 75, yang memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE yaitu 82,15 % dan 0,014 adalah dengan menggunakan *learning rate* 0,5 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 359 kejadian dari 437 kejadian. Pada *hidden layer*-1 sebanyak 110, *hidden layer*-2 sebanyak 95, yang memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE terkecil yaitu 82,6 % dan 0,00005 adalah dengan menggunakan *learning rate* 0,5 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 361 kejadian dari 437 kejadian.

Tabel 4.20 Hasil prediksi (DTr-70%, DTs-30%, Data asli, Data Prediksi)

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
24/07/2017	0	92,6	8,7	36,8	0	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	46,02	-9,7	26	0	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
25/07/2017	0	188,98	0	39,1	9,28	-17,26	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	167,39	-13,5	37,8	20,71	-22,01	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
26/07/2017	0	141	12,1	40,2	4,82	-11,89	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	197,41	25,6	40,5	63,14	-7,19	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
27/07/2017	0	217,98	35,1	44,8	192,02	-0,07	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	222,03	33,8	41	80,99	-14,61	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
28/07/2017	0	230,21	31,4	42	140,84	-7,25	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	215,4	35,6	45	346,87	-5,13	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
29/07/2017	0	244,59	37,9	44,2	79,79	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	232,82	35,1	41,3	29,01	-3,24	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
30/07/2017	0	210,59	33,6	42,7	243,9	-0,04	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	209,79	23,7	44	106,51	-1,33	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
31/07/2017	0	189,19	19,6	40,5	144,54	-0,48	Terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	155,61	0,5	36,4	18,23	-4,37	Terjadibencana	tidak terjadi bencana
01/08/2017	0	168,99	-7,6	33,9	52,13	-6,61	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	170,99	2,3	33	55,15	-1,67	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
02/08/2017	0	203,41	11,6	40,7	85,27	-0,23	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	198,82	7,4	34,5	89,78	-0,35	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
03/08/2017	0	183,41	10,6	38,9	113,85	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	182,82	-2,3	37	66,61	-0,4	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
04/08/2017	0	195,6	3,8	38,1	84,29	0	Terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	168,39	-0,5	36,8	29,83	-0,06	Terjadibencana	tidak terjadi bencana
05/08/2017	0	168,6	4	36,5	64,17	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	167,21	0,4	35,5	33,72	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
06/08/2017	0	149,78	4,7	38,4	46,85	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	193,99	9,3	38,8	15,97	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
07/08/2017	0	169,2	9,4	39,9	0,1	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	207,19	10,3	43,8	3,33	-69,52	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
08/08/2017	0	193,21	29,3	40,8	44,34	0	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	192,41	23,8	43,9	176,11	0	terjadibencana	tidak terjadi bencana
09/08/2017	0	166,6	22,7	39,8	53,34	-0,1	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	180,6	28,2	38,7	188,96	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
10/08/2017	0	165	26,4	37,1	27,88	-0,88	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	197,8	27,6	40,1	47,52	-0,5	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
11/08/2017	0	179,21	17,1	41	0	-43,38	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	165,4	27	39,7	11,52	-281,14	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
12/08/2017	0	139,99	19,5	37	16,53	-0,16	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	175,8	24,8	41,1	8,04	-3,48	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
13/08/2017	0	113,61	25,3	37	23,44	-1,88	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	185,59	21,2	44,1	18,09	-195,13	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
14/08/2017	0	186,6	15,2	42,7	60,88	-0,17	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	173,19	-5,7	38	0	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
15/08/2017	0	184,21	-6,8	38,9	28,81	-5,06	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	126,8	-10,9	30,4	3,05	-21,33	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
16/08/2017	0	189,62	4	40,5	11,88	-6,27	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	166,18	2,6	38,9	61,56	-0,6	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
17/08/2017	0	168,79	-3,7	38	1,44	-21,4	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	172,01	14,6	39,1	0,49	-62,22	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
18/08/2017	0	165,4	-4,8	42,7	3,91	-3,16	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	201,39	11,8	41,1	126,22	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
19/08/2017	0	229,01	32,5	47	407,84	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	200,01	24,8	39,1	89,9	-0,19	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
20/08/2017	0	210	26,1	40	114,44	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	203,8	5	41,1	20,69	-0,65	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
21/08/2017	0	159,21	7,8	38,7	113,49	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	162,79	-4,1	37,6	32	-0,73	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
22/08/2017	0	202,42	-6,1	41,8	69,57	-0,33	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	171,81	23,7	39,8	47,67	-0,47	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
23/08/2017	0	194,82	23	37,7	1,78	-0,08	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	202,79	25,4	36,5	13,44	-1,71	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
24/08/2017	0	213,79	29,5	38,4	50,5	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	212,2	35,4	40,6	23,46	-0,41	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
25/08/2017	0	203,99	27,7	43,4	118,21	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	209,8	11	43,7	13,33	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
26/08/2017	0	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	173,4	7,8	39,5	0,11	-39,06	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
27/08/2017	0	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	161,78	2,1	38,8	46,23	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
28/08/2017	0	146,8	13,3	35,8	29,26	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	189,19	35,1	42,2	59,94	-0,36	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
29/08/2017	0	202,01	33,3	44,2	75,75	-2,53	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	142,02	26,9	38,8	23,91	-194,54	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
30/08/2017	0	190,39	25,2	45,5	11,16	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
31/08/2017	0	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	161,59	7,6	37,7	0,27	-27,29	terjadibencana	tidak terjadi bencana
01/09/2017	0	146,8	-2,5	36,6	20,6	-5,05	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	136,8	-6,3	36,6	24,35	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
02/09/2017	0	164,2	8,9	35,2	25,24	-0,08	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	171,19	10,6	34,3	36,92	-0,27	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
03/09/2017	0	166,98	3,8	35,7	4,14	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	149,8	21,3	35,8	9,96	-2,26	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
04/09/2017	0	194,6	25,2	39,3	95,24	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
05/09/2017	0	171,59	20,8	40,3	69,16	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	173,19	33,5	38,1	38,78	-14,38	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
06/09/2017	0	196,6	29,6	39	107,18	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	172,2	26	37,9	50,09	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
07/09/2017	0	179,78	5,4	38,5	3,21	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	183,79	23,2	41,1	1,06	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
08/09/2017	0	218,39	31,9	43,4	180,1	-26,65	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
09/09/2017	0	207,71	8,33	47,54	164,54	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	173,21	21,4	43,7	67,5	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
10/09/2017	0	186,58	26,3	44,2	229,24	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	185,19	27,6	38,5	100,34	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
11/09/2017	0	213,79	11,7	38	85,9	-0,21	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	188,41	9,7	36,2	58,33	-1,73	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
12/09/2017	0	96,79	-4,3	29,6	7,18	-3,55	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	180,01	4	35,9	57,25	-10,9	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
13/09/2017	0	178,41	18,1	36,2	17,88	-2,27	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,38	23,5	40,6	30,74	-0,75	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
14/09/2017	0	191,99	27,7	38,4	64,01	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	217,4	29,1	41,8	23,97	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
15/09/2017	0	209,6	20,6	40,1	45,21	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	227,6	22,5	38,8	3,54	-0,08	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
16/09/2017	0	217,6	15	36,9	22,73	-12,02	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	215,19	21,7	39,2	0,71	-9,08	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
17/09/2017	0	230,19	10,9	40,6	463,87	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	185,21	25,7	38,4	50,75	-1,68	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
18/09/2017	0	196,02	33,5	41,5	64,44	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	79	-13,5	20,2	0	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
19/09/2017	0	73	-15,9	15,8	1,44	-2,29	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	40	-12,5	18,8	3,9	-2,43	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
20/09/2017	0	201,4	2,4	35,1	29,9	-4,55	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	169,59	-8,5	33,8	0,78	-5,12	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
21/09/2017	0	164,18	7,7	34,6	14,19	-6,67	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	178,81	25,7	38,4	44,88	-43,27	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
22/09/2017	0	181,8	18,3	40	15,14	-5,1	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	177	30,7	38,5	187,3	-0,01	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
23/09/2017	0	212,01	26,6	41,9	128,31	-2,05	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	134,79	30	38	15,11	-5,4	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
24/09/2017	0	184,81	33,9	41,5	283,45	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	215,21	32,4	42,5	388,15	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
25/09/2017	0	228,19	38,29	45,4	347,36	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	209,78	33,9	39,3	79,11	-0,47	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
26/09/2017	0	209,61	34,2	42,3	248,88	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
27/09/2017	0	217,59	36,8	43,9	367,72	-0,38	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	0	222,59	36,9	43,4	22,86	-103,69	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
28/09/2017	0	190,6	32,4	42,3	43,46	-101,1	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	217,19	34,3	43,8	701,38	-0,2	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
29/09/2017	0	203,38	33,3	43,8	197,58	-16,45	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	203	32,6	41,6	306,81	-1,78	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
30/09/2017	0	203	37,2	44,9	665,77	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	217,19	34,7	42,4	61,09	-3,17	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
01/10/2017	0	193,78	25,5	43,6	399,08	-0,87	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	193,21	6,8	40,9	79,06	-4,57	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
02/10/2017	0	128,39	14,3	39,2	26,48	-3,66	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	197,4	31,8	41,9	5,74	-3,39	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
03/10/2017	0	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
04/10/2017	0	220,02	31,7	42	93,74	-9,48	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	215,38	35	42,3	250,41	-1,06	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
05/10/2017	0	225	38,5	45	441,2	-0,28	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	193,78	29,1	41,2	523,93	-1,12	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
06/10/2017	0	197,78	27,7	44,6	550,25	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	200,81	35,7	41,4	591,59	-0,02	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
07/10/2017	0	212,01	36,7	41,4	572,92	0	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	220,35	37,53	43,03	524,49	-0,01	terjadibencana	tidak terjadi bencana
08/10/2017	0	199,19	26,8	42,3	176,42	-0,51	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	200,6	31,4	39	374,29	-1,25	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
09/10/2017	0	187,38	29,9	41,2	67,64	-1,95	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	189,19	29,9	42,2	171,5	-6,83	terjadibencana	tidak terjadi bencana
10/10/2017	0	216,43	35,83	44,4	749,34	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	208,38	30,2	42,7	745,26	-0,18	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
11/10/2017	0	210,81	35,8	43,2	1322,67	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	236,19	38,94	45	1213,86	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
12/10/2017	0	225,99	31,7	43,2	807,08	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	217,21	37	46	871,01	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
13/10/2017	0	218,99	28,7	44,8	618,77	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	222,21	31,2	40,9	797,25	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
14/10/2017	0	215,41	19,7	41,4	519,04	-0,16	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	212,61	31,7	36	203,15	-5,74	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
15/10/2017	0	210,6	23,9	39,2	249,16	-0,66	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	205,59	34,9	43,1	339,39	-2,21	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
16/10/2017	0	207	34,7	40,7	11,54	-24,53	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
17/10/2017	0	207,99	36,1	42,2	135,81	-2,49	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	208,58	27,2	41,3	28,21	-4,88	terjadibencana	tidak terjadi bencana
18/10/2017	0	225,2	34	41,8	134,41	-0,17	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	217	36,9	42	559,62	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
19/10/2017	0	207	24,2	44,1	208,59	-0,02	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,61	22,6	43,1	296,45	-0,72	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
20/10/2017	0	207,99	30,7	41,2	335,69	-0,65	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	190,79	22,6	42,5	118,12	-3,96	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
21/10/2017	0	122,58	19,5	33,4	322,6	-5,08	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	200,39	21,9	39,2	148,84	-3,79	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
22/10/2017	0	196,2	12,3	40,8	72,56	-2,27	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	184,01	13,9	39	22,49	-24,66	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
23/10/2017	0	180,79	11,2	37,3	37,14	-1,87	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	175	5,3	36,6	44,06	-4,84	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
24/10/2017	0	192,39	34,6	42,6	97,26	-10,43	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
-1,24	12	183,78	34,3	41,5	131,77	-13,61	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
25/10/2017	0	212,39	38,6	49,6	416,1	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	194,6	31	37,6	76,12	-9,08	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
26/10/2017	0	207,61	36,1	41,8	79,15	-60,65	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	197,4	34	42,4	79,02	-12,48	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
27/10/2017	0	202,41	38,7	46,6	79,02	-84,67	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	187,78	33,5	41,1	89,23	-3,27	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
28/10/2017	0	211,4	37,1	44,5	56,02	-36,97	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	204,18	37,7	44,8	69,29	-16,2	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
29/10/2017	0	219,8	37,3	43,6	213,12	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	205,59	32,1	39,1	427,59	-0,87	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
30/10/2017	0	241,41	34,5	39,8	218,11	-0,43	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	174,98	18,4	36,9	15,88	-2,63	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
31/10/2017	0	90,4	8,9	32,4	101,39	-0,28	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	36,99	10,9	26	22,06	-4,46	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
01/11/2017	0	45,01	-0,1	19,2	0,53	-5,11	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
02/11/2017	0	200,98	29,1	46	249,56	-1,87	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	205,21	24,9	45,8	323,44	-62,27	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
03/11/2017	0	198,39	20,1	43,4	716,09	-0,66	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
04/11/2017	0	226,59	33,5	42,2	636,2	-1,74	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	237,61	38,9	44	569,88	-0,45	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
05/11/2017	0	195,99	35,5	44,3	161,48	-42,72	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	201,59	35,5	42,6	200,04	-28,66	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
06/11/2017	0	196,6	35,8	44,1	221,28	-82,3	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	195,38	37,8	44,5	383,56	-25,96	terjadibencana	tidak terjadi bencana
07/11/2017	0	197,4	38,3	47,3	381,64	-28,98	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	192,58	35,1	43,1	110,52	-105,79	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
08/11/2017	0	203,61	32,9	42,2	243,24	-37,08	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	193,77	36,6	43,8	28,96	-110,44	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
09/11/2017	0	191,8	34,5	40,6	327,63	-16,88	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	202,39	35,8	44,4	178,52	-50,77	terjadibencana	tidak terjadi bencana
10/11/2017	0	182,39	33,6	42,5	38,98	-78,11	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	202,41	35,4	41,5	345,33	-20,77	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
11/11/2017	0	206,39	29,7	41,2	332,68	-1,76	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	214,41	15,7	41,4	703,57	-0,56	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
12/11/2017	0	203,8	23,6	43,9	803,39	-2,79	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	163,8	31,1	37,2	472,64	-2,22	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
13/11/2017	0	180,18	33,3	38,7	101,67	-18,84	terjadibencana	terjadibencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	terjadibencana	tidak terjadi bencana
14/11/2017	0	182,81	30	43,3	0,23	-401,82	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	187,59	34,9	43,5	361,01	-12,49	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
15/11/2017	0	215,61	34,4	43,4	189,65	-17,1	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	200,18	32,4	39,5	228,45	-12,5	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
16/11/2017	0	191,21	34,3	42	235,31	-24,5	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	174,8	32,4	42,5	161,62	-42,51	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
17/11/2017	0	189,79	33,6	42,7	185,98	-19,83	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	207,8	34	41,5	355,56	-4,3	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
18/11/2017	0	194,81	32,9	42	162,85	-10,76	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	171,8	30,2	39,3	230,9	-5,6	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
19/11/2017	0	227,4	37,9	43,4	162,73	-4,61	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	207,99	34,4	41,2	126,25	-10,23	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
20/11/2017	0	210,79	31,1	43,2	74,16	-6,25	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	201,39	31,6	40,1	13,65	-18,9	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
21/11/2017	0	218,81	36,4	44,7	90,88	-8	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	210,18	37,1	42,4	311,19	-1,16	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
22/11/2017	0	213	36,8	43	165,11	-8,09	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	terjadibencana	tidak terjadi bencana
23/11/2017	0	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	222,02	35	43,7	248,96	-15,13	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
24/11/2017	0	228,59	37,4	43,7	386,7	-8,29	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	218,82	32,9	40,5	368,97	-2,21	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
25/11/2017	0	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	252,01	36,6	41,7	56,8	-56,35	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
26/11/2017	0	235,6	33,4	40,6	15,92	-70,85	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	253,61	36,3	41,6	158,94	-11,83	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
27/11/2017	0	264,01	36,9	42,1	80,38	-1,73	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	228	36,1	40,6	340,75	-23,85	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
28/11/2017	0	252,39	38,3	44,1	410,92	-0,44	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	208,78	33,1	40,6	48,87	-88,68	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
29/11/2017	0	257,42	36,3	43,1	210,08	0	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	278,99	37,2	42,2	95,63	-72,57	terjadibencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
30/11/2017	0	240,2	34,1	39,7	60,25	-100,26	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	245,79	38	43,4	34,31	-52,48	terjadibencana	tidak terjadi bencana
01/12/2017	0	285	33,2	37	162,95	-15,01	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	terjadibencana	tidak terjadi bencana
02/12/2017	0	240,2	16,6	35,9	57,23	-28,96	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	235,99	17,5	38	1,2	-201,86	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
03/12/2017	0	221,01	17	37,9	9,07	-203,9	tidak terjadi bencana	terjadibencana
	12	204	34,1	45,8	277,74	-41,65	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
04/12/2017	0	192,59	23,5	37,4	205,79	345,11	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	202,21	24,6	38,1	3,49	-73,43	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
05/12/2017	0	178,61	23,1	36,6	36,4	-17,32	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	177,38	23,8	39,5	51,14	-46,75	terjadibencana	tidak terjadi bencana
06/12/2017	0	178,98	24,8	40,9	31,49	-103,15	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	201,21	30,5	41,4	343,57	-7,02	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
07/12/2017	0	188,6	31,2	43,1	81,39	-106,32	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	202,39	36	44,1	238,4	-31,99	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
08/12/2017	0	216,41	34,7	44,4	481,31	-3,92	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	204,2	36,4	43,7	319,53	-34,87	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
09/12/2017	0	209,4	37,2	45,4	577,19	-0,06	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	235,81	34,1	44,4	922,53	-14,06	terjadibencana	tidak terjadi bencana
10/12/2017	0	257,79	38,9	45	450,83	-1,08	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	200,21	30	41,7	381,12	-28,46	terjadibencana	tidak terjadi bencana
11/12/2017	0	226,21	37,5	43,8	577,41	-3,4	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	209,38	24,9	44,4	376,04	-8,97	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
12/12/2017	0	227,81	35,8	41,3	557,41	-0,89	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	190,08	32,95	41,69	114,28	-44,17	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
13/12/2017	0	196,18	36,5	41,9	202,92	-2,34	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	204,98	36,7	43,8	4,56	-37,39	terjadibencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
14/12/2017	0	187,58	36,3	44,8	188,31	-13,11	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	178,2	33,8	42,3	313,82	-27,16	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
15/12/2017	0	196,58	36,8	42,5	222,8	-15,94	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	209,21	36,7	43,7	435,91	-4,71	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
16/12/2017	0	195,4	34,1	42,8	30,84	-98,35	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	218,58	37,1	45,9	461,5	-6,41	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
17/12/2017	0	192,39	33,7	41,5	155,37	-3,42	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	216,39	35,7	44,2	188,76	-42,09	terjadibencana	tidak terjadi bencana
18/12/2017	0	245,4	34,6	43,2	119,51	-24,21	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	233,22	36,7	42,2	68,55	-23,01	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
19/12/2017	0	198,01	31,6	41,1	77,01	-33,43	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	216,58	36,3	42,2	121,08	-25,02	terjadibencana	tidak terjadi bencana
20/12/2017	0	189,78	32	42,7	65,99	-49,04	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	207,59	35,8	42,3	277,45	-12,33	terjadibencana	tidak terjadi bencana
21/12/2017	0	210,21	33,1	38,3	134,84	-33,31	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	227	34	42,6	499,35	-2,66	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
22/12/2017	0	221,22	33,8	41,2	167,35	-17,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	212,41	12,4	43,9	54,18	-16,87	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
23/12/2017	0	199,79	11,1	39,4	103,99	-2,84	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	166,8	7,1	37,4	1,9	-141,37	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
24/12/2017	0	187	29	40,3	37,26	-12,61	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	76,4	18,7	31	0	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
25/12/2017	0	203,59	-0,6	40,7	0	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	137,99	14,9	34,8	59,54	-27,58	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
26/12/2017	0	184,41	29,6	39,5	0,71	-99,99	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	222,79	36,4	45,1	281,72	-17,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
27/12/2017	0	213,21	34,3	43,4	464,36	-10,26	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	214,18	28,9	43,6	461,83	-18,95	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
28/12/2017	0	210,98	24,1	43,4	218,19	-8,69	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	200,79	27,4	41,9	255,3	-18,67	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
29/12/2017	0	201,61	18	42,7	408,33	-27,64	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	192,81	33,4	44,3	190,16	-35,71	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
30/12/2017	0	196,41	35,2	44,3	410,52	-15,59	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	206,2	35,7	43,1	711,53	-1,58	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
31/12/2017	0	224,99	31,9	44,2	256,1	-12,02	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	194,81	32	41,1	277,78	-17,54	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
01/01/2018	0	121,99	14,9	35,8	132,88	-57,03	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	179	33,1	39,5	142,48	-15,42	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
02/01/2018	0	204,2	35,7	41,9	0	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	200,6	34,4	41,7	186,33	-4,4	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
03/01/2018	0	176,4	33,5	41,5	0	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	198,41	34,5	41,8	187,5	-30,71	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
04/01/2018	0	224,2	37,4	45,1	408,08	-14,94	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	216,6	34,6	42,4	157,95	-26,79	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
05/01/2018	0	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	221,01	35,4	41,6	317,15	-14,16	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
06/01/2018	0	209,2	33,7	41,7	7,31	-74,23	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	248	185,53	49	601,36	-4,55	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
07/01/2018	0	205,37	33,4	42,8	307,48	-17,51	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	202,79	33,6	43,3	56,2	-106,3	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
08/01/2018	0	214,81	34,8	44,6	153,53	-123,2	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	213,61	36,8	44,1	168,59	-32,26	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
09/01/2018	0	181,4	34,2	44,8	249,92	-75,51	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	210,8	35	41,7	189,63	-21,09	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
10/01/2018	0	200,79	34,4	43,2	348,61	-10,85	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	205,61	36,1	44,3	881,76	-2,87	terjadibencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
11/01/2018	0	225,38	35	44,3	179,19	-58,71	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	205,61	37,1	44,3	500,12	-26,27	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
12/01/2018	0	162	32,4	40,6	234,32	-123,27	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	214,01	27,3	44,6	495,43	-27,62	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
13/01/2018	0	187,01	29,1	39,8	98,19	-48,44	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	215,6	33,7	44,2	264,03	-43,48	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
14/01/2018	0	232,98	26,6	40,9	28,91	-110,35	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	208,59	30,3	40,1	155,49	-41,49	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
15/01/2018	0	185,78	18,7	38,6	13,45	-61,06	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	198,8	18,5	38,2	105,06	-57,5	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
16/01/2018	0	212,82	34,2	40,8	408,82	-22,68	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	231,2	36,3	43,1	114,81	-44,41	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
17/01/2018	0	200,8	34,6	42,1	70,92	-57,64	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	192,18	33,9	43,5	87,47	-86,24	terjadibencana	tidak terjadi bencana
18/01/2018	0	204,18	35,3	42,1	267,09	-31,15	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	189,78	33,6	42,3	9,24	-159,99	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
19/01/2018	0	266,99	36,8	44	212,67	-20,99	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	254,18	32,1	41,9	159,32	-39,18	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
20/01/2018	0	254,79	36,2	42,3	239,28	-3,63	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	246,18	36,3	41,5	87,31	-54,85	terjadibencana	tidak terjadi bencana
21/01/2018	0	241,59	34,5	40,1	71,25	-52,17	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	241,61	35,6	42,5	57,17	-57,67	terjadibencana	tidak terjadi bencana
22/01/2018	0	211,8	36,6	44,5	313,72	-32,6	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	252,79	32,5	41,6	92,72	-23,15	terjadibencana	tidak terjadi bencana
23/01/2018	0	208,21	33,3	41,9	148,37	-7,76	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	241,2	38,9	45,6	120,36	-79,56	terjadibencana	tidak terjadi bencana
24/01/2018	0	196,61	31,7	41,6	95,87	-114,43	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	249,99	36,3	42,4	262,03	-33,02	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
25/01/2018	0	227,6	33,2	42,1	159,48	-61,88	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	242,61	33,5	42,8	112,13	-79,93	terjadibencana	tidak terjadi bencana
26/01/2018	0	241,39	31,8	38,3	5,82	-79,46	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	226,38	36,9	44	673,95	-37,05	terjadibencana	tidak terjadi bencana
27/01/2018	0	247,78	32,6	43,9	26,08	-203,29	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	210,79	37,1	42,3	467,65	-21,98	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
28/01/2018	0	206,8	33,9	45,2	168,29	-99,62	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	294	37,5	44,3	144,86	-44,01	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
29/01/2018	0	267,19	38,1	44,8	407,59	-20,13	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	255,78	30,1	45,2	453,47	-4,77	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
30/01/2018	0	251,99	34,3	40,4	77,43	-28,11	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	239,8	30,6	40,7	391,39	-8,22	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
31/01/2018	0	208,8	19	38,7	12,98	-37,9	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	249,2	40,3	47,2	758,29	-0,32	terjadibencana	tidak terjadi bencana
01/02/2018	0	250,62	25,7	45,4	550,67	-32,49	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	235,81	31,8	45,5	545,35	-16,98	terjadibencana	tidak terjadi bencana
02/02/2018	0	205,41	30,9	43,4	443,01	-47,12	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	222,61	36,5	43,8	456,38	-44,95	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
03/02/2018	0	221,22	36,4	45,5	372,62	-7,76	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	206,21	32,2	42,3	274,97	-72,64	terjadibencana	tidak terjadi bencana
04/02/2018	0	194,2	31,8	40,3	360,33	-16,28	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	217,78	34,3	41,2	334,37	-8,8	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
05/02/2018	0	211,4	35,5	42,8	294,03	-0,22	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	201	34,5	41,6	91,51	-38,41	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
06/02/2018	0	203,81	32,5	37,9	42,86	-83,91	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	185,61	33,8	40,6	362,81	-7,81	terjadibencana	tidak terjadi bencana
07/02/2018	0	198,8	32,2	40,8	8,36	-45,09	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	222,19	38,2	46,3	416,63	-7,28	terjadibencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
08/02/2018	0	199,79	32	39,4	160,43	-20,6	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	216	34,3	43,7	128,05	-48,67	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
09/02/2018	0	219,62	31,5	41,9	93,55	-20,1	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	214,21	31,2	39,7	151,62	-10,53	terjadibencana	tidak terjadi bencana
10/02/2018	0	136,2	29,6	36,4	35,03	-64,32	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	208,59	28,9	40	325,57	-11,77	terjadibencana	tidak terjadi bencana
11/02/2018	0	206,01	19,6	42,7	198,82	-23,82	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	210,01	34,3	42,8	117,47	-24,63	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
12/02/2018	0	212,98	34,7	43,4	277,34	-28,68	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	135,21	21,1	37	0	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
13/02/2018	0	216,61	32	44,5	271,01	-36,88	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	219,58	32,9	42,5	81,73	-34,54	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
14/02/2018	0	229,99	34,8	45,6	132,62	-43,58	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	209,22	24,4	43,1	683,25	-9,92	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
15/02/2018	0	226,01	30,9	42,1	103,86	-42,44	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
16/02/2018	0	214,19	28	41,1	0,02	-212,03	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
17/02/2018	0	235,8	15	41,5	47,16	-55,61	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
18/02/2018	0	210,81	23,5	42,2	26,45	-39,19	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
19/02/2018	0	202,6	34,1	45	296,92	-23,03	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	terjadibencana	tidak terjadi bencana
20/02/2018	0	223,39	25	41,1	0	0	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
21/02/2018	0	202,58	31,3	44	591,31	-3,83	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

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

Tanggal	Jam	Variabel Puting Beliung					Data asli	Data Prediksi
		SWEAT	KI	TT	CAPE	CIN		
22/02/2018	0	191,21	31,9	40,2	13,37	-48,16	terjadibencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	terjadibencana	tidak terjadi bencana
23/02/2018	0	170,6	31	42,7	81,85	-69,66	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
24/02/2018	0	208,58	29,3	42	171,92	-16,92	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
25/02/2018	0	171,19	32,4	42,5	218,91	-24,33	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
26/02/2018	0	188	37,6	44,4	643,29	-14,73	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
	12	199,4	29,2	41,7	322,23	-30,81	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana
27/02/2018	0	189,4	22,6	44,7	142,73	-60,29	tidak terjadi bencana	tidak terjadi bencana

Tabel 4.20 menunjukkan hasil prediksi dari data *testing* sebanyak 30% yang menghasilkan akurasi 82,6% dan MSE 0,00005 dengan menggunakan *hidden layer*-1 sebanyak 110, *hidden layer*-2 sebanyak 95, dan *learning rate* 0,5. Pada tabel tersebut menunjukkan terdapat 361 data terprediksi dengan benar dan 76 terprediksi tidak tepat. Tanggal kejadian angin puting beliung tapi terprediksi tidak terjadi angin puting beliung terdapat pada tanggal 31 Juli 2017, 4 Agustus 2017, 9 November 2017, 22 November 2017, 1 Desember 2017, dan 17 Desember 2017. Tanggal tidak terjadi angin puting beliung tapi terprediksi terjadi angin puting beliung terdapat pada tanggal 3 Desember 2017. Hasil prediksi untuk data *testing* sebanyak 40% (583 data) dan data *testing* 20% (291 data) terdapat pada lampiran.

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 4.21 Hasil prediksi (DTr-80%, DTs-20%)

Parameter ANMBP						Hasil Prediksi			
data *training* (%)	data *testing* (%)	HL-1	Hl-2	Epoch	LR	Waktu (detik)	MSE	Akurasi (%)	Terprediksi benar
80	20	30	15	3000	0,1	18923	0,0006	76,2	222
				3000	0,2	8412	0,0004	76,2	222
				3000	0,3	5722	0,0004	76,2	222
				3000	0,4	5821	0,0003	76,2	222
				369	0,5	718	0,00009	76,2	222
		50	35	46	0,1	193	0,00009	76,2	222
				1323	0,2	5201	0,00006	75,94	221
				157	0,3	618	0,00009	76,6	223
				579	0,4	21527	0,00008	76,2	222
				72	0,5	283	0,00007	75,6	220
		70	55	37	0,1	226	0,00009	76,2	222
				31	0,2	188	0,00008	76,2	222
				4	0,3	29	0,00009	76,2	222
				27	0,4	153	0,00008	76,2	222
				15	0,5	85	0,00008	76,2	222
		90	75	153	0,1	1302	0,00009	76,2	222
				13	0,2	114	0,00009	76,2	222
				18	0,3	154	0,00008	76,2	222
				76	0,4	628	0,00003	76,6	223
				45	0,5	365	0,00008	75,9	221
		110	95	11	0,1	109	0,00009	76,2	222
				10	0,2	82	0,00009	75,94	221
				45	0,3	368	0,00008	76,2	222
				297	0,4	2392	0,00003	76,2	222
				133	0,5	1108	0,00005	75,94	221

Pada Tabel 4.21 menunjukkan hasil prediksi dengan menggunakan data pelatihan sebanyak 80% (1166 data), data pelatihan sebanyak 20% (291 data), *hidden layer*-1 sebanyak 30, *hidden layer*-2 sebanyak 15, dan *learning rate* dari 0,1 sampai dengan 0,5, serta dapat memprediksi dengan benar sebanyak 222 data dan akurasi 76,2 % menghasilkan MSE untuk *learning rate* 0,1 adalah 0,0006 dengan membutuhkan waktu pelatihan selama 18923 detik serta *epoch* sebanyak 3000 iterasi. Untuk *learning rate* 0,2 menghasilkan nilai MSE sebesar 0,0004 dan membutuhkan waktu pelatihan selama 8412 detik serta *epoch* sebanyak 3000 iterasi. Untuk *learning rate* 0,3 menghasilkan nilai MSE sebesar 0,0004 dan

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

membutuhkan waktu pelatihan selama 5722 detik serta *epoch* sebanyak 3000 iterasi.

Untuk *learning rate* 0,4 menghasilkan nilai MSE sebesar 0,0003 dan membutuhkan waktu pelatihan selama 5821 detik serta *epoch* sebanyak 3000 iterasi. Untuk *learning rate* 0,5 menghasilkan nilai MSE sebesar 0,00009 dan membutuhkan waktu pelatihan selama 718 detik serta *epoch* sebanyak 369 iterasi. Dengan analisa yang sama didapatkan pada hidden layer-1 sebanyak 30, hidden layer-2 sebanyak 15, yang memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE terkecil yaitu 76,2 % dan 0,00009 adalah dengan menggunakan learning rate 0,5 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 222 kejadian dari 291 kejadian. Pada hidden layer-1 sebanyak 50, hidden layer-2 sebanyak 35, yang memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE terkecil yaitu 76,6 % dan 0,00009 adalah dengan menggunakan learning rate 0,3 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 223 kejadian dari 291 kejadian.

Pada hidden layer-1 sebanyak 70, hidden layer-2 sebanyak 55, yang memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE terkecil yaitu 76,2 % dan 0,00008 adalah dengan menggunakan learning rate 0,5 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 222 kejadian dari 291 kejadian. Pada hidden layer-1 sebanyak 90, hidden layer-2 sebanyak 75, yang memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE terkecil yaitu 76,6 % dan 0,00003 adalah dengan menggunakan learning rate 0,4 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 223 kejadian dari 291 kejadian. Pada hidden layer-1 sebanyak 110, hidden layer-2 sebanyak 95, yang memiliki nilai akurasi terbaik dan MSE terkecil yaitu 76,2 % dan 0,00003 adalah 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

learning rate 0,4 dengan jumlah kejadian terprediksi benar sebanyak 222 kejadian dari 291 kejadian.

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

A. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai penelitian prediksi angin puting beliung dengan menggunakan *adaptive neighborhood modified backpropagation* di wilayah Cilacap Jawa Tengah dapat disimpulkan bahwa:

1. Variabel yang memiliki pengaruh kuat terhadap terjadinya bencana angin puting beliung adalah SWEAT, KI, TT, CAPE, dan CIN.
2. Parameter optimal yang digunakan pada data *training* sebanyak 60% (874 data) dan data *testing* sebanyak 40% (583 data) adalah dengan menggunakan *hidden layer*-1 sebanyak 110, *hidden layer*-2 sebanyak 95, dan *learning rate* 0,5. Pada data *training* sebanyak 70% (1020 data) dan data *testing* sebanyak 30% (437 data) adalah dengan menggunakan *hidden layer*-1 sebanyak 110, *hidden layer*-2 sebanyak 95, dan *learning rate* 0,5. Pada data *training* sebanyak 80% (1166 data) dan data *testing* sebanyak 20% (291 data) adalah dengan menggunakan *hidden layer*-1 sebanyak 90, *hidden layer*-2 sebanyak 75, dan *learning rate* 0,4.
3. Prediksi dengan menggunakan data *testing* sebanyak 40% (583 data), menghasilkan akurasi dan MSE sebesar 85,59% dan 0,00004 dengan 499 data kejadian terprediksi benar. Prediksi dengan menggunakan data *testing* sebanyak 30% (437 data), menghasilkan akurasi dan MSE sebesar 82,6% dan 0,00005 dengan 361 data kejadian terprediksi benar. Prediksi dengan menggunakan data *testing* sebanyak 20% (291 data), menghasilkan akurasi

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

dan MSE sebesar 76,6% dan 0,00003 dengan 223 data kejadian terprediksi benar.

B. Saran

Saran yang dapat disampaikan pada peneliti yang akan melanjutkan dan mengenmbangkan penelitian ini adalah,

1. Menggunakan data citra satelit sebagai data pendukung untuk memprediksi bencana angin puting beliung.
2. Menggunakan data observasi udara atas dengan jangka waktu yang lebih lama.
3. Menggunakan metode *pre-processing* yang lain untuk mereduksi atau memperbaiki data masukan.
4. Menggunakan metode prediksi yang lain untuk memprediksi terjadinya bencana angin puting beliung.

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

Ambarwati, R. (2016). *Analisis Data Time Series Menggunakan Model Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedascity (EGARCH)(1,1).* Lampung: Universitas Lampung.

Astuti, L. W., & Handayani. (2012). *Klasifikasi MRI Otak Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Berdasarkan Data Wavelet Yang Direduksi Dengan NCMF*. Yogyakarta: Seminar Nasional Informatika.

Azizah, E. I., & Lathif, M. F. (2017). *Prinsip Fisis Atmosfer Observasi Permukaan Dan Udara Atas.* Jakarta: STMKG.

BNPB. (2018, Maret 7). *Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI)*. Retrieved from BNPB: http://bnpb.cloud

Haan, S. D. (2006). Measuring Atmospheric Stability With GPS. *Journal Of Applied Meteorology And Climatology*, 467-475.

Haqqiy, I. (2013). *Tafsir Ruh al-Bayan.* Al-Qahiroh: Dar al-Ihyya' al-Turats.

Hendro, G., Adji, T. B., & Setiawan, N. A. (2012). Penggunaan Metodologi Analisa Komponen Utama (PCA) untuk Mereduksi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyakit Jantung Koroner. *SciETec*, 259-263.

Holton, J. R. (2004). *An Introduction To Dynamic Meteorology.* California: Elsevier Academic Press.

Hota, H., Shrivas, A. K., & Singhai, S. (2013). Artificial Neural Network, Decision Tree and Statistical Techniques Applied for Designing and Developing E-mail Classifier. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE),* 164-169.

Ifadah, A. (2011). *Analisis Metode Principal Component ANalysis dan Regresi Ridge dalam Mengatasi Dampak Multikolineritas Dalam Regresi Linear Berganda.* Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Kurniawan, W. (2008). *Aplikasi Metode Principal Component Dalam Penentuan Faktor Penilaian Kinerja Pengajar*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.

Mahendra, D. G. (2018, Februari 7). *Stasiun Meteorologi Kelas I Ngurah Rai Denpasar*. Retrieved from Pengamatan Radiosonde di Stamet Ngurah Rai Denpasar: http://ngurahrai.bali.bmkg.go.id/

Muhammad, J., & Abdurrahman, J. (2012). *Tafsir al-Quran al-'Adhim lil-imami al-Jalalaini.* Surabaya: Imarotullah.

Novitasari, D. C. (2015). Klasifikasi Sinyal EEG Menggunakan Metode Fuzzy C-Means Clustering (FCM) dan Adaptive Neighborhood Modified Backpropagation (ANMBP). *Jurnal Matematika MANTIK*, 31-36.

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

Prasetyo, E. (2014). *Data Mining - Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan Matlab.* Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.

Puspitasari, E., Mukid, M. A., & Sudarno. (2014). Perbandingan Analisis Faktor Klasik dan Analisis Faktor Robust untuk Data Inflasi Kelompok Bahan Makanan di Jawa Tengah. *Jurnal GAUSSIAN, Vol 3, Nomor 3*, 343-352.

Putra, I. M., Gandhiadi, G. K., & Harini, L. P. (2016). Implementasi Backpropagation Neural Network Dalam Prakiraan Cuaca di Daerah Bali Selatan. *E-Jurnal Matematika*, 126-132.

Putra, S. F., Pradina, R., & Hafidz, I. (2016). Feature Selection pada Dataset Faktor Kesiapan Bencana pada Provinsi di Indonesia Menggunakan Metode PCA (Principal Component Analysis). *Jurnal Teknik ITS Vol.5, No. 2*, 88-92.

Rahayu, G., & Mustakim. (2017). Principal Component Analysis untuk Dimensi Reduksi Data Clustering Sebagai Pemetaan Persentase Sertifikasi Guru di Indonesia. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri* (pp. 201-208). Pekanbaru: UIN Sultan Syarif Kasim Riau.

Rini, D. C., Farida, Y., & Puspitasari, D. (2016). Klasifikasi Menggunakan Metode Hybrid Bayessian-Neural Network (Studi Kasus: Identifikasi Virus Komputer). *Jurnal Matematika "MANTIK", Vol. 01*, 38-43.

Siang, J. J. (2005). *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan MATLAB.* Yogyakarta: ANDI OFFSET.

Suprapto, Nurmasari, R., & Rosida, A. (2016). *Data Bencana Indonesia 2015.* Jakarta: Pusat Data, Informasi dan Humas Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

Suryatmojo, H. (2017, Maret 23). *Bencana Hidrometeorologi*. Retrieved from Konservasi DAS: http://konservasidas.fkt.ugm.ac.id

Werdiningsih, I. (2014). Transformasi Wavelet dan Adaptive Neighborhood Based Modified backpropagation (ANMBP) untuk Klasifikasi Data Mammogram. *SCAN Vol. IX*, 15-21.

Widarjono, A. (2010). *Analisis Statistika Multivariat Terapan.* Yogyakarta: Unit Penerbit dan Percetakan Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.

Wulandari, D., Prahasto, T., & Gunawan, V. (2016). Penerapan Principal Component Analysis untuk Mereduksi Dimensi Data Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Pendidikan di Sekolah. *Jurnal SIstem Informasi Bisnis*, 91-96.

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