

**PREDIKSI *SEA SURFACE TEMPERATURE ANOMALIES* (SSTA)
DENGAN METODE *ADAPTIVE NETWORK-BASED FUZZY
INFERENCE SYSTEM* (ANFIS)**



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada Departemen Ilmu Komputer/ Informatika**

Disusun oleh:

GABE DHIAR SIMORANGKIR

24010313140106

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER/ INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2018

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gabe Dhiar Simorangkir

NIM : 24010313140106

Judul : *Prediksi Sea Surface Temperature Anomalies (SSTA) dengan Metode Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System (ANFIS)*

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir/ skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

S. METERAI
TEMPEL 05 2018
K08FAFF241222R23
6000
Gabe Dhiar Simorangkir
24010313140106

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : *Prediksi Sea Surface Temperature Anomalies (SSTA) dengan Metode Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System (ANFIS)*
Nama : Gabe Dhiar Simorangkir
NIM : 24010313140106

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 6 Juni 2018 dan dinyatakan lulus pada tanggal **31 Juli 2018**.

Semarang, Agustus 2018



Mengetahui,
Ketua Tim Penguji
Ilmu Komputer/ Informatika
DNDIP

Suhmingron, S.Si, M.Kom
NIP. 198104202005012001

Panitia Penguji Tugas Akhir
Ketua

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Sukmawati Nur Endah'.

Sukmawati Nur Endah, S.I, M.Kom
NIP. 197805022005012002

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : *Prediksi Sea Surface Temperature Anomalies (SSTA) dengan Metode Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System (ANFIS)*
Nama : Gabe Dhiar Simorangkir
NIM : 24010313140106

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 6 Juni 2018.

Semarang, Agustus 2018

Pembimbing



Dr. Eng. Adi Wibowo, S.Si, M.Kom
NIP.198203092006041002

ABSTRAK

Prediksi kemunculan El Nino dan La Nina merupakan proses prediksi yang perlu dilakukan untuk mengetahui dampak cuaca yang kelak terjadi. Namun, proses yang dilakukan tidak mudah. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem yang dapat membantu masyarakat untuk mengetahui prediksi kemunculan El Nino dan La Nina, sehingga masyarakat bisa mengambil tindakan pencegahan ketika El Nino atau La Nina terjadi. Proses prediksi kemunculan El Nino dan La Nina dilakukan dengan melihat data *Sea Surface Temperature Anomalies* (SSTA) di daerah Nino 3.4 per bulan. Jadi, prediksi data SSTA harus dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui prediksi kemunculan El Nino dan La Nina. Proses prediksi data SSTA untuk bulan-bulan berikutnya dilakukan dengan menggunakan metode *Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System* (ANFIS). Sistem ini dibangun dengan bahasa pemrograman PHP dan *database* MySQL. Hasil akhir dari sistem ini berupa hasil prediksi SSTA pada bulan berikutnya. Arsitektur ANFIS dengan 3 pola *input* (z_{t-1} , z_{t-2} , z_{t-3}), fungsi keanggotaan Gauss, laju pembelajaran 0,1 dan data pelatihan sejumlah 99% dipilih untuk memprediksi SSTA karena akurasinya yang tinggi untuk memprediksi data non-linier. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil evaluasi *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang menunjukkan nilai akurasi sebesar 73.7076% dengan *error rate* sebesar 26.2923% ketika memprediksi data SSTA pada Januari 2018 menggunakan data awal SSTA Januari 1982 sampai Desember 2017.

Kata Kunci: Prediksi, *Sea Surface Temperature Anomalies* (SSTA), *Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System* (ANFIS)

ABSTRACT

The prediction of El Nino and La Nina occurrence is a prediction process that needs to be done to know the weather impacts that might happen in the future. However, such process is not easy to be done. This research is aimed to build a system that can help the society to know the predicted El Nino and La Nina occurrence, so that the society can take preventive actions when El Nino or La Nina occurs. The prediction of El Nino and La Nina occurrence process is done by calculating the Sea Surface Temperature Anomalies (SSTA) data in Nino 3.4 region for each month. So, the prediction of SSTA data must firstly be done to get the predicted El Nino and La Nina occurrence. The prediction of SSTA data for the following months is done using Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System (ANFIS) method. This system is built with PHP programming language dan MySQL database. The final result of this system is the predicted value of SSTA in the next month. ANFIS architecture using 3 input pattern (z_{t-1} , z_{t-2} , z_{t-3}), Gauss as membership function, learning rate of 0,1 and 99% training data is chosen due to its high accuracy in predicting non-linear data. It is proven by the evaluation result using Mean Absolute Percentage Error (MAPE) that shows the accuracy value of 73.7076% and the error rate value of 26.2923% when predicting SSTA data on January 2018 with the initial data of SSTA from January 1982 until December 2017.

Keywords: Prediction, Sea Surface Temperature Anomalies (SSTA), Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System (ANFIS)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Prediksi Kemunculan El Nino dan La Nina dengan Metode *Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System* (ANFIS)” dengan baik dan lancar. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Departemen Ilmu Komputer/ Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Widowati, S.Si, M.Si, selaku Dekan FSM Undip.
2. Dr. Retno Kusumaningrum, S.Si, M.Kom, selaku Ketua Departemen Ilmu Komputer/ Informatika FSM Universitas Diponegoro.
3. Helmie Arief Wibawa, S.Si, M.Cs, selaku Dosen Koordinator Tugas Akhir Departemen Ilmu Komputer/ Informatika FSM Universitas Diponegoro.
4. Dr. Eng. Adi Wibowo, S.Si, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing.
5. Semua pihak yang telah membantu hingga selesainya tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak kekurangan baik dari materi ataupun dalam penyajiannya. Hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Semarang, Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4. Ruang Lingkup	4
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. <i>State of the Art</i>	6
2.2. <i>Sea Surface Temperature Anomalies (SSTA)</i>	8
2.3. <i>Prediksi (Forecasting)</i>	8
2.4. Analisis Runtun Waktu	9
2.5. Istilah-istilah dalam Analisis Runtun Waktu.....	10
2.5.1. Stasioneritas	10
2.5.2. Model Autoregresi (<i>Autoregression</i>) dan <i>Moving Average (MA)</i>	10
2.6. Jaringan Syaraf Tiruan (<i>Neural Network</i>).....	11
2.7. Logika <i>Fuzzy</i>	12
2.7.1. Himpunan <i>Fuzzy</i>	10
2.7.2. Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	10
2.7.3. Sistem Inferensi <i>Fuzzy (Fuzzy Inference System)</i>	10
2.8. <i>Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System (ANFIS)</i>	16
2.8.1. ANFIS dengan 2 <i>Input</i> (z_{t-1} dan z_{t-2})	10
2.8.2. ANFIS dengan 3 <i>Input</i> (z_{t-1} , z_{t-2} , dan z_{t-3})	10
2.9. <i>Fuzzy C-Means (FCM)</i>	23

2.10.	Algoritma Pembelajaran <i>Hybrid</i>	25
2.11.	<i>Least Square Estimator</i> (LSE)	25
2.12.	Model Propagasi <i>Error</i>	26
2.12.1.	Model Propagasi <i>Error</i> dengan 2 <i>Input</i> (z_{t-1} dan z_{t-2})	26
2.12.2.	Model Propagasi <i>Error</i> dengan 3 <i>Input</i> (z_{t-1} , z_{t-2} , dan z_{t-3}).....	31
2.13.	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	36
2.14.	Model Pengembangan Perangkat Lunak <i>Waterfall</i>	36
2.14.1.	Analisis dan Definisi Persyaratan.....	36
2.14.2.	Perancangan Sistem.....	44
2.14.3.	Implementasi	45
2.14.4.	Pengujian Sistem	45
2.15.	HTML.....	45
2.16.	PHP.....	45
2.17.	MySQL.....	46
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	47
3.1.	Tahapan Proses.....	47
3.1.1.	Pengumpulan Data dan Analisis Kebutuhan Data.....	48
3.1.2.	Penentuan Pola <i>Input</i> Data	48
3.1.3.	Penentuan Data Pelatihan dan Pengujian	50
3.1.4.	Perhitungan <i>Fuzzy C-Means</i>	50
3.1.5.	Penentuan ANFIS dengan 2 <i>Input</i>	60
3.1.6.	Perhitungan ANFIS dengan 3 <i>Input</i>	79
3.2.	Identifikasi Kebutuhan	98
3.2.1.	Karakteristik Pengguna	99
3.2.2.	Kebutuhan Fungsional.....	99
3.2.3.	Kebutuhan Non-Fungsional	100
3.3.	Pemodelan Analisis	100
3.3.1.	Pemodelan Data.....	100
3.3.2.	<i>Data Context Diagram</i> (DCD)	101
3.3.3.	<i>Data Flow Diagram</i> (DFD).....	102
3.4.	Perancangan.....	113
3.4.1.	Perancangan Antarmuka.....	113
3.4.1.1.	Perancangan Antarmuka Halaman Login	113
3.4.1.2.	Perancangan Antarmuka Halaman Beranda	113

3.4.1.3. Perancangan Antarmuka Halaman Kelola Data SSTA.....	113
3.4.1.4. Perancangan Antarmuka Halaman Kelola Pelatihan & Pengujian.....	113
3.4.1.5. Perancangan Antarmuka Halaman Kelola Hasil Prediksi	113
3.4.1.6. Perancangan Antarmuka Halaman Kelola Data Pengguna.....	113
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	118
4.1. Hasil Pengembangan Sistem	118
4.1.1. Lingkungan Implementasi	113
4.1.2. Implementasi Antarmuka Sistem	113
4.2. Skenario Pengujian Sistem.....	124
4.2.1. Skenario Pengujian Fungsional Sistem	113
4.2.2. Skenario Pengujian Kinerja Sistem	113
4.2.2.1. Data Pengujian Kinerja Sistem	113
4.2.2.2. Skenario Pengujian Sistem	113
4.3. Hasil dan Analisa Sistem.....	126
4.3.1. Hasil dan Analisa Pengujian Fungsional Sistem	113
4.3.2. Hasil dan Analisa Pengujian Kinerja Sistem.....	113
4.3.2.1. Hasil dan Analisa Skenario 1	113
4.3.2.2. Hasil dan Analisa Skenario 2	113
4.3.2.3. Hasil dan Analisa Skenario 3	113
4.3.2.4. Hasil dan Analisa Skenario 4.....	113
4.3.2.5. Hasil dan Analisa Skenario 5	113
BAB V KESIMPULAN	131
5.1. Kesimpulan.....	131
5.2. Saran.....	131
DAFTAR PUSTAKA.....	132
LAMPIRAN	135
Lampiran 1. Skenario Pengujian Fungsional Sistem.....	136
Lampiran 2. Hasil Pengujian Fungsional Sistem	138
Lampiran 3. Data SSTA Januari 1982 sampai Desember 2017	138
Lampiran 4. Rincian Hasil Skenario.....	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Daerah El Nino 3.4	8
Gambar 2.2.	Kurva Fungsi Keanggotaan Linier	13
Gambar 2.3.	Kurva Fungsi Keanggotaan <i>Triangular</i>	13
Gambar 2.4.	Kurva Fungsi Keanggotaan <i>Generalized Bell</i>	14
Gambar 2.5.	Kurva Fungsi Keanggotaan <i>Gauss</i>	14
Gambar 2.6.	Struktur Diagram ANFIS 2 <i>Input</i>	17
Gambar 2.7.	Struktur Diagram ANFIS 3 <i>Input</i>	20
Gambar 2.8.	Arsitektur Jaringan Propagasi <i>Error 2 Input</i>	26
Gambar 2.9.	Arsitektur Jaringan Propagasi <i>Error 3 Input</i>	31
Gambar 2.10.	Skema Model <i>Waterfall</i>	36
Gambar 2.11.	Kardinalitas Relasi <i>One to One</i>	41
Gambar 2.12.	Kardinalitas Relasi <i>One to Many</i>	41
Gambar 2.13.	Kardinalitas Relasi <i>Many to Many</i>	41
Gambar 3.1.	Blok Proses Langkah Penyelesaian Masalah	47
Gambar 3.2.	Plot Runtun Waktu.....	48
Gambar 3.3.	Grafik ACF	49
Gambar 3.4.	Grafik PACF	49
Gambar 3.5.	<i>Flowchart</i> Penentuan Data Latih dan Data Uji.....	50
Gambar 3.6.	<i>Flowchart</i> Clustering Menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i>	51
Gambar 3.7.	<i>Flowchart</i> ANFIS Alur Maju.....	61
Gambar 3.8.	<i>Flowchart</i> ANFIS Alur Mundur	67
Gambar 3.9.	<i>Flowchart</i> Perbaikan Parameter Premis.....	73
Gambar 3.10.	<i>Flowchart</i> ANFIS Pengujian	75
Gambar 3.11.	<i>Flowchart</i> ANFIS Prediksi	77
Gambar 3.12.	ERD SPSSTA	101
Gambar 3.13.	Diagram Konteks SPSSTA	102
Gambar 3.14.	DFD <i>Level 1</i> SPSSTA.....	103
Gambar 3.15.	DFD <i>Level 2</i> Proses Kelola Data Pengguna	104
Gambar 3.16.	DFD <i>Level 2</i> Proses Kelola Data SSTA	105
Gambar 3.17.	DFD <i>Level 2</i> Proses Kelola Data Pelatihan dan Pengujian.....	107

Gambar 3.18. DFD <i>Level 2</i> Proses Kelola Hasil Prediksi	110
Gambar 3.19. DFD <i>Level 2</i> Proses Kelola Uji Coba Prediksi	111
Gambar 3.20. Perancangan Antarmuka Halaman <i>Login</i>	113
Gambar 3.21. Perancangan Antarmuka Halaman Utama	114
Gambar 3.22. Perancangan Antarmuka Halaman Kelola Data SSTA.....	114
Gambar 3.23. Perancangan Antarmuka Halaman <i>Input</i> Variabel Pelatihan & Pengujian	115
Gambar 3.24. Perancangan Antarmuka Halaman Informasi Prediksi Bulan Selanjutnya	116
Gambar 3.25. Perancangan Antarmuka Halaman Kelola Hasil Prediksi	116
Gambar 3.26. Perancangan Antarmuka Halaman Kelola Data Pengguna.....	117
Gambar 4.1. Implementasi Halaman <i>Login</i>	119
Gambar 4.2. Implementasi Halaman Beranda	120
Gambar 4.3. Implementasi Halaman Kelola Data SSTA	120
Gambar 4.4. Implementasi Halaman <i>Input</i> Variabel Pelatihan dan Pengujian	121
Gambar 4.5. Implementasi Halaman Informasi Prediksi Bulan Selanjutnya	121
Gambar 4.6. Implementasi Halaman Kelola Hasil Prediksi	122
Gambar 4.7. Implementasi Halaman Utama Uji Coba Prediksi	122
Gambar 4.8. Implementasi Halaman Hasil Uji Coba Prediksi	123
Gambar 4.9. Implementasi Halaman Kelola Data Pengguna	124

DAFTAR TABEL

Tabel 2..	Penelitian Terkait dan Usulan Penelitian	6
Tabel 2.	Identifikasi Model AR dan MA menggunakan pola grafik ACF dan PACF (Wei, 2006).....	11
Tabel 2.3.	Notasi-notasi Simbolik dalam ERD	40
Tabel 2.4.	Notasi-notasi Simbolik pada DFD	44
Tabel 3.1.	Pola Data Latih SSTA	51
Tabel 3.2.	Menghitung Pusat Klaster (v_{kj})	53
Tabel 3.3.	Menghitung Fungsi Objektif	54
Tabel 3.4.	Memperbaiki Derajat Keanggotaan	57
Tabel 3.5.	Hasil <i>Clustering</i> dengan Algoritma FCM	59
Tabel 3.6.	Hasil <i>Clustering</i> Parameter Awal Mean dan Standar Deviasi	59
Tabel 3.7.	Data Awal SSTA	60
Tabel 3.8.	Data Pelatihan dan Pengujian.....	60
Tabel 3.9.	Data Pelatihan	61
Tabel 3.10.	Hasil <i>Clustering</i> Data Pelatihan	62
Tabel 3.11.	Hasil <i>Mean</i> dan Standar Deviasi Data Pelatihan.....	62
Tabel 3.12.	Derajat Keanggotaan Data Pelatihan.....	63
Tabel 3.13.	Hasil Bobot Data Pelatihan	63
Tabel 3.14.	Hasil Normalisasi Bobot Data Pelatihan	64
Tabel 3.15.	Matriks A_7	64
Tabel 3.16.	Hasil Prediksi dan <i>Error</i> Data Pelatihan	67
Tabel 3.17.	Hasil ϵ_{13}	68
Tabel 3.18.	Hasil ϵ_{11} dan ϵ_{12}	68
Tabel 3.19.	Hasil ϵ_9	69
Tabel 3.20.	Hasil ϵ_{10}	69
Tabel 3.21.	Hasil ϵ_7	70
Tabel 3.22.	Hasil ϵ_8	70
Tabel 3.23.	Hasil ϵ_3	71
Tabel 3.24.	Hasil ϵ_4	71

Tabel 3.25.	Hasil ε_5	71
Tabel 3.26.	Hasil ε_6	72
Tabel 3.27.	Hasil ε_{a11} , ε_{a12} , ε_{a21} , dan ε_{a22}	73
Tabel 3.28.	Hasil ε_{c11} , ε_{c12} , ε_{c21} , dan ε_{c22}	73
Tabel 3.29.	Data Pengujian	75
Tabel 3.30.	Derajat Keanggotaan Data Pengujian	76
Tabel 3.31.	Bobot Data Pengujian.....	76
Tabel 3.32.	Normalisasi Bobot Data Pengujian	76
Tabel 3.33.	Hasil Prediksi Data Pengujian.....	77
Tabel 3.34.	Data Awal SSTA	79
Tabel 3.35.	Data Pelatihan dan Pengujian.....	80
Tabel 3.36.	Data Pelatihan	80
Tabel 3.37.	Hasil <i>Clustering</i> Data Pelatihan	81
Tabel 3.38.	Hasil <i>Mean</i> dan Standar Deviasi Data Pelatihan.....	81
Tabel 3.39.	Derajat Keanggotaan Data Pelatihan.....	82
Tabel 3.40.	Hasil Bobot Data Pelatihan	83
Tabel 3.41.	Hasil Normalisasi Bobot Data Pelatihan	83
Tabel 3.42.	Matriks A_7	84
Tabel 3.43.	Hasil Prediksi dan <i>Error</i> Data Pelatihan	86
Tabel 3.44.	Hasil ε_{13}	87
Tabel 3.45.	Hasil ε_{11} dan ε_{12}	87
Tabel 3.46.	Hasil ε_9	88
Tabel 3.47.	Hasil ε_{10}	88
Tabel 3.48.	Hasil ε_7	89
Tabel 3.49.	Hasil ε_8	89
Tabel 3.50.	Hasil ε_1	90
Tabel 3.51.	Hasil ε_2	90
Tabel 3.52.	Hasil ε_3	91
Tabel 3.53.	Hasil ε_4	91
Tabel 3.54.	Hasil ε_5	92
Tabel 3.55.	Hasil ε_6	92
Tabel 3.56.	Hasil ε_{a11} , ε_{a12} , ε_{a21} , ε_{a22} , ε_{a31} , dan ε_{a32}	93
Tabel 3.57.	Hasil ε_{c11} , ε_{c12} , ε_{c21} , ε_{c22} , ε_{c31} , dan ε_{c32}	94

Tabel 3.58. Data Pengujian.....	95
Tabel 3.59. Derajat Keanggotaan Data Pengujian.....	96
Tabel 3.60. Bobot Data Pengujian.....	96
Tabel 3.61. Normalisasi Bobot Data Pengujian	96
Tabel 3.62. Hasil Prediksi Data Pengujian	97
Tabel 3.63. Karakteristik Pengguna	99
Tabel 3.64. SRS Fungsional.....	99
Tabel 3.65. Kebutuhan Non-Fungsional	100
Tabel 4.1. Hasil Skenario 1	126
Tabel 4.2. Hasil Skenario 2	127
Tabel 4.3. Hasil Skenario 3	128
Tabel 4.4. Hasil Skenario 4	129
Tabel 4.5. Hasil Skenario 5	130
Tabel L.. Skenario Pengujian Fungsi Sistem.....	136
Tabel L.. Hasil Pengujian Fungsi Sistem.....	138

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, dan sistematika penulisan mengenai Tugas Akhir Prediksi *Sea Surface Temperature Anomalies* (SSTA) dengan Metode *Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System* (ANFIS).

1.1. Latar Belakang

Menurut Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), definisi bencana berdasarkan Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 yaitu peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Salah satu fenomena yang menimbulkan terjadinya bencana alam yang cukup besar di Indonesia adalah El Nino dan La Nina. El Nino adalah fenomena yang dicirikan dengan meningkatnya suhu air permukaan laut di pantai barat Peru – Ekuador. Fenomena ini disebabkan oleh melemahnya angin yang bertiup ke barat, yang membuat air permukaan hangat membalik arah ke arah timur (Mendi dan Dwarakish, 2015). Di samping itu, La Nina adalah fenomena klimatologis yang mirip dengan El Nino, tetapi dengan kecenderungan yang berlawanan di Samudra Pasifik tropis dan atmosfer. La Nina dicirikan oleh angin yang lebih kuat daripada *wind trade* normal dan lebih dingin dari suhu permukaan laut Pasifik normal (McPhaden, 2002).

Fenomena El Nino dan La Nina merupakan anomali iklim global yang semakin sering diperdebatkan akhir-akhir ini mengingat pengaruhnya yang signifikan. Kedua anomali iklim tersebut biasanya menimbulkan pergeseran pola curah hujan, perubahan besaran curah hujan dan perubahan temperatur udara. El Nino menimbulkan kekeringan dan kebakaran hutan yang sangat merugikan sektor

pertanian. Hal tersebut disebabkan karena kejadian El Nino biasanya diikuti dengan penurunan curah hujan dan peningkatan suhu udara di Indonesia. Sementara, La Nina menyebabkan banjir dan gangguan hama pada tumbuhan. Hal tersebut disebabkan karena La Nina merangsang kenaikan curah hujan di atas curah hujan normal (Irawan, 2006).

Menurut *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), El Nino dan La Nina adalah fenomena di ekuatorial Samudera Pasifik yang dicirikan dengan *Sea Surface Temperature Anomalies* (SSTA) sebesar $+0,5^{\circ}\text{C}$ untuk El Nino dan $-0,5^{\circ}\text{C}$ untuk La Nina di daerah Nino 3.4 selama 5 konsektif rata-rata (*mean*) 3 bulan. Menurut *Golden Gate Weather Services*, daerah Nino 3.4 menjadi telekoneksi terbaik untuk cuaca musiman di Amerika Serikat dan banyak digunakan sebagai *sampling area* untuk *Sea Surface Temperature Anomaly* (SSTA). Sampai saat ini, NOAA menjadikan daerah Nino 3.4 sebagai patokan untuk mengukur *Oceanic Nino Index* (ONI) yang bertujuan untuk meramalkan kemunculan El Nino dan La Nina. Menurut NOAA, daerah Nino 3.4 terbentang di khatulistiwa Pasifik timur-tengah antara 5N-5S, 170W-120W. Maka dari itu, SSTA di daerah Nino 3.4 yang merupakan data berkala (*time series*) perlu untuk diprediksi sebagai langkah untuk menentukan kemunculan El Nino dan La Nina di masa yang akan datang.

Penelitian terkait prediksi sudah dilakukan sebelumnya. Salah satu penelitian yang telah dilakukan yaitu studi komparatif antara ANFIS dan Bayesian untuk memprediksi parameter tidak pasti dari produksi industri ubin (Azizi, Ali, dan Ping; 2012). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang didapat setelah memprediksi lima parameter tidak pasti termasuk *breakdown time*, *demand*, *lead time*, *setup time*, dan *scrap* sejumlah 624 *dataset* yaitu 0,0261403 pada Bayesian dan 0,0223005 pada ANFIS. Nilai *error* tersebut menunjukkan bahwa ANFIS memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan Bayesian. Penelitian lainnya yaitu prediksi curah hujan di Junagadh, Gujarat, India dengan ANFIS (Kyada dan Kumar, 2015). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Mean Square Error* (MSE) yang didapat setelah memprediksi data curah hujan yang didapat dari Universitas Agrikultur Junagadh pada tahun 1979-2011 yaitu 0,0012. Nilai *error* tersebut didapat dengan menggunakan *membership function*

Gauss yang mana lebih rendah dibandingkan dengan *membership function Generalized Bell*.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, ANFIS terbukti menjadi metode yang dapat melakukan prediksi secara akurat. Dalam pemodelan dan simulasi, ANFIS telah banyak digunakan untuk memprediksi data nonlinear secara efektif dan efisien. Dengan menggunakan nilai data *input/output* yang diberikan, ANFIS dapat membangun pemetaan berdasarkan pengetahuan manusia (dalam bentuk aturan *fuzzy if-then*) dan algoritma pembelajaran hibrid (Walia, Singh, dan Sharma; 2015).

Selanjutnya, identifikasi penentuan pola *input* data perlu dilakukan agar pemetaan arsitektur ANFIS dapat menjadi lebih optimal dan menghasilkan akurasi yang lebih baik. Penentuan pola *input* akan berdasarkan pada hasil pengolahan menggunakan aplikasi SPSS yang mendukung dalam pembentukan jaringan ANFIS yang dibangun.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, pada tugas akhir ini, telah dilakukan prediksi nilai SSTA menggunakan metode ANFIS.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dapat dirumuskan permasalahannya adalah bagaimana cara menerapkan metode ANFIS untuk memprediksi nilai SSTA di daerah Nino 3.4 untuk bulan selanjutnya dengan parameter yang paling optimal.

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu menerapkan metode ANFIS untuk memprediksi nilai SSTA di daerah Nino 3.4 untuk bulan selanjutnya dengan parameter yang paling optimal.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memprediksi SSTA sebagai referensi untuk mengetahui kemunculan El Nino dan La Nina untuk memberikan layanan informasi kepada masyarakat.

2. Membantu memberikan informasi kepada masyarakat untuk mengambil tindakan pencegahan terhadap El Nino dan La Nina.

1.4. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam pembuatan Sistem Prediksi SSTA dengan metode ANFIS adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi berbasis *web*.
2. *Input* program berupa data SSTA per bulan di daerah Nino 3.4 dari Januari 1982 sampai Desember 2017.
3. *Output* program berupa hasil prediksi SSTA untuk bulan selanjutnya.
4. Sistem dibangun dengan bahasa pemrograman PHP dan DBMS MySQL.
5. Penentuan pola *input* menggunakan aplikasi SPSS.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini terbagi dalam beberapa pokok bahasan yaitu:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup serta sistematika penulisan dalam penulisan tugas akhir mengenai prediksi SSTA dengan ANFIS.

BAB II. LANDASAN TEORI

Bab ini membahas landasan teori yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir. Landasan teori tersebut terdiri dari penjelasan metode ANFIS, Proses Pengembangan Perangkat Lunak, *World Wide Web*, Bahasa Pemograman PHP, DBMS *MySQL*, MAPE dan Metode Pengujian *Black Box*.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang pendefinisian blok proses, kebutuhan fungsional dan non-fungsional, serta tahapan analisis dan desain dari sistem.

BAB IV. HASIL DAN ANALISA

Bab ini membahas tentang hasil dan analisa dari perangkat lunak serta rincian pengujian kemampuan aplikasi dalam menjalankan fungsi – fungsinya sesuai dengan pendefinisian kebutuhan yang kemudian dibangun dengan metode *black box*. Selain itu dilakukan juga pengujian kinerja sistem yang telah dibangun.

BAB V. PENUTUP

Penutup berisi kesimpulan dari pengerjaan penelitian tugas akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut terhadap penelitian serupa.