TUGAS AKHIR-TF141581

PERANCANGAN PREDIKTOR CUACA MARITIM MENGGUNAKAN *ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) SEBAGAI *DECISION SUPPORT* KESELAMATAN NELAYAN DENGAN *USER INTERFACE* ANDRIOD

HERU SUSANTO
NRP. 2412 100 090

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.

Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

Halaman sengaja dikosongkan

FINAL PROJECT-TF141581

DESIGN OF MARITIME WEATHER PREDICTOR USING ADAPTIVE NEURO-FUZZY FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS) AS DECISION SUPPORT FOR FISHERMEN'S SAFETY WITH USER INTERFACE ANDROID

HERU SUSANTO
NRP 2412 100 090

Supervisor
Dr.Ir. Syamsul Arifin, M.T.

DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

Halaman sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN
PERANCANGAN PREDIKTOR CUACA MARITIM MENGGUNAKAN *ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) SEBAGAI *DECISION SUPPORT* KESELAMATAN NELAYAN DENGAN *USER INTERFACE* ANDROID

TUGAS AKHIR

Oleh :
Heru Susanto
NRP : 2412100090

Surabaya, 03 Agustus 2016
Mengetahui/Menyetujui

Pembimbing,

Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.
NIPN. 19630907 198903 1 004

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI-ITS

Agus Muhamad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D.
NIPN. 19780902 200312 1 002

Halaman sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN
PERANCANGAN PREDIKTOR CUACA MARITIM MENGGUNAKAN *ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) SEBAGAI *DECISION SUPPORT* KESELAMATAN NELAYAN DENGAN *USER INTERFACE* ANDROID

TUGAS AKHIR
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Instrumentasi
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
HERU SUSANTO
NRP. 241210090

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T. (Pembimbing)
2. Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA. ..... (Penguji I)
3. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc. (Penguji II)
4. Ir. Ronny Dwi Noriyati, M. Kes. ..... (Penguji III)

SURABAYA
AGUSTUS, 2016

Halaman sengaja dikosongkan

PERANCANGAN PREDIKTOR CUACA MARITIM MENGGUNAKAN *ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) SEBAGAI *DECISION SUPPORT* KESELAMATAN NELAYAN DENGAN *USER INTERFACE* ANDROID

Nama Mahasiswa	**:**	**Heru Susanto**
NRP	**:**	**2412 100 090**
Jurusan	**:**	**Teknik Fisika FTI-ITS**
Dosen Pembimbing	**:**	**Dr.Ir.Syamsul Arifin, MT**

Abstrak

Cuaca adalah factor yang sangat berpengaruh bagi kehidupan manusia. Oleh karenanya kemampuan untuk memprediksi cuaca akan sangat membantu manusia dalam aktivitas sehari-hari. Salah satu mata pencaharian yang sangat bergantung pada kondisi cuaca adalah nelayan. Untuk meningkatkan faktor keselamatan nelayan melalui penelitian dibuat sebuah prediktor cuaca maritime untuk memprediksi curah hujan, tinggi gelombang dan kecepatan angin. Metode yang digunakan adalah *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS). Data yang digunakan adalah hasil pengukuran oleh Stasiun Meteorologi Maritim II Perak. Data dibagi menjadi dua yaitu untuk proses *training* dan *testing.* Hasil dari proses *testing* didapatkan prosentase keakuratan maksimum sebesar 85.4% dan minimum 67.8% untuk curah hujan, 100% dan 82% untuk tinggi gelombang, dan 96% dan 34% untuk kecepatan angin. Selain itu dilakukan pula simulasi secara *realtime* dengan masukan data pengukuran secara langsung oleh Prototype BUOY Weather Type II di pantai Kenjeran Surabaya. Prosentase keakuratan predictor curah hujan 100% dan RMSE 0.002, prosentase keakuratan predictor kecepatan angin 70.47% dan RMSE 1.14 dan prosentase keakuratan predictor tinggi gelombang 100% dan RMSE 0.0011.

***Kata Kunci* ─** *Prediktor, ANFIS, ANDROID.*

Halaman sengaja dikosongkan

DESIGN OF MARITIME WEATHER PREDICTOR USING ADAPTIVE NEURO-FUZZY FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS) AS DECISION SUPPORT FOR FISHERMEN'S SAFETY WITH USER INTERFACE ANDROID

Name	***:***	***Heru Susanto***
NRP	***:***	***2412 100 090***
Department	***:***	***Engineering Physics FTI-ITS***
Supervisor	***:***	***Dr.Ir.Syamsul Arifin, MT***

Abstract

The weather is a factor that is very influential for human life. Therefore, the ability to predict the weather will greatly assist people in their daily activities. One of the livelihoods that depend heavily on the weather conditions were fishermen. To increase the safety factor of fishermen a maritime weather predictor is made trough this research to predict rainfall, wave height and wind speed. The method used is Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). Data obtained from measurement data by the Maritime Meteorology Station II Perak. Data then devided into two set, first is used for training process and second is for testing. From testing process obtained maximum accuracy optained by percentage of 85.4% and 67.8% for a minimum of rainfall, 100% and 82% for wave height, and 96% and 34% for wind speed. For another step of validation the ANFIS predictor also tested in real time simulation using Prototype BUOY Weather Type II measurement data as input. Obtained accuracy of rainfall predictor is 100% dan RMSE 0.002, accuracy of windspeed predictor is 70.47% dan RMSE 1.14 dan and wave height predictor is 100% dan RMSE 0.0011.

Keyword — *Predictor, ANFIS, ANDROID.*

Halaman sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena rahmat dan hikmat-Nya sehingga penulis diberikan kesehatan, kemudahan, dan kelancaran dalam menyusun laporan tugas akhir yang berjudul:

"PERANCANGAN PREDIKTOR CUACA MARITIM MENGGUNAKAN *ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) SEBAGAI *DECISION SUPPORT* KESELAMATAN NELAYAN DENGAN *USER INTERFACE* ANDROID"

Perkenankan saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Agus M. Hatta, S.T., M.Si, Ph.D selaku ketua jurusan Teknik Fisika ITS.
2. Dr.Ir.Syamsul Arifin,MT selaku dosen pembimbing tugas akhir ini, yang selalu memberikan semangat dan ide-ide baru.
3. Bapak Totok Soehartanto, Ibu Ronny dan Bapak Purwadi selaku dosen penguji yang telah banyak memberi masukan.
4. Segenap Bapak/Ibu dosen pengajar di jurusan Teknik Fisika - ITS.
5. Ayahanda Priyanto dan Ibunda Yanti yang telah memberikan segalanya pada penulis.
6. Segenap keluarga yang telah memberikan dukungan penuh terhadap penyelesaian tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan F47 dan warga Teknik Fisika - ITS, yang senantiasa memberikan motivasi dan perhatian.
8. Rekan-rekan Laboratorium Pengukuran Fisis – ITS.
9. Teman-teman seperjuangan TA yang rela berbagi beban dan saling membantu dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.

Surabaya, 03 Agustus 2016

Penulis

Halaman sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **v**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **vii**
ABSTRAK ..... **ix**
ABSTRACT ..... **xi**
KATA PENGANTAR ..... **xiii**
DAFTAR ISI ..... **xv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xvii**
DAFTAR TABEL ..... **xxi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Batasan Masalah 3
BAB II DASAR TEORI **5**
2.1 Pengertian Cuaca 5
2.2 Unsur-unsur Cuaca Maritim 5
2.3 Takagi-Sugeno Fuzzy Inference System 9
2.4 Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) 12
2.5 Validasi Prediktor 16
2.6 Rancangan sistem prediksi cuaca *Online* 17
2.7 Android 18

BAB III METODE PENELITIAN 21
3.1 Studi Literatur 22
3.2 Pengumpulan Data 22
3.3 Perancangan system ANFIS 23
3.4 Klasifikasi Variabel Cuaca 47
3.5 Database Online 49
3.6 Pembuatan Software *User Interface* 50
3.6 Interkoneksi Prediktor 51
BAB IV ANALISIS DATA 53
4.1 Hasil Uji Curah Hujan *Offline* 53
4.2 Hasil Uji Ketinggian Gelombang *Offline* 59
4.3 Hasil Uji Kecepatan Angin *Offline* 64
4.4 Hasil perbandingan dengan metode Fuzzy. 69
4.5 Hasil Uji *Real-Time* 71
BAB V PENUTUP 75
5.1 Kesimpulan 75
5.2 Saran 76
DAFTAR PUSTAKA 77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 *Psychrometric chart* 6

Gambar 2. 2 Simulasi gerakan gelombang 7

Gambar 2. 3 Bentuk gerakan gelombang laut..... 8

Gambar 2. 4 *Fuzzy Inference System Schematic*..... 11

Gambar 2. 5 Mekanisme dan if-then rule yang biasa digunakan11

Gambar 2. 6 Sistem inferensi *fuzzy* TSK dua masukan dengan dua aturan..... 13

Gambar 2. 7 Arsitektur ANFIS..... 14

Gambar 2. 8 Rancangan system predictor cuaca *online* 17

Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian…….……..…...21

Gambar 3. 2 *Input* dan *Output* Curah Hujan..... 24

Gambar 3. 3 Struktur ANFIS Curah Hujan 24

Gambar 3. 4 Bentuk Fungsi Keangotaan Input Curah Hujan 27

Gambar 3. 5 *Input* dan *Output* Ketinggian Gelombang..... 31

Gambar 3. 6 Struktur ANFIS Ketinggian Gelombang..... 32

Gambar 3. 7 Bentuk Fungsi Keangotaan Input Tinggi Gelombang..... 34

Gambar 3. 8 *Input* dan *Output* Kecepatan Angin 38

Gambar 3. 9 Struktur ANFIS Kecepatan Angin..... 39

Gambar 3. 10 Bentuk Fungsi Keangotaan Input Kecepatan Angin 41

Gambar 3. 11 Tampilan database pada domain *website*..... 49

Gambar 3. 12 Tampilan *user interface* ANDROID..... 50

Gambar 3. 13 Interkoneksi System Prediktor 51

Gambar 4. 1 Validasi *training* prediksi pukul 07.00-13.00…....53

Gambar 4. 2 Validasi *training* prediksi pukul 13.00-19.00 54

Gambar 4. 3 Validasi *training* prediksi pukul 19.00-01.00 54

Gambar 4. 4 Validasi *training* prediksi pukul 01.00-07.00 55

Gambar 4. 5 Validasi *testing* prediksi pukul 07.00-13.00..... 56

Gambar 4. 6 Validasi *testing* prediksi pukul 13.00-19.00..... 57

Gambar 4. 7 Validasi *testing* prediksi pukul 19.00-01.00..... 57

Gambar 4. 8 Validasi *testing* prediksi pukul 01.00-07.00..... 58

Gambar 4. 9 Validasi *training* prediksi tinggi gelombang 1 jam kemudian..... 59

Gambar 4. 10 Validasi *training* prediksi tinggi gelombang 6 jam kemudian..... 60

Gambar 4. 11 Validasi *training* prediksi tinggi gelombang 12 jam kemudian..... 60

Gambar 4. 12 Validasi *testing* prediksi tinggi gelombang 1 jam kemudian..... 62

Gambar 4. 13 Validasi *testing* prediksi tinggi gelombang 6 jam kemudian..... 63

Gambar 4. 14 Validasi *testing* prediksi tinggi gelombang 12 jam kemudian..... 63

Gambar 4. 15 Validasi *training* prediksi kecepatan angin 1 jam kemudian..... 65

Gambar 4. 16 Validasi *training* prediksi kecepatan angin 6 jam kemudian..... 65

Gambar 4. 17 Validasi *training* prediksi kecepatan angin 12 jam kemudian..... 66

Gambar 4. 18 Validasi *testing* prediksi kecepatan angin 1 jam kemudian..... 67

Gambar 4. 19 Validasi *testing* prediksi kecepatan angin 6 jam kemudian..... 68

Gambar 4. 20 Validasi *testing* prediksi kecepatan angin 12 jam kemudian..... 68

Gambar 4. 21 Grafik prediksi Curah hujan 24 jam kedepan 71

Gambar 4. 22 Grafik prediksi kecepatan angin *Real-Time* 1 jam kedepan 72

Gambar 4. 23 Grafik prediksi tinggi gelombang *Real-Time* 1 jam kedepan 73

Halaman sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Parameter Input Prediktor Curah Hujan 26

Tabel 3. 2 Parameter *rule-base* ANFIS Curah Hujan..... 27

Tabel 3. 3 Parameter Input Prediktor Tinggi Gelombang..... 33

Tabel 3. 4 Parameter rule-base ANFIS Tinggi Gelombang..... 34

Tabel 3. 5 Parameter Input Prediktor Kecepatan Angin..... 40

Tabel 3. 6 Parameter *rule-base* ANFIS Kecepatan Angin..... 41

Tabel 3. 7 Klasifikasi hujan menurut BMKG..... 47

Tabel 3. 8 Skala Beaufort kecepatan angin..... 48

Tabel 3. 9 Standar tinggi gelombang signifikan oleh WMO..... 48

Tabel 3. 10 Variabel Kelayakan Pelayaran..... 49

Tabel 4. 1 Hasil validasi *training* curah hujan……..……..56

Tabel 4. 2 Hasil validasi *testing* curah hujan..... 58

Tabel 4. 3 Hasil validasi *training* tinggi gelombang 61

Tabel 4. 4 Hasil validasi *testing* tinggi gelombang..... 64

Tabel 4. 5 Hasil validasi *training* kecepatan angin..... 66

Tabel 4. 6 Hasil validasi *testing* kecepatan angin..... 69

Tabel 4. 7 Perbandingan akurasi predictor curah hujan metode ANFIS dan FUZZY 70

Tabel 4. 8 Perbandingan akurasi predictor tinggi gelombang metode ANFIS dan FUZZY..... 70

Halaman sengaja dikosongkan

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cuaca merupakan suatu kondisi udara di suatu tempat pada saat yang relatif singkat yang meliputi suhu, kelembapan, serta tekanan udara sebagai komponen utamanya.(Sari, Sukirman, Si, & Iklim, 2011) Dalam melakukan aktivitas sehari-hari, sering kali manusia bergantung pada pada kondisi cuaca yang ada. Cuaca mempunyai dua peran disatu sisi informasi cuaca mempunyai andil dalam peningkatan efisiensi dan efektivitas kegiatan manusia, di sisi lain mempunyai potensi yang membahayakan sampai dapat menimbulkan kematian.(Sholikhin & Rahayu, 2013) Dalam bidang penerbangan misalnya, perubahan suhu udara berpengaruh terhadap jadwal penerbangan pesawat dan keperluan *start engine* yaitu pada saat pesawat *take off* sehingga proses transportasi udara menjadi terganggu.(Priyana & Abadi, 2011) Sedangkan bagi nelayan kondisi cuaca khususnya cuaca maritim menjadi sangat penting karena dapat membahayakan keselamatan saat melaut.

Sebelum memutuskan untuk melaut seorang nelayan perlu mengetahui prediksi kondisi cuaca hari tersebut. Prediksi ini biasanya dilakukan secara konvensional dengan melihat kondisi parameter cuaca sekitar lalu kemudian memprediksi cuaca esok hari didasarkan pada pengalaman. Namun akibat dari pemanasan global, akhir-akhir ini cuaca sulit untuk diprediksi dengan cara demikian, sedangkan jika nelayan melaut tanpa mengetahui bagaimana kondisi laut, maka akan sangat membahayakan keselamatan.(Putri, 2015) Angka kecelakaan transportasi laut semakin meningkat akgir-akhir ini, dilihat dari factor penyebabnya didapatkan 41% akibat kesalahan manusia (*human error*), 38% akibat bencana alam (*force majeur*) dan 21% akibat struktur kapal.(Habibullah, 2012)

Mampu memprediksi cuaca akan menjadi sangat bermanfaat bagi aktivitas manusia dalam berbagai bidang. Untuk itu maka diperlukan suatu metode baik dalam melakukan prediksi cuaca

tersebut agar mampu memberikan informasi akurat. Hal ini membuat banyak peneliti tertarik untuk mencari metode lain untuk memprediksi c uaca.

Informasi cuaca yang ada pada kota-kota besar bisa kita dapatkan dengan mudah pada saat ini. Tidak jarang prakiraan cuaca ini disiarkan melalui media televisi dalam bentuk prakiraan cuaca harian. Kita juga dapat membuka *website* resmi Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) setiap saat untuk mendapatkan informasi tersebut. Salah satu perusahaan terkemuka yaitu Microsoft dengan produk *Operating System* Windows 8 memiliki aplikasi weather yang berfungsi melihat cuaca kota-kota di dunia pada hari itu juga, bahkan dapat melakukan prediksi cuaca yang terjadi pada beberapa jam kedepan.(Mahargia, Anggraeni P, Wandiro S, & Mahzar, 2013) Namun prakiraan cuaca secara terperinci sampai ke wilayah-wilayah masih sangat sedikit.(Tresnawati, Astuti Nuraini, & Hanggoro, 2008) Selain itu semua media tersebut hanya memberikan informasi tentang cuaca di darat. Sedangkan informasi cuaca maritim yang umumnya memiliki parameter ketinggian gelombang dan kecepatan gelombang tidak bisa kita dapatkan. Padahal seorang nelayan sangat membutuhkan informasi tersebut.

Prakiraan atau prediksi adalah persoalan menghasilkan suatu angka, kisaran angka atau beberapa informasi yang relevan dan kompatibel dengan suatu kejadian dimasa depan.(Rahman & Haque, 2014) Metode prakiraan modern yang sering digunakan adalah menggunakan model matematis atau numeric dengan bantuan system computer. Tetapi hasil dari prediksi numeric seringkali memiliki kekurangan dalam hal akurasi dan kepastian.(Imanal Satrya, 2012) Selain itu sering digunakan pula pendekatan statistic seperti model regresi dan *Autoregresive Integrated Moving Average* (ARIMA). Namun dewasa ini metode yang gencar dikembangkan adalah yang bersifat kecerdasan buatan seperti Jaringan Saraf Tiruan, Fuzzy Logic, Algoritma Genetik dan Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS).

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat predictor cuaca dengan menggunakan metode Fuzzy oleh Hana Septiyana Putri, hasil yang diperoleh menunjukkan prosentase keakuratan prediksi ketinggian gelombang maksimal sebesar 91.5% sedangkan prediksi curah hujan sebesar 87.34%. Berdasarkan dari penelitian tersebut maka pada penilitian ini dilakukan perancangan predictor cuaca maritime menggunakan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) sebagai *decision support* keselamatan nelayan. *Output* prediktor akan ditampilkan atau dapat diakses melalui aplikasi android. Selain itu akan dibandingkan prosentase keakuratan yang diperoleh dengan prediktor metode fuzzy.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian kali ini adalah:

1. Apakah prosentase akurasi predictor cuaca dengan menggunakan metode ANFIS lebih baik dibandingkan metode Fuzzy ?
2. Apakah hasil prediksi cuaca mampu ditampilkan dalam aplikasi *user interface* di android ?.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan prosentase keakuratan predictor cuaca metode ANFIS yang akan dibuat dengan metode Fuzzy yang telah ada sebelumnya.
2. Mampu menampilkan hasil prediksi cuaca secara *real time* pada aplikasi *user interface* di android.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Metode yang digunakan untuk memprediksi cuaca maritim menggunakan metode *Adaptive neuro-fuzzy inference system* (ANFIS).
2. Prediktor cuaca dibuat dan berjalan pada komputer, hasil prediksi dikirim pada database *online* pada domain WEB yang kemudian ditampilkan pada *user interface* Android.

3. Masukan prediktor cuaca dilakukan melalui *entry* data, dalam proses *training* merupakan data BMKG sedangkan pada saat simulasi *online* didapat dari Prototype BUOY WEATHER Type II
4. Program ANFIS untuk memprediksi cuaca maritim dibuat dengan bantuan program dan *Toolbox* MATLAB.
5. Data yang digunakan dalam proses training adalah data pengukuran variabel cuaca oleh Stasiun Meteorologi Maritim Perak II Surabaya tahun 2014-2015.
6. Data yang digunakan sebagai masukan adalah data temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan angin untuk prediksi curah hujan. Ketinggian gelombang dan kecepatan angina untuk memprediksi ketinggian gelombang. Dan data kecepatan angin untuk memprediksi kecepatan angin.
7. Data hasil keluaran berupa prediksi dari curah hujan dan ketinggian gelombang dan kecepatan angin.
8. Pada saat simulasi *real time* masukan akan didapat dari hasil pengukuran variabel oleh Prototype BUOY Weather Type II.
9. Kelayakan pelayaran terhadap kapal didasarkan pada aturan dari Kesyahbandaran.
10. Kelayakan pelayaran yang dimaksud diperuntukkan khusus untuk pelayaran nelayan 1-7 GT dan 7-34 GT.
11. Penelitian mengenai predictor cuaca maritime yang dilakukan oleh Hana Septiyana Putri selanjutnya akan disebut sebagai predictor logika fuzzy.

BAB II
DASAR TEORI

2.1 Pengertian Cuaca

Cuaca dan iklim memiliki perbedaan definisi namun keduanya saling berhubungan. Pada dasarnya cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu dan di wilayah tertentu yang relatif sempit dan pada jangka waktu yang singkat. Cuaca itu terbentuk dari gabungan unsur cuaca dan jangka hanya beberapa jam saja. Sedangkan iklim merupakan keadaan cuaca rata-rata dalam waktu satu tahun yang penyelidikannya dilakukan dalam waktu yang lama (minimal 30 tahun) dan meliputi wilayah yang luas.

2.2 Unsur-unsur Cuaca Maritim

Ada sangat banyak unsur-unsur yang mempengaruhi keadaan cuaca maupun iklim suatu wilayah. Beberapa diantaranya adalah yang unsur yang dianggap paling dominan yaitu curah hujan, arah angin, kecepatan angin, dan kelembapan udara. Sedangkan berkaitan dengan cuaca maritime dan kelayakan pelayaran beberapa unsur yang paling berpengaruh adalah curah hujan, kecepatan angina, tinggi gelombang dan factor kelayakan pelayaran sendiri.

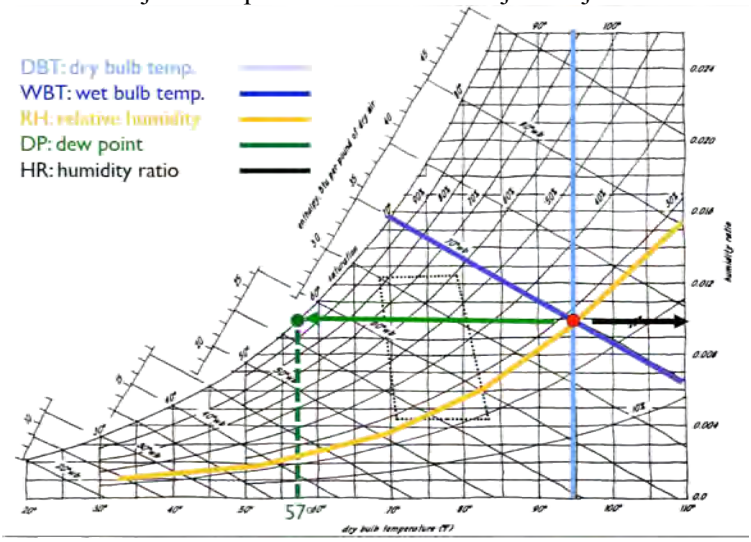
2.2.1 Hujan dan Curah Hujan

Hujan adalah salah satu bentuk dari *precipitation* yang terbentuk saat titik-titik air turun ke permukaan bumi dari awan. Perubahan fasa air yang menjadi uap kemudian menjadi air kembali dalam bentuk *precipitation* dapat dijelaskan melalui *psychrometric chart* pada ***Gambar 2. 1***.

Saat temperatur meningkat akibat penyinaran matahari air akan berubah menjadi uap air. Uap air tersebut bergerak secara vertical ke atas karena memiliki tekanan yang rendah. Karena suhu pada udara lapisan atas sangat rendah maka uap air akan mencapai titik *dew point* yang menyebabkan uap air mengalami saturasi dan kelembabannya menjadi 100%. Uap air yang tidak

mengalami saturasi akan menjadi *condensation nuclei* yang akan berkumpul dengan massa tertentu dan disebut awan.

Ketika suhu udara semakin panas maka kelembaban uap air akan menurun dan uap air yang sebelumnya mengalami saturasi akan kembali menjadi titik air. Titik air akan berkumpul menjadi besar, dan saat udara tidak mampu lagi menahan beratnya maka titik air akan jatuh ke permukaan tanah menjadi hujan.



Gambar 2. 1 *Psychrometric chart*

Curah hujan yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Alat untuk mengukur banyaknya curah hujan disebut Rain gauge. *Hydrometer* dengan diameter sekitar 0.5 mm turun kebumi berupa partikel-partikel air. Disebut hujan jika partikel-partikel tersebut jatuh ketanah.(Indrabayu, Harun, Pallu, Achmad, & Febriyati, 2012) Hujan ialah peristiwa sampainya air dalam bentuk cair maupun padat yang dicurahkan dari atmosfer ke permukaan bumi. Garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai curah hujan yang sama disebut *Isohyet*.

2.2.2 Kecepatan Angin

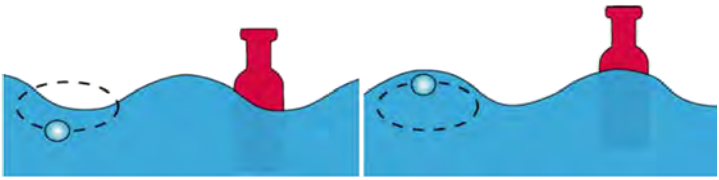
Angin didefinisikan sebagai udara yang bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Adanya tekanan udara ini menyebabkan terjadinya angin.

Kecepatan angin bergerak memiliki standar yang pertama kali diperkenalkan oleh seorang angkatan laut Inggris pada tahun 1814. Beaufort memperkenalan sistem pengklasifikasian kecepatan angin. Oleh *World Meteorological Organization* (WMO) skala ini dijadikan acuan skala kecepatan angin secara internasional hingga sekarang.

2.2.3 Gelombang Laut

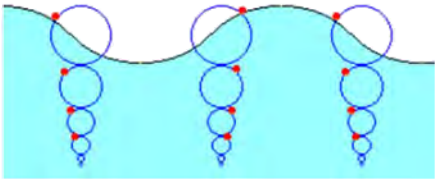
Gelombang/ombak yang terjadi di lautan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam tergantung kepada gaya pembangkitnya. Pembangkit gelombang laut dapat disebabkan oleh angin *(gelombang angin)*, gaya tarik menarik bumi-bulan-matahari *(gelombang pasang-surut)*, gempa (vulkanik atau tektonik) di dasar laut *(gelombang tsunami)*, ataupun gelombang yang disebabkan oleh gerakan kapal.

Energi gelombang tersebut akan membangkitkan arus dan mempengaruhi pergerakan sedimen dalam arah tegak lurus pantai (*cross-shore*) dan sejajar pantai (*longshore*). Gelombang adalah pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva/grafik sinusoidal. Gelombang laut disebabkan oleh angin. Angin di atas lautan mentransfer energinya ke perairan, menyebabkan riak-riak, alun/bukit, dan berubah menjadi gelombang.



Gambar 2.2 Simulasi gerakan gelombang

Dapat dilihat dari ***Gambar 2.2*** bahwa sebenarnya pelampung bergerak dalam suatu lingkaran (*orbital*) ketika gelombang bergerak naik dan turun.



Gambar 2.3 Bentuk gerakan gelombang laut

Dapat dilihat pada ***Gambar 2.3*** partikel air berada dalam satu tempat, bergerak di suatu lingkaran, naik dan turun dengan suatu gerakan kecil dari sisi satu kembali ke sisi semula. Gerakan ini memberi gambaran suatu bentuk gelombang. Pelampung yang mengapung di air bergeraak dengan pola yang sama, naik turun di suatu lingkaran yang lambat, yang dibawa oleh pergerakan air.

WMO mengklasifikasikan gelombang laut berdasarkan tingginya. Pengklasifikasian ini kemudian menjadi standar ketinggian gelombang laut yang digunakan dalam dunia pelayaran, peramalan cuaca, dsb.

2.2.4 Kelayakan Pelayaran

Indonesia adalah negara maritim karena sebagian besar wilayahnya merupakan perairan. Oleh karenanya transportasi laut menjadi alternatif untuk perjalanan antar pulau. Terdapat sebuah lembaga negara yang berada di bawah departemen perhubungan yang bertugas untuk melakukan pengawasan terhadap dipenuhinya ketentuan peraturan perundang-undangan untuk menjamin keselamatan dan keamanan pelayaran (UU Pelayaran No.17 Tahun 2008)(Putri, 2015). Lembaga yang dimaksud adalah syahbandar yang berada di bawah pengawasan Badan Administrasi Pelayaran (AdPel). Syahbandar memberikan pengawasan kapal untuk menjamin kelancaran pelayaran dari dan menuju pelabuhan.

Berdasarkan pengetahuan dari Syahbandar pelabuhan Tanjung Perak surabaya, kelayakan pelayaran dilihat dari dua faktor, yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam berasal dari badan kapal itu sendiri. Baik itu berupa kesiapan dari awak kapal, meneliti muatan kapal, dokumen dan sertifikat kapal.

Sedangkan faktor luar dipengaruhi oleh cuaca perairan, dalam hal ini untuk pelayaran. Cuaca di perairan yang mempengaruhi pelayaran diantaranya adalah ketinggian gelombang, kecepatan arus, kecepatan angin dan cuaca buruk. Ketinggian gelombang adalah variabel yang paling berpengaruh pada faktor kelayakan pelayaran. Tiap-tiap kapal (dilihat dari *Gross Tonnase*) berbeda faktor kelayakannya. Selain itu dapat dilihat pula dari besar kecilnya muatan. Ketinggian gelombang adalah variabel yang paling besar mempengaruhi kelayakan pelayaran karena gelombang dipengaruhi kecepatan angin.

Penggunaan kepakaran kesyahbandaraan tersebut digunakan untuk aturan kelayakan para nelayan jawa timur. Pada lokasi titik pengamatan ini, kapal nelayan yang boleh melakukan penangkapan adalah 1- 7 GT dan 7- 34 GT .

2.3 Takagi-Sugeno Fuzzy Inference System

Suatu model fuzzy menggunakan *fuzzy rule,* yang mana merupakan pernyataan *if-then* secara linguistik yang melibatkan himpunan fuzzy. *Fuzzy rule* ini memegang peranan penting untuk merepresentasikan pengetahuan ahli (*expert knowledge*) dan dalam menghubungkan variabel masukan pada system fuzzy kepada variabel keluarannya.

Rule pada fuzzy Mamdani yang melibatkan system dengan tiga masukan dan dua keluaran dapat dideskripsikan sebagai berikut:

$$IF\ x_1\ is\ M_1\ AND\ x_2\ is\ M_2\ AND\ x_3\ is\ M_3\ THEN\ u_1\ is\ M_4 \mu_{\ 2}\ is\ M_5 (\mathbf{21})$$

dimana x_1, x_2, dan x_3 adalah variabel masukan dan u_1 dan u_2 adalah variabel keluaran. "$IF\ x_1\ is\ M_1\ AND\ x_2\ is\ M_2\ AND\ x_3\ is\ M_3$" disebut *rule antecedent* sedangkan sisanya disebut *rule consequent*.

Struktur fuzzy mamdani untuk *fuzzy modeling* adalah sama. Namun variabel yang terlibat berbeda. Sebuah contoh fuzzy mamdani untuk *fuzzy modeling* adalah

$$IF\ y(n) is\ M_1\ AND\ y(n-1) is\ M_2\ AND\ y(n-2) is\ M_3\ AND\ u(n) is$$

$$M_4\ AND\ u(n-1) is\ M_5\ THEN\ y(n+1) is\ M_6 \quad (22)$$

dimana M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, dan M_6 adalah himpunan fuzzy, y(n), y(n-1), dan y(n-2) adalah keluaran system yang dimodelkan pada waktu *sampling* n, n-1 dan n-2. u(n) dan u(n-1) adalah masukan system pada waktu n dan n-1, sedangkan y(n+1) adalah keluaran pada waktu *sampling* selanjutnya n+1.

Pada fuzzy Takagi-Sugeno sendiri sedikit berbeda dengan fuzzy mamdani tersebut, *rule* pada Takagi-Sugeno menggunakan fungsi dari variabel masukan sebagai *rule consequent*. *Rule* pada Takagi-Sugeno yang sesuai dengan *rule* Mamdani pada **persamaan *(1.1)*** adalah

$$IF\ x_1\ is\ M_1\ AND\ x_2\ is\ M_2\ AND\ x_3\ is\ M_3\ THEN\ u_1 = f(x_1 x_2 x_3),$$

$$u_2 = g(x_1 x_2 x_3) \quad (23)$$

dengan f() dan g() adalah funsi *real*. Serupa dengan tersebut, *rule* Takagi-Sugeno yang sesuai dengan *rule* Mamdani pada **persamaan *(1.2)*** adalah

$$IF\ y(n) is\ M_1\ AND\ y(n-1) is\ M_2\ AND\ y(n-2) is\ M_3\ AND\ u(n) is$$

$$M_4\ AND\ u(n-1) is\ M_5\ THEN$$

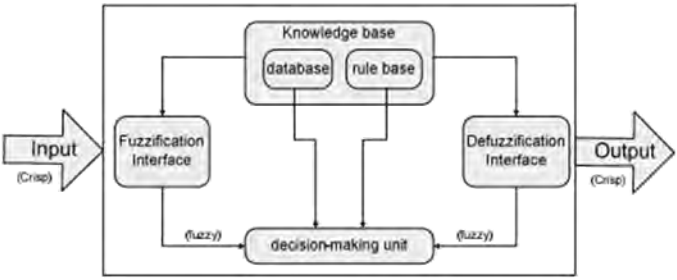
$$y(n+1) = F\big(y(n), y(n-1), y(n-2), u(n), u(n-1)\big) \quad (24)$$

dimana F adalah fungsi *arbitrary*.

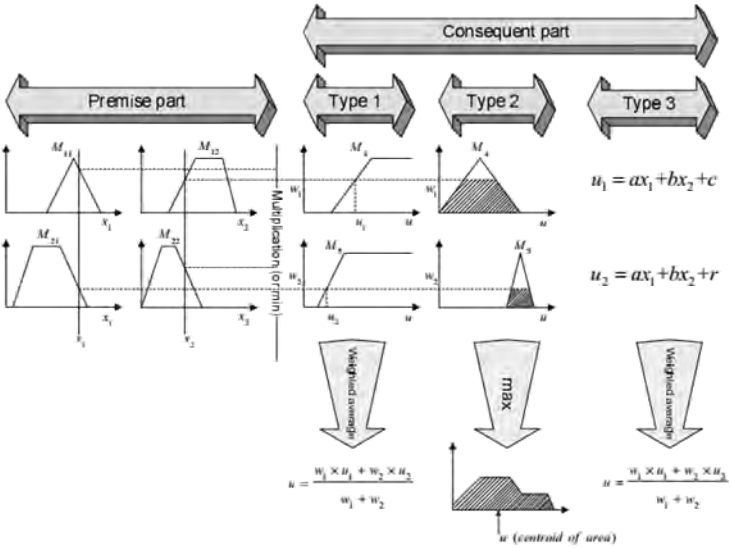
Model schematic dari *Fuzzy Inference System* dapat dilihat pada ***Gambar 2. 4.***(Mehran, 2008) Terdiri atas 5 blok: *rule-base* yang menyimpan *if-then rule*, sebuah *database* yang menentukan fungsi keangootaan system, *decision-making unit* yang melakukan operasi sesuai dengan *rule, fuzzyfication interface* untuk mengubah masukan *crips* menjadi derajat keangotaan, dan *defuzzyfication interface* yang mengubah hasil fuzzy kembali menjadi keluaran *crips*.

Gambar 2. 5 (Mehran, 2008) memperlihatkan fuzzy inference system dengan dua *rule* dan dua masukanuntuk memperlihatkan perbedaan kedua jenis fuzzy seperti yang telah

disebutkan diatas. Tipe 2 umumnya digunakan pada fuzzy Mamdani, dimana fungsi keluaran ditentukan berdasarkan keseluruhan keluaran fuzzy, atau menggunakan *centroid area, minimum of maxima, maximum of maxima* dll. Sedangkan type 3 digunakan oleh fuzzy Takagi-Sugeno.



Gambar 2. 4 *Fuzzy Inference System Schematic*



Gambar 2. 5 Mekanisme dan if-then rule yang biasa digunakan

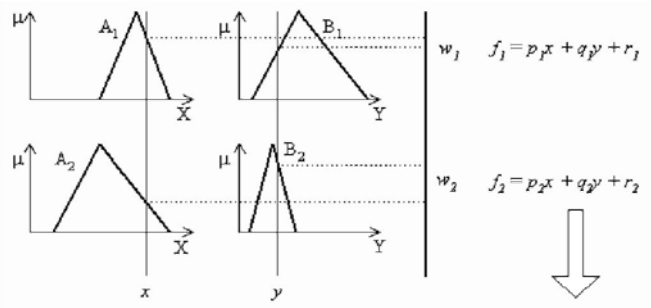
2.4 Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)

Dewasa ini ilmuan lebih tertarik menggunakan pendekatan kombinasi, seperti ANFIS yang menggabungkan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan Logika Fuzzy.(Sharma, Srivastava, Fang, & Kalin, 2015) Berdasarkan karakteristik Fuzzy Takagi Sugeno, para ilmuan mengkombinasikannya dengan Jaringan Syaraf Tiruan (JST), hal ini digunakan untuk membentuk system neuro-fuzzy dengan kemampuan pembelajaran adaptive.(Jiaran, Xingcheng, Xiaofen, Wang, & Luo, 2015)

ANFIS dikembangkan oleh JSR Jang pada 1992 (Setyaningrum & Swarinata, n.d.). Menurut Jang kelas *adaptive network* secara fungsional equivalent dengan *fuzzy inference system* (FIS). ANFIS merupakan arsitektur yang secara fungsional sama dengan fuzzy *rule base* model Sugeno. Arsitektur ANFIS juga mirip dengan *neural network* dengan fungsi radial yang memiliki lebih sedikit larangan. Sehingga dapat dikatakan bahwa Anfis adalah system Fuzzy yang mana parameter fungsi keanggotaannya disesuaikan melalui metode pembelajaran neuro-adaptive seperti yang ada pada system JST.("Adaptive Neuro-Fuzzy Modeling - MATLAB & Simulink - MathWorks Benelux," n.d.)

Berikut ini salah satu contoh ilustrasi mekanisme inferensi fuzzy TSK orde satu dengan dua masukan x dan y (***Gambar 2.6***). Basis aturan dengan dua aturan fuzzy *if-then* seperti dibawah ini :

Rule 1: if x is A1 and y is B1 then f1 = p1x + q1y + r1
premis *consequent*
Rule 2: if x is A2 and y is B2 then f2 = p2x + q2y + r2
premis *consequent*
Input : x dan y. Consequent-nya adalah f



Gambar 2.6 Sistem inferensi *fuzzy* TSK dua masukan dengan dua aturan.

Keluaran Fuzzy dapat dibuat dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

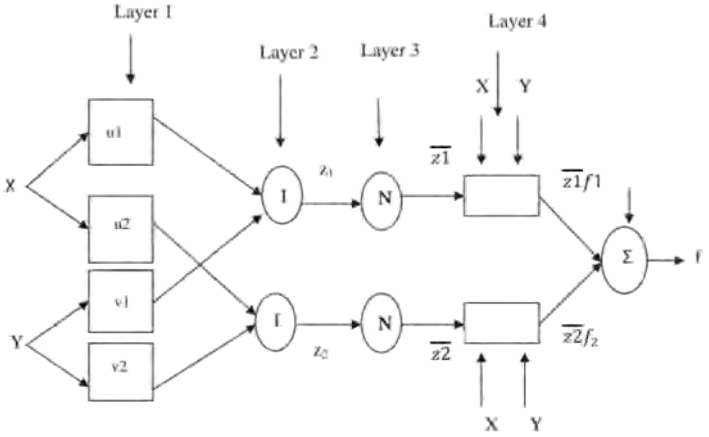
$$f = \frac{w_1 f_1 + w_2 f_2}{w_1 + w_2} \quad (25)$$

$$f = \overline{w}_1 f_1 + \overline{w}_2 f_2 \quad (26)$$

Agar jaringan dengan fungsi basis radial ekuivalen dengan fuzzy berbasis aturan model Sugeno orde 1 ini, diperlukan batasan:(Muhammad, 2012)

a. keduanya harus memilliki metode agresiasi yang sama (rata-rata terbobot atau penjumlahan terbobot) untuk menurunkan semua outputnya.
b. Jumlah fungs aktivasi harus sama dengan jumlah aturan fuzzy (*If-Then*).
c. Jika ada beberapa *input* pada basis aturannya, maka tiap-tiap fungsi aktivasi harus sama dengan fungsi keanggotaan tiap-tiap *input*nya.
d. Fungsi aktivasi dan aturan-aturan fuzzy harus memiliki fungsi yang sama untuk neuron-neuron atau aturan-aturan yang ada disisi outputnya.

Struktur ANFIS yang menggambarkan sistem fuzzy Tagaki-Sugeno-Kang dapat digambar dalam diagram blok atau disebut arsitektur jaringan syaraf *feedforward* ***Gambar 2. 7*** :



Gambar 2. 7 Arsitektur ANFIS

Pada ***Gambar 2. 7*** terlihat sistem neuro-fuzzy terdiri atas lima lapisan (*layer*) dengan fungsi yang berbeda untuk tiap lapisannya. Tiap lapisan terdiri atas beberapa simpul yang dilambangkan dengan kotak atau lingkaran. Lambang kotak menyatakan simpul adaptif artinya nilai parameternya dapat berubah dengan pembelajaran sedangkan lambang lingkaran menyatakan simpul non-adaptif yang nilainya tetap.

Lapisan pertama pada struktur ANFIS adalah simpul adaptive yang berisi fungsi keanggotaan dari masing-masing *input*. Fungsi simpul adalah sebagai berikut :(Petkovic et al., 2015)

$$O_{1i} = \mu_{u_i}(x), \quad Untuk\ i = 1,2\ atau$$

$$O_{1i} = \mu_{v_i}(y)$$

Dengan x dan y adalah *input* dari masing-masing simpul tersebut yang dalam hal ini merupakan parameter-parameter cuaca maritim. Ui atau Vi merupakan fungsi keanggotaan masing-masing simpul. Simpul $O_{1,i}$ menyatakan derajat keanggotaan $\mu_{u_i}(x)$ dari setiap masukan terhadap himpunan

fuzzy U dan V. fungsi keanggotaan *input* fuzzy (premis) yang biasanya digunakan adalah jenis G-bell (*Generalized Bell*) yaitu:

$$gbell(x,a,b,c) = \frac{1}{1 + \left|\frac{x - c}{a}\right|^{2b}} \quad (27)$$

Lapisan 2. Pada lapisan ini, semua simpul adalah parameter-parameter tetap (non adaptif). Simpul ini berguna untuk mengalikan setiap masukan yang masuk. Fungsi simpul:

$$O_{2,i} = Z_i = \mu_{u_i}(x)\mu_{v}(Y) \quad Untuk\ i = 1,2 \quad (28)$$

Output dari simpul ini menyatakan derajat pengaktifan untuk setiap fuzzy rule. Fungsi ini dapat diperluan apabila jumlah fungsi premis lebih dari dua himpunan fuzzy. Semakin banyak fungsi ini menandakan semakin banyak pula *fuzzy rule* yang dibentuk.

Lapisan 3. Simpul ini sama halnya dengan simpul pada lapisan 2 yang merupakan simpul non adaptif yang dapat menampilkan fungsi derajat pengaktifan ternormalisasi, yaitu ratio keluaran simpul ke-i pada lapisan sebelumnya terhadap seluruh keluaran lapisan sebelumnya, dengan bentuk fungsi simpul:

$$O_{3,i} = \bar{Z} = \frac{Z_i}{Z_1 + Z_2}, \quad untuk\ i = 1,2 \quad (29)$$

Lapisan 4. Merupakan simpul adaptif dengan derajat pengaktifan ternormalisasi dari lapisan sebelumnya. Fungsi simpul:

$$O_{4,i} = \bar{Z}f_i = \bar{Z}_i(p_i x + q_i y + r_i) \quad (210)$$

Parameter p, q, r menyatakan parameter konsekuen yang adaptif berdasarkan output dari lapisan sebelumnya.

Lapisan 5. Pada lapisan ini adalah lapisan yang menjumlahkan semua masukan dan hanya mempunyai satu keluaran dengan fungsi simpul:

$$O_{5i} = \sum \overline{Z}_i f_i = \frac{\sum Z_i f_i}{\sum Z_i} \quad (\mathbf{211})$$

Kelima lapisan ini ekivalen dengan sistem inferensi Fuzzy Takagi-Sugeno.

Terdapat dua jenis ANFIS, yaitu ANFIS *Multivariate* dan ANFIS *Time Series*. *Multivariate* menggunakan *input* berupa beberapa variabel yang berpengaruh terhadap variabel *output*. Sedangkan *Time Series* memanfaatkan perubahan variabel *output* dalam fungsi waktu. *Time Series* sendiri dapat digolongkan menjadi dua yaitu *Univariate Time Series* yang menggunakan *input* hanya berupa variabel yang sama dengan variabel *output*, hanya saja pada waktu yang berbeda. Selain itu terdapat *Multivariate Time Series* menggunakan *input* variabel yang sama dengan *output* bersama dengan variabel lain yang berpengaruh.(Castellanos & James, 2009)

Pada pendekatan *time series* data suatu variabel diambil dan dipisahkan menjadi beberapa bagian (*subset*) yang jumlahnya tergantung daru jumlah *input* dan *output* system. Secara umum format *subset* tersebut adalah :

$$\{\ldots, x(t-3s), x(t-2s), x(t-s), x(t), x(t+1s)\} \quad \mathbf{(2.12)}$$

Dimana {…, x(t – 3s), x(t – 2s), x(t – s), x(t)} adalah *input* dari system yang digunakan untuk memprediksi nilai x(t + 1s). x(t) adalah nilai dari variabel *time series* tersebut pada saat sekarang (*present time*), t dan s adalah skala waktu dipilih.

2.5 Validasi Prediktor

Pada semua perancangan predictor cuaca maka pada akhirnya akan dilakukan proses analisa yang didalamnya terdapat evaluasi kerja (performansi) dari system prediktor tersebut. Secara umum evaluasi ini dilakukan menggunakan dua parameter yaitu dengan mencari nilai prosentase keakuratan menggunakan rumus berikut (Putri, 2015):

$$\%\ Keakuratan = \left(\frac{Jumlah\ prediksi\ benar}{Total\ prediksi}\ x\ 100\%\right) \qquad (213)$$

Selain itu dicari pula nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) menggunakan rumus (Pratama, 2010):

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}(yj - y')\text{^}2} \qquad (214)$$

2.6 Rancangan sistem prediksi cuaca *Online*

System prediksi cuaca *online* yang ingin diwujudkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada ***Gambar 2.8*** berikut:

Gambar 2.8 Rancangan system predictor cuaca *online*

System predictor pada ***Gambar 2.8*** melibatkan pengukuran variabel cuaca oleh *Buoy Weather,* data tersebut kemudian dikirim ke stasiun darat berupa *computer server*. Ranah kegiatan dalam penelitian ini sendiri dapat dilihat pada bagian yang diberi tanda kotak yaitu mengolah data hasil pengukuran tersebut untuk memprediksi cuaca dalam 24 jam kedepan. Selanjutnya hasil prediksi disimpan dalam database (*web server*) dan kemudian diakses oleh aplikasi *user interface* pada android.

2.7 Android

Pada tahun 2005, Google mengakuisisi Android Inc yang pada saat itu dimotori oleh Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears, dan Chris White.(Arifin, Sudrajat, & Honggo, 2013) Yang kemudian pada tahun itu juga memulai membangun platform Android secara intensif. Kemudian pada tanggal 12 November 2007 Google bersama Open Handset Alliance (OHA), yaitu konsorium perangkat mobile terbuka, merilis Google Android SDK, setelah mengumumkannya seminggu sebelumnya dan mendapat sambutan yang luar biasa. Software SDK tersebut dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi pada perangkat mobile, yaitu: Sistem Operasi, Middleware, dan aplikasi utama untuk perangkat mobile. Programmer atau developer pun, dapat lebih mudah dalam mengembangkan aplikasi dan mengkustomisasi sistem operasinya, atau mengganti semua aplikasi *default* dari Google.

Hingga saat ini terdapat tidak kurang dari 47 versi android. Beberapa versi terawal adalah Android 0.9, Android 1.0 (*Apple Pie*), dan Android 1.1 (*Banana Bread*). Sedangkan versi terbaru diantaranya Android 6 (*Marshmallow*) dan Android N.

Dalam pembuatannya, aplikasi *user interface* ini dapat dijalankan pada Android 4.0 (*Ice Cream Sandwich*) atau versi yang lebih baru.

2.6.1 Java Development Kit (JDK)

JDK adalah sebuah perangkat peralatan yang digunakan untuk membangun perangkat lunak dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. JDK berjalan diatas sebuah *virtual machine* yang dinamakan Java Virtual Machine (JVM). Dokumentasi JDK berisi spesifikasi API, deskripsi fitur, panduan pengembang, referensi halaman untuk perkakas JDK dan utilitas, demo, dan link ke informasi terkait. Aplikasi ini wajib terinstall pada perangkat computer jika ingin membuat program android berbasis Java.

2.6.2 Android Studio

Android Studio adalah sebuah *Integrated Development Environment* (IDE) untuk pengembangan aplikasi pada platform Android. Android Studio merupakan toolkit yang digunakan untuk membangun dan membuat paket aplikasi Android berdasarkan IntelliJ IDEA. Sama halnya dengan Eclipse, ada beberapa pilihan Application Building Tools, baik menggunakan IDE atau *Command Line Interface* (CLI).(Hidayat, 2015)

Android Studio ini menggunakan Gradle untuk memanajemen proyeknya. Gradle itu sendiri adalah build automation tool yang dapat dikonfigurasi melalui DSL berbasis Groovy. Hal Inilah yang membedakan Gradle dari Ant atau Maven yang memakai XML. Penggunaan DSL berbasis Groovy membuat Gradle lebih fleksibel dan dapat diprogram dengan lebih mudah.

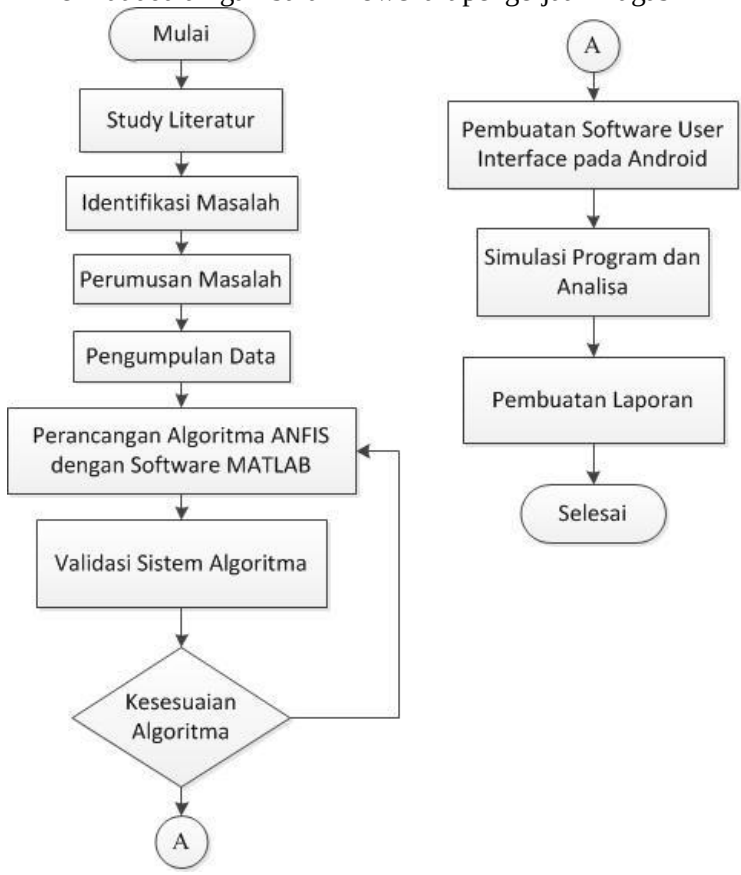
2.6.3 Android SDK

Android SDK adalah tools *Application Programming Interface* (API) yang diperlukan untuk mulai mengembangkan aplikasi pada platform android menggunakan bahasa pemrograman Java. SDK berisi berbagai macam tools yang kita gunakan saat membangun aplikasi android tersebut.

Halaman sengaja dikosongkan

BAB III
METODE PENELITIAN

Berikut adalah gambaran flowchart pengerjaan Tugas Akhir:



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

Sesuai dengan alur penelitian yang ditunjukkan pada ***Gambar 3. 1*** urutan pelaksanaan penelitian dimulai dari studi literatur. Pada tahap ini dipelajari hal-hal yang berkaitan mengenai unsur-unsur cuaca, hal-hal yang mempengaruhi peru-

bahan cuaca, hingga menemukan hubungan antara kelayakan pelayaran yang kaitannya dengan cuaca. Selain itu juga mempelajari jurnal mengenai penelitian sebelumnya. Selanjutnya dilakukan identifikasi masalah yaitu penulis mencari permasalahan yang akan diangkat dalam tugas akhir ini. Dari identifikasi ini penulis merumuskan permasalahan terkait dengan perancangan prediktor cuaca maritim yang diperuntukkan untuk membantu nelayan yang ingin pergi melaut agar mengetahui prediksi kondisi cuaca beberapa jam kemudian. Keluaran prediktor ini kemudian ditampilkan melalui *user interface* aplikasi android agar dapat dengan mudah diakses oleh semua pihak. Setelah itu penulis mulai melakukan pengambilan data awal yang akan digunakan pada tahap *training* yaitu data pengukuran oleh Stasiun Meteorologi Maritim II Perak tahun 2014 sampai dengan 2015.

Perancangan perangkat lunak prediktor menggunakan *software* MATLAB R2013. Setelah software prediktor selesai dibuat, dilakukan *training* yaitu dengan memberikan masukan berupa data cuaca hasil pengukuran sekaligus validasi outputnya. Hasil prediksi dari perangkat lunak ini dibandingkan dengan hasil pengukuran sebenarnya (*validasi*). Selanjutnya dilakukan analisis mengenai kinerja serta ketepatan prediksi, Selanjutnya dibuat laporan mengenai hasil penelitian ini.

3.1 Studi Literatur

Pada studi literatur ini penulis melakukan pemahaman dengan cara membaca jurnal penelitian sebelumnya terkait dengan system ANFIS dan prediksi cuaca. Tujuan dari studi literature ini adalah untuk mengetahui bagaimana memanfaatkan *Adaptive Neuro-Fuzzzy Inference System* (ANFIS) sebagai metode prediksi cuaca dengan menggunakan data-data yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Maritim Perak II.

3.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah berupa data pengukuran yang dilakukan oleh Stasiun Meteorologi Maritim II Perak Surabaya. Data variabel cuaca yang digunakan pada ANFIS Curah Hujan

berasal dari data pengukuran di stasiun perak, sedangkan data kecepatan angin dan ketinggian gelombang berasal dari data model dengan koordinat daerah teluk lamong.

Data yang didapat dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama digunakan dalam proses *training* untuk mendapatkan parameter pada program ANFIS yang akan menghasilkan keluaran yang baik. Bagian kedua digunakan pada proses *testing testing* yang tujuannya untuk menguji performansi dari system yang telah melalui proses *training*.

3.3 Perancangan system ANFIS

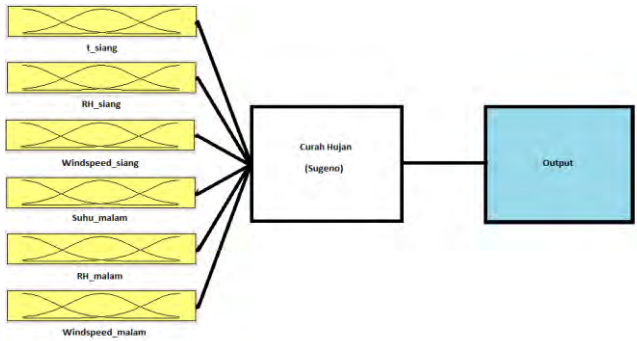
Pada perancangan system ANFIS ini penulis membuat rancangan system algoritma dengan bantuan *Software* MATLAB. Pada percobaan ini digunakan metode ANFIS *multi variate* untuk memprediksi curah hujan dan ANFIS type *time series* untuk memprediksi kecepatan angin, dan ketinggian gelombang. Dalam proses pembuatannya jumlah fungsi keanggotaan *input* didapat dengan mempertimbangkan pengetahuan ahli. Pada akhirnya didapatkan 2 fungsi keanggotaan untuk masing-masing *input* prediktor curah hujan, 4 fungsi keanggotaan untuk pada prediktor tinggi gelombang dan 3 fungsi keanggotaan pada prediktor kecepatan angin. Bentuk fungsi keangotaan sendiri digunakan *Generalize bell-shape (gbell)* karena memiliki derajat kebebasan yang besar sehingga sering kali menghasilkan hasil yang lebih baik. Bentuk fungsi keanggotaan *gbell* ini menjadi standar ANFIS karena sifat *smooth* dan ringkas.(Bushara & Abraham, 2015) Pada proses training digunakan metode *hybrid* yaitu gabungan alogaritma *backpropagation gradient descent* dan *recursive least square estimator* (RLSE) untuk pembelajaran.

3.3.1 Struktur ANFIS

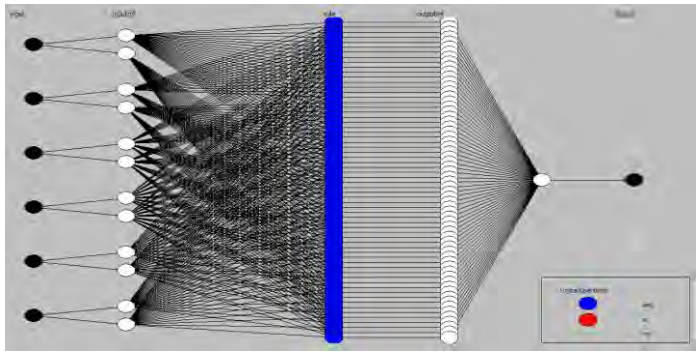
Sebelumnya dibuat Fuzzy Inference System pada MATLAB dengan bantuan Fuzzy Toolbox, selanjutnya dengan memberikan *rule-base* maka didapatkan truktur ANFIS untuk masing-masing predictor.

a. ANFIS Curah Hujan

Input dan *output* serta struktur ANFIS prediktor curah hujan dapat dilihat pada ***Gambar 3.2*** dan ***Gambar 3.3*** berikut:



Gambar 3.2 *Input* dan *Output* Curah Hujan



Gambar 3.3 Struktur ANFIS Curah Hujan

Masukan dari system tersebut ada 3 yaitu variabel cuaca berupa temperatur, kelembaban dan kecepatan angin. Ketiga variabel dibedakan menjadi *kondisi siang* dan *kondisi malam* dan asing-masing dari variabel tersebut memiliki 2 fungsi keanggotaan. Kondisi siang diwakili oleh rata-rata nilai dari pukul 11.00 sampai dengan 14.00, rentang waktu tersebut dianggap mewakili kondisi siang karena kondisi suhu rata-rata tertinggi. Sedangkan kondisi malam diwakili oleh rata-rata nilai dari pukul

23.00 sampai dengan 02.00 yang dianggap mewakili kondisi malam karena kondisi suhu rata-rata terendah. Fungsi output sistem dapat dirumuskan berikut:

$$CH(i) = f(T_{siang}, Rh_{siang}, V_{siang}, \ldots T_{malam}, Rh_{malam}, V_{malam}) \quad (3.1)$$

dimana

CH (i) : Curah hujan akumulasi esok hari pada jam (1) 07 – 13, (2) 13 – 19, (3) 19 – 01, (4) 01 - 07

T_{siang} : Temperatur rata-rata siang hari kemarin

Rh_{siang} : Kelembaban rata-rata siang hari kemarin

V_{siang} : Kecepatan angin rata-rata siang hari kemarin

T_{malam} : Temperatur rata-rata malam hari kemarin

Rh_{malam} : Kelembaban rata-rata malam hari kemarin

V_{malam} : Kecepatan angin rata-rata malam hari kemarin

Setelah melalui proses *training* maka didapatkan nilai parameter fungsi keanggotaan *input* yang dapat dilihat pada ***Tabel 3.1***. Sedangkan bentuk dari fungsi keangotaannya dapat dilihat pada ***Gambar 3.4.***

If T_{siang} *is* u_i *and* Rh_{siang} *is* v_i *and* V_{siang} w_i *and* T_{malam} x_i *and* Rh_{malam} *is* y_i *and* V_{malam} *is* z_i *then* $Output = \dot{x} \begin{bmatrix} U_{ui}(T_{siang}) \\ U_{Vi}(Rh_{siang}) \\ U_{wi}(V_{siang}) \\ U_{xi}(T_{malam}) \\ U_{yi}(Rh_{malam}) \\ U_{zi}(V_{malam}) \\ 1 \end{bmatrix}$ (3.2)

dimana

u_i : Himpunan Fuzzy input T_{siang}

v_i : Himpunan Fuzzy input Rh_{siang}

w_i : Himpunan Fuzzy input V_{siang}

x_i : Himpunan Fuzzy input T_{malam}

y_i : Himpunan Fuzzy input Rh_{malam}

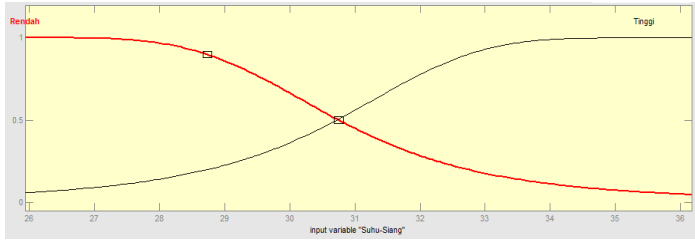
z_i : Himpunan Fuzzy input V_{malam}

ẋ : Matrix parameter konsequen output dengan elemen matrix [$ni \quad oi \quad pi \quad qi \quad ri \quad si \quad ti$]

Sementara itu *rule-base* yang didapatkan dapat dirumuskan seperti pada ***persamaan 3.2***. Sedangkan secara lengkap untuk parameter pada masing-masing *rule-base* dapat dilihat pada ***Tabel 3.2.***

Tabel 3.1 Parameter Input Prediktor Curah Hujan

No	Variabel	Himpunan fuzzy	Fungsi Keanggotaan	Komponen
1	Suhu Rata-rata Siang (t_siang)	Rendah	gbell	[4.779 1.995 25.98]
		Tinggi	gbell	[4.742 1.99 35.46]
2	Kelembaban Rata-rata Siang (RH_siang)	Rendah	gbell	[29 1.997 34]
		Tinggi	gbell	[29 2.019 92]
3	Kecepatan Angin Rata-rata Siang (V_siang)	Rendah	gbell	[8.614 2.008 3.742]
		Tinggi	gbell	[8.624 2.017 21]
4	Suhu Rata-rata Malam (t_malam)	Rendah	gbell	[2.849 2.016 24.03]
		Tinggi	gbell	[2.788 1.988 29.69]
5	Kelembaban Rata-rata Malam (RH_malam)	Rendah	gbell	[14.62 2.009 68.5]
		Tinggi	gbell	[14.62 2.016 97.75]
6	Kecepatan Angin Rata-rata malam (V_malam)	Rendah	gbell	[7.618 1.991 -0.009485]
		Tinggi	gbell	[7.636 2.003 15.24]



Gambar 3.4 Bentuk Fungsi Keangotaan Input Curah Hujan

Tabel 3.2 Parameter *rule-base* ANFIS Curah Hujan

Rule ke-(i)	$\mathbf{u_i}$	$\mathbf{v_i}$	$\mathbf{w_i}$	$\mathbf{x_i}$	$\mathbf{y_i}$	$\mathbf{z_i}$	$\dot{\mathbf{x}}$
1	T	T	T	T	T	T	[151.6 -9.896 -229.7 89.19 -43.15 -120.9 -26.63]
2	T	T	T	T	T	R	[-334.4 253.1 862.1 -143.1 -119.6 58.03 -23.2]
3	T	T	T	T	R	T	[49.37 47.07 56.24 -121.7 -26.84 -91.85 269.2]
4	T	T	T	T	R	R	[658.1 145.9 -57.83 108.4 -330.2 176.7 38.25]
5	T	T	T	R	T	T	[-296.9 -79.73 116.6 150.5 112.5 -41.76 57.15]
6	T	T	T	R	T	R	[31.54 231.4 -310 -180.6 -95.8 680.8 33.4]
7	T	T	T	R	R	T	[703.2 214.9 261.6 -839.4 -149.9 255.4 71.11]
8	T	T	T	R	R	R	[547.5 21.27 -726.7 -232.6 -138.3 -334.2 6.767]
9	T	T	R	T	T	T	[293.8 93.21 132.8 -667 3.103 223.8 3.729]
10	T	T	R	T	T	R	[-332.8 -473.3 -351.7 -493.3 682.4 55.62 -12.12]
11	T	T	R	T	R	T	[-830.7 -367.1 -568.7 557.1 451.5 -313.6 8.199]
12	T	T	R	T	R	R	[305.9 108.3 41.95 -73.01 -126 205 9.076]

Tabel 3.2 Lanjutan

Rule ke-(i)	$\mathbf{u_i}$	$\mathbf{v_i}$	$\mathbf{w_i}$	$\mathbf{x_i}$	$\mathbf{y_i}$	$\mathbf{z_i}$	$\dot{\mathbf{x}}$
13	T	T	R	R	T	T	[-152.1 95.73 20.89 485.5 -157.8 181.9 32.82]
14	T	T	R	R	T	R	[-374.6 -81.41 548.5 720.4 -104.9 -76.04 -6.891]
15	T	T	R	R	R	T	[584.2 456.3 671.2 244.3 -733.3 -272 7.283]
16	T	T	R	R	R	R	[584.2 456.3 671.2 244.3 -733.3 -272 7.283]
17	T	R	T	T	T	T	[-173.2 -15.48 -285.1 167.3 47.84 3.121 -53.2]
18	T	R	T	T	T	R	[83.1 232.8 718 92.01 -338.4 84.09 -0.106]
19	T	R	T	T	R	T	[-46.75 -18.63 61.97 9.946 20.81 -19.75 56.95]
20	T	R	T	T	R	R	[-262.1 84.66 -317.1 157.6 17.29 -373.6 2.799]
21	T	R	T	R	T	T	[-165.7 -107.2 36.63 58.65 134.5 211.4 77.77]
22	T	R	T	R	T	R	[563.1 55.5 -463.4 17.26 -336.5 713.5 24.99]
23	T	R	T	R	R	T	[-102.4 51.36 -156.2 10.02 -17.38 -224.1 11.2]
24	T	R	T	R	R	R	[282.5 -377.6 673.5 -169.5 275.3 526.1 1.55]
25	T	R	R	T	T	T	[989.3 4.396 -686.8 346.1 -382.3 306.5 -14.83]
26	T	R	R	T	T	R	[87.88 -278.6 353.1 -118.3 116.9 191 -1.766]
27	T	R	R	T	R	T	[471.5 52.17 286.2 50.5 -233.2 150.1 -57.21]

Tabel 3.2 Lanjutan

Rule ke-(i)	$\mathbf{u_i}$	$\mathbf{v_i}$	$\mathbf{w_i}$	$\mathbf{x_i}$	$\mathbf{y_i}$	$\mathbf{z_i}$	$\dot{\mathbf{x}}$
28	T	R	R	T	R	R	[238.1 -2.181 -29.82 -102.7 -20.84 -47.9 -2.296]
29	T	R	R	R	T	T	[-1221 420.7 1068 -920.8 286 -760.6 -10.6]
30	T	R	R	R	T	R	[56.76 -321 1173 -365.9 130.2 463.9 1.687]
31	T	R	R	R	R	T	[56.76 -321 1173 -365.9 130.2 463.9 1.687]
32	T	R	R	R	R	R	[598.8 188.8 -30.7 132.1 -527.7 132.5 4.256]
33	R	T	T	T	T	T	[-71.49 -23.09 -16.87 120.1 -8.034 24.35 364.4]
34	R	T	T	T	T	R	[-74.25 -1.088 79.35 -299.9 150.8 108.7 48.45]
35	R	T	T	T	R	T	[42.47 -8.571 -12.76 6.437 -7.116 -41.12 -253.9]
36	R	T	T	T	R	R	[-377.6 69.02 -162.2 14.43 129.8 -356.6 2.538]
37	R	T	T	R	T	T	[24.58 17.16 -9.98 -14.53 -6.276 -14.47 -402.6]
38	R	T	T	R	T	R	[41.83 -15.53 -3.099 83.04 -16.82 -137.2 -503.4]
39	R	T	T	R	R	T	[-3.343 -22.55 -25.52 28.72 9.665 -56.57 -463.9]
40	R	T	T	R	R	R	[-326.6 12.17 243.9 193.8 82.49 -155.2 -32.37]
41	R	T	R	T	T	T	[-32.18 26.41 -138.6 54.07 15.77 -9.111 -15.68]
42	R	T	R	T	T	R	[200.3 -20.07 388.5 373.1 -334.7 101.2 -8.199]

Tabel 3.2 Lanjutan

Rule ke-(i)	u_i	v_i	w_i	x_i	y_i	z_i	$\dot{x}$
43	R	T	R	T	R	T	[27.28 16.85 42.68 -118.4 -5.177 116.9 -296.3]
44	R	T	R	T	R	R	[755.5 -94.35 -415 298.2 -180.3 -396.7 -8.468]
45	R	T	R	R	T	T	[50.35 -25.88 101.3 -75.16 1.486 -37.19 -369]
46	R	T	R	R	T	R	[-412.1 -12.58 -235.2 286 164.2 -37.65 -356.6]
47	R	T	R	R	R	T	[235 -2.614 -57.31 -165.9 -17.99 10.15 -123.5]
48	R	T	R	R	R	R	[-725.7 172.3 418 284 -75.05 734.5 31.59]
49	R	R	T	T	T	T	[609.9 -15.25 95.44 -496.8 -69.53 95.58 3.621]
50	R	R	T	T	T	R	[-5.797 175.9 -373.2 -430.4 -28.76 206 35.57]
51	R	R	T	T	R	T	[-132.5 11.83 27.25 115.2 13.49 45.37 -667.2]
52	R	R	T	T	R	R	[141.7 43.8 31.99 -264.3 -22.46 -112.2 -49.22]
53	R	R	T	R	T	T	[-158.1 63.98 65.95 87.34 -27.95 61.82 -254.4]
54	R	R	T	R	T	R	[669.3 245.6 -181 -1279 -10.26 -63.62 -22.74]
55	R	R	T	R	R	T	[27.71 -16.37 -42.62 80.8 -8.424 -11.82 -154.9]
56	R	R	T	R	R	R	[133.1 51.5 -58.11 10.9 -164.8 466 56.2]
57	R	R	R	T	T	T	[-862.8 -61.68 231.1 341.3 235.8 -378.5 -44.42]

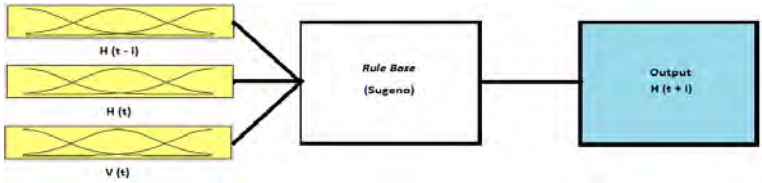
Tabel 3.2 Lanjutan

Rule ke-(i)	$\mathbf{u_i}$	$\mathbf{v_i}$	$\mathbf{w_i}$	$\mathbf{x_i}$	$\mathbf{y_i}$	$\mathbf{z_i}$	$\dot{\mathbf{x}}$
58	R	R	R	T	T	R	[489.9 -374.6 349.4 440.3 23.78 -399.5 20.54]
59	R	R	R	T	R	T	[244.8 -126.1 317.9 -67.02 -19 -145.3 -205.5]
60	R	R	R	T	R	R	[277.2 409.6 -1283 -404.4 -61.77 -529.9 -11.63]
61	R	R	R	R	T	T	[259.3 -58.45 -477.8 233.9 -56.98 252.4 -41.68]
62	R	R	R	R	T	R	[417.5 473.5 -256.9 -450.6 -344.8 -204 40.86]
63	R	R	R	R	R	T	[-398.8 -14.89 147.9 213.4 71.69 22.06 -46.3]
64	R	R	R	R	R	R	[-129.9 -263.4 -135.3 -455.8 443 -152.5 58.22]

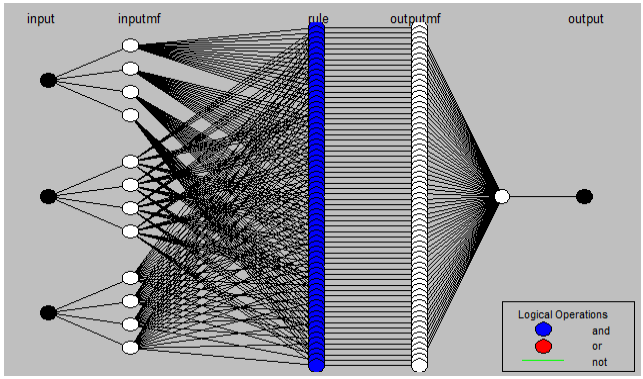
R = Rendah, T = Tinggi

b. ANFIS Ketinggian Gelombang

Input dan *output* serta struktur ANFIS prediktor ketinggian gelombang dapat dilihat pada ***Gambar 3. 5*** dan ***Gambar 3.6*** berikut:



Gambar 3. 5 *Input* dan *Output* Ketinggian Gelombang



Gambar 3.6 Struktur ANFIS Ketinggian Gelombang

Input system tersebut berupa ketinggian gelombang sekarang H(t), ketinggian gelombang i jam sebelumnya H(t-i) dan kecepatan angin sekarang V(t). Fungsi outputnya adalah:

$$H(t+i) = f\big(H(t), H(t-i), V(t)\big) \qquad (3.3)$$

dimana

H (t + i): Ketinggian gelombang i jam kemudian
H (t) : Ketinggian gelombang sekarang
H (t - i) : Ketinggian gelombang i jam sebelumnya
V (t) : Kecepatan angin sekarang

Setelah melalui proses *training* maka didapatkan nilai parameter fungsi keanggotaan input yang dapat dilihat pada ***Tabel 3.3***. Sedangkan bentuk dari fungsi keangotaannya dapat dilihat pada ***Gambar 3.7.***

If H(t) is u_i and H(t-1) is v_i and V(t) is w_i then

$$Output = \dot{x}\begin{bmatrix} U_{ui}(H(t)) \\ U_{Vi}(H(t-1)) \\ U_{wi}(V(t)) \\ 1 \end{bmatrix} \qquad (3.4)$$

Dimana

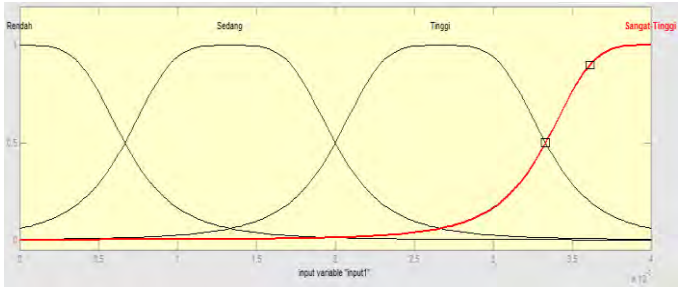
u_i : Himpunan fuzzy input H(t)
v_i : Himpunan fuzzy input H(t-1)
w_i : Himpunan fuzzy input V(t)

ẋ : Matrix parameter konsequen output dengan elemen matrix $[pi \quad qi \quad ri \quad si]$

Rule-base yang didapatkan dapat dirumuskan seperti pada ***persamaan (3.4)***. Sementara secara lengkap untuk parameter pada masing-masing *rule-base* dapat dilihat pada ***Tabel 3.4.***

Tabel 3.3 Parameter Input Prediktor Tinggi Gelombang

No	Variabel	Himpunan fuzzy	Fungsi Keanggotaan	Komponen
1	Ketinggian Gelombang Sekarang H(t)	Rendah	gbell	[0.0006667 2 0]
		Sedang	gbell	[0.0006667 2 0.001333]
		Tinggi	gbell	[0.0006667 2 0.002667]
		Sangat Tinggi	gbell	[0.0006667 2 0.004]
2	Ketinggian Gelombang 1 Jam Sebelumnya H(t-1)	Rendah	gbell	[0.0005167 2 0]
		Sedang	gbell	[0.0005167 2 0.001033]
		Tinggi	gbell	[0.0005167 2 0.002067]
		Sangat Tinggi	gbell	[0.0005167 2 0.0031]
3	Kecepatan Angin Sekarang V(t)	Rendah	gbell	[0.0005167 2 0]
		Sedang	gbell	[0.0005167 2 0.001033]
		Tinggi	gbell	[0.0005167 2 0.002067]
		Sangat Tinggi	gbell	[0.0005167 2 0.0031]



Gambar 3.7 Bentuk Fungsi Keangotaan Input Tinggi Gelombang

Tabel 3.4 Parameter rule-base ANFIS Tinggi Gelombang

Rule ke- (i)	u_i	v_i	w_i	$\dot{x}$
1	R	R	R	[-0.0006662 0.1041 -0.08638 0.0001134]
2	R	R	SD	[0.2319 0.2571 -0.06308 0.0008055]
3	R	R	T	[0.04604 0.03592 0.1246 0.0004786]
4	R	R	ST	[0.005324 0.005233 -0.006087 0.005326]
5	R	SD	R	[-0.1094 0.1065 -0.05193 0.001482]
6	R	SD	SD	[0.15 -0.4331 0.0734 0.001147]
7	R	SD	T	[0.01172 -0.05163 0.01167 0.003679]
8	R	SD	ST	[0.001776 -0.00268 -0.0006851 -0.05408]
9	R	T	R	[-0.07227 -0.009384 0.01034 0.0006035]
10	R	T	SD	[-0.05493 0.1566 0.05498 -0.0003892]
11	R	T	T	[-0.002136 0.01488 -0.006028 -0.003478]

Tabel 3.4 Lanjutan

Rule ke- (i)	$\mathbf{u_i}$	$\mathbf{v_i}$	$\mathbf{w_i}$	$\dot{\mathbf{x}}$
12	R	T	ST	[-0.0001987 0.001007 5.813e-05 0.1122]
13	R	ST	R	[-0.00178 -0.001267 -2.07e-06 -0.01017]
14	R	ST	SD	[0.003882 -0.004408 0.0047 0.002403]
15	R	ST	T	[0.0004603 -0.0004221 -0.0002121 0.01474]
16	R	ST	ST	[3.457e-05 2.611e-05 3.047e-05 0.02084]
17	SD	R	R	[0.2608 0.1996 -0.2903 0.0004958]
18	SD	R	SD	[0.2273 0.05 -0.03469 0.0001899]
19	SD	R	T	[-0.02122 0.00656 0.03096 -0.002109]
20	SD	R	ST	[-0.002788 0.001449 -0.0008 8.111e-05]
21	SD	SD	R	[0.3524 -0.001473 0.04824 7.433e-05]
22	SD	SD	SD	[0.03923 -0.0558 0.07219 0.0006116]
23	SD	SD	T	[-0.009044 0.00198 0.01313 -0.004892]
24	SD	SD	ST	[-0.0005076 -0.0009344 -0.0001228 0.129]
25	SD	T	R	[0.0545 -0.01476 -0.007907 0.0004427]
26	SD	T	SD	[0.03611 0.04119 0.0581 0.002391]

Tabel 3.4 Lanjutan

Rule ke- (i)	u_i	v_i	w_i	$\dot{x}$
27	SD	T	T	[0.0007231 0.006819 -0.01041 0.02264]
28	SD	T	ST	[-0.0002938 -0.0002588 -0.001068 -0.4254]
29	SD	ST	R	[0.002595 -0.0004741 1.088e-05 0.01821]
30	SD	ST	SD	[0.003438 -0.001176 0.0009844 -0.002164]
31	SD	ST	T	[3.062e-05 -0.0002102 -0.0002371 -0.04294]
32	SD	ST	ST	[0.0003007 0.0004608 0.0005294 0.1678]
33	T	R	R	[-0.03897 0.03348 -0.000429 -0.006472]
34	T	R	SD	[-0.06046 0.01634 -0.03388 -0.002945]
35	T	R	T	[-0.002409 0.001702 0.002232 0.07106]
36	T	R	ST	[-0.000538 0.0001134 -0.000413 -0.1786]
37	T	SD	R	[-0.06297 -0.01858 -0.004233 0.007006]
38	T	SD	SD	[-0.01115 -0.01032 -0.002516 -0.0005111]
39	T	SD	T	[0.0002603 -0.001298 0.0005645 0.03332]
40	T	SD	ST	[0.0002104 7.319e-05 0.0002304 0.09974]
41	T	T	R	[-0.003171 -0.0003778 -0.0003539 -0.01016]

Tabel 3.4 Lanjutan

Rule ke- (i)	u_i	v_i	w_i	$\dot{x}$
42	T	T	SD	[-0.0004816 0.001797 0.001414 -0.004484]
43	T	T	T	[-0.0002473 -3.942e-05 -0.0004877 -0.1882]
44	T	T	ST	[0.0001024 8.046e-05 9.896e-05 0.03586]
45	T	ST	R	[-0.0003486 -0.0001151 -2.279e-05 -0.03456]
46	T	ST	SD	[-0.0003497 -0.0001904 4.258e-05 0.007236]
47	T	ST	T	[-8.956e-06 -5.802e-06 -1.409e-06 -0.0007664]
48	T	ST	ST	[6.394e-05 9.994e-05 0.0001158 0.03753]
49	ST	R	R	[0.0001105 0.00122 -0.0004691 0.2935]
50	ST	R	SD	[-0.0008128 0.0006944 -0.001041 0.07689]
51	ST	R	T	[-5.639e-05 7.93e-05 0.0001728 -0.01097]
52	ST	R	ST	[-1.581e-05 9.244e-06 -1.705e-05 -0.004705]
53	ST	SD	R	[-0.001514 -0.0004507 -0.0001334 -0.1508]
54	ST	SD	SD	[-0.0002244 -0.0007844 6.275e-05 -0.09207]
55	ST	SD	T	[5.718e-05 -5.086e-05 7.847e-05 0.01195]
56	ST	SD	ST	[1.363e-05 2.414e-06 1.301e-05 0.005775]
57	ST	T	R	[-1.201e-05 -4.779e-05 -1.83e-05 0.001362]

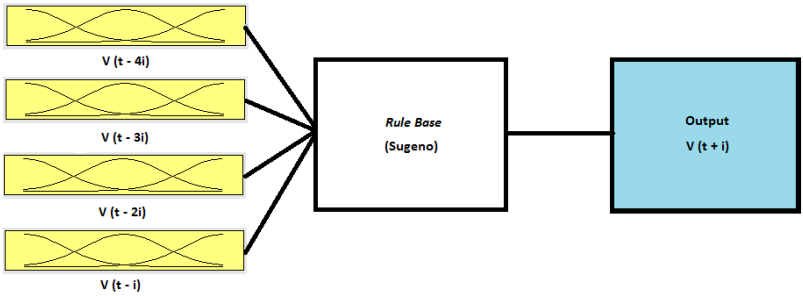
Tabel 3.4 Lanjutan

Rule ke- (i)	u_i	v_i	w_i	$\dot{x}$
58	ST	T	SD	[3.217e-06 0.0001913 0.0001542 -0.02335]
59	ST	T	T	[3.403e-06 2.47e-05 -2.709e-05 -0.002093]
60	ST	T	ST	[4.563e-06 3.655e-06 3.103e-06 0.001187]
61	ST	ST	R	[-9.088e-06 -8.426e-06 -1.417e-06 -0.001961]
62	ST	ST	SD	[-2.298e-05 -2.903e-05 1.947e-06 -0.00538]
63	ST	ST	T	[-8.182e-08 -8.02e-07 -2.38e-07 3.202e-06]
64	ST	ST	ST	[2.435e-06 3.744e-06 4.392e-06 0.001421]

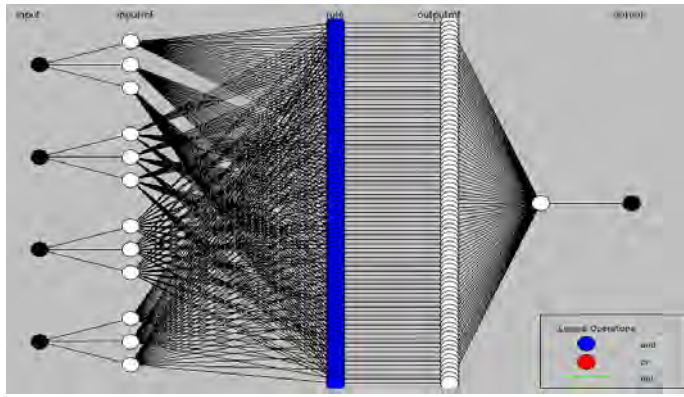
R = Rendah, SD = Sedang, T = Tinggi, ST = Sangat Tinggi

c. ANFIS Kecepatan Angin

Input dan *output* serta struktur ANFIS prediktor kecepatan angin dapat dilihat pada ***Gambar 3. 8*** dan ***Gambar 3.9*** berikut:



Gambar 3. 8 *Input* dan *Output* Kecepatan Angin



Gambar 3.9 Struktur ANFIS Kecepatan Angin

Pada system prediktor kecepatan angin tersebut input yang diberikanuntuk memprediksi kecepatan angin i jam kedepan adalah kecepatan angin sekarang, kecepatan angin i jam, (2xi) jam dan (3xi) jam sebelumnya. Dengan i adalah skala waktu predictor.

Fungsi outputnya adalah:

$$V(t+i) = f(V(t), V(t-i)\ V(t-2i)\ V(t-3i)) \quad (3.5)$$

dimana

V (t + i) : Kecepatan angin i jam kemudian
V (t) : Kecepatan angin saat ini
V (t - i) : Kecepatan angin i jam sebelumnya
V (t + 2i) : Kecepatan angin 2 x i jam sebelumnya
V (t + 3i) : Kecepatan angin 3 x i jam sebelumnya

Setelah melalui proses *training* maka didapatkan nilai parameter fungsi keanggotaan input yang dapat dilihat pada ***Tabel 3. 5*** Sedangkan bentuk dari fungsi keangotaannya dapat dilihat pada *Error! Reference source not found.*.

If V(t) is u_i and V(t-1) is v_i and V(t-2) is w_i and V(t-3) is x_i then

$$Output = \dot{\mathrm{x}} \begin{bmatrix} U_{ui}(V(t)) \\ U_{Vi}(H(t-1)) \\ U_{wi}(V(t-2)) \\ U_{xi}(V(t-3)) \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

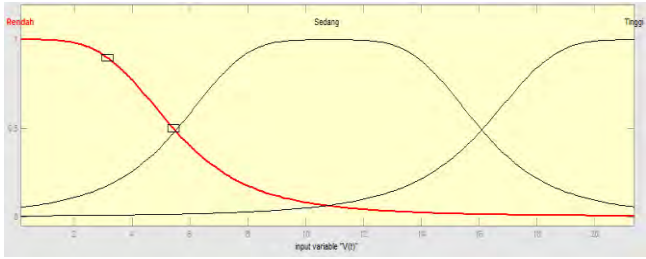
dimana

u_i : Himpunan fuzzy input V(t)
v_i : Himpunan fuzzy input V(t-1)
w_i : Himpunan fuzzy input V(t-2)
x_i : Himpunan fuzzy input V(t-3)
ẋ : Matrix parameter konsequen output dengan elemen matrix $[pi \quad qi \quad ri \quad si \quad ti]$

Rule-base yang didapatkan dapat dirumuskan seperti pada ***persamaan 3.6***. Sedangkan secara lengkap untuk parameter pada masing-masing *rule-base* dapat dilihat pada *Error! Reference source not found.***.**

Tabel 3. 5 Parameter Input Prediktor Kecepatan Angin

No	Variabel	Himpunan fuzzy	Fungsi Keanggotaan	Komponen
1	Kecepatan Angin Sekarang V(t)	Rendah	gbell	[5.29 1.946 0.1314]
		Sedang	gbell	[5.239 2.024 10.81]
		Tinggi	gbell	[5.265 1.909 21.41]
2	Kecepatan Angin 1 Jam Sebelumnya V(t-1)	Rendah	gbell	[5.277 2.001 0.1197]
		Sedang	gbell	[5.237 2.084 10.74]
		Tinggi	gbell	[5.271 2.022 21.38]
3	Kecepatan Angin 2 Jam Sebelumnya V(t-2)	Rendah	gbell	[5.3 2.054 0.1713]
		Sedang	gbell	[5.354 1.959 10.81]
		Tinggi	gbell	[5.319 2.006 21.35]
4	Kecepatan Angin 3 Jam Sebelumnya V(t-3)	Rendah	gbell	[5.285 1.776 0.08286]
		Sedang	gbell	[5.285 1.952 10.83]
		Tinggi	gbell	[5.264 1.801 21.43]



Gambar 3. 10 Bentuk Fungsi Keangotaan Input Kecepatan Angin

Tabel 3.6 Parameter *rule-base* ANFIS Kecepatan Angin

Rule ke- (i)	u_i	v_i	w_i	x_i	$\dot{x}$
1	R	R	R	R	[0.4342 0.3135 0.04864 0.6743 7.544]
2	R	R	R	S	[-38.23 103.8 -79.08 21.99 -93.05]
3	R	R	R	T	[5.739 8.895 18.9 49.72 -14.37]
4	R	R	S	R	[9.289 -61.42 -29.41 78.39 65.16]
5	R	R	S	S	[33.35 -68.62 13.47 15.55 -72.16]
6	R	R	S	T	[12.16 8.094 14.13 21.1 -0.08015]
7	R	R	T	R	[0.9539 1.679 8.904 25.73 3.466]
8	R	R	T	S	[-7.39 -8.985 -8.986 -5.65 -2.501]
9	R	R	T	T	[0.6748 0.3928 0.3707 0.3121 -0.06795]
10	R	S	R	R	[28.66 -5.09 88.1 -105.7 35.39]
11	R	S	R	S	[13.98 0.3745 -19.89 16.65 -45.14]
12	R	S	R	T	[-9.807 -13.55 -12.55 -7.151 -3.889]
13	R	S	S	R	[-37.86 -23.95 33.86 47.42 -46.29]
14	R	S	S	S	[-11.91 -0.2406 1.701 9.864 -0.9072]
15	R	S	S	T	[13.17 -11.9 -52.7 -97.74 -1.401]

Tabel 3.6 Lanjutan

Rule ke- (i)	u_i	v_i	w_i	x_i	$\dot{x}$
16	**R**	**S**	**T**	**R**	[-15.4 -18.98 -19.5 -14.68 -2.61]
17	R	S	T	S	[-3.179 10.44 8.983 16.93 -0.4582]
18	R	S	T	T	[7.208 9.099 15.74 14.43 0.6151]
19	R	T	R	R	[2.772 1.411 2.422 -0.3319 1.688]
20	R	T	R	S	[-6.836 -6.751 -7.862 -6.346 -2.418]
21	R	T	R	T	[0.4175 0.4748 0.538 0.8319 -0.08371]
22	R	T	S	R	[-4.837 -6.883 -6.583 -6.371 -0.969]
23	R	T	S	S	[-6.677 5.605 24.32 44.51 1.299]
24	R	T	S	T	[1.489 2.148 1.347 3.344 -0.125]
25	R	T	T	R	[1.159 1.251 1.276 1.393 0.02571]
26	R	T	T	S	[16.1 17.49 14.5 11.93 0.8601]
27	R	T	T	T	[90.69 82.68 66.88 36.11 3.303]
28	S	R	R	R	[51.95 -48.81 -5.236 29.3 -133.9]
29	S	R	R	S	[-75.42 8.586 -0.832 63.77 -59.96]
30	S	R	R	T	[-6.336 -2.917 -1.74 6.376 -3.995]

Tabel 3.6 Lanjutan

Rule ke- (i)	$\mathbf{u_i}$	$\mathbf{v_i}$	$\mathbf{w_i}$	$\mathbf{x_i}$	$\dot{\mathbf{x}}$
31	S	R	S	R	[9.758 -30.67 15.63 10.06 -3.458]
32	S	R	S	S	[7.992 1.393 4.944 -17.64 -2.754]
33	S	R	S	T	[-4.575 43.81 50.22 82.17 5.914]
34	S	R	T	R	[-1.398 -4.156 -4.023 -1.627 -0.8349]
35	S	R	T	S	[-33.2 -7.265 -4.758 8.097 -0.3317]
36	S	R	T	T	[11.75 14.65 20.53 22.27 1.141]
37	S	S	R	R	[7.04 -13.8 -26.48 46.99 -9.051]
38	S	S	R	S	[7.607 -22.38 19.42 -4.201 -8.073]
39	S	S	R	T	[-21.45 6.838 8.342 47.23 1.506]
40	S	S	S	R	[-9.779 24.79 -25.3 5.074 54.15]
41	S	S	S	S	[0.211 -1.297 -0.5036 1.365 15.49]
42	S	S	S	T	[-26.62 -5.752 39.32 -6.662 14.13]
43	S	S	T	R	[11.63 -9.942 -14.26 -27.55 -2.081]
44	S	S	T	S	[-0.5318 35.56 -3.54 -28.57 22.85]
45	S	S	T	T	[42.99 -35.96 59.75 -61.57 -9.275]

Tabel 3.6 Lanjutan

Rule ke- (i)	u_i	v_i	w_i	x_i	$\dot{x}$
46	S	T	R	R	[6.495 3.911 4.121 4.344 0.9116]
47	S	T	R	S	[2.5 -19.98 -14.07 -5.207 -1.367]
48	S	T	R	T	[12.8 13.55 14.31 19.86 0.5706]
49	S	T	S	R	[8.041 -25.26 -6.23 -12.38 -2.658]
50	S	T	S	S	[13.32 17.05 -63.81 31.74 24.28]
51	S	T	S	T	[27.79 -30.29 -66.98 74.37 -14.62]
52	S	T	T	R	[-1.794 2.782 4.102 10.08 -0.2416]
53	S	T	T	S	[31.73 23.84 -63.31 13.78 -6.851]
54	S	T	T	T	[-0.838 -17.22 18.23 -5.27 -15.92]
55	T	R	R	R	[-25.45 -22.41 -20.55 -17.35 -7.138]
56	T	R	R	S	[-0.869 0.7116 -1.012 0.8675 -2.647]
57	T	R	R	T	[-0.2419 -0.05536 -0.04601 0.3974 -0.1982]
58	T	R	S	R	[8.106 3.507 5.329 3.879 -0.02786]
59	T	R	S	S	[3.636 -7.184 -28.95 -58.42 1.229]
60	T	R	S	T	[12.69 11.45 8.818 12.43 0.189]

Tabel 3.6 Lanjutan

Rule ke- (i)	u_i	v_i	w_i	x_i	$\dot{x}$
61	T	R	T	R	[1.097 0.9892 0.9864 0.9685 0.03492]
62	T	R	T	S	[22.37 19.94 16.94 15.08 0.7487]
63	T	R	T	T	[-16.77 -18.16 -27.37 -47.02 -1.033]
64	T	S	R	R	[3.877 -1.752 1.876 4.778 0.2648]
65	T	S	R	S	[37.17 15.05 14.45 3.456 2.98]
66	T	S	R	T	[8.634 7.228 6.336 10.98 0.07556]
67	T	S	S	R	[-22.28 -19.2 31.57 29.72 1.887]
68	T	S	S	S	[-5.617 -18.88 27.09 -5.342 38.95]
69	T	S	S	T	[76.8 -40.84 -96.84 45.3 -13.87]
70	T	S	T	R	[-6.787 -6.704 -5.485 -1.307 -0.7614]
71	T	S	T	S	[50.61 -18.16 -54.78 28.07 -12.94]
72	T	S	T	T	[21.6 -23.62 -10.09 13.7 14.06]
73	T	T	R	R	[-0.7062 -0.4985 -0.08511 0.18 -0.04099]
74	T	T	R	S	[7.019 6.919 6.609 5.75 -0.02233]
75	T	T	R	T	[-29.89 -19.18 -15.61 -17.49 -0.6609]

Tabel 3.6 Lanjutan

Rule ke- (i)	u_i	v_i	w_i	x_i	$\dot{x}$
76	T	T	S	R	[11.39 14.65 14.28 15.04 0.0583]
77	T	T	S	S	[2.034 13.48 -11.4 -6.285 -29.86]
78	T	T	S	T	[-35.51 51.34 -29.27 9.168 15.73]
79	T	T	T	R	[16.43 50.19 81.73 113.3 3.838]
80	T	T	T	S	[3.176 -20.05 -18.39 29.73 16.83]
81	T	T	T	T	[2.606 -1.955 -1.439 1.488 -25.69]

R = Rendah, SD = Sedang, T = Tinggi

3.3.2 Validasi Sistem Algoritma

Sistem ANFIS telah melewati proses *training* sebelumnya akan diberikan masukan berupa data baik data yang sama dengan data *training* maupun data yang berbeda (data *testing*). Proses ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai RMSE. Nilai RMSE didapat menggunakan ***persamaan (2.14).***

Selain itu dicari pula nilai keakuratan sistem prediktor dengan cara merubah nilai numerik dari masing-masing variabel kedalam klasifikasi masing-masing variabel, selanjutnya digunakan ***persamaan (2.13).***

Selain itu dilakukan pula simulasi secara online dengan masukan data pengukuran langsung oleh BUOY Weather Type II, dan divalidasi dengan cara yang sama.

3.4 Klasifikasi Variabel Cuaca

Klasifikasi variabel cuaca ini digunakan dalam proses pengujian keakuratan predictor cuaca. Nilai variabel cuaca sebenarnya dan nilai hasil prediksi dimasukkan kedalam klasifikasi variabel terkait, selanjutnya dilihat apakah keduanya berada dalam kelas/jenis yang sama. Jika sama maka prediksi benar, dan jika tidak maka prediksi dikatakan salah. Klasifikasi hujan berdasarkan curah hujan menurut BMKG dapat dilihat pada berikut:

Tabel 3. 7 Klasifikasi hujan menurut BMKG

Jenis Hujan	Kuantitas (mm/hari)
Cerah/Sangat Ringan	< 5
Ringan	5-20
Sedang	20-50
Lebat	50-100
Sangat Lebat	> 100

Tabel 3. 7 adalah berdasarkan curah hujannya hujan dikasifikasikan menjadi: hujan sedang dengan curah hujan 20 - 50 mm per hari, hujan lebat dengan curah hujan 50-100 mm per hari, dan hujan sangat lebat denga curah hujan di atas 100 mm per hari. *Beaufort* mengklasifikasikan kecepatan angin menjadi 13 jenis dan skala seperti yang terlihat pada ***Tabel 3. 8.*** Sedangkan pada ***Tabel 3. 9*** tinggi gelombang signifikan berdasarkan WMO yang terbagi menjadi 10 kategori yaitu *glassy, rippled, smooth, slight, moderate, rough, very rough, high, very high, phenomenal*. Semakin besat tinggi gelombangnya, maka semakin berbahaya untuk pelayaran kapal.

Tabel 3. 8 Skala Beaufort kecepatan angin (Laing et al., 1998)

Kekuatan Angin	Kecepatan Angin		Nama
Skala Beaufort	**m/dt**	**knot**	
0	0 - 1	0 - 3	*Calm*
1	2 - 3	3 - 6	*Light Air*
2	3 - 5	6 – 9	*Light Breeze*
3	5 - 7	9 – 12	*Gentle Breeze*
4	7 - 9	13 - 16	*Moderate Breeze*
5	9 - 12	17 – 22	*Fresh Breeze*
6	12 - 14	22 – 27	*Strong Breeze*
7	14 - 17	27 - 32	*Near Gale*
8	17 - 19	32 - 38	*Gale*
9	19 - 23	38 - 43	*Strong Gale*
10	23 - 26	44 - 51	*Storm*
11	26 - 31	51 - 58	*Violent Storm*
12	≥ 31	≥ 58	*Hurricane*

Tabel 3. 9 Standar tinggi gelombang signifikan oleh WMO (Putri, 2015)

Kode	Tinggi Gelombang (m)	Nama Karakteristik
0	0	*Glassy*
1	0 – 0,1	*Rippled*
2	0,1 – 0,5	*Smooth*
3	0,5 – 1,25	*Slight*
4	1,25 – 2,5	*Moderate*
5	2,5 – 4	*Rough*
6	4 – 6	*Very Rough*
7	6- 9	*High*
8	9 – 14	*Very High*
9	> 14	*Phenomenal*

Pada ***Tabel 3. 10*** tersebut maka kelayakan pelayaran untuk kapal nelayan 1- 7 GT adalah 0.5 meter pada ketinggian gelombang maksimal. Sedangkan kapal nelayan 8-34 GT adalah 1.25 meter pada ketinggian gelombang maksimal.

Tabel 3. 10 Variabel Kelayakan Pelayaran

GT KAPAL	KETINGGIAN GELOMBANG MAKSIMAL
1-7 GT	0.5 meter
8-34 GT	1.25 meter

3.5 Database Online

Data base yang dibuat berbasis data SQL yang bersifat *online* (*Cloud server*). Database ini berada pada domain website. Agar data dalam database dapat diakses maka digunakan perangkat lunak bebas yang ditulis dalam bahasa pemrograman PHP yang fungsinya untuk menangani administrasi MySQL.

Database ini akan secara otomatis ter-*update* ketika system prediktor di *server* (computer/laptop) berjalan. Dari data inilah yang kemudian dapat diakses oleh aplikasi *user interfae* hingga akhirnya dapat ditampilkan.

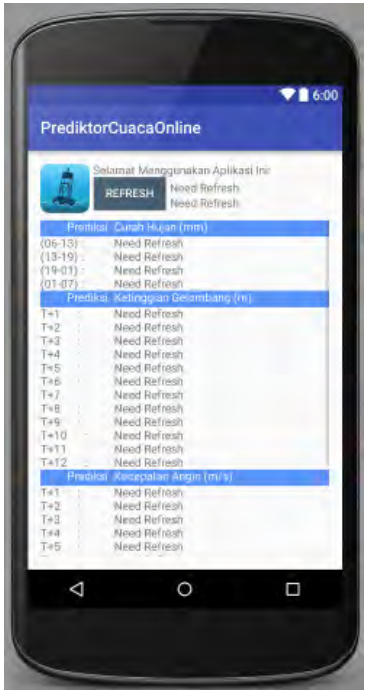
Gambar 3. 11 Tampilan database pada domain *website*

Gambar 3. 11 memperlihatkan tampilan database pada domain *website*. Spesifikasi dari system database online yang dibuat adalah berikut:

Website : predictorcuacaonline.com
Server : predictorcuacaonline.com
Database : predikto_online
Username : predikto
Port : 3306

3.6 Pembuatan Software *User Interface*

Pada bagian ini akan dibuat *User Interface* untuk menampilkan hasil prediksi cuaca pada android menggunakan *Software* Android Studio. Ada sebuah halaman pada aplikasi yang dibuat, pada halaman ini ditampilkan nilai hasil prediksi, tanggal prediksi dan jam prediksi. Tampilan halaman tersebut dapat dilihat pada ***Gambar 3.12*** berikut:

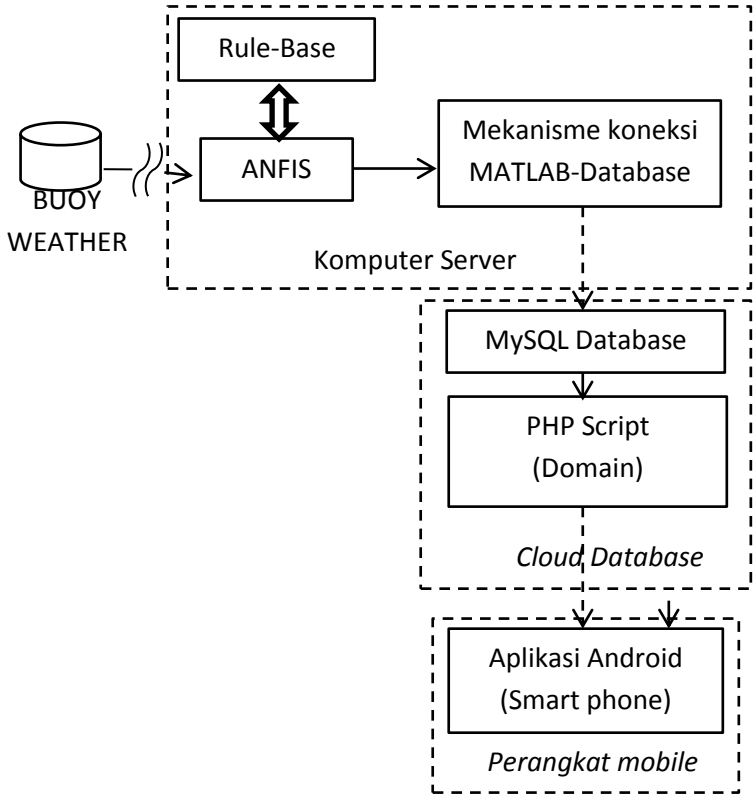


Gambar 3.12 Tampilan *user interface* ANDROID

User interface pada ***Gambar 3.12*** dibuat untuk mampu menampilkan hasil prediksi secara *online* dan *real time* sehingga mudah untuk digunakan dan *user friendly*. Terdapat tombol *refresh* yang dapat digunakan untuk meng-*update* hasil prediksi apabila data prediksi terbaru telah tersedia.

3.6 Interkoneksi Prediktor

Gambar berikut menunjukkan bagaimana keseluruhan system prediksi cuaca berjalan pada saat pengujian secara *real time*.



Gambar 3.13 Interkoneksi System Prediktor

Pada ***Gambar 3.13*** diatas terlihat bahwa system prediktor mendapatkan input dari luar (*external*). Pada saat *training* dan *testing offline* data ini didapat dari hasil pengukuran oleh BMKG. Namun pada saat simulasi *real time* data didapatkan secara langsung dari *prototype* BUOY Weather Type II melalui jaringan *wireless*. Proses transmisi untuk mengirim data dari Buoy

Weather kepada *computer server* diluar cakupan dari penelitian ini.

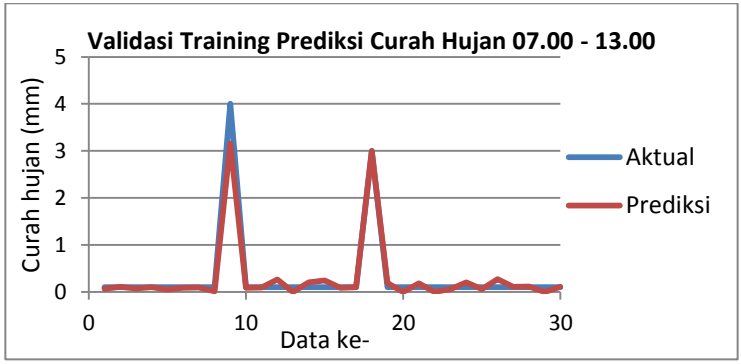
Data yang masuk tersebut kemudian diolah oleh program ANFIS yang terdapat di *computer server*. Pada program ANFIS telah terdapat pula *rule-base* yang didapat pada saat proses *training.* Keluaran dari program ini merupakan hasil prediksi cuaca yang akan ditampilkan. Hasil prediksi selanjutnya dikirim ke *cloud Database*. Terdapat script yang berfungsi untuk mengkoneksikan MATLAB dengan MySQL pada database. Selanjutnya aplikasi android akan mengakses data pada *url* PHP Script sehingga dapat ditampilkan.

BAB IV
ANALISIS DATA

Pada bab ini akan dibahas tentang validasi hasil prediksi (proses *testing* dan *training*) dan analisa perancangan prediktor ANFIS prediksi ketinggian gelombang, curah hujan, dan kecepatan angin.

4.1 Hasil Uji Curah Hujan *Offline*

Validasi prediksi curah hujan menggunakan data curah hujan tahun 2014 dan 2015. Data cuaca curah hujan terdiri dari data hujan berjumlah 705 data. Sebanyak 500 data digunakan dalam proses *training* dan 205 data dalam proses *testing*. Adapun hasil grafik validasi *training* prediksi curah hujan pukul 07.00 sampai 13.00 dapat dilihat pada ***Gambar 4.1*** berikut:

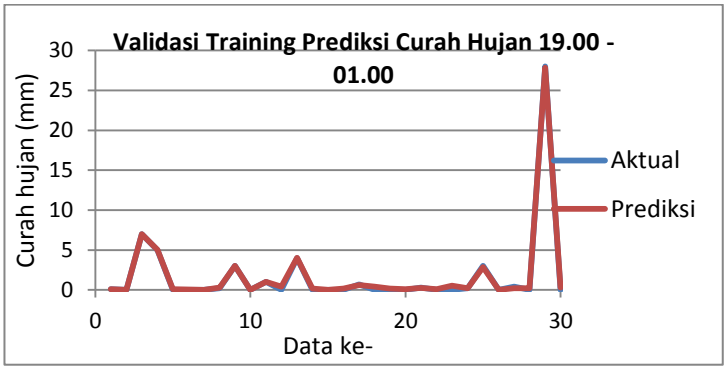


Gambar 4.1 Validasi *training* prediksi pukul 07.00-13.00

Dari grafik diatas terlihat bahwa prediksi curah hujan pukul 07.00-13.00 memiliki hasil yang cukup akurat. Keluaran predictor mampu mengikuti pola dari data actual yang dimiliki. Sedangkan grafik validasi *training* pukul 13.00-19.00 dapat dilihat pada ***Gambar 4.2*** berikut:

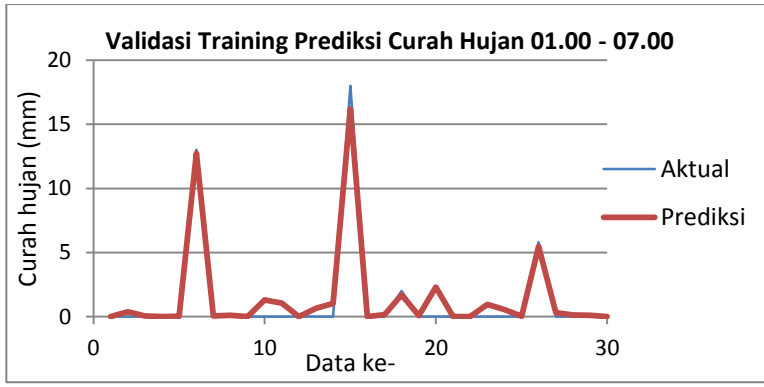
Gambar 4.2 Validasi *training* prediksi pukul 13.00-19.00

Pada gambar terlihat prediksi masih cukup akurat dan sesuai dengan pola data actual. Grafik validasi *training* pukul 19.00-01.00 dapat dilihat pada ***Gambar 4.3*** berikut:



Gambar 4.3 Validasi *training* prediksi pukul 19.00-01.00

Pada gambar tersebut terlihat akurasi prediktor menurun sehingga *error* yang dihasilkan bertambah besar. Pada beberapa bagian pola curah hujan prekdiksi tidak sesuai dengan actual. Grafik validasi *training* pukul 01.00-07.00 dapat dilihat pada ***Gambar 4.4*** berikut:



Gambar 4.4 Validasi *training* prediksi pukul 01.00-07.00

Pada gambar dapat dilihat grafik hasil prediksi curah hujan pukul 01.00-07.00. Jika dibandingkan dengan hasil prediksi pada rentang waktu yang lainnya maka hasil prediksi rentang ini memiliki *error* yang terbesar. Dari grafik juga terlihat bahwa pola curah hujan prediksi banyak yang tidak sesuai dengan aktual seperti terlihat pada data ke 16 dan data ke 27 dimana hasil prediksi lebih rendah dari data aktual.

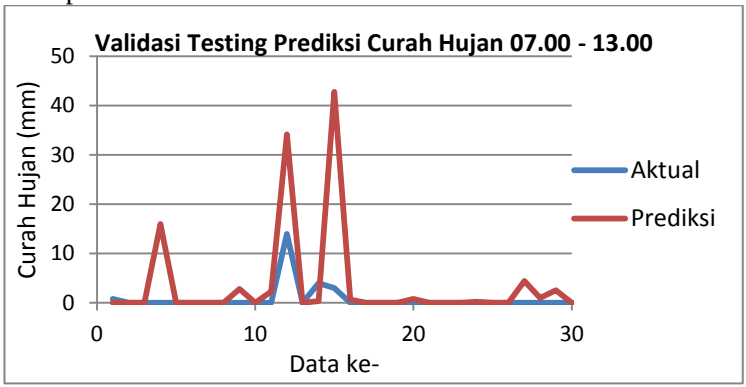
Hasil prediksi secara numerik tersebut diubah menjadi linguistik dan disesuaikan dengan klasifikasi cuaca berdasarkan curah hujan seperti pada ***Tabel 3. 7*** yaitu cerah/sangat ringan, hujan ringan, hujan sedang, hujan lebat, dan hujan sangat lebat. Dari hasil numerik dan linguistik ini selanjutnya dapat dihitung akurasi hasil prediksi serta RMSE-nya. Adapun hasil lengkap validasi curah hujan *training* dapat di lihat pada ***Tabel 4.1***:

Tabel 4.1 Hasil validasi *training* curah hujan

No	Prediksi (Jam)	Jumlah Data Validasi	Akurasi Prediksi (%)	RMSE
1	07.00-13.00	500	99.800	0.137
2	13.00-19.00	500	94.411	0.672
3	19.00-01.00	500	99.002	0.240
4	01.00-07.00	500	96.806	0.517

Dari ***Tabel 4.1*** dapat dilihat bahwa system telah dapat memprediksi data *training* dengan baik. Nilai RMSE terkecil didapat sebesar 0.137 dan yang terbesar 0.672.

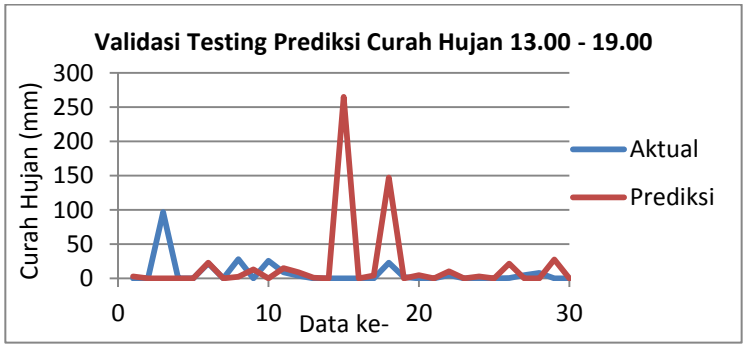
Selain proses *training* dilakukan pula proses *testing* yaitu dengan memberikan inputan data lain yang tidak digunakan pada saat *training*. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran performansi system saat digunakan untuk memprediksi cuaca actual. Hasil validasi *testing* prediksi pukul 07.00-13.00 dapat dilihat pada ***Gambar 4.5*** berikut:



Gambar 4.5 Validasi *testing* prediksi pukul 07.00-13.00

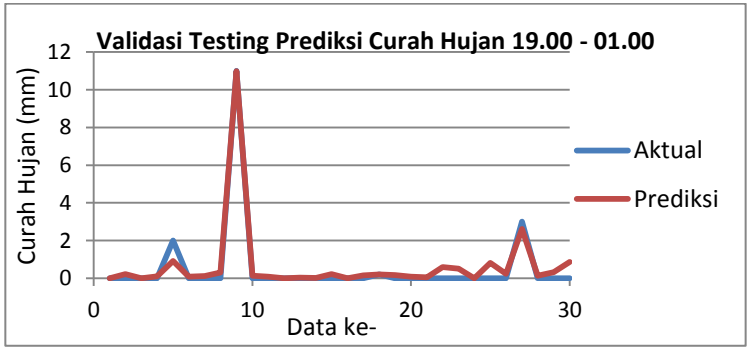
Dari gambar terlihat *error* yang dihasilkan cukup besar, pola curah hujan prediksi juga banyak yang tidak sesuai dengan pola

actual seperti pada data ke 3, 12 dan 16 dimana hasil prediksi jauh lebih rendah dari nilai aktual. Hasil validasi *testing* prediksi pukul 13.00-19.00 dapat dilihat pada ***Gambar 4.6***.



Gambar 4.6 Validasi *testing* prediksi pukul 13.00-19.00

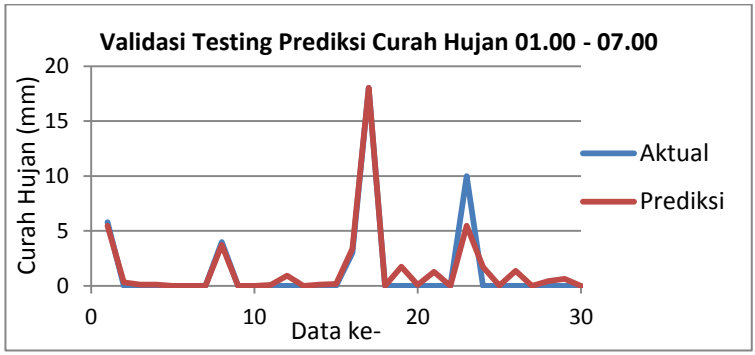
Pada ***Gambar 4.6*** hasil prediksi memiliki *error* yang tinggi terutama pada rentang data ke 15 dan 20. Pola pada rentang tersebut tidak sesuai dengan pola data actual. Hasil validasi *testing* prediksi pukul 19.00-01.00 dapat dilihat pada ***Gambar 4.7.***



Gambar 4.7 Validasi *testing* prediksi pukul 19.00-01.00

Pada ***Gambar 4.7*** terlihat bahwa prediktor tidak mampu memberikan hasil yang baik walaupun pola curah hujan

cenderung stabil. Masih terdapat kesalahan prediksi pada data ke-5 dan data ke-27.



Gambar 4.8 Validasi *testing* prediksi pukul 01.00-07.00

Pada ***Gambar 4.8*** terlihat bahwa hasil prediksi pukul 01.00-07.00 masih kurang akurat. Pada data ke 23 terjadi selisih yang besar antara hasil prediksi dan data actual. Secara lengkap hasil validasi proses *testing* dapat dilihat pada ***Tabel 4.2***:

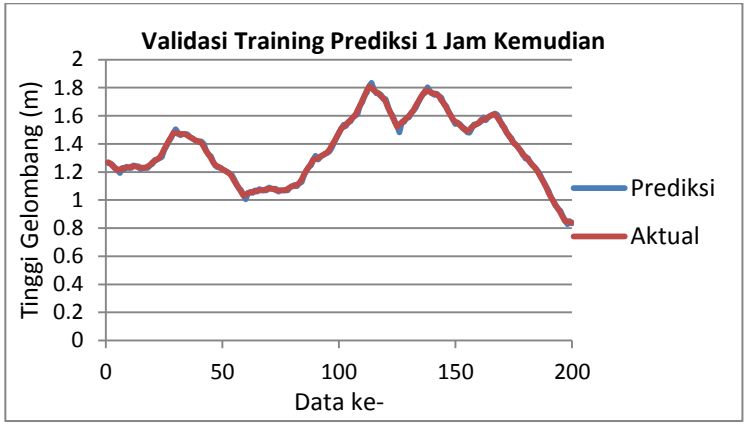
Tabel 4.2 Hasil validasi *testing* curah hujan

No	Prediksi (Jam)	Jumlah Data Validasi	Akurasi Prediksi (%)	RMSE
1	07.00-13.00	205	85.366	0.183
2	13.00-19.00	205	67.805	23.920
3	19.00-01.00	205	80.976	44.832
4	01.00-07.00	205	71.219	13.790

Dari ***Tabel 4.2*** dapat dilihat bahwa system memberikan hasil dengan kesesuaian yang kurang baik saat diberikan data *testing* jika dibandingkan proses *training*, rata-rata akurasi prediktor sebesar 76.34%. Nilai RMSE terkecil didapat sebesar 0.183 dan yang terbesar 44.832.

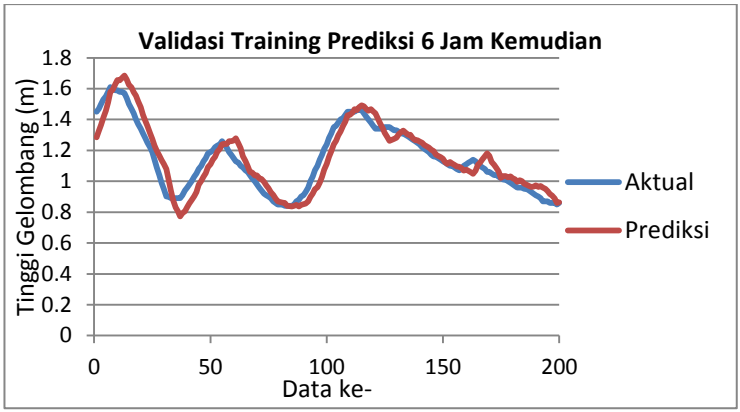
4.2 Hasil Uji Ketinggian Gelombang *Offline*

Validasi prediksi tinggi gelombang menggunakan data tinggi gelombang tiap jam pada tahun 2014 dan 2015. Dari data 2 tahun tersebut diambil 780 data sebagai data *testing* sedangkan sisanya sebagai data *training*. Adapun hasil grafik prediksi tinggi gelombang satu jam kedepan proses *training* dapat dilihat pada ***Gambar 4.9*** berikut:



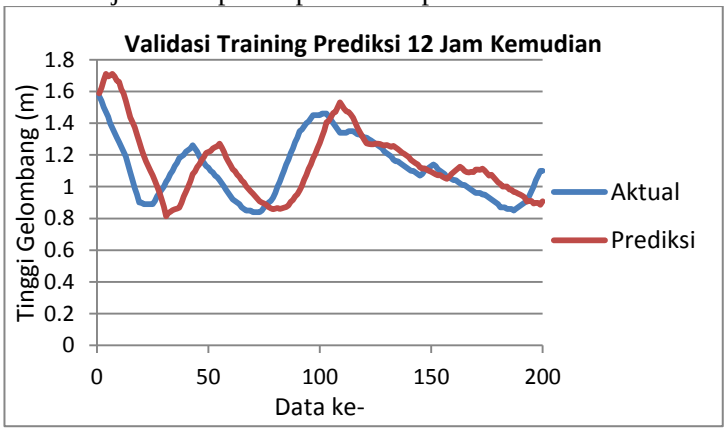
Gambar 4.9 Validasi *training* prediksi tinggi gelombang 1 jam kemudian

Dari ***Gambar 4.9*** terlihat prediksi ketinggian gelombang memiliki akurasi yang sangat baik. Hal ini terlihat dari pola grafik hasil prediksi yang terlihat sesuai dengan pola ketinggian gelombang aktual dan memiliki *error* yang kecil. Sedangkan hasil grafik prediksi tinggi gelombang 6 jam kedepan proses *training* dapat dilihat pada ***Gambar 4.10*** berikut:



Gambar 4.10 Validasi *training* prediksi tinggi gelombang 6 jam kemudian

Dari ***Gambar 4.10*** diatas terlihat pola tinggi gelombang masih mampu diprediksi dengan baik, namun pola hasil terlihat sedikit tertinggal dari pola aktual. Sedangkan hasil *training* prediksi 12 jam kedepan dapat dilihat pada ***Gambar 4.11*** :



Gambar 4.11 Validasi *training* prediksi tinggi gelombang 12 jam kemudian

Pada ***Gambar 4.11*** dapat dilihat grafik hasil prediksi tinggi gelombang 12 jam ke depan. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa pola tinggi gelombang hasil tertinggal dari pola tinggi gelombang aktual. Hal ini membuat kesalahan prediksi menjadi lebih besar dibandingkan dengan prediksi tinggi gelombang 1 dan 6 jam kedepan.

Selain hasil prediksi secara numerik dihitung pula hasil prosentase keakuratan yang disesuaikan dengan klasifikasi tinggi gelombang seperti pada ***Tabel*** 3. 9 yaitu *glassy, rippled, wavelets, slight, moderate, rough, very rough*. Adapun hasil lengkap validasi tinggi gelombang laut *training* dapat di lihat pada ***Tabel 4.3.***

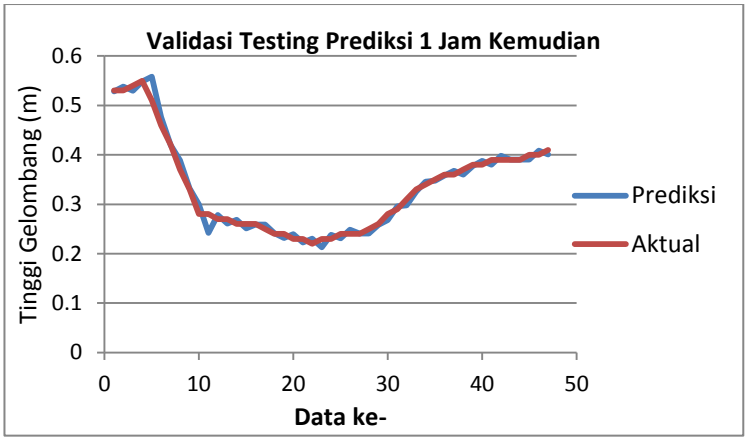
Tabel 4.3 Hasil validasi *training* tinggi gelombang

No	Prediksi (Jam)	Jumlah Data Validasi	Akurasi Prediksi (%)	RMSE
1	1	7994	98.671	0.011
2	2	7992	97.998	0.021
3	3	7990	96.496	0.035
4	4	7988	94.629	0.050
5	5	7986	92.750	0.065
6	6	7984	91.245	0.080
7	7	7982	89.589	0.094
8	8	7980	88.346	0.107
9	9	7978	87.140	0.119
10	10	7976	86.146	0.130
11	11	7974	85.327	0.140
12	12	7972	84.772	0.148

Pada hasil pengujian dapat terlihat system ANFIS dapat memprediksi dengan baik pada 1 jam ke depan dan mengalami terus penurunan performa hingga pada prediksi 12 jam kedepan. Dapat disimpulkan system prediktor memberikan hasil

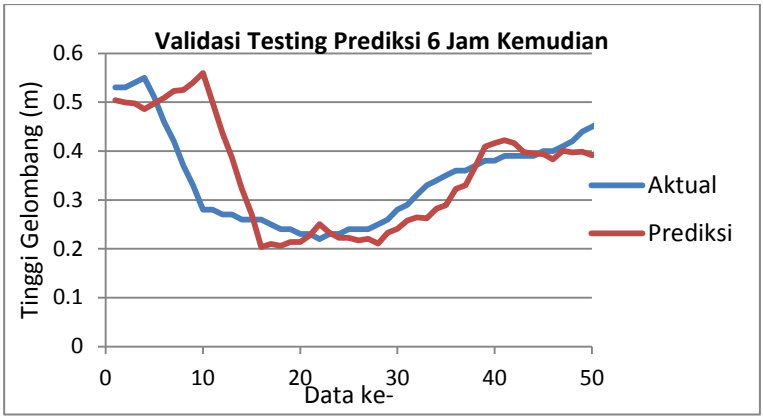
prediksi tinggi gelombang paling tinggi untuk prediksi satu jam ke depan. Nilai RMSE terkecil didapat sebesar 0.011 dan yang terbesar 0.148.

Pada penelitian ini selanjutnya dilakukan validasi hasil *testing* yaitu pengujian prediktor 1 jam sampai dengan 12 jam ke depan. Data yang digunakan sebanyak 780 data diluar data *training*. Hasil prediksi data *testing* 1 jam kedepan dapat terlihat pada ***Gambar 4.12*** berikut:

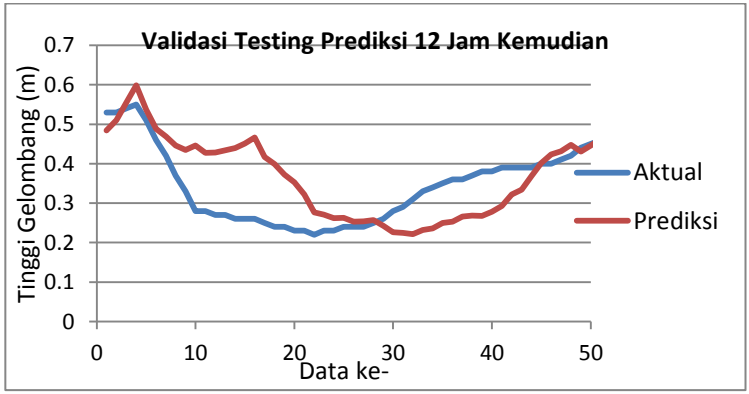


Gambar 4.12 Validasi *testing* prediksi tinggi gelombang 1 jam kemudian

Dari ***Gambar 4.12*** diatas terlihat hasil prediksi sangat baik dengan pola yang sesuai dan *error* kecil. Hasil prediksi data *testing* 6 jam kedepan dan 12 jam kedepan dapat terlihat pada ***Gambar 4.13*** dan ***Gambar 4.14*** berikut:



Gambar 4.13 Validasi *testing* prediksi tinggi gelombang 6 jam kemudian



Gambar 4.14 Validasi *testing* prediksi tinggi gelombang 12 jam kemudian

Dari ***Gambar 4.13*** terlihat bahwa hasil prediksi kurang baik karena pola prediksi tertinggal dari aktual, dibandingkan dengan prediksi 1 jam kedepan *error* yang dimiliki lebih besar. Namun hasil ini lebih baik dari prediksi 12 jam kedepan. Terlihat pada ***Gambar 4.14*** dapat dilihat bahwa prediktor tinggi gelombang 12 jam kemudian mengalami penurunan performansi yang sangat

besar jika dibandingkan dengan prediksi 1 jam kedepan. Secara lengkap hasil validasi tinggi gelombang laut *testing* dapat di lihat pada ***Tabel 4.4*** berikut:

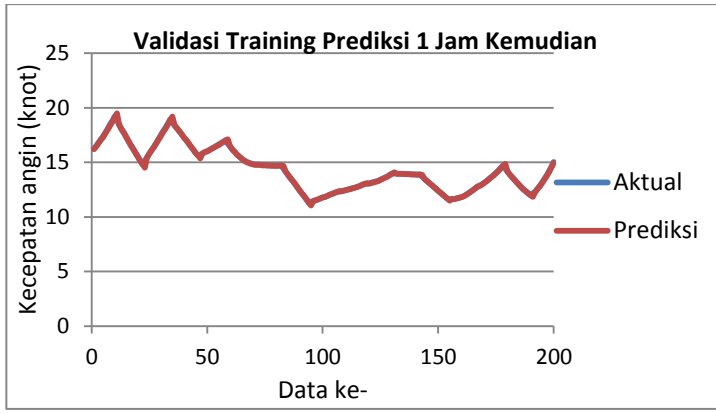
Tabel 4.4 Hasil validasi *testing* tinggi gelombang

No	Prediksi (Jam)	Jumlah Data Validasi	Akurasi Prediksi (%)	RMSE
1	1	780	96.538	0.014
2	2	780	92.051	0.022
3	3	780	88.974	0.037
4	4	780	87.436	0.053
5	5	780	83.077	0.069
6	6	780	79.872	0.082
7	7	780	76.538	0.099
8	8	780	75.513	0.114
9	9	780	72.179	0.130
10	10	780	70.128	0.147
11	11	780	68.462	0.162
12	12	780	65.769	0.176

Dari ***Tabel 4.4*** dapat disimpulkan prediktor ketinggian gelombang memiliki akurasi yang baik dengan akurasi terbesar 96.538% dan terkecil 65.769%, serta rata-rata akurasi prediktor sebesar 79.712. RMSE terkecil 0.014 dan terbesar 0.176.

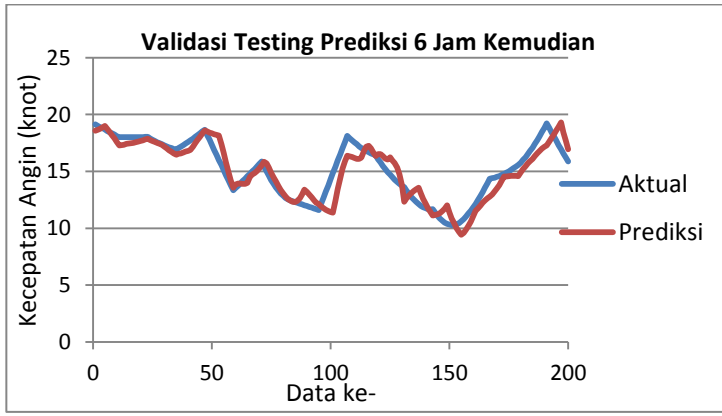
4.3 Hasil Uji Kecepatan Angin *Offline*

Validasi prediksi kecepatan angin menggunakan data kecepatan angin tahun 2014 dan 2015. Dari data 2 tahun tersebut diambil sebanyak 780 data sebagai data *testing* sedangkan sisanya sebagai data *training*. Hasil validasi *training* prediksi satu jam kedepan dapat dilihat pada ***Gambar 4.15*** berikut:

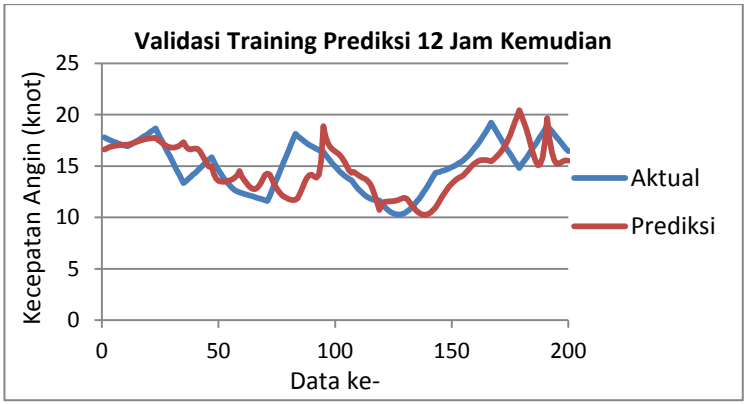


Gambar 4.15 Validasi *training* prediksi kecepatan angin 1 jam kemudian

Dari gambar terlihat bahwa prediksi kecepatan angin satu jam kedepan memiliki hasil yang akurat. Hasil validasi *training* prediksi 6 jam dan 12 jam kedepan dapat dilihat pada ***Gambar 4.16*** dan ***Gambar 4.17*** berikut:



Gambar 4.16 Validasi *training* prediksi kecepatan angin 6 jam kemudian



Gambar 4.17 Validasi *training* prediksi kecepatan angin 12 jam kemudian

Dari ***Gambar 4.16*** terlihat bahwa pola prediksi sedikit tertinggal dari pola aktual data seperti yang terjadi pada prediktor tinggi gelombang. Namun *error* yang dihasilkan masih kecil. Sedangkan dari ***Gambar 4.17*** terlihat bahwa pola hasil prediksi semakin tertinggal. Hal ini akan menghasilkan *error* yang semakin besar. Secara lengkap hasil validasi kecepatan angin laut *training* dapat di lihat ***Tabel 4.5*** pada berikut:

Tabel 4.5 Hasil validasi *training* kecepatan angin

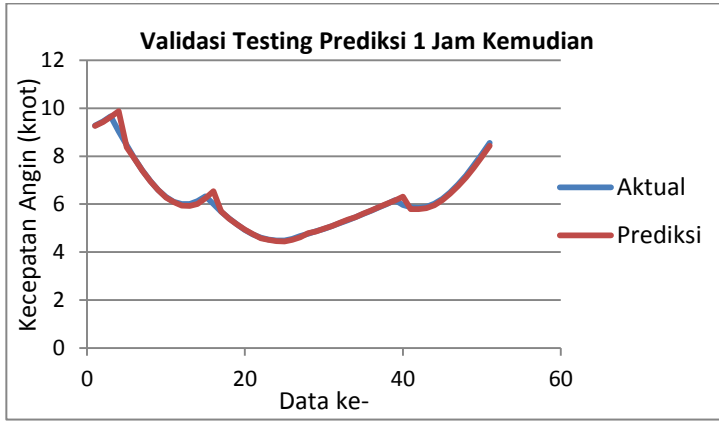
No	Prediksi (Jam)	Jumlah Data Validasi	Akurasi Prediksi (%)	RMSE
1	1	7994	97.273	0.161
2	2	7990	93.542	0.280
3	3	7986	91.635	0.451
4	4	7982	86.908	0.633
5	5	7978	83.028	0.810
6	6	7974	79.634	0.979

Tabel 4.5 Lanjutan

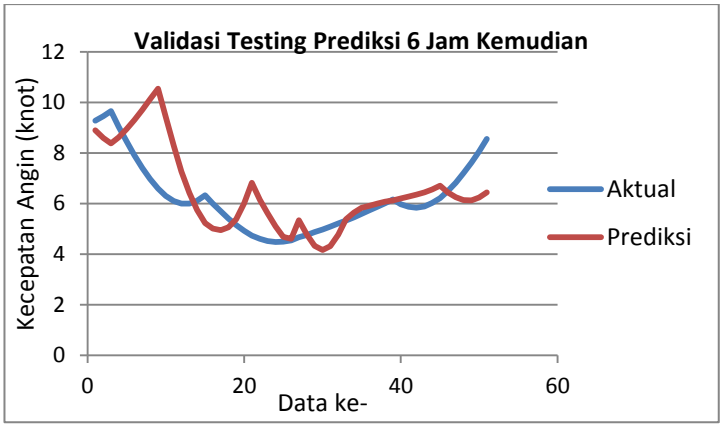
No	Prediksi (Jam)	Jumlah Data Validasi	Akurasi Prediksi (%)	RMSE
7	7	7970	75.847	1.127
8	8	7966	71.918	1.314
9	9	7962	68.337	1.526
10	10	7958	65.180	1.640
11	11	7954	64.558	1.676
12	12	7950	65.232	1.701

Dari ***Tabel 4.5*** terlihat prediksi kecepatan angin baik untuk waktu yang dekat dibawah 5 jam sedangkan untuk waktu yang lama lebih dari 5 jam hasilnya kurang baik. RMSE terkecil didapat 0.161 dan terbesar 1.701.

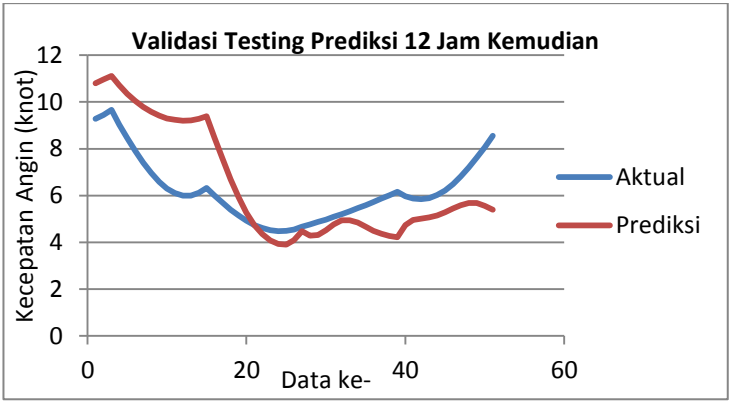
Sedangkan validasi hasil (*testing*) yaitu pengujian prediktor 1 jam sampai dengan 12 jam ke depan. Data yang digunakan sebanyak 780 data diluar data training. Hasil prediksi data *testing* 1 jam 6 jam dan 12 jam kedepan dapat terlihat pada ***Gambar 4.18***, ***Gambar 4.19***, dan ***Gambar 4.20*** berikut:



Gambar 4.18 Validasi *testing* prediksi kecepatan angin 1 jam kemudian



Gambar 4.19 Validasi *testing* prediksi kecepatan angin 6 jam kemudian



Gambar 4.20 Validasi *testing* prediksi kecepatan angin 12 jam kemudian

Dari ***Gambar 4.18*** terlihat pola hasil prediksi dan data aktual masih sesuai. Sedangkan pada ***Gambar 4.19*** terlihat bahwa hasil prediksi kurang baik karena pola prediksi tertinggal dari actual. Namun hasil ini lebih baik jika dibandingkan dengan hasil

prediksi 12 jam kedepan. Pada ***Gambar 4.20*** dapat dilihat bahwa prediktor tinggi gelombang 12 jam kemudian mengalami penurunan performansi jika dibandingkan dengan prediksi 1 jam kedepan.

Secara lengkap hasil validasi tinggi gelombang laut *testing* dapat di lihat pada ***Tabel 4.6*** berikut:

Tabel 4.6 Hasil validasi *testing* kecepatan angin

No	Prediksi (Jam)	Jumlah Data Validasi	Akurasi Prediksi (%)	RMSE
1	1	780	92.051	0.333
2	2	780	87.564	0.337
3	3	780	88.846	0.562
4	4	780	82.692	0.783
5	5	780	78.846	1.014
6	6	780	75.897	1.188
7	7	780	72.692	1.311
8	8	780	70.513	1.427
9	9	780	67.949	1.559
10	10	780	61.923	1.670
11	11	780	63.461	1.677
12	12	780	60.641	1.673

Dari kedua tabel dapat disimpulkan prediktor kecepatan angin memiliki akurasi yang baik untuk 1 sampai 5 jam kedepan, namun kurang baik untuk 6 sampai 12 jam kedepan. Akurasi rata-rata yang diperoleh sebesar 75.25%. RMSE terkecil didapat sebesar 0.333 dan terbesar 1.673.

4.4 Hasil perbandingan dengan metode Fuzzy.

Hasil perbandingan hasil prediktor metode ANFIS ini dengan prediktor metode Fuzzy yang telah ada sebelumnya dapat dilihat pada ***Tabel 4. 7.*** Tabel tersebut adalah perbandingan prosentase

keakuratan prediktor ANFIS dengan prediktor Fuzzy. Spesifikasi prediktor berbeda dalam menyediakan data hasil prediksi, pada metode ANFIS hasil dinyatakan dalam seperempat hari, sedangkan dalam metode fuzzy hasil dinyatakan dalam I jam kedepan. Sebagai perbandingan dapat langsung dilihat rata-rata akurasi prediktor.

Tabel 4. 7 Perbandingan akurasi predictor curah hujan metode ANFIS dan FUZZY

Prediktor ANFIS			Prediktor Fuzzy		
No	Prediksi (Pukul)	Akurasi Prediksi (%)	No	Prediksi (Jam) kedepan	Akurasi Prediksi (%)
1	07.00-13.00	85.366	1	1	87.34
			2	3	86.94
2	13.00-19.00	67.805	3	6	86.67
3	19.00-01.00	80.976	4	12	86.27
4	01.00-07.00	80.976	5	24	86.25
Rata-rata		78.781	Rata-rata		86.694

Tabel 4.8 Perbandingan akurasi predictor tinggi gelombang metode ANFIS dan FUZZY

Prediktor ANFIS			Prediktor Fuzzy		
No	Prediksi (Jam) kedepan	Akurasi Prediksi (%)	No	Prediksi (Jam) kedepan	Akurasi Prediksi (%)
1	1	96.538	1	1	91.25
2	2	92.051	2	3	90.98
3	3	88.974	3	6	89.9
4	4	87.436	4	12	87.88
5	5	83.077	5	24	84.38
6	6	79.872			
7	7	76.538			

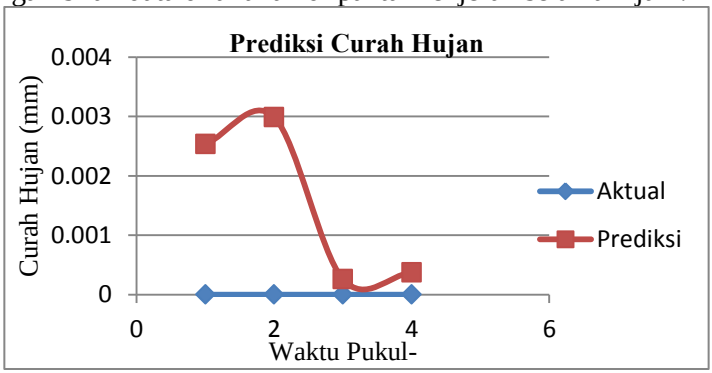
Tabel 4.8 Lanjutan

Prediktor ANFIS			Prediktor Fuzzy		
No	Prediksi (Jam) kedepan	Akurasi Prediksi (%)	No	Prediksi (Jam) kedepan	Akurasi Prediksi (%)
8	8	75.513			
9	9	72.179			
10	10	70.128			
11	11	68.462			
12	12	65.769			

Dari ***Tabel 4.8*** diatas juga terlihat bahwa prediksi 1 jam kedepan metode ANFIS lebih baik dari metode Fuzzy. Namun pada prediksi 3 jam, 6 jam dan 12 jam kemudian metode ANFIS kurang baik dari metode Fuzzy. Namun jumlah prediktor dari kedua penelitian berbeda sehingga untuk membandingkan hasil prediksi dapat menggunakan hasil prediksi pada jam yang sama.

4.5 Hasil Uji *Real-Time*

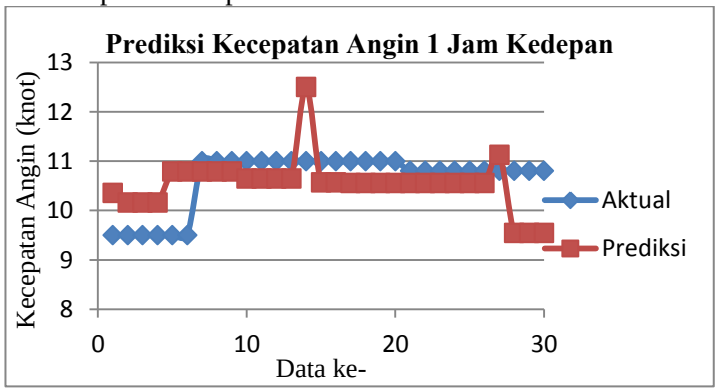
Pada simulasi ini prediktor diberi masukan data hasil dari pengukuran langsung oleh Prototype Buoy Weather Type II. Pengambilan data dilakukan di pantai kenjeran selama 4 jam.



Gambar 4.21 Grafik prediksi Curah hujan 24 jam kedepan

Dari ***Gambar 4.21*** diatas dapat dilihat grafik perbandingan hasil prediksi curah hujan dengan hasil pengukuran actual. Terlihat bahwa hasil prediksi berubah-ubah selama 24 jam sedangkan hasil pengukuran menunjukkan nilai nol karena tidak ada hujan. Namun selisih dari hasil prediksi dan pengukuran tidak begitu besar dan masih masuk dalam kategori yang sama yaitu CERAH sesuai dengan ***Tabel 3. 7*** sehingga prosentase keakuratannya 100% dan RMSE 0.002.

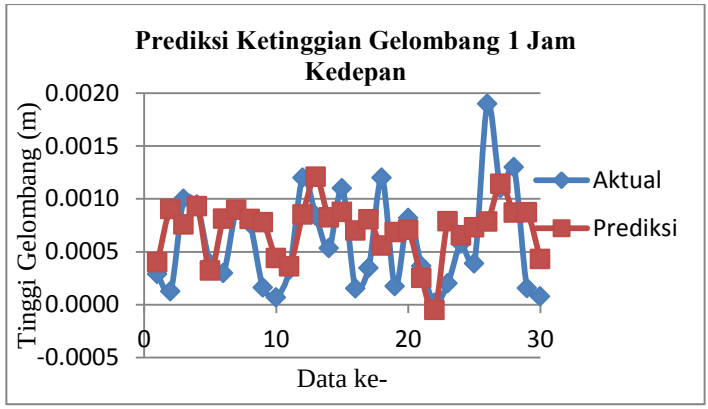
Prediksi kecepatan angin dari data sebanyak 5520 didapatkan akurasi prediksi sebesar 70,47% dan RMSE 1,14. grafik hasil prediksi dapat dilihat pada ***Gambar 4.22*** berikut:



Gambar 4.22 Grafik prediksi kecepatan angin *Real-Time* 1 jam kedepan

Dari ***Gambar 4.22*** diatas terlihat bahwa prediktor kurang baik dalam memprediksi kecepatan angin sehingga *error* yang dihasilkan cukup besar.

Sedangkan prediksi ketinggian gelombang didapatkan akurasi 100% dan RMSE 0.0011. grafik hasil prediksi serta hasil pengukuran aktuan dapat dilihat pada ***Gambar 4.23.*** akurasi prediksi mencapai 100% karena ketinggian gelombang didaerah pantai kenjeran tempat melakukan simulasi hanya masuk dalam kategori *GLASSY* sesuai dengan ***Tabel 3. 9.***



Gambar 4.23 Grafik prediksi tinggi gelombang *Real-Time* 1 jam kedepan

Selain itu pada simulasi ini diuji pula system predictor secara menyeluruh. Program ANFIS pada MATLAB dapat bekerja dengan baik dan mampu memproses data masukan dengan waktu sekitar 4 detik. Sedangkan proses pengiriman data keluaran dari predictor menuju database online pada domain web dibutuhkan waktu 2 detik (pada kondisi tanpa gangguan internet). Program *user interface* di ANDROID dapat segera ter-*update* seketika pada saat dilakukan *refresh.* Sehingga secara keseluruhan predictor cuaca ini dapat berjalan dengan baik dan dapat ditampilkan secara *online* dan *realtime.*

Halaman sengaja dikosongkan

LAMPIRAN 1
Kode program MATLAB

```
clc;clear all
tic
%Read semua fis yang ada:
%FIS WIND SPEED
fisws_1 = readfis('WindSpeed(t+1)-Trained');
fisws_2 = readfis('WindSpeed(t+2)-Trained');
fisws_3 = readfis('WindSpeed(t+3)-Trained');
fisws_4 = readfis('WindSpeed(t+4)-Trained');
fisws_5 = readfis('WindSpeed(t+5)-Trained');
fisws_6 = readfis('WindSpeed(t+6)-Trained');
fisws_7 = readfis('WindSpeed(t+7)-Trained');
fisws_8 = readfis('WindSpeed(t+8)-Trained');
fisws_9 = readfis('WindSpeed(t+9)-Trained');
fisws_10 = readfis('WindSpeed(t+10)-Trained');
fisws_11 = readfis('WindSpeed(t+11)-Trained');
fisws_12 = readfis('WindSpeed(t+12)-Trained');
%FIS WAVE HEIGHT
fiswh_1 = readfis('Wave-High2(t+1)-Trained');
fiswh_2 = readfis('Wave-High2(t+2)-Trained');
fiswh_3 = readfis('Wave-High2(t+3)-Trained');
fiswh_4 = readfis('Wave-High2(t+4)-Trained');
fiswh_5 = readfis('Wave-High2(t+5)-Trained');
fiswh_6 = readfis('Wave-High2(t+6)-Trained');
fiswh_7 = readfis('Wave-High2(t+7)-Trained');
fiswh_8 = readfis('Wave-High2(t+8)-Trained');
fiswh_9 = readfis('Wave-High2(t+9)-Trained');
fiswh_10 = readfis('Wave-High2(t+10)-Trained');
fiswh_11 = readfis('Wave-High2(t+11)-Trained');
fiswh_12 = readfis('Wave-High2(t+12)-Trained');
%FIS CURAH HUJAN
fisch_6 = readfis('Curah_hujan_new_ruled(07-13)auto');
fisch_12 = readfis('Curah_hujan_new_ruled(13-19)auto');
fisch_18 = readfis('Curah_hujan_new_ruled(19-01)auto');
fisch_24 = readfis('Curah_hujan_new_ruled(01-07)auto');
```

```
%input diberikan secara manual
%Evaluasi FIS dan berikan hasil output berikut:
outws_1a = evalfis([ws_3 ws_2 ws_1 ws_0],fisws_1);
outws_2a = evalfis([ws_6 ws_4 ws_2 ws_0],fisws_2);
outws_3a = evalfis([ws_9 ws_6 ws_3 ws_0],fisws_3);
outws_4a = evalfis([ws_12 ws_8 ws_4 ws_0],fisws_4);
outws_5a = evalfis([ws_15 ws_10 ws_5 ws_0],fisws_5);
outws_6a = evalfis([ws_18 ws_12 ws_6 ws_0],fisws_6);
outws_7a = evalfis([ws_21 ws_14 ws_7 ws_0],fisws_7);
outws_8a = evalfis([ws_24 ws_16 ws_8 ws_0],fisws_8);
outws_9a = evalfis([ws_27 ws_18 ws_9 ws_0],fisws_9);
outws_10a = evalfis([ws_30 ws_20 ws_10 ws_0],fisws_10);
outws_11a = evalfis([ws_33 ws_22 ws_11 ws_0],fisws_11);
outws_12a = evalfis([ws_36 ws_24 ws_12 ws_0],fisws_12);

%Evaluasi FIS dan berikan hasil output berikut:
%Fungsi input wave height fis adalah [wh_0 wh_i ws_0]
outwh_1a = evalfis([wh_0 wh_1 ws_0],fiswh_1);
outwh_2a = evalfis([wh_0 wh_2 ws_0],fiswh_2);
outwh_3a = evalfis([wh_0 wh_3 ws_0],fiswh_3);
outwh_4a = evalfis([wh_0 wh_4 ws_0],fiswh_4);
outwh_5a = evalfis([wh_0 wh_5 ws_0],fiswh_5);
outwh_6a = evalfis([wh_0 wh_6 ws_0],fiswh_6);
outwh_7a = evalfis([wh_0 wh_7 ws_0],fiswh_7);
outwh_8a = evalfis([wh_0 wh_8 ws_0],fiswh_8);
outwh_9a = evalfis([wh_0 wh_9 ws_0],fiswh_9);
outwh_10a = evalfis([wh_0 wh_10 ws_0],fiswh_10);
outwh_11a = evalfis([wh_0 wh_11 ws_0],fiswh_11);
outwh_12a = evalfis([wh_0 wh_12 ws_0],fiswh_12);

    outch_6a = evalfis([in_1 in_2 in_3 in_4 in_5 in_6],fisch_6);
    outch_12a = evalfis([in_1 in_2 in_3 in_4 in_5 in_6],fisch_12);
    outch_18a = evalfis([in_1 in_2 in_3 in_4 in_5 in_6],fisch_18);
    outch_24a = evalfis([in_1 in_2 in_3 in_4 in_5 in_6],fisch_24);
```

```
%Pembulatan ke angka desimal 2
outwh_1 = round((outwh_1a*100)/100);
outwh_2 = round((outwh_2a*100)/100);
outwh_3 = round((outwh_3a*100)/100);
outwh_4 = round((outwh_4a*100)/100);
outwh_5 = round((outwh_5a*100)/100);
outwh_6 = round((outwh_6a*100)/100);
outwh_7 = round((outwh_7a*100)/100);
outwh_8 = round((outwh_8a*100)/100);
outwh_9 = round((outwh_9a*100)/100);
outwh_10 = round((outwh_10a*100)/100);
outwh_11 = round((outwh_11a*100)/100);
outwh_12 = round((outwh_12a*100)/100);

outws_1 = round((outws_1a*100)/100);
outws_2 = round((outws_2a*100)/100);
outws_3 = round((outws_3a*100)/100);
outws_4 = round((outws_4a*100)/100);
outws_5 = round((outws_5a*100)/100);
outws_6 = round((outws_6a*100)/100);
outws_7 = round((outws_7a*100)/100);
outws_8 = round((outws_8a*100)/100);
outws_9 = round((outws_9a*100)/100);
outws_10 = round((outws_10a*100)/100);
outws_11 = round((outws_11a*100)/100);
outws_12 = round((outws_12a*100)/100);

outch_6 = round((outch_6a*100)/100);
outch_12 = round((outch_12a*100)/100);
outch_18 = round((outch_18a*100)/100);
outch_24 = round((outch_24a*100)/100);

%SAVE DATA
ID = 2;
```

```
conn =
database('predikto_online','predikto_aas','12345wer','Vendor','My
SQL',...
        'Server','prediktorcuacaonline.com')
curs = exec(conn,'select * from online')
curs = fetch(curs)
curs.Data
 colnames =
{'ID','Tanggal','Jam','CH_6','CH_12','CH_18','CH_24','WH_1','W
H_2','WH_3','WH_4',...
'WH_5','WH_6','WH_7','WH_8','WH_9','WH_10','WH_11','WH_
12','WS_1','WS_2','WS_3','WS_4','WS_5',..
'WS_6','WS_7','WS_8','WS_9','WS_10','WS_11','WS_12','layak1',
'layak2','akhir'}

if (outwh_1<=0.5 & outwh_2<=0.5 & outwh_3<=0.5 &
outwh_4<=0.5 & outwh_5<=0.5 & outwh_6<=0.5 &
outwh_7<=0.5 & outwh_8<=0.5 & outwh_9<=0.5 &
outwh_10<=0.5 & outwh_11<=0.5 & outwh_12<=0.5)
   layak1 = 1;
else
   layak1 = 0;
end
if (outwh_1<=1.25 & outwh_2<=1.25 & outwh_3<=1.25 &
outwh_4<=1.25 & outwh_5<=1.25 & outwh_6<=1.25 &
outwh_7<=1.25 & outwh_8<=1.25 & outwh_9<=1.25 &
outwh_10<=1.25 & outwh_11<=1.25 & outwh_12<=1.25)
   layak2 = 1;
else
   layak2 = 0;
end
data = table(ID,{datestr(now,'yyyy-mm-
dd')},{datestr(now,'HH:MM:SS')},outch_6,outch_12,outch_18,ou
tch_24,outwh_1,outwh_2,outwh_3,outwh_4,outwh_5,...
outwh_6,outwh_7,outwh_8,outwh_9,outwh_10,outwh_11,outwh_
12,outws_1,outws_2,outws_3,outws_4,outws_5,outws_6,outws_7
```

```
,outws_8,outws_9,outws_10,outws_11,outws_12,layak1,layak2,0,
'VariableNames',colnames);
tablename = 'online'
insert(conn,tablename,colnames,data)
curs = exec(conn,'select * from online')
curs = fetch(curs)
curs.Data
tmr = toc
```

Halaman Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN 2
Kode Pada Android Layout utama:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<RelativeLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
   xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
   android:layout_width="match_parent"
   android:layout_height="match_parent"
   android:paddingBottom="@dimen/activity_vertical_margin"
android:paddingLeft="@dimen/activity_horizontal_margin"
android:paddingRight="@dimen/activity_horizontal_margin"
android:paddingTop="@dimen/activity_vertical_margin"
tools:context="com.example.heru.prediktorcuacaonline.MainActi
vity">
   <TextView
      android:layout_width="wrap_content"
      android:layout_height="wrap_content"
      android:text="Selamat Menggunakan Aplikasi Ini:"
      android:layout_alignParentTop="true"
      android:layout_toRightOf="@+id/icon"
      android:id="@+id/textView"
      android:layout_marginLeft="4dp"
      android:textIsSelectable="true" />
   <ImageView
      android:layout_width="60dp"
      android:layout_height="60dp"
      android:id="@+id/icon"
      android:src="@drawable/icon175x175"
      android:layout_alignParentTop="true"
      android:layout_alignParentLeft="true"
      android:layout_alignParentStart="true" />
   <Button
      android:layout_width="wrap_content"
      android:layout_height="wrap_content"
      android:text="Refresh"
```

```
        android:id="@+id/button"
        android:layout_below="@+id/textView"
        android:layout_toRightOf="@+id/icon"
        android:clickable="true"
        android:layout_marginLeft="5dp"
        android:textColor="#ffffff"
        android:background="#475e6f"
        android:onClick="getJSON"
        android:layout_alignBottom="@+id/tx_Jam" />
    <TextView
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
        android:text="Need Refresh"
        android:id="@+id/tx_Tanggal"
        android:layout_below="@+id/textView"
        android:layout_marginTop="5dp"
        android:layout_marginLeft="5dp"
        android:layout_toRightOf="@+id/button"/>
    <TextView
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
        android:text="Need Refresh"
        android:id="@+id/tx_Jam"
        android:layout_below="@+id/tx_Tanggal"
        android:layout_marginTop="2dp"
        android:layout_marginLeft="5dp"
        android:layout_toRightOf="@id/button" />
    <ScrollView
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:id="@+id/scrollView"
        android:layout_below="@+id/icon"
        android:layout_marginTop="9dp"
        android:layout_alignParentLeft="true"
```

```
        android:layout_alignParentStart="true" >
        <TableLayout
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="match_parent"
            android:stretchColumns="1">
            <TableRow
                android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
                android:background="#5b94f7">
                <TextView
android:layout_width="wrap_content"
                    android:layout_height="20dp"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                    android:text="       Prediksi"
                    android:textAlignment="center"
                    android:textColor="#ffffff" />

                <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                    android:text="Curah Hujan (mm)"
                    android:id="@+id/textView2"
                    android:textColor="#ffffff"
                    android:layout_column="1" />
            </TableRow>
            <TableRow
                android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
                <TextView
                    android:layout_width="90dp"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                    android:text="(06-13) :"
android:layout_alignParentLeft="true"
                    android:id="@+id/textView4" />
```

```
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
android:layout_alignParentRight="true"
                android:id="@+id/tx_CH_6"
                android:layout_column="1" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="(13-19) :"
                android:id="@+id/textView3" />
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_CH_12" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="(19-01) :"
                android:id="@+id/textView6" />
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
```

```
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_CH_18"
                android:layout_column="1"/>
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="(01-07) :"
                android:id="@+id/textView8" />
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_CH_24"
                android:layout_column="1"/>
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
            android:background="#5b94f7">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
                android:layout_height="20dp"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="      Prediksi"
                android:textAlignment="center"
                android:textColor="#ffffff"
                android:id="@+id/textView10" />
            <TextView
```

```
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Ketinggian Gelombang (m)"
                android:id="@+id/textView5"
                android:textColor="#ffffff"
                android:layout_column="1" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+1      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WH_1" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+2      :" />
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
```

```
                android:id="@+id/tx_WH_2" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+3      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WH_3" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+4      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WH_4" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
```

```
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+5      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WH_5" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+6      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WH_6" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+7      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
```

```
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WH_7" />
        </TableRow>
        <TableRow
           android:layout_width="match_parent"
           android:layout_height="match_parent">
           <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+8      :"/>
           <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WH_8" />
        </TableRow>
        <TableRow
           android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
           <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+9      :"/>
           <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WH_9" />
        </TableRow>
        <TableRow
```

```
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+10      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WH_10" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+11      :"/>
            <TextView
                android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WH_11" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
```

```
                android:text="T+12      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WH_12"/>
        </TableRow>
        <TableRow
           android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
            android:background="#5b94f7">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
                android:layout_height="20dp"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="       Prediksi"
                android:textAlignment="center"
                android:textColor="#ffffff" />
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Kecepatan Angin (m/s)"
                android:id="@+id/textView7"
                android:textColor="#ffffff"
                android:layout_column="1" />
        </TableRow>
        //Mulai sini untuk WindSpeed
        <TableRow
           android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
```

```
                android:text="T+1      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WS_1" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+2      :" />
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WS_2" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+3      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
```

```
                android:id="@+id/tx_WS_3" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+4      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WS_4" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+5      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WS_5" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
```

```
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+6      :" />

            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WS_6" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+7      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WS_7" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
              android:text="T+8      :"/>
            <TextView
```

```
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WS_8"
                android:layout_column="1" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+9      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"

android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WS_9"
                android:layout_column="1"/>
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+10      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
```

```
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WS_10"
                android:layout_column="1" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
                android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+11      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WS_11"
                android:layout_column="1" />
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="T+12      :"/>
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:id="@+id/tx_WS_12"
                android:layout_column="1" />
        </TableRow>
```

```
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
            android:background="#5b94f7">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
                android:layout_height="20dp"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="      0-7GT"
                android:textAlignment="center"
                android:textColor="#ffffff" />
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="Need Refresh"
                android:gravity="center"
                android:id="@+id/jsontest"
                android:textColor="#ffffff"
                android:layout_column="1"/>
        </TableRow>
        <TableRow
            android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
            android:background="#5b94f7">
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
                android:layout_height="20dp"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
                android:text="      8-34GT"
                android:textAlignment="center"
                android:textColor="#ffffff" />
            <TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
```

```
                android:text="Need Refresh"
                android:gravity="center"
                android:id="@+id/jsontest1"
                android:textColor="#ffffff"
                android:layout_column="1"/>
        </TableRow>
    </TableLayout>
</ScrollView>
</RelativeLayout>
```

LAMPIRAN 3
Kode pada Android MainActivity:

```
package com.example.heru.prediktorcuacaonline;
import android.app.Activity;
import android.os.AsyncTask;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;
import android.widget.TextView;
import java.io.BufferedReader;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.io.InputStreamReader;
import java.net.HttpURLConnection;
import java.net.MalformedURLException;
import java.net.URL;

public class MainActivity extends Activity {
   String JSON_STRING;
   @Override
   protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
      super.onCreate(savedInstanceState);
      setContentView(R.layout.activity_main);
   }

   public void getJSON (View view){
      new BackgroundTask().execute();
   }
   class BackgroundTask extends AsyncTask<Void, Void, String>
{
      String json_url;
      @Override
      protected void onPreExecute() {
         json_url =
"http://www.prediktorcuacaonline.com/json_get_data1.php";
      }
```

```
        @Override
        protected String doInBackground(Void... voids) {
            try {
                URL url = new URL(json_url);
                HttpURLConnection httpURLConnection =
(HttpURLConnection) url.openConnection();
                InputStream inputStream =
httpURLConnection.getInputStream();
                BufferedReader bufferedReader = new
BufferedReader(new InputStreamReader(inputStream));
                StringBuilder stringBuilder = new StringBuilder();
                while ((JSON_STRING = bufferedReader.readLine())!=
null){                    stringBuilder.append(JSON_STRING+"\n");
                }
                bufferedReader.close();
                inputStream.close();
                httpURLConnection.disconnect();
                return stringBuilder.toString().trim();
            } catch (MalformedURLException e) {
                e.printStackTrace();
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace();
            }
            return null;
        }
        @Override
        protected void onProgressUpdate(Void... values) {
            super.onProgressUpdate(values);
        }
        @Override
        protected void onPostExecute(String result) {
            //Tampilkan
            TextView textView1 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_Tanggal);
            TextView textView2 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_Jam);
```

```
        TextView textView3 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_CH_6);
        TextView textView4 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_CH_12);
        TextView textView5 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_CH_18);
        TextView textView6 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_CH_24);
        TextView textView7 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WH_1);
        TextView textView8 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WH_2);
        TextView textView9 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WH_3);
        TextView textView10 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WH_4);
        TextView textView11 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WH_5);
        TextView textView12 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WH_6);
        TextView textView13 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WH_7);
        TextView textView14 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WH_8);
        TextView textView15 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WH_9);
        TextView textView16 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WH_10);
        TextView textView17 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WH_11);
        TextView textView18 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WH_12);
        TextView textView19 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WS_1);
        TextView textView20 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WS_2);
```

```
        TextView textView21 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WS_3);
        TextView textView22 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WS_4);
        TextView textView23 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WS_5);
        TextView textView24 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WS_6);
        TextView textView25 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WS_7);
        TextView textView26 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WS_8);
        TextView textView27 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WS_9);
        TextView textView28 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WS_10);
        TextView textView29 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WS_11);
        TextView textView30 =
(TextView)findViewById(R.id.tx_WS_12);
        TextView textView31 = (TextView)
findViewById(R.id.jsontest);
        TextView textView32 = (TextView)
findViewById(R.id.jsontest1);
        String[] parts = result.split(":|\\,");
        String part1 = parts[5];
        String part2 = parts[7];
        String partex = parts[8];
        String part3 = parts[9];
        String part4 = parts[11];
        String part5 = parts[13];
        String part6 = parts[15];
        String part7 = parts[17];
        String part8 = parts[19];
        String part9 = parts[21];
        String part10 = parts[23];
```

```
            String part11 = parts[25];
            String part12 = parts[27];
            String part13 = parts[29];
            String part14 = parts[31];
            String part15 = parts[33];
            String part16 = parts[35];
            String part17 = parts[37];
            String part18 = parts[39];
            String part19 = parts[41];
            String part20 = parts[43];
            String part21 = parts[45];
            String part22 = parts[47];
            String part23 = parts[49];
            String part24 = parts[51];
            String part25 = parts[53];
            String part26 = parts[55];
            String part27 = parts[57];
            String part28 = parts[59];
            String part29 = parts[61];
            String part30 = parts[63];
            String part31 = parts[65];
            String part32 = parts[67];
            String part33 = parts[69];

            textView1.setText(part1);
textView2.setText(part2+":"+partex+":"+part3);
            textView3.setText(part4);
            textView4.setText(part5);
            textView5.setText(part6);
            textView6.setText(part7);
            textView7.setText(part8);
            textView8.setText(part9);
            textView9.setText(part10);
            textView10.setText(part11);
            textView11.setText(part12);
            textView12.setText(part13);
```

```
            textView13.setText(part14);
            textView14.setText(part15);
            textView15.setText(part16);
            textView16.setText(part17);
            textView17.setText(part18);
            textView18.setText(part19);
            textView19.setText(part20);
            textView20.setText(part21);
            textView21.setText(part22);
            textView22.setText(part23);
            textView23.setText(part24);
            textView24.setText(part25);
            textView25.setText(part26);
            textView26.setText(part27);
            textView27.setText(part28);
            textView28.setText(part29);
            textView29.setText(part30);
            textView30.setText(part31);
            textView31.setText(part32);
            textView32.setText(part33);
        }
    }

}
```

LAMPIRAN 4
Kode File PHP Domain:

```
<?php
$host = "prediktorcuacaonline.com";
$user = "predikto_aas";
$password = "12345wer";
$db = "predikto_online";
$sql = "select*from online ORDER BY ID DESC LIMIT 1;";

$con = mysqli_connect($host,$user,$password,$db);

$result = mysqli_query($con,$sql);

$json_response = json_decode('{"prediktor":[]}');

while($row = mysqli_fetch_array($result))
{
$row_array['ID']=$row[0];
$row_array['Tanggal']=$row[1];
$row_array['Jam']=$row[2];
$row_array['CH_6']=$row[3];
$row_array['CH_12']=$row[4];
$row_array['CH_18']=$row[5];
$row_array['CH_24']=$row[6];
$row_array['WH_1']=$row[7];
$row_array['WH_2']=$row[8];
$row_array['WH_3']=$row[9];
$row_array['WH_4']=$row[10];
$row_array['WH_5']=$row[11];
$row_array['WH_6']=$row[12];
$row_array['WH_7']=$row[13];
$row_array['WH_8']=$row[14];
$row_array['WH_9']=$row[15];
$row_array['WH_10']=$row[16];
$row_array['WH_11']=$row[17];
```

```
$row_array['WH_12']=$row[18];
$row_array['WS_1']=$row[19];
$row_array['WS_2']=$row[20];
$row_array['WS_3']=$row[21];
$row_array['WS_4']=$row[22];
$row_array['WS_5']=$row[23];
$row_array['WS_6']=$row[24];
$row_array['WS_7']=$row[25];
$row_array['WS_8']=$row[26];
$row_array['WS_9']=$row[27];
$row_array['WS_10']=$row[28];
$row_array['WS_11']=$row[29];
$row_array['WS_12']=$row[30];
$row_array['layak1']=$row[31];
$row_array['layak2']=$row[32];
$row_array['akhir']=$row[33];

}

array_push($json_response->prediktor, $row_array);
echo json_encode(array("server_response"=>$json_response));
mysqli_close($con);
?>
```

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada perancangan prediktor cuaca maritim menggunakan metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) sebagai *decision support* keselamatan nelayan ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil uji secara *offline* didapatkan bahwa prediktor curah hujan metode ANFIS memiliki rata-rata akurasi 76.34%, prediktor ketinggian gelombang memiliki rata-rata akurasi sebesar 79.712 %, Prediktor kecepatan angin memiliki rata-rata akurasi sebesar 75.25%.
2. Dibandingkan dengan metode fuzzy hasil prediksi curah hujan metode ANFIS mengalami penurunan prosentase keakuratan rata-rata sebesar 86.69%. Dapat disimpulkan bahwa prediktor kurang baik dibandingkan dengan metode fuzzy. Hasil prediksi ketinggian gelombang dibandingkan dengan metode fuzzy meningkat 5.28% untuk prediksi 1 jam kedepan namun mengalami penurunan 2.01% untuk prediksi 3 jam kedepan, 10.03 % untuk prediksi 6 jam kemudian, 22.11% untuk prediksi 12 jam kedepan. Dapat disimpulkan prediktor kurang baik dibandingkan dengan metode fuzzy. Sedangkan predictor kecepatan angina tidak dapat dibandingkan karena metode fuzzy tidak memiliki predictor variabel tersebut.
3. Jika mengacu pada standar BMKG bahwa predictor yang baik memiliki akurasi minimal 70% maka ketiga predictor cuaca dapat dikatakan predictor yang baik.
4. Dari hasil Uji *Real-Time* didapatkan prosentase keakuratan predictor curah hujan 100% dan RMSE 0.002, prosentase keakuratan predictor kecepatan angin 70.47% dan RMSE 1.14 dan prosentase keakuratan predictor tinggi gelombang 100% dan RMSE 0.0011.

5. Prediktor cuaca ANFIS dapat berjalan dengan baik pada simulasi *realtime* dan hasil dapat dilihat pada aplikasi *user interface* android dalam waktu sekitar 6 detik sejak data masuk ke predictor.

5.2 Saran

Saran yang perlu disampaikan pada penelitian ini adalah menambah jumlah data *training* sehingga akurasi dapat semakin baik, terutama prediktor curah hujan. Selain itu dilakukan penambahan prediksi variabel cuaca seperti kecepatan arus laut sehingga dapat memberikan informasi lebih lengkap kepada para nelayan. Selain itu uji secara *real-time* dapat dilakukan pada tempat yang sesuai dengan kordinat pengambilan data pada saat training.

DAFTAR PUSTAKA

Adaptive Neuro-Fuzzy Modeling - MATLAB & Simulink - MathWorks Benelux. (n.d.). Retrieved from http://nl.mathworks.com/help/fuzzy/adaptive-neuro-fuzzy-inference-systems.html

Arifin, H., Sudrajat, A. W., & Honggo, H. (2013). Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Budaya Cina Berbasis Sistem Operasi Android, 1–7.

Bushara, N. O., & Abraham, A. (2015). Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) to Improve the Long-term Rainfall Forecasting, *3*, 146–158.

Castellanos, F., & James, N. (2009). Average hourly wind speed forecasting with ANFIS. *11th American Conference on Wind Engineering*. Retrieved from http://www.iawe.org/Proceedings/11ACWE/11ACWE-Castellanos.pdf

Habibullah, N. W. (2012). Perancangan sistem prediktor cuaca maritim dengan menggunakan metode fuzzy takagi sugeno, *1*(1), 1–6.

Hidayat, R. N. (2015). Rancang Bangun Pembuatan Aplikasi "Voice Recognition Secure" Sebagai Media Keamanan Data Berbasis Android, *1*, 1689–1699. http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Imanal Satrya, L. (2012). Asimilasi Data Radar Dalam Penerapan Prediksi Cuaca Numerik Di Indonesai.

Indrabayu, Harun, N., Pallu, M. S., Achmad, A., & Febriyati, F. (2012). Prediksi Curah Hujan Dengan Fuzzy Logic, *6*, 978–979.

Jiaran, Y., Xingcheng, W., Xiaofen, L., Wang, Y. J., & Luo, C. (2015). Intelligent Combined Prediction of Wind Power Based on Numerical Weather Prediction and Fuzzy Clustering, 538–543.

Laing, A. K., Gemmill, W., Magnusson, A. K., Burroughs, L., Reistad, M., Khandekar, M., … Carter, D. J. T. (1998). *Guide to Wave Analysis*. *WMO-No. 702* (Vol. 1998).

Mahargia, E., Anggraeni P, D., Wandiro S, R., & Mahzar, Y.

(2013). Penerapan Logika Fuzzy Metode Sugeno untuk Sistem Pendukung Keputusan Prakiraan Cuaca.

Mehran, K. (2008). Takagi-Sugeno Fuzzy Modeling for Process Control. *Industrial Automation, Robotics and Artificial Intelligence*.

Muhammad, A. (2012). Rancang Bangun Sistem Penjejak Matahari 2 Sumbu Berbasis Kontrol Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS), *1*(1), 1–6.

Petkovic, D., Gocic, M., Trajkovic, S., Shamshirband, S., Motamedi, S., Hashim, R., & Bonakdari, H. (2015). Determination of the most influential weather parameters on reference evapotranspiration by adaptive neuro-fuzzy methodology, *114*, 277–284. http://doi.org/10.1016/j.compag.2015.04.012

Pratama, A. C. (2010). Perancangan Model Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System Untuk Memprediksi Cuaca Maritim. *ITS*.

Priyana, J., & Abadi, A. M. (2011). Peramalan suhu udara di yogyakarta dengan menggunakan model, 253–260.

Putri, H. S. (2015). Perancangan Prediktor Cuaca Mtaritim Berbasis Fuzzy Sebagai Decision Support Untuk Keselamatan Nelayan.

Rahman, T., & Haque, A. L. (2014). A Fuzzy-Neuro Based Weather Prediction System for Bangladesh, *36*, 606–611. http://doi.org/10.1016/j.procs.2014.09.061

Sari, N. E., Sukirman, E., Si, S., & Iklim, C. D. (2011). Prediksi Cuaca Berbasis Logika Fuzzy untuk Rekomendasi Penerbangan di Bandar Udara Raja Haji Fisabilillah.

Setyaningrum, A. H., & Swarinata, P. M. (n.d.). Weather Prediction Application Based on ANFIS (Adaptive Neural Fuzzy Inference System) Method In West Jakarta Region, 113–118.

Sharma, S., Srivastava, P., Fang, X., & Kalin, L. (2015). Performance comparison of Adoptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) with Loading Simulation Program C++ (LSPC) model for streamflow simulation in El

Ni??o Southern Oscillation (ENSO)-affected watershed. *Expert Systems with Applications*, *42*(4), 2213–2223. http://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.09.062

Sholikhin, M. N., & Rahayu, Y. (2013). Analisis Delay Penerbangan Akibat Cuaca di Bandara Ahmad Yani Semarang dengan Algoritma C4 . 5, *5*, 1–10.

Tresnawati, R., Astuti Nuraini, T., & Hanggoro, W. (2008). Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Metode Kalman Filter Dengan Prediktor SST NINO 3.4 Diprediksi, (September 2010), 108–119.

Halaman sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS

Nama lengkap penulis **Heru Susanto.** Penulis dilahirkan di Kota Balikpapan pada 2 Desember 1994 dari ayah bernama Priyanto dan ibu bernama Yanti sebagai anak bungsu dari dua bersaudara. Saat ini penulis berdomisili di kota Surabaya. Pada tahun 2006 penulis telah menyelesaikan pendidikan tingkat dasar di SDN 028 Loa Kulu. Pada tahun 2009 penulis menyelesaikan pendidikan tingkat menengah di SMPN 4 Loa Kulu. Tahun 2011 berhasil menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 3 Unggulan Tenggarong. Pada tahun 2016 penulis telah berhasil menyelesaikan gelar Sarjana Strata 1 di Jurusan Teknik Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan menyelesaikan Tugas berjudul "**Perancangan Prediktor Cuaca Maritim Menggunakan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) Sebagai *Decision Support* Keselamatan Nelayan Dengan *User Interface* ANDROID"** pada bidang minat Instrumentasi dan Kontrol. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini maka dapat menghubungi penulis melalui email **herususanto.its @gmail.com**.

Halaman sengaja dikosongkan