



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - KS141501**

**PREDIKSI KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN  
HYBRID ANN-ENKF DAN VISUALISASI PADA  
GMAPS (STUDI KASUS: STASIUN CUACA DI  
SUMATERA BARAT TAHUN 2015)**

***WIND SPEED PREDICTION USING HYBRID ANN-  
ENKF AND VISUALIZATION ON GMAPS (STUDY  
CASE: WEST SUMATRA WEATHER STATION IN  
2015)***

**RIZA RAHMAH ANGELIA  
NRP 5213 100 036**

**Dosen Pembimbing  
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.**

**Departemen Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**



**TUGAS AKHIR - KS141501**

**PREDIKSI KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN  
HYBRID ANN-ENKF DAN VISUALISASI PADA  
GMAPS (STUDI KASUS: STASIUN CUACA DI  
SUMATERA BARAT TAHUN 2015)**

**RIZA RAHMAH ANGELIA  
NRP 5213 100 036**

**Dosen Pembimbing  
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.**

**Departemen Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**

**FINAL PROJECT - KS 141501**

***WIND SPEED PREDICTION USING HYBRID ANN-  
ENKF AND VISUALIZATION ON GMAPS (STUDY  
CASE: WEST SUMATRA WEATHER STATION IN  
2015)***

**RIZA RAHMAH ANGELIA  
NRP 5213 100 036**

**Supervisor  
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.**

**Department of Information Systems  
Faculty of Information Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### **PREDIKSI KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN HYBRID ANN-ENKF DAN VISUALISASI PADA GMAPS (STUDI KASUS: STASIUN CUACA DI SUMATERA BARAT TAHUN 2015)**

#### **TUGAS AKHIR**

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada  
Departemen Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**RIZA RAHMAH ANGELIA**

NRP 5213 100 036

Surabaya, Juli 2017

**KEPALA  
DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**



**Dr. Ir. Aris Tjahyanto, M.Kdm.**

**NIP 19650310 199102 1 001**

## LEMBAR PERSETUJUAN

### PREDIKSI KECEPATAN ANGIN MENGUNAKAN HYBRID ANN-ENKF DAN VISUALISASI PADA GMAPS (STUDI KASUS: STASIUN CUACA DI SUMATERA BARAT TAHUN 2015)

#### TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada  
Departemen Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember


Oleh:

**RIZA RAHMAH ANGELIA**

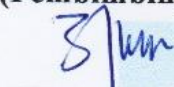
NRP 52131 100 036

Disetujui Tim Penguji: Tanggal Ujian : 10 Juli 2017  
Periode Wisuda : September 2017

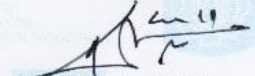
**Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.**

  
(Pembimbing I)

**Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.**

  
(Penguji 1)

**Faisal Mahananto, S.Kom., M.Eng., Ph.D.**

  
(Penguji 2)

**PREDIKSI KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN  
HYBRID ANN-ENKF DAN VISUALISASI PADA  
GMAPS (STUDI KASUS: STASIUN CUACA DI  
SUMATERA BARAT TAHUN 2015)**

**Nama Mahasiswa** : RIZA RAHMAH ANGELIA  
**NRP** : 5213 100 036  
**Departemen** : Sistem Informasi FTIf – ITS  
**Dosen Pembimbing** : Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

**ABSTRAK**

*Perubahan iklim yang terjadi dari waktu ke waktu menjadikan cuaca sangat sulit untuk diprediksi. Hal ini tentunya berdampak pada variabel cuaca, salah satunya adalah kecepatan angin. Angin sendiri sangat vital kegunaannya untuk kehidupan makhluk hidup, terutama kebutuhan utama penunjang aktivitas manusia. Namun, jika mencapai kisaran tertentu, angin juga dapat merugikan, seperti hancurnya lahan pertanian, terkendalanya aktivitas penerbangan, pelayaran dan lain sebagainya.*

*Penelitian ini membahas tentang model peramalan kecepatan angin di Provinsi Sumatera Barat menggunakan metode gabungan Artificial Neural Network (ANN) dan metode statistik Ensemble Kalman Filter (EnKF). Data yang digunakan adalah data kecepatan angin yang diambil dari stasiun cuaca milik National Ocean Atmospheric (NOAA). Stasiun cuaca tersebut terletak di Bandara Internasional Minangkabau, Sumatera Barat, Indonesia. Bagian pertama dari usulan tugas akhir ini menjelaskan latar belakang penelitian, bagian kedua menjelaskan literatur analisis tentang pra-proses, proses data hingga visualisasi hasil prediksi. Bagian ketiga adalah metodologi penelitian dari identifikasi permasalahan hingga analisa hasil. Semua pengolahan data baik pra-proses, proses hingga uji tingkat error menggunakan MATLAB, dengan hasil*

*terbaik dari metode ANN, menjadi masukan untuk metode EnKF. Selanjutnya, hasil kombinasi dua metode tersebut, divisualisasikan menggunakan library Google Maps (GMaps) API untuk dijadikan kesimpulan akhir.*

*Tujuan tugas akhir ini adalah mengetahui tingkat error dan mengimprovisasi metode ANN dan EnKF menjadi metode Hybrid ANN-EnKF. Kedua metode ini sangat efektif digunakan untuk data runtun waktu dan peramalan jangka pendek, karena hasil dari prediksi kecepatan angin yang dilakukan pada MATLAB menunjukkan nilai root mean square error (RMSE) yaitu 0,209 dari metode hybrid. Yang mana EnKF akan memperbaiki output ANN untuk mencari estimasi terbaik, guna membantu pengambilan keputusan dalam melakukan tindak aktivitas masyarakat yang berkaitan dengan tenaga angin.*

***Kata kunci: kecepatan angin, ANN, EnKF, GMaps API, runtun waktu***



**WIND SPEED PREDICTION USING HYBRID ANN-  
ENKF AND VISUALIZATION ON GMAPS (STUDY  
CASE: WEST SUMATRA WEATHER STATION IN  
2015)**

**Student Name** : RIZA RAHMAH ANGELIA  
**Student Number** : 5213 100 036  
**Department** : Information Systems FTIf – ITS  
**Supervisor** : Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

**ABSTRACT**

*Climate change that happened in our nation in this time made difficult for us to be predicted. It can give impact to climate variable, such as wind speed. Wind is the important variable for our life, this is provided human activity. In other side, wind also has disadvantages. It can damage the agricultural land, can be problem in flight and cruise and many more.*

*This research discuss about the prediction of wind speed in West Sumatra Province that combine method Artifical Neural Network (ANN) and statistic method Ensemble Kalman Filter (EnKF). The data that used in this research is a wind speed that took from National Climatic Data Center (NCDC) repository, National Ocean Atmospheric Administration (NOAA) owned weather station. This weather station located in International Airport Minangkabau, West Sumatra, Indonesia. Part one from this proposition of final project would be described as research background, part two would be described as analysis literature about pre-processing, data processing to visualization of result prediction. Part three would be research methodology that begins with problem identification to results analysis. MATLAB is used to all of data processing to error testing rate, with the best result from ANN method can be input to EnKF method. Then, this result would be visualized by using Google Maps Library (Gmaps) API to be a conclusion.*

*The objective of this final project is to find out error rate and improvise ANN and EnKF method to be Hybrid ANN-EnKF method. Both of methods are very effective to be used for data with short time prediction, because the result of wind speed prediction in MATLAB showed value of root mean square error RMSE is 0.209 by combination with hybrid method. Which EnKF will correct the output of ANN to find the best estimate to help make a decision in community activities that related from wind power.*

***Keywords: wind speed, ANN, EnKF, GMaps API, time series***

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan pada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, kekuatan dan ridhonya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan buku tugas akhir dengan judul

**“PREDIKSI KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN  
HYBRID ANN-ENKF DAN VISUALISASI PADA  
GMAPS (STUDI KASUS: STASIUN CUACA DI  
SUMATERA BARAT TAHUN 2015)”**

sebagai salah syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom.) di Departemen Sistem Informasi-Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan doa, dukungan, bimbingan, arahan, bantuan, dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Aris Tjahyanto, M.Kom. selaku Ketua Departemen Sistem Informasi ITS yang telah mengizinkan penulis mengerjakan tugas akhir.
2. Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk mendukung dan membimbing dalam penyelesaian tugas akhir penulis.
3. Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T. dan Faisal Mahananto, S.Kom., M.Eng., Ph.D. selaku dosen penguji yang turut rela meluangkan waktu untuk bimbingan revisi dalam penyelesaian tugas akhir penulis.
4. Prof. Ir. Arief Djunaidy selaku dosen wali yang telah memberikan pengarahan dan membuka pikiran penulis selama empat tahun menempuh masa perkuliahan.
5. Tony Dwi Susanto, S.T., M.T., Ph.D., ITIL dan Nisfu Asrul Sani, S.Kom., M.Sc. selaku Ketua Prodi Departemen Sistem Informasi periode sebelum dan setelah penulis mengerjakan tugas akhir yang telah banyak memberikan pengarahan baik teknis maupun strategi pengerjaan tugas akhir.

6. Orang tua dan keluarga penulis yang telah mendoakan dan senantiasa mendukung serta selalu memberikan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Keluarga ITS Online yang turut memberikan buah pemikiran, dukungan dan semangatnya selama penulis menempuh masa kuliah hingga dapat menyelesaikan tugas akhir.
8. Seluruh teman-teman di laboratorium Rekayasa Data dan Intelejensi Bisnis (RDIB) yang rela menemani siang dan malam hingga menjelang sahur di hari-hari penulis mengerjakan tugas akhir.
9. Teman-teman seperjuangan BELTRANIS yang tidak sanggup penulis sebutkan namanya, terima kasih telah memberi semangat dan mendukung penyelesaian tugas akhir. Semoga sukses dan kompak selalu.
10. Pihak-pihak lain yang telah mendukung dan membantu dalam kelancaran penyelesaian tugas akhir.

Penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis menerima adanya kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga buku tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan menjadi sebuah kontribusi bagi ilmu pengetahuan.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	I
ABSTRACT.....	III
KATA PENGANTAR .....	V
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR GAMBAR .....	XI
DAFTAR TABEL.....	XIII
DAFTAR SEGMENT PROGRAM.....	XV
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    LATAR BELAKANG MASALAH.....	1
1.2    PERUMUSAN MASALAH.....	3
1.3    BATASAN MASALAH .....	3
1.4    TUJUAN PENELITIAN.....	4
1.5    MANFAAT PENELITIAN .....	4
1.6    RELEVANSI .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1    PENELITIAN TERDAHULU .....	7
2.2    DASAR TEORI .....	9
2.2.1 Studi Area.....	10
2.2.2 Deskripsi Data .....	11
2.2.3 Normalisasi .....	13
2.2.4 Artificial Neural Networks .....	13
2.2.5 Ensemble Kalman Filter .....	16
2.2.6 Root Mean Square Error.....	19
2.2.7 Mean Absolute Percentage Error.....	19
2.2.8 Google Maps API.....	20
BAB III METODOLOGI.....	21
3.1    DIAGRAM ALIR METODOLOGI.....	21
3.2    AKTIVITAS METODOLOGI.....	21
3.2.1 Identifikasi Masalah .....	22

3.2.2	Studi Literatur.....	22
3.2.3	Pengumpulan Data.....	22
3.2.4	Penentuan Metode .....	22
3.2.5	Pra-Proses Data .....	23
3.2.6	Surrogate ANN.....	23
3.2.7	Ensemble Kalman Filter .....	23
3.2.8	Hibridisasi Surrogate ANN dan Kalman Filter ....	23
3.2.9	Pembuatan Spasial Data .....	24
3.2.10	Penentuan Titik Pengamatan.....	24
3.2.11	Analisa Hasil .....	24
3.2.12	Penyusunan Tugas Akhir .....	24
<b>BAB IV PERANCANGAN .....</b>		<b>25</b>
4.1	PENGUMPULAN DATA.....	25
4.2	PRA-PROSES DATA .....	26
4.2.1	Uji Normalitas .....	26
4.2.2	Normalisasi Data .....	26
4.2.3	Uji Stasioneritas.....	27
4.3	SURROGATE ANN.....	27
4.3.1	Perancangan Arsitektur ANN .....	27
4.3.2	Menentukan Input ANN .....	28
4.3.3	Eksperimen Model Terbaik .....	28
4.4	ENSEMBLE KALMAN FILTER.....	28
4.5	HIBRIDISASI SURROGATE ANN DAN KALMAN FILTER .....	30
4.6	PEMBUATAN SPASIAL DATA.....	31
4.6.1	Penentuan Titik Pengamatan .....	31
4.7	ANALISA HASIL .....	31
<b>BAB V IMPLEMENTASI .....</b>		<b>33</b>
5.1	PRA-PROSES DATA .....	33
5.1.1	Hasil Uji Stasioner.....	34
5.1.2	Hasil Uji Normalitas .....	35
5.1.3	Normalisasi.....	37
5.2	PEMBUATAN MODEL ANN .....	40
5.2.1	Pembagian Data ANN .....	40
5.2.2	Pelatihan ANN .....	41

5.2.3	Validasi ANN.....	45
5.2.4	Pengujian ANN .....	47
5.2.5	Prediksi ANN.....	49
5.3	PEMBUATAN MODEL ENKF.....	51
5.4	PEMBUATAN MODEL DATA SPASIAL.....	52
5.4.1	Penentuan Titik Pengamatan .....	53
<b>BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>57</b>
6.1	HASIL PERAMALAN ANN .....	57
6.1.1	Penentuan <i>Input</i> ANN .....	57
6.1.2	Penentuan Node ANN .....	58
6.1.3	Penentuan Parameter Learning Rate.....	59
6.1.4	Penentuan Parameter Momentum .....	60
6.1.5	Hasil Prediksi ANN.....	61
6.2	HASIL PERAMALAN HIBRIDISASI ANN DAN ENKF.....	63
6.3	HASIL VISUALISASI .....	64
6.4	ANALISA HASIL .....	65
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>67</b>
7.1	KESIMPULAN .....	67
7.2	SARAN .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>69</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>		<b>1</b>
A.1	DATA AKTUAL KECEPATAN ANGIN .....	1
A.2	DATA HASIL PREDIKSI ANN .....	54
A.3	DATA HASIL PREDIKSI HYBRID ANN-ENKF.....	56
<b>BIODATA PENULIS .....</b>		<b>1</b>

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Sumatera Barat.....	10
Gambar 2.2 Skema ANN .....	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi .....	21
Gambar 4.1 Grafik Kecepatan Angin Hari ke-15 .....	25
Gambar 4.2 Arsitektur Model ANN .....	27
Gambar 5.1 Memilih Tipe Pengujian Stasioner.....	34
Gambar 5.2 Hasil Uji Stasioner Var. Kecepatan Angin.....	35
Gambar 5.3 Grafik Data Variabel Kec. Angin .....	35
Gambar 5.4 Hasil <i>Import</i> Data .xlsx.....	36
Gambar 5.5 Hasil Uji Normalisasi Variabel Kecepatan Angin .....	37
Gambar 5.6 URL Sumber Data Google Maps API.....	52
Gambar 5.7 Sambung ke Google Maps Api .....	53
Gambar 5.8 Memilih Atribut dari Gmaps API .....	53
Gambar 5.9 Data Prediksi dari excel .....	54
Gambar 5.10 Pemilihan Data Visualisasi .....	54
Gambar 5.11 Pewarnaan Data Visualisasil.....	55
Gambar 6.1 Error Rasio ANN .....	58
Gambar 6.2 Error Neuron Hidden Layer ANN .....	59
Gambar 6.3 Error Learning Rate ANN.....	60
Gambar 6.4 Error Momentum ANN.....	61
Gambar 6.5 Grafik Hasil Training Var. Kecepatan Angin ....	61
Gambar 6.6 Grafik Hasil Validasi Var. Kecepatan Angin.....	62
Gambar 6.7 Grafik Hasil Testing Var. Kecepatan Angin .....	62
Gambar 6.8 Grafik Performansi Validasi Var. Kecepatan Angin .....	63
Gambar 6.9 Grafik Peramalan Var. Kecepatan Angin.....	63
Gambar 6.10 Grafik Peramalan EnKF.....	64
Gambar 6.11 Visualisasi Geografis Prediksi Kecepatan Angin .....	65

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait .....	7
Tabel 2.2 Data Sampel Kecepatan Angin 2015 .....	12
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Variabel Kecepatan Angin ....	26
Tabel 5.1 Contoh Data yang Digunakan.....	33
Tabel 5.2 Penjelasan Program Matlab <i>Import</i> Data.....	38
Tabel 5.3 Penjelasan Program Matlab Normalisasi .....	39
Tabel 5.4 Penjelasan Program Pembagian Data .....	41
Tabel 5.5 Penjelasan Program Matlab <i>Input</i> Pelatihan .....	42
Tabel 5.6 Penjelasan Program Matlab Fungsi Aktivasi dan Bobot ANN .....	42
Tabel 5.7 Penjelasan Program Matlab Parameter ANN.....	43
Tabel 5.8 Penjelasan Program Matlab Hitung Error .....	44
Tabel 5.9 Penjelasan Program Matlab Grafik Visualisasi Pelatihan.....	45
Tabel 5.10 Penjelasan Program Matlab Input Validasi.....	46
Tabel 5.11 Penjelasan Program Matlab Hitung Error Validasi .....	46
Tabel 5.12 Penjelasan Program Matlab Grafik Visualisasi Pelatihan.....	47
Tabel 5.13 Penjelasan Program Matlab Input Testing .....	48
Tabel 5.14 Penjelasan Program Matlab Hitung Error Testing	48
Tabel 5.15 Penjelasan Program Matlab Grafik Visualisasi Pelatihan.....	49
Tabel 5.16 Penjelasan Program Matlab Prediksi .....	50
Tabel 5.17 Penjelasan Program Matlab Prediksi .....	51
Tabel 6.1 Penentuan <i>Input</i> Var. Kecepatan Angin.....	57
Tabel 6.2 Penentuan Node Var. Kecepatan Angin .....	58
Tabel 6.3 Penentuan Lr Var. Kecepatan Angin .....	59
Tabel 6.4 Hasil Eksperimen Parameter Momentum .....	60
Tabel 6.5 Penentuan Ensemble untuk EnKF .....	64
Tabel 6.6 Model Terbaik Peramalan ANN-EnKF .....	65

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR SEGMENT PROGRAM

Segmen Program 5.1 <i>Import</i> Data .xlsx di Matlab .....	38
Segmen Program 5.2 Fungsi Normalisasi di Matlab .....	39
Segmen Program 5.3 Fungsi <i>Input</i> Pembagian Data .....	40
Segmen Program 5.4 Fungsi <i>Input</i> Data Pelatihan .....	41
Segmen Program 5.5 Fungsi Aktivasi dan Bobot ANN .....	42
Segmen Program 5.6 Fungsi Parameter ANN .....	43
Segmen Program 5.7 Fungsi Perhitungan Error .....	44
Segmen Program 5.8 Grafik Visualisasi Pelatihan .....	45
Segmen Program 5.9 Fungsi <i>Input</i> Data Validasi .....	45

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan diuraikan proses identifikasi masalah penelitian yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan relevansi tugas akhir agar gambaran umum permasalahan dan pemecahan masalah pada tugas akhir ini dapat dipahami.

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Perubahan iklim global dari waktu ke waktu semakin tak menentu, hal ini cukup memberikan dampak yang mengkhawatirkan bagi kelangsungan makhluk hidup di seluruh dunia, termasuk juga di Indonesia. Tahun 2013, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) menyatakan perubahan iklim mengancam dua sumber daya utama bagi manusia dan ekosistem, tanah dan air [1]. Selain itu, Lapan (2002) mengatakan perubahan iklim yang terjadi ini dapat memberikan dampak pada berubahnya suhu udara, curah hujan, tekanan udara, dan kecepatan angin. Perubahan iklim adalah perubahan rata-rata salah satu atau lebih elemen cuaca pada suatu daerah tertentu [2]. Dari faktor-faktor tersebut, kecepatan angin merupakan faktor yang memberikan pengaruh penting dalam kehidupan sehari-hari manusia.

Kandungan udara bebas yang tersebar di permukaan bumi ini menjadi kebutuhan utama manusia, hewan, dan tumbuhan. Seperti halnya Oksigen ( $O_2$ ) untuk bernafas, Nitrogen ( $N_2$ ) membantu tumbuhan mempercepat pertumbuhan tanaman, meningkatkan produksi bibit dan buah, serta memperbaiki kualitas daun dan akar. Tak hanya itu, udara yang bergerak, sering kita sebut dengan angin juga membantu dalam hal pelayaran dan penerbangan. Sejak dahulu, angin sangat dimanfaatkan untuk aktivitas perdagangan. Dimana, para pedagang menggunakan kapal-kapal untuk berdagang antar pulau, antar wilayah hingga antar negara. Modern ini, tak hanya

untuk pelayaran, angin dijadikan sumber energi alternatif, yaitu dengan mengubah energi gerak angin menjadi energi listrik menggunakan generator yang kita kenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga Angin.

Sebaliknya, kecepatan angin yang mencapai kisaran tertentu, kecepatan angin maksimum seperti yang dikatakan BMKG pada laporan analisa curah hujan tahun 2015, kecepatan angin diatas 45 km/jam berpotensi robohnya pohon, atap dan bangunan semi permanen [3]. Kecepatan angin tersebut menyebabkan bencana lainnya yang akan sangat merugikan manusia, seperti meningkatnya penyebaran penyakit menular, menghambat aktivitas nelayan dan penerbangan. Pentingnya meramalkan kecepatan angin untuk menghindari timbulnya kerugian bagi kehidupan makhluk hidup inilah yang menjadi latar belakang dari adanya penelitian ini, terutama bagi Provinsi Sumatera Barat yang memiliki penduduk dengan mata pencaharian yang beragam.

Penelitian mengenai peramalan kecepatan angin menggunakan metode gabungan ini telah diulas sebelumnya oleh [4] menggunakan data kecepatan angin tahun 2011 di Auckland City, New Zealand. Metode gabungan yang digunakan adalah metode Artificial Neural Networks (ANN) dengan metode statistika derivatif Kalman Filter, yakni Ensembled Kalman Filter (EnKF). EnKF memiliki presisi lebih baik, dimana derajat kurva sangat mendekati nilai aktualnya. Tingkat error yang dihasilkan relatif kecil, dibuktikan dari penelitian sebelumnya yang ia lakukan menggunakan metode EnKF dengan membangkitkan model ARMA [5].

Metode ANN juga sebagian besar telah dijadikan sebagai metode tunggal acuan dalam banyak penelitian yang telah dilakukan. Metode ini biasa ditujukan untuk prediksi jangka pendek [6]. Seperti yang dilakukan Kolhe dalam penelitiannya, memilih ANN untuk digabungkan dengan metode prediksi jangka pendek lainnya, seperti Genetic Algorithym (GA).



GANN atau gabungan GA dan ANN memiliki akurasi yang lebih presisi dibanding metode tunggal ANN. Gabungan ini juga dilakukan penyempurnaan peramalan kecepatan angin. Untuk metode gabungan ini deviasi yang terjadi menurun hingga 6,52% pada tingkat error aktual dan peramalan [7]. Sehingga, berdasarkan kelebihan dan kekurangan dari penelitian terkait, maka dalam tugas akhir ini akan dilakukan prediksi menggunakan gabungan kedua metode yang disebut Hybrid ANN-EnKF untuk peramalan kecepatan angin di Provinsi Sumatera Barat.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan permasalahan yang menjadi fokus dan akan diselesaikan dalam Tugas Akhir ini antara lain:

1. Bagaimana tingkat prediksi kecepatan angin di Provinsi Sumatera Barat menggunakan metode Hybrid ANN-EnKF?
2. Bagaimana tingkat kesalahan yang dihasilkan dari prediksi kecepatan angin di Provinsi Sumatera Barat menggunakan metode Hybrid ANN-EnKF?
3. Bagaimana visualisasi dari prediksi kecepatan angin di Provinsi Sumatera Barat menggunakan *library* Google Maps API?

## 1.3 Batasan Masalah

Dari permasalahan yang disebutkan di atas, batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Data diperoleh dari pusat data National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), yaitu pada stasiun cuaca di Provinsi Sumatera Barat.

2. Data yang digunakan adalah data kecepatan angin per 30 menit dari 1 Januari 2015 pukul 00:00 hingga 31 Januari 2015 pukul 23:30.
3. Hasil akhir dari penelitian ini adalah visualisasi hasil prediksi kecepatan angin di Provinsi Sumatera Barat menggunakan *library* Google Maps API.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan hasil perumusan masalah dan batasan masalah yang telah disebutkan sebelumnya, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui tingkat prediksi kecepatan angin di Provinsi Sumatera Barat menggunakan metode Hybrid ANN-EnKF.
2. Mengetahui tingkat kesalahan yang dihasilkan dari prediksi kecepatan angin di Provinsi Sumatera Barat menggunakan metode Hybrid ANN-EnKF.
3. Menyajikan visualisasi dari prediksi kecepatan angin di Provinsi Sumatera Barat menggunakan *library* Google Maps API.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari tugas akhir ini adalah:

1. Membantu masyarakat Provinsi Sumatera Barat dalam mengambil keputusan untuk melakukan aktivitas sehari-hari yang memanfaatkan tenaga angin.
2. Mengetahui potensi kecepatan angin di Provinsi Sumatera Barat untuk peluang pemanfaatan energi terbarukan.

3. Memperoleh keilmuan baru melalui improvisasi dari gabungan metode individu.

## **1.6 Relevansi**

Tugas akhir ini dikaitkan dengan kondisi iklim yang kian tak menentu di Indonesia. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sedang gencar memberikan informasi cuaca kepada masyarakat, namun informasi tersebut kurang detail untuk dipahami masyarakat. Selaras dengan itu, penelitian ini membantu penyebaran informasi terkait cuaca di salah satu daerah, yakni Provinsi Sumatera Barat. Penelitian ini diharapkan dapat membuktikan metode peramalan terbaik, sehingga akurasi data yang tepat dapat menunjang peringatan dini.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai penelitian sebelumnya dan dasar teori yang dijadikan acuan dalam pengerjaan tugas akhir. Landasan teori akan memberikan gambaran secara umum dari landasan penjabaran tugas akhir ini.

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian, digunakan beberapa penelitian terdahulu sebagai pedoman dan referensi dalam melaksanakan proses-proses pengerjaan penelitian yaitu pada Tabel 2.1. Informasi yang disampaikan dalam tabel berikut berisi informasi penelitian yang terkait sebelumnya, hasil penelitian dan hubungan penelitian terhadap tugas akhir.

**Tabel 2.1 Penelitian Terkait**

<b>Judul :</b> <i>Wind Speed Forecasting Using Hybrid ANN-Kalman Filter Techniques</i>	
Nama peneliti	Diksha Sharma, Tek Tjing Lie
Tahun penelitian	2012
Hasil penelitian	Peramalan kecepatan angin menggunakan metode peramalan runtun waktu dengan jangka pendek pada data kecepatan angin di Auckland City, New Zealand tahun 2011. Didapatkan hasil dengan tingkat akurasi tinggi dan standar deviasi mendekati nol antara prediksi dan aktual.
Hubungan dengan penelitian	Sebagai bahan referensi utama dalam menentukan akurasi peramalan kecepatan angin menggunakan kombinasi metode algoritma ANN dan metode statistika Kalman Filter untuk

	meramalkan data per jam dengan menggunakan metode hybrid ANN dan EnKF.
<b>Judul :</b> <b><i>GA-ANN for Short-Term Wind Energy Prediction</i></b>	
Nama peneliti	Mohan Kolhe, Tzu Chao Lin, Jussi Maunuksela
Tahun penelitian	2011
Hasil penelitian	Prediksi kecepatan sekaligus tenaga angin pada turbin di salah satu industri di Taiwan. Peramalan jangka pendek yang digunakan adalah ANN cocok dengan kebutuhan peramalan per-10 menit, namun untuk menyempurnakan tingkat akurasi dibutuhkan gabungan dengan algoritma time series untuk jangka pendek, yakni Genetic Algorhythm (GA). Kombinasi GA-ANN berhasil mereduksi tingkat error pada prediksi
Hubungan dengan penelitian	Sebagai bahan referensi penggunaan 2 metoode gabungan untuk penyempurnaan akurasi peramalan time series jangka pendek.
<b>Judul :</b> <b><i>Wind Speed Forecasting via ensemble Kalman Filter</i></b>	
Nama peneliti	Zhang Wei, Wang Weimin
Tahun penelitian	2010
Hasil penelitian	Penelitian ini menggunakan metode EnKF, derivatif dari Kalman Filter. Sebelumnya, prediksi kecepatan angin untuk setiap 10 menit dilakukan menggunakan algoritma ARMA yang digenerate menjadi EnKF. Tingkat error

	yang didapatkan sangat minor yaitu 3,97%.
Hubungan dengan penelitian	Sebagai bahan referensi pemilihan salah satu metode pada metode gabungan yang akan digunakan.
<b>Judul :</b> <i>Neural Networks for Short Term Wind Speed Prediction</i>	
Nama peneliti	K. Sreelakshmi, P.Ramankanthkumar
Tahun penelitian	2008
Hasil penelitian	Dijelaskan secara teori perbandingan penggunaan model algoritma statistik, intelligent system, fuzzy dan neural network. Tetap untuk ANN dinilai cocok untuk sistem non-linear systems, tanpa permodelan matematis dan otomatis mengubah <i>input</i> untuk meminimalisasi error. Menggunakan uji 5 output layer dan 50-200 epoch, model peramalan kecepatan angin dengan periode per-10 menit setiap harinya ini digunakan untuk prediksi kebutuhan tenaga listrik. Didapatkan perbedaan prediksi dan aktual bernilai maksimal 5%
Hubungan dengan penelitian	Sebagai bahan referensi pemilihan salah satu metode pada metode gabungan yang akan digunakan.

## 2.2 Dasar Teori

Pada bagian ini, akan dijelaskan mengenai teori-teori yang digunakan untuk mendukung pengerjaan tugas akhir. Teori tersebut yaitu mengenai: studi area, deskripsi data, normalisasi,

artificial neural networks, ensemble kalman filter, root mean square error, google maps API.

### 2.2.1 Studi Area

Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi di Negara Kesatuan Republik Indonesia yang terletak di pesisir barat bagian tengah Pulau Sumatera yang terdiri dari dataran rendah di pantai barat dan dataran tinggi vulkanik yang dibentuk oleh Bukit Barisan. Secara geografis Provinsi Sumatera Barat terletak antara  $0^{\circ}54'$  LU dan  $3^{\circ}30'$  LS serta  $98^{\circ}36'$  BT dan  $101^{\circ}53'$  BT dan dilalui garis katulistiwa (garis lintang nol derajat/ garis equator).



Gambar 2.1 Peta Sumatera Barat



Iklim Sumatera Barat secara umum bersifat tropis dengan suhu udara yang cukup tinggi yaitu antara 22,6°C sampai 31,5°C. Provinsi ini juga dilalui oleh Garis Khatulistiwa, tepatnya di Bonjol, Pasaman. Di provinsi ini berhulu sejumlah sungai besar yang bermuara ke pantai timur Sumatera seperti Batang Hari, Siak, Inderagiri, (disebut sebagai Batang Kuantan di bagian hulunya), dan Kampar. Sementara sungai-sungai yang bermuara ke pesisir barat adalah Batang Anai, Batang Arau dan Batang Tarusan.

Stasiun cuaca yang menjadi bahan data penelitian terletak di Bandara Internasional Minangkabau, Desa Katapiang, Kecamatan Batang Anai, Kabupaten Padang Pariaman. Koordinat stasiun pengamatan adalah 0°47'16,96"LS dan 100°16'52,55"BT atau 0°47'12"LU 100°16'50"BT dengan luas area mencakup 482 ha, 180.39 km<sup>2</sup> [8].

### **2.2.2 Deskripsi Data**

Data variabel cuaca yang dimiliki oleh stasiun cuaca Bandara Internasional Minangkabau disimpan dalam pangkalan data National Climatic Data Center (NCDC) milik National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA). Pangkalan data ini dapat diakses pada situs resmi NCDC milik NOAA [9]. Pangkalan data ini otomatis merekam data dari stasiun cuaca secara global di seluruh dunia.

Pada studi kasus ini, digunakan untuk stasiun cuaca Sumatera Barat yang tercatat memiliki data sejak 2006 hingga 2015. Data yang digunakan adalah data kecepatan angin tahun 2015. Horizon waktu pada data kecepatan angin ditampilkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Data Sampel Kecepatan Angin 2015

d/t	date	time	wind_speed
2015/01/01 00:00	20150101	0:00	0.5
2015/01/01 00:30	20150101	0:30	0.5
2015/01/01 01:00	20150101	1:00	0.0
2015/01/01 01:30	20150101	1:30	0.0
2015/01/01 02:00	20150101	2:00	0.0
2015/01/01 02:30	20150101	2:30	0.5
2015/01/01 03:00	20150101	3:00	1.0
2015/01/01 03:30	20150101	3:30	1.5
2015/01/01 04:00	20150101	4:00	1.5
2015/01/01 04:30	20150101	4:30	2.1
2015/01/01 05:00	20150101	5:00	2.6
2015/01/01 05:30	20150101	5:30	2.1
2015/01/01 06:00	20150101	6:00	2.6
2015/01/01 06:30	20150101	6:30	2.1
2015/01/01 07:00	20150101	7:00	2.6
2015/01/01 07:30	20150101	7:30	2.1
2015/01/01 08:00	20150101	8:00	2.1
2015/01/01 08:30	20150101	8:30	2.1
2015/01/01 09:00	20150101	9:00	2.1
2015/01/01 09:30	20150101	9:30	1.5
2015/01/01 10:00	20150101	10:00	1.5

Tabel 2.2 ini merupakan rekam data Bulan Januari yang dihasilkan stasiun cuaca yakni rekam data akhir di tahun 2015. Rekam data cuaca yang dimiliki adalah 30 menit setiap harinya, mulai pukul 00.00 sampai 23.30 WIB sebanyak 48 periode per hari.

### 2.2.2.1 *Date\_and\_Time*

Deskripsi: Variabel berurutan yang real-time secara terus menerus berdasarkan waktu per 30 menit [10].

Satuan: Time stamp (yyyy-mm-dd hh:mm:ss)

### 2.2.2.2 *Wind\_speed*

Deskripsi: Kecepatan udara yang bergerak secara horizontal pada ketinggian dua meter di atas tanah. Dipengaruhi oleh tekanan udara asal dan tujuan angin [10].

Satuan: mil per jam (mil/jam) atau knot

### 2.2.3 Normalisasi

Normalisasi adalah sebuah proses yang diperlukan dalam *data preprocessing* karena adanya data yang bernilai terlalu besar ataupun terlalu kecil sehingga pengguna kesulitan dalam memahami informasi yang dimaksud. Tidak hanya itu, data yang tidak ‘normal’ juga mempersulit pemilik data dalam melakukan proses pengolahan data untuk disajikan kepada pengguna [11]. Persamaan (2.1) ini adalah formula normalisasi untuk data  $e$  ke- $i$ .

$$\text{normalized}(e_i) = \frac{e_i - E_{min}}{E_{max} - E_{min}} \quad (2.1)$$

dimana,

$E_{min}$  = Nilai minimum variabel E

$E_{max}$  = Nilai maximum variabel E

Maka, dari persamaan (2.1) didapatkan hasil normalisasi adalah rentang 0-1. Jika  $E_{max} = E_{min}$  maka normalisasi bernilai 0.5.

### 2.2.4 Artificial Neural Networks

Jaringan syaraf tiruan atau artificial neural network adalah sistem komputasi yang diilhami dari pengetahuan tentang sel syaraf biologis di dalam otak. Kemampuan yang dimiliki dapat digunakan untuk belajar dan menghasilkan aturan dari data

masukkan untuk membuat prediksi kemungkinan data keluaran yang akan muncul **Invalid source specified.**

Persamaannya didapatkan seperti persamaan (2.2).

$$X_s^H(K+1) = F_{NN}[X_s^H(k), X_s^H(k-1), \dots, X_s^H(k - \tau_H), U_s(k), U_s(k-1), \dots, U_s(k - \tau_U)] \quad (2.2)$$

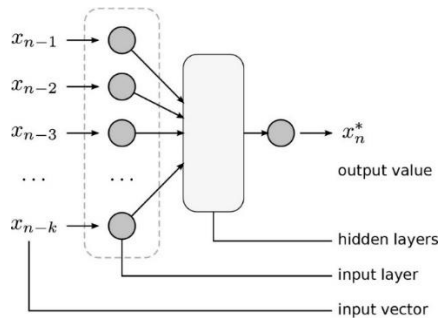
Berdasarkan Persamaan (4-1), nilai  $X_s^H(K+1)$  adalah output prediksi dari model.  $F_{NN}$  adalah model surrogate yang akan memetakan dan memberikan output prediksi kecepatan angin.

ANN memiliki  $k$  input dan 1 output, juga ANN memiliki parameter-parameter. Sehingga mampu mengolah data masukan secara paralel untuk menghasilkan output yang merupakan respon dari input vektor. Pada ANN, network diinisiasikan menjadi fungsi  $F$  seperti pada persamaan (2.3).

$$f^k \rightarrow ([x_{n-k}, \dots, x_{n-3}, x_{n-2}, x_{n-1}], x_n) \quad (2.3)$$

dimana  $f$  adalah sebuah model network yang akan mengidentifikasi data masukan melalui proses pelatihan yang akan memberikan hasil prediksi terbaik [4].

Skema ANN terdiri dari tiga bagian, yaitu lapisan masukan atau *input layer*, lapisan tersembunyi atau *hidden layer* dan lapisan keluaran atau *output layer* [12]. Skema ANN dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2 Skema ANN**

1. Lapisan Masukan (*Input Layer*)

*Input* layer terdiri dari beberapa neuron yang akan menerima sinyal dari luar dan kemudian meneruskan ke neuron-neuron lain dalam jaringan. Lapisan ini diilhami berdasarkan ciri-ciri dan cara kerja sel-sel saraf sensori pada jaringan saraf biologi.

2. Lapisan Tersembunyi (*Hidden Layer*)

Lapisan tersembunyi merupakan tiruan dari sel-sel syaraf konektor pada jaringan saraf biologis. Lapisan tersembunyi berfungsi meningkatkan kemampuan jaringan dalam memecahkan masalah. Konsekuensi dari adanya lapisan ini adalah pelatihan menjadi makin sulit atau lama.

3. Lapisan Keluaran (*Output Layer*)

Lapisan keluaran berfungsi menyalurkan sinyal-sinyal keluaran hasil pemrosesan jaringan. Lapisan ini juga terdiri dari sejumlah neuron. Lapisan keluaran merupakan tiruan dari sel saraf motor pada jaringan saraf biologis.

Dasar dari pada elemen ANN ini adalah neuron [7]. Fungsi dari persamaan *input*  $x_i$  dan *weight*  $w_i$  didapatkan dari persamaan (2.4).

$$u_k = x_1 w_1 + x_2 w_2 + \dots + x_n w_n = \sum_{i=1}^n x_i w_i \quad (2.4)$$

Fungsi persamaan neuron tersebut digunakan sebagai fungsi transfer untuk stimulasi respon pada perilaku neuron manusia yang sama. Fungsi itu menunjukkan perbedaan bagian pada neuron, seperti fungsi permulaan pada *inputan*, fungsi bagian linear dan sigmoid. Output neuron adalah operasi matematika (2.5).

$$y_k = \varphi(u_k - \theta_k) \quad (2.5)$$

Dimana  $\varphi$  sebagai fungsi aktivasi dengan bobotnya berdasarkan jumlah *input*. Ketika neuron dikelompokkan dalam satu struktur, maka terbentuk framework hasil operasi pembelajaran manusia.

Jumlah neuron pada hidden layer adalah parameter yang mempengaruhi kinerja ANN. Metode batch dan sequence digunakan untuk proses *training* data ANN. Pada batch learning, proses *training* dilakukan setelah akumulasi seluruh *training* dataset dan sekuensial learning yang melakukan *learning process* untuk setiap data yang diinputkan. ANN dapat melakukan permodelan non linear yang sangat baik.

### 2.2.5 Ensemble Kalman Filter

Metode *Ensemble Kalman Filter* (EnKF) adalah metode estimasi, modifikasi dari algoritma *Kalman Filter* yang dapat digunakan untuk mengestimasi model sistem linear maupun nonlinear. Metode *Ensemble Kalman Filter* (EnKF) diperkenalkan oleh Evensen 1994 **Invalid source specified.** dengan membangkitkan atau menggunakan sejumlah ensemble pada tahap prediksi untuk sebagai inisialisasi perhitungan mean dan kovarian error. Kalman Filter itu sendiri adalah metode untuk asimilasi data melalui parameter Kalman Gain dan pencarian Noise yang terdapat pada data. Persamaan 8-5 dan 8-6 adalah formula asal Kalman Filter untuk memodelkan state-space matriks [13].

$$x_{k+1} = M_k x_k + w_k \quad (2.6)$$

$$y_k = H_k x_k + v_k \quad (2.7)$$

Dimana,

M dan H	= state matriks
$w_k$	= noise proses
$v_k$	= noise pengukuran
k	= indeks waktu
$x_k$	= state vector
$y_k$	= output pengukuran proses

Data untuk sistem diambil dari sampel. Noise proses dan noise pengukuran dapat digambarkan dengan matriks kovarian  $Q_w$  dan  $R_v$ .

$$Q_w = E[w_k w_k^T] \quad (2.8)$$

$$R_v = E[v_k v_k^T] \quad (2.9)$$

Dimana,

T = matriks transpose

E = prediksi output

$Q_w$  = kovarian noise proses

$R_v$  = kovarian noise pengukuran

Kalman filter melakukan dua tahapan dalam mengolah data, yaitu tahapan prediksi dan tahapannya update. Sehingga, algoritma ini disebut algoritma rekursif dua tahap. Tahapan prediksi didasari dari data observasi sebelumnya, dari persamaan dan data yang ada akan didapatkan prediksi saat ini. Sedangkan, tahapan update diambil dari parameter pengukuran hasil tahapan prediksi saat ini.

Persamaan Kalman Filter dibagi berdasarkan tahapannya adalah sebagai berikut:

## 1. Predict stage:

a. Predicted (*a priori*) state:

$$\hat{\mathbf{x}}_{t|t-1} = \mathbf{F}_t \hat{\mathbf{x}}_{t-1|t-1} + \mathbf{B}_t \mathbf{u}_t \quad (2.10)$$

b. Predicted (*a priori*) estimate covariance:

$$\mathbf{P}_{t|t-1} = \mathbf{F}_t \mathbf{P}_{t-1|t-1} \mathbf{F}_t^T + \mathbf{Q}_t \quad (2.11)$$

## 2. Update stage:

a. Innovation or measurement residual:

$$\hat{\mathbf{y}}_t = \mathbf{z}_t - \mathbf{H}_t \hat{\mathbf{x}}_{t|t-1} \quad (2.12)$$

b. Innovation (or residual) covariance:

$$\mathbf{S}_t = \mathbf{H}_t \mathbf{P}_{t|t-1} \mathbf{H}_t^T + \mathbf{R}_t \quad (2.13)$$

c. Optimal Kalman gain:

$$\mathbf{K}_t = \mathbf{P}_{t|t-1} \mathbf{H}_t^T \mathbf{S}_t^{-1} \quad (2.14)$$

d. Updated (*a posteriori*) state estimate:

$$\hat{\mathbf{x}}_{t|t} = \hat{\mathbf{x}}_{t|t-1} + \mathbf{K}_t \hat{\mathbf{y}}_t \quad (2.15)$$

e. Updated (*a posteriori*) estimate covariance:

$$\mathbf{P}_{t|t} = (\mathbf{I} - \mathbf{K}_t \mathbf{H}_t) \mathbf{P}_{t|t-1} \quad (2.16)$$

Dimana,

$\hat{\mathbf{x}}_t$  = current state vector, yang dihitung dari Kalman filter.

$\mathbf{z}_t$  = vektor pengukuran.

$\mathbf{P}_t$  = ukuran peramalan untuk  $\mathbf{x}_t$  at time  $t$ .

$\mathbf{F}$  = sistem berpindah diasumsikan tanpa noise.

$\mathbf{H}$  = memetakan state vector,  $\mathbf{x}_t$ , ke vektor pengukuran  $\mathbf{z}_t$ .

$\mathbf{Q}$  and  $\mathbf{R}$  = Gaussian process and pengukuran noise, juga termasuk variance dari sistem.

$\mathbf{B}$  and  $\mathbf{u}$  = control-*input* parameters dalam sistem



### 2.2.6 Root Mean Square Error

*RMSE* adalah metode alternatif untuk mengevaluasi teknik peramalan yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil prakiraan suatu model. *RMSE* merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan, juga dapat menyatakan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan. Nilai *RMSE* rendah menunjukkan bahwa variasi nilai yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan mendekati variasi nilai observasinya [14].

$$RMSE_{fo} = [\sum_{i=1}^N (z_{fi} - z_{oi})^2 / N]^{1/2} \quad (2.17)$$

Dimana,

f = Peramalan (Hasil Prediksi)

o = Nilai Observasi (Data target yang telah diketahui)

N = Jumlah Data

### 2.2.7 Mean Absolute Percentage Error

*Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung dengan menggunakan rata-rata diferensiasi absolut antara nilai yang diramal dengan nilai aktual. Keluarannya dinyatakan sebagai persentase nilai aktual. Dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode tersebut. Kemudian, merata-ratakan kesalahan persentase absolut [14].

$$MAPE_{fo} = \frac{[\sum_{i=1}^N |z_{oi} - z_{fi}| / z_{oi}] \times 100}{N} \quad (2.18)$$

Dimana,

f = Peramalan atau Hasil Prediksi

o = Nilai Observasi (Data target yang telah diketahui)

N = Jumlah Data

Zainun dan Majid (2003) menyatakan bahwa suatu model memiliki kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada di bawah 10% dan dikatakan bagus jika nilai MAPE berada di antara 10% dan 20% [15].

### **2.2.8 Google Maps API**

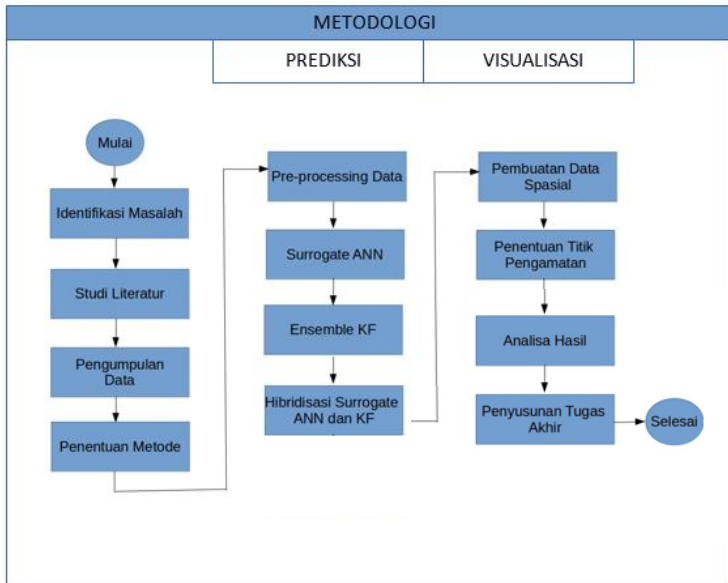
Dalam penelitian ini digunakan tools *Google Maps* sebagai perangkat visualisasi wilayah untuk hasil prediksi kecepatan angin. Tools ini merupakan pengembangan dari layanan Google untuk visualisasi. *Google Maps API* adalah suatu *library* yang berbentuk *JavaScript*. Dengan menggunakan *Google Maps API*, pengguna dapat menghemat waktu dan biaya untuk membangun aplikasi peta digital yang handal, sehingga tampilan akhir akan fokus hanya pada data-data yang akan ditampilkan. Hanya dengan mendapatkan API key yang kita daftarkan ke Google, *Google Maps API* dapat diakses langsung pada laman *maps.google.com*. Dalam penelitian, *library* yang digunakan untuk data spasial wilayah Sumatera Barat adalah *geocode*.

## BAB III METODOLOGI

Pada bab metode penelitian akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan apa saja yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini beserta deskripsi dan penjelasan tiap tahapan tugas akhir.

### 3.1 Diagram Alir Metodologi

Pada sub bab ini akan menjelaskan mengenai metodologi dalam pelaksanaan tugas akhir. Metodologi ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi

### 3.2 Aktivitas Metodologi

Berdasarkan diagram alir proses, maka dapat dijabarkan tiap proses atau aktivitasnya berdasarkan Gambar 3.1.

### **3.2.1 Identifikasi Masalah**

Penelitian ini dimulai dari mengidentifikasi masalah yang tampak saat ini. Mengumpulkan fakta-fakta permasalahan yang terjadi sebagai bahan latar belakang untuk dilakukan penyelesaian permasalahan melalui penelitian ini.

### **3.2.2 Studi Literatur**

Studi literatur yang dilakukan adalah studi literatur melalui, paper, jurnal, proceeding dan forum-forum diskusi yang berkaitan dengan topik permasalahan yang diangkat untuk melakukan pemecahan masalah. Dari hasil studi literatur didapatkan pengusulan metode penelitian menggunakan metode gabungan dianggap metode terbaik yang dilakukan dalam pemecahan masalah.

### **3.2.3 Pengumpulan Data**

Data yang didapatkan dari pusat data NCDC milik NOAA dengan tiap periodenya adalah 30 menit. Sedangkan, dalam proses data yang akan dilakukan, dibutuhkan *input* data kecepatan angin di rekam data terakhir yaitu tahun 2015 agar dapat diproses seefisien mungkin dengan data terbaru.

### **3.2.4 Penentuan Metode**

*Input* dari proses ini adalah data kecepatan angin yang diambil dari sekian banyak variabel cuaca yang tersedia. Setelah penentuan metode didasari dari tujuan penelitian, batasan dan metode terbaik yang dipilih dan telah dibandingkan melalui studi literatur. Didapatkan metode algoritma gabungan Kalman Filter dan ANN untuk data runtun waktu (*time series*) dengan prediksi jangka pendek.

### 3.2.5 Pra-Proses Data

Masuk ke tahapan prediksi, bagian ini adalah langkah awal penentu hasil prediksi yang akurat. Sehingga, sebelumnya telah dilakukan tahap penelitian karakteristik data untuk penentuan metode dan pra-proses yang tepat. Penelitian ini dimulai dari mengidentifikasi masalah pada data untuk dipersiapkan menuju tahapan proses data

### 3.2.6 Surrogate ANN

Surrogate ANN adalah pemodelan yang dilakukan untuk dapat mereduksi data melalui pengelompokkan data, sehingga kebutuhan data lebih efisien. Dari tahap pre-proses akan didapatkan beberapa atribut yang terpilih untuk dijadikan *input* ANN. ANN memiliki  $k$  *input*, namun keluarannya hanyalah satu, yakni berupa peramalan. Sehingga, *input* yang bagus akan menghasilkan peramalan yang bagus pula. Surrogate ANN atau  $F_{NN}$  yang akan memetakan dan memberikan output prediksi kecepatan angin. Sehingga  $F_{NN}$  sebagai *input* hibridisasi dari ANN akan didapatkan dari hasil eksperimen melalui proses pelatihan dan uji.

### 3.2.7 Ensemble Kalman Filter

Ensemble Kalman Filter merupakan metode asimilasi tingkat lanjut, menggunakan mean dan kovarian data untuk menyelesaikan fungsi permasalahan non linear. Selain untuk mengestimasi, juga untuk mendeteksi gangguan (*noise*) yang menyebabkan error pada data. Analisa state system dan kalman gain perlu dilakukan untuk bisa menjadi data masukan pada tahapan hibridisasi ANN dan EnKF.

### 3.2.8 Hibridisasi Surrogate ANN dan Kalman Filter

Mengombinasikan metode atau hibridisasi metode ini diambil dari surrogate ANN berdasarkan output terbaik pada proses

ANN. ANN ini yang akan menjadi state vektor untuk proses EnKF. Dari proses ini, penambahan parameter noise dan matriks EnKF akan memperbaiki output ANN yang belum dapat melakukan estimasi terbaik pada sistem, tentunya dengan menganalisa matriks state vektor yang merupakan data observasi dan data aktual.

### **3.2.9 Pembuatan Spasial Data**

Membuat library API yang cocok dalam memvisualisasikan data kecepatan angin di Sumatera Barat. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah java script dan menggunakan developers google untuk melakukan pengembangan bahasa pemrograman pada library milik google ini.

### **3.2.10 Penentuan Titik Pengamatan**

Mengonversikan data sehingga dibutuhkan koordinat latitude dan longitude untuk Provinsi Sumatera Barat. Mencari koordinat wilayah untuk siap diberikan nilai prediksi. Diikutsertakan pemberian warna dan ikon pada tiap wilayah bergantung nilai prediksinya.

### **3.2.11 Analisa Hasil**

Melihat prediksi di wilayah Sumatera Barat dapat diketahui potensi kecepatan angin apakah rendah atau tinggi. Dianalisa pula dari keadaan geografis yang telah dipilih.

### **3.2.12 Penyusunan Tugas Akhir**

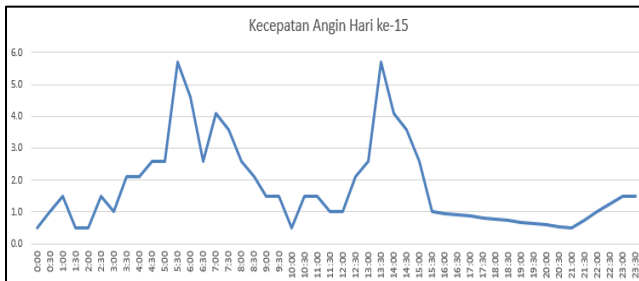
Penelitian ini dimulai dari mengidentifikasi masalah Hasil akhir pada tahap ini adalah laporan Tugas Akhir yang memberikan penjelasan dokumentasi aktivitas yang dilakukan selama penelitian ini.

## BAB IV PERANCANGAN

Dari bab ini akan dijelaskan rancangan penelitian tugas akhir meliputi obyek dari penelitian, pemilihan metode yang akan digunakan dan bagaimana penelitian ini akan dilakukan.

### 4.1 Pengumpulan Data

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai persiapan pengumpulan data pada penelitian tugas akhir ini. Metode yang digunakan untuk pengumpulan data, yaitu melakukan pengamatan langsung pada pangkalan data National Climatic Data Center di laman National Centers for Environmental Information milik National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). NOAA adalah sebuah organisasi penyedia informasi data iklim dan cuaca di berbagai belahan dunia. Gambar 4.1 adalah sampel data kecepatan angin hari ke-15 Bulan Januari 2015.



Gambar 4.1 Grafik Kecepatan Angin Hari ke-15

Dari 31 hari yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini, terdapat 1.488 data yang masing-masing harinya terdapat lengkap 48 data. Maka, Tabel 4.1 berikut akan menjelaskan statistika deskriptif pada variabel kecepatan angin.

**Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Variabel Kecepatan Angin**

	<b>Kecepatan Angin</b>
Min	0.0
Max	6.7
Mean	1.846974206
Stdev	1.027712609

## 4.2 Pra-Proses Data

Sebelum melakukan proses peramalan data kecepatan angin dengan periode jangka pendek ini, perlu dilakukan tahapan pra proses. Karena data yang akan digunakan sebagai peramalan merupakan data primer yang datanya masih belum terdistribusi normal. Sehingga perlu dilakukan tahapan pra proses untuk mengetahui karakteristik data, melengkapi data dan metode lainnya hingga layak untuk diramalkan.

### 4.2.1 Uji Normalitas

Tahap ini perlu dilakukan untuk menguji apakah data normal setelah dilakukan pengisian data lengkap. Bila data masuk ke dalam normal tanpa harus dilakukan tahap pra proses yaitu normalitas, dengan syarat p-value atau signifikansi  $>0.05$  bilamana kurang dari nilai tersebut maka data dianggap tidak normal.

### 4.2.2 Normalisasi Data

Dari data yang telah terlengkapi nilainya, tetap didapatkan nilai yang tidak sempurna. Yaitu, adanya ketidakteraturan besar kecilnya nilai pada data. Sehingga diperlukan teknik normalisasi data untuk menjadikan data dalam satu garis batas titik terdekat, sehingga rentang perbedaan antar data tidak terlalu besar dan hilang ketidak teraturan.



### 4.2.3 Uji Stasioneritas

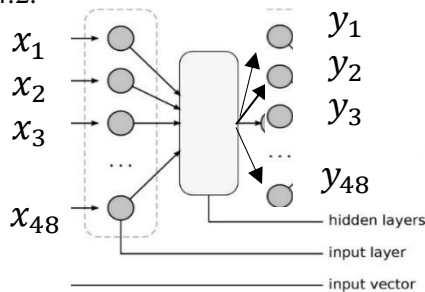
Setelah melakukan pengisian data untuk keseluruhan, uji stasioneritas pun diperlukan untuk data kecepatan angin untuk menentukan metode yang tepat. ANN sangat tepat untuk data time series, terlebih lagi yang non stasioner, karena dengan formula ANN penentuan node, bias, layer dan lain sebagainya akan membuat tingkat error semakin rendah. Uji stasioneritas dilakukan menggunakan SPSS.

## 4.3 Surrogate ANN

Surrogate ANN adalah pemodelan yang dilakukan untuk dapat mereduksi data melalui pengelompokkan data, sehingga kebutuhan data lebih efisien.

### 4.3.1 Perancangan Arsitektur ANN

Model ini menggunakan *input* data histori untuk peramalan. Guna mendapatkan tingkat akurasi tinggi dengan error terkecil, maka dalam tahap pertama proses data adalah membuat arsitektur pemodelan ANN. Terdiri dari 48 node *input* ( $x$ ), 48 node output ( $y$ ) dan satu hidden layer yang mana menurut Laurent Fausett satu hidden layer sudah cukup optimal untuk mengatasi problematika logika XOR pada algoritma ANN [16]. Perancangan arsitektur pemodelan ANN dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2 Arsitektur Model ANN**

### 4.3.2 Menentukan Input ANN

Proses ANN yang akan dilakukan, telah ditentukan banyak data yang akan digunakan adalah data Bulan Januari 2015, yakni 31 hari. Dimana, dalam satu hari terdiri dari 48 periode dari pukul 00.00 hingga 23.30. Oleh karena itu, output ANN dinyatakan sebanyak 1 hari atau 48 periode atau 48 node ( $y_{48}$ ). Dalam penelitian ini, pemodelan peramalan ANN dinyatakan bahwa output dipengaruhi oleh satu hari sebelumnya, maka *input* layer dinyatakan 1 hari atau 48 periode atau 48 node *inputan* ( $x_{48}$ ).

### 4.3.3 Eksperimen Model Terbaik

Pembagian data untuk tahap *training*, validasi dan testing ditentukan melalui eksperimen hingga mendapatkan dan nilai *root mean squared error* (RMSE) terkecil. Begitupun pengujian ANN lainnya pada jumlah *neuron* di *hidden layer*, fungsi aktivasi dan parameter dilakukan eksperimen berulang-ulang hingga mendapatkan RMSE terkecil.

## 4.4 Ensemble Kalman Filter

Penelitian ini dimulai dari mengidentifikasi masalah Ensemble Kalman Filter menggunakan mean dan kovarian data dan mendeteksi noise penyebab error [17]. Persamaan EnKF didapatkan dari langkah-langkah berikut [18]:

#### 1. Estimasi Awal

Bangkitkan ensembles dari estimasi awal

$$x_0 = [x_{0,1} x_{0,2} \dots x_{0,N-1} x_{0,N}] \quad (4.1)$$

dengan N adalah jumlah ensemble

$$x_{0,1} \sim N(x_0, P_0) \quad (4.2)$$

#### 2. Tahap Prediksi

$$x_{kj} = f_{k-1,j} u_k + w_{k,j} ; j = 1, 2, 3, \dots n \quad (4.3)$$

$$w_{kj} \sim N(0, \Sigma_k) \quad (4.4)$$

Persamaan (4.5) merupakan noise dari ensemble sistem. Rata-rata estimasi tahap prediksi adalah:

$$x_k = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{k,j} \quad (4.5)$$

Kovariansi error estimasi tahap prediksi, adalah:

$$P_k = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1,2,3 \dots, N} (x_{k,j} - x_k)(x_{k,j} - x_k)^T ; \quad (4.6)$$

### 3. Tahap Koreksi

Bangkitkan N-ensemble data pengukuran,

$$z_{k,j} = z_k + v_{k,j} ; j = 1,2,3 \dots, N \quad (4.7)$$

$$v_{kj} \sim N(0, R_k) \quad (4.8)$$

Persamaan (2.23) merupakan noise dari ensemble pengukuran. Rumus kalman gain didefinisikan:

$$K_k = P_k H^T (H P_k H^T + R_k)^{-1} \quad (4.9)$$

Estimasi tahap koreksi adalah :

$$x_{k,j} = x_{k,j} + K_k (z_{k,j} - H x_{k,j}) \quad (4.10)$$

Rata-rata estimasi tahap koreksi adalah:

$$x_k = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{k,j} \quad (4.11)$$

dengan kovariansi error pada persamaan (4.12).

$$P_k = [1 - K_k H] P_k \quad (4.12)$$

4. Substitusikan persamaan tahap prediksi ke persamaan dinamik tak linear.
5. Ulangi tahapan 2 hingga 4 untuk memperoleh estimasi tahap koreksi pada waktu ke-k.

#### 4.5 Hibridisasi Surrogate ANN dan Kalman Filter

Mengombinasikan metode atau hibridisasi metode ini diambil dari surrogate ANN berdasarkan output terbaik pada proses ANN. ANN ini yang akan menjadi state vektor untuk proses EnKF. Dari proses ini, EnKF akan memperbaiki output ANN yang belum dapat melakukan estimasi terbaik pada sistem, tentunya dengan menganalisa state terlebih dahulu. Persamaan matriks state vektor pada tahap gabungan ada pada persamaan (4.13):

$$\begin{bmatrix} X_s^{H,k+1} \\ X_s^{H,k} \\ X_s^{H,k-1} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ X_s^{H,k-\tau} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} & & F_{NN} & & & \\ 1 & 0 & 0\dots & 0 & 0 & \\ & 0 & 1 & 0\dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1\dots & 0 & 0 \\ & & & \vdots & & \\ & & & \vdots & & \\ & & & \vdots & & \\ & & & \vdots & & \\ 0 & 0 & 0\dots & 1 & 0 & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_s^{H,k} \\ X_s^{H,k-1} \\ X_s^{H,k-2} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ X_s^{H,k-\tau} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} W_s^k \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (4.13)$$

$F_{NN}$  sebagai surrogate model, diambil dari persamaan ANN sebelumnya dengan matriks identitas untuk melengkapi fungsi metode hybrid. Dengan formulasi Kalman Filter pada waktu ke- $k$ .

$$X^k = [X_s^{H,k}, X_s^{H,k+1}, \dots, X_s^{H,k-TH}]^T \quad (4.14)$$

Juga persamaan noise vektor hasil deteksi dari Kalman Filter yaitu berupa matriks  $W^k$

$$W^k = [W_s^k, 0, 0, \dots, 0]^T \quad (4.15)$$

## **4.6 Pembuatan Spasial Data**

Dalam pembuatan data spasial di tugas akhir ini, digunakan library Google Maps (GMaps) API untuk pengambilan data geografis. Tools visualisasi yang digunakan adalah perangkat lunak Power BI. Power BI adalah perangkat lunak Business Intelligence yang membantu dalam hal analisa dan visualisasi. Dalam tahap ini, data shape map akan diambil dari Gmaps API dengan cara menyambungkan Power BI dengan GMaps API untuk mendapatkan visualisasi data yang lebih baik.

### **4.6.1 Penentuan Titik Pengamatan**

Visualisasi data spasial, membutuhkan perencanaan penentuan titik koordinat pengamatan. Wilayah yang diambil adalah Provinsi Sumatera Barat, tepatnya adalah pada stasiun cuaca milik NOAA yang diletakkan di seluruh bandara internasional di dunia, salah satunya di Bandara Internasional Minangkabau, Kota Padang. Maka, untuk mendapatkan shape map tersebut, harus dilakukan pencarian titik koordinat latitude dan longitude-nya. Dengan cara, melakukan pencarian nama wilayah di google maps, klik kanan dan kita akan mendapatkan informasi koordinat-nya. Dalam penelitian ini koordinat yang ditemukan adalah latitude= -0.788587 dan longitude= 100.281487.

## **4.7 Analisa Hasil**

Pada tahap ini akan dilakukan analisa hasil prediksi kecepatan angin di wilayah Sumatera Barat. Dari analisa hasil ini akan memberikan jawaban dari rumusan masalah yang dijabarkan dalam Bab 1 dan akan dijelaskan pula dalam kesimpulan.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB V IMPLEMENTASI**

Bab ini menjelaskan tentang implementasi setiap tahap & proses – proses didalam metodologi tugas akhir ini, yang dapat berupa hasil, waktu pelaksanaan dan lampiran terkait yang memuat pencatatan tertentu dengan implementasi proses itu sendiri.

### **5.1 Pra-Proses Data**

Data yang didapatkan merupakan data kecepatan angin di Wilayah Sumatera Barat. Tabel 5.1 berikut merupakan format dan contoh data yang digunakan dalam penelitian.

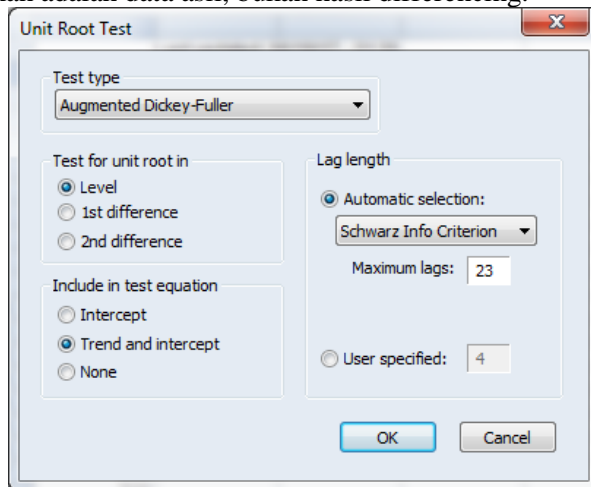
**Tabel 5.1 Contoh Data yang Digunakan**

<b>Waktu</b>	<b>Kecepatan Angin</b>
2015/01/01 00:00	0.5
2015/01/01 00:30	0.5
2015/01/01 01:00	0.0
2015/01/01 01:30	0.0
2015/01/01 02:00	0.0
2015/01/01 02:30	0.5
2015/01/01 03:00	1.0
2015/01/01 03:30	1.5
2015/01/01 04:00	1.5
2015/01/01 04:30	2.1
2015/01/01 05:00	2.6
2015/01/01 05:30	2.1
2015/01/01 06:00	2.6

### 5.1.1 Hasil Uji Stasioner

Uji stasioneritas dilakukan untuk mengetahui tingkatan penurunan dan peningkatan data. Semakin banyak data sampel akan semakin mempengaruhi struktur data. Dalam penelitian ini digunakan perangkat lunak E-Views untuk uji stasioner. Berikut adalah tahapan melakukan uji stasioneritas:

- 1) Menguji kestasioneran data menggunakan Uji Augmented Dickey Fuller (ADF) yang ada pada menu 'Unit Root Test' di E-Views. Uji ADF ini adalah uji kestasioneran yang biasa digunakan untuk menguji data time series dengan tingkat root yang dipilih adalah 'Level' karena data yang digunakan adalah data asli, bukan hasil differencing.



Gambar 5.1 Memilih Tipe Pengujian Stasioner

- 2) Kemudian akan muncul hasil uji stasioner berupa data dengan nilai Probabilitas adalah 0,00 kurang dari 0,05 dan t-statistik adalah -11,46 lebih kecil dari nilai kritis 5% ADF, yaitu -3,41. Data dianggap sudah stasioner.

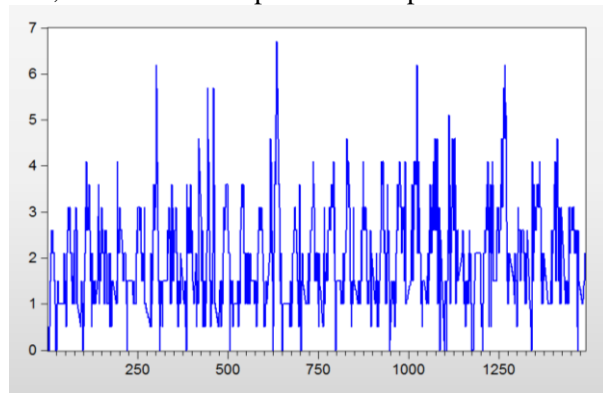


Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DATA		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-11.45973	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.964232	
5% level	-3.412837	
10% level	-3.128403	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

**Gambar 5.2 Hasil Uji Stasioner Var. Kecepatan Angin**

- 3) Grafik pada Gambar 5-3 ini merupakan grafik data yang diujikan dan telah dianggap stasioner. Dimana, data dikatakan stasioner adalah data yang bersifat flat, tidak mengandung komponen trend, dengan keragaman yang konstan, serta tidak terdapat fluktuasi periodik.



**Gambar 5.3 Grafik Data Variabel Kec. Angin**

### 5.1.2 Hasil Uji Normalitas

Uji distribusi normal data merupakan langkah pertama yang dilakukan sebelum data siap diolah. Uji ini bertujuan untuk mendeteksi distribusi data dalam suatu variabel. Karena data yang baik dan layak untuk membuktikan model adalah yang memiliki distribusi normal. Berikut adalah langkah uji

normalitas menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan perangkat lunak SPSS:

- 1) *Import* data excel pada SPSS. Setelah dilakukan *import*, maka tampilan data akan muncul menjadi sebuah worksheet baru di SPSS.

wind_speed	wind_speed_la rmd	wind_speed_la rmd1
.5	.639387669592	.639387669592
.5	.639387669592	.639387669592
.1	.226340790084	.226340790084
.1	.226340790084	.226340790084
.1	.226340790084	.226340790084
.5	.639387669592	.639387669592
1.0	1.000000000000	1.000000000000
1.5	1.299034322890	1.299034322890
1.5	1.299034322890	1.299034322890
2.1	1.614016115239	1.614016115239
2.6	1.852491524565	1.852491524565
2.1	1.614016115239	1.614016115239
2.6	1.852491524565	1.852491524565
2.1	1.614016115239	1.614016115239
2.6	1.852491524565	1.852491524565
2.1	1.614016115239	1.614016115239
2.1	1.614016115239	1.614016115239
2.1	1.614016115239	1.614016115239
2.1	1.614016115239	1.614016115239
1.5	1.299034322890	1.299034322890
1.5	1.299034322890	1.299034322890
1.0	1.000000000000	1.000000000000
.5	.639387669592	.639387669592
.1	.226340790084	.226340790084
.5	.639387669592	.639387669592
.1	.226340790084	.226340790084

Gambar 5.4 Hasil *Import* Data .xlsx

- 2) Menggunakan Uji Kolmogorov Smirnov pada SPSS yang terdapat pada menu Non Parametric Values. Lalu, dipilih One Sample K-S Test pada sub menu selanjutnya untuk fitur uji normalisasi.
- 3) Dari uji Kolmogorov Smirnov, maka, hipotesa yang diajukan adalah:

Ho : Data X berdistribusi normal.

Ha : Data X tidak berdistribusi normal.

Dengan pengambilan keputusan sebagai berikut:

Jika Sig.(p) > 0,05 maka Ho diterima

Jika Sig.(p) < 0,05 maka Ho ditolak. Seperti contoh pada Gambar 5-5, dir\_wind pada Asymp.Sig.(2 tailed) memiliki

nilai 0.000 atau sign.  $p < 0.05$  sehingga diputuskan bahwa variabel tersebut tidak terdistribusi normal atau  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Maka, dari sini dibutuhkan normalisasi pada variabel kecepatan angin.

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		wind_speed
N		1440
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	1.949131944
	Std. Deviation	1.068405774
Most Extreme Differences	Absolute	.168
	Positive	.168
	Negative	-.095
Test Statistic		.168
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 <sup>c</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

**Gambar 5.5 Hasil Uji Normalisasi Variabel Kecepatan Angin**

### 5.1.3 Normalisasi

Setelah melakukan uji distribusi normal dan didapatkan hasil data yang tidak terdistribusi normal, maka diambil langkah normalisasi. Dimana, dalam peramalan statistika akan memproses data yang terdistribusi normal. Sehingga, dalam tahapan proses data, proses tersebut akan menganggap sebuah data itu sudah normal. Maka, kita butuh tindakan untuk melakukan normalisasi pada data. Normalisasi kali ini menggunakan MATLAB dengan fungsi normalisasi min-max, maka yang dibutuhkan adalah nilai minimum dan maksimum data, terdapat pada statistika deskriptif data di Gambar 4.2. Berikut tahapannya:

- 1) Pertama, dilakukan *import* data berformat .xlsx ke Matlab, seperti Segmen Program 5-1.

```


filename = 'NOAA_wind_data.xlsx';
sheet = '48_transpose';
xlRange = 'B2:BAP97';
Data = xlsread(filename, sheet, xlRange);
input=Data(1:96,1:1393);

```

**Segmen Program 5.1 *Import* Data .xlsx di Matlab**

Penjelasan Segmen Program 5-1 akan dijabarkan dalam Tabel 5-2 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.2 Penjelasan Program Matlab *Import* Data**

Filename	Nama data yang akan di <i>import</i> beserta formatnya. Karena Matlab otomatis membaca format office excel .xls sehingga format lain yang terbaru harus ditulis ulang.
sheet	Nama worksheet pada berkas excel terpilih.
xlRange	Range cell pada data yang akan di <i>import</i> .
xlsread	Fungsi pembacaan letak data pada komponen excel kita inisialkan sebagai 'Data'.
<i>input</i>	Mendeklarasikan baris dan kolom (row:column) pada 'Data' yang telah di <i>import</i>

- 2) Memasukkan fungsi normalisasi untuk data yang telah di*import*-kan.

```

%normalize data
max_data=max(max(input));
min_data=min(min(input));
[m,n] = size(input);
data_norm=(input-min_data) ./ (max_data-min_data);

```

**Segmen Program 5.2 Fungsi Normalisasi di Matlab**

Penjelasan Segmen Program 5-2 akan dijabarkan dalam Tabel 5-3 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.3 Penjelasan Program Matlab Normalisasi**

max_data	max( <i>input</i> ) berarti mencari nilai maksimum pada ' <i>input</i> ' untuk masing-masing kolom. Maka, fungsi ini untuk mencari nilai maksimum dari keseluruhan data.
min_data	min( <i>input</i> ) berarti mencari nilai minimum pada ' <i>input</i> ' untuk masing-masing kolom. Maka, fungsi ini untuk mencari nilai minimum dari keseluruhan data.
[m,n]	Deklarasi pengukuran jumlah baris dan kolom [row,column] untuk ' <i>input</i> '.
x,y	Diinisialisasikan dalam bentuk x dan y untuk seluruh data sesuai baris dan kolom yang akan dinormalisasi.

data_norm(x,y)	Hasil data normalisasi berukuran (x,y) didapatkan dari formula: $\frac{(\text{'input' berukuran (x,y)} - \text{min\_data})}{(\text{max\_data} - \text{min\_data})}$
----------------	--

## 5.2 Pembuatan Model ANN

Pembuatan model dilakukan pada masing-masing jenis variabel. Ada beberapa kemungkinan model pada masing-masing variable berdasarkan eksperimen dari parameter. Untuk melakukan eksperimen pada MATLAB, maka tahapan pertama pada metode pertama yaitu ANN adalah pembagian data untuk rasio tahapan *training*, validasi dan *testing*. Dari ketiga tahapan tersebut akan didapatkan model terbaik, baik dari pemilihan neuron, fungsi aktivasi maupun parameter untuk melakukan pemodelan dengan nilai error terkecil.

### 5.2.1 Pembagian Data ANN

Data yang digunakan adalah data Bulan Januari sebanyak 1488 data dengan periode 1 hari sebanyak 48 data. Maka, dilakukan eksperimen untuk pembagian data rasio dari *training* 50% hingga 80%.

```

%data and node input
I=data_norm(1:48,:);
t= data_norm(49:96,:);

[trainP,valP,testP,trainInd,valInd,testInd] = divideblock(I,80/100,10/100,10/100);
[trainT,valT,testT] = divideind(t,trainInd,valInd,testInd);

```

**Segmen Program 5.3 Fungsi *Input* Pembagian Data**

Penjelasan Segmen Program 5.3 akan dijabarkan dalam Tabel 5.4 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.4 Penjelasan Program Pembagian Data**

Divideblock	Ini adalah fungsi pembagian data secara otomatis berurutan dari data I, dengan rasio 80/100,10/100,10/100.
trainP,valP,testP	Data <i>training</i> , validasi dan testing terbagi otomatis mengikuti rasio
trainInd,valInd,testInd	Mendefinisikan index data
trainT, valT, testT	Data target dari <i>training</i> , validasi dan testing berukuran sama dengan <i>inputnya</i> .

### 5.2.2 Pelatihan ANN

Ini adalah tahapan pertama untuk memperoleh model melalui pengaturan parameter, bobot dan fungsi aktivasinya. Langkahnya adalah:

- 1) Masuk ke proses pelatihan, pertama kita definisikan data *input* terpilih pada pelatihan ini. Fungsinya dapat dilihat pada Segmen Program 5.4.

```
%comparing output and target
hasil_train = sim(net,trainP);
output_denorm= (hasil_train*(max_data-min_data))+min_data;
target_asli= trainT.*(max_data-min_data)+min_data;
```

#### Segmen Program 5.4 Fungsi *Input* Data Pelatihan

Penjelasan Segmen Program 5.4 akan dijabarkan dalam Tabel 5.5 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.5 Penjelasan Program Matlab *Input* Pelatihan**

Hasil_train	Hasil simulasi peramalan ann pada data trainP
Output_denorm	Denormalisasi hasil peramalan
Target_asli	Target <i>training</i> yaitu trainT

- 2) Kemudian, gunakan fungsi neural network yang sudah ada pada MATLAB, yaitu 'newff' salah satu fungsi untuk ANN Back Propagation. Berikut fungsi aktivasi yang akan menentukan lapisan tersembunyi proses ini dan bobot untuk proses data.

```
%training ann
net = newff(I,t,8,{'logsig','purelin'},'trainlm');
bobot_hidden = net.IW(1,1);
bobot_keluaran = net.LW(2,1);
bias_hidden = net.b(1,1);
bias_keluaran = net.b(2,1);
```

**Segmen Program 5.5 Fungsi Aktivasi dan Bobot ANN**

Penjelasan Segmen Program 5.5 akan dijabarkan dalam Tabel 5.6 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.6 Penjelasan Program Matlab Fungsi Aktivasi dan Bobot ANN**

Net	Inisial dari fungsi ANN meliputi <i>input</i> data,target, neuron pada lapisan tersembunyi dan fungsi-fungsi aktivasi.
logsig (Fungsi sigmoid binner)	Fungsi aktivasi <i>input</i> -hidden Metode Backpropagation dengan nilai range interval 0-1
purelin (Fungsi Linier)	Fungsi aktivasi hidden-output linier (identitas) ini memiliki nilai output yang sama dengan <i>inputnya</i>



trainlm (Lavenberg-Marquardt)	Salah satu fungsi pelatihan pada matlab dengan maksimum epoch 1000.
net.IW	Bobot awal <i>input</i>
net.LW	Bobot pada lapisan-lapisan
net.b	Bobot awal bias <i>input</i>

3) Menentukan parameter-parameter ANN Feed Forward Back Propagation.

```
[net,tr]=train(net,I,t);
net.trainParam.show = 10;
net.trainParam.lr = 0.7;
net.trainParam.epochs = 10000;
net.trainParam.goal = 0.001;
net.trainParam.mc = 0.6;
jumlah_iterasi = tr.num_epochs;
```

**Segmen Program 5.6 Fungsi Parameter ANN**

Penjelasan Segmen Program 5.6 akan dijabarkan dalam Tabel 5.7 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.7 Penjelasan Program Matlab Parameter ANN**

[net,tr]	Inisial fungsi-fungsi <i>training</i> ANN
net.trainParam.show	Interval epoch yang ditampilkan
net.trainParam.lr	Learning rate berpengaruh pada kecepatan perubahan bias dan bobot
net.trainParam.epochs	Maksimum jumlah epoch yang digunakan pada <i>training</i>
net.trainParam.goal	Keberhasilan performa <i>training</i>
net.trainParam.mc	Momentum constant mampu mengabaikan bagian minor penyebab error agar mempercepat proses

- 4) Membandingkan hasil pelatihan dengan target data melalui perhitungan nilai error (MSE). Hasil pelatihan yang dibandingkan akan di denormalisasi terlebih dahulu dengan target data asli tanpa normalisasi.

```

%errorMSE
nilai_error = (target_asli-output_denorm);
nilai_error2 = nilai_error.^2;
error_MSE=(1/r)*(sum(nilai_error2(:)));
%errorMAPE
ner= (abs(nilai_error))./target_asli;
nilai_error3=ner(ner~=0&isfinite(ner));
nilai_error4=sum((nilai_error3(:)));

error_RMSE = sqrt(error_MSE); %sqrt(1/n*jumlah(error^2)
error_MAPE= (1/r)*(nilai_error4*100);

```

**Segmen Program 5.7 Fungsi Perhitungan Error**

Penjelasan Segmen Program 5.7 akan dijabarkan dalam Tabel 5.8 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.8 Penjelasan Program Matlab Hitung Error**

nilai_error	Memiliki formula: (prediksi-aktual)
error_MSE	Menghitung error MSE dengan formula: akar dari $1/\text{jumlah\_data} * \text{jumlah dari nilai error yang dipangkat 2}$
Error_MAPE	Menghitung error MAPE dengan formula $1/\text{jumlahdata} * (\text{error}/\text{dataaktual}) * 100\%$

- 5) Memvisualisasikan hasil error, dengan membandingkan data prediksi dengan data aktual.

```

%grafik training
figure,
plot(output_denorm(:),'b-')
hold on
plot(target_asli(:),'r-')
hold off
grid on
title(strcat(['Grafik Training vs Forecast ANN, nilai RMSE = ',...
num2str(error_RMSE),' ,nilai MAPE = ',...
num2str(error_MAPE)]))
xlabel('Periode ke-')
ylabel('Kecepatan Angin')
legend('Output ANN','Target','Location','Best')

```

### Segmen Program 5.8 Grafik Visualisasi Pelatihan

Penjelasan Segmen Program 5.8 akan dijabarkan dalam Tabel 5.9 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.9 Penjelasan Program Matlab Grafik Visualisasi Pelatihan**

figure	Menampilkan jendela grafik
bo,ro	Menampilkan warna grafik 'blue' dan 'red', o sebagai style grafik
xlabel,ylabel,legend	Label grafik visualisasi

## 5.2.3 Validasi ANN

Berikut adalah tahapan kedua usai melakukan pelatihan. Pada tahap ini melakukan validasi dari hasil *training*. Sehingga data masukkan dari validasi sebagian merupakan data keluaran dari pelatihan. sebagian merupakan data keluaran dari pelatihan. Langkahnya adalah sebsgai berikut:

- 1) Masuk ke proses validasi, definisikan data target dan *input* validasi. Bisa dilihat pada Segmen Program 5.9.

```

%val
hasil_val = sim(net,valP);
output_denorm_val= (hasil_val*(max_data-min_data))+min_data;
target_asli_val= valT.*(max_data-min_data)+min_data;

```

### Segmen Program 5.9 Fungsi *Input* Data Validasi

Penjelasan Segmen Program 5.9 akan dijabarkan dalam Tabel 5.10 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.10 Penjelasan Program Matlab Input Validasi**

Hasil_val	Hasil simulasi peramalan ann pada data valP
Output_denorm_val	Denormalisasi hasil peramalan
Target_asli_val	Target validasi yaitu valT

- 2) Membandingkan hasil validasi dengan target data melalui perhitungan nilai error (MSE dan MAPE). Hasil validasi yang dibandingkan akan di denormalisasi terlebih dahulu dengan target data asli tanpa normalisasi.

```

%errorMSE
nilai_error_val = (target_asli_val - output_denorm_val);
nilai_error2_val = nilai_error_val.^2;
error_MSE_val = (1/o) * (sum(nilai_error2_val(:)));
%errorMAPE
ner_val = (abs(nilai_error_val)) ./ target_asli_val;
nilai_error3_val = ner_val(ner_val ~= 0 & isfinite(ner_val));
nilai_error4_val = sum((nilai_error3_val(:)));

error_RMSE_val = sqrt(error_MSE_val); %sqrt(1/n*jumlah(error^2)
error_MAPE_val = (1/o) * (nilai_error4_val * 100);

```

**Segmen Program 5.10 Fungsi Perhitungan Error Validasi**

Penjelasan Segmen Program 5.10 akan dijabarkan dalam Tabel 5.11 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.11 Penjelasan Program Matlab Hitung Error Validasi**

nilai_error	Memiliki formula: (prediksi-aktual)
error_MSE	Menghitung error MSE dengan formula: akar dari 1/jumlah_data * jumlah dari nilai error yang dipangkat 2
Error_MAPE	Menghitung error MAPE dengan formula 1/jumlahdata * (error/dataaktual) * 100%

- 3) Memvisualisasikan hasil error, dengan membandingkan data prediksi dengan data aktual.

```

%grafik val
figure,
plot(output_denorm_val(:),'b-')
hold on
plot(target_asli_val(:),'r-')
hold off
grid on
title(strcat(['Grafik Validasi vs Forecast ANN, nilai RMSE = ',...
num2str(error_RMSE_val),' ,nilai MAPE = ',...
num2str(error_MAPE_val)]))
xlabel('Periode ke-')
ylabel('Kecepatan Angin')
legend('Output ANN','Target','Location','Best')

```

### Segmen Program 5.11 Grafik Visualisasi Pelatihan

Penjelasan Segmen Program 5.11 akan dijabarkan dalam Tabel 5.12 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.12 Penjelasan Program Matlab Grafik Visualisasi Pelatihan**

figure	Menampilkan jendela grafik
bo,ro	Menampilkan warna grafik 'blue' dan 'red', o sebagai style grafik
xlabel,ylabel,legend	Label grafik visualisasi

## 5.2.4 Pengujian ANN

Berikut adalah tahapan pengujian, dilakukan pula peramalan berdasarkan simulasi yang sudah dipelajari pada tahap *training* dan validasi untuk mencapai target. Data masukkan dari target ANN ini juga sebagian merupakan data keluaran dari validasi. Langkahnya adalah sebagai berikut:

- 1) Masuk ke proses pengujian, definisikan data target dan *input* pengujian. Bisa dilihat pada Segmen Program 5.12.

```

%uji
hasil_uji = sim(net,testP);
output_denorm_uji= (hasil_uji*(max_data-min_data))+min_data;
target_asli_uji= testT.*(max_data-min_data)+min_data;

```

**Segmen Program 5.12 Fungsi Input Data Testing**

Penjelasan Segmen Program 5.12 akan dijabarkan dalam Tabel 5.13 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.13 Penjelasan Program Matlab Input Testing**

Hasil_uji	Hasil simulasi peramalan ann pada data testP
Output_denorm_uji	Denormalisasi hasil peramalan
Target_asli_uji	Target validasi yaitu testT

- 2) Membandingkan hasil validasi dengan target data melalui perhitungan nilai error (MSE dan MAPE). Hasil validasi yang dibandingkan akan di denormalisasi terlebih dahulu dengan target data asli tanpa normalisasi.

```

%errorMSE
nilai_error_uji = (target_asli_uji-output_denorm_uji);
nilai_error2_uji = nilai_error_uji.^2;
error_MSE_uji=(1/l)*(sum(nilai_error2_uji(:)));
%errorMAPE
ner_uji= (abs(nilai_error_uji))./target_asli_uji;
nilai_error3_uji=ner_uji(ner_uji~=0&isfinite(ner_uji));
nilai_error4_uji=sum((nilai_error3_uji(:)));

error_RMSE_uji = sqrt(error_MSE_uji); %sqrt(1/n*jumlah(error^2)
error_MAPE_uji= (1/l)*nilai_error4_uji*100;

```

**Segmen Program 5.13 Fungsi Perhitungan Error Testing**

Penjelasan Segmen Program 5.13 akan dijabarkan dalam Tabel 5.14 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.14 Penjelasan Program Matlab Hitung Error Testing**

nilai_error	Memiliki formula: (prediksi-aktual)
-------------	-------------------------------------

error_MSE	Menghitung error MSE dengan formula: akar dari $1/\text{jumlah\_data} \times \text{jumlah}$ dari nilai error yang dipangkat 2
Error_MAPE	Menghitung error MAPE dengan formula $1/\text{jumlahdata} \times (\text{error}/\text{dataaktual}) \times 100\%$

- 3) Memvisualisasikan hasil error, dengan membandingkan data prediksi dengan data aktual.

```

%grafik uji
figure,
plot(output_denorm_uji(:),'b-')
hold on
plot(target_asli_uji(:),'r-')
hold off
grid on
title(strcat(['Grafik Uji vs Forecast ANN, nilai RMSE = ',...
num2str(error_RMSE_uji),' ,nilai MAPE = ',...
num2str(error_MAPE_uji)]))
xlabel('Periode ke-')
ylabel('Kecepatan Angin')
legend('Output ANN','Target','Location','Best')

```

#### Segmen Program 5.14 Grafik Visualisasi Testing

Penjelasan Segmen Program 5.14 akan dijabarkan dalam Tabel 5.15 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.15 Penjelasan Program Matlab Grafik Visualisasi Pelatihan**

figure	Menampilkan jendela grafik
bo,ro	Menampilkan warna grafik 'blue' dan 'red', o sebagai style grafik
xlabel,ylabel,legend	Label grafik visualisasi

### 5.2.5 Prediksi ANN

Berikut adalah tahapan terakhir usai melakukan pelatihan, validasi dan pengujian. Pada tahap ini dilakukan peramalan tanpa target, karena sistem sudah belajar dari proses pelatihan

dan pengujian untuk mencapai target data aktual. Langkahnya adalah sebagai berikut:

- 1) Langsung saja kita definisikan data yang akan menjadi *inputan* untuk prediksi. Data yang dipilih adalah data periode sebelumnya.

```
% prediksi
hasil_prediksi_norm = sim(net,testT);
hasil_prediksi=( hasil_prediksi_norm*(max_data-min_data)+min_data);
```

#### Segmen Program 5.15 Segmen Program *Input* Prediksi

Penjelasan Segmen Program 5.15 akan dijabarkan dalam Tabel 5.16 beserta fungsi-fungsinya.

**Tabel 5.16 Penjelasan Program Matlab Prediksi**

hasil_prediksi	Hasil simulasi dari data periode sebelumnya, yaitu target testing (testT), yang kemudian didenormalisasi untuk mendapatkan hasil yang sesuai data aktual.
----------------	---

- 2) Melakukan visualisasi prediksi agar jelas grafiknya dapat terlihat dan dianalisa.

```
%grafik prediksi
figure,
plot(hasil_prediksi(:) ,'b-')
grid on
title(strcat(['Grafik Forecast ANN, ',...
]))
xlabel('Periode ke-')
ylabel('Arah Angin')
legend('Output ANN', 'Target', 'Location', 'Best')
```

#### Segmen Program 5.16 Segmen Program Visualisasi Prediksi

Penjelasan Segmen Program 5.16 akan dijabarkan dalam Tabel 5.17 beserta fungsi-fungsinya.



**Tabel 5.17 Penjelasan Program Matlab Prediksi**

figure	Menampilkan jendela grafik
bo	Menampilkan warna grafik 'blue', o sebagai style grafik
xlabel,ylabel,legend	Label grafik visualisasi

### 5.3 Pembuatan Model EnKF

Pembuatan model dilakukan pada masing-masing jenis variabel. Ada beberapa kemungkinan model pada masing-masing variable berdasarkan eksperimen dari parameter [19].

1. Membangkitkan ensemble untuk estimasi awal.

```
run_filter = 1; % set to 1 to run the EnKF
sig0      = 0.5; % initial forecast error variance
sig_obs   = 0.5; % observation error covariance
N         = 100; % ensemble size
Tend      = 30; % total integration time
tobs      = 3.0; % observation interval
localize  = 1; % set to 1 to use only the diagonals
```

#### Segmen Program 5.17 Segmen Program Inisialisasi Ensemble

2. Tahap Prediksi menggunakan ensemble dengan mendefinisikan kovarians matriks.

```
% get the forecast error covariance matrix from the ensemble
D = zeros(3,N);
for iens = 1:N
    D(:,iens) = xfens(iens,:) - mean(xfens,1);
end
Pf1 = (1/N)*D*D';
```

#### Segmen Program 5.18 Segmen Program Prediksi EnKF

3. Tahap Koreksi ini membangkitkan N-ensemble untuk data pengukuran

```

% update the entire ensemble with the observations
K_bottom = H*Pf*H' + R;
K_top = H*Pf';
K = K_top * inv(K_bottom);
for iens = 1:N
    % for each ensemble member, create a perturbed observation vector
    yens = YOBS(:,k)+H*sig_obs*rand(3,1);
    XENS(iens,:,k) = xfens(iens,:) + K*(yens - H*xfens(iens,:));
end

```

Segmen Program 5.19 Segmen Program Tahap Koreksi

## 5.4 Pembuatan Model Data Spasial

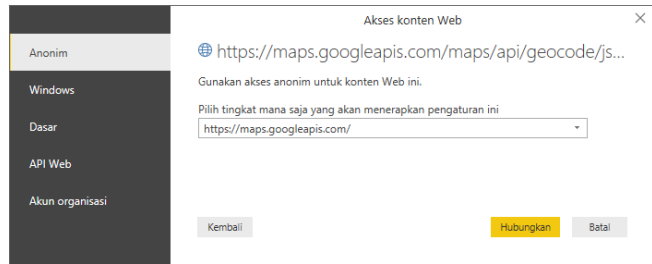
Visualisasi data hasil prediksi kecepatan angin menggunakan Google Maps API melalui tools, Power BI. Maka, pertama-tama Power BI akan disambungkan pada library Google Maps API. Berikut langkah-langkahnya.

- 1) Koneksikan Power BI dengan Google Maps API untuk visualisasi data geografis yang akan diambil dari web.
- 2) Sebelumnya, kita harus mendapatkan alamat sumber data geocodedari web Google Maps API. Beserta key API dan koordinatnya, berikut URL-nya: [https://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json?latlng=0.788587,100.281487&key=AIzaSyBIHxtl00nMP8gHzSiwg-kHwsS7CcTd\\_co](https://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json?latlng=0.788587,100.281487&key=AIzaSyBIHxtl00nMP8gHzSiwg-kHwsS7CcTd_co)



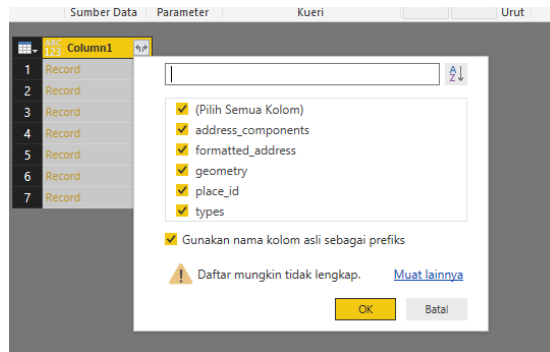
Gambar 5.6 URL Sumber Data Google Maps API

- 3) Akan muncul status pilihan untuk menyambungkan ke alamat URL google maps API.



Gambar 5.7 Sambung ke Google Maps Api

- 4) Maka, akan muncul atribut atribut yang akan menampilkan tingkatan daerah geografis.



Gambar 5.8 Memilih Atribut dari Gmaps API

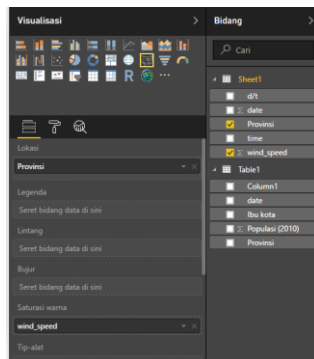
### 5.4.1 Penentuan Titik Pengamatan

1. Melakukan *import* data prediksi dari excel.
2. Kemudian sesuaikan data tersebut dengan range waktu dan daerah.

dt	date	time	wind_speed	Provinsi
25/01/2015 00.00.44	20150126	24/01/1900 00.00.00	2,1	Sumatera Barat
25/01/2015 00.30.44	20150126	24/01/1900 00.30.00	1	Sumatera Barat
25/01/2015 01.00.44	20150126	24/01/1900 01.00.00	1,5	Sumatera Barat
25/01/2015 01.30.44	20150126	24/01/1900 01.30.00	1	Sumatera Barat
25/01/2015 02.00.44	20150126	24/01/1900 02.00.00	1	Sumatera Barat
25/01/2015 02.30.44	20150126	24/01/1900 02.30.00	1	Sumatera Barat
25/01/2015 03.00.44	20150126	24/01/1900 03.00.00	0,5	Sumatera Barat
25/01/2015 03.30.44	20150126	24/01/1900 03.30.00	1,5	Sumatera Barat
25/01/2015 04.00.44	20150126	24/01/1900 04.00.00	1	Sumatera Barat
25/01/2015 04.30.44	20150126	24/01/1900 04.30.00	1,5	Sumatera Barat
25/01/2015 05.00.44	20150126	24/01/1900 05.00.00	1,5	Sumatera Barat
25/01/2015 05.30.44	20150126	24/01/1900 05.30.00	1	Sumatera Barat
25/01/2015 06.00.44	20150126	24/01/1900 06.00.00	1	Sumatera Barat
25/01/2015 06.30.44	20150126	24/01/1900 06.30.00	1	Sumatera Barat
25/01/2015 07.00.44	20150126	24/01/1900 07.00.00	1,5	Sumatera Barat
25/01/2015 07.30.44	20150126	24/01/1900 07.30.00	2,1	Sumatera Barat
25/01/2015 08.00.44	20150126	24/01/1900 08.00.00	2,6	Sumatera Barat
25/01/2015 08.30.44	20150126	24/01/1900 08.30.00	2,1	Sumatera Barat
25/01/2015 09.00.44	20150126	24/01/1900 09.00.00	1,5	Sumatera Barat
25/01/2015 09.30.44	20150126	24/01/1900 09.30.00	2,1	Sumatera Barat
25/01/2015 10.00.44	20150126	24/01/1900 10.00.00	1,5	Sumatera Barat
25/01/2015 10.30.44	20150126	24/01/1900 10.30.00	1	Sumatera Barat
25/01/2015 11.00.44	20150126	24/01/1900 11.00.00	1	Sumatera Barat
25/01/2015 11.30.44	20150126	24/01/1900 11.30.00	0	Sumatera Barat
25/01/2015 12.00.45	20150126	24/01/1900 12.00.00	0	Sumatera Barat

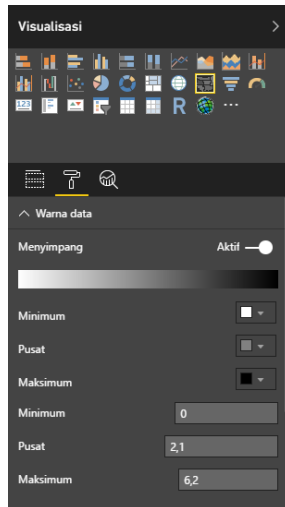
Gambar 5.9 Data Prediksi dari excel

3. Dari sini, data disesuaikan yaitu data kecepatan angin hasil prediksi, data waktu dan data geografis yang telah dipilih yang akan ditampilkan,



Gambar 5.10 Pemilihan Data Visualisasi

4. Melakukan pewarnaan pada daerah yang terpilih untuk prediksi kecepatan angin. Semakin gelap warna daerah tersebut, maka semakin kencang kecepatannya.



**Gambar 5.11** Pewarnaan Data Visualisasi

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menjelaskan hasil percobaan peramalan yang diambil dari model terbaik, beserta analisis dan evaluasi hasil tingkat kesalahan yang dibandingkan dengan data aktual.

### 6.1 Hasil Peramalan ANN

Bagian ini akan menjelaskan hasil peramalan dari berbagai eksperimen variabel dalam penentuan model

#### 6.1.1 Penentuan *Input* ANN

Berikut adalah mencari jumlah data *inputan* yang sesuai dengan rasio pembagian data *training*, validasi dan *testing* terbaik. Maka, dilakukan eksperimen untuk beberapa rasio diantaranya bisa dilihat dalam Tabel 6.1.

**Tabel 6.1 Penentuan *Input* Var. Kecepatan Angin**

Rasio (tr,val,test)	RMSE	MAPE
Kecepatan Angin		
50:5:45	1.0778	42.3982
50:10:40	1.0855	42.9903
50:15:35	1.1141	41.1616
50:20:30	1.1592	43.6628
50:25:25	1.1411	43.2626
60:5:35	1.1752	42.4438
60:10:30	1.1269	42.1253
60:15:25	1.1101	42.9174
60:20:20	1.1315	41.1732
70:5:25	1.0833	41.2670
70:10:20	1.1040	40.8410
70:15:15	1.0361	37.8262
80:5:15	1.1298	41.3233
80:10:10	0.9021	34.8711

Dari tabel 6.1, didapatkan penentuan *input* data untuk variabel kecepatan angin dengan tingkat RMSE terkecil adalah 0,9021. Rasio data *training*, validasi dan *testing* yaitu 80:10:10. Data *training* yang digunakan adalah data 80% dari total 1393 periode. Gambar 6.1 adalah bukti hasil error dari rasio *input* yang terpilih.

```
>> error_RMSE_uji >> error_MAPE_uji

error_RMSE_uji =    error_MAPE_uji =

    0.9021                34.8711
```

**Gambar 6.1 Error Rasio ANN**

## 6.1.2 Penentuan Node ANN

Node atau neuron pada lapisan di ANN dapat ditentukan secara manual disesuaikan dengan data *input training*. Pada fungsi ANN BackPropagation di MATLAB, 'newff' menjadi fungsi eksperimen manual untuk node pada *hidden layer*. Hasilnya bisa dilihat pada Tabel 6.2.

**Tabel 6.2 Penentuan Node Var. Kecepatan Angin**

Node Hiden Layer	RMSE	MAPE
Kecepatan Angin		
1	0.9190	37.4252
2	0.8662	34.9123
3	0.8647	34.9234
4	0.8820	34.4579
<b>8</b>	<b>0.8605</b>	<b>33.4816</b>
12	0.9286	36.6986
16	0.9807	37.8265
20	0.9312	36.2137
24	0.9308	36.7047
28	1.0747	42.9880
32	0.9652	37.8451
36	1.2069	59.3128
40	1.1463	46.8600
44	0.9810	41.941



48	1.3089	37.173
49	1.2673	33.661
50	1.4560	35.534

Dari Tabel 6.2 juga tidak membuktikan semakin besar atau kecil jumlah node untuk variabel kecepatan angin dapat mempengaruhi besar kecilnya error. Sehingga, berdasarkan hitungan pada Tabel 6.2 dipilih 8 neuron atau node pada *hidden layer*, karena memiliki RMSE terkecil yaitu 0,8605. Gambar 6.2 adalah bukti hasil error dari node hidden layer yang terpilih.

```

>> error_RMSE_uji    >> error_MAPE_uji
error_RMSE_uji =    error_MAPE_uji =
0.8605                33.4816

```

**Gambar 6.2 Error Neuron Hidden Layer ANN**

### 6.1.3 Penentuan Parameter Learning Rate

Ini adalah salah satu parameter pada proses ANN yang dapat mempengaruhi tingkat keakurasian peramalan. Besarnya parameter ini antara 0 dan 1. Maka pada Tabel 6.3 dilakukan eksperimen untuk mendapatkan error terkecil.

**Tabel 6.3 Penentuan Lr Var. Kecepatan Angin**

Lr	RMSE	MAPE
Kecepatan Angin		
0.1	0.8870	35.2976
0.2	0.8741	34.273
0.3	0.8835	34.9983
0.4	0.9042	35.7915
0.5	0.9126	36.9319
0.6	0.8797	33.8385
0.7	0.8699	33.7828
0.8	0.9258	37.0287
0.9	0.8913	34.0069

Dari Tabel 6.3 dipilih parameter learning rate (lr) dengan error terkecil yakni lr 0,7 untuk variabel kecepatan angin dengan

RMSE adalah 0.8699. Gambar 6.3 adalah bukti hasil error dari parameter learning rate yang terpilih.

```
>> error_RMSE_uji >> error_MAPE_uji
error_RMSE_uji = error_MAPE_uji =
0.8699          33.7828
```

**Gambar 6.3 Error Learning Rate ANN**

#### 6.1.4 Penentuan Parameter Momentum

Momentum (Mc) merupakan parameter pada proses ANN yang dapat diubah untuk melakukan pencarian prediksi terbaik dengan tingkat error minimal antara data prediksi dan data aktual. Besarnya parameter ini antara 0 dan 1. Maka pada Tabel 6.4 dilakukan eksperimen untuk mendapatkan error terkecil.

**Tabel 6.4 Hasil Eksperimen Parameter Momentum**

Mc	RMSE	MAPE
Kecepatan Angin		
0.1	0.9078	36.3108
0.2	0.8988	34.6053
0.3	0.8900	34.4616
0.4	0.8913	35.3578
0.5	0.8968	34.3960
0.6	0.8849	34.8144
0.7	0.8944	34.4113
0.8	0.8934	35.4096
0.9	1.0408	36.9121

Dari Tabel 6.4 didapatkan nilai error terkecil dari variabel kecepatan angin ada pada nilai momentum 0,6 yaitu dengan nilai RMSE 0,8849. Gambar 6.4 adalah bukti hasil error dari parameter momentum yang terpilih.

```

>> error_RMSE_uji >> error_MAPE_uji

error_RMSE_uji = error_MAPE_uji =

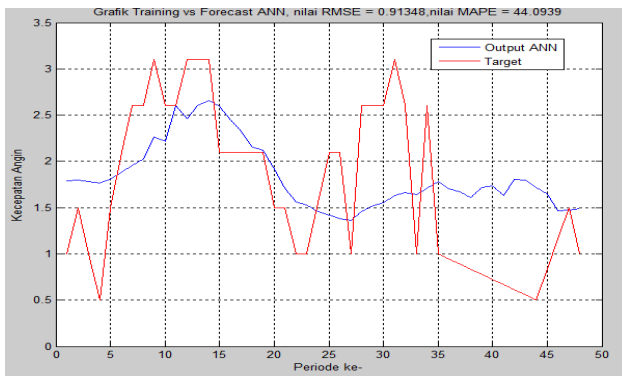
    0.8849          34.8144

```

Gambar 6.4 Error Momentum ANN

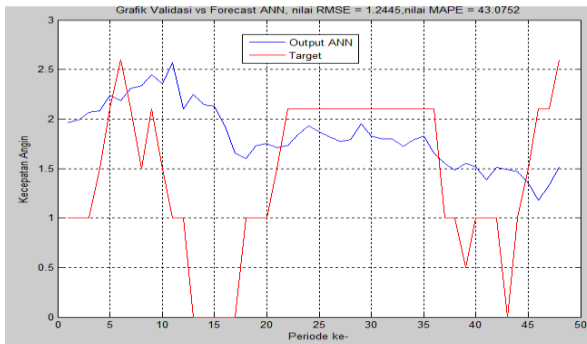
### 6.1.5 Hasil Prediksi ANN

Pada tahap *training* ANN variabel kecepatan angin, didapatkan ketentuan *input* dan besaran parameter terbaik yang menghasilkan nilai RMSE terkecil dengan perbandingan rasio 80:10:10. Maka, digunakan 48 node *input*, 8 node pada *hidden layer*, 0,7 lr dan 0,6 mc untuk variabel kecepatan angin. Sehingga nilai RMSE pada proses *training* adalah 0,91348. Bisa dilihat pada Gambar 6.5, ditampilkan untuk peramalan satu hari ke depan, yakni 48 periode pada pukul 00:00 hingga 23:30.



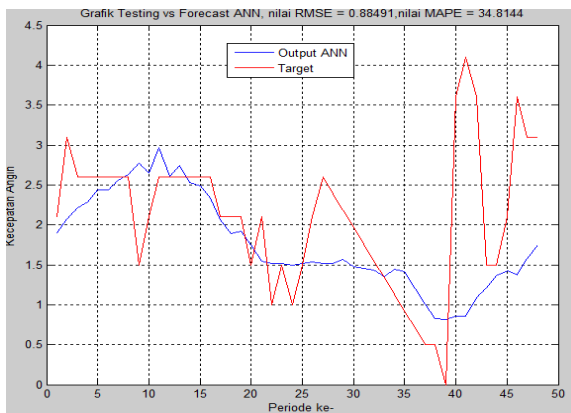
Gambar 6.5 Grafik Hasil Training Var. Kecepatan Angin

Sedangkan, pada tahap *validasi* variabel kecepatan angin dengan perbandingan 80:10:10. Maka, nilai RMSE yang didapat, yaitu 1,2445. Bisa dilihat pada Gambar 6.6, ditampilkan untuk peramalan satu hari dengan 48 periode dari pukul 00:00 hingga pukul 23:30.



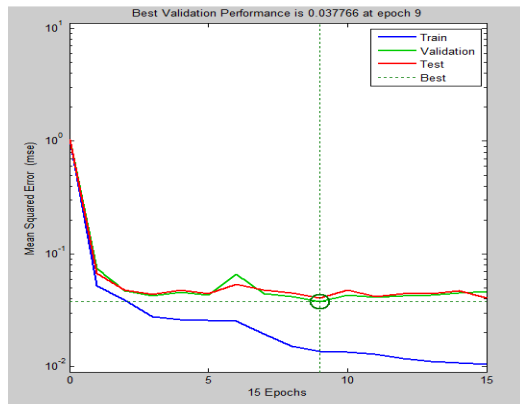
**Gambar 6.6 Grafik Hasil Validasi Var. Kecepatan Angin**

Sedangkan, pada tahap *testing* variabel kecepatan angin dengan perbandingan 80:10:10. Tahap ini menghasilkan nilai RMSE lebih kecil, yaitu 0,88491. Seperti pada Gambar 6.2, ditampilkan untuk satu hari peramalan, yakni 48 periode untuk pukul 00:00 hingga 23:30 dan MAPE yang didapat 34,8144.



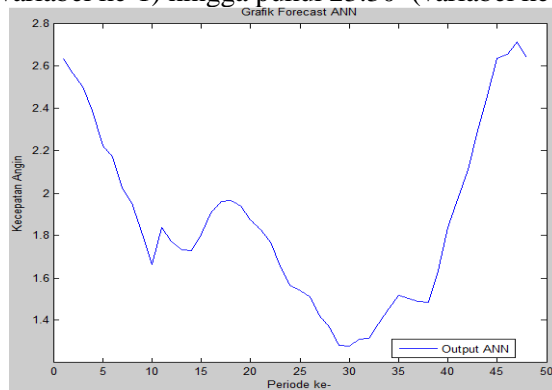
**Gambar 6.7 Grafik Hasil Testing Var. Kecepatan Angin**

Kemudian, nilai *performance* validasi terbaik yang didapatkan 0,037766. Bisa dilihat pada Gambar 6.8 performance dari data yang diramalkan masih dinilai belum begitu baik, dengan gambar grafik seperti pada Gambar 6.8.



**Gambar 6.8 Grafik Performansi Validasi Var. Kecepatan Angin**

Pada Gambar 6.9, ditampilkan untuk salah satu variabel, yakni hasil peramalan satu hari ke depan atau 48 periode pada pukul 00.00 (variabel ke-1) hingga pukul 23.30 (variabel ke-48).



**Gambar 6.9 Grafik Peramalan Var. Kecepatan Angin**

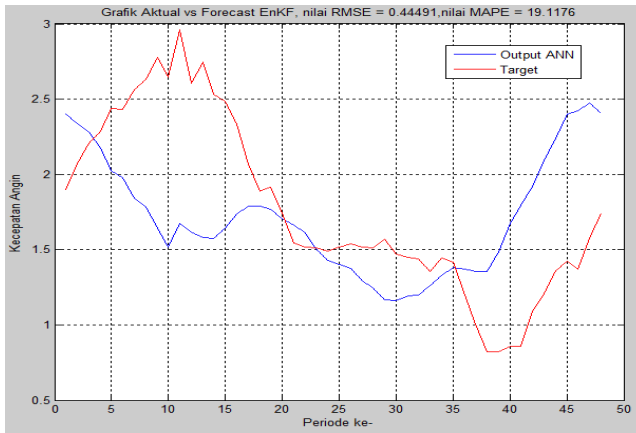
## 6.2 Hasil Peramalan Hibridisasi ANN dan EnKF

Perbandingan hasil ensemble dapat dilihat pada Tabel 6.5. Penggunaan parameter penentu peramalan metode EnKF, dipilih 100 ensemble dalam penentu output peramalan .

Tabel 6.5 Penentuan Ensemble untuk EnKF

Ensemble	RMSE	MAPE
Kecepatan Angin		
5	0.4983	21.3147
10	0.4980	21.3188
50	0.4956	21.3338
100	0.4934	21.3368

Selanjutnya, adalah grafik hasil peramalan menggunakan metode EnKF. Didapatkan pola hasil peramalan EnKF untuk 48 periode.

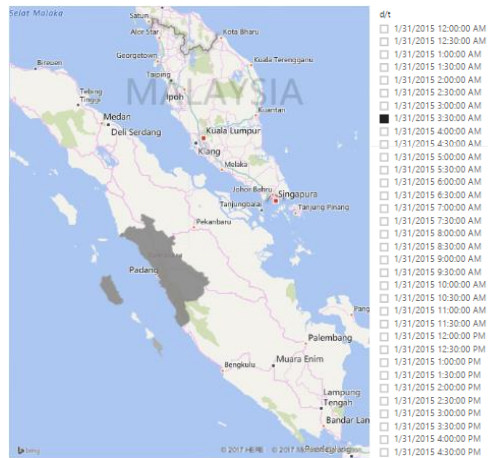


Gambar 6.10 Grafik Peramalan EnKF

Berikut adalah hasil keseluruhan dari peramalan tahapan hybrid. Dari tabel di bawah didapatkan hasil proses dari kedua metode tersebut menghasilkan MAPE 21%.

### 6.3 Hasil Visualisasi

Berikut adalah hasil visualisasi time-series. Visualisasi geografis yang digunakan telah ditandai dengan pewarnaan sesuai nilai kecepatan angin yang telah diprediksi.



**Gambar 6.11 Visualisasi Geografis Prediksi Kecepatan Angin**

## 6.4 Analisa Hasil

Dari Tabel 6.6 didapatkan model terbaik peramalan ANN hingga peramalan hibridisasi ANN-EnKF keseluruhan.

**Tabel 6.6 Model Terbaik Peramalan ANN-EnKF**

Model	RMSE	MAPE
Rasio (tr, val, test)		
80:10:10	0,9021	34.8711
Neuron layer		
8	0.8605	33.4816
Learning rate		
0.7	0.8699	33.7828
Momentum		
0.6	0.8849	34.8144

<b>Training ANN</b>		
	0,91348	44,0939
<b>Validasi ANN</b>		
	1,2445	43,0752
<b>Testing ANN</b>		
	0,88491	34,8144
<b>Hybrid ANN-EnKF</b>		
100	0.4934	21,3368

Dari tabel dibuktikan bahwa metode ANN dengan tiga tahapan, yakni training, validasi dan testing tidak selalu dapat mereduksi nilai error. Dikarenakan bobot dalam tahapan ANN selalu berubah-ubah, sehingga dalam model ANN ini pada tahap validasi nilai error meningkat dan pada tahap uji nilai error akan tereduksi. Selain itu, Tabel 6.6 membuktikan bahwa metode kedua mampu mereduksi tingkat error dari metode pertama. Yang artinya metode hybrid berfungsi optimal dalam memperbaiki metode sebelumnya. Namun, peramalan yang dihasilkan memiliki kinerja yang kurang bagus karena memiliki MAPE lebih dari 20%. Hal ini dimungkinkan terjadi karena pembagian data *input* dan *output* untuk metode ANN masih kurang tepat dan disarankan pengembangan eksperimen untuk penelitian selanjutnya.



## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dari semua proses yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk pengembangan yang lebih baik.

#### **7.1 Kesimpulan**

Berdasarkan proses-proses yang telah dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini maka ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil, diantaranya adalah:

1. Metode Artificial Neural Network (ANN)-Ensemble Kalman Filter (EnKF) mampu memprediksi data angin di Wilayah Sumatera Barat.
2. Metode Ensemble Kalman Filter (EnKF) mampu membenahi peramalan metode sebelumnya, Artificial Neural Network (ANN).
3. Dengan adanya peramalan kecepatan angin di wilayah Sumatera Barat, dapat diketahui potensi angin yang dimiliki pada wilayah tersebut.
4. Penentuan parameter dari kedua metode pada setiap variabelnya berbeda, hal ini dikarenakan karakteristik kedua data juga berbeda.

#### **7.2 Saran**

Untuk pengembangan yang lebih baik pada penelitian tugas akhir ini, maka ada beberapa saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya, diantaranya adalah:

1. Membandingkan metode Hybrid ANN-EnKF dengan metode *hybrid* lainnya yang diawali dengan metode ANN.
2. Mengeksplorasi lebih pada parameter fungsi ANN dan EnKF.
3. Menggunakan *tools* lain selain *software* MATLAB

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] BBC, "BBC Indonesia," 27 September 2013. [Online]. Available:  
[http://www.bbc.com/indonesia/dunia/2013/09/130927\\_pbb\\_pemanasan\\_global\\_manusia](http://www.bbc.com/indonesia/dunia/2013/09/130927_pbb_pemanasan_global_manusia).
- [2] LAPAN, "Laporan Perubahan Iklim," LAPAN, Bandung, 2002.
- [3] BMKG, "Analisis Hujan Desember 2015 dan Prakiraan Hujan Februari – April 2016," BMKG, Karangploso, Malang, 2016.
- [4] D. Sharma, "Wind Speed Forecasting Using Hybrid ANN-Kalman Filter Techniques," *IEEE*, pp. 1-6, 2012.
- [5] W. W. W. Zhang, "Wind speed forecasting via ensemble Kalman Filter," in [2] Zhang, W. and Wang, W., "Wind speed forecastin2nd International Conference on Advanced Computer Control (ICACC), 2011.
- [6] P. R. K. Sreelakshmi, "Neural Networks for Shor Term Wind Speed Prediction," *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*, vol. 2, no. 6, 2008.
- [7] L. C. T. e. a. M. Kolhe, "GA-ANN for Short-Term Wind Energy Prediction," in *Proc. of Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)*, 2011.
- [8] B. Indonesia, "Zona Waktu Indonesia," 2016. [Online]. Available:  
[http://dapp.bappenas.go.id/upload/pdf/KEPPRES\\_1987\\_041.pdf](http://dapp.bappenas.go.id/upload/pdf/KEPPRES_1987_041.pdf). [Accessed 23 February 2017].
- [9] NOAA, "National Climate Data Center," NOAA, 2015. [Online]. Available:

- <https://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdoselect.cmd>.  
[Accessed Maret 2017].
- [10] National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), "National Weather Service Glossary," 2009. [Online]. Available: <http://weather.gov/glossary/>. [Accessed 22 April 2017].
- [11] K. Teknomo, "Similarity Measurement," Revoledu, Ateneo de Manila University, 2015.
- [12] B. R. R. R, "Artificial Neural Networks for Predicting Customer Expense," *Journal of Educational and Social Research*, pp. 172-177, 2016.
- [13] W. S. B. Erna Apriliani, "Sensitivitas Metode Ensemble Kalman Filter untuk Mendeteksi Gangguan pada Masalah Konduksi Panas Satu Dimensi," *Jurnal Matematika & Sains*, vol. 6, no. 3, pp. 134-139, 2011.
- [14] Tofallis, "A Better Measure of Relative Prediction Accuracy for Model Selection and Model Estimation," *Journal of the Operational Research Society*, vol. 66, no. 8, pp. 1352-1362, 2015.
- [15] D. Kurniawati, "Peramalan Jumlah Perawat untuk Meningkatkan Kualitas Pelayanan Pasien di Instalasi Rawat Darurat RSUD Dr Soetomo Surabaya Menggunakan Model Vector Autoregression (Var)," Penelitian Jurusan Sistem Informasi, Surabaya, 2010.
- [16] L. Fausett, "Fundamental of Neural Network: Architecture, Algorithms, and Applications,," in *Fundamental of Neural Network: Architecture, Algorithms, and Applications,*, p. 299.
- [17] J. Mandel, "A Brief Tutorial On The Ensemble Kalman Filter," 23 January 2009. [Online]. Available: [physics.ao-ph](http://physics.ao-ph). [Accessed 5 June 2017].

- [18] E. N. Lorenz, in *Deterministic Nonperiodic Flow*, J. Atmos. Sci., 1963, p. 0:130–141.
- [19] S.-J. B. B. R. H. E. O. I. ELANA J. FERTIG, "Observation bias correction with an ensemble Kalman," *Series A Dynamic Meteorology and Oceanography*, vol. 61A, pp. 210-226, 2009.
- [20] "RMSE," [Online]. Available: <http://www.statisticshowto.com/rmse/>. [Accessed 25 February 2017].

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**LAMPIRAN A****A.1 Data Aktual Kecepatan Angin****Tabel A.1 Data Aktual Kecepatan Angin**

<b>d/t</b>	<b>date</b>	<b>time</b>	<b>wind_speed</b>
2015/01/01 00:00	20150101	0:00	0.5
2015/01/01 00:30	20150101	0:30	0.5
2015/01/01 01:00	20150101	1:00	0.0
2015/01/01 01:30	20150101	1:30	0.0
2015/01/01 02:00	20150101	2:00	0.0
2015/01/01 02:30	20150101	2:30	0.5
2015/01/01 03:00	20150101	3:00	1.0
2015/01/01 03:30	20150101	3:30	1.5
2015/01/01 04:00	20150101	4:00	1.5
2015/01/01 04:30	20150101	4:30	2.1
2015/01/01 05:00	20150101	5:00	2.6
2015/01/01 05:30	20150101	5:30	2.1
2015/01/01 06:00	20150101	6:00	2.6
2015/01/01 06:30	20150101	6:30	2.1
2015/01/01 07:00	20150101	7:00	2.6
2015/01/01 07:30	20150101	7:30	2.1
2015/01/01 08:00	20150101	8:00	2.1
2015/01/01 08:30	20150101	8:30	2.1
2015/01/01 09:00	20150101	9:00	2.1
2015/01/01 09:30	20150101	9:30	1.5
2015/01/01 10:00	20150101	10:00	1.5
2015/01/01 10:30	20150101	10:30	1.0

## A - 2

2015/01/01 11:00	20150101	11:00	0.5
2015/01/01 11:30	20150101	11:30	0.0
2015/01/01 12:00	20150101	12:00	0.5
2015/01/01 12:30	20150101	12:30	0.0
2015/01/01 13:00	20150101	13:00	1.0
2015/01/01 13:30	20150101	13:30	1.5
2015/01/01 14:00	20150101	14:00	1.0
2015/01/01 14:30	20150101	14:30	1.5
2015/01/01 15:00	20150101	15:00	1.0
2015/01/01 15:30	20150101	15:30	1.0
2015/01/01 16:00	20150101	16:00	1.0
2015/01/01 16:30	20150101	16:30	1.0
2015/01/01 17:00	20150101	17:00	1.0
2015/01/01 17:30	20150101	17:30	1.0
2015/01/01 18:00	20150101	18:00	1.0
2015/01/01 18:30	20150101	18:30	1.0
2015/01/01 19:00	20150101	19:00	1.0
2015/01/01 19:30	20150101	19:30	1.0
2015/01/01 20:00	20150101	20:00	1.0
2015/01/01 20:30	20150101	20:30	1.0
2015/01/01 21:00	20150101	21:00	1.0
2015/01/01 21:30	20150101	21:30	1.0
2015/01/01 22:00	20150101	22:00	1.0
2015/01/01 22:30	20150101	22:30	1.6
2015/01/01 23:00	20150101	23:00	2.1
2015/01/01 23:30	20150101	23:30	1.5
2015/01/02 00:00	20150102	0:00	1.0



2015/01/02 00:30	20150102	0:30	1.5
2015/01/02 01:00	20150102	1:00	1.0
2015/01/02 01:30	20150102	1:30	0.5
2015/01/02 02:00	20150102	2:00	1.5
2015/01/02 02:30	20150102	2:30	2.1
2015/01/02 03:00	20150102	3:00	2.6
2015/01/02 03:30	20150102	3:30	2.6
2015/01/02 04:00	20150102	4:00	3.1
2015/01/02 04:30	20150102	4:30	2.6
2015/01/02 05:00	20150102	5:00	2.6
2015/01/02 05:30	20150102	5:30	3.1
2015/01/02 06:00	20150102	6:00	3.1
2015/01/02 06:30	20150102	6:30	3.1
2015/01/02 07:00	20150102	7:00	2.1
2015/01/02 07:30	20150102	7:30	2.1
2015/01/02 08:00	20150102	8:00	2.1
2015/01/02 08:30	20150102	8:30	2.1
2015/01/02 09:00	20150102	9:00	2.1
2015/01/02 09:30	20150102	9:30	1.5
2015/01/02 10:00	20150102	10:00	1.5
2015/01/02 10:30	20150102	10:30	1.0
2015/01/02 11:00	20150102	11:00	1.0
2015/01/02 11:30	20150102	11:30	1.6
2015/01/02 12:00	20150102	12:00	2.1
2015/01/02 12:30	20150102	12:30	2.1
2015/01/02 13:00	20150102	13:00	1.0
2015/01/02 13:30	20150102	13:30	2.6

## A - 4

2015/01/02 14:00	20150102	14:00	2.6
2015/01/02 14:30	20150102	14:30	2.6
2015/01/02 15:00	20150102	15:00	3.1
2015/01/02 15:30	20150102	15:30	2.6
2015/01/02 16:00	20150102	16:00	1.0
2015/01/02 16:30	20150102	16:30	2.6
2015/01/02 17:00	20150102	17:00	1.0
2015/01/02 17:30	20150102	17:30	0.9
2015/01/02 18:00	20150102	18:00	0.9
2015/01/02 18:30	20150102	18:30	0.8
2015/01/02 19:00	20150102	19:00	0.8
2015/01/02 19:30	20150102	19:30	0.7
2015/01/02 20:00	20150102	20:00	0.7
2015/01/02 20:30	20150102	20:30	0.6
2015/01/02 21:00	20150102	21:00	0.6
2015/01/02 21:30	20150102	21:30	0.5
2015/01/02 22:00	20150102	22:00	0.8
2015/01/02 22:30	20150102	22:30	1.2
2015/01/02 23:00	20150102	23:00	1.5
2015/01/02 23:30	20150102	23:30	1.0
2015/01/03 00:00	20150103	0:00	1.0
2015/01/03 00:30	20150103	0:30	1.0
2015/01/03 01:00	20150103	1:00	0.0
2015/01/03 01:30	20150103	1:30	1.0
2015/01/03 02:00	20150103	2:00	0.5
2015/01/03 02:30	20150103	2:30	1.5
2015/01/03 03:00	20150103	3:00	1.5

2015/01/03 03:30	20150103	3:30	2.1
2015/01/03 04:00	20150103	4:00	2.1
2015/01/03 04:30	20150103	4:30	3.1
2015/01/03 05:00	20150103	5:00	4.1
2015/01/03 05:30	20150103	5:30	4.1
2015/01/03 06:00	20150103	6:00	3.6
2015/01/03 06:30	20150103	6:30	2.6
2015/01/03 07:00	20150103	7:00	3.1
2015/01/03 07:30	20150103	7:30	2.6
2015/01/03 08:00	20150103	8:00	3.1
2015/01/03 08:30	20150103	8:30	3.1
2015/01/03 09:00	20150103	9:00	3.1
2015/01/03 09:30	20150103	9:30	3.6
2015/01/03 10:00	20150103	10:00	3.1
2015/01/03 10:30	20150103	10:30	2.6
2015/01/03 11:00	20150103	11:00	1.5
2015/01/03 11:30	20150103	11:30	1.5
2015/01/03 12:00	20150103	12:00	1.5
2015/01/03 12:30	20150103	12:30	2.1
2015/01/03 13:00	20150103	13:00	0.5
2015/01/03 13:30	20150103	13:30	1.0
2015/01/03 14:00	20150103	14:00	2.1
2015/01/03 14:30	20150103	14:30	1.0
2015/01/03 15:00	20150103	15:00	1.5
2015/01/03 15:30	20150103	15:30	1.0
2015/01/03 16:00	20150103	16:00	1.0
2015/01/03 16:30	20150103	16:30	1.5

## A - 6

2015/01/03 17:00	20150103	17:00	1.5
2015/01/03 17:30	20150103	17:30	1.5
2015/01/03 18:00	20150103	18:00	1.0
2015/01/03 18:30	20150103	18:30	1.1
2015/01/03 19:00	20150103	19:00	1.2
2015/01/03 19:30	20150103	19:30	1.3
2015/01/03 20:00	20150103	20:00	1.3
2015/01/03 20:30	20150103	20:30	1.4
2015/01/03 21:00	20150103	21:00	1.5
2015/01/03 21:30	20150103	21:30	2.2
2015/01/03 22:00	20150103	22:00	2.9
2015/01/03 22:30	20150103	22:30	3.6
2015/01/03 23:00	20150103	23:00	2.6
2015/01/03 23:30	20150103	23:30	1.0
2015/01/04 00:00	20150104	0:00	2.1
2015/01/04 00:30	20150104	0:30	1.5
2015/01/04 01:00	20150104	1:00	1.5
2015/01/04 01:30	20150104	1:30	1.5
2015/01/04 02:00	20150104	2:00	2.1
2015/01/04 02:30	20150104	2:30	2.1
2015/01/04 03:00	20150104	3:00	3.1
2015/01/04 03:30	20150104	3:30	2.6
2015/01/04 04:00	20150104	4:00	2.6
2015/01/04 04:30	20150104	4:30	2.1
2015/01/04 05:00	20150104	5:00	2.1
2015/01/04 05:30	20150104	5:30	2.1
2015/01/04 06:00	20150104	6:00	2.1

2015/01/04 06:30	20150104	6:30	1.0
2015/01/04 07:00	20150104	7:00	1.0
2015/01/04 07:30	20150104	7:30	2.6
2015/01/04 08:00	20150104	8:00	2.1
2015/01/04 08:30	20150104	8:30	2.1
2015/01/04 09:00	20150104	9:00	2.6
2015/01/04 09:30	20150104	9:30	2.1
2015/01/04 10:00	20150104	10:00	1.5
2015/01/04 10:30	20150104	10:30	1.0
2015/01/04 11:00	20150104	11:00	1.0
2015/01/04 11:30	20150104	11:30	1.0
2015/01/04 12:00	20150104	12:00	1.0
2015/01/04 12:30	20150104	12:30	1.0
2015/01/04 13:00	20150104	13:00	2.1
2015/01/04 13:30	20150104	13:30	1.0
2015/01/04 14:00	20150104	14:00	1.5
2015/01/04 14:30	20150104	14:30	0.5
2015/01/04 15:00	20150104	15:00	2.1
2015/01/04 15:30	20150104	15:30	1.0
2015/01/04 16:00	20150104	16:00	0.5
2015/01/04 16:30	20150104	16:30	1.0
2015/01/04 17:00	20150104	17:00	1.5
2015/01/04 17:30	20150104	17:30	1.5
2015/01/04 18:00	20150104	18:00	1.5
2015/01/04 18:30	20150104	18:30	1.4
2015/01/04 19:00	20150104	19:00	1.4
2015/01/04 19:30	20150104	19:30	1.3

## A - 8

2015/01/04 20:00	20150104	20:00	1.3
2015/01/04 20:30	20150104	20:30	1.2
2015/01/04 21:00	20150104	21:00	1.2
2015/01/04 21:30	20150104	21:30	1.1
2015/01/04 22:00	20150104	22:00	1.1
2015/01/04 22:30	20150104	22:30	1.0
2015/01/04 23:00	20150104	23:00	1.0
2015/01/04 23:30	20150104	23:30	1.5
2015/01/05 00:00	20150105	0:00	1.0
2015/01/05 00:30	20150105	0:30	4.1
2015/01/05 01:00	20150105	1:00	2.6
2015/01/05 01:30	20150105	1:30	2.6
2015/01/05 02:00	20150105	2:00	2.1
2015/01/05 02:30	20150105	2:30	2.1
2015/01/05 03:00	20150105	3:00	2.1
2015/01/05 03:30	20150105	3:30	3.1
2015/01/05 04:00	20150105	4:00	3.1
2015/01/05 04:30	20150105	4:30	2.6
2015/01/05 05:00	20150105	5:00	2.6
2015/01/05 05:30	20150105	5:30	2.6
2015/01/05 06:00	20150105	6:00	2.6
2015/01/05 06:30	20150105	6:30	2.4
2015/01/05 07:00	20150105	7:00	2.1
2015/01/05 07:30	20150105	7:30	2.1
2015/01/05 08:00	20150105	8:00	1.5
2015/01/05 08:30	20150105	8:30	1.5
2015/01/05 09:00	20150105	9:00	1.5

2015/01/05 09:30	20150105	9:30	2.1
2015/01/05 10:00	20150105	10:00	2.1
2015/01/05 10:30	20150105	10:30	2.1
2015/01/05 11:00	20150105	11:00	2.1
2015/01/05 11:30	20150105	11:30	2.1
2015/01/05 12:00	20150105	12:00	1.5
2015/01/05 12:30	20150105	12:30	1.5
2015/01/05 13:00	20150105	13:00	1.5
2015/01/05 13:30	20150105	13:30	1.0
2015/01/05 14:00	20150105	14:00	0.0
2015/01/05 14:30	20150105	14:30	1.5
2015/01/05 15:00	20150105	15:00	1.5
2015/01/05 15:30	20150105	15:30	1.5
2015/01/05 16:00	20150105	16:00	1.5
2015/01/05 16:30	20150105	16:30	1.5
2015/01/05 17:00	20150105	17:00	1.5
2015/01/05 17:30	20150105	17:30	1.5
2015/01/05 18:00	20150105	18:00	1.5
2015/01/05 18:30	20150105	18:30	1.5
2015/01/05 19:00	20150105	19:00	1.5
2015/01/05 19:30	20150105	19:30	1.5
2015/01/05 20:00	20150105	20:00	1.5
2015/01/05 20:30	20150105	20:30	1.5
2015/01/05 21:00	20150105	21:00	1.5
2015/01/05 21:30	20150105	21:30	1.3
2015/01/05 22:00	20150105	22:00	1.2
2015/01/05 22:30	20150105	22:30	1.0

## A - 10

2015/01/05 23:00	20150105	23:00	1.0
2015/01/05 23:30	20150105	23:30	1.5
2015/01/06 00:00	20150106	0:00	1.0
2015/01/06 00:30	20150106	0:30	1.0
2015/01/06 01:00	20150106	1:00	1.0
2015/01/06 01:30	20150106	1:30	1.0
2015/01/06 02:00	20150106	2:00	1.0
2015/01/06 02:30	20150106	2:30	1.0
2015/01/06 03:00	20150106	3:00	2.1
2015/01/06 03:30	20150106	3:30	2.6
2015/01/06 04:00	20150106	4:00	2.1
2015/01/06 04:30	20150106	4:30	2.1
2015/01/06 05:00	20150106	5:00	3.1
2015/01/06 05:30	20150106	5:30	3.1
2015/01/06 06:00	20150106	6:00	3.1
2015/01/06 06:30	20150106	6:30	3.1
2015/01/06 07:00	20150106	7:00	2.6
2015/01/06 07:30	20150106	7:30	2.6
2015/01/06 08:00	20150106	8:00	3.1
2015/01/06 08:30	20150106	8:30	3.1
2015/01/06 09:00	20150106	9:00	2.6
2015/01/06 09:30	20150106	9:30	2.1
2015/01/06 10:00	20150106	10:00	2.1
2015/01/06 10:30	20150106	10:30	1.5
2015/01/06 11:00	20150106	11:00	2.1
2015/01/06 11:30	20150106	11:30	1.5
2015/01/06 12:00	20150106	12:00	1.5



2015/01/06 12:30	20150106	12:30	2.1
2015/01/06 13:00	20150106	13:00	2.1
2015/01/06 13:30	20150106	13:30	2.1
2015/01/06 14:00	20150106	14:00	3.1
2015/01/06 14:30	20150106	14:30	1.0
2015/01/06 15:00	20150106	15:00	1.0
2015/01/06 15:30	20150106	15:30	1.0
2015/01/06 16:00	20150106	16:00	1.0
2015/01/06 16:30	20150106	16:30	0.9
2015/01/06 17:00	20150106	17:00	0.9
2015/01/06 17:30	20150106	17:30	0.8
2015/01/06 18:00	20150106	18:00	0.8
2015/01/06 18:30	20150106	18:30	0.8
2015/01/06 19:00	20150106	19:00	0.7
2015/01/06 19:30	20150106	19:30	0.7
2015/01/06 20:00	20150106	20:00	0.7
2015/01/06 20:30	20150106	20:30	0.6
2015/01/06 21:00	20150106	21:00	0.6
2015/01/06 21:30	20150106	21:30	0.5
2015/01/06 22:00	20150106	22:00	0.5
2015/01/06 22:30	20150106	22:30	1.0
2015/01/06 23:00	20150106	23:00	2.1
2015/01/06 23:30	20150106	23:30	0.5
2015/01/07 00:00	20150107	0:00	1.0
2015/01/07 00:30	20150107	0:30	1.0
2015/01/07 01:00	20150107	1:00	1.5
2015/01/07 01:30	20150107	1:30	2.1

## A - 12

2015/01/07 02:00	20150107	2:00	2.6
2015/01/07 02:30	20150107	2:30	3.6
2015/01/07 03:00	20150107	3:00	2.6
2015/01/07 03:30	20150107	3:30	2.6
2015/01/07 04:00	20150107	4:00	2.6
2015/01/07 04:30	20150107	4:30	3.6
2015/01/07 05:00	20150107	5:00	3.6
2015/01/07 05:30	20150107	5:30	3.1
2015/01/07 06:00	20150107	6:00	3.6
2015/01/07 06:30	20150107	6:30	6.2
2015/01/07 07:00	20150107	7:00	5.7
2015/01/07 07:30	20150107	7:30	4.1
2015/01/07 08:00	20150107	8:00	2.6
2015/01/07 08:30	20150107	8:30	2.6
2015/01/07 09:00	20150107	9:00	2.1
2015/01/07 09:30	20150107	9:30	1.5
2015/01/07 10:00	20150107	10:00	1.5
2015/01/07 10:30	20150107	10:30	1.0
2015/01/07 11:00	20150107	11:00	0.0
2015/01/07 11:30	20150107	11:30	0.5
2015/01/07 12:00	20150107	12:00	1.5
2015/01/07 12:30	20150107	12:30	1.0
2015/01/07 13:00	20150107	13:00	1.0
2015/01/07 13:30	20150107	13:30	1.0
2015/01/07 14:00	20150107	14:00	1.0
2015/01/07 14:30	20150107	14:30	1.5
2015/01/07 15:00	20150107	15:00	0.5

2015/01/07 15:30	20150107	15:30	1.5
2015/01/07 16:00	20150107	16:00	1.5
2015/01/07 16:30	20150107	16:30	1.5
2015/01/07 17:00	20150107	17:00	1.5
2015/01/07 17:30	20150107	17:30	1.5
2015/01/07 18:00	20150107	18:00	1.5
2015/01/07 18:30	20150107	18:30	1.5
2015/01/07 19:00	20150107	19:00	1.5
2015/01/07 19:30	20150107	19:30	1.5
2015/01/07 20:00	20150107	20:00	1.5
2015/01/07 20:30	20150107	20:30	1.5
2015/01/07 21:00	20150107	21:00	1.5
2015/01/07 21:30	20150107	21:30	2.1
2015/01/07 22:00	20150107	22:00	2.6
2015/01/07 22:30	20150107	22:30	2.1
2015/01/07 23:00	20150107	23:00	2.4
2015/01/07 23:30	20150107	23:30	2.8
2015/01/08 00:00	20150108	0:00	3.1
2015/01/08 00:30	20150108	0:30	2.6
2015/01/08 01:00	20150108	1:00	2.6
2015/01/08 01:30	20150108	1:30	2.1
2015/01/08 02:00	20150108	2:00	1.0
2015/01/08 02:30	20150108	2:30	1.0
2015/01/08 03:00	20150108	3:00	1.0
2015/01/08 03:30	20150108	3:30	1.5
2015/01/08 04:00	20150108	4:00	3.6
2015/01/08 04:30	20150108	4:30	3.1

## A - 14

2015/01/08 05:00	20150108	5:00	3.1
2015/01/08 05:30	20150108	5:30	2.1
2015/01/08 06:00	20150108	6:00	1.5
2015/01/08 06:30	20150108	6:30	1.5
2015/01/08 07:00	20150108	7:00	2.1
2015/01/08 07:30	20150108	7:30	2.6
2015/01/08 08:00	20150108	8:00	2.6
2015/01/08 08:30	20150108	8:30	2.6
2015/01/08 09:00	20150108	9:00	3.1
2015/01/08 09:30	20150108	9:30	3.1
2015/01/08 10:00	20150108	10:00	2.6
2015/01/08 10:30	20150108	10:30	2.1
2015/01/08 11:00	20150108	11:00	2.1
2015/01/08 11:30	20150108	11:30	1.0
2015/01/08 12:00	20150108	12:00	1.0
2015/01/08 12:30	20150108	12:30	0.5
2015/01/08 13:00	20150108	13:00	0.5
2015/01/08 13:30	20150108	13:30	1.5
2015/01/08 14:00	20150108	14:00	1.0
2015/01/08 14:30	20150108	14:30	1.5
2015/01/08 15:00	20150108	15:00	1.5
2015/01/08 15:30	20150108	15:30	1.0
2015/01/08 16:00	20150108	16:00	2.1
2015/01/08 16:30	20150108	16:30	2.0
2015/01/08 17:00	20150108	17:00	1.9
2015/01/08 17:30	20150108	17:30	1.8
2015/01/08 18:00	20150108	18:00	1.7

2015/01/08 18:30	20150108	18:30	1.6
2015/01/08 19:00	20150108	19:00	1.4
2015/01/08 19:30	20150108	19:30	1.3
2015/01/08 20:00	20150108	20:00	1.2
2015/01/08 20:30	20150108	20:30	1.1
2015/01/08 21:00	20150108	21:00	1.0
2015/01/08 21:30	20150108	21:30	1.5
2015/01/08 22:00	20150108	22:00	1.0
2015/01/08 22:30	20150108	22:30	1.5
2015/01/08 23:00	20150108	23:00	0.5
2015/01/08 23:30	20150108	23:30	0.5
2015/01/09 00:00	20150109	0:00	0.0
2015/01/09 00:30	20150109	0:30	3.6
2015/01/09 01:00	20150109	1:00	2.1
2015/01/09 01:30	20150109	1:30	2.1
2015/01/09 02:00	20150109	2:00	2.1
2015/01/09 02:30	20150109	2:30	2.1
2015/01/09 03:00	20150109	3:00	3.1
2015/01/09 03:30	20150109	3:30	2.6
2015/01/09 04:00	20150109	4:00	2.6
2015/01/09 04:30	20150109	4:30	3.1
2015/01/09 05:00	20150109	5:00	2.1
2015/01/09 05:30	20150109	5:30	3.1
2015/01/09 06:00	20150109	6:00	3.6
2015/01/09 06:30	20150109	6:30	3.1
2015/01/09 07:00	20150109	7:00	2.6
2015/01/09 07:30	20150109	7:30	2.1

## A - 16

2015/01/09 08:00	20150109	8:00	2.6
2015/01/09 08:30	20150109	8:30	2.1
2015/01/09 09:00	20150109	9:00	1.5
2015/01/09 09:30	20150109	9:30	1.3
2015/01/09 10:00	20150109	10:00	1.2
2015/01/09 10:30	20150109	10:30	1.0
2015/01/09 11:00	20150109	11:00	1.2
2015/01/09 11:30	20150109	11:30	1.4
2015/01/09 12:00	20150109	12:00	1.6
2015/01/09 12:30	20150109	12:30	1.7
2015/01/09 13:00	20150109	13:00	1.9
2015/01/09 13:30	20150109	13:30	2.1
2015/01/09 14:00	20150109	14:00	0.5
2015/01/09 14:30	20150109	14:30	1.0
2015/01/09 15:00	20150109	15:00	1.0
2015/01/09 15:30	20150109	15:30	1.5
2015/01/09 16:00	20150109	16:00	1.0
2015/01/09 16:30	20150109	16:30	1.0
2015/01/09 17:00	20150109	17:00	4.6
2015/01/09 17:30	20150109	17:30	4.4
2015/01/09 18:00	20150109	18:00	4.1
2015/01/09 18:30	20150109	18:30	3.9
2015/01/09 19:00	20150109	19:00	3.6
2015/01/09 19:30	20150109	19:30	3.4
2015/01/09 20:00	20150109	20:00	3.1
2015/01/09 20:30	20150109	20:30	2.9
2015/01/09 21:00	20150109	21:00	2.6

2015/01/09 21:30	20150109	21:30	1.5
2015/01/09 22:00	20150109	22:00	2.6
2015/01/09 22:30	20150109	22:30	1.0
2015/01/09 23:00	20150109	23:00	0.5
2015/01/09 23:30	20150109	23:30	0.5
2015/01/10 00:00	20150110	0:00	0.5
2015/01/10 00:30	20150110	0:30	1.0
2015/01/10 01:00	20150110	1:00	1.5
2015/01/10 01:30	20150110	1:30	0.5
2015/01/10 02:00	20150110	2:00	0.5
2015/01/10 02:30	20150110	2:30	1.5
2015/01/10 03:00	20150110	3:00	1.0
2015/01/10 03:30	20150110	3:30	2.1
2015/01/10 04:00	20150110	4:00	2.1
2015/01/10 04:30	20150110	4:30	2.6
2015/01/10 05:00	20150110	5:00	2.6
2015/01/10 05:30	20150110	5:30	5.7
2015/01/10 06:00	20150110	6:00	4.6
2015/01/10 06:30	20150110	6:30	2.6
2015/01/10 07:00	20150110	7:00	4.1
2015/01/10 07:30	20150110	7:30	3.6
2015/01/10 08:00	20150110	8:00	2.6
2015/01/10 08:30	20150110	8:30	2.1
2015/01/10 09:00	20150110	9:00	1.5
2015/01/10 09:30	20150110	9:30	1.5
2015/01/10 10:00	20150110	10:00	0.5
2015/01/10 10:30	20150110	10:30	1.5

## A - 18

2015/01/10 11:00	20150110	11:00	1.5
2015/01/10 11:30	20150110	11:30	1.0
2015/01/10 12:00	20150110	12:00	1.0
2015/01/10 12:30	20150110	12:30	2.1
2015/01/10 13:00	20150110	13:00	2.6
2015/01/10 13:30	20150110	13:30	5.7
2015/01/10 14:00	20150110	14:00	4.1
2015/01/10 14:30	20150110	14:30	3.6
2015/01/10 15:00	20150110	15:00	2.6
2015/01/10 15:30	20150110	15:30	1.0
2015/01/10 16:00	20150110	16:00	1.0
2015/01/10 16:30	20150110	16:30	0.9
2015/01/10 17:00	20150110	17:00	0.9
2015/01/10 17:30	20150110	17:30	0.8
2015/01/10 18:00	20150110	18:00	0.8
2015/01/10 18:30	20150110	18:30	0.7
2015/01/10 19:00	20150110	19:00	0.7
2015/01/10 19:30	20150110	19:30	0.6
2015/01/10 20:00	20150110	20:00	0.6
2015/01/10 20:30	20150110	20:30	0.5
2015/01/10 21:00	20150110	21:00	0.5
2015/01/10 21:30	20150110	21:30	0.8
2015/01/10 22:00	20150110	22:00	1.0
2015/01/10 22:30	20150110	22:30	1.3
2015/01/10 23:00	20150110	23:00	1.5
2015/01/10 23:30	20150110	23:30	1.5
2015/01/11 00:00	20150111	0:00	0.5



2015/01/11 00:30	20150111	0:30	1.5
2015/01/11 01:00	20150111	1:00	1.0
2015/01/11 01:30	20150111	1:30	1.5
2015/01/11 02:00	20150111	2:00	1.0
2015/01/11 02:30	20150111	2:30	1.0
2015/01/11 03:00	20150111	3:00	2.1
2015/01/11 03:30	20150111	3:30	3.1
2015/01/11 04:00	20150111	4:00	3.1
2015/01/11 04:30	20150111	4:30	2.6
2015/01/11 05:00	20150111	5:00	2.6
2015/01/11 05:30	20150111	5:30	3.1
2015/01/11 06:00	20150111	6:00	3.1
2015/01/11 06:30	20150111	6:30	3.1
2015/01/11 07:00	20150111	7:00	3.6
2015/01/11 07:30	20150111	7:30	3.6
2015/01/11 08:00	20150111	8:00	3.6
2015/01/11 08:30	20150111	8:30	3.6
2015/01/11 09:00	20150111	9:00	3.6
2015/01/11 09:30	20150111	9:30	3.1
2015/01/11 10:00	20150111	10:00	2.6
2015/01/11 10:30	20150111	10:30	2.1
2015/01/11 11:00	20150111	11:00	2.1
2015/01/11 11:30	20150111	11:30	2.1
2015/01/11 12:00	20150111	12:00	0.0
2015/01/11 12:30	20150111	12:30	1.5
2015/01/11 13:00	20150111	13:00	1.5
2015/01/11 13:30	20150111	13:30	1.5

## A - 20

2015/01/11 14:00	20150111	14:00	1.0
2015/01/11 14:30	20150111	14:30	1.0
2015/01/11 15:00	20150111	15:00	1.0
2015/01/11 15:30	20150111	15:30	1.5
2015/01/11 16:00	20150111	16:00	1.5
2015/01/11 16:30	20150111	16:30	0.5
2015/01/11 17:00	20150111	17:00	1.0
2015/01/11 17:30	20150111	17:30	1.0
2015/01/11 18:00	20150111	18:00	1.0
2015/01/11 18:30	20150111	18:30	1.0
2015/01/11 19:00	20150111	19:00	1.0
2015/01/11 19:30	20150111	19:30	1.0
2015/01/11 20:00	20150111	20:00	1.0
2015/01/11 20:30	20150111	20:30	1.0
2015/01/11 21:00	20150111	21:00	1.0
2015/01/11 21:30	20150111	21:30	1.0
2015/01/11 22:00	20150111	22:00	1.0
2015/01/11 22:30	20150111	22:30	1.0
2015/01/11 23:00	20150111	23:00	1.0
2015/01/11 23:30	20150111	23:30	1.5
2015/01/12 00:00	20150112	0:00	1.0
2015/01/12 00:30	20150112	0:30	0.5
2015/01/12 01:00	20150112	1:00	1.5
2015/01/12 01:30	20150112	1:30	1.0
2015/01/12 02:00	20150112	2:00	1.0
2015/01/12 02:30	20150112	2:30	1.5
2015/01/12 03:00	20150112	3:00	2.6

2015/01/12 03:30	20150112	3:30	3.1
2015/01/12 04:00	20150112	4:00	3.1
2015/01/12 04:30	20150112	4:30	3.1
2015/01/12 05:00	20150112	5:00	3.6
2015/01/12 05:30	20150112	5:30	3.6
2015/01/12 06:00	20150112	6:00	3.1
2015/01/12 06:30	20150112	6:30	3.6
2015/01/12 07:00	20150112	7:00	3.6
2015/01/12 07:30	20150112	7:30	2.6
2015/01/12 08:00	20150112	8:00	2.1
2015/01/12 08:30	20150112	8:30	2.1
2015/01/12 09:00	20150112	9:00	2.1
2015/01/12 09:30	20150112	9:30	1.5
2015/01/12 10:00	20150112	10:00	1.0
2015/01/12 10:30	20150112	10:30	1.5
2015/01/12 11:00	20150112	11:00	2.1
2015/01/12 11:30	20150112	11:30	1.5
2015/01/12 12:00	20150112	12:00	1.5
2015/01/12 12:30	20150112	12:30	1.0
2015/01/12 13:00	20150112	13:00	2.1
2015/01/12 13:30	20150112	13:30	2.1
2015/01/12 14:00	20150112	14:00	1.5
2015/01/12 14:30	20150112	14:30	1.0
2015/01/12 15:00	20150112	15:00	1.5
2015/01/12 15:30	20150112	15:30	1.5
2015/01/12 16:00	20150112	16:00	1.0
2015/01/12 16:30	20150112	16:30	2.1

## A - 22

2015/01/12 17:00	20150112	17:00	1.5
2015/01/12 17:30	20150112	17:30	1.5
2015/01/12 18:00	20150112	18:00	1.5
2015/01/12 18:30	20150112	18:30	1.5
2015/01/12 19:00	20150112	19:00	1.5
2015/01/12 19:30	20150112	19:30	1.5
2015/01/12 20:00	20150112	20:00	1.5
2015/01/12 20:30	20150112	20:30	1.5
2015/01/12 21:00	20150112	21:00	1.5
2015/01/12 21:30	20150112	21:30	1.5
2015/01/12 22:00	20150112	22:00	1.5
2015/01/12 22:30	20150112	22:30	1.0
2015/01/12 23:00	20150112	23:00	1.5
2015/01/12 23:30	20150112	23:30	1.5
2015/01/13 00:00	20150113	0:00	1.5
2015/01/13 00:30	20150113	0:30	1.5
2015/01/13 01:00	20150113	1:00	0.5
2015/01/13 01:30	20150113	1:30	0.5
2015/01/13 02:00	20150113	2:00	1.0
2015/01/13 02:30	20150113	2:30	2.1
2015/01/13 03:00	20150113	3:00	2.1
2015/01/13 03:30	20150113	3:30	2.1
2015/01/13 04:00	20150113	4:00	2.6
2015/01/13 04:30	20150113	4:30	3.1
2015/01/13 05:00	20150113	5:00	2.6
2015/01/13 05:30	20150113	5:30	3.1
2015/01/13 06:00	20150113	6:00	2.6

2015/01/13 06:30	20150113	6:30	3.1
2015/01/13 07:00	20150113	7:00	2.6
2015/01/13 07:30	20150113	7:30	3.1
2015/01/13 08:00	20150113	8:00	3.1
2015/01/13 08:30	20150113	8:30	2.6
2015/01/13 09:00	20150113	9:00	2.6
2015/01/13 09:30	20150113	9:30	2.6
2015/01/13 10:00	20150113	10:00	2.1
2015/01/13 10:30	20150113	10:30	1.5
2015/01/13 11:00	20150113	11:00	1.5
2015/01/13 11:30	20150113	11:30	1.0
2015/01/13 12:00	20150113	12:00	0.5
2015/01/13 12:30	20150113	12:30	0.5
2015/01/13 13:00	20150113	13:00	0.5
2015/01/13 13:30	20150113	13:30	1.0
2015/01/13 14:00	20150113	14:00	1.0
2015/01/13 14:30	20150113	14:30	1.5
2015/01/13 15:00	20150113	15:00	1.0
2015/01/13 15:30	20150113	15:30	1.1
2015/01/13 16:00	20150113	16:00	1.2
2015/01/13 16:30	20150113	16:30	1.4
2015/01/13 17:00	20150113	17:00	1.5
2015/01/13 17:30	20150113	17:30	1.6
2015/01/13 18:00	20150113	18:00	1.7
2015/01/13 18:30	20150113	18:30	1.9
2015/01/13 19:00	20150113	19:00	2.0
2015/01/13 19:30	20150113	19:30	2.1

## A - 24

2015/01/13 20:00	20150113	20:00	2.6
2015/01/13 20:30	20150113	20:30	4.6
2015/01/13 21:00	20150113	21:00	4.4
2015/01/13 21:30	20150113	21:30	4.1
2015/01/13 22:00	20150113	22:00	2.1
2015/01/13 22:30	20150113	22:30	2.6
2015/01/13 23:00	20150113	23:00	2.1
2015/01/13 23:30	20150113	23:30	1.5
2015/01/14 00:00	20150114	0:00	0.0
2015/01/14 00:30	20150114	0:30	0.5
2015/01/14 01:00	20150114	1:00	1.5
2015/01/14 01:30	20150114	1:30	2.1
2015/01/14 02:00	20150114	2:00	2.6
2015/01/14 02:30	20150114	2:30	3.6
2015/01/14 03:00	20150114	3:00	4.1
2015/01/14 03:30	20150114	3:30	3.6
2015/01/14 04:00	20150114	4:00	5.1
2015/01/14 04:30	20150114	4:30	6.7
2015/01/14 05:00	20150114	5:00	6.7
2015/01/14 05:30	20150114	5:30	5.7
2015/01/14 06:00	20150114	6:00	5.7
2015/01/14 06:30	20150114	6:30	4.6
2015/01/14 07:00	20150114	7:00	4.6
2015/01/14 07:30	20150114	7:30	4.1
2015/01/14 08:00	20150114	8:00	3.6
2015/01/14 08:30	20150114	8:30	3.6
2015/01/14 09:00	20150114	9:00	3.1

2015/01/14 09:30	20150114	9:30	2.1
2015/01/14 10:00	20150114	10:00	1.5
2015/01/14 10:30	20150114	10:30	1.0
2015/01/14 11:00	20150114	11:00	1.5
2015/01/14 11:30	20150114	11:30	2.1
2015/01/14 12:00	20150114	12:00	1.0
2015/01/14 12:30	20150114	12:30	0.0
2015/01/14 13:00	20150114	13:00	0.0
2015/01/14 13:30	20150114	13:30	0.0
2015/01/14 14:00	20150114	14:00	1.0
2015/01/14 14:30	20150114	14:30	1.0
2015/01/14 15:00	20150114	15:00	1.0
2015/01/14 15:30	20150114	15:30	1.0
2015/01/14 16:00	20150114	16:00	1.0
2015/01/14 16:30	20150114	16:30	1.0
2015/01/14 17:00	20150114	17:00	1.0
2015/01/14 17:30	20150114	17:30	1.0
2015/01/14 18:00	20150114	18:00	1.0
2015/01/14 18:30	20150114	18:30	1.0
2015/01/14 19:00	20150114	19:00	1.0
2015/01/14 19:30	20150114	19:30	1.0
2015/01/14 20:00	20150114	20:00	1.0
2015/01/14 20:30	20150114	20:30	1.0
2015/01/14 21:00	20150114	21:00	1.0
2015/01/14 21:30	20150114	21:30	1.0
2015/01/14 22:00	20150114	22:00	1.0
2015/01/14 22:30	20150114	22:30	1.0

2015/01/14 23:00	20150114	23:00	0.5
2015/01/14 23:30	20150114	23:30	1.0
2015/01/15 00:00	20150115	0:00	1.5
2015/01/15 00:30	20150115	0:30	1.5
2015/01/15 01:00	20150115	1:00	1.0
2015/01/15 01:30	20150115	1:30	0.5
2015/01/15 02:00	20150115	2:00	1.0
2015/01/15 02:30	20150115	2:30	1.0
2015/01/15 03:00	20150115	3:00	1.5
2015/01/15 03:30	20150115	3:30	2.1
2015/01/15 04:00	20150115	4:00	2.1
2015/01/15 04:30	20150115	4:30	2.6
2015/01/15 05:00	20150115	5:00	2.6
2015/01/15 05:30	20150115	5:30	2.6
2015/01/15 06:00	20150115	6:00	3.1
2015/01/15 06:30	20150115	6:30	3.1
2015/01/15 07:00	20150115	7:00	2.6
2015/01/15 07:30	20150115	7:30	2.6
2015/01/15 08:00	20150115	8:00	2.6
2015/01/15 08:30	20150115	8:30	2.6
2015/01/15 09:00	20150115	9:00	2.1
2015/01/15 09:30	20150115	9:30	2.1
2015/01/15 10:00	20150115	10:00	1.5
2015/01/15 10:30	20150115	10:30	1.5
2015/01/15 11:00	20150115	11:00	1.0
2015/01/15 11:30	20150115	11:30	1.0
2015/01/15 12:00	20150115	12:00	0.5



2015/01/15 12:30	20150115	12:30	2.6
2015/01/15 13:00	20150115	13:00	3.6
2015/01/15 13:30	20150115	13:30	2.6
2015/01/15 14:00	20150115	14:00	1.5
2015/01/15 14:30	20150115	14:30	0.5
2015/01/15 15:00	20150115	15:00	0.0
2015/01/15 15:30	20150115	15:30	0.0
2015/01/15 16:00	20150115	16:00	1.5
2015/01/15 16:30	20150115	16:30	2.1
2015/01/15 17:00	20150115	17:00	1.5
2015/01/15 17:30	20150115	17:30	1.4
2015/01/15 18:00	20150115	18:00	1.4
2015/01/15 18:30	20150115	18:30	1.3
2015/01/15 19:00	20150115	19:00	1.3
2015/01/15 19:30	20150115	19:30	1.2
2015/01/15 20:00	20150115	20:00	1.1
2015/01/15 20:30	20150115	20:30	1.1
2015/01/15 21:00	20150115	21:00	1.0
2015/01/15 21:30	20150115	21:30	1.0
2015/01/15 22:00	20150115	22:00	1.0
2015/01/15 22:30	20150115	22:30	1.0
2015/01/15 23:00	20150115	23:00	1.0
2015/01/15 23:30	20150115	23:30	1.0
2015/01/16 00:00	20150116	0:00	1.5
2015/01/16 00:30	20150116	0:30	1.0
2015/01/16 01:00	20150116	1:00	2.1
2015/01/16 01:30	20150116	1:30	1.5

2015/01/16 02:00	20150116	2:00	1.0
2015/01/16 02:30	20150116	2:30	1.5
2015/01/16 03:00	20150116	3:00	1.5
2015/01/16 03:30	20150116	3:30	2.1
2015/01/16 04:00	20150116	4:00	2.6
2015/01/16 04:30	20150116	4:30	2.6
2015/01/16 05:00	20150116	5:00	2.6
2015/01/16 05:30	20150116	5:30	2.6
2015/01/16 06:00	20150116	6:00	3.1
2015/01/16 06:30	20150116	6:30	3.1
2015/01/16 07:00	20150116	7:00	3.1
2015/01/16 07:30	20150116	7:30	4.1
2015/01/16 08:00	20150116	8:00	3.6
2015/01/16 08:30	20150116	8:30	3.6
2015/01/16 09:00	20150116	9:00	3.1
2015/01/16 09:30	20150116	9:30	2.6
2015/01/16 10:00	20150116	10:00	1.5
2015/01/16 10:30	20150116	10:30	1.5
2015/01/16 11:00	20150116	11:00	2.1
2015/01/16 11:30	20150116	11:30	2.1
2015/01/16 12:00	20150116	12:00	2.1
2015/01/16 12:30	20150116	12:30	2.1
2015/01/16 13:00	20150116	13:00	1.5
2015/01/16 13:30	20150116	13:30	2.1
2015/01/16 14:00	20150116	14:00	1.5
2015/01/16 14:30	20150116	14:30	1.0
2015/01/16 15:00	20150116	15:00	1.0

2015/01/16 15:30	20150116	15:30	0.5
2015/01/16 16:00	20150116	16:00	2.1
2015/01/16 16:30	20150116	16:30	1.5
2015/01/16 17:00	20150116	17:00	1.4
2015/01/16 17:30	20150116	17:30	1.3
2015/01/16 18:00	20150116	18:00	1.2
2015/01/16 18:30	20150116	18:30	1.1
2015/01/16 19:00	20150116	19:00	0.9
2015/01/16 19:30	20150116	19:30	0.8
2015/01/16 20:00	20150116	20:00	0.7
2015/01/16 20:30	20150116	20:30	0.6
2015/01/16 21:00	20150116	21:00	0.5
2015/01/16 21:30	20150116	21:30	0.5
2015/01/16 22:00	20150116	22:00	1.0
2015/01/16 22:30	20150116	22:30	2.1
2015/01/16 23:00	20150116	23:00	3.1
2015/01/16 23:30	20150116	23:30	1.5
2015/01/17 00:00	20150117	0:00	1.0
2015/01/17 00:30	20150117	0:30	1.5
2015/01/17 01:00	20150117	1:00	1.5
2015/01/17 01:30	20150117	1:30	1.7
2015/01/17 02:00	20150117	2:00	1.9
2015/01/17 02:30	20150117	2:30	2.1
2015/01/17 03:00	20150117	3:00	1.5
2015/01/17 03:30	20150117	3:30	1.5
2015/01/17 04:00	20150117	4:00	2.1
2015/01/17 04:30	20150117	4:30	2.6

## A - 30

2015/01/17 05:00	20150117	5:00	2.6
2015/01/17 05:30	20150117	5:30	2.6
2015/01/17 06:00	20150117	6:00	3.1
2015/01/17 06:30	20150117	6:30	3.1
2015/01/17 07:00	20150117	7:00	3.1
2015/01/17 07:30	20150117	7:30	2.6
2015/01/17 08:00	20150117	8:00	3.1
2015/01/17 08:30	20150117	8:30	3.6
2015/01/17 09:00	20150117	9:00	3.1
2015/01/17 09:30	20150117	9:30	3.1
2015/01/17 10:00	20150117	10:00	3.1
2015/01/17 10:30	20150117	10:30	3.1
2015/01/17 11:00	20150117	11:00	3.6
2015/01/17 11:30	20150117	11:30	4.1
2015/01/17 12:00	20150117	12:00	4.1
2015/01/17 12:30	20150117	12:30	3.1
2015/01/17 13:00	20150117	13:00	2.1
2015/01/17 13:30	20150117	13:30	3.1
2015/01/17 14:00	20150117	14:00	1.5
2015/01/17 14:30	20150117	14:30	1.0
2015/01/17 15:00	20150117	15:00	0.0
2015/01/17 15:30	20150117	15:30	1.0
2015/01/17 16:00	20150117	16:00	1.5
2015/01/17 16:30	20150117	16:30	1.5
2015/01/17 17:00	20150117	17:00	1.5
2015/01/17 17:30	20150117	17:30	1.5
2015/01/17 18:00	20150117	18:00	1.5

2015/01/17 18:30	20150117	18:30	1.5
2015/01/17 19:00	20150117	19:00	1.5
2015/01/17 19:30	20150117	19:30	1.5
2015/01/17 20:00	20150117	20:00	1.5
2015/01/17 20:30	20150117	20:30	1.5
2015/01/17 21:00	20150117	21:00	1.5
2015/01/17 21:30	20150117	21:30	1.3
2015/01/17 22:00	20150117	22:00	1.2
2015/01/17 22:30	20150117	22:30	1.0
2015/01/17 23:00	20150117	23:00	1.0
2015/01/17 23:30	20150117	23:30	1.0
2015/01/18 00:00	20150118	0:00	1.5
2015/01/18 00:30	20150118	0:30	1.0
2015/01/18 01:00	20150118	1:00	2.1
2015/01/18 01:30	20150118	1:30	1.0
2015/01/18 02:00	20150118	2:00	1.5
2015/01/18 02:30	20150118	2:30	1.5
2015/01/18 03:00	20150118	3:00	1.5
2015/01/18 03:30	20150118	3:30	2.1
2015/01/18 04:00	20150118	4:00	2.1
2015/01/18 04:30	20150118	4:30	2.1
2015/01/18 05:00	20150118	5:00	2.6
2015/01/18 05:30	20150118	5:30	2.6
2015/01/18 06:00	20150118	6:00	4.6
2015/01/18 06:30	20150118	6:30	4.6
2015/01/18 07:00	20150118	7:00	3.6
2015/01/18 07:30	20150118	7:30	4.1

2015/01/18 08:00	20150118	8:00	4.1
2015/01/18 08:30	20150118	8:30	3.1
2015/01/18 09:00	20150118	9:00	3.1
2015/01/18 09:30	20150118	9:30	3.6
2015/01/18 10:00	20150118	10:00	3.1
2015/01/18 10:30	20150118	10:30	2.6
2015/01/18 11:00	20150118	11:00	1.5
2015/01/18 11:30	20150118	11:30	1.0
2015/01/18 12:00	20150118	12:00	1.0
2015/01/18 12:30	20150118	12:30	0.5
2015/01/18 13:00	20150118	13:00	1.0
2015/01/18 13:30	20150118	13:30	1.5
2015/01/18 14:00	20150118	14:00	1.5
2015/01/18 14:30	20150118	14:30	1.0
2015/01/18 15:00	20150118	15:00	1.5
2015/01/18 15:30	20150118	15:30	3.1
2015/01/18 16:00	20150118	16:00	1.5
2015/01/18 16:30	20150118	16:30	1.5
2015/01/18 17:00	20150118	17:00	1.4
2015/01/18 17:30	20150118	17:30	1.4
2015/01/18 18:00	20150118	18:00	1.3
2015/01/18 18:30	20150118	18:30	1.3
2015/01/18 19:00	20150118	19:00	1.3
2015/01/18 19:30	20150118	19:30	1.2
2015/01/18 20:00	20150118	20:00	1.2
2015/01/18 20:30	20150118	20:30	1.1
2015/01/18 21:00	20150118	21:00	1.1

2015/01/18 21:30	20150118	21:30	1.0
2015/01/18 22:00	20150118	22:00	1.0
2015/01/18 22:30	20150118	22:30	1.5
2015/01/18 23:00	20150118	23:00	1.5
2015/01/18 23:30	20150118	23:30	1.5
2015/01/19 00:00	20150119	0:00	1.0
2015/01/19 00:30	20150119	0:30	1.0
2015/01/19 01:00	20150119	1:00	1.0
2015/01/19 01:30	20150119	1:30	1.5
2015/01/19 02:00	20150119	2:00	2.6
2015/01/19 02:30	20150119	2:30	2.1
2015/01/19 03:00	20150119	3:00	1.5
2015/01/19 03:30	20150119	3:30	2.6
2015/01/19 04:00	20150119	4:00	3.1
2015/01/19 04:30	20150119	4:30	3.1
2015/01/19 05:00	20150119	5:00	4.1
2015/01/19 05:30	20150119	5:30	3.1
2015/01/19 06:00	20150119	6:00	3.1
2015/01/19 06:30	20150119	6:30	2.6
2015/01/19 07:00	20150119	7:00	3.1
2015/01/19 07:30	20150119	7:30	3.1
2015/01/19 08:00	20150119	8:00	3.1
2015/01/19 08:30	20150119	8:30	3.1
2015/01/19 09:00	20150119	9:00	2.6
2015/01/19 09:30	20150119	9:30	2.6
2015/01/19 10:00	20150119	10:00	1.5
2015/01/19 10:30	20150119	10:30	1.0

2015/01/19 11:00	20150119	11:00	1.5
2015/01/19 11:30	20150119	11:30	1.5
2015/01/19 12:00	20150119	12:00	1.5
2015/01/19 12:30	20150119	12:30	1.0
2015/01/19 13:00	20150119	13:00	1.5
2015/01/19 13:30	20150119	13:30	1.5
2015/01/19 14:00	20150119	14:00	1.5
2015/01/19 14:30	20150119	14:30	2.1
2015/01/19 15:00	20150119	15:00	2.6
2015/01/19 15:30	20150119	15:30	2.1
2015/01/19 16:00	20150119	16:00	0.5
2015/01/19 16:30	20150119	16:30	2.1
2015/01/19 17:00	20150119	17:00	2.0
2015/01/19 17:30	20150119	17:30	1.9
2015/01/19 18:00	20150119	18:00	1.8
2015/01/19 18:30	20150119	18:30	1.7
2015/01/19 19:00	20150119	19:00	1.6
2015/01/19 19:30	20150119	19:30	1.4
2015/01/19 20:00	20150119	20:00	1.3
2015/01/19 20:30	20150119	20:30	1.2
2015/01/19 21:00	20150119	21:00	1.1
2015/01/19 21:30	20150119	21:30	1.0
2015/01/19 22:00	20150119	22:00	1.5
2015/01/19 22:30	20150119	22:30	1.5
2015/01/19 23:00	20150119	23:00	2.1
2015/01/19 23:30	20150119	23:30	1.5
2015/01/20 00:00	20150120	0:00	1.5



2015/01/20 00:30	20150120	0:30	0.5
2015/01/20 01:00	20150120	1:00	1.5
2015/01/20 01:30	20150120	1:30	0.5
2015/01/20 02:00	20150120	2:00	0.5
2015/01/20 02:30	20150120	2:30	1.0
2015/01/20 03:00	20150120	3:00	1.5
2015/01/20 03:30	20150120	3:30	1.5
2015/01/20 04:00	20150120	4:00	2.1
2015/01/20 04:30	20150120	4:30	2.1
2015/01/20 05:00	20150120	5:00	2.6
2015/01/20 05:30	20150120	5:30	2.6
2015/01/20 06:00	20150120	6:00	3.1
2015/01/20 06:30	20150120	6:30	4.1
2015/01/20 07:00	20150120	7:00	3.6
2015/01/20 07:30	20150120	7:30	4.1
2015/01/20 08:00	20150120	8:00	4.1
2015/01/20 08:30	20150120	8:30	4.1
2015/01/20 09:00	20150120	9:00	3.1
2015/01/20 09:30	20150120	9:30	2.6
2015/01/20 10:00	20150120	10:00	2.1
2015/01/20 10:30	20150120	10:30	2.6
2015/01/20 11:00	20150120	11:00	2.1
2015/01/20 11:30	20150120	11:30	1.0
2015/01/20 12:00	20150120	12:00	2.1
2015/01/20 12:30	20150120	12:30	2.1
2015/01/20 13:00	20150120	13:00	1.0
2015/01/20 13:30	20150120	13:30	1.5

## A - 36

2015/01/20 14:00	20150120	14:00	2.1
2015/01/20 14:30	20150120	14:30	3.6
2015/01/20 15:00	20150120	15:00	2.1
2015/01/20 15:30	20150120	15:30	2.6
2015/01/20 16:00	20150120	16:00	2.6
2015/01/20 16:30	20150120	16:30	2.1
2015/01/20 17:00	20150120	17:00	1.5
2015/01/20 17:30	20150120	17:30	0.0
2015/01/20 18:00	20150120	18:00	0.2
2015/01/20 18:30	20150120	18:30	0.4
2015/01/20 19:00	20150120	19:00	0.6
2015/01/20 19:30	20150120	19:30	0.9
2015/01/20 20:00	20150120	20:00	1.1
2015/01/20 20:30	20150120	20:30	1.3
2015/01/20 21:00	20150120	21:00	1.5
2015/01/20 21:30	20150120	21:30	1.3
2015/01/20 22:00	20150120	22:00	1.2
2015/01/20 22:30	20150120	22:30	1.0
2015/01/20 23:00	20150120	23:00	1.5
2015/01/20 23:30	20150120	23:30	1.5
2015/01/21 00:00	20150121	0:00	1.0
2015/01/21 00:30	20150121	0:30	0.5
2015/01/21 01:00	20150121	1:00	0.5
2015/01/21 01:30	20150121	1:30	1.0
2015/01/21 02:00	20150121	2:00	1.5
2015/01/21 02:30	20150121	2:30	2.1
2015/01/21 03:00	20150121	3:00	2.1

2015/01/21 03:30	20150121	3:30	2.6
2015/01/21 04:00	20150121	4:00	3.6
2015/01/21 04:30	20150121	4:30	3.1
2015/01/21 05:00	20150121	5:00	2.6
2015/01/21 05:30	20150121	5:30	3.1
2015/01/21 06:00	20150121	6:00	3.6
2015/01/21 06:30	20150121	6:30	3.6
2015/01/21 07:00	20150121	7:00	3.6
2015/01/21 07:30	20150121	7:30	4.1
2015/01/21 08:00	20150121	8:00	3.6
2015/01/21 08:30	20150121	8:30	3.6
2015/01/21 09:00	20150121	9:00	3.1
2015/01/21 09:30	20150121	9:30	3.1
2015/01/21 10:00	20150121	10:00	3.1
2015/01/21 10:30	20150121	10:30	2.1
2015/01/21 11:00	20150121	11:00	2.6
2015/01/21 11:30	20150121	11:30	3.1
2015/01/21 12:00	20150121	12:00	3.1
2015/01/21 12:30	20150121	12:30	3.1
2015/01/21 13:00	20150121	13:00	3.1
2015/01/21 13:30	20150121	13:30	1.5
2015/01/21 14:00	20150121	14:00	1.5
2015/01/21 14:30	20150121	14:30	3.6
2015/01/21 15:00	20150121	15:00	4.1
2015/01/21 15:30	20150121	15:30	3.1
2015/01/21 16:00	20150121	16:00	1.0
2015/01/21 16:30	20150121	16:30	1.0

2015/01/21 17:00	20150121	17:00	1.1
2015/01/21 17:30	20150121	17:30	1.1
2015/01/21 18:00	20150121	18:00	1.1
2015/01/21 18:30	20150121	18:30	1.2
2015/01/21 19:00	20150121	19:00	1.2
2015/01/21 19:30	20150121	19:30	1.3
2015/01/21 20:00	20150121	20:00	1.3
2015/01/21 20:30	20150121	20:30	1.3
2015/01/21 21:00	20150121	21:00	1.4
2015/01/21 21:30	20150121	21:30	1.4
2015/01/21 22:00	20150121	22:00	1.4
2015/01/21 22:30	20150121	22:30	1.5
2015/01/21 23:00	20150121	23:00	1.5
2015/01/21 23:30	20150121	23:30	2.6
2015/01/22 00:00	20150122	0:00	2.6
2015/01/22 00:30	20150122	0:30	3.6
2015/01/22 01:00	20150122	1:00	2.1
2015/01/22 01:30	20150122	1:30	1.5
2015/01/22 02:00	20150122	2:00	2.1
2015/01/22 02:30	20150122	2:30	2.6
2015/01/22 03:00	20150122	3:00	3.6
2015/01/22 03:30	20150122	3:30	4.1
2015/01/22 04:00	20150122	4:00	4.1
2015/01/22 04:30	20150122	4:30	4.1
2015/01/22 05:00	20150122	5:00	3.6
2015/01/22 05:30	20150122	5:30	3.6
2015/01/22 06:00	20150122	6:00	3.6

2015/01/22 06:30	20150122	6:30	4.1
2015/01/22 07:00	20150122	7:00	3.6
2015/01/22 07:30	20150122	7:30	6.2
2015/01/22 08:00	20150122	8:00	3.6
2015/01/22 08:30	20150122	8:30	2.1
2015/01/22 09:00	20150122	9:00	3.1
2015/01/22 09:30	20150122	9:30	2.1
2015/01/22 10:00	20150122	10:00	4.1
2015/01/22 10:30	20150122	10:30	3.1
2015/01/22 11:00	20150122	11:00	2.6
2015/01/22 11:30	20150122	11:30	2.1
2015/01/22 12:00	20150122	12:00	2.1
2015/01/22 12:30	20150122	12:30	1.0
2015/01/22 13:00	20150122	13:00	1.0
2015/01/22 13:30	20150122	13:30	1.5
2015/01/22 14:00	20150122	14:00	1.0
2015/01/22 14:30	20150122	14:30	0.5
2015/01/22 15:00	20150122	15:00	1.5
2015/01/22 15:30	20150122	15:30	1.5
2015/01/22 16:00	20150122	16:00	1.5
2015/01/22 16:30	20150122	16:30	1.5
2015/01/22 17:00	20150122	17:00	1.5
2015/01/22 17:30	20150122	17:30	1.4
2015/01/22 18:00	20150122	18:00	1.4
2015/01/22 18:30	20150122	18:30	1.3
2015/01/22 19:00	20150122	19:00	1.3
2015/01/22 19:30	20150122	19:30	1.2

## A - 40

2015/01/22 20:00	20150122	20:00	1.1
2015/01/22 20:30	20150122	20:30	1.1
2015/01/22 21:00	20150122	21:00	1.0
2015/01/22 21:30	20150122	21:30	1.3
2015/01/22 22:00	20150122	22:00	1.6
2015/01/22 22:30	20150122	22:30	1.8
2015/01/22 23:00	20150122	23:00	2.1
2015/01/22 23:30	20150122	23:30	1.0
2015/01/23 00:00	20150123	0:00	1.5
2015/01/23 00:30	20150123	0:30	2.1
2015/01/23 01:00	20150123	1:00	2.6
2015/01/23 01:30	20150123	1:30	3.6
2015/01/23 02:00	20150123	2:00	3.1
2015/01/23 02:30	20150123	2:30	2.1
2015/01/23 03:00	20150123	3:00	2.1
2015/01/23 03:30	20150123	3:30	2.1
2015/01/23 04:00	20150123	4:00	3.1
2015/01/23 04:30	20150123	4:30	3.1
2015/01/23 05:00	20150123	5:00	3.6
2015/01/23 05:30	20150123	5:30	3.6
2015/01/23 06:00	20150123	6:00	4.1
2015/01/23 06:30	20150123	6:30	2.6
2015/01/23 07:00	20150123	7:00	3.6
2015/01/23 07:30	20150123	7:30	3.6
2015/01/23 08:00	20150123	8:00	4.1
2015/01/23 08:30	20150123	8:30	4.6
2015/01/23 09:00	20150123	9:00	3.6

2015/01/23 09:30	20150123	9:30	2.6
2015/01/23 10:00	20150123	10:00	3.6
2015/01/23 10:30	20150123	10:30	3.6
2015/01/23 11:00	20150123	11:00	2.6
2015/01/23 11:30	20150123	11:30	4.6
2015/01/23 12:00	20150123	12:00	3.1
2015/01/23 12:30	20150123	12:30	1.0
2015/01/23 13:00	20150123	13:00	2.6
2015/01/23 13:30	20150123	13:30	2.6
2015/01/23 14:00	20150123	14:00	3.1
2015/01/23 14:30	20150123	14:30	2.1
2015/01/23 15:00	20150123	15:00	0.0
2015/01/23 15:30	20150123	15:30	2.6
2015/01/23 16:00	20150123	16:00	2.4
2015/01/23 16:30	20150123	16:30	2.2
2015/01/23 17:00	20150123	17:00	2.0
2015/01/23 17:30	20150123	17:30	1.7
2015/01/23 18:00	20150123	18:00	1.5
2015/01/23 18:30	20150123	18:30	1.3
2015/01/23 19:00	20150123	19:00	1.1
2015/01/23 19:30	20150123	19:30	0.9
2015/01/23 20:00	20150123	20:00	0.7
2015/01/23 20:30	20150123	20:30	0.4
2015/01/23 21:00	20150123	21:00	0.2
2015/01/23 21:30	20150123	21:30	0.0
2015/01/23 22:00	20150123	22:00	1.0
2015/01/23 22:30	20150123	22:30	1.5

2015/01/23 23:00	20150123	23:00	1.0
2015/01/23 23:30	20150123	23:30	1.5
2015/01/24 00:00	20150124	0:00	1.0
2015/01/24 00:30	20150124	0:30	0.0
2015/01/24 01:00	20150124	1:00	1.5
2015/01/24 01:30	20150124	1:30	1.5
2015/01/24 02:00	20150124	2:00	1.5
2015/01/24 02:30	20150124	2:30	2.6
2015/01/24 03:00	20150124	3:00	2.1
2015/01/24 03:30	20150124	3:30	5.1
2015/01/24 04:00	20150124	4:00	4.6
2015/01/24 04:30	20150124	4:30	3.6
2015/01/24 05:00	20150124	5:00	2.1
2015/01/24 05:30	20150124	5:30	1.0
2015/01/24 06:00	20150124	6:00	2.1
2015/01/24 06:30	20150124	6:30	2.1
2015/01/24 07:00	20150124	7:00	2.6
2015/01/24 07:30	20150124	7:30	3.1
2015/01/24 08:00	20150124	8:00	4.1
2015/01/24 08:30	20150124	8:30	4.6
2015/01/24 09:00	20150124	9:00	3.6
2015/01/24 09:30	20150124	9:30	3.1
2015/01/24 10:00	20150124	10:00	2.6
2015/01/24 10:30	20150124	10:30	3.1
2015/01/24 11:00	20150124	11:00	2.6
2015/01/24 11:30	20150124	11:30	4.6
2015/01/24 12:00	20150124	12:00	4.6



2015/01/24 12:30	20150124	12:30	3.6
2015/01/24 13:00	20150124	13:00	2.1
2015/01/24 13:30	20150124	13:30	1.0
2015/01/24 14:00	20150124	14:00	2.1
2015/01/24 14:30	20150124	14:30	2.1
2015/01/24 15:00	20150124	15:00	2.6
2015/01/24 15:30	20150124	15:30	2.6
2015/01/24 16:00	20150124	16:00	1.5
2015/01/24 16:30	20150124	16:30	1.6
2015/01/24 17:00	20150124	17:00	1.6
2015/01/24 17:30	20150124	17:30	1.7
2015/01/24 18:00	20150124	18:00	1.7
2015/01/24 18:30	20150124	18:30	1.8
2015/01/24 19:00	20150124	19:00	1.8
2015/01/24 19:30	20150124	19:30	1.9
2015/01/24 20:00	20150124	20:00	1.9
2015/01/24 20:30	20150124	20:30	2.0
2015/01/24 21:00	20150124	21:00	2.0
2015/01/24 21:30	20150124	21:30	2.1
2015/01/24 22:00	20150124	22:00	2.1
2015/01/24 22:30	20150124	22:30	2.6
2015/01/24 23:00	20150124	23:00	2.6
2015/01/24 23:30	20150124	23:30	1.5
2015/01/25 00:00	20150125	0:00	2.1
2015/01/25 00:30	20150125	0:30	1.0
2015/01/25 01:00	20150125	1:00	1.5
2015/01/25 01:30	20150125	1:30	1.0

2015/01/25 02:00	20150125	2:00	1.0
2015/01/25 02:30	20150125	2:30	1.0
2015/01/25 03:00	20150125	3:00	0.5
2015/01/25 03:30	20150125	3:30	1.5
2015/01/25 04:00	20150125	4:00	1.0
2015/01/25 04:30	20150125	4:30	1.5
2015/01/25 05:00	20150125	5:00	1.5
2015/01/25 05:30	20150125	5:30	1.0
2015/01/25 06:00	20150125	6:00	1.0
2015/01/25 06:30	20150125	6:30	1.0
2015/01/25 07:00	20150125	7:00	1.5
2015/01/25 07:30	20150125	7:30	2.1
2015/01/25 08:00	20150125	8:00	2.6
2015/01/25 08:30	20150125	8:30	2.1
2015/01/25 09:00	20150125	9:00	1.5
2015/01/25 09:30	20150125	9:30	2.1
2015/01/25 10:00	20150125	10:00	1.5
2015/01/25 10:30	20150125	10:30	1.0
2015/01/25 11:00	20150125	11:00	1.0
2015/01/25 11:30	20150125	11:30	0.0
2015/01/25 12:00	20150125	12:00	0.0
2015/01/25 12:30	20150125	12:30	0.0
2015/01/25 13:00	20150125	13:00	0.0
2015/01/25 13:30	20150125	13:30	0.0
2015/01/25 14:00	20150125	14:00	1.0
2015/01/25 14:30	20150125	14:30	1.0
2015/01/25 15:00	20150125	15:00	1.0

2015/01/25 15:30	20150125	15:30	1.5
2015/01/25 16:00	20150125	16:00	2.1
2015/01/25 16:30	20150125	16:30	2.1
2015/01/25 17:00	20150125	17:00	2.1
2015/01/25 17:30	20150125	17:30	2.1
2015/01/25 18:00	20150125	18:00	2.1
2015/01/25 18:30	20150125	18:30	2.1
2015/01/25 19:00	20150125	19:00	2.1
2015/01/25 19:30	20150125	19:30	2.1
2015/01/25 20:00	20150125	20:00	2.1
2015/01/25 20:30	20150125	20:30	2.1
2015/01/25 21:00	20150125	21:00	2.1
2015/01/25 21:30	20150125	21:30	2.1
2015/01/25 22:00	20150125	22:00	2.1
2015/01/25 22:30	20150125	22:30	2.1
2015/01/25 23:00	20150125	23:00	2.1
2015/01/25 23:30	20150125	23:30	1.0
2015/01/26 00:00	20150126	0:00	1.0
2015/01/26 00:30	20150126	0:30	0.5
2015/01/26 01:00	20150126	1:00	1.0
2015/01/26 01:30	20150126	1:30	1.0
2015/01/26 02:00	20150126	2:00	1.0
2015/01/26 02:30	20150126	2:30	0.0
2015/01/26 03:00	20150126	3:00	1.0
2015/01/26 03:30	20150126	3:30	1.5
2015/01/26 04:00	20150126	4:00	2.1
2015/01/26 04:30	20150126	4:30	2.1

## A - 46

2015/01/26 05:00	20150126	5:00	2.6
2015/01/26 05:30	20150126	5:30	2.1
2015/01/26 06:00	20150126	6:00	2.6
2015/01/26 06:30	20150126	6:30	2.6
2015/01/26 07:00	20150126	7:00	3.1
2015/01/26 07:30	20150126	7:30	2.6
2015/01/26 08:00	20150126	8:00	3.6
2015/01/26 08:30	20150126	8:30	3.6
2015/01/26 09:00	20150126	9:00	3.6
2015/01/26 09:30	20150126	9:30	4.1
2015/01/26 10:00	20150126	10:00	2.6
2015/01/26 10:30	20150126	10:30	2.6
2015/01/26 11:00	20150126	11:00	0.5
2015/01/26 11:30	20150126	11:30	2.1
2015/01/26 12:00	20150126	12:00	2.6
2015/01/26 12:30	20150126	12:30	3.1
2015/01/26 13:00	20150126	13:00	3.1
2015/01/26 13:30	20150126	13:30	3.6
2015/01/26 14:00	20150126	14:00	0.5
2015/01/26 14:30	20150126	14:30	2.1
2015/01/26 15:00	20150126	15:00	2.1
2015/01/26 15:30	20150126	15:30	3.1
2015/01/26 16:00	20150126	16:00	4.1
2015/01/26 16:30	20150126	16:30	3.6
2015/01/26 17:00	20150126	17:00	1.5
2015/01/26 17:30	20150126	17:30	1.5
2015/01/26 18:00	20150126	18:00	1.5

2015/01/26 18:30	20150126	18:30	1.5
2015/01/26 19:00	20150126	19:00	1.5
2015/01/26 19:30	20150126	19:30	1.5
2015/01/26 20:00	20150126	20:00	1.5
2015/01/26 20:30	20150126	20:30	1.5
2015/01/26 21:00	20150126	21:00	1.5
2015/01/26 21:30	20150126	21:30	1.5
2015/01/26 22:00	20150126	22:00	2.6
2015/01/26 22:30	20150126	22:30	3.1
2015/01/26 23:00	20150126	23:00	2.6
2015/01/26 23:30	20150126	23:30	2.6
2015/01/27 00:00	20150127	0:00	2.6
2015/01/27 00:30	20150127	0:30	3.1
2015/01/27 01:00	20150127	1:00	2.1
2015/01/27 01:30	20150127	1:30	2.6
2015/01/27 02:00	20150127	2:00	2.6
2015/01/27 02:30	20150127	2:30	2.6
2015/01/27 03:00	20150127	3:00	2.6
2015/01/27 03:30	20150127	3:30	3.6
2015/01/27 04:00	20150127	4:00	3.6
2015/01/27 04:30	20150127	4:30	3.6
2015/01/27 05:00	20150127	5:00	4.6
2015/01/27 05:30	20150127	5:30	3.1
2015/01/27 06:00	20150127	6:00	4.6
2015/01/27 06:30	20150127	6:30	4.6
2015/01/27 07:00	20150127	7:00	5.7
2015/01/27 07:30	20150127	7:30	4.6

2015/01/27 08:00	20150127	8:00	5.1
2015/01/27 08:30	20150127	8:30	5.7
2015/01/27 09:00	20150127	9:00	6.2
2015/01/27 09:30	20150127	9:30	5.4
2015/01/27 10:00	20150127	10:00	4.6
2015/01/27 10:30	20150127	10:30	5.1
2015/01/27 11:00	20150127	11:00	4.1
2015/01/27 11:30	20150127	11:30	2.8
2015/01/27 12:00	20150127	12:00	1.5
2015/01/27 12:30	20150127	12:30	2.1
2015/01/27 13:00	20150127	13:00	1.0
2015/01/27 13:30	20150127	13:30	1.0
2015/01/27 14:00	20150127	14:00	1.0
2015/01/27 14:30	20150127	14:30	2.1
2015/01/27 15:00	20150127	15:00	1.5
2015/01/27 15:30	20150127	15:30	2.1
2015/01/27 16:00	20150127	16:00	2.0
2015/01/27 16:30	20150127	16:30	2.0
2015/01/27 17:00	20150127	17:00	1.9
2015/01/27 17:30	20150127	17:30	1.9
2015/01/27 18:00	20150127	18:00	1.8
2015/01/27 18:30	20150127	18:30	1.8
2015/01/27 19:00	20150127	19:00	1.7
2015/01/27 19:30	20150127	19:30	1.7
2015/01/27 20:00	20150127	20:00	1.6
2015/01/27 20:30	20150127	20:30	1.6
2015/01/27 21:00	20150127	21:00	1.5

2015/01/27 21:30	20150127	21:30	1.3
2015/01/27 22:00	20150127	22:00	1.2
2015/01/27 22:30	20150127	22:30	1.0
2015/01/27 23:00	20150127	23:00	2.1
2015/01/27 23:30	20150127	23:30	1.5
2015/01/28 00:00	20150128	0:00	1.5
2015/01/28 00:30	20150128	0:30	1.5
2015/01/28 01:00	20150128	1:00	1.5
2015/01/28 01:30	20150128	1:30	0.5
2015/01/28 02:00	20150128	2:00	0.5
2015/01/28 02:30	20150128	2:30	1.0
2015/01/28 03:00	20150128	3:00	2.1
2015/01/28 03:30	20150128	3:30	3.1
2015/01/28 04:00	20150128	4:00	2.6
2015/01/28 04:30	20150128	4:30	2.6
2015/01/28 05:00	20150128	5:00	2.6
2015/01/28 05:30	20150128	5:30	2.6
2015/01/28 06:00	20150128	6:00	2.6
2015/01/28 06:30	20150128	6:30	2.6
2015/01/28 07:00	20150128	7:00	1.5
2015/01/28 07:30	20150128	7:30	2.1
2015/01/28 08:00	20150128	8:00	2.6
2015/01/28 08:30	20150128	8:30	2.6
2015/01/28 09:00	20150128	9:00	2.6
2015/01/28 09:30	20150128	9:30	2.6
2015/01/28 10:00	20150128	10:00	2.6
2015/01/28 10:30	20150128	10:30	2.6

## A - 50

2015/01/28 11:00	20150128	11:00	2.1
2015/01/28 11:30	20150128	11:30	2.1
2015/01/28 12:00	20150128	12:00	2.1
2015/01/28 12:30	20150128	12:30	1.5
2015/01/28 13:00	20150128	13:00	2.1
2015/01/28 13:30	20150128	13:30	1.0
2015/01/28 14:00	20150128	14:00	1.5
2015/01/28 14:30	20150128	14:30	1.0
2015/01/28 15:00	20150128	15:00	1.5
2015/01/28 15:30	20150128	15:30	2.1
2015/01/28 16:00	20150128	16:00	2.6
2015/01/28 16:30	20150128	16:30	2.4
2015/01/28 17:00	20150128	17:00	2.2
2015/01/28 17:30	20150128	17:30	2.0
2015/01/28 18:00	20150128	18:00	1.8
2015/01/28 18:30	20150128	18:30	1.6
2015/01/28 19:00	20150128	19:00	1.3
2015/01/28 19:30	20150128	19:30	1.1
2015/01/28 20:00	20150128	20:00	0.9
2015/01/28 20:30	20150128	20:30	0.7
2015/01/28 21:00	20150128	21:00	0.5
2015/01/28 21:30	20150128	21:30	0.5
2015/01/28 22:00	20150128	22:00	0.0
2015/01/28 22:30	20150128	22:30	3.6
2015/01/28 23:00	20150128	23:00	4.1
2015/01/28 23:30	20150128	23:30	3.6
2015/01/29 00:00	20150129	0:00	1.5



2015/01/29 00:30	20150129	0:30	1.5
2015/01/29 01:00	20150129	1:00	2.1
2015/01/29 01:30	20150129	1:30	3.6
2015/01/29 02:00	20150129	2:00	3.1
2015/01/29 02:30	20150129	2:30	3.1
2015/01/29 03:00	20150129	3:00	2.6
2015/01/29 03:30	20150129	3:30	2.6
2015/01/29 04:00	20150129	4:00	2.6
2015/01/29 04:30	20150129	4:30	2.6
2015/01/29 05:00	20150129	5:00	3.1
2015/01/29 05:30	20150129	5:30	3.6
2015/01/29 06:00	20150129	6:00	3.6
2015/01/29 06:30	20150129	6:30	3.6
2015/01/29 07:00	20150129	7:00	3.6
2015/01/29 07:30	20150129	7:30	3.1
2015/01/29 08:00	20150129	8:00	3.6
2015/01/29 08:30	20150129	8:30	3.6
2015/01/29 09:00	20150129	9:00	4.1
2015/01/29 09:30	20150129	9:30	3.1
2015/01/29 10:00	20150129	10:00	3.1
2015/01/29 10:30	20150129	10:30	3.1
2015/01/29 11:00	20150129	11:00	2.6
2015/01/29 11:30	20150129	11:30	1.5
2015/01/29 12:00	20150129	12:00	1.5
2015/01/29 12:30	20150129	12:30	1.0
2015/01/29 13:00	20150129	13:00	2.1
2015/01/29 13:30	20150129	13:30	1.0

2015/01/29 14:00	20150129	14:00	1.5
2015/01/29 14:30	20150129	14:30	1.5
2015/01/29 15:00	20150129	15:00	2.1
2015/01/29 15:30	20150129	15:30	2.0
2015/01/29 16:00	20150129	16:00	1.9
2015/01/29 16:30	20150129	16:30	1.8
2015/01/29 17:00	20150129	17:00	1.7
2015/01/29 17:30	20150129	17:30	1.6
2015/01/29 18:00	20150129	18:00	1.6
2015/01/29 18:30	20150129	18:30	1.5
2015/01/29 19:00	20150129	19:00	1.4
2015/01/29 19:30	20150129	19:30	1.3
2015/01/29 20:00	20150129	20:00	1.2
2015/01/29 20:30	20150129	20:30	1.1
2015/01/29 21:00	20150129	21:00	1.0
2015/01/29 21:30	20150129	21:30	1.0
2015/01/29 22:00	20150129	22:00	1.0
2015/01/29 22:30	20150129	22:30	1.0
2015/01/29 23:00	20150129	23:00	1.0
2015/01/29 23:30	20150129	23:30	1.0
2015/01/30 00:00	20150130	0:00	1.0
2015/01/30 00:30	20150130	0:30	1.5
2015/01/30 01:00	20150130	1:00	1.5
2015/01/30 01:30	20150130	1:30	2.6
2015/01/30 02:00	20150130	2:00	1.0
2015/01/30 02:30	20150130	2:30	1.5
2015/01/30 03:00	20150130	3:00	2.1

2015/01/30 03:30	20150130	3:30	2.1
2015/01/30 04:00	20150130	4:00	2.6
2015/01/30 04:30	20150130	4:30	2.6
2015/01/30 05:00	20150130	5:00	2.6
2015/01/30 05:30	20150130	5:30	3.6
2015/01/30 06:00	20150130	6:00	3.6
2015/01/30 06:30	20150130	6:30	3.6
2015/01/30 07:00	20150130	7:00	4.1
2015/01/30 07:30	20150130	7:30	2.1
2015/01/30 08:00	20150130	8:00	1.5
2015/01/30 08:30	20150130	8:30	1.5
2015/01/30 09:00	20150130	9:00	3.6
2015/01/30 09:30	20150130	9:30	4.6
2015/01/30 10:00	20150130	10:00	3.1
2015/01/30 10:30	20150130	10:30	3.1
2015/01/30 11:00	20150130	11:00	1.5
2015/01/30 11:30	20150130	11:30	2.6
2015/01/30 12:00	20150130	12:00	2.1
2015/01/30 12:30	20150130	12:30	3.1
2015/01/30 13:00	20150130	13:00	1.0
2015/01/30 13:30	20150130	13:30	2.1
2015/01/30 14:00	20150130	14:00	1.0
2015/01/30 14:30	20150130	14:30	1.0
2015/01/30 15:00	20150130	15:00	3.1
2015/01/30 15:30	20150130	15:30	2.9
2015/01/30 16:00	20150130	16:00	2.8
2015/01/30 16:30	20150130	16:30	2.6

2015/01/30 17:00	20150130	17:00	2.5
2015/01/30 17:30	20150130	17:30	2.3
2015/01/30 18:00	20150130	18:00	2.1
2015/01/30 18:30	20150130	18:30	2.0
2015/01/30 19:00	20150130	19:00	1.8
2015/01/30 19:30	20150130	19:30	1.6
2015/01/30 20:00	20150130	20:00	1.5
2015/01/30 20:30	20150130	20:30	1.3
2015/01/30 21:00	20150130	21:00	1.2
2015/01/30 21:30	20150130	21:30	1.0
2015/01/30 22:00	20150130	22:00	1.5
2015/01/30 22:30	20150130	22:30	1.5
2015/01/30 23:00	20150130	23:00	1.5
2015/01/30 23:30	20150130	23:30	1.0

## A.2 Data Hasil Prediksi ANN

**Tabel A.2 Data Hasil Prediksi ANN Kecepatan Angin**

<b>d/t</b>	<b>date</b>	<b>time</b>	<b>wind_speed</b>
1/31/2015 0:00	20150131	0:00	2.6352
1/31/2015 0:30	20150131	0:30	2.5668
1/31/2015 1:00	20150131	1:00	2.5047
1/31/2015 1:30	20150131	1:30	2.3911
1/31/2015 2:00	20150131	2:00	2.2226
1/31/2015 2:30	20150131	2:30	2.1723
1/31/2015 3:00	20150131	3:00	2.0248
1/31/2015 3:30	20150131	3:30	1.9563

1/31/2015 4:00	20150131	4:00	1.8061
1/31/2015 4:30	20150131	4:30	1.6635
1/31/2015 5:00	20150131	5:00	1.8396
1/31/2015 5:30	20150131	5:30	1.7727
1/31/2015 6:00	20150131	6:00	1.7331
1/31/2015 6:30	20150131	6:30	1.7283
1/31/2015 7:00	20150131	7:00	1.8062
1/31/2015 7:30	20150131	7:30	1.9067
1/31/2015 8:00	20150131	8:00	1.9623
1/31/2015 8:30	20150131	8:30	1.9651
1/31/2015 9:00	20150131	9:00	1.9412
1/31/2015 9:30	20150131	9:30	1.8745
1/31/2015 10:00	20150131	10:00	1.8259
1/31/2015 10:30	20150131	10:30	1.7699
1/31/2015 11:00	20150131	11:00	1.6568
1/31/2015 11:30	20150131	11:30	1.5663
1/31/2015 12:00	20150131	12:00	1.5385
1/31/2015 12:30	20150131	12:30	1.5095
1/31/2015 13:00	20150131	13:00	1.4195
1/31/2015 13:30	20150131	13:30	1.3681
1/31/2015 14:00	20150131	14:00	1.2836
1/31/2015 14:30	20150131	14:30	1.2783
1/31/2015 15:00	20150131	15:00	1.3116
1/31/2015 15:30	20150131	15:30	1.3148
1/31/2015 16:00	20150131	16:00	1.3832
1/31/2015 16:30	20150131	16:30	1.4572
1/31/2015 17:00	20150131	17:00	1.5181

1/31/2015 17:30	20150131	17:30	1.5036
1/31/2015 18:00	20150131	18:00	1.4903
1/31/2015 18:30	20150131	18:30	1.4852
1/31/2015 19:00	20150131	19:00	1.6330
1/31/2015 19:30	20150131	19:30	1.8381
1/31/2015 20:00	20150131	20:00	1.9682
1/31/2015 20:30	20150131	20:30	2.1104
1/31/2015 21:00	20150131	21:00	2.2969
1/31/2015 21:30	20150131	21:30	2.4587
1/31/2015 22:00	20150131	22:00	2.6368
1/31/2015 22:30	20150131	22:30	2.6578
1/31/2015 23:00	20150131	23:00	2.7149
1/31/2015 23:30	20150131	23:30	2.6419

### A.3 Data Hasil Prediksi Hybrid ANN-EnKF

**Tabel A.3 Data Hasil Prediksi Hybrid ANN-EnKF Kecepatan Angin**

<b>d/t</b>	<b>date</b>	<b>time</b>	<b>wind_speed</b>
1/31/2015 0:00	20150131	0:00	2.3978
1/31/2015 0:30	20150131	0:30	2.3355
1/31/2015 1:00	20150131	1:00	2.2790
1/31/2015 1:30	20150131	1:30	2.1757
1/31/2015 2:00	20150131	2:00	2.0223
1/31/2015 2:30	20150131	2:30	1.9766
1/31/2015 3:00	20150131	3:00	1.8424
1/31/2015 3:30	20150131	3:30	1.7801
1/31/2015 4:00	20150131	4:00	1.6434

1/31/2015 4:30	20150131	4:30	1.5136
1/31/2015 5:00	20150131	5:00	1.6739
1/31/2015 5:30	20150131	5:30	1.6129
1/31/2015 6:00	20150131	6:00	1.5769
1/31/2015 6:30	20150131	6:30	1.5726
1/31/2015 7:00	20150131	7:00	1.6435
1/31/2015 7:30	20150131	7:30	1.7349
1/31/2015 8:00	20150131	8:00	1.7855
1/31/2015 8:30	20150131	8:30	1.7880
1/31/2015 9:00	20150131	9:00	1.7663
1/31/2015 9:30	20150131	9:30	1.7057
1/31/2015 10:00	20150131	10:00	1.6614
1/31/2015 10:30	20150131	10:30	1.6104
1/31/2015 11:00	20150131	11:00	1.5076
1/31/2015 11:30	20150131	11:30	1.4252
1/31/2015 12:00	20150131	12:00	1.3999
1/31/2015 12:30	20150131	12:30	1.3735
1/31/2015 13:00	20150131	13:00	1.2916
1/31/2015 13:30	20150131	13:30	1.2449
1/31/2015 14:00	20150131	14:00	1.1679
1/31/2015 14:30	20150131	14:30	1.1631
1/31/2015 15:00	20150131	15:00	1.1935
1/31/2015 15:30	20150131	15:30	1.1964
1/31/2015 16:00	20150131	16:00	1.2586
1/31/2015 16:30	20150131	16:30	1.3259
1/31/2015 17:00	20150131	17:00	1.3813
1/31/2015 17:30	20150131	17:30	1.3682

1/31/2015 18:00	20150131	18:00	1.3561
1/31/2015 18:30	20150131	18:30	1.3514
1/31/2015 19:00	20150131	19:00	1.4859
1/31/2015 19:30	20150131	19:30	1.6725
1/31/2015 20:00	20150131	20:00	1.7909
1/31/2015 20:30	20150131	20:30	1.9203
1/31/2015 21:00	20150131	21:00	2.0901
1/31/2015 21:30	20150131	21:30	2.2372
1/31/2015 22:00	20150131	22:00	2.3993
1/31/2015 22:30	20150131	22:30	2.4184
1/31/2015 23:00	20150131	23:00	2.4704
1/31/2015 23:30	20150131	23:30	2.4035



## BIODATA PENULIS



Penulis kelahiran 18 September 1995 ini lahir di Cirebon, Jawa Barat dan merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis sedang menempuh perkuliahan tahap akhir di Departemen Sistem Informasi (DSI) FTIF-ITS sejak 2013 silam. Sebelumnya, penulis menempuh pendidikan formal di SD Negeri Kebon Baru IV Cirebon, SMP Islam Terpadu Umar Sjarifuddin (ITUS)

Kuningan, dan SMA Negeri 2 Cirebon. Selama empat tahun menempuh pendidikan di DSI, penulis sangat aktif berorganisasi, mulai dari lingkup departemen hingga institut. Selain itu, penulis juga pernah menjadi asisten dosen untuk mata kuliah Statistika, Manajemen dan Organisasi serta Arsitektur SI/TI.

Dalam memenuhi kelulusan perkuliahan tahap akhirnya, penulis melakukan penelitian pada bidang minat Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis (RDIB). Topik yang diambil adalah Peramalan yang dibimbing oleh Wiwik Anggraeni S.Si., M.Kom. Semoga dengan penelitian Tugas Akhir yang penulis lakukan dapat memberikan kontribusi bermanfaat untuk para akademisi maupun bidang terkait lainnya. Maka, untuk bisa saling berbagi ilmu terkait penelitian ini penulis dapat dihubungi melalui email [riza.angelia@gmail.com](mailto:riza.angelia@gmail.com) untuk keperluan penelitian.