



**TUGAS AKHIR – SF184801**

**Pembuatan Model Matematika untuk Prediksi Kecepatan dan Arah Angin Berbasis Rekam Jejak Data Klimatologi**

**Aldo Mahendra Putra  
NRP. 0111154000091**

**Dosen Pembimbing:  
Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.  
NIP. 19641229 199002 2 001**

**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS SAINS  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**



**TUGAS AKHIR – SF 184801**

**Pembuatan Model Matematika untuk Prediksi  
Kecepatan dan Arah Angin Berbasis Rekam Jejak Data  
Klimatologi**

**Aldo Mahendra Putra  
NRP. 0111154000091**

**Dosen Pembimbing:  
Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.  
NIP. 19641229 199002 2 002**

**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS SAINS  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**FINAL PROJECT – SF 184801**

***The Making of Mathematical Models for Prediction of  
Wind Speed and Direction Based on Climatological Data  
Track Records***

**Aldo Mahendra Putra  
NRP. 0111154000091**

**Advisor :  
Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.  
NIP. 19641229 199002 2 002**

**DEPARTMENT OF PHYSICS  
FACULTY OF SCIENCE  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2019**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LEMBAR PENGESAHAN

**Pembuatan Model Matematika untuk Prediksi Kecepatan dan Arah Angin Berbasis Rekam Jejak Data Klimatologi**

### TUGAS AKHIR

Disusun untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah  
Tugas Akhir  
Program Strata 1

Departemen Fisika  
Fakultas Sains  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ALDO MAHENDRA PUTRA**  
0111154000091

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :**



**Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.**

NIP. 19641229 199002 2 001



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **Pembuatan Model Matematika untuk Prediksi Kecepatan dan Arah Angin Berbasis Rekam Jejak Data Klimatologi**

**Nama Mahasiswa** : Aldo Mahendra Putra  
**NIM** : 0111154000091  
**Departemen** : Fisika, Fakultas Sains ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.

### **ABSTRAK**

Cuaca, terutama kecepatan dan arah angin, merupakan salah satu faktor untuk menentukan landasan pacu mana yang akan digunakan di suatu bandara. Berdasarkan rekomendasi dari *International Civil Aviation Organization* (ICAO), penggunaan landas pacu sebuah bandara secara prinsip diupayakan sedapat mungkin searah dengan arah angin yang dominan. Namun, arah dan kecepatan angin dapat berubah secara tiba – tiba. Fenomena perubahan arah dan kecepatan angin secara tiba – tiba tersebut dinamakan dengan *windshear*. *Windshear* dapat menyebabkan pesawat tidak menggunakan landasan pacu tersebut atau mengalihkan ke bandara alternatif.

Oleh karena itu penting untuk memperkirakan kecepatan dan arah angina untuk beberapa waktu yang akan datang sebagai pegangan informasi bagi pilot. Perkiraan kecepatan dan arah angin dapat dilakukan dengan menggunakan metode ARIMA Box – Jenkins (*Auto Regressive Integrated Moving Average*), yaitu metode estimasi berdasarkan kurun waktu atau *time series*. Dengan menggunakan metode ini dibuat pemodelan terbaik yang dapat menginterpretasikan keadaan beberapa waktu yang akan datang. Dari penelitian ini, model terbaik yang didapatkan adalah ARMA (3 1) untuk kecepatan angin dengan *error* sebesar 0.6043. Untuk model ARMA (1 1) prediksi arah angin diperoleh *error* sebesar 13.0863.

**Kata Kunci:** ARIMA, kecepatan angin, arah angin, *windshear*



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

***The Making of Mathematical Models for Prediction of Wind  
Speed and Direction Based on Climatological Data Track  
Records***

**Name** : Aldo Mahendra Putra  
**NRP** : 0111154000091  
**Department** : Physics, Faculty of Sciences, Sepuluh  
Nopember Institute of Technology  
**Advisors** : Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.

**ABSTRACT**

Weather, especially wind speed and direction, is one factor to determine which runway will be used at an airport. Based on recommendations from the International Civil Aviation Organization (ICAO), the use of runways for an airport is principally pursued as far as possible in the direction of the dominant wind direction. However, the direction and speed of the wind can change suddenly. The phenomenon of sudden changes in wind direction and speed is called windshear. Windshear can cause the aircraft not to use the runway or divert to alternative airports.

It is therefore important to estimate the speed and direction of wind for some time to come as a guide to information for pilots. Estimated wind speed and direction can be done using the ARIMA Box - Jenkins (Auto Regressive Integrated Moving Average) method, which is an estimation method based on time series. By using this method the best modeling is made that can interpret the situation in the future. From this study, the best model obtained was ARMA (3 1) for wind speed with an error of 0.6043. For the ARMA model (1 1) prediction of wind direction an error of 13.0863 is obtained.

**Keywords:** ARIMA, *wind speed, wind direction, windshear*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji bagi Allah, tempat aku meminta pertolongan dan ampunan. Aku berlindung kepada-Nya dari keburukan diriku dan kejelekan amalanku. Barang siapa diberi petunjuk Allah, maka tiada orang yang dapat menyesatkan. Dan barang siapa disesatkan Allah, maka tiada orang yang bisa menunjukinya. Aku bersaksi tiada Tuhan selain Allah yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hamba dan utusan-Nya. Dengan kasih sayang dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul:

### **“Pembuatan Model Matematika untuk Prediksi Kecepatan dan Arah Angin Berbasis Rekam Jejak Data Klimatologi”**

dengan tepat waktu. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan program strata satu (S1) di Departemen Fisika, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis menyampaikan banyak terima kasih dan rasa syukur kepada semua pihak yang telah berkontribusi:

1. Allah Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua tercinta, yang telah memberikan segala yang terbaik bagi penulis. Atas doa, dukungan moral, maupun materil yang telah diberikan.
3. Ibu Dr. Melania Suweni Muntini, M.T, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing serta memberi pengarahan selama proses penelitian dan penyusunan laporan.

4. Bapak Dr. Yono Hadi P, M. Eng. dan Bapak Eko Minarto selaku Kepala Departemen dan Sekretaris Departemen Fisika FS ITS yang telah memberikan kemudahan sarana kepada penulis selama kuliah sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
5. Bapak Diky Anggoro, M.Si, selaku Kepala Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi yang telah membagi pengalaman dan masukan dalam penyusunan laporan.
6. Mbak Ira, mas Gusti, mas Udin, Alfu yang telah membagikan pengalamannya tentang *windshear* kepada penulis.
7. Serta teman teman angkatan 2015 “POSITRON” yang telah menjadi keluarga kedua bagi penulis selama 4 tahun ini.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanyalah milik Allah. Tidak terlepas laporan tugas akhir ini juga memiliki kekurangan. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi masyarakat Indonesia dan semua pihak yang terkait. Amiin,

Surabaya,

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>TITLE PAGE</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Pesawat.....	5
2.1.1 Mekanisme Pesawat .....	5
2.2 Angin.....	6
2.3 <i>Windshear</i> .....	7
2.3.1 Jenis – Jenis <i>Windshear</i> .....	8
2.4 Bandara.....	10
2.5 Data Klimatologi .....	11
2.6 Pemodelan Matematika .....	11
2.7 Bahasa Pemrograman Python.....	12
2.8 Analisis Prediktif.....	13
2.9 Metode Deret Waktu ARIMA Box - Jenkins .....	13
2.10 Uji Dickey - Fuller.....	15

2.11 AIC ( <i>Akaike Information Criterion</i> ).....	15
2.12 BIC ( <i>Bayesian Information Criterion</i> ) .....	16
2.13 RMSE ( <i>Root Mean Squared Error</i> ).....	17
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>19</b>
3.1 Jadwal Pelaksanaan .....	19
3.2 Pelaksanaan Penelitian.....	19
3.3 Bahasa Pemrograman yang Digunakan .....	19
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	20
3.5 Langkah Kerja .....	21
3.5.1 Studi Literatur .....	21
3.5.2 Pengumpulan Data.....	22
3.5.3 Data <i>Cleaning</i> .....	22
3.5.4 Uji Stasioneritas.....	24
3.5.5 Estimasi Parameter .....	25
3.5.6 Uji Diagnostik .....	26
3.5.7 <i>Forecasting</i> .....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Pengaruh Suhu dan Kelembaban terhadap Angin .....	27
4.2 Data <i>Cleaning</i> .....	29
4.3 Tahap Identifikasi.....	30
4.3.1 Plot Data .....	31
4.3.1 Uji Stasioneritas.....	34
4.4 Penentuan Model dan Parameternya .....	34
4.5 Tahap Uji Diagnostik .....	38
4.6 Tahap Penerapan .....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN A .....</b>	<b>49</b>

<b>LAMPIRAN B .....</b>	<b>59</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>69</b>



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gaya pada Pesawat .....	5
Gambar 2.2 Ilustrasi Pesawat pada Saat <i>Take-off</i> .....	8
Gambar 2.3 Standar Landasan Pacu Menurut ICAO .....	10
Gambar 2.4 Bagan Proses Pemodelan Matematika.....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Tugas Akhir.....	20
Gambar 3.2 Kode Mengaktifkan <i>Libraries</i> pada Python .....	22
Gambar 3.3 Kode Penggabungan Beberapa <i>File</i> .....	23
Gambar 3.4 Kode Pengecekan <i>Null Values</i> .....	23
Gambar 3.5 Kode Pembagian <i>Training Data</i> dan <i>Testing Data</i> ..	24
Gambar 3.6 Kode Uji Dickey - Fuller .....	25
Gambar 3.7 Kode Estimasi Parameter Model .....	26
Gambar 4.1 Grafik Kecepatan Angin, Kelembaban dan Suhu ....	28
Gambar 4.2 Grafik Arah Angin, Kelembaban dan Suhu.....	29
Gambar 4.3 Plot Data Kecepatan Angin .....	32
Gambar 4.4 Plot Data Arah Angin .....	33
Gambar 4.5 Hasil Uji Dickey – Fuller Kecepatan Angin.....	34
Gambar 4.6 Hasil Uji Dickey – Fuller Arah Angin.....	34
Gambar 4.7 Hasil Model Kecepatan Angin .....	36
Gambar 4.8 Hasil Model Arah Angin .....	37
Gambar 4.9 <i>Diagnostic Plot</i> Kecepatan Angin .....	39
Gambar 4.10 <i>Diagnostic Plot</i> Arah Angin .....	40
Gambar 4.11 Hasil Prediksi Model ARMA (3 1).....	42
Gambar 4.12 Hasil Prediksi Model ARMA (1 1).....	43

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Klasifikasi Lapangan Terbang Menurut ICAO ..... 11  
Tabel 3.1 Tabel Pelaksanaan Penelitian ..... 19

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Peran cuaca dalam penerbangan sangat besar, terutama dalam peningkatan efisiensi dan efektivitas kegiatan keselamatan penerbangan. Namun cuaca juga memiliki potensi sebagai unsur membahayakan yang menyebabkan kecelakaan dalam penerbangan. Penentuan sensitifitas pesawat terhadap cuaca memerlukan tinjauan yang mendalam mengenai unsur cuaca, jenis pesawat, kondisi pesawat, dan posisi penerbangan (Wirdjohamidjojo, 2007). Beberapa unsur yang mempengaruhi cuaca adalah suhu, kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin dan curah hujan. Informasi unsur cuaca tersebut dibutuhkan dalam operasi penerbangan, karena terkait dengan kelancaran pesawat mulai dari lepas landas (*take off*) sampai mendarat (*landing*). Salah satu informasi cuaca yang diperlukan adalah data angin yaitu, arah dan kecepatan angin. Data angin permukaan landas pacu disyaratkan sebagai informasi penting dalam proses *landing* maupun *take off*. Dengan adanya informasi terkait komponen angin permukaan landasan pacu akan menambah pengetahuan dan wawasan para pelaku operasi penerbangan dalam meningkatkan mutu keselamatan penerbangan.

Analisis arah dan kecepatan angin merupakan hal yang sangat esensial guna penentuan penggunaan landas pacu. Berdasarkan rekomendasi dari *International Civil Aviation Organization* (ICAO), penggunaan landas pacu sebuah bandara secara prinsip diupayakan sedapat mungkin searah dengan arah angin yang dominan. Meskipun landas pacu sudah disesuaikan dengan rekomendasi ICAO, namun perubahan arah dan kecepatan angin akan secara langsung mempengaruhi bahkan dapat membahayakan penerbangan, khususnya pada saat *take off* dan *landing* pesawat.

Perubahan arah dan kecepatan angin atau yang biasa disebut *windshear* dapat menyebabkan pesawat kehilangan gaya

angkatnya, sehingga sangat membahayakan pesawat udara dan penumpang. *Windshear* yang menyebabkan gangguan adalah *low-level windshear* yang terjadi pada ketinggian sampai 2000 ft atau sekitar 600 meter di atas permukaan (Frost, 1983). *Low level windshear* berbahaya bagi penerbangan karena seringkali terjadi pada saat pesawat *landing* dan *take-off* dimana pada saat itu pilot membutuhkan kendali penuh terhadap pesawat.

Informasi kecepatan dan arah angin sangat penting bagi pilot sebagai pertimbangan untuk mengambil keputusan ketika akan *landing* maupun *take off*. Pembuatan model untuk memprediksi kecepatan dan arah angin dibutuhkan sebagai langkah preventif kecelakaan pesawat akibat *windshear*. Pada penelitian sebelumnya terdapat beberapa metode pembuatan model prediksi kecepatan dan arah angin antara lain, *Numerical Weather Prediction* (NWP), *Artificial Neural Network* (ANN), dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Berdasarkan latar belakang diatas, pada tugas akhir ini, digunakan metode Box-Jenkins ARIMA untuk memprediksi kecepatan dan arah angin.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, diperoleh rumusan masalah untuk tugas akhir ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana model matematika yang dihasilkan oleh metode ARIMA?
2. Bagaimana tingkat akurasi yang dihasilkan model yang digunakan untuk prediksi kecepatan dan arah angin?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui model matematika yang dihasilkan oleh metode ARIMA.
2. Mengetahui tingkat akurasi yang dihasilkan model yang digunakan untuk prediksi kecepatan dan arah angin.

## 1.4 Manfaat



Manfaat yang dapat diambil dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara membuat model prediksi kecepatan dan arah angin dengan menggunakan metode ARIMA Box-Jenkins.
2. Menambah wawasan mengenai pengaruh kecepatan dan arah angin terhadap keselamatan penerbangan pesawat.
3. Dapat digunakan sebagai bahan rujukan untuk penelitian selanjutnya dengan topik prediksi time series menggunakan metode ARIMA Box – Jenkins.

### **1.5 Batasan Masalah**

Pada penelitian Tugas Akhir ini beberapa batasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Data diambil di kawasan bandara Juanda.
2. Data yang digunakan yaitu data yang berasal dari *Website National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) untuk bandara Juanda dari 1 januari 2019 sampai 10 januari 2019 dengan interval pengambilan data satu jam.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah python.
4. Model matematika yang dikembangkan berdasarkan pada hubungan masukan dan keluaran menggunakan metode ARIMA Box – Jenkins.
5. Tidak terjadi cuaca ekstrem yang berpengaruh secara signifikan terhadap data observasi.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika yang dilakukan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab, yakni:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab II berisi tentang materi-materi yang menunjang penelitian ini, antara lain: Pesawat, Angin, *Windshear*, Bandara, Data Klimatologi, Pemodelan Matematika, Bahasa Pemrograman Python, Analisis Prediktif, Metode Deret Waktu Box – Jenkins, AIC, BIC, RMSE

**BAB III : METODOLOGI**

Bab ini berisi tentang jadwal dan tempat pelaksanaan penelitian, alat dan bahan yang digunakan, *flowchart* penelitian, dan langkah kerja.

**BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang penjelasan data yang diperoleh, meliputi data hasil pengujian dan pembahasan dari data yang diperoleh

**BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan dan saran.

**DAFTAR PUSTAKA**

Daftar pustaka berisikan identitas buku, jurnal, situs web, maupun hal lain yang digunakan sebagai referensi dalam penulisan.

**LAMPIRAN**

Lampiran berisikan beberapa data penelitian, dan biodata penulis.

## BAB II

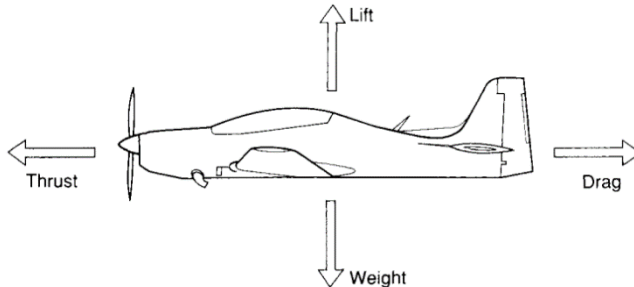
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pesawat Terbang

Menurut *Civil Aviation Safety Regulation (CASR)* pesawat terbang adalah sebuah perangkat yang memiliki tujuan untuk digunakan dalam penerbangan. Pesawat terbang juga dapat diartikan sebuah perangkat yang digerakkan oleh mesin, lebih berat dari udara serta memperoleh gaya angkatnya dari reaksi aerodinamik.

##### 2.1.1 Mekanisme Pesawat

Gaya-gaya yang bekerja pada pesawat terbang meliputi gaya dorong (*thrust*), gaya berat (*weight*), gaya angkat (*lift*), dan gaya hambat udara (*drag*). Semua benda-benda di udara, mulai dari burung-burung sampai pesawat terbang dipengaruhi oleh gaya – gaya ini (David, 2007).



Gambar 2.1 Gaya pada Pesawat

Gaya hambat udara (*drag*) adalah gaya yang disebabkan oleh partikel-partikel di udara. Benda yang bergerak di udara tidak mengalami gaya hambat. Gaya hambat memiliki arah berlawanan dengan gerak benda. Semakin cepat benda bergerak semakin besar gaya hambat udara ini. Gaya yang berlawanan dengan gaya hambat yaitu gaya dorong (*thrust*) yang dihasilkan oleh mesin. Desain

pesawat yang aerodinamis akan mengurangi kebutuhan akan gaya dorong. Selanjutnya ada gaya berat (*weight*) yang merupakan kombinasi dari berat pesawat beserta isinya. Gaya berat menarik pesawat terbang kebawah karena adanya gravitasi. Gaya angkat (*lift*) adalah gaya yang dihasilkan oleh reaksi dinamis udara dengan bentuk sayap (Malcolm, 2002).

## 2.2 Angin

Angin bergerak di ruang tiga dimensi dengan besar dan arah kecepatan tertentu dianggap sebagai vektor yang dapat dibagi menjadi tiga komponen ortogonal. Angin bergerak relatif terhadap bumi yang berarti memiliki komponen arah utara/selatan, timur/barat dan atas/bawah. Hal ini juga relatif dengan jalur penerbangan pesawat, yang memiliki komponen *headwind* /*tailwind* (longitudinal), komponen *left/right crosswind* (lateral) dan komponen *updraft/downdraft* (vertikal).

Komponen vertikal dari angin di atmosfer biasanya lebih kecil dibandingkan dengan satu atau kedua komponen horizontal, kecuali dalam kasus khusus seperti angin yang terdapat didekat tanah, di mana angin ini dapat menghambat pergerakan pesawat secara horizontal. Karena komponen horizontal umumnya mendominasi, maka diasumsikan bahwa angin horizontal bertiup sejajar dengan permukaan bumi, sehingga mengabaikan komponen vertikal. Karena pesawat udara, dengan *runway* yang tepat, umumnya mendarat dan terbang ke udara, secara otomatis *headwind/tailwind* atau komponen longitudinal lebih mendominasi dibandingkan *crosswind* atau komponen lateral. Hal ini menjelaskan alasan penekanan biasanya ditempatkan pada perubahan komponen *headwind/tailwind* (longitudinal), kecuali pada kasus-kasus khusus di mana komponen vertikal (*updraft/downdraft*) lebih mendominasi. Selain itu, perhitungan *windshear* pada bandara harus mempertimbangkan orientasi dari *runway*, yang berarti menyelesaikan semua vektor geser ke arah *runway*. (Pramono, 2011)

Vektor posisi  $r = ix + ky + lz$ , sistem bermassa  $m$  dengan percepatan gravitasi  $g$  sehingga untuk  $e$  (energi total per unit massa)

$$e = u + \frac{1}{2}V^2 + gz \quad (2.1)$$

viskositas meningkat sebanding dengan suhu

$$\frac{\mu}{\mu_0} = \left(\frac{T}{T_0}\right)^n \quad (2.2)$$

dengan:

$\mu$  = koefisien viskositas (Ns/m<sup>2</sup>)

$\mu_0$  = koefisien viskositas yang diketahui saat  $T_0$  (biasanya 273K), dan  $p = 0,7$  (pada udara).

$T$  = suhu akhir

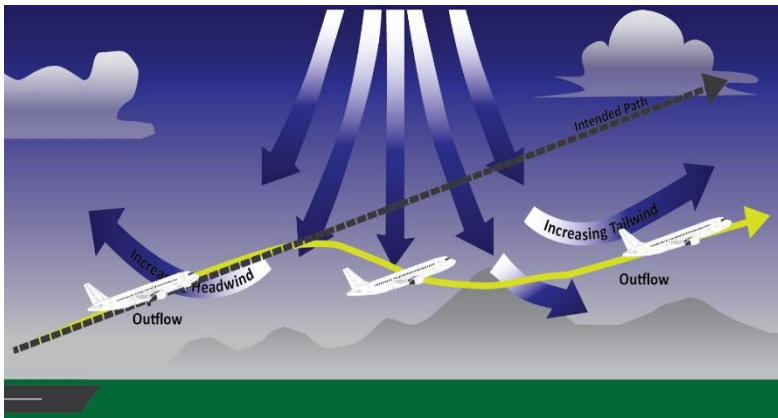
$T_0$  = suhu awal

(Soepangkat, 1994)

### 2.3 *Windshear*

*Windshear* didefinisikan sebagai perubahan arah dan kecepatan angin per satuan jarak. *Windshear* pada lapisan permukaan merupakan perubahan arah dan kecepatan angin dalam jarak yang dekat dengan atmosfer. Perubahan ini terjadi dengan tiba-tiba terutama bila mendapat arus balik yang semula mendapat angin dari muka pesawat (*headwind*). Arah angin dapat berubah 180° secara tiba-tiba yang disertai dengan perubahan kecepatan angin, umumnya terjadi pada lapisan permukaan (*low level windshear*) sampai sekitar 2000 kaki. *Windshear* dalam dunia penerbangan dirasa sangat mengganggu baik dalam proses *take-off* maupun *landing* serta pada waktu mengudara.

*Windshear* yang mempunyai energi atau daya yang besar, mampu mengalahkan energi atau daya terbang dari pesawat jet sekalipun. Proses terhempasnya pesawat ketika hendak *landing*. Ketika pesawat mulai memasuki daerah *windshear*, pesawat mendapat angin haluan dari horizontal *windshear*. Lintasan horizontal *windshear* yang diterima *windshear* disertai dengan arah yang menekan kebawah sehingga pesawat akan kehilangan arah dari arah sebenarnya dan ketinggian pesawat akan berkurang secara drastis, demikian pula daya angkatnya. Semakin memasuki daerah *windshear*, semakin hilang daya angkatnya ditambah dengan tekanan dari *down draft*, sehingga mampu menyebabkan pesawat tidak dapat dikendalikan lagi akan terbanting ke landasan. Hal ini terjadi jika sebuah awan hujan yang dikenal dengan nama Cb (*Cumulonimbus*) terbentuk di dekat bandara dan mempengaruhi angin lokal yang ada disekitar bandara.



Gambar 2.2 Ilustrasi *Windshear* pada Saat Pesawat *Take-off*

### 2.3.1 Jenis - Jenis *Windshear*

#### a) Vertikal *Windshear*

Jenis *windshear* ini bergerak pada ketinggian yang berbeda atau dalam arah vertikal. Vertikal *windshear* adalah faktor penting

kedua dalam penentuan jenis badai dan potensi badai. Vertikal *Shear* atau perubahan angin pada ketinggian tertentu, berinteraksi secara dinamis dengan badai untuk meningkatkan atau mengurangi kekuatan draf vertikal. Meteorologi Glosarium mendefinisikan angin vertikal geser sebagai variasi lokal dari vektor angin atau salah satunya komponennya dalam arah tertentu. Vertikal *windshear* dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$VWS = \frac{\Delta V}{\Delta Z} \quad (2.3)$$

dengan  $V$  adalah komponen angin, sedangkan  $Z$  adalah ketinggian yang ditinjau.

b) *Horizontal Windshear*

*Horizontal windshear* adalah perubahan kecepatan dan arah angin per satuan jarak antara dua titik yang berada pada lintasan terbang horizontal yang sama. *Horizontal windshear* dapat dihitung dengan persamaan berikut :

*Shearing deformation :*

$$DSH = \frac{dv}{dx} + \frac{du}{dy} \quad (2.4)$$

*Stretching deformation :*

$$DST = \frac{du}{dx} - \frac{dv}{dy} \quad (2.5)$$

dengan  $u$  dan  $v$  adalah komponen horizontal dari angin

*Total deformation :*

$$DEF = \sqrt{DSH^2 + DST^2} \quad (2.6)$$

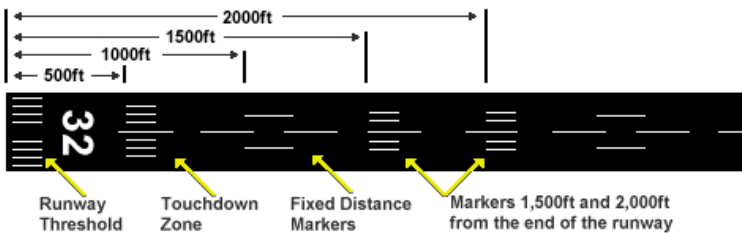
(Nugroho, 2007)

## 2.4 Bandara

Bandara merupakan bagian penting dalam dunia penerbangan. Pesawat akan melakukan *take off* dan *landing* di Bandara. Sehingga bandara harus memenuhi standar penerbangan. Komponen-komponen dari bandara adalah:

- a. *Runway* atau landasan pacu
- b. *Taxiway* atau landas hubung
- c. *Apron*
- d. *Terminal building* atau gedung terminal
- e. Gudang
- f. *Tower* atau menara control
- g. Fasilitas keselamatan (pemadam kebakaran)
- h. *Utility* (fasilitas listrik, telepon, dan bahan bakar)

ICAO (*International Civil Aviation Organization*) menetapkan klasifikasi lapangan terbang yang disebut *Aerodrome Reference Code* dalam dua elemen. Elemen pertama adalah kode nomor berdasarkan *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) atau panjang minimum dari *runway* yang dibutuhkan. Elemen kedua adalah kode huruf yang berdasarkan lebar sayap pesawat dan jarak terluar roda pendaratan dengan ujung sayap.



Gambar 2.3 Standar Landasan Pacu Menurut ICAO (*International Civil Aviation Organization*)



Tabel 2.1 Klasifikasi Lapangan Terbang Menurut ICAO

Elemen 1		Elemen 2		
Kode Angka	ARFL	Kode Huruf	Wingspan	Jarak terluar roda pendaratan
1	< 800 m	A	< 15 m	< 4.5 m
2	800 m – < 1200 m	B	15 m - < 24 m	4.5 m - < 6 m
3	1200 m - < 1800 m	C	24 m - < 36 m	6 m - < 9 m
4	> 1800 m	D	36 m - < 52 m	9 m - < 14 m
		E	52 m - < 60 m	9 m - < 14 m
		F	65 m - < 80 m	9 m - < 16 m

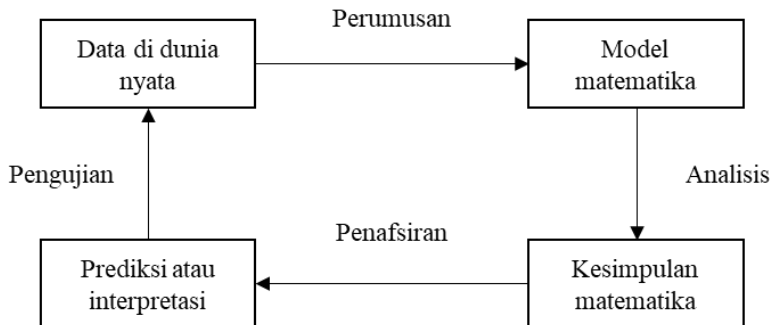
## 2.5 Data Klimatologi

Klimatologi adalah adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang sifat – sifat iklim yang berubah terus menerus. Klimatologi juga mempelajari hubungan perubahan iklim dengan aktivitas manusia dan perbedaan iklim tiap daerah. Sifat – sifat iklim dan perubahannya yang direkam dalam bentuk data kualitatif maupun kuantitatif disebut data klimatologi. Contoh data klimatologi adalah kelembaban, curah hujan, suhu, dan tekanan. Interpretasi klimatologi memerlukan data yang banyak sehingga diperlukan statistika dalam interpretasi klimatologi (Tjasyono, 2004).

## 2.6 Pemodelan Matematika

Pemodelan matematika adalah proses pembuatan model matematika yang menggambarkan suatu sistem. Pemodelan matematika tidak terlepas dari bidang – bidang ilmu lain, misalnya

ilmu alam (fisika, biologi, dan kimia) dan ilmu sosial (ekonomi, politik serta psikologi). Pemodelan matematika secara khusus mengubah situasi dunia nyata ke dalam masalah matematika dengan menggunakan rangkaian symbol matematika, hubungan serta fungsi (Voskoglou, 2006).



Gambar 2.4 Bagan Proses Pemodelan Matematika

Pembuatan model matematika tidak akan pernah berhenti sebagaimana ditunjukkan gambar diatas. Pada gambar diatas tiap tahap saling terhubung untuk menghasilkan model matematika yang lebih baik. Dalam prakteknya tidak ada model matematika terbaik, hanya ada model matematika yang lebih baik.

## 2.7 Bahasa Pemrograman Python

Python adalah *high-level* dan *general-purpose* bahasa pemrograman. Bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high-level*) berarti bahasa pemrograman tersebut mendekati bahasa manusia. Python memiliki banyak kegunaan mulai dari pembuatan website sampai pengolahan data (Triasanti, 2001). Beberapa fitur yang dimiliki Python adalah:

1. Memiliki kepastakaan yang luas; dalam distribusi Python telah disediakan modul-modul.
2. Memiliki tata bahasa yang jernih dan mudah dipelajari.

3. Memiliki aturan *layout* kode sumber yang memudahkan pengecekan, pembacaan kembali dan penulisan ulang kode sumber.
4. Berorientasi obyek.
5. Memiliki banyak fasilitas pendukung sehingga mudah dalam pengoperasiannya.

## 2.8 Analisis Prediktif

Analisis prediktif adalah alur memprediksi peristiwa dan perilaku progresif yang ada di data yang sebelumnya tidak terlihat, menggunakan model yang dibangun dari data sebelumnya yang serupa (Galit, 2011). Analisis prediktif memiliki banyak aplikasi di berbagai bidang, seperti keuangan, pendidikan, kesehatan, dan hukum. Dengan menggunakan data yang telah dikumpulkan sebelumnya, model akan menemukan hubungan antara berbagai sifat data.

Pembuatan model prediksi dari data yang diketahui sebelumnya disebut *training*, dan data tersebut disebut *training data* atau *training set*. Setelah model dibuat, model harus diterapkan ke data lain untuk menguji validitas model tersebut. Data yang digunakan untuk tujuan tersebut disebut *test data* atau *test set*. Alasan untuk menggunakan dua *set* data yang berbeda adalah untuk memastikan bahwa model tersebut cukup fleksibel untuk digunakan pada *set* data lain. (Srivastava, 2014).

## 2.9 Metode Data Berkala ARIMA Box – Jenkins

Metode data berkala *Box-Jenkins* untuk data stasioner dibagi menjadi tiga, yaitu AR (*Autoregressive*), MA (*Moving Average*), dan ARMA (*Autoregressive and Moving Average*) (Box, 2008).

### a. *Autoregressive (AR)*

Jika data stasioner adalah fungsi linier dari nilai-nilai lampainya yang berurutan maka persamaan itu dinamakan model *autoregressive*. Proses *autoregressive* adalah proses hasil regresi

dengan dirinya sendiri. Bentuk umum dari proses autoregresif tingkat p atau AR(p) adalah sebagai berikut:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \alpha_t \quad (2.7)$$

di mana,

$Z_t$  = data ke-t

$\phi_t$  = parameter *autoregressive* ke-t

$\alpha_t$  = nilai *error* pada saat ke-t

#### b. *Moving Average (MA)*

Jika data yang stasioner merupakan fungsi linier dari kesalahan *forecasting* sekarang dan masa lalu yang berurutan, persamaan itu dinamakan model *moving average*. Bentuk umum dari proses moving average tingkat q atau MA(q) didefinisikan sebagai berikut:

$$Z_t = \alpha_t - \theta_1 \alpha_{t-1} + \theta_2 \alpha_{t-2} + \dots + \theta_p \alpha_{t-p} \quad (2.8)$$

di mana,

$Z_t$  = data ke-t

$\theta_t$  = parameter *moving average* ke-t

$\alpha_t$  = nilai *error* pada saat ke-t

#### c. *Autoregressive and Moving Average (ARMA)*

Pada Metode ARMA ordo p dan q (AR(p) dan MA(q)) adalah gabungan antara model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA). Berikut ini merupakan rumus dari ARMA.

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \alpha_t - \theta_1 \alpha_{t-1} - \theta_2 \alpha_{t-2} - \dots - \theta_p \alpha_{t-p} \quad (2.9)$$

di mana,

$Z_t$  = data ke-t

$\phi_t$  = parameter *autoregressive* ke-t

$\alpha_t$  = nilai *error* pada saat ke-t

$\theta_t$  = parameter *moving average* ke-t

(Mulyono, 2000)

## 2.10 Uji Dickey – Fuller

Said dan Dickey (1984) menambah dasar *unit root test autoregressive* untuk mengakomodasi model ARIMA (p, d, q) dengan order yang tidak diketahui dan tes mereka disebut sebagai tes *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Tes ADF didasarkan pada memperkirakan regresi tes (Fuller, 1996).

$$y_t = \beta' D_t + \phi y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \psi_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2.10)$$

di mana  $D_t$  adalah vektor deterministik (konstan, tren dan lain – lain).  $p$  adalah perbedaan waktu (*lag*),  $\Delta y_{t-j}$  digunakan untuk memperkirakan keasalahan struktur model, dan nilai  $p$  diatur sehingga kesalahan  $\varepsilon_t$  secara berurut tidak berkorelasi (Ng, 1995).

## 2.11 AIC (*Akaike Information Criterion*)

Metode AIC adalah metode yang dapat digunakan untuk memilih model terbaik yang ditemukan oleh Akaike (Grasa, 1989). Metode tersebut didasarkan pada metode *maximum likelihood estimation* (MLE). Untuk menghitung nilai AIC digunakan rumus sebagai berikut:

$$AIC = e^{\frac{2k}{n} \sum_{i=1}^n u_i^2} \quad (2.11)$$

di mana,

$k$  = jumlah parameter yang diestimasi dalam model

$n$  = jumlah observasi

$e = 2,718$

$u$  = sisa (*residual*)

pemilihan model menggunakan dengan nilai AIC terkecil tidak menyatakan model yang sesungguhnya. Namun model dengan nilai AIC terkecil menyatakan model tersebut lebih baik dari model lain dengan nilai AIC yang lebih besar.

## 2.12 BIC (*Bayesian Information Criterion*)

Untuk menghitung kemungkinan parameter model, metode Bayesian sering membutuhkan teknik komputasi yang intensif seperti rantai Markov Monte Carlo (Gilks , 1996). Meski mudah diterapkan, namun, ada pendekatan komputasional jauh lebih sederhana, yaitu Kriteria Informasi Bayesian (BIC) (Schwarz, 1978):

$$BIC = -2l + K \log n \quad (2.12)$$

di mana,

$K$  = jumlah parameter yang dapat diperkirakan, dan

$n$  = ukuran sampel

Memilih model dengan BIC terkecil setara dengan memilih model dengan maksimal probabilitas. BIC cenderung digunakan untuk memilih model yang lebih sederhana daripada faktor Bayes (Weakliem, 1999). BIC lebih mudah diinterpretasikan secara visual, karena memungkinkan untuk membandingkan secara simultan, sehingga model yang paling cocok dapat segera diidentifikasi.

### 2.13 *Root Mean Squared Error (RMSE)*

*Root Mean Squared Error* (RMSE) sering digunakan untuk mengukur perbedaan antara nilai-nilai yang diprediksi oleh suatu model dan nilai-nilai yang diamati.. RMSE adalah ukuran akurasi, untuk membandingkan kesalahan perkiraan model yang berbeda untuk dataset tertentu dan bukan antara dataset, karena RMSE tergantung pada skala (Hyndman, 2006).

RMSE selalu non-negatif, dan nilai 0 (hampir tidak pernah dicapai dalam praktiknya) akan menunjukkan kesesuaian yang sempurna dengan data. Secara umum, RMSE yang lebih rendah lebih baik daripada yang lebih tinggi. Namun, perbandingan di berbagai jenis data akan tidak valid karena ukurannya tergantung pada skala angka yang digunakan.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=1}^T \frac{(\hat{Y}_t - Y_t)^2}{T}} \quad (2.13)$$

di mana,

$\hat{Y}_t$  = nilai prediksi  
 $Y_t$  = nilai observasi  
 $T$  = jumlah data

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## BAB III

### METODOLOGI

#### 3.1 Jadwal Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan	Bulan ke-					
	1	2	3	4	5	6
Bimbingan						
Studi literatur						
Pengumpulan data						
Forecasting dengan metode ARIMA						
Membuat laporan penelitian						

#### 3.2 Pelaksanaan Penelitian

Topik tugas akhir ini adalah prediksi kecepatan dan arah angin menggunakan metode ARIMA. Penelitian memanfaatkan bahasa pemrograman python. Pengumpulan data dilakukan pada bulan April melalui *website National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*

#### 3.3 Bahasa Pemrograman yang Digunakan

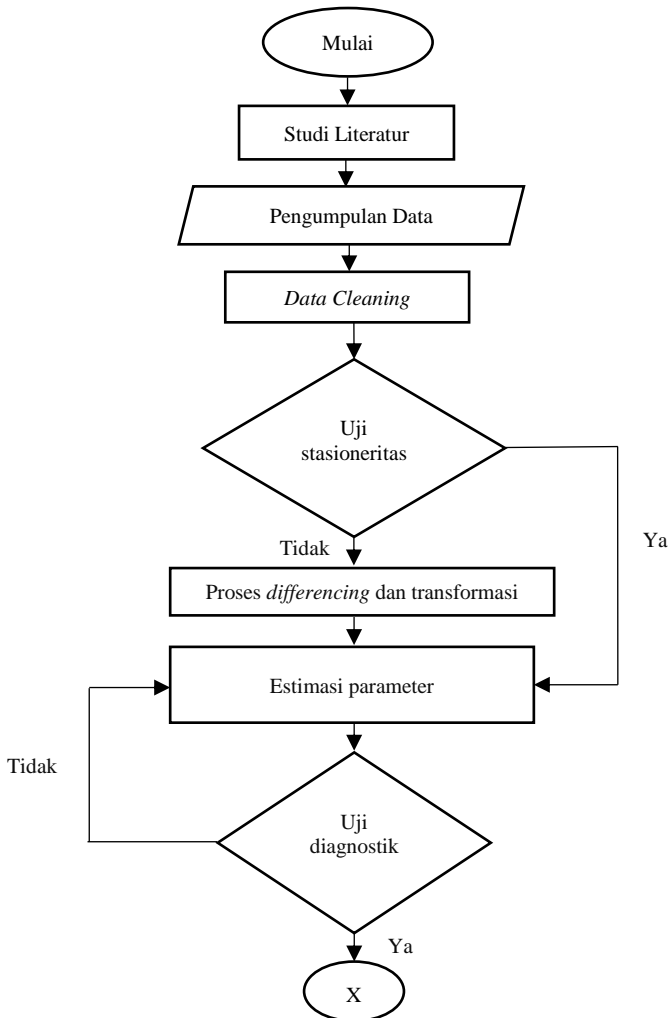
Pada tugas akhir ini digunakan bahasa pemrograman python. Penggunaan bahasa pemrograman python didasari oleh beberapa hal, antara lain :

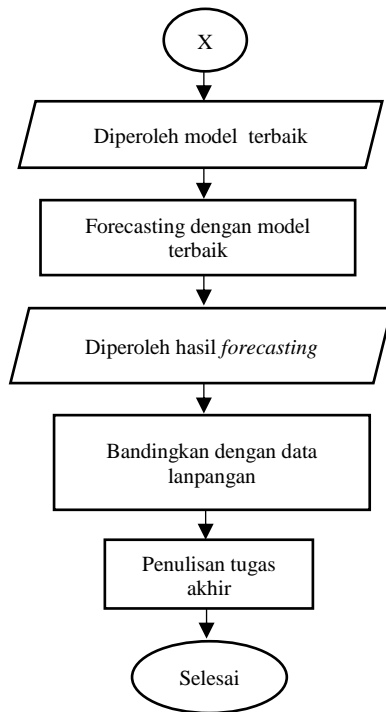
- 1) Python merupakan salah satu bahasa pemrograman yang paling banyak digunakan. Hal ini sangat memudahkan karena banyak forum serta diskusi *online* yang bisa membantu dalam menulis kode.
- 2) Python adalah bahasa pemrograman yang memiliki kecepatan tinggi dalam mengeksekusi kode yang telah ditulis.

3) Visualisasi data yang lebih menarik dibanding bahasa pemrograman lain.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Tugas akhir ini dilakukan berdasarkan diagram alir seperti gambar berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir Tugas Akhir

### 3.5 Langkah Kerja

Langkah langkah dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

#### 3.5.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari dan merangkum teori teori terkait serta penggunaan metode *forecasting* ARIMA. Pada tugas akhir ini, dilakukan studi literatur dari beberapa buku, jurnal serta paper yang terkait dengan metode

ini. Beberapa informasi pendukung pada tugas akhir ini juga diperoleh dari artikel serta forum *online*.

### 3.5.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data yang diambil dari *website National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Data tersebut merupakan data suhu, kelembaban, kecepatan dan arah angin mulai dari 1 Januari 2019 sampai 10 Januari 2019 dengan selang satu jam tiap pengambilan data. Terdapat sejumlah 235 baris dan 4 kolom.

### 3.5.3 Data Cleaning

Pada tahap ini data yang telah didapat kemudian dibersihkan yang berarti menghilangkan missing *values*, memasukkan data yang hanya akan digunakan pada proses prediksi, menggabungkan data dari beberapa waktu pengambilan data yang berbeda, dan pengubahan jenis *values* yang salah. Dengan menggunakan *libraries* yang ada di python memudahkan melakukan proses data *cleaning*. *Libraries* tersebut antara lain adalah *pandas*, *numpy*, *matplotlib* dan *pyplot*. *Pandas* digunakan untuk melakukan modifikasi *DataFrame* python agar mudah diolah. Penggunaan *numpy* berubungan erat dengan tahap selanjutnya yaitu prediksi. *Matplotlib* adalah *library* yang digunakan untuk membuat grafik dengan python. Sedangkan *pyplot* digunakan untuk membuat plot data yang telah diolah untuk selanjutnya dijadikan grafik.

```
In [1]: import pandas as pd
        from datetime import datetime
        import numpy as np
        date_rng = pd.date_range(start='1/1/2019', end='1/11/2019', freq='H')
```

Gambar 3.2 Kode Mengaktifkan *Libraries* pada Python

```
In [70]: df = pd.DataFrame(date_rng, columns=['date'])
df['Suhu'] = angin['Temp']
df['Kelembapan'] = angin['RHx']
df['Kec. Angin'] = wind['real values']
df['Arah Angin'] = arah['real values']
df.tail(15)
```

Out[70]:

	date	Suhu	Kelembapan	Kec. Angin	Arah Angin
210	2019-01-09 18:00:00	26.00.00	94	4.6	80
211	2019-01-09 19:00:00	27.00.00	79	5.7	50
212	2019-01-09 20:00:00	29.00.00	75	3.1	20
213	2019-01-09 21:00:00	31.00.00	66	5.1	20
214	2019-01-09 22:00:00	30.00.00	70	3.6	130
215	2019-01-09 23:00:00	32.00.00	59	4.1	150
216	2019-01-10 00:00:00	32.00.00	63	3.2	130
217	2019-01-10 01:00:00	33.00.00	67	3.4	160
218	2019-01-10 02:00:00	33.00.00	63	3.3	140
219	2019-01-10 03:00:00	32.00.00	63	2.8	130
220	2019-01-10 04:00:00	32.00.00	71	3.3	110
221	2019-01-10 05:00:00	30.00.00	79	2.9	120
222	2019-01-10 06:00:00	30.00.00	75	2.1	150
223	2019-01-10 07:00:00	28.00.00	74	2.3	120
224	2019-01-10 08:00:00	27.00.00	79	2.5	110

Gambar 3.3 Kode Penggabungan Beberapa *File*

```
In [25]: df.isnull().sum()
```

```
Out[25]: date          0
Suhu                 0
Kelembapan          0
Kec. Angin          0
Arah Angin          0
dtype: int64
```

Gambar 3.4 Kode Pengecekan *Null Values*

Setelah data bersih, tidak ada *null values*, tipe data sudah tepat dan data yang terpisah sudah disatukan, selanjutnya data dibagi menjadi *training* data dan *test* data. *Training* data akan digunakan untuk *forecasting* dengan model yang sudah ditentukan. *Testing* data digunakan untuk melihat keakuratan model atau dengan kata lain performa model.

```
# Create a training sample and testing sample before analyzing the series

n_train=int(0.95*n_sample)+1
n_forecast=n_sample-n_train
#ts_df
ts_train = ts_df.iloc[:n_train]['dir']
ts_test = ts_df.iloc[n_train:]['dir']
print(ts_train.shape)
print(ts_test.shape)
print("Training Series:", "\n", ts_train.head(), "\n")
print("Testing Series:", "\n", ts_test.head())
```

Gambar 3.5 Kode Pembagian *Training* data dan *Testing* data

### 3.5.4 Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas dilakukan untuk mengetahui apakah data yang digunakan bersifat stasioner ataukah tidak stasioner. Stasioneritas data akan menentukan model yang digunakan dalam proses peramalan. Dalam metode Box – Jenkins untuk data yang sudah stasioner terdapat tiga model yaitu *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), dan *Autoregressive Moving Average* (ARMA). Kemudian untuk data yang bersifat tidak stasioner terdapat *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA).

Penentuan stasioneritas data pada tugas akhir ini menggunakan uji Dickey – Fuller.

```

#Perform Augmented Dickey-Fuller test:
dfctest = smt.adfuller(timeseries, maxlag=maxlag, regression=regression, autolag=autolag)
dfcoutput = pd.Series(dfctest[0:4], index=['Test Statistic',
                                         'p-value',
                                         '#Lags Used',
                                         'Number of Observations Used',
                                         ])
for key,value in dfctest[4].items():
    dfcoutput['Critical Value (%)'%key] = value
if verbose:
    print('Results of Augmented Dickey-Fuller Test:')
    print(dfcoutput)
return dfcoutput

# Test stationarity

print(test_stationarity(ts_df['spd']))

```

Gambar 3.6 Kode Uji Dickey – Fuller

Data dikatakan stasioner apabila  $p$  value lebih kecil dari nilai kritis ( $\alpha$ ). Nilai kritis ( $\alpha$ ) yang digunakan adalah 5% atau 0,05.

### 3.5.5 Estimasi Parameter

Metode ARIMA (p,d,q) memiliki parameter p, d dan q. apabila parameter tersebut tidak didefinisikan maka model akan berubah. Sebagai contoh ARIMA (p, 0, q), model ini sama dengan ARMA (p, q) karena parameter *Integrated* tidak didefinisikan. Contoh lain, ARIMA (p, 0, 0) model ini sama dengan AR (p).

Estimasi parameter biasa dilakukan dengan melihat plot fungsi autokorelasi (ACF) dan plot fungsi parsial autokorelasi (PACF). Namun pada tugas akhir ini estimasi parameter akan menggunakan *library* python yaitu *pmdarima* dengan *method auto\_arima*. *Method auto\_arima* secara otomatis melakukan estimasi parameter model berdasarkan nilai AIC dan BIC paling kecil.

```

from statsmodels.tsa.arima_model import ARIMA
import pmdarima as pm
import pandas as pd

df = pd.read_csv('seminggudir.csv', names=['value'], header=0)

model = pm.auto_arima(df.value, start_p=1, start_q=1,
                      test='adf',          # use adftest to find optimal 'd'
                      max_p=10, max_q=10, # maximum p and q
                      m=1,                # frequency of series
                      d=None,             # let model determine 'd'
                      seasonal=False,     # No Seasonality
                      start_P=0,
                      D=0,
                      trace=True,
                      error_action='ignore',
                      suppress_warnings=True,
                      stepwise=True)

print(model.summary())

```

Gambar 3.7 Kode Estimasi Parameter Model

### 3.5.6 Uji diagnostik

Secara umum uji diagnostik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah model dengan parameter yang diduga layak digunakan untuk proses forecasting ataukah tidak.

### 3.5.7 Forecasting

Setelah model yang digunakan melewati tahap uji diagnostik, berarti model layak digunakan untuk *forecasting*. Tahap *forecasting* dilakukan dengan *method get\_prediction* dari python. Kode yang dijalankan akan menghasilkan grafik serta hasil prediksi. Hasil prediksi yang didapat dibandingkan dengan data lapangan untuk mencari nilai akurasi dari model. *Error* yang digunakan untuk membandingkan dengan data lapangan adalah *Root Mean Squared Error (RMSE)*.



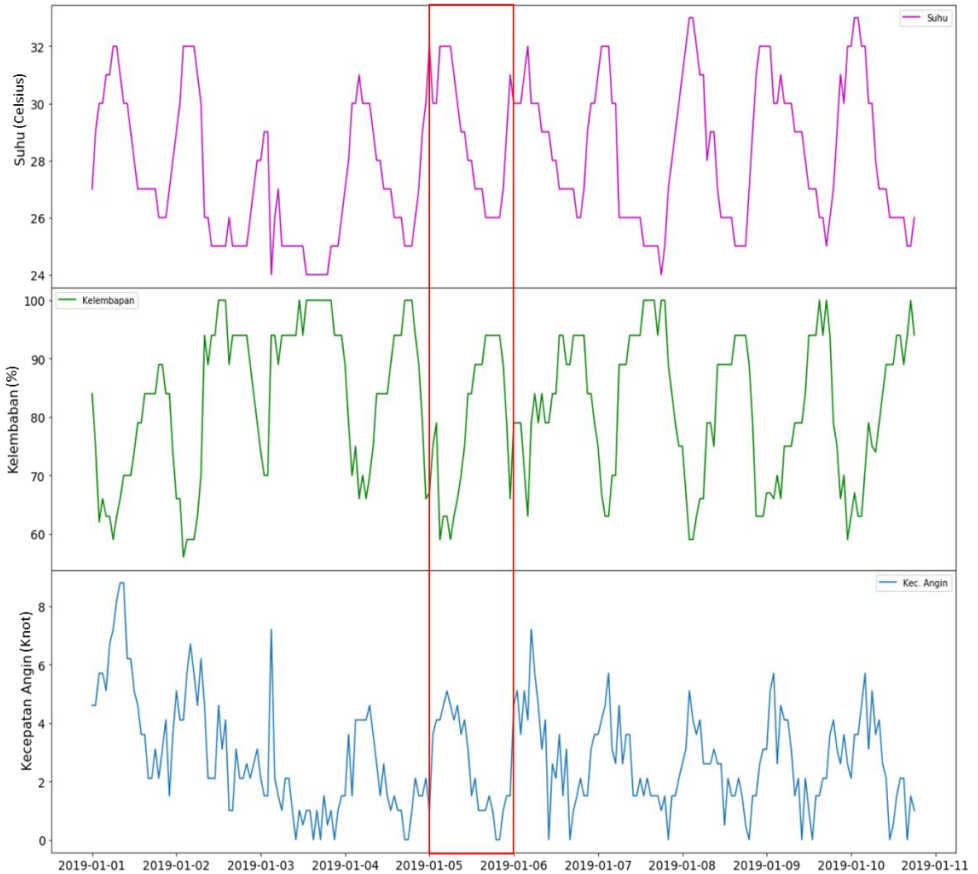
## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pengaruh Suhu dan Kelembaban terhadap Angin**

Pada tugas akhir ini data yang digunakan adalah data suhu, kelembaban, kecepatan dan arah angin di kawasan bandara Juanda. Pengambilan data dimulai dari tanggal 1 Januari 2019 sampai 10 Januari 2019 yang diambil dari *website National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Dari data tersebut dapat dilakukan perhitungan statistika sederhana untuk melihat karakteristik data. Dari keempat variabel data tersebut didapat rata – rata untuk suhu, kelembaban, kecepatan dan arah angin secara berurut sebagai berikut 28,07°C, 81,66 %, 2,69 knots dan 208,84°. Sedangkan nilai tertinggi data suhu adalah 33°C pada 2019-01-08 02:00:00 dengan kelembaban 59 %, kecepatan angin 2,6 knots, dan arah angin 170°. Nilai tertinggi kelembaban udara adalah 100% pada 2019-01-02 12:00:00 dengan suhu 25°C, kecepatan angin 2,1 knots, dan arah angin 270°. Nilai tertinggi kecepatan angin adalah 8,8 knots pada 2019-01-01 00:00:00 dengan suhu 27°C, kelembaban 84%, dan arah angin 310°. Kelembaban rata – rata menunjukkan nilai yang cukup tinggi yaitu 81,66%, hal ini terjadi karena pada bulan Januari bertepatan dengan musim hujan.

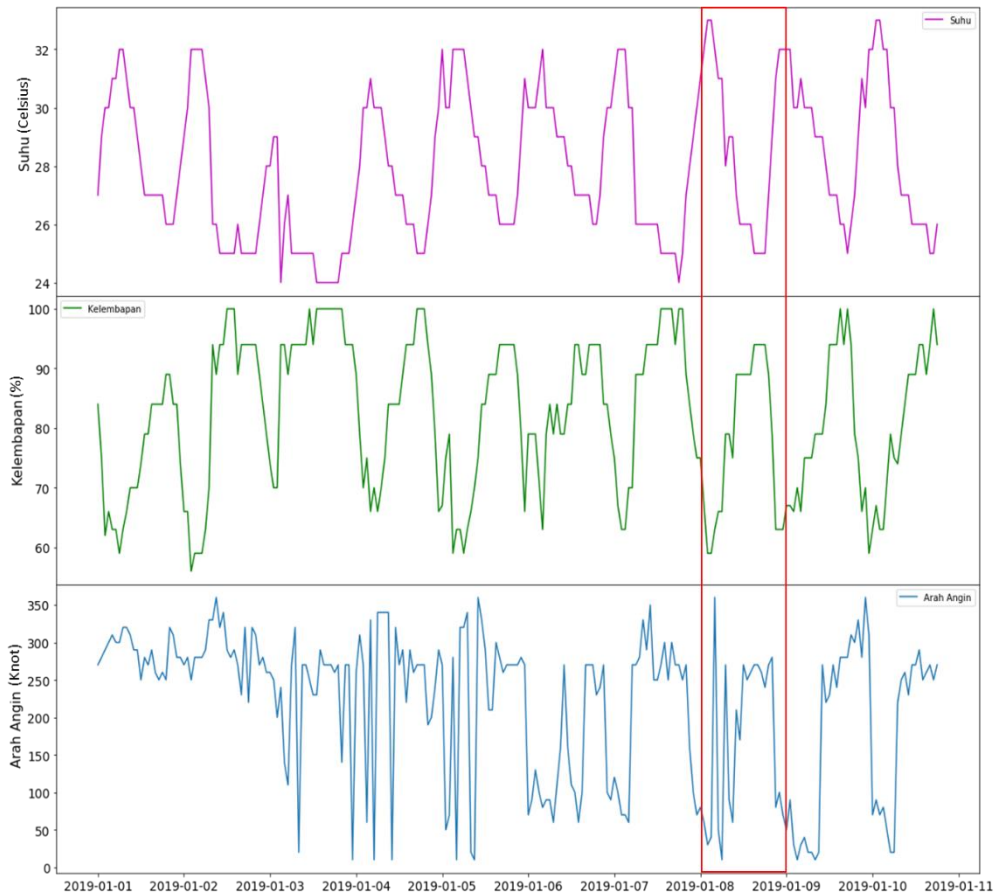
Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa perubahan suhu dan kelembaban mempengaruhi kecepatan angin. Menurut Wooten (2011) kecepatan angin permukaan sangatlah berkorelasi dengan suhu dan kelembaban. Kotak merah pada Gambar 4.1 untuk selang waktu dari tanggal 5 Januari 2019 sampai 6 Januari 2019 menunjukkan perubahan suhu yang menurun diikuti dengan kelembaban dan kecepatan angin yang semakin meningkat.



Gambar 4.1. Grafik Data Kecepatan Angin, kelembaban, dan Suhu

Gambar 4.2 menunjukkan pengaruh suhu dan kelembaban terhadap arah angin. Sebagaimana yang telah diteliti oleh Kittaka (2014), bahwa suhu memiliki pengaruh terhadap arah angin. Terlihat dari kotak merah untuk selang waktu dari 8 Januari 2019 sampai 9 Januari 2019 pada Gambar 4.2 ketika suhu turun,

kelembaban naik, dan arah angin berubah ke derajat yang lebih kecil.



Gambar 4.2. Grafik Data Arah Angin, Kelembaban, dan Suhu

## 4.2 Data Cleaning

Tahap awal dari prediksi kecepatan angin adalah *data cleaning*. Tahap ini bertujuan merubah format data yang tidak sesuai dengan kebutuhan prediksi. Salah satu langkah yang penting

adalah pengecekan apakah di dalam populasi terdapat *null value*. *Null value* berarti pada populasi terdapat data observasi yang kosong atau tidak memiliki nilai. Penyebab terjadinya *null value* antara lain terdapat kendala pada saat pengambilan data, *observer* tidak memasukkan data observasi ke dalam populasi, dan lain sebagainya. Pengecekan *null value* dianggap penting dikarenakan prediksi tidak bisa dilakukan dengan populasi data yang di dalamnya terdapat *null value*. Solusi dari masalah ini adalah salah satunya dengan melakukan proses menghilangkan data yang memiliki *null value*, dengan cara ini akan mengurangi kekayaan populasi data. Solusi lain yang dianggap lebih dapat dipertimbangkan adalah dengan cara mengisi data observasi yang memiliki *null value* dengan nilai rata – rata dari populasi.

Setelah pengecekan *null value* selesai, selanjutnya dilakukan pengecekan dan perubahan tipe data. Ada beberapa tipe data antara lain, *int*, *float*, *string*, dan *datetime*. Untuk kepentingan prediksi *time series* ini, hanya digunakan tipe data *int* atau *float* dan *datetime*. Tipe data *int* atau *float* biasa digunakan untuk data kecepatan maupun arah angin. Tipe data *datetime* digunakan untuk runtut waktu yang dipakai selama pengambilan data observasi.

Langkah selanjutnya adalah pemilihan data yang diperlukan dalam melakukan prediksi. Data yang dibutuhkan dalam melakukan prediksi adalah runtut waktu selama pengambilan data observasi, arah angin dan kecepatan angin. Langkah ini bertujuan agar pada saat melakukan prediksi hanya data yang dibutuhkan yang diprediksi dan agar tidak terjadi *error*.

### **4.3 Tahap identifikasi**

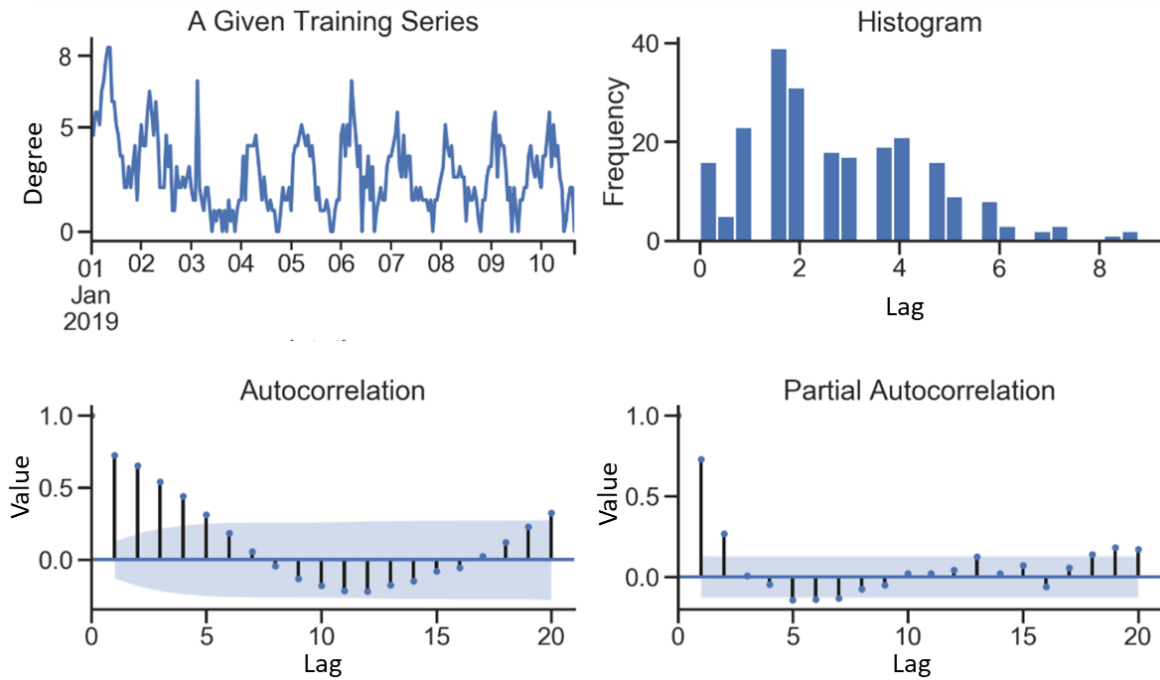
Tahap identifikasi merupakan tahap pengecekan model apakah yang akan digunakan untuk prediksi. Dari tahap ini didapatkan apakah data stasioner atau tidak. Beberapa tahapan dijelaskan sebagai berikut.

#### **4.3.1 Plot Data**

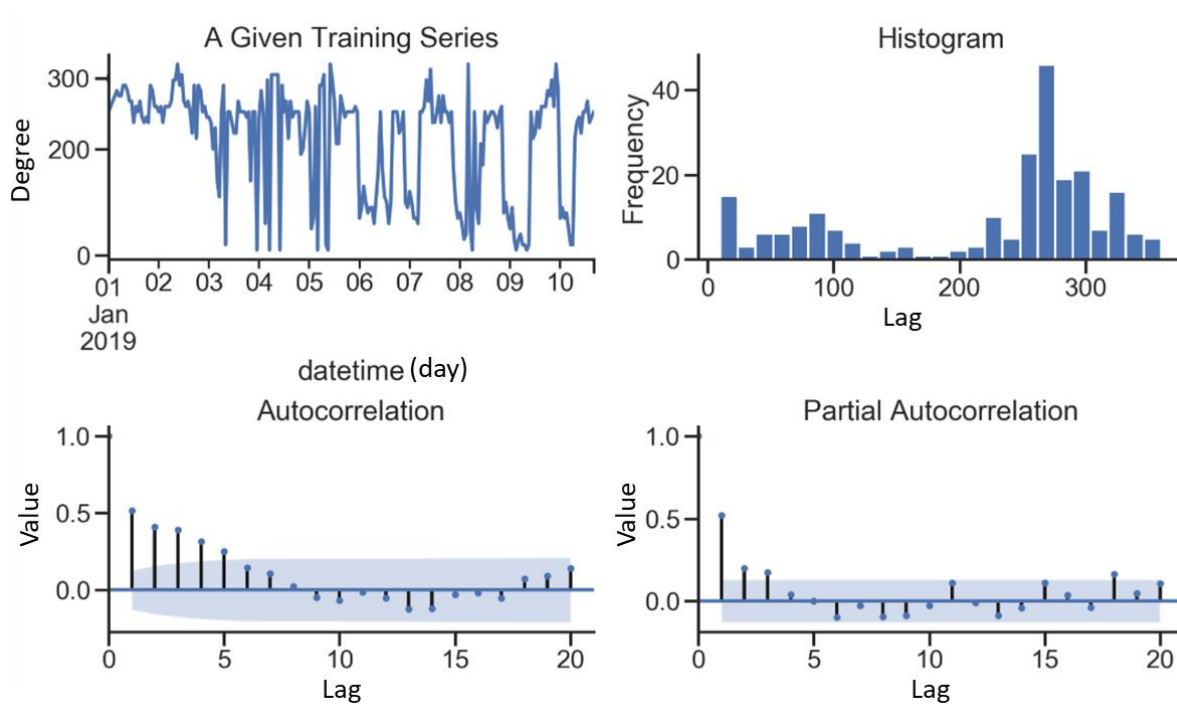
Data yang digunakan diplot bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari data yang digunakan. Plot data dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4. Dari kedua gambar tersebut terdapat 4 grafik sekaligus yang masing masing mengindikasikan karakteristik dari data yang digunakan. Grafik pojok kanan atas adalah grafik dari data observasi yang sudah melalui tahap *data cleaning*. Lalu disebelahnya terdapat histogram yang menunjukkan sebaran dari nilai beserta frekuensinya. Selanjutnya terdapat gambar fungsi autokorelasi (ACF) dan fungsi parsial autokorelasi (PACF). Secara umum plot ACF dan PACF mengindikasikan seberapa erat hubungan suatu nilai dengan dirinya sendiri di masa lalu. Pada plot ACF dan PACF digunakan *lags* atau selang waktu tertentu sebanyak 20. Penggunaan *lags* sebenarnya tidak ada penentuan, namun apabila populasi terdiri hanya dari 50 data observasi maka menggunakan 20 *lags* akan tidak masuk akal.

Dari Gambar 4.3 data kecepatan angin dapat diasumsikan sementara bahwa data sudah stasioner karena rata-rata berada pada nilai yang konstan. Data kecepatan angin kebanyakan tersebar berada pada *range* 0 sampai 4 knot. Untuk grafik fungsi autokorelasi kecepatan angin terlihat *lag* satu sampai lima serta *lag* 20 melebihi *confindence band* 5%. Sedangkan pada fungsi parsial autokorelasinya pada *lag* satu, dua, dan 19 melebihi *confindence band* 5%.

Data arah angin terlihat juga sudah stasioner. Sebaran data arah angin banyak terdapat pada *range* 200 sampai 360 derajat. Untuk grafik fungsi autokorelasi arah angin terlihat *lag* satu sampai lima melebihi *confindence band* 5%. Sedangkan pada fungsi parsial autokorelasinya pada *lag* satu, dua, dan tiga melebihi *confindence band* 5%.



Gambar 4.3. Plot Data Kecepatan Angin



Gambar 4.4. Plot Data Arah Angin

### 4.3.2 Uji Stasioneritas

Untuk memastikan apakah data yang digunakan benar-benar stasioner maka dilakukan uji Dickey – Fuller. Hasil uji Dickey – Fuller dari populasi dapat dilihat sebagai berikut :

```

Test Statistic           -3.75057
p-value                  0.00346
#Lags Used                15.00000
Number of Observations Used  219.00000
Critical Value (1%)      -3.46057
Critical Value (5%)     -2.87483
Critical Value (10%)    -2.57385
dtype: float64

```

Gambar 4.5. Hasil Uji Dickey-Fuller Kecepatan Angin

```

Test Statistic           -3.38176
p-value                  0.01160
#Lags Used                15.00000
Number of Observations Used  219.00000
Critical Value (1%)      -3.46057
Critical Value (5%)     -2.87483
Critical Value (10%)    -2.57385
dtype: float64

```

Gambar 4.6. Hasil Uji Dickey-Fuller Arah Angin

Dari nilai uji Dickey – Fuller pada Gambar 4.5 dan 4.6 di atas dapat dilihat bahwa nilai *p-value* kecepatan dan arah angin menunjukkan nilai sebesar 0,00346 dan 0,01160 yang lebih kecil dari  $\alpha = 5\%$ . Kedua hal ini menyatakan bahwa  $H_0 : \rho = 0$  (terdapat *root unit* / tidak stasioner), ditolak yang artinya data kecepatan dan arah angin sudah stasioner.

## 4.4 Penentuan Model dan Parameternya

Setelah diketahui bahwa data stasioner, selanjutnya penentuan model. Dari plot data ACF dan PACF dapat diambil



model dugaan yaitu untuk data kecepatan angin ARMA (5 3) dan data arah angin ARMA (5 3). Model dugaan ini akan dibandingkan dengan model pilihan menggunakan python. Pada *libraries pmdarima* python terdapat fungsi yang bertugas mencari model terbaik dari data yang digunakan. Dengan menggunakan fungsi *auto\_arima* model yang didapatkan adalah ARMA (1 1). Namun parameter yang dihasilkan oleh fungsi *auto\_arima* tidak selalu menghasilkan performa terbaik. Penentuan *order* atau parameter model ARMA dilakukan dengan menggunakan fungsi *arma\_order\_select* dengan batas maksimum untuk AR(p) dan MA(q) nya adalah 5. Dengan menggunakan fungsi *auto\_arma\_select* didapat *order* terbaik untuk kecepatan angin ARMA(3 1) dan untuk arah angin ARMA(1 1). Pemilihan *order* tersebut didasari oleh nilai AIC dan BIC terkecil yang dihasilkan oleh model. Semakin kecil nilai AIC dan BIC maka performa dari model akan semakin baik.

Gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan hasil dari model ARMA(3 1) untuk kecepatan angin dan ARMA (1 1) untuk arah angin. Data yang digunakan adalah 233 data dari 235 data, 2 sisa digunakan untuk *test* data. Dengan nilai AIC dan BIC kecepatan dan arah angin berturut turut adalah 761,882 dan 779,137 dan 2723,554 dan 2733,881. Pada Gambar 4.5 dan 4.6 model dituliskan dengan SARIMAX(*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous*), ketika *seasonal* dan *exogenous* parameternya tidak didefinisikan maka model akan menjadi model dengan parameter yang didefinisikan. Sebagai contoh SARIMAX(3 0 1) berarti ARMA (3 1).

Model dugaan ARMA (5 3) menghasilkan *error* sebesar 0.6519 untuk data kecepatan angin dan *error* sebesar 16.4958 untuk arah angin. Sedangkan model ARMA (3 1) untuk data kecepatan angin menghasilkan *error* sebesar 0.6043 dan model ARMA (1 1) untuk data arah angin menghasilkan *error* sebesar 13.0863. Jadi akan digunakan model ARMA (3 1) untuk kecepatan angin dan ARMA (1 1) untuk arah angin.

```

=====
                        Statespace Model Results
=====
Dep. Variable:          spd      No. Observations:      233
Model:                 SARIMAX(3, 0, 1)
Date:                 Thu, 06 Jun 2019  AIC                    761.882
Time:                 18:25:00      BIC                    779.137
Sample:              01-01-2019
                   - 01-10-2019
Covariance Type:      opg
=====
                   coef      std err          z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
ar.L1              0.6616      1.016         0.651     0.515     -1.331     2.654
ar.L2              0.2540      0.617         0.412     0.681     -0.956     1.464
ar.L3              0.0394      0.356         0.111     0.912     -0.658     0.736
ma.L1             -0.0709      1.019        -0.070     0.945     -2.068     1.926
sigma2            1.4621      0.103        14.215     0.000     1.261     1.664
=====

```

Gambar 4.7 Hasil Model Kecepatan Angin

```

=====
Statespace Model Results
=====
Dep. Variable:          dir      No. Observations:          233
Model:                 SARIMAX(1, 0, 1)
Date:                 Thu, 06 Jun 2019      AIC                2723.554
Time:                 18:30:23             BIC                2733.881
Sample:              01-01-2019
                   - 01-10-2019
Covariance Type:      opg
=====
              coef      std err          z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
ar.L1          0.9862      0.013      74.756      0.000      0.960      1.012
ma.L1         -0.5732      0.058     -9.872      0.000     -0.687     -0.459
sigma2        7754.4029     702.560     11.037      0.000     6377.410     9131.395
=====

```

Gambar 4.8 Hasil Model Arah Angin

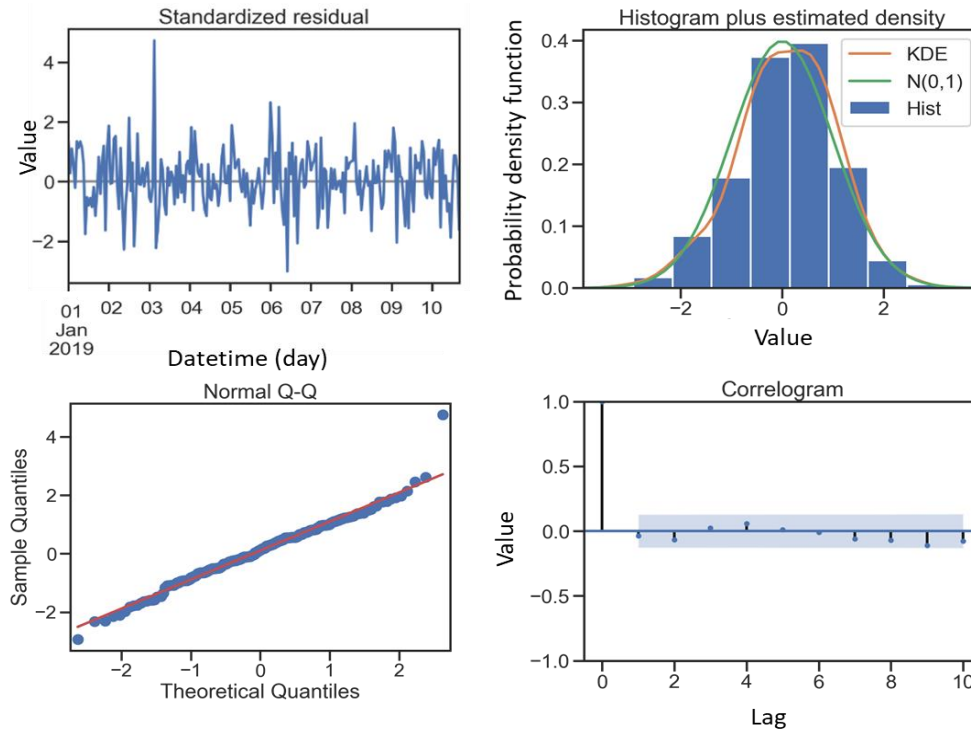
#### 4.5 Tahap Uji Diagnostik

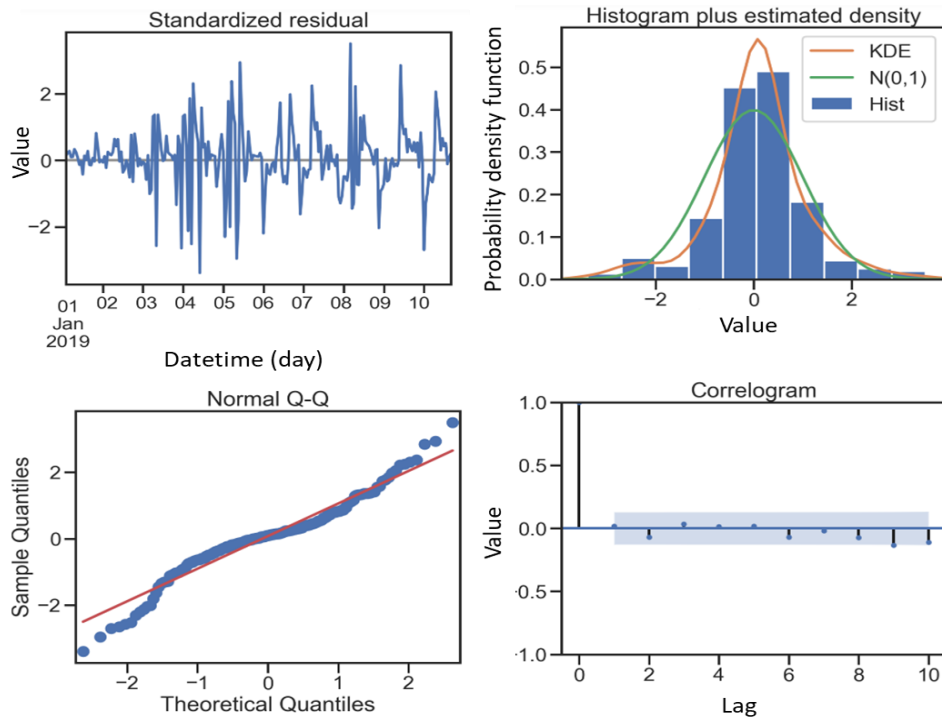
Tahap selanjutnya adalah tahap uji diagnostik yang bertujuan untuk mengetahui apakah model layak digunakan untuk proses peramalan atau tidak. Hasil dari uji diagnostik terdapat pada Gambar 4.7 untuk data kecepatan angin dan 4.8 untuk data arah angin. Pada hasil uji diagnostik tersebut terdapat empat grafik. Pada pojok kiri atas adalah *standardized residual* data, kemudian sebelah kanan atas adalah histogram dan perkiraan densitas data, lalu pada kiri bawah adalah *Q-Q plot* dan pada kanan bawah adalah korrelogram.

Pada pojok kiri atas grafik *standardized residual* Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 adalah hasil pengurangan antara nilai dari data asli dengan hasil *forecasting*. Dari grafik tersebut terlihat bahwa rata – rata kedua data, kecepatan maupun arah angin adalah nol. Hal ini diperkuat dengan histogram yang berada di sebelah kanan grafik *residual*, terlihat bahwa nilai nol memiliki frekuensi terbanyak dibanding nilai yang lain. Selain itu tujuan grafik *residual* adalah mengetahui apakah terdapat pola.

Kemudian terdapat *Q-Q plot* di bawah grafik *residual*. *Q-Q plot* bertujuan untuk menguji kenormalan data yang digunakan secara visual. Apabila data terdistribusi secara normal maka titik pada grafik akan berhimpit dengan garis lurus. *Q-Q plot* juga menggambarkan persebaran nilai data yang digunakan. Pada kedua *Q-Q plot* untuk kecepatan maupun arah angin, terlihat bahwa titik berhimpit dengan garis lurus hal ini menyatakan bahwa data terdistribusi secara normal.

Pada pojok kanan bawah Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 terdapat *correlogram* nilai hasil penggunaan model. Sumbu x *correlogram* adalah *lags* atau beda waktu data yang digunakan. Pada sumbu y adalah nilai autokorelasi tiap data. Kedua *correlogram* menunjukkan bahwa setelah *lag* pertama hampir tidak ada hubungan antar data.

Gambar 4.9 *Diagnostic Plot Kecepatan Angin*

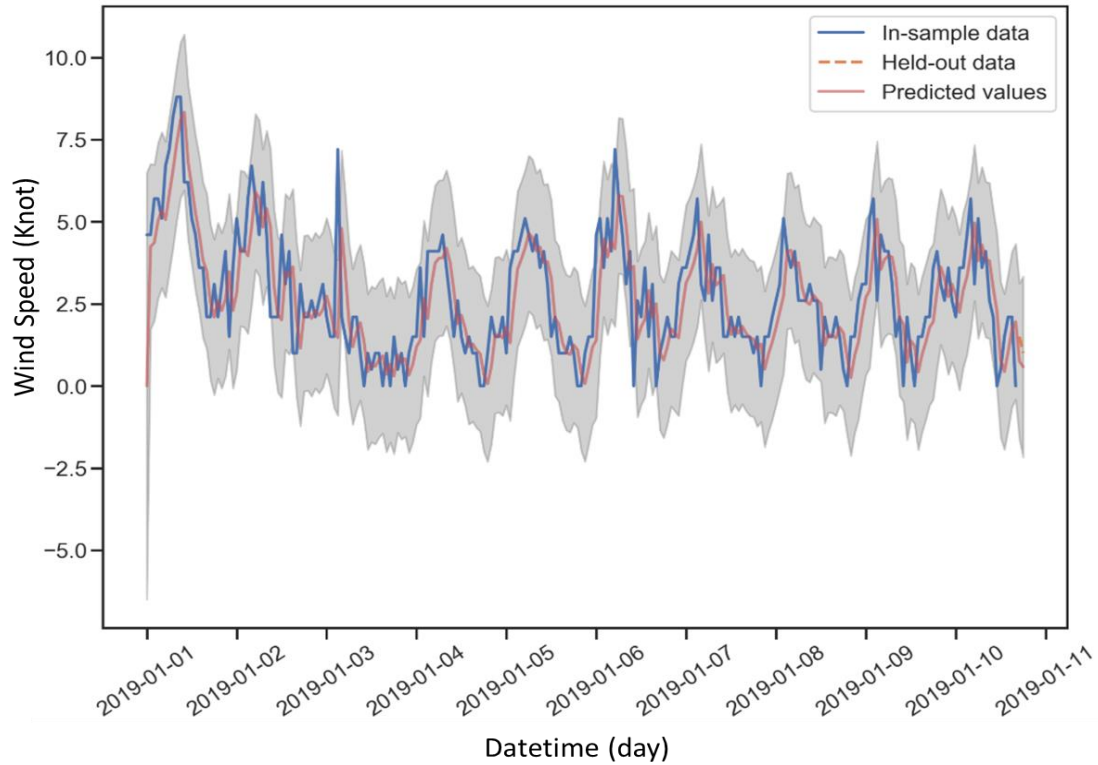
Gambar 4.10 *Diagnostic Plot Arah Angin*

#### 4.6 Tahap Penerapan

Tahap terakhir adalah tahap penerepan dimana setelah model ARMA memenuhi *diagnostic check* yang secara umum menguji kelayakan model untuk melakukan prediksi. Prediksi ARMA (3 1) dan ARMA (1 1) dilakukan, dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10. Dari kedua gambar tersebut garis biru adalah data observasi, garis merah pupus adalah prediksi model garis putus putus oranye adalah prediksi 2 jam kedepan. Lalu daerah abu abu yang melingkupi grafik dinamakan *confindence band*, menyatakan bahwa prediksi dari model tidak akan melebihi *confidence band* ini atau dengan kata lain batas prediksi model.

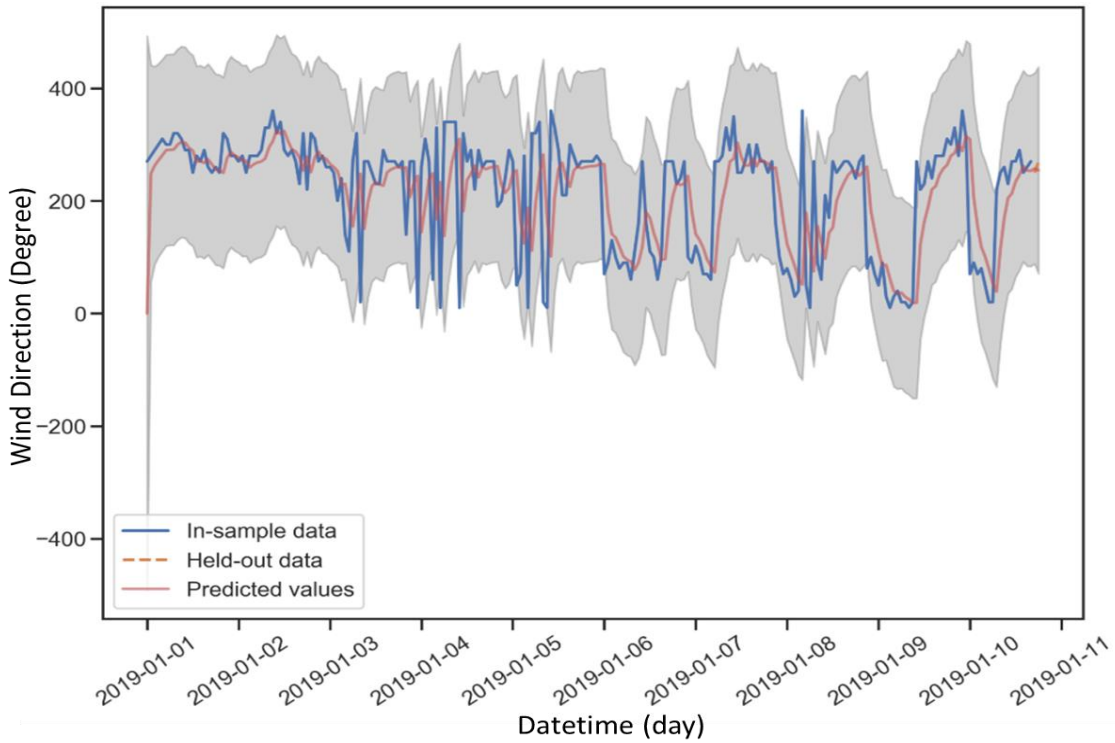
Pada Gambar 4.9 adalah prediksi dari kecepatan angin dengan model ARMA (3 1). Garis merah pupus yang menyatakan nilai prediksi memiliki nilai awal 0 karena tidak ada data sebelumnya yang dapat digunakan untuk prediksi. Dari Gambar 4.9 *predicted values* terlihat cukup mewakili *in-sample values*. *Predicted values* memiliki pola yang hampir sama dengan *in-sample values*, namun terdapat perbedaan pada amplitudo grafik. Model ini memiliki *error* sebesar 1.2413 untuk *in-sample values* dan 0.6043 untuk *out-of sample values*.

Pada Gambar 4.10 adalah hasil perdiksi dari arah angin. Model yang digunakanan adalah ARMA (1 1). *Predicted values* pada Gambar 4.10 juga memiliki nilai awal 0. Hal ini terjadi karena tidak ada data yang dapat digunakan untuk prediksi. Pola yang terbentuk oleh model pada awal data terlihat menyerupai data asli atau *in-sample values* namun ketika perubahan arah angin yang terjadi cukup ekstrem pola yang terbentuk tidak sama. Model ini memiliki *error* sebesar 86.6721 untuk *in-sample values* dan 13.0863 untuk *out-of sample values*.



Gambar 4.11 Hasil Prediksi Model ARMA (3 1)





Gambar 4.12 Hasil Prediksi Model ARMA (1 1)

Persamaan untuk model ARMA kecepatan angin sebagai berikut:

$$Z_t = 0,6616Z_{t-1} + 0,2540Z_{t-2} - 0,0394Z_{t-3} + \alpha_t + 0,0709\alpha_{t-1}$$

dan model ARMA arah angin dituliskan

$$Z_t = 0,9862Z_{t-1} + \alpha_t + 0,5732\alpha_{t-1}$$

Pada persamaan di atas  $Z_t$  adalah nilai observasi ke  $t$  dan  $\alpha_t$  adalah *residual* ke  $t$ .

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu :

1. Telah berhasil dilakukan prediksi kecepatan dan arah angin. Model terbaik yang dihasilkan untuk kecepatan angin adalah ARMA (3 1). Model terbaik untuk arah angin adalah ARMA (1 1).
2. Nilai *error* untuk masing masing model adalah 0.6043 untuk prediksi kecepatan angin dan 13.0863 untuk prediksi arah angin.

#### **5.2 Saran**

Saran untuk penelitian prediksi kecepatan dan arah angin berikutnya adalah:

Penggunaan order parameter model yang lebih tinggi mempengaruhi performa model, diharapkan untuk penelitian prediksi kecepatan dan arah angin dengan metode Box – Jenkins ARIMA selanjutnya penggunaan order parameter model yang lebih tinggi untuk melihat bagaimana performa yang dihasilkan model

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- David G. Hull. 2007. *Fundamentals of Airplane Flight Mechanics*. Austin. Springer
- Frost, Walter. 1983. *Flight in Low-Level Wind shear*. NASA. Tullahoma
- Fuller, W. (1996). *Introduction to Statistical Time Series, Second Edition*. John Wiley, New York.
- Gilks, W.R., Richardson, S. and Spiegelhalter, D.J. 1996. *Markov Chain Monte Carlo in Practices*. Chapman and Hall, London.
- Grasa, Antonio.. 1989. *Econometric Model Selection: A New Approach*, Springer. Jerman.
- Hyndman, Rob J.; Koehler, Anne B. 2006. "Another look at measures of forecast accuracy". *International Journal of Forecasting*. 22 (4): 679–688.
- Kittaka, Kosuke, and Hiroshi Miyazaki. *Relationship between Wind Direction and Air Temperature in the Osaka Center City Determined Using Fixed Point Observation*, n.d., 5.
- Malcolm J. Azbug. (2002). *Airplane Stability and Control, Second Edition*. New York. Cambridge University Press.
- Mulyono, Sri, 2000, *Peramalan Harga Saham dan Nilai Tukar : Teknik Box-Jenkins, Ekonomi dan Keuangan Indonesia*, Vol. XLVIII No.2
- Ng, S., and P. Perron (1995). *Unit Root Tests in ARMA Models*. John Wiley. New York.
- Nugroho, Fadjar. 2007. *Wind shear Penyebab Hard Landing*. Erlangga. Jakarta.
- Box, J. R. (2008). *Time Series Analysis : Forecasting and Control* (4th ed.). John Wiley & Sons, Inc. Canada
- Galit Shmueli, and Otto R. Koppius. 2011. *Predictive analytics in information systems research*. *Mis Quarterly* 35(3), 553-572.

- Pramono, Yuri. 2010. *Monitoring Data Kecepatan dan Arah Angin Secara Real Time Melalui WEB*. Unila. Lampung.
- Soepangkat. 1994 *Pengantar Meteorologi*. Badan Pendidikan dan Latihan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.
- Srivastava, Nitish Geoffrey Hinton, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, and Ruslan Salakhutdinov. 2014. *Dropout: A simple way to prevent neural networks from overfitting*. *The Journal of Machine Learning Research* 15(1), 1929-1958.
- Tjasyono, Bayong. 2004. *Klimatologi*. Penerbit ITB. Bandung
- Triasanti, Dina. 2001. *Konsep Dasar Phyton*. Erlangga. Jakarta.
- Voskoglou, M.G., 2006. *The Use of Mathematical Modelling as a tool For Learning Mathematical*. Quaderni di Ricerca in Didattica. Italia
- Weakliem. D. L. 1999. *A Critique of the Bayesian Information Criterion for Model Selection*. *Sociological Methods & Research*, 27(3), 359–397.
- Wirdjohamidjojo, S. dan Budihardjo, S., 2007, *Praktek Meteorologi Penerbangan*, Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.
- Wooten, R.D. *Statistical Analysis of the Relationship Between Wind Speed, Pressure and Temperature*. *Journal of Applied Sciences* 11, no. 15 (December 1, 2011): 2712–22.
- Yuwana, Lila. 2018. *LAPORAN AKHIR : Penelitian Pengembangan Prototype Peralatan Untuk Mendeteksi Wind Shear (Angin Samping) Di Bandara*. Badan Pengembangan dan Pengelolaan Usaha (BPPU) Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS)

## LAMPIRAN A DATA YANG DIGUNAKAN

Berikut lampiran data yang digunakan untuk melakukan prediksi :

<b>date</b>	<b>Suhu</b>	<b>Kelembapan</b>	<b>Kec. Angin</b>	<b>Arah Angin</b>
2019-01-01 00.00.00	27	84	4,6	270
2019-01-01 01.00.00	29	75	4,6	280
2019-01-01 02.00.00	30	62	5,7	290
2019-01-01 03.00.00	30	66	5,7	300
2019-01-01 04.00.00	31	63	5,1	310
2019-01-01 05.00.00	31	63	6,7	300
2019-01-01 06.00.00	32	59	7,2	300
2019-01-01 07.00.00	32	63	8,2	320
2019-01-01 08.00.00	31	66	8,8	320
2019-01-01 09.00.00	30	70	8,8	310
2019-01-01 10.00.00	30	70	6,2	290
2019-01-01 11.00.00	29	70	6,2	290
2019-01-01 12.00.00	28	74	5,1	250
2019-01-01 13.00.00	27	79	4,6	280
2019-01-01 14.00.00	27	79	3,6	270
2019-01-01 15.00.00	27	84	3,6	290
2019-01-01 16.00.00	27	84	2,1	260
2019-01-01 17.00.00	27	84	2,1	250
2019-01-01 18.00.00	27	84	3,1	260
2019-01-01 19.00.00	26	89	2,1	250
2019-01-01 20.00.00	26	89	3,1	320
2019-01-01 21.00.00	26	84	4,1	310
2019-01-01 22.00.00	27	84	1,5	280
2019-01-01 23.00.00	28	74	3,6	280

2019-01-02 00.00.00	29	66	5,1	270
2019-01-02 01.00.00	30	66	4,1	280
2019-01-02 02.00.00	32	56	4,1	250
2019-01-02 03.00.00	32	59	5,7	280
2019-01-02 04.00.00	32	59	6,7	280
2019-01-02 05.00.00	32	59	5,7	280
2019-01-02 06.00.00	31	63	4,6	290
2019-01-02 07.00.00	30	70	6,2	330
2019-01-02 08.00.00	26	94	4,6	330
2019-01-02 09.00.00	26	89	2,1	360
2019-01-02 10.00.00	25	94	2,1	320
2019-01-02 11.00.00	25	94	2,1	340
2019-01-02 12.00.00	25	100	4,6	290
2019-01-02 13.00.00	25	100	3,1	280
2019-01-02 14.00.00	25	100	4,1	290
2019-01-02 15.00.00	26	89	1	270
2019-01-02 16.00.00	25	94	1	230
2019-01-02 17.00.00	25	94	3,1	320
2019-01-02 18.00.00	25	94	2,1	220
2019-01-02 19.00.00	25	94	2,1	320
2019-01-02 20.00.00	25	94	2,6	310
2019-01-02 21.00.00	26	89	2,1	270
2019-01-02 22.00.00	27	84	2,6	280
2019-01-02 23.00.00	28	79	3,1	260
2019-01-03 00.00.00	28	74	2,1	260
2019-01-03 01.00.00	29	70	1,5	250
2019-01-03 02.00.00	29	70	1,5	200
2019-01-03 03.00.00	24	94	7,2	240
2019-01-03 04.00.00	26	94	2,1	140
2019-01-03 05.00.00	27	89	1,5	110



2019-01-03 06.00.00	25	94	1	270
2019-01-03 07.00.00	25	94	2,1	320
2019-01-03 08.00.00	25	94	2,1	20
2019-01-03 09.00.00	25	94	1	270
2019-01-03 10.00.00	25	94	0	270
2019-01-03 11.00.00	25	100	1	250
2019-01-03 12.00.00	25	94	0,5	230
2019-01-03 13.00.00	24	100	1	230
2019-01-03 14.00.00	24	100	1	290
2019-01-03 15.00.00	24	100	0	270
2019-01-03 16.00.00	24	100	1	270
2019-01-03 17.00.00	24	100	0	270
2019-01-03 18.00.00	24	100	1,5	260
2019-01-03 19.00.00	24	100	0,5	270
2019-01-03 20.00.00	25	100	1	140
2019-01-03 21.00.00	25	94	0	270
2019-01-03 22.00.00	25	94	1	270
2019-01-03 23.00.00	26	94	1,5	10
2019-01-04 00.00.00	27	89	1,5	260
2019-01-04 01.00.00	28	79	3,6	310
2019-01-04 02.00.00	30	70	1,5	270
2019-01-04 03.00.00	30	75	4,1	60
2019-01-04 04.00.00	31	66	4,1	330
2019-01-04 05.00.00	30	70	4,1	10
2019-01-04 06.00.00	30	66	4,1	340
2019-01-04 07.00.00	30	70	4,6	340
2019-01-04 08.00.00	29	75	3,6	340
2019-01-04 09.00.00	28	84	2,6	340
2019-01-04 10.00.00	28	84	1,5	10
2019-01-04 11.00.00	27	84	2,6	320

2019-01-04 12.00.00	27	84	1,5	270
2019-01-04 13.00.00	27	89	1	290
2019-01-04 14.00.00	26	94	1,5	220
2019-01-04 15.00.00	26	94	1	290
2019-01-04 16.00.00	26	94	1	260
2019-01-04 17.00.00	25	100	0	270
2019-01-04 18.00.00	25	100	0	270
2019-01-04 19.00.00	25	100	1	270
2019-01-04 20.00.00	26	94	2,1	190
2019-01-04 21.00.00	27	89	1,5	200
2019-01-04 22.00.00	29	79	1,5	240
2019-01-04 23.00.00	30	66	2,1	290
2019-01-05 00.00.00	32	67	1	270
2019-01-05 01.00.00	30	75	3,6	50
2019-01-05 02.00.00	30	79	4,1	70
2019-01-05 03.00.00	32	59	4,1	280
2019-01-05 04.00.00	32	63	4,6	10
2019-01-05 05.00.00	32	63	5,1	320
2019-01-05 06.00.00	32	59	4,6	320
2019-01-05 07.00.00	31	63	4,1	340
2019-01-05 08.00.00	30	66	4,6	20
2019-01-05 09.00.00	29	70	3,6	10
2019-01-05 10.00.00	29	75	4,1	360
2019-01-05 11.00.00	28	84	3,1	330
2019-01-05 12.00.00	28	84	1,5	290
2019-01-05 13.00.00	27	89	2,1	210
2019-01-05 14.00.00	27	89	1	210
2019-01-05 15.00.00	27	89	1	300
2019-01-05 16.00.00	26	94	1	280
2019-01-05 17.00.00	26	94	1,5	260

2019-01-05 18.00.00	26	94	1	270
2019-01-05 19.00.00	26	94	0	270
2019-01-05 20.00.00	26	94	0	270
2019-01-05 21.00.00	27	89	1	270
2019-01-05 22.00.00	29	79	1,5	280
2019-01-05 23.00.00	31	66	1,5	270
2019-01-06 00.00.00	30	79	4,6	70
2019-01-06 01.00.00	30	79	5,1	90
2019-01-06 02.00.00	30	79	3,6	130
2019-01-06 03.00.00	31	71	5,1	100
2019-01-06 04.00.00	32	63	4,1	80
2019-01-06 05.00.00	30	79	7,2	90
2019-01-06 06.00.00	30	84	5,7	90
2019-01-06 07.00.00	30	79	4,6	60
2019-01-06 08.00.00	29	84	3,1	110
2019-01-06 09.00.00	29	79	4,1	160
2019-01-06 10.00.00	29	79	0	270
2019-01-06 11.00.00	28	84	2,6	160
2019-01-06 12.00.00	28	84	2,1	110
2019-01-06 13.00.00	27	94	3,6	100
2019-01-06 14.00.00	27	94	1,5	60
2019-01-06 15.00.00	27	89	3,1	100
2019-01-06 16.00.00	27	89	0	270
2019-01-06 17.00.00	27	94	1	270
2019-01-06 18.00.00	26	94	1,5	270
2019-01-06 19.00.00	26	94	2,1	230
2019-01-06 20.00.00	27	94	1,5	240
2019-01-06 21.00.00	29	84	1,5	270
2019-01-06 22.00.00	30	84	3,1	100
2019-01-06 23.00.00	30	79	3,6	90

2019-01-07 00.00.00	31	75	3,6	120
2019-01-07 01.00.00	32	67	4,1	100
2019-01-07 02.00.00	32	63	4,6	70
2019-01-07 03.00.00	32	63	5,7	70
2019-01-07 04.00.00	30	70	3,1	60
2019-01-07 05.00.00	30	70	2,6	270
2019-01-07 06.00.00	26	89	4,6	270
2019-01-07 07.00.00	26	89	2,6	280
2019-01-07 08.00.00	26	89	3,6	330
2019-01-07 09.00.00	26	94	3,6	290
2019-01-07 10.00.00	26	94	1,5	350
2019-01-07 11.00.00	26	94	1,5	250
2019-01-07 12.00.00	26	94	2,1	250
2019-01-07 13.00.00	25	100	1,5	270
2019-01-07 14.00.00	25	100	2,1	300
2019-01-07 15.00.00	25	100	1,5	250
2019-01-07 16.00.00	25	100	1,5	300
2019-01-07 17.00.00	25	94	1,5	270
2019-01-07 18.00.00	24	100	1	270
2019-01-07 19.00.00	25	100	1,5	250
2019-01-07 20.00.00	27	89	0	270
2019-01-07 21.00.00	28	84	1,5	160
2019-01-07 22.00.00	29	79	1,5	100
2019-01-07 23.00.00	30	75	2,1	70
2019-01-08 00.00.00	31	75	2,6	80
2019-01-08 01.00.00	32	67	3,1	60
2019-01-08 02.00.00	33	59	5,1	30
2019-01-08 03.00.00	33	59	4,1	40
2019-01-08 04.00.00	32	63	3,6	360
2019-01-08 05.00.00	31	66	4,1	50

2019-01-08 06.00.00	31	66	2,6	10
2019-01-08 07.00.00	28	79	2,6	270
2019-01-08 08.00.00	29	79	2,6	90
2019-01-08 09.00.00	29	75	3,1	60
2019-01-08 10.00.00	27	89	2,6	210
2019-01-08 11.00.00	26	89	2,6	170
2019-01-08 12.00.00	26	89	0,5	270
2019-01-08 13.00.00	26	89	2,1	250
2019-01-08 14.00.00	26	89	1,5	260
2019-01-08 15.00.00	25	94	1,5	270
2019-01-08 16.00.00	25	94	2,1	270
2019-01-08 17.00.00	25	94	1,5	260
2019-01-08 18.00.00	25	94	0,5	240
2019-01-08 19.00.00	27	89	0	270
2019-01-08 20.00.00	29	79	1,5	280
2019-01-08 21.00.00	31	63	1,5	80
2019-01-08 22.00.00	32	63	2,6	100
2019-01-08 23.00.00	32	63	3,1	70
2019-01-09 00.00.00	32	67	3,1	50
2019-01-09 01.00.00	32	67	5,1	90
2019-01-09 02.00.00	30	66	5,7	30
2019-01-09 03.00.00	30	70	2,6	10
2019-01-09 04.00.00	31	66	4,6	30
2019-01-09 05.00.00	30	75	4,1	40
2019-01-09 06.00.00	30	75	4,1	20
2019-01-09 07.00.00	30	75	3,1	20
2019-01-09 08.00.00	29	79	1,5	10
2019-01-09 09.00.00	29	79	2,1	20
2019-01-09 10.00.00	29	79	0	270
2019-01-09 11.00.00	28	84	2,1	220

2019-01-09 12.00.00	27	94	1	230
2019-01-09 13.00.00	27	94	0	270
2019-01-09 14.00.00	27	94	1,5	240
2019-01-09 15.00.00	26	100	1,5	280
2019-01-09 16.00.00	26	94	2,1	280
2019-01-09 17.00.00	25	100	2,1	280
2019-01-09 18.00.00	26	94	3,6	310
2019-01-09 19.00.00	27	79	4,1	300
2019-01-09 20.00.00	29	75	3,1	330
2019-01-09 21.00.00	31	66	2,6	280
2019-01-09 22.00.00	30	70	3,6	360
2019-01-09 23.00.00	32	59	2,6	310
2019-01-10 00.00.00	32	63	2,1	70
2019-01-10 01.00.00	33	67	3,6	90
2019-01-10 02.00.00	33	63	3,6	70
2019-01-10 03.00.00	32	63	4,6	80
2019-01-10 04.00.00	32	71	5,7	50
2019-01-10 05.00.00	30	79	3,1	20
2019-01-10 06.00.00	30	75	5,1	20
2019-01-10 07.00.00	28	74	3,6	220
2019-01-10 08.00.00	27	79	4,1	250
2019-01-10 09.00.00	27	84	2,6	260
2019-01-10 10.00.00	27	89	2,1	230
2019-01-10 11.00.00	26	89	0	270
2019-01-10 12.00.00	26	89	0,5	270
2019-01-10 13.00.00	26	94	1,5	290
2019-01-10 14.00.00	26	94	2,1	250
2019-01-10 15.00.00	26	89	2,1	260
2019-01-10 16.00.00	25	94	0	270
2019-01-10 17.00.00	25	100	1,5	250

2019-01-10 18.00.00	26	94	1	270
---------------------	----	----	---	-----

Tabel A.1 Data Suhu, Kelembaban Kecepatan Angin dan Arah Angin

<b>date</b>	<b>Suhu</b>	<b>Kelembapan</b>	<b>Kec. Angin</b>	<b>Arah Angin</b>
2019-01-01 00.00.00	27	84	4,6	270
2019-01-01 01.00.00	29	75	4,6	280
2019-01-01 02.00.00	30	62	5,7	290
2019-01-01 03.00.00	30	66	5,7	300
2019-01-01 04.00.00	31	63	5,1	310
2019-01-01 05.00.00	31	63	6,7	300
2019-01-01 06.00.00	32	59	7,2	300
2019-01-01 07.00.00	32	63	8,2	320
2019-01-01 08.00.00	31	66	8,8	320
2019-01-01 09.00.00	30	70	8,8	310
2019-01-01 10.00.00	30	70	6,2	290
2019-01-01 11.00.00	29	70	6,2	290
2019-01-01 12.00.00	28	74	5,1	250
2019-01-01 13.00.00	27	79	4,6	280
2019-01-01 14.00.00	27	79	3,6	270
2019-01-01 15.00.00	27	84	3,6	290
2019-01-01 16.00.00	27	84	2,1	260
2019-01-01 17.00.00	27	84	2,1	250
2019-01-01 18.00.00	27	84	3,1	260
2019-01-01 19.00.00	26	89	2,1	250
2019-01-01 20.00.00	26	89	3,1	320
2019-01-01 21.00.00	26	84	4,1	310
2019-01-01 22.00.00	27	84	1,5	280
2019-01-01 23.00.00	28	74	3,6	280
2019-01-02 00.00.00	29	66	5,1	270
2019-01-02 01.00.00	30	66	4,1	280

2019-01-02 02.00.00	32	56	4,1	250
2019-01-02 03.00.00	32	59	5,7	280
2019-01-02 04.00.00	32	59	6,7	280
2019-01-02 05.00.00	32	59	5,7	280
2019-01-02 06.00.00	31	63	4,6	290
2019-01-02 07.00.00	30	70	6,2	330
2019-01-02 08.00.00	26	94	4,6	330
2019-01-02 09.00.00	26	89	2,1	360
2019-01-02 10.00.00	25	94	2,1	320
2019-01-02 11.00.00	25	94	2,1	340
2019-01-02 12.00.00	25	100	4,6	290
2019-01-02 13.00.00	25	100	3,1	280
2019-01-02 14.00.00	25	100	4,1	290
2019-01-02 15.00.00	26	89	1	270
2019-01-02 16.00.00	25	94	1	230
2019-01-02 17.00.00	25	94	3,1	320
2019-01-02 18.00.00	25	94	2,1	220
2019-01-02 19.00.00	25	94	2,1	320
2019-01-02 20.00.00	25	94	2,6	310
2019-01-02 21.00.00	26	89	2,1	270
2019-01-02 22.00.00	27	84	2,6	280
2019-01-02 23.00.00	28	79	3,1	260
2019-01-03 00.00.00	28	74	2,1	260
2019-01-03 01.00.00	29	70	1,5	250
2019-01-03 02.00.00	29	70	1,5	200
2019-01-03 03.00.00	24	94	7,2	240
2019-01-03 04.00.00	26	94	2,1	140
2019-01-03 05.00.00	27	89	1,5	110
2019-01-03 06.00.00	25	94	1	270
2019-01-03 07.00.00	25	94	2,1	320



2019-01-03 08.00.00	25	94	2,1	20
2019-01-03 09.00.00	25	94	1	270
2019-01-03 10.00.00	25	94	0	270
2019-01-03 11.00.00	25	100	1	250
2019-01-03 12.00.00	25	94	0,5	230
2019-01-03 13.00.00	24	100	1	230
2019-01-03 14.00.00	24	100	1	290
2019-01-03 15.00.00	24	100	0	270
2019-01-03 16.00.00	24	100	1	270
2019-01-03 17.00.00	24	100	0	270
2019-01-03 18.00.00	24	100	1,5	260
2019-01-03 19.00.00	24	100	0,5	270
2019-01-03 20.00.00	25	100	1	140
2019-01-03 21.00.00	25	94	0	270
2019-01-03 22.00.00	25	94	1	270
2019-01-03 23.00.00	26	94	1,5	10
2019-01-04 00.00.00	27	89	1,5	260
2019-01-04 01.00.00	28	79	3,6	310
2019-01-04 02.00.00	30	70	1,5	270
2019-01-04 03.00.00	30	75	4,1	60
2019-01-04 04.00.00	31	66	4,1	330
2019-01-04 05.00.00	30	70	4,1	10
2019-01-04 06.00.00	30	66	4,1	340
2019-01-04 07.00.00	30	70	4,6	340
2019-01-04 08.00.00	29	75	3,6	340
2019-01-04 09.00.00	28	84	2,6	340
2019-01-04 10.00.00	28	84	1,5	10
2019-01-04 11.00.00	27	84	2,6	320
2019-01-04 12.00.00	27	84	1,5	270
2019-01-04 13.00.00	27	89	1	290

2019-01-04 14.00.00	26	94	1,5	220
2019-01-04 15.00.00	26	94	1	290
2019-01-04 16.00.00	26	94	1	260
2019-01-04 17.00.00	25	100	0	270
2019-01-04 18.00.00	25	100	0	270
2019-01-04 19.00.00	25	100	1	270
2019-01-04 20.00.00	26	94	2,1	190
2019-01-04 21.00.00	27	89	1,5	200
2019-01-04 22.00.00	29	79	1,5	240
2019-01-04 23.00.00	30	66	2,1	290
2019-01-05 00.00.00	32	67	1	270
2019-01-05 01.00.00	30	75	3,6	50
2019-01-05 02.00.00	30	79	4,1	70
2019-01-05 03.00.00	32	59	4,1	280
2019-01-05 04.00.00	32	63	4,6	10
2019-01-05 05.00.00	32	63	5,1	320
2019-01-05 06.00.00	32	59	4,6	320
2019-01-05 07.00.00	31	63	4,1	340
2019-01-05 08.00.00	30	66	4,6	20
2019-01-05 09.00.00	29	70	3,6	10
2019-01-05 10.00.00	29	75	4,1	360
2019-01-05 11.00.00	28	84	3,1	330
2019-01-05 12.00.00	28	84	1,5	290
2019-01-05 13.00.00	27	89	2,1	210
2019-01-05 14.00.00	27	89	1	210
2019-01-05 15.00.00	27	89	1	300
2019-01-05 16.00.00	26	94	1	280
2019-01-05 17.00.00	26	94	1,5	260
2019-01-05 18.00.00	26	94	1	270
2019-01-05 19.00.00	26	94	0	270

2019-01-05 20.00.00	26	94	0	270
2019-01-05 21.00.00	27	89	1	270
2019-01-05 22.00.00	29	79	1,5	280
2019-01-05 23.00.00	31	66	1,5	270
2019-01-06 00.00.00	30	79	4,6	70
2019-01-06 01.00.00	30	79	5,1	90
2019-01-06 02.00.00	30	79	3,6	130
2019-01-06 03.00.00	31	71	5,1	100
2019-01-06 04.00.00	32	63	4,1	80
2019-01-06 05.00.00	30	79	7,2	90
2019-01-06 06.00.00	30	84	5,7	90
2019-01-06 07.00.00	30	79	4,6	60
2019-01-06 08.00.00	29	84	3,1	110
2019-01-06 09.00.00	29	79	4,1	160
2019-01-06 10.00.00	29	79	0	270
2019-01-06 11.00.00	28	84	2,6	160
2019-01-06 12.00.00	28	84	2,1	110
2019-01-06 13.00.00	27	94	3,6	100
2019-01-06 14.00.00	27	94	1,5	60
2019-01-06 15.00.00	27	89	3,1	100
2019-01-06 16.00.00	27	89	0	270
2019-01-06 17.00.00	27	94	1	270
2019-01-06 18.00.00	26	94	1,5	270
2019-01-06 19.00.00	26	94	2,1	230
2019-01-06 20.00.00	27	94	1,5	240
2019-01-06 21.00.00	29	84	1,5	270
2019-01-06 22.00.00	30	84	3,1	100
2019-01-06 23.00.00	30	79	3,6	90
2019-01-07 00.00.00	31	75	3,6	120
2019-01-07 01.00.00	32	67	4,1	100

2019-01-07 02.00.00	32	63	4,6	70
2019-01-07 03.00.00	32	63	5,7	70
2019-01-07 04.00.00	30	70	3,1	60
2019-01-07 05.00.00	30	70	2,6	270
2019-01-07 06.00.00	26	89	4,6	270
2019-01-07 07.00.00	26	89	2,6	280
2019-01-07 08.00.00	26	89	3,6	330
2019-01-07 09.00.00	26	94	3,6	290
2019-01-07 10.00.00	26	94	1,5	350
2019-01-07 11.00.00	26	94	1,5	250
2019-01-07 12.00.00	26	94	2,1	250
2019-01-07 13.00.00	25	100	1,5	270
2019-01-07 14.00.00	25	100	2,1	300
2019-01-07 15.00.00	25	100	1,5	250
2019-01-07 16.00.00	25	100	1,5	300
2019-01-07 17.00.00	25	94	1,5	270
2019-01-07 18.00.00	24	100	1	270
2019-01-07 19.00.00	25	100	1,5	250
2019-01-07 20.00.00	27	89	0	270
2019-01-07 21.00.00	28	84	1,5	160
2019-01-07 22.00.00	29	79	1,5	100
2019-01-07 23.00.00	30	75	2,1	70
2019-01-08 00.00.00	31	75	2,6	80
2019-01-08 01.00.00	32	67	3,1	60
2019-01-08 02.00.00	33	59	5,1	30
2019-01-08 03.00.00	33	59	4,1	40
2019-01-08 04.00.00	32	63	3,6	360
2019-01-08 05.00.00	31	66	4,1	50
2019-01-08 06.00.00	31	66	2,6	10
2019-01-08 07.00.00	28	79	2,6	270

2019-01-08 08.00.00	29	79	2,6	90
2019-01-08 09.00.00	29	75	3,1	60
2019-01-08 10.00.00	27	89	2,6	210
2019-01-08 11.00.00	26	89	2,6	170
2019-01-08 12.00.00	26	89	0,5	270
2019-01-08 13.00.00	26	89	2,1	250
2019-01-08 14.00.00	26	89	1,5	260
2019-01-08 15.00.00	25	94	1,5	270
2019-01-08 16.00.00	25	94	2,1	270
2019-01-08 17.00.00	25	94	1,5	260
2019-01-08 18.00.00	25	94	0,5	240
2019-01-08 19.00.00	27	89	0	270
2019-01-08 20.00.00	29	79	1,5	280
2019-01-08 21.00.00	31	63	1,5	80
2019-01-08 22.00.00	32	63	2,6	100
2019-01-08 23.00.00	32	63	3,1	70
2019-01-09 00.00.00	32	67	3,1	50
2019-01-09 01.00.00	32	67	5,1	90
2019-01-09 02.00.00	30	66	5,7	30
2019-01-09 03.00.00	30	70	2,6	10
2019-01-09 04.00.00	31	66	4,6	30
2019-01-09 05.00.00	30	75	4,1	40
2019-01-09 06.00.00	30	75	4,1	20
2019-01-09 07.00.00	30	75	3,1	20
2019-01-09 08.00.00	29	79	1,5	10
2019-01-09 09.00.00	29	79	2,1	20
2019-01-09 10.00.00	29	79	0	270
2019-01-09 11.00.00	28	84	2,1	220
2019-01-09 12.00.00	27	94	1	230
2019-01-09 13.00.00	27	94	0	270

2019-01-09 14.00.00	27	94	1,5	240
2019-01-09 15.00.00	26	100	1,5	280
2019-01-09 16.00.00	26	94	2,1	280
2019-01-09 17.00.00	25	100	2,1	280
2019-01-09 18.00.00	26	94	3,6	310
2019-01-09 19.00.00	27	79	4,1	300
2019-01-09 20.00.00	29	75	3,1	330
2019-01-09 21.00.00	31	66	2,6	280
2019-01-09 22.00.00	30	70	3,6	360
2019-01-09 23.00.00	32	59	2,6	310
2019-01-10 00.00.00	32	63	2,1	70
2019-01-10 01.00.00	33	67	3,6	90
2019-01-10 02.00.00	33	63	3,6	70
2019-01-10 03.00.00	32	63	4,6	80
2019-01-10 04.00.00	32	71	5,7	50
2019-01-10 05.00.00	30	79	3,1	20
2019-01-10 06.00.00	30	75	5,1	20
2019-01-10 07.00.00	28	74	3,6	220
2019-01-10 08.00.00	27	79	4,1	250
2019-01-10 09.00.00	27	84	2,6	260
2019-01-10 10.00.00	27	89	2,1	230
2019-01-10 11.00.00	26	89	0	270
2019-01-10 12.00.00	26	89	0,5	270
2019-01-10 13.00.00	26	94	1,5	290
2019-01-10 14.00.00	26	94	2,1	250
2019-01-10 15.00.00	26	89	2,1	260
2019-01-10 16.00.00	25	94	0	270
2019-01-10 17.00.00	25	100	1,5	250
2019-01-10 18.00.00	26	94	1	270

**LAMPIRAN B**  
**HASIL PREDIKSI KECEPATAN DAN ARAH ANGIN**

Berikut lampiran data hasil prediksi :

<b>date</b>	<b>Suhu</b>	<b>Kelembapan</b>	<b>Kec. Angin</b>	<b>Arah Angin</b>
2019-01-01 00.00.00	27	84	4,6	270
2019-01-01 01.00.00	29	75	4,6	280
2019-01-01 02.00.00	30	62	5,7	290
2019-01-01 03.00.00	30	66	5,7	300
2019-01-01 04.00.00	31	63	5,1	310
2019-01-01 05.00.00	31	63	6,7	300
2019-01-01 06.00.00	32	59	7,2	300
2019-01-01 07.00.00	32	63	8,2	320
2019-01-01 08.00.00	31	66	8,8	320
2019-01-01 09.00.00	30	70	8,8	310
2019-01-01 10.00.00	30	70	6,2	290
2019-01-01 11.00.00	29	70	6,2	290
2019-01-01 12.00.00	28	74	5,1	250
2019-01-01 13.00.00	27	79	4,6	280
2019-01-01 14.00.00	27	79	3,6	270
2019-01-01 15.00.00	27	84	3,6	290
2019-01-01 16.00.00	27	84	2,1	260
2019-01-01 17.00.00	27	84	2,1	250
2019-01-01 18.00.00	27	84	3,1	260
2019-01-01 19.00.00	26	89	2,1	250
2019-01-01 20.00.00	26	89	3,1	320
2019-01-01 21.00.00	26	84	4,1	310
2019-01-01 22.00.00	27	84	1,5	280

2019-01-01 23.00.00	28	74	3,6	280
2019-01-02 00.00.00	29	66	5,1	270
2019-01-02 01.00.00	30	66	4,1	280
2019-01-02 02.00.00	32	56	4,1	250
2019-01-02 03.00.00	32	59	5,7	280
2019-01-02 04.00.00	32	59	6,7	280
2019-01-02 05.00.00	32	59	5,7	280
2019-01-02 06.00.00	31	63	4,6	290
2019-01-02 07.00.00	30	70	6,2	330
2019-01-02 08.00.00	26	94	4,6	330
2019-01-02 09.00.00	26	89	2,1	360
2019-01-02 10.00.00	25	94	2,1	320
2019-01-02 11.00.00	25	94	2,1	340
2019-01-02 12.00.00	25	100	4,6	290
2019-01-02 13.00.00	25	100	3,1	280
2019-01-02 14.00.00	25	100	4,1	290
2019-01-02 15.00.00	26	89	1	270
2019-01-02 16.00.00	25	94	1	230
2019-01-02 17.00.00	25	94	3,1	320
2019-01-02 18.00.00	25	94	2,1	220
2019-01-02 19.00.00	25	94	2,1	320
2019-01-02 20.00.00	25	94	2,6	310
2019-01-02 21.00.00	26	89	2,1	270
2019-01-02 22.00.00	27	84	2,6	280
2019-01-02 23.00.00	28	79	3,1	260
2019-01-03 00.00.00	28	74	2,1	260
2019-01-03 01.00.00	29	70	1,5	250
2019-01-03 02.00.00	29	70	1,5	200
2019-01-03 03.00.00	24	94	7,2	240
2019-01-03 04.00.00	26	94	2,1	140



2019-01-03 05.00.00	27	89	1,5	110
2019-01-03 06.00.00	25	94	1	270
2019-01-03 07.00.00	25	94	2,1	320
2019-01-03 08.00.00	25	94	2,1	20
2019-01-03 09.00.00	25	94	1	270
2019-01-03 10.00.00	25	94	0	270
2019-01-03 11.00.00	25	100	1	250
2019-01-03 12.00.00	25	94	0,5	230
2019-01-03 13.00.00	24	100	1	230
2019-01-03 14.00.00	24	100	1	290
2019-01-03 15.00.00	24	100	0	270
2019-01-03 16.00.00	24	100	1	270
2019-01-03 17.00.00	24	100	0	270
2019-01-03 18.00.00	24	100	1,5	260
2019-01-03 19.00.00	24	100	0,5	270
2019-01-03 20.00.00	25	100	1	140
2019-01-03 21.00.00	25	94	0	270
2019-01-03 22.00.00	25	94	1	270
2019-01-03 23.00.00	26	94	1,5	10
2019-01-04 00.00.00	27	89	1,5	260
2019-01-04 01.00.00	28	79	3,6	310
2019-01-04 02.00.00	30	70	1,5	270
2019-01-04 03.00.00	30	75	4,1	60
2019-01-04 04.00.00	31	66	4,1	330
2019-01-04 05.00.00	30	70	4,1	10
2019-01-04 06.00.00	30	66	4,1	340
2019-01-04 07.00.00	30	70	4,6	340
2019-01-04 08.00.00	29	75	3,6	340
2019-01-04 09.00.00	28	84	2,6	340
2019-01-04 10.00.00	28	84	1,5	10

2019-01-04 11.00.00	27	84	2,6	320
2019-01-04 12.00.00	27	84	1,5	270
2019-01-04 13.00.00	27	89	1	290
2019-01-04 14.00.00	26	94	1,5	220
2019-01-04 15.00.00	26	94	1	290
2019-01-04 16.00.00	26	94	1	260
2019-01-04 17.00.00	25	100	0	270
2019-01-04 18.00.00	25	100	0	270
2019-01-04 19.00.00	25	100	1	270
2019-01-04 20.00.00	26	94	2,1	190
2019-01-04 21.00.00	27	89	1,5	200
2019-01-04 22.00.00	29	79	1,5	240
2019-01-04 23.00.00	30	66	2,1	290
2019-01-05 00.00.00	32	67	1	270
2019-01-05 01.00.00	30	75	3,6	50
2019-01-05 02.00.00	30	79	4,1	70
2019-01-05 03.00.00	32	59	4,1	280
2019-01-05 04.00.00	32	63	4,6	10
2019-01-05 05.00.00	32	63	5,1	320
2019-01-05 06.00.00	32	59	4,6	320
2019-01-05 07.00.00	31	63	4,1	340
2019-01-05 08.00.00	30	66	4,6	20
2019-01-05 09.00.00	29	70	3,6	10
2019-01-05 10.00.00	29	75	4,1	360
2019-01-05 11.00.00	28	84	3,1	330
2019-01-05 12.00.00	28	84	1,5	290
2019-01-05 13.00.00	27	89	2,1	210
2019-01-05 14.00.00	27	89	1	210
2019-01-05 15.00.00	27	89	1	300
2019-01-05 16.00.00	26	94	1	280

2019-01-05 17.00.00	26	94	1,5	260
2019-01-05 18.00.00	26	94	1	270
2019-01-05 19.00.00	26	94	0	270
2019-01-05 20.00.00	26	94	0	270
2019-01-05 21.00.00	27	89	1	270
2019-01-05 22.00.00	29	79	1,5	280
2019-01-05 23.00.00	31	66	1,5	270
2019-01-06 00.00.00	30	79	4,6	70
2019-01-06 01.00.00	30	79	5,1	90
2019-01-06 02.00.00	30	79	3,6	130
2019-01-06 03.00.00	31	71	5,1	100
2019-01-06 04.00.00	32	63	4,1	80
2019-01-06 05.00.00	30	79	7,2	90
2019-01-06 06.00.00	30	84	5,7	90
2019-01-06 07.00.00	30	79	4,6	60
2019-01-06 08.00.00	29	84	3,1	110
2019-01-06 09.00.00	29	79	4,1	160
2019-01-06 10.00.00	29	79	0	270
2019-01-06 11.00.00	28	84	2,6	160
2019-01-06 12.00.00	28	84	2,1	110
2019-01-06 13.00.00	27	94	3,6	100
2019-01-06 14.00.00	27	94	1,5	60
2019-01-06 15.00.00	27	89	3,1	100
2019-01-06 16.00.00	27	89	0	270
2019-01-06 17.00.00	27	94	1	270
2019-01-06 18.00.00	26	94	1,5	270
2019-01-06 19.00.00	26	94	2,1	230
2019-01-06 20.00.00	27	94	1,5	240
2019-01-06 21.00.00	29	84	1,5	270
2019-01-06 22.00.00	30	84	3,1	100

2019-01-06 23.00.00	30	79	3,6	90
2019-01-07 00.00.00	31	75	3,6	120
2019-01-07 01.00.00	32	67	4,1	100
2019-01-07 02.00.00	32	63	4,6	70
2019-01-07 03.00.00	32	63	5,7	70
2019-01-07 04.00.00	30	70	3,1	60
2019-01-07 05.00.00	30	70	2,6	270
2019-01-07 06.00.00	26	89	4,6	270
2019-01-07 07.00.00	26	89	2,6	280
2019-01-07 08.00.00	26	89	3,6	330
2019-01-07 09.00.00	26	94	3,6	290
2019-01-07 10.00.00	26	94	1,5	350
2019-01-07 11.00.00	26	94	1,5	250
2019-01-07 12.00.00	26	94	2,1	250
2019-01-07 13.00.00	25	100	1,5	270
2019-01-07 14.00.00	25	100	2,1	300
2019-01-07 15.00.00	25	100	1,5	250
2019-01-07 16.00.00	25	100	1,5	300
2019-01-07 17.00.00	25	94	1,5	270
2019-01-07 18.00.00	24	100	1	270
2019-01-07 19.00.00	25	100	1,5	250
2019-01-07 20.00.00	27	89	0	270
2019-01-07 21.00.00	28	84	1,5	160
2019-01-07 22.00.00	29	79	1,5	100
2019-01-07 23.00.00	30	75	2,1	70
2019-01-08 00.00.00	31	75	2,6	80
2019-01-08 01.00.00	32	67	3,1	60
2019-01-08 02.00.00	33	59	5,1	30
2019-01-08 03.00.00	33	59	4,1	40
2019-01-08 04.00.00	32	63	3,6	360

2019-01-08 05.00.00	31	66	4,1	50
2019-01-08 06.00.00	31	66	2,6	10
2019-01-08 07.00.00	28	79	2,6	270
2019-01-08 08.00.00	29	79	2,6	90
2019-01-08 09.00.00	29	75	3,1	60
2019-01-08 10.00.00	27	89	2,6	210
2019-01-08 11.00.00	26	89	2,6	170
2019-01-08 12.00.00	26	89	0,5	270
2019-01-08 13.00.00	26	89	2,1	250
2019-01-08 14.00.00	26	89	1,5	260
2019-01-08 15.00.00	25	94	1,5	270
2019-01-08 16.00.00	25	94	2,1	270
2019-01-08 17.00.00	25	94	1,5	260
2019-01-08 18.00.00	25	94	0,5	240
2019-01-08 19.00.00	27	89	0	270
2019-01-08 20.00.00	29	79	1,5	280
2019-01-08 21.00.00	31	63	1,5	80
2019-01-08 22.00.00	32	63	2,6	100
2019-01-08 23.00.00	32	63	3,1	70
2019-01-09 00.00.00	32	67	3,1	50
2019-01-09 01.00.00	32	67	5,1	90
2019-01-09 02.00.00	30	66	5,7	30
2019-01-09 03.00.00	30	70	2,6	10
2019-01-09 04.00.00	31	66	4,6	30
2019-01-09 05.00.00	30	75	4,1	40
2019-01-09 06.00.00	30	75	4,1	20
2019-01-09 07.00.00	30	75	3,1	20
2019-01-09 08.00.00	29	79	1,5	10
2019-01-09 09.00.00	29	79	2,1	20
2019-01-09 10.00.00	29	79	0	270

2019-01-09 11.00.00	28	84	2,1	220
2019-01-09 12.00.00	27	94	1	230
2019-01-09 13.00.00	27	94	0	270
2019-01-09 14.00.00	27	94	1,5	240
2019-01-09 15.00.00	26	100	1,5	280
2019-01-09 16.00.00	26	94	2,1	280
2019-01-09 17.00.00	25	100	2,1	280
2019-01-09 18.00.00	26	94	3,6	310
2019-01-09 19.00.00	27	79	4,1	300
2019-01-09 20.00.00	29	75	3,1	330
2019-01-09 21.00.00	31	66	2,6	280
2019-01-09 22.00.00	30	70	3,6	360
2019-01-09 23.00.00	32	59	2,6	310
2019-01-10 00.00.00	32	63	2,1	70
2019-01-10 01.00.00	33	67	3,6	90
2019-01-10 02.00.00	33	63	3,6	70
2019-01-10 03.00.00	32	63	4,6	80
2019-01-10 04.00.00	32	71	5,7	50
2019-01-10 05.00.00	30	79	3,1	20
2019-01-10 06.00.00	30	75	5,1	20
2019-01-10 07.00.00	28	74	3,6	220
2019-01-10 08.00.00	27	79	4,1	250
2019-01-10 09.00.00	27	84	2,6	260
2019-01-10 10.00.00	27	89	2,1	230
2019-01-10 11.00.00	26	89	0	270
2019-01-10 12.00.00	26	89	0,5	270
2019-01-10 13.00.00	26	94	1,5	290
2019-01-10 14.00.00	26	94	2,1	250
2019-01-10 15.00.00	26	89	2,1	260
2019-01-10 16.00.00	25	94	0	270

2019-01-10 17.00.00	25	100	1,5	250
2019-01-10 18.00.00	26	94	1	270

Tabel B.1 Data Prediksi Kecepatan Angin dan Arah

<b>Datetime</b>	<b>Kecepatan Angin</b>	<b>prediction values</b>	<b>Arah Angin</b>	<b>prediction values</b>
2019-01-01 00.00.00	4,6	0	270	0
2019-01-01 01.00.00	4,6	4,238315132	280	248,5166709
2019-01-01 02.00.00	5,7	4,35966636	290	262,7409412
2019-01-01 03.00.00	5,7	5,033127162	300	272,0705352
2019-01-01 04.00.00	5,1	5,402195272	310	280,8526776
2019-01-01 05.00.00	6,7	5,034853016	300	289,8069214
2019-01-01 06.00.00	7,2	5,813122486	300	290,669168
2019-01-01 07.00.00	8,2	6,656067374	320	291,1532443
2019-01-01 08.00.00	8,8	7,436062699	320	299,7470682
2019-01-01 09.00.00	8,8	8,138921418	310	304,6635916
2019-01-01 10.00.00	6,2	8,340231297	290	303,3189589
2019-01-01 11.00.00	6,2	6,748414856	290	294,2323956
2019-01-01 12.00.00	5,1	5,87607205	250	289,0306708
2019-01-01 13.00.00	4,6	5,202611248	280	269,4195212
2019-01-01 14.00.00	3,6	4,527424591	270	270,6677271
2019-01-01 15.00.00	3,6	3,747429267	290	267,2239596
2019-01-01 16.00.00	2,1	3,411912803	260	273,5691585
2019-01-01 17.00.00	2,1	2,493557164	250	264,7266161
2019-01-01 18.00.00	3,1	1,990282469	260	255,5061997
2019-01-01 19.00.00	2,1	2,602519561	250	254,3861139
2019-01-01 20.00.00	3,1	2,325798932	320	249,5865723
2019-01-01 21.00.00	4,1	2,602519561	310	275,9472606
2019-01-01 22.00.00	1,5	3,550273118	280	286,8796383
2019-01-01 23.00.00	3,6	2,29397314	280	280,6631187
2019-01-02 00.00.00	5,1	2,707328229	270	277,1043476
2019-01-02 01.00.00	4,1	4,330268442	280	270,9087319

<b>2019-01-02 02.00.00</b>	4,1	4,221306045	250	271,5202537
<b>2019-01-02 03.00.00</b>	5,7	3,885789581	280	259,3953536
<b>2019-01-02 04.00.00</b>	6,7	4,86536893	280	264,9291898
<b>2019-01-02 05.00.00</b>	5,7	6,014432364	280	268,0971451
<b>2019-01-02 06.00.00</b>	4,6	5,737711735	290	269,9107046
<b>2019-01-02 07.00.00</b>	6,2	4,72873447	330	275,1072389
<b>2019-01-02 08.00.00</b>	4,6	5,339245708	330	294,715403
<b>2019-01-02 09.00.00</b>	2,1	4,896492702	360	305,940489
<b>2019-01-02 10.00.00</b>	2,1	2,829073628	320	324,8414921
<b>2019-01-02 11.00.00</b>	2,1	1,990282469	340	319,0284457
<b>2019-01-02 12.00.00</b>	4,6	1,990282469	290	324,0173029
<b>2019-01-02 13.00.00</b>	3,1	3,5208752	280	306,0816442
<b>2019-01-02 14.00.00</b>	4,1	3,441310721	290	291,6556913
<b>2019-01-02 15.00.00</b>	1	3,550273118	270	287,5555919
<b>2019-01-02 16.00.00</b>	1	1,987854594	230	276,8917559
<b>2019-01-02 17.00.00</b>	3,1	0,947753556	320	254,1537256
<b>2019-01-02 18.00.00</b>	2,1	2,233451451	220	278,5618189
<b>2019-01-02 19.00.00</b>	2,1	2,325798932	320	250,9514606
<b>2019-01-02 20.00.00</b>	2,6	1,990282469	310	276,7286182
<b>2019-01-02 21.00.00</b>	2,1	2,296401015	270	287,3269421
<b>2019-01-02 22.00.00</b>	2,6	2,1580407	280	276,7608607
<b>2019-01-02 23.00.00</b>	3,1	2,296401015	260	274,870422
<b>2019-01-03 00.00.00</b>	2,1	2,770277793	260	265,4715505
<b>2019-01-03 01.00.00</b>	1,5	2,325798932	250	260,0909784
<b>2019-01-03 02.00.00</b>	1,5	1,622940213	200	252,8524362
<b>2019-01-03 03.00.00</b>	7,2	1,421630335	240	227,9169579
<b>2019-01-03 04.00.00</b>	2,1	4,911381763	140	230,2754482
<b>2019-01-03 05.00.00</b>	1,5	3,701416434	110	190,0423533
<b>2019-01-03 06.00.00</b>	1	1,622940213	270	154,5351348
<b>2019-01-03 07.00.00</b>	2,1	1,115511788	320	200,7415328



<b>2019-01-03 08.00.00</b>	2,1	1,621214358	20	247,98494
<b>2019-01-03 09.00.00</b>	1	1,990282469	270	150,2805945
<b>2019-01-03 10.00.00</b>	0	1,316821667	270	198,305936
<b>2019-01-03 11.00.00</b>	1	0,335516464	250	225,799004
<b>2019-01-03 12.00.00</b>	0,5	0,612237093	230	233,2213091
<b>2019-01-03 13.00.00</b>	1	0,64163501	230	229,1537042
<b>2019-01-03 14.00.00</b>	1	0,779995325	290	226,8251224
<b>2019-01-03 15.00.00</b>	0	0,947753556	270	250,442035
<b>2019-01-03 16.00.00</b>	1	0,335516464	270	255,6453574
<b>2019-01-03 17.00.00</b>	0	0,612237093	270	258,6241035
<b>2019-01-03 18.00.00</b>	1,5	0,335516464	260	260,3293463
<b>2019-01-03 19.00.00</b>	0,5	0,918355639	270	257,1472206
<b>2019-01-03 20.00.00</b>	1	0,809393242	140	259,4838751
<b>2019-01-03 21.00.00</b>	0	0,779995325	270	206,7633019
<b>2019-01-03 22.00.00</b>	1	0,335516464	270	230,6405924
<b>2019-01-03 23.00.00</b>	1,5	0,612237093	10	244,3096252
<b>2019-01-04 00.00.00</b>	1,5	1,253872103	260	144,018261
<b>2019-01-04 01.00.00</b>	3,6	1,421630335	310	190,5626118
<b>2019-01-04 02.00.00</b>	1,5	2,707328229	270	237,999487
<b>2019-01-04 03.00.00</b>	4,1	2,126214909	60	248,5223718
<b>2019-01-04 04.00.00</b>	4,1	3,013446776	330	167,221562
<b>2019-01-04 05.00.00</b>	4,1	3,885789581	10	232,9540878
<b>2019-01-04 06.00.00</b>	4,1	3,885789581	340	137,5175563
<b>2019-01-04 07.00.00</b>	4,6	3,885789581	340	220,1077612
<b>2019-01-04 08.00.00</b>	3,6	4,191908128	340	267,3881771
<b>2019-01-04 09.00.00</b>	2,6	3,747429267	340	294,4547976
<b>2019-01-04 10.00.00</b>	1,5	2,79967571	10	309,9496262
<b>2019-01-04 11.00.00</b>	2,6	1,790698445	320	181,5951934
<b>2019-01-04 12.00.00</b>	1,5	2,095091137	270	237,0242348
<b>2019-01-04 13.00.00</b>	1	1,790698445	290	247,9640691

<b>2019-01-04 14.00.00</b>	1,5	1,115511788	220	262,5434482
<b>2019-01-04 15.00.00</b>	1	1,253872103	290	241,7814237
<b>2019-01-04 16.00.00</b>	1	1,115511788	260	259,0040691
<b>2019-01-04 17.00.00</b>	0	0,947753556	270	256,3885392
<b>2019-01-04 18.00.00</b>	0	0,335516464	270	259,0495527
<b>2019-01-04 19.00.00</b>	1	-1,23422E-17	270	260,5729032
<b>2019-01-04 20.00.00</b>	2,1	0,612237093	190	261,4449757
<b>2019-01-04 21.00.00</b>	1,5	1,621214358	200	228,6776031
<b>2019-01-04 22.00.00</b>	1,5	1,622940213	240	214,0775908
<b>2019-01-04 23.00.00</b>	2,1	1,421630335	290	222,3528255
<b>2019-01-05 00.00.00</b>	1	1,78897259	270	247,8817792
<b>2019-01-05 01.00.00</b>	3,6	1,316821667	50	254,1796877
<b>2019-01-05 02.00.00</b>	4,1	2,539569997	70	166,3018797
<b>2019-01-05 03.00.00</b>	4,1	3,71803135	280	124,3111216
<b>2019-01-05 04.00.00</b>	4,6	3,885789581	10	187,5975174
<b>2019-01-05 05.00.00</b>	5,1	4,191908128	320	111,5522797
<b>2019-01-05 06.00.00</b>	4,6	4,665784906	320	196,926767
<b>2019-01-05 07.00.00</b>	4,1	4,527424591	340	245,801101
<b>2019-01-05 08.00.00</b>	4,6	4,053547813	20	282,0968438
<b>2019-01-05 09.00.00</b>	3,6	4,191908128	10	169,8086365
<b>2019-01-05 10.00.00</b>	4,1	3,747429267	360	101,3686788
<b>2019-01-05 11.00.00</b>	3,1	3,71803135	330	207,7302647
<b>2019-01-05 12.00.00</b>	1,5	3,273552489	290	256,1441055
<b>2019-01-05 13.00.00</b>	2,1	1,958456677	210	267,2262738
<b>2019-01-05 14.00.00</b>	1	1,78897259	210	240,3038749
<b>2019-01-05 15.00.00</b>	1	1,316821667	300	224,8916088
<b>2019-01-05 16.00.00</b>	1	0,947753556	280	253,4934825
<b>2019-01-05 17.00.00</b>	1,5	0,947753556	260	261,5505456
<b>2019-01-05 18.00.00</b>	1	1,253872103	270	257,8463206
<b>2019-01-05 19.00.00</b>	0	1,115511788	270	259,8840889

<b>2019-01-05 20.00.00</b>	0	0,335516464	270	261,0506501
<b>2019-01-05 21.00.00</b>	1	-3,31188E-17	270	261,7184715
<b>2019-01-05 22.00.00</b>	1,5	0,612237093	280	262,1007792
<b>2019-01-05 23.00.00</b>	1,5	1,253872103	270	266,4779648
<b>2019-01-06 00.00.00</b>	4,6	1,421630335	70	264,8254464
<b>2019-01-06 01.00.00</b>	5,1	3,319565322	90	180,7129094
<b>2019-01-06 02.00.00</b>	3,6	4,665784906	130	140,877656
<b>2019-01-06 03.00.00</b>	5,1	3,915187499	100	134,7064718
<b>2019-01-06 04.00.00</b>	4,1	4,330268442	80	118,6986759
<b>2019-01-06 05.00.00</b>	7,2	4,221306045	90	101,2180408
<b>2019-01-06 06.00.00</b>	5,7	5,783724569	90	95,36922728
<b>2019-01-06 07.00.00</b>	4,6	5,905469967	60	92,02095693
<b>2019-01-06 08.00.00</b>	3,1	4,72873447	110	77,62919459
<b>2019-01-06 09.00.00</b>	4,1	3,441310721	160	90,18197212
<b>2019-01-06 10.00.00</b>	0	3,550273118	270	118,1596908
<b>2019-01-06 11.00.00</b>	2,6	1,375617501	160	179,9176817
<b>2019-01-06 12.00.00</b>	2,1	1,591816441	110	169,5306939
<b>2019-01-06 13.00.00</b>	3,6	2,1580407	100	142,7928249
<b>2019-01-06 14.00.00</b>	1,5	2,908638108	60	123,3278706
<b>2019-01-06 15.00.00</b>	3,1	2,126214909	100	95,55146394
<b>2019-01-06 16.00.00</b>	0	2,401209683	270	96,28360794
<b>2019-01-06 17.00.00</b>	1	1,040101038	270	167,3942802
<b>2019-01-06 18.00.00</b>	1,5	0,612237093	270	208,1030079
<b>2019-01-06 19.00.00</b>	2,1	1,253872103	230	231,4075339
<b>2019-01-06 20.00.00</b>	1,5	1,78897259	240	228,1153723
<b>2019-01-06 21.00.00</b>	1,5	1,622940213	270	230,3890345
<b>2019-01-06 22.00.00</b>	3,1	1,421630335	100	244,1656159
<b>2019-01-06 23.00.00</b>	3,6	2,401209683	90	181,3607538
<b>2019-01-07 00.00.00</b>	3,6	3,244154571	120	141,2485275
<b>2019-01-07 01.00.00</b>	4,1	3,411912803	100	130,7604586

<b>2019-01-07 02.00.00</b>	4,6	3,71803135	70	116,4397017
<b>2019-01-07 03.00.00</b>	5,7	4,191908128	70	95,76651976
<b>2019-01-07 04.00.00</b>	3,1	5,033127162	60	83,93174299
<b>2019-01-07 05.00.00</b>	2,6	3,810378831	270	72,99836216
<b>2019-01-07 06.00.00</b>	4,6	2,631917479	270	154,0641752
<b>2019-01-07 07.00.00</b>	2,6	3,688633432	280	200,4719225
<b>2019-01-07 08.00.00</b>	3,6	3,135192174	330	231,1972923
<b>2019-01-07 09.00.00</b>	3,6	3,076396339	290	269,5782752
<b>2019-01-07 10.00.00</b>	1,5	3,411912803	350	274,9169331
<b>2019-01-07 11.00.00</b>	1,5	2,126214909	250	302,9231106
<b>2019-01-07 12.00.00</b>	2,1	1,421630335	250	277,3725476
<b>2019-01-07 13.00.00</b>	1,5	1,78897259	270	262,7456164
<b>2019-01-07 14.00.00</b>	2,1	1,622940213	300	262,6887888
<b>2019-01-07 15.00.00</b>	1,5	1,78897259	250	275,1312347
<b>2019-01-07 16.00.00</b>	1,5	1,622940213	300	261,462532
<b>2019-01-07 17.00.00</b>	1,5	1,421630335	270	274,4292394
<b>2019-01-07 18.00.00</b>	1	1,421630335	270	269,3773127
<b>2019-01-07 19.00.00</b>	1,5	1,115511788	250	266,4852361
<b>2019-01-07 20.00.00</b>	0	1,253872103	270	256,512957
<b>2019-01-07 21.00.00</b>	1,5	0,503274696	160	259,1207782
<b>2019-01-07 22.00.00</b>	1,5	0,918355639	100	214,8720918
<b>2019-01-07 23.00.00</b>	2,1	1,421630335	70	164,5910896
<b>2019-01-08 00.00.00</b>	2,6	1,78897259	80	123,3317456
<b>2019-01-08 01.00.00</b>	3,1	2,296401015	60	103,8703342
<b>2019-01-08 02.00.00</b>	5,1	2,770277793	30	84,4126078
<b>2019-01-08 03.00.00</b>	4,1	4,16251021	40	60,79866488
<b>2019-01-08 04.00.00</b>	3,6	4,221306045	360	51,43871659
<b>2019-01-08 05.00.00</b>	4,1	3,579671035	50	179,1468585
<b>2019-01-08 06.00.00</b>	2,6	3,71803135	10	123,3478348
<b>2019-01-08 07.00.00</b>	2,6	2,967433942	270	74,77126293

<b>2019-01-08 08.00.00</b>	2,6	2,464159247	90	155,0791078
<b>2019-01-08 09.00.00</b>	3,1	2,464159247	60	126,2030731
<b>2019-01-08 10.00.00</b>	2,6	2,770277793	210	97,19743119
<b>2019-01-08 11.00.00</b>	2,6	2,631917479	170	142,9674607
<b>2019-01-08 12.00.00</b>	0,5	2,464159247	270	152,5361263
<b>2019-01-08 13.00.00</b>	2,1	1,178461352	250	199,5971603
<b>2019-01-08 14.00.00</b>	1,5	1,453456126	260	218,2215392
<b>2019-01-08 15.00.00</b>	1,5	1,622940213	270	233,0417637
<b>2019-01-08 16.00.00</b>	2,1	1,421630335	270	245,6842238
<b>2019-01-08 17.00.00</b>	1,5	1,78897259	260	252,9216531
<b>2019-01-08 18.00.00</b>	0,5	1,622940213	240	252,9065384
<b>2019-01-08 19.00.00</b>	0	0,809393242	270	244,5812338
<b>2019-01-08 20.00.00</b>	1,5	0,167758232	280	252,2902244
<b>2019-01-08 21.00.00</b>	1,5	0,918355639	80	260,8617164
<b>2019-01-08 22.00.00</b>	2,6	1,421630335	100	182,6021188
<b>2019-01-08 23.00.00</b>	3,1	2,095091137	70	146,1174977
<b>2019-01-09 00.00.00</b>	3,1	2,770277793	50	112,7561681
<b>2019-01-09 01.00.00</b>	5,1	2,938036025	90	85,34115527
<b>2019-01-09 02.00.00</b>	5,7	4,16251021	30	86,28018639
<b>2019-01-09 03.00.00</b>	2,6	5,200885393	10	61,86779762
<b>2019-01-09 04.00.00</b>	4,6	3,504260284	30	39,57578506
<b>2019-01-09 05.00.00</b>	4,1	3,688633432	40	35,13092826
<b>2019-01-09 06.00.00</b>	4,1	4,053547813	20	36,74470701
<b>2019-01-09 07.00.00</b>	3,1	3,885789581	20	29,35189497
<b>2019-01-09 08.00.00</b>	1,5	3,273552489	10	25,11973175
<b>2019-01-09 09.00.00</b>	2,1	1,958456677	20	18,53861922
<b>2019-01-09 10.00.00</b>	0	1,78897259	270	18,92945561
<b>2019-01-09 11.00.00</b>	2,1	0,704584574	220	123,1113474
<b>2019-01-09 12.00.00</b>	1	1,285697895	230	161,9607268
<b>2019-01-09 13.00.00</b>	0	1,316821667	270	188,3591575

<b>2019-01-09 14.00.00</b>	1,5	0,335516464	240	220,1047716
<b>2019-01-09 15.00.00</b>	1,5	0,918355639	280	225,8032058
<b>2019-01-09 16.00.00</b>	2,1	1,421630335	280	245,6986924
<b>2019-01-09 17.00.00</b>	2,1	1,78897259	280	257,088262
<b>2019-01-09 18.00.00</b>	3,6	1,990282469	310	263,6084491
<b>2019-01-09 19.00.00</b>	4,1	2,908638108	300	279,8160386
<b>2019-01-09 20.00.00</b>	3,1	3,71803135	330	284,9360717
<b>2019-01-09 21.00.00</b>	2,6	3,273552489	280	300,342115
<b>2019-01-09 22.00.00</b>	3,6	2,631917479	360	288,369983
<b>2019-01-09 23.00.00</b>	2,6	3,076396339	310	314,7829043
<b>2019-01-10 00.00.00</b>	2,1	2,79967571	70	309,1118798
<b>2019-01-10 01.00.00</b>	3,6	2,1580407	90	206,0655646
<b>2019-01-10 02.00.00</b>	3,6	2,908638108	70	155,3912909
<b>2019-01-10 03.00.00</b>	4,6	3,411912803	80	118,0651367
<b>2019-01-10 04.00.00</b>	5,7	4,024149896	50	100,8553585
<b>2019-01-10 05.00.00</b>	3,1	5,033127162	20	78,52829863
<b>2019-01-10 06.00.00</b>	5,1	3,810378831	20	53,27174832
<b>2019-01-10 07.00.00</b>	3,6	4,16251021	220	38,81313057
<b>2019-01-10 08.00.00</b>	4,1	3,915187499	250	113,7025252
<b>2019-01-10 09.00.00</b>	2,6	3,71803135	260	169,0494361
<b>2019-01-10 10.00.00</b>	2,1	2,967433942	230	204,892209
<b>2019-01-10 11.00.00</b>	0	2,1580407	270	212,9361439
<b>2019-01-10 12.00.00</b>	0,5	0,704584574	270	234,1743593
<b>2019-01-10 13.00.00</b>	1,5	0,306118546	290	246,3326008
<b>2019-01-10 14.00.00</b>	2,1	1,086113871	250	261,6094815
<b>2019-01-10 15.00.00</b>	2,1	1,78897259	260	253,7217337
<b>2019-01-10 16.00.00</b>	0	1,990282469	270	253,3645606
<b>2019-01-10 17.00.00</b>	1,5	0,704584574	250	257,3184157
<b>2019-01-10 18.00.00</b>	1	0,431372811	270	254,308463

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Tulungagung, 9 Desember 1995. Dilahirkan dengan nama Aldo Mahendra Putra. Penulis merupakan anak Kedua dari 2 bersaudara. Penulis menempuh Pendidikan formal antara lain di TK Aisyiah, SDN Kepatihan 01, SMPN 2 Tulungagung, dan SMAN 1 Kedungwaru. Pada masa SMA penulis aktif dalam kegiatan ekstrakurikuler bola basket. Pada tahun 2015 penulis diterima di ITS Jurusan Fisika melalui jalur SBMPTN. Penulis mengambil bidang

Instrumentasi. Selama menjalani masa belajar di Fisika ITS, penulis aktif sebagai Asisten Laboratorium Fisika Dasar tahun 2018, penulis juga aktif dalam beberapa organisasi, diantaranya Staf Kesma HIMASIKA ITS 2016/2017, Selain itu penulis juga telah melakukan kerja praktek di laboratorium CEAE (*Center of Excellence on Alternative Energy*), Thailand pada tahun 2018. ([aldohadiwinoto@gmail.com](mailto:aldohadiwinoto@gmail.com))