

**EVALUASI KINERJA SISTEM PREDIKSI MAINTENANCE  
AC MENGGUNAKAN SINGLE-BOARD COMPUTER ROCK64**



**TUGAS AKHIR**

*Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan*

*Untuk menyelesaikan program Strata-1 Departemen Teknik Informatika*

*Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*

*Makassar*

**Disusun Oleh:**

**SAID SYAMIL AMAS**

**D421 15 002**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**  
**EVALUASI KINERJA SISTEM PREDIKSI MAINTENANCE AC**  
**MENGGUNAKAN SINGLE-BOARD COMPUTER ROCK64**

Disusun dan diajukan oleh

**SAID SYAMIL AMAS**  
**D42115002**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 29 Agustus 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



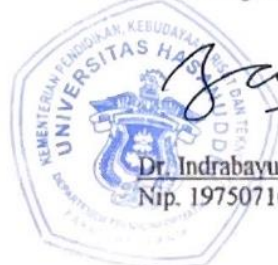
Dr. Adnan, ST., MT.  
Nip. 197404262003121002


Pembimbing Pendamping,



Dr. Amil Ahmad Ilham, S.T., MIT.  
Nip. 197310101998021001

Ketua Program Studi,



  
Dr. Indrabayu, S.T., M.T.  
Nip. 19750716 200212 1 004

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : SAID SYAMIL AMAS  
NIM : D421 15 002  
Program Studi : TEKNIK INFORMATIKA  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **EVALUASI KINERJA SISTEM PREDIKSI MAINTENANCE AC MENGUNAKAN SINGLE-BOARD COMPUTER ROCK64**

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 08 Agustus 2022

Yang Menyatakan



SAID SYAMIL AMAS

## ABSTRAK

*Air Conditioner* (AC) merupakan salah satu alat yang sangat dibutuhkan oleh sebagian besar orang. Perkembangan teknologi yang semakin pesat juga mendorong manusia agar selalu berinovasi dengan berbagai alat guna membuat pekerjaan sehari-hari lebih baik dan nyaman. Salah satu dari inovasi yang dikembangkan manusia adalah *Air Conditioner*. Alat ini mampu untuk mengatur suhu yang ada didalam ruangan kerja menjadi lebih sejuk dan nyaman sehingga pekerjaan bisa menjadi lebih efektif. Akan tetapi, disamping kenyamanan yang diberikan, alat ini juga butuh perlakuan yang rutin guna menjaga agar kinerjanya tetap baik dan tidak boros energi. Prediksi maintenance merupakan salah satu solusi untuk memudahkan kita dalam mengawasi kondisi dari *Air Conditioner* yang digunakan. Dengan menggunakan algoritma regresi model ARIMA maka prediksi *maintenance* dapat dilakukan dengan menggunakan suhu dan arus sebagai parameter data yang diteliti. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan nilai RMSE suhu sebesar 0.085330963 dan nilai MAPE suhu sebesar 0.265774758, sedangkan nilai RMSE arus sebesar 0.014111423 dan nilai MAPE arus sebesar 0.790380342. Rendahnya nilai RMSE dan nilai MAPE yang didapatkan dipengaruhi oleh pergerakan setiap data yang cukup kecil.

**Kata kunci:** *Air Conditioner, prediction, ARIMA, Arduino IDE, RMSE, MAPE*

## ABSTRACT

Air Conditioner (AC) is one tool that is needed by most people. The rapid development of technology also encourages people to always innovate with various tools to make their daily work better and more comfortable. One of the innovations developed by humans is the Air Conditioner. This tool is able to regulate the temperature in the workspace to be cooler and more comfortable so that work can be more effective. However, in addition to the convenience provided, this tool also needs regular treatment to keep its performance good and not wasteful of energy. Prediction maintenance is one solution to make it easier for us to monitor the condition of the Air Conditioner used. By using the ARIMA model regression algorithm, maintenance predictions can be made using temperature and current as the data parameters under study. From the results of the research, the temperature RMSE value is 0.085330963 and the temperature MAPE value is 0.265774758, while the current RMSE value is 0.014111423 and the current MAPE value is 0.790380342. The low RMSE and MAPE values obtained are influenced by the movement of each data which is quite small.

**Keyword:** *Air Conditioner, prediction, ARIMA, Arduino IDE, RMSE, MAPE*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “EVALUASI KINERJA SISTEM PREDIKSI MAINTENANCE AC MENGGUNAKAN SINGLE-BOARD ROCK64” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang Strata-1 pada Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai dengan masa penyusunan tugas akhir. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua penulis, Bapak Drs. Ambomasse dan Ibu Dra. Yu'minun yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat serta selalu sabar dalam mendidik penulis sejak kecil;
2. Bapak Adnan, ST., M.T., Ph.D., selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Amil Ahmad Ilham, ST., M.IT., selaku pembimbing II yang selalu menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan perhatian yang luar biasa untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir;
3. Bapak Dr. Amil Ahmad Ilham, ST., M.IT., selaku Ketua Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingannya selama masa perkuliahan penulis;
4. Teman-teman Hypervisor FT-UH atas dukungan dan semangat yang diberikan selama ini;

5. Segenap Staf dan Dosen Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu penulis.
6. Orang-orang berpengaruh lainnya yang tanpa sadar telah menjadi inspirasi bagi penulis.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT. berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah banyak membantu. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu. Aamiin.

Wassalam

Makassar, 08 Agustus 2022

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	1
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah Penelitian.....	2
1.6. Metode Penulisan .....	2
1.7. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>Air Conditioner</i> .....	5
2.2. Prediksi.....	13
2.3. <i>Maintenance</i> .....	14
2.4. <i>Single-board Rock 64</i> .....	16
2.5. Wemos D1 Mini .....	20



2.6.	Modul DHT11 .....	22
2.7.	PZEM 004T .....	23
2.8.	ARIMA.....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>35</b>
3.1.	Tahapan Penelitian .....	35
3.2.	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	36
3.3.	Instrumen Penelitian.....	36
3.4.	Teknik Pengambilan Data .....	37
3.5.	Perancangan Sistem.....	37
3.6.	Analisis Kerja Sistem .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>41</b>
4.1.	Hasil Penelitian.....	41
4.2.	Pembahasan .....	45
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>51</b>
5.1.	Kesimpulan.....	51
5.2.	Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>54</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Air Conditioner</i> .....	5
Gambar 2. 2 <i>Rock 64</i> .....	17
Gambar 2. 3 <i>Wemos D1 Mini</i> .....	20
Gambar 2. 4 <i>Modul DHT11</i> .....	23
Gambar 2. 5 <i>PZEM 004t-v30</i> .....	24
Gambar 2. 6 <i>Flowchart</i> .....	33
Gambar 4. 1 <i>Grafik Data Awal Suhu</i> .....	41
Gambar 4. 2 <i>Grafik Data Awal Arus</i> .....	42
Gambar 4. 3 <i>Grafik Training Data Suhu</i> .....	42
Gambar 4. 4 <i>Grafik Training Data Arus</i> .....	43
Gambar 4. 5 <i>Grafik Decompose Data</i> .....	46
Gambar 4. 6 <i>Grafik Sifting Data</i> .....	47
Gambar 4.7 <i>Grafik Prediksi Data Suhu</i> .....	47
Gambar 4. 8 <i>Grafik Prediksi Data Arus</i> .....	48
Gambar 4. 9 <i>Perbandingan Data Suhu Aktual dan Data Suhu Prediksi</i> .....	48
Gambar 4. 10 <i>Perbandingan Data Arus Aktual dan Data Arus Prediksi</i> .....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi <i>Single-board Rock64</i> .....	17
Tabel 2. 2 Spesifikasi Wemos D1 Mini .....	20
Tabel 2. 3 Pin out Wemos D1 Mini .....	21
Tabel 2. 4 Spesifikasi Modul DHT11 .....	23
Tabel 2. 5 Spesifikasi PZEM 004T-v30.....	24
Tabel 4. 1 Perbandingan Data Prediksi Suhu dan Data Aktual Suhu .....	43
Tabel 4. 2 Perbandingan Data Prediksi Arus dan Data Aktual Arus .....	44

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

*Heating, Ventilating, and Air Conditioning* (HVAC) merupakan sebuah sistem pemanas atau pendingin untuk bangunan perumahan, komersial, maupun industri. Banyaknya penggunaan AC di gedung-gedung besar biasanya tidak terkontrol sehingga membuat tagihan listrik melonjak. Untuk memonitoring hal tersebut, dibutuhkan sebuah perangkat yang nantinya akan menghitung besar energi yang digunakan setiap AC yang ada di gedung.

*Single-board computer* merupakan suatu perangkat yang memiliki ukuran kecil tetapi dapat digunakan untuk banyak hal. Penggunaan *single-board computer* telah banyak digunakan dalam berbagai bidang keilmuan, terutama dalam bidang Teknik Informasi. *Single-board computer* memiliki kemampuan untuk menerima data dari sensor-sensor yang ada untuk di proses lebih lanjut. Dalam penelitian ini, peneliti mencoba untuk merancang sistem yang dapat memonitoring penggunaan daya pada setiap AC yang ada dalam kompleks gedung dan menguji kinerja dari *single-board computer* yang akan digunakan. Nantinya dari data sensor tersebut kita dapat menentukan kapan sebuah AC akan melakukan *maintenance*.

### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

- a. Seberapa baik sistem prediksi dalam memproses data menggunakan *single-board computer rock64*.

- b. Bagaimana cara menganalisis data untuk menentukan bahwa AC perlu *dimaintenance*?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan akhir dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui kinerja sistem prediksi dalam memprediksi data menggunakan *single-board rock64*.
- b. Untuk mengetahui bagaimana cara data dianalisis untuk menentukan bahwa AC perlu *maintenance*.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan manfaat yang didapatkan adalah:

- a. Bagi mahasiswa, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk mencari cara mengolah data yang paling cocok untuk digunakan.
- b. Bagi institusi pendidikan, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi ilmiah untuk penelitian-penelitian terkait.

### **1.5. Batasan Masalah Penelitian**

Yang menjadi batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

- a. Pengaturan suhu pada *Air Conditioner* konstan di 25 derajat *celcius*.
- b. Variabel data untuk prediksi berupa arus dan suhu.

### **1.6. Metode Penulisan**

Terdapat beberapa metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data dilakukan dengan cara menggunakan *module* sensor DHT11 dan PZEM 004Tv30

## 2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan informasi yang terkait dengan penelitian ini dari berbagai sumber seperti buku, internet, dan sumber lainnya.

## 3. Diskusi dan Konsultasi

Diskusi dan konsultasi dilakukan dengan mengadakan tanya jawab secara langsung kepada dosen pembimbing dan pihak-pihak profesional lainnya yang berhubungan dengan penelitian ini.

### **1.7. Sistematika Penulisan**

Untuk memberikan gambaran singkat mengenai isi tulisan secara keseluruhan, maka akan diuraikan beberapa tahapan dari penulisan secara sistematis, yaitu:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan secara umum mengenai hal yang menyangkut latar belakang, perumusan masalah dan bahasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi teori-teori tentang hal-hal yang berhubungan dengan *Air Conditioner*, prediksi, *Maintenance*, *Arima*, *Rock64*, *Wemos D1 Mini*, *Dht11*, dan *Pzem004t*

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang tahapan penelitian, instrument penelitian, dan cara kerja sistem yang dirangkai.

#### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil pengolahan data serta pembahasan yang disertai tabel hasil penelitian.

#### BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. *Air Conditioner***

Air conditioner adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengkondisikan udara dan juga untuk penyejuk udara didalam ruangan. Pemakaian AC ditujukan untuk mendapatkan temperatur udara yang diharapkan (dingin atau sejuk) dan nyaman bagi badan. Bukan hanya membuat udara jadi lebih sejuk, namun juga dapat meningkatkan kualitas, dan mengurangi gejala alergi dan gejala asma. Air conditioner banyak dipakai pada wilayah yang beriklim tropis dengan kondisi suhu udara yang relatif tinggi (panas), sesuai wilayah di Indonesia.



**Gambar 2. 1 *Air Conditioner***

Udara merupakan zat yang tak terpisahkan dari kehidupan di dunia, demikian juga dengan air. Udara dan air sangat penting bagi berlangsungnya kehidupan manusia. Setiap makhluk hidup membutuhkan udara dengan komposisi yang sesuai bagi kondisi tubuhnya. Udara tersusun atas nitrogen, oksigen, dan zat yang lain dimana komposisi udara dapat berubah secara signifikan di alam ini. Gas oksigen merupakan gas yang paling dibutuhkan manusia, disamping berbagai jenis gas yang lain. Kondisi lingkungan saat ini menunjukkan bahwa tingkat polusi udara sangat tinggi sehingga mengakibatkan terganggunya kesehatan manusia. Tingkat



pencemaran udara yang tinggi inilah yang menuntut manusia untuk beralih dari sistem penyegaran ruangan alami menuju sistem penyegaran udara buatan. Sistem penyegaran udara atau Air Conditioning (AC) merupakan instrumen yang saat ini banyak dipergunakan manusia untuk mengatasi masalah kenyamanan ruangan (Sunarno, 2005).

### **2.1.1 Komponen AC**

Sistem tata udara atau *Air Conditioner* terdiri dari beberapa komponen yang masing-masing dihubungkan dengan menggunakan pipa-pipa tembaga atau selang pada akhirnya merupakan sebuah sistem yang bekerja secara serempak(simultan).

Komponen-komponen yang digunakan pada sistem tata udara adalah sebagai berikut:

#### **1. Kompresor**

Kompresor merupakan jantung dari sistem pendingin ruangan dan refrigerasi. Sebagaimana jantung pada tubuh manusia yang memompa darah keseluruh tubuh. Kompresor menekan bahan pendingin ke-semua bagian dari sistem. Pada sistem pendingin kompresor bekerja membuat perbedaan tekanan, sehingga bahan pendingin dapat mengalir dapat mengalir dari suatu bagian ke-bagian lain dari sistem. Karena adanya perbedaan tekanan antara sisi tekanan tinggi dan sisi tekanan rendah, maka bahan pendingin cair dapat mengalir melalui alat pengatur bahan pendingin (pipa kapiler) ke *evaporator*.

Adapun fungsi dari kompresor adalah:

- a. Mensirkulasikan bahan pendingin (*refrigerant*).
- b. Meningkatkan tekanan agar bahan pendingin (*refrigerant*) dapat berkondensasi pada kondisi ruangan.
- c. Mempertahankan tekanan yang konstan pada *evaporator*.
- d. Untuk menghisap gas tekanan rendah dan suhu rendah dari *evaporator* dan kemudian menekan gas tersebut, sehingga menjadi gas dengan tekanan dan suhu tinggi lalu dialirkan ke kondensor.
- e. Menciptakan perbedaan tekanan antara daerah tekanan tinggi dan daerah tekanan rendah.

Pada kemampuan motor daya kompresor, tenaga yang dihasilkan dalam daya kuda disebut dengan *House Power* (HP) dalam satuan *watts*. Adapun efisiensi tenaga energi yang dihasilkan kompresor, sebanding dengan kapasitas pendingin dan daya kompresor atau disebut *Energy Efficiency Ratio* (EER).

## 2. Kondensor

Kondensor adalah suatu alat yang berfungsi untuk membuang udara panas dari *AC refrigerator* pada temperatur dan tekanan tinggi, sehingga digunakan untuk mencairkan uap / gas *refrigerant* dan membuang udara panas keluar. Kondensor akan mengubah uap *refrigerant* tekanan tinggi tersebut menjadi cairan tekanan tinggi dengan adanya medium pendingin pada kondensor (udara maupun air). Jadi panas dari ruangan dan panas dari kompresor akan diserap medium pendingin.

Kondensor dibagi menjadi tiga macam tergantung dari medium yang digunakannya yaitu:

- a. Kondensor dengan pendingin udara (*air cooled*).
- b. Kondensor dengan pendingin air (*water cooled*).
- c. Kondensor dengan pendingin campuran udara dan air (*evaporative*).

Kondensor dengan pendingin udara biasanya dibuat oleh pabrik agar suhu kondensasinya berkisar antara 30° C – 50° C diatas suhu udara sekitar. Melepaskan panas yang diserap *refrigerant* di *evaporator* dan panas yang terjadi selama panas kompresor, yang lazimnya dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_c = Q_o + W_t \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:  $Q_c$  = Panas yang dilepaskan kondensor

$Q_o$  = Panas yang diserap *evaporator*

$W_t$  = Panas proses kompresor

### 3. Flow Control

Setelah *refrigerant* terkondensasi di kondensator, *refrigerant* cair tersebut masuk ke-katup ekspansi yang menontrol jumlah *refrigerant* yang masuk ke-*evaporator*.

Fungsi pipa kapiler yaitu:

- a. Menurunkan tekanan bahan pendingin cair yang mengalir didalamnya.
- b. Mengatur jumlah bahan pendingin cair yang mengalir melaluinya.
- c. Membangkitkan tekanan bahan pendingin kondensator.

Sistem yang menggunakan pipa kapiler berbeda dengan yang menggunakan keran ekspansi atau keran pelampung. Pipa kapiler tidak dapat menahan atau menghentikan aliran bahan pendingin pada waktu kompresor sedang bekerja maupun saat kompresor sedang berhenti bekerja. Saat kompresor dihentikan, *refrigerant* yang melalui pipa kapiler akan mulai menguap. Selanjutnya berlangsung proses penguapan yang sesungguhnya ke-*evaporator*. Jika *refrigerant* mengandung uap air, maka uap air akan membeku dan menyumbat pipa kapiler. Agar kotoran tidak menyumbat pipa kapiler, maka pada saluran masuk pipa kapiler dipasang saringan yang disebut *strainer*. Ukuran diameter dan panjang pipa kapiler dibuat sedemikian rupa, sehingga *refrigerant* cair harus menguap pada akhir *evaporator*. Jumlah *refrigerant* yang berbeda dalam sistem juga menentukan sejauh mana *refrigerant* di dalam *evaporator* berhenti menguap, sehingga pengisian *refrigerant* harus cukup agar dapat menguap sampai ujung *evaporator*. Jika pengisian kurang, maka akan terjadi pembekuan pada sebagian *evaporator*, dan jika pengisian berlebihan, maka ada kemungkinan *refrigerant* cair akan masuk ke kompresor yang akan mengakibatkan rusaknya kompresor. Jadi sistem pipa kapiler mensyaratkan suatu pengisian jumlah *refrigerant* yang tepat.

#### 4. Evaporator

*Evaporator* adalah alat penyerap panas dari udara atau benda dan mendinginkan media sekitarnya. Penyerapan kalor ini menyebabkan

*refrigerant* mendidih dan merubah wujud cair menjadi uap (kalor/panas laten).

Panas yang dipindahkan yaitu:

- a. Panas *sensibel* (perubahan temperatur). Temperatur *refrigerant* yang memasuki *evaporator* dari katup ekspansi harus demikian sampai temperatur jenuh penguapan (*evaporator saturation temperature*). Setelah terjadi penguapan, temperatur uap yang meninggalkan *evaporator* harus juga dinaikkan untuk mendapatkan kondisi uap panas lanjut (*super-heated vapor*).
- b. Panas laten (perubahan wujud). Perpindahan panas terjadi penguapan *refrigerant*. Untuk terjadinya perubahan wujud, diperlukan panas laten. Dalam hal ini, perubahan wujud tersebut adalah dari cair menjadi uap atau menguap (evaporasi). *Refrigerant* akan menyerap panas dari ruang sekelilingnya. Adanya proses perpindahan panas pada *evaporator* dapat menyebabkan perubahan wujud dari cair menjadi uap.

Kapasitas *evaporator* adalah kemampuan *evaporator* untuk menyerap panas dalam periode tertentu dan sangat ditentukan oleh perbedaan temperatur *evaporator* (*evaporator temperature difference*). Perbedaan temperatur *evaporator* adalah perbedaan antara temperatur jenis *evaporator* (*evaporator saturation temperature*) dengan substansi / benda yang diinginkan.

Kemampuan memindahkan panas dan konstruksi *evaporator* (ketebalan, panjang dan sirip) akan sangat mempengaruhi *evaporator*.

## 5. *Refrigerant*

*Refrigerant* adalah zat pembawa kalor selama sirkulasinya dan akan menyerap kalor pada tekanan dan suhu yang rendah pada *evaporator* dan kemudian dimanfaatkan oleh kompresor menjadi tekanan dan suhu tinggi untuk selanjutnya melalui kondensor akan dibuang panasnya dan tekanannya diturunkan. Banyak zat yang digunakan sebagai *refrigerant* antara lain *Ammonia*, *Metyl Chloride*, *R-12*, *R-22*, *R134a* dan lain-lain.

Sifat-sifat yang dikehendaki dari suatu *refrigerant* yaitu:

- a. Kalor laten penguapan harus tinggi
- b. Tekanan pengembangnya rendah, sebab *refrigerant* dengan tekanan kondensasi tinggi memerlukan kompresor yang besar.
- c. Tekanan penguapannya lebih tinggi dari tekanan atmosfer, sehingga jika terjadi kebocoran, udara luar tidak dapat masuk ke dalam sistem.
- d. Stabil, tidak bereaksi dengan material yang digunakan, tidak korosif.
- e. Tidak beracun dan berbau.
- f. Tidak mudah terbakar dan meledak.
- g. Mudah didapat dan harganya terjangkau.

Untuk setiap mesin pendingin, *refrigerant* yang digunakan berbeda-beda tergantung pada kapasitas / penggunaannya, jenis kompresor dan lain-

lainnya. Kadang-kadang satu tipe *refrigerant* cocok untuk beberapa penggunaan.

#### 6. *Fan Motor*

*Fan motor* berfungsi untuk memutar daun kipas dan *blower*. Selain itu, *fan* juga berfungsi untuk menghembuskan udara baik udara segar atau udara yang dikondisikan kedalam ruangan dan menghembuskan udara panas keluar.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi ruangan, yaitu:

1. Suhu / temperatur
2. Kelembaban udara
3. Distribusi udara / kecepatan gerak udara
4. Kebersihan udara

Tata udara (*Air Conditioning*) adalah ilmu praktik dalam usaha untuk mengembangkan iklim yang terkendali dalam suatu ruangan (*indoor space*).

Fungsi sistem tata udara adalah:

1. Mengatur temperatur agar tetap stabil pada level yang diharapkan
2. Mengatur kelembaban udara (*humidity* atau *moisture content*)
3. Mengatur kecepatan sirkulasi udara dan tekanan udara ruangan (*air movement*).
4. Mengatur jumlah partikel didalam ruangan atau menjaga kebersihan udara dengan kualitas yang telah ditentukan (*air purity*).

### **2.1.2 Prinsip kerja Air Conditioner (AC)**

Kompresor AC yang ada pada sistem tata udara digunakan sebagai alat untuk memanfaatkan *fluida (refrigerant)*, jadi *refrigerant* yang masuk ke dalam kompresor AC dialirkan ke kondensor yang kemudian dimampatkan di kondensor. Di bagian kondensor ini, *refrigerant* yang di mampatkan akan berubah fase uap menjadi cair, maka *refrigerant* mengeluarkan kalor yaitu kalor penguapan yang terkandung di dalam *refrigerant*. Adapun besarnya kalor yang dilepaskan oleh kondensor adalah jumlah energi kompresor yang diperlukan dan energi kalor yang diambil *evaporator* dari substansi yang akan didinginkan. Pada kondensor, tekanan *refrigerant* yang berada dalam pipa-pipa kondensor relatif jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan *refrigerant* yang berada pada pipa-pipa *evaporator*.

Prinsip pendingin udara pada AC melibatkan siklus *refrigerant*, yakni udara didinginkan oleh *refrigerant* / pendingin (*freon*) ditekan menggunakan kompresor sampai tekanan tertentu dan suhunya naik, kemudian didinginkan oleh udara lingkungan sehingga mencair. Proses tersebut berjalan berulang-ulang sehingga menjadi siklus yang disebut siklus pendinginan pada udara yang berfungsi mengambil kalor dari udara dan membebaskan kalor ini ke luar ruangan.

## **2.2. Prediksi**

Prediksi adalah suatu proses memeperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antara sesuatu yang



terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Prediksi tidak harus memberika jawaban secara pasti kejadian yang terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi (Herdianto, 2013 : 8).

Di dalam mengolah sebuah citra, terdapat berbagai algoritma yang dapat diterapkan untuk menghasilkan keluaran yang lebih baik. Keluaran yang baik akan mempengaruhi hasil dari proses yang akan dilakukan selanjutnya.

### **2.3. Maintenance**

*Maintenance* atau perawatan meruapakan suatu fungsi yang sama pentingnya dengan produksi pada suatu perusahaan atau pabrik. Hal ini karena peralatan atau fasilitas yang digunakan memerlukan pemeliharaan atau perawatan agar peralatan atau fasilitas dapat digunakan terus guna memperlancar kegiatan produksi.

Berikut adalah pengertian pemeliharaan dari beberapa sumber :

1. Menurut Dhillon (2002) perawatan merupakan semua tindakan yang dilakukan untuk mempertahankan atau mengembalikan item atau peralatan kekeadaan tertentu.
2. Menurut Assauri (2008) perawatan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memelihara dan menjaga peralatan atau fasilitas dan mengadakan perbaikan atau penggantian sehingga dapat memperoleh suatu kegiatan proses produksi yang memuaskan dan sesuai dengan yang direncanakan.
3. Menurut Ngaaduyono (2010) kegiatan perawatan meliputi *maintenance*, *repair* dan *overhaul*. Jadi perawatan dapat didefinisikan sebagai semua tindakan yang bertujuan untuk mempertahankan atau memulihkan komponen atau mesin

kekeadaan ideal sehingga dapat menjalankan fungsinya sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

4. Menurut Ginting(2009) pemeliharaan adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk menjamin kelangsungan fungsional mesin atau sistem.

#### 2.3.1. Istilah dalam *Maintenance* (Perawatan)

##### 2.3.1.1. *Inspection* (Inspeksi)

Inspeksi adalah aktivitas pengecekan untuk mengetahui keberadaan atau kondisi dari fasilitas produksi. Inspeksi biasanya berupa aktivitas yang membutuhkan panca indra dan analisis yang kuat dari setiap pelaksana, bahkan ada pula yang melakukannya dengan menggunakan alat bantu, sehingga kesimpulan yang dihasilkan dapat lebih mendekati nyata (akurat).

##### 2.3.1.2. *Repair* (Perbaikan)

Repair adalah aktivitas yang dilakukan untuk mengembalikan kondisi mesin yang mengalami gangguan, sehingga dapat beroperasi seperti sebelum terjadi gangguan tersebut, dimana prosesnya hanya dilakukan untuk perbaikan yang sifatnya kecil (perbaikan setempat). Biasanya *repair* tidak terlalu banyak mengganggu kontinuitas proses produksi.

##### 2.3.1.3. *Overhaul* (Perbaikan Menyeluruh)

*Overhaul* adalah aktivitas perbaikan menyeluruh. Aktivitas ini memiliki makna yang sama dengan *repair*, akan tetapi memiliki ruang lingkup yang lebih besar. Perawatan *Overhaul* dilakukan apabila kondisi

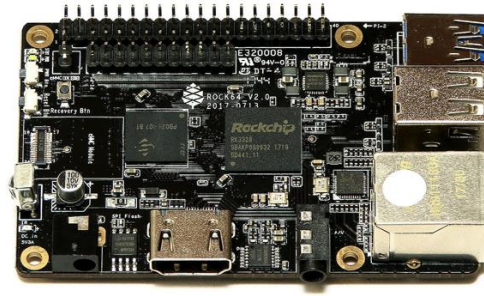
mesin atau fasilitas berada dalam keadaan rusak parah, namun masih memungkinkan untuk mencapai kondisi optimal jika dilakukan perbaikan.

#### 2.3.1.4. *Replacement* (Penggantian)

*Replacement* adalah aktivitas penggantian mesin. Biasanya mesin yang memiliki kondisi yang lebih baik akan menggantikan mesin sebelumnya. *Replacement* dilakukan jika kondisi alat sudah tidak memungkinkan lagi untuk beroperasi atau sudah melewati umur penggunaan. *Replacement* membutuhkan investasi yang besar bagi perusahaan, sehingga alternatif ini biasanya menjadi pilihan terakhir setelah *repair* atau *overhaul*.

### 2.4. ***Single-board Rock 64***

*Single-board rock64* adalah sebuah komputer tunggal yang dibekali dengan CPU Rockchip RK3328 Quat-Core ARM Cortex A53 64-bit dan memori RAM LPDDR3 1866MHz hingga 4GB. Komputer tunggal ini memiliki soket eMMC, slot kartu MicroSD, Bus Pi-2, Bus Pi-P5+, USB 3.0 dan banyak pin yang bisa diintegrasikan dengan sensor dan perangkat lainnya. *Rock64* ini bisa menggunakan Sistem Operasi Linux, BSD dan Android yang telah disediakan di *website* resmi dari *Pine64*.



**Gambar 2. 2 Rock 64**

**Tabel 2. 1 Spesifikasi Single-board Rock64**

<p>Arsitektur CPU</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Quad-core Cortex-A53 up to 1.5GHz CPU</u></li> <li>• Full implementation of the ARM architecture v8-A instruction set</li> <li>• ARM Neon Advanced SIMD (single instruction, multiple data) support for accelerated media and signal processing computation</li> <li>• ARMv8 Cryptography Extensions</li> <li>• In-order pipeline with symmetric dual-issue of most instructions</li> <li>• Unified system L2 cache</li> <li>• Include VFP v3 hardware to support single and double-precision operations</li> <li>• Integrated 32KB L1 instruction cache, 32KB L1 data cache with 4-way set associative</li> <li>• TrustZone technology support</li> <li>• Full CoreSight debug solution</li> </ul>
-----------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• One separate power domains for CPU core system to support internal power switch and externally turn on/off based on different application scenario</li> <li>• PD_A53: Cortex-A53 + Neon + FPU + L1 I/D Cache of core 2/3</li> <li>• One isolated voltage domain to support DVFS</li> </ul>
Arsitektur GPU	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#"><u>ARM Mali-450MP2 Dual-core GPU</u></a></li> <li>• OpenGL ES 1.1 and 2.0, OpenVG1.1</li> </ul>
Sistem Memori	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LPDDR3 RAM Memory Variants: 1GB, 2GB and 4GB.</li> </ul>
Video	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digital Video output up to 4K@60Hz</li> <li>• 4K HDR @ 60fps</li> <li>• H.264/AVC Base/Main/High/High10 profile @ level 5.1; up to 4Kx2K @ 60fps</li> <li>• H.265/HEVC Main/Main10 profile @ level 5.1 High-tier; up to 4Kx2K @ 60fps</li> <li>• VP9, up to 4Kx2K @ 60fps</li> <li>• MPEG-1, ISO/IEC 11172-2, up to 1080P @ 60fps</li> <li>• MPEG-2, ISO/IEC 13818-2, SP@ML, MP@HL, up to 1080P @ 60fps</li> </ul>

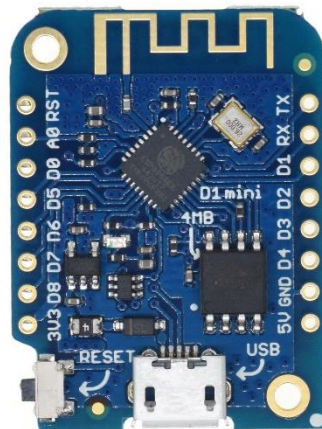
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MPEG-4, ISO/IEC 14496-2, SP@L0-3, ASP@L0-5, up to 1080P @ 60fps</li> <li>• VC-1, SP@ML, MP@HL, AP@L0-3, up to 1080P @ 60fps</li> <li>• MVC is supported based on H.264 or H.265, up to 1080P @ 60fps</li> </ul>
Audio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.5mm A/V Jack (Composite Video Output and RCA Stereo support using conversion cable)</li> </ul>
Jaringan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10/100/1000Mbps Ethernet</li> <li>• WiFi 802.11 b/g/n with Bluetooth 4.0 (optional USB dongle)</li> </ul>
Penyimpanan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• microSD - bootable, support SDHC and SDXC, storage up to 256GB</li> <li>• eMMC - bootable (optional eMMC Module)</li> <li>• 128Mbit (16MB) on-board SPI flash memory (empty by default) - bootable?</li> <li>• 1 USB3.0 Dedicated Host port</li> <li>• 2 USB2.0 Dedicated Host port (top one is USB-OTG)</li> </ul>
Port	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2x20 pins "Pi2" GPIO Header</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2x11 pins "Pi P5+" GPIO Header (with 2nd 10/100Mbps Ethernet pins)</li> </ul>
--	--

## 2.5. Wemos D1 Mini

*Wemos D1 Mini* merupakan sebuah modul *microcontroller* yang berbasis WiFi dari keluarga ESP8266 yang dapat diprogram untuk menjalankan fungsi yang telah ditanamkan di Wemos D1 Mini. Salah satu software yang digunakan untuk menuliskan program kedalam Wemos D1 Mini adalah Arduino IDE.

Kelebihan dari Wemos D1 Mini dibandingkan dengan module *microcontroller* berbasis ESP8266 lainnya yaitu adanya *module shield* untuk mendukung hardware *plug and play*.



**Gambar 2. 3 Wemos D1 Mini**

**Tabel 2. 2 Sepsifikasi Wemos D1 Mini**

Tegangan Operasi	3.3V
------------------	------

Pin Digital I/O	11
Pin Analog	1(3,2 Max)
Kecpatan	80/160 MHz
Flash	4M Bytes
Ukuran	34.2 mm x 25,6mm
Berat	3g

**Tabel 2. 3 Pin out Wemos D1 Mini**

Pin	Fungsi	ESP-8266 Pin
TX	TXD	TXD
RX	RXD	RXD
A0	Analog Input, max 3.2V	A0
D0	IO	GPIO16
D1	IO, SCL	GPIO5
D2	IO, SDA	GPIO4
D3	IO, 10k Pull-up	GPIO0
D4	IO, 10k Pull-up, BUILTIN_LED	GPIO2



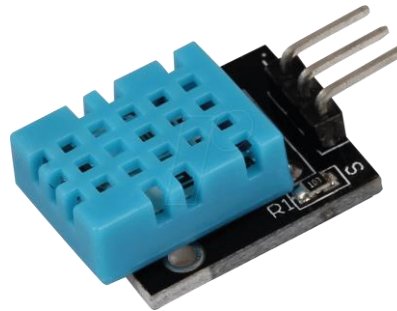
D5	IO, SCK	GPIO14
D6	IO, MISO	GPIO12
D7	IO, MOSI	GPIO13
D8	IO, 10k Pull-down, SS	GPIO15
G	Ground	GND
5V	5V	-
3V3	3.3V	3.3V
RST	Reset	RST

## 2.6. Modul DHT11

Modul DHT11 merupakan sebuah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi suhu dan kelembaban udara pada suatu tempat atau wilayah tertentu. Sensor ini memiliki output berupa sinyal digital yang sudah terkalibrasi. Keunggulan dari modul DHT11 ini antara lain memiliki kualitas pembacaan dan sensing yang sangat baik, responsif (cepat dalam pembacaan kondisi ruangan) serta tidak mudah terintervensi.

Modul DHT11 dapat mengukur dua parameter lingkungan, yaitu suhu (*temperature*) dan kelembaban udara (*humidity*). Dalam modul sensor ini terdapat sebuah *thermistor* type NTC (*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembaban tipe resistif dan sebuah mikrokontroler 8-bit yang

mengolah kedua sensor tersebut dan mengirim hasilnya ke pin output dengan format *single-wire bi-directional* (kabel tunggal dua arah).



**Gambar 2. 4 Modul DHT11**

**Tabel 2. 4 Spesifikasi Modul DHT11**

Tegangan Input	3,5 – 5 VDC
Sistem Komunikasi	Serial (Single – Wire Two Way)
Range Suhu	0°C – 50°C
Range Kelambaban	20% - 90% RH
Akurasi	± 2° C (Temperature) ± 5% RH (humidity)
Sensitivitas	T = 0,1 °C; H = 1 %RH

## 2.7. PZEM 004T

PZEM-004T adalah hardware yang berfungsi untuk mengukur parameter dari tegangan, arus, daya aktif, dan konsumsi daya (wh). Modul ini juga melayani semua persyaratan dasar pengukuran PZEM-004T ini sebagai papan terpisah. Dimensi fisik papan PZEM-004T adalah 3,1 × 7,4 cm. Modul PZEM-004T dibundel dengan

kumparan transformator arus berdiameter 33mm. Pengkabelan dari modul ini memiliki 2 bagian, yaitu pengkabelan terminal masukan tegangan dan arus, serta pengkabelan komunikasi serial.

Modul ini dilengkapi dengan antarmuka komunikasi data serial TTL melalui port serial yang dapat dibaca dan mengatur parameter yang relevan, tetapi jika ingin menggunakan perangkat dengan USB atau RS232 (seperti komputer) untuk berkomunikasi, maka PZEM-004T ini harus dilengkapi dengan adaptor TTL yang berbeda (kebutuhan komunikasi USB dengan pelat adaptor TTL ke USB)



**Gambar 2. 5 PZEM 004t-v30**

**Tabel 2. 5 Spesifikasi PZEM 004T-v30**

Power (0 – 22 kW)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 - 10kW dalam format tampilan 0.000 hingga 9.999</li> <li>• 10 - 22kW format tampilan 10.00 hingga 22.00</li> </ul>
Daya (0 – 9999kWh)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 - 10kWh dalam format tampilan 0,000 hingga 9,999</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 - 100kWh dalam format tampilan 10,00 hingga 99,99</li> <li>• 100 - 1000kWh dalam format tampilan 100,0 hingga 999,9</li> <li>• 1000 - 9999kWh dan di atas format tampilan dari 1000 hingga 9999</li> </ul>
Tegangan (80 – 260 V AC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Format tampilan 110.0 V - 220.0 V.</li> </ul>
Arus (0 – 100A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Format tampilan 00.00 hingga 99.99</li> </ul>

## 2.8. ARIMA

Model ARIMA adalah model yang secara penuh mengabaikan independen variabel dalam pembuatan peramalan. ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. namun untuk peramalan jangka panjang ketepatan peramalannya kurang baik. Tujuan ARIMA adalah untuk menentukan hubungan statistik yang baik antar variabel yang diramal dengan nilai historis variabel tersebut sehingga peramalan dapat dilakukan dengan model tersebut.

ARIMA digunakan untuk suatu variabel (univariate) deret waktu. Untuk mempermudah dalam menghitung model ARIMA dapat digunakan berbagai aplikasi diantaranya EViews, Minitab, SPSS, dan lain-lain.

### 2.8.1. Deret Berkala

Deret berkala atau *time series* adalah rangkaian observasi atau pengamatan yang diambil pada waktu yang berurutan. Waktu pengambilan data dapat berupa periode detik, hari, tahun, dan satuan waktu lainnya. Contoh data deret berkala adalah jumlah barang yang dikirim dari pabrik setiap bulan, jumlah kecelakaan di jalan setiap minggunya, jumlah curah hujan harian dan pengamatan per jam pada proses kimia (Box, Jenkins, Reinsel, & Ljung, 2016).

### 2.8.2. Stasioneritas Data

Proses ramalan dilakukan apabila data deret berkala telah stasioner. Data bersifat stasioner apabila varian, rata-rata, dan *auto-correlation* bersifat konstan dari waktu ke waktu. Penggunaan stasioneritas data dapat dilakukan dengan menggunakan *Augmented Dickey Fuller Test* atau ADF test (Smith, 2018).

### 2.8.3. Model ARIMA

Model *Auto-Regressive Integrated Moving Average* (ARIMA) adalah kelas model paling umum untuk peramalan data deret berkala yang dapat dibuat menjadi stasioner dengan melakukan diferensiasi dan mungkin bersamaan dengan transformasi nonlinier seperti *logging* atau *deflating* jika diperlukan. *Lags* dari deret stasioner dalam persamaan peramalan disebut dengan istilah "*autoregressive*", *Lags* dari kesalahan peramalan disebut dengan istilah "*moving average*". Dan sebuah deret berkala yang membutuhkan proses pembedaan untuk membuat deret tersebut menjadi stasioner disebut sebagai "*integrated*" dari deret stasioner. Model *randome-*

*walk, random trend, autoregressive, dan exponential smoothing* adalah kasus-kasus model ARIMA (Nau, 2018).

### 2.8.3.1. Klasifikasi Model ARIMA

Model ARIMA dibagi dalam 3 unsur, yaitu: model autoregresif(AR), moving average(MA), dan Integreted(I). ketiga unsur ini bisa dimodifikasi sehingga membentuk model baru. misalnya model autoregresif dan moving average (ARMA). namun, apabila mau dibuat dalam bentuk umumnya menjadi ARIMA(p,d,q). p menyatakan ordo AR, d menyatakan ordo Integreted dan q menyatakan ordo moving average. apabila modelnya menjadi AR maka model umumnya menjadi ARIMA(1,0,0). untuk lebih jelasnya berikut dijelaskan untuk masingmasing unsur :

#### a. Aoutoregresif (AR)

Proses *autoregressif* memiliki arti regresi pada diri sendiri. Lebih spesifik, proses

$$X_t = \mu' + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :  $\mu'$  = Suatu konstanta

$\phi_p$  = Parameter autoregresif ke-p

$e_t$  = nilai kesalahan pada  $t$

Maksud dari *autoregresif* yaitu nilai X dipengaruhi oleh nilai x periode sebelumnya hingga periode ke-p. Jadi variabel adalah hal yang sangat berpengaruh.

b. *Moving Average* (MA)

Bentuk umum dari model moving average dengan ordo q (MA(q)) atau model ARIMA(0,0,q) dinyatakan sebagai berikut:

$$X_t = \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :  $\mu'$  = Suatu konstanta

$\theta_1$  sampai  $\theta_q$  adalah parameter-parameter *moving average*

$e_{t-k}$  = nilai kesalahan pada saat  $t - k$

Maksud dari *moving average* yaitu nilai variabel x dipengaruhi oleh error dari variabel x tersebut.

c. *Integrated* (I)

Bentuk umum dari model integrated dengan ordo d (I(d)) atau model ARIMA(0,d,0). integrated disini adalah menyatakan difference dari data. maksudnya bahwa dalam membuat model ARIMA syarat keharusan yang harus dipenuhi adalah stasioneritas data. apabila data stasioner pada level maka ordonya sama dengan 0, namun apabila stasioner pada different pertama maka ordonya 1, dst.

Model ARIMA dibagi dalam 2 bentuk, yaitu model ARIMA tanpa musiman dan model ARIMA musiman. model ARIMA tanpa musiman merupakan model ARIMA yang tidak dipengaruhi oleh faktor waktu musim. bentuk umum dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$(1 - B)(1 - \phi_1 B)X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t \dots \dots \dots (4)$$

Sedangkan ARIMA musiman merupakan model ARIMA yang dipengaruhi oleh faktor waktu musim. Model ini biasa disebut *Seasonal ARIMA(SARIMA)*. bentuk umum dinyatakan sebagai berikut:

$$(1 - B)(1 - B^{12})X_t = (1 - \theta_1 B)(1 - \Theta_1 B^{12})e_t \dots\dots\dots (5)$$

Tapi untuk menggunakannya dalam peramalan mengharuskan dilakukan suatu penjabaran dari persamaan tersebut dan menjadikannya sebuah persamaan regresi yang lebih umum. Untuk model diatas bentuknya adalah:

$$X_t = X_{t-1} + X_{t-12} - X_{t-13} + e_t - \theta_1 e_{t-12} + \theta_1 \Theta_1 e_{t-13} \dots(6)$$

Untuk meramalkan satu periode ke depan, yaitu  $X_{t+1}$  maka seperti pada persamaan berikut:

$$X_{t+1} = X_t + X_{t-11} - X_{t-12} + e_{t+1} - \theta_1 e_{t-11} + \theta_1 \Theta_1 e_{t-12} \dots (7)$$

### 2.8.3.2. Tahap pembuatan model ARIMA dan SARIMA

ARIMA dan SARIMA merupakan metode analisis time series, hal yang penting yang perlu diperhatikan dalam menganalisis data time series adalah ketepatan model. Meskipun ARIMA & SARIMA tampaknya lebih modern dibandingkan metode lainnya, karena model persamaannya yang complicated dan terkesan high class, namun persamaan yang diperoleh tetap harus dibandingkan dengan analisis lainnya. Model yang baik adalah model yang memiliki nilai MSE atau MSD yang paling kecil.



Adapun tahap-tahapan pembuatan model ARIMA dapat dilihat pada **Gambar 2.6** . tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

#### 1. Identifikasi

Identifikasi data yang akan kita proses apakah mengandung tren, atau seasonal. Arima Sarima mensyaratkan data yang diproses harus stasioner. Stasioner dalam istilah saya artinya data berfluktuatif dalam nilai tertentu, tidak menunjukkan tren kenaikan atau penurunan. Jika ternyata data menunjukkan adanya tren, kita lakukan differencing atau pembedaan. Pembedaan pertama atau jika diperlukan pembedaan kedua. Tujuannya? Agar data menjadi stasioner.

#### 2. Pendugaan parameter (Estimasi)

Setelah data kita pastikan stasioner, kita mulai mengestimasi model Arima atau Sarima. Cara estimasinya dengan cara mengamati ACF dan PACF. Apa itu? ACF merupakan singkatan dari *Autocorrelation Function*, yang mengindikasikan nilai *autoregressive*. PACF merupakan singkatan *Partial Autocorrelation Function*, yang mengindikasikan nilai *Moving Average*. Dalam menentukan data mengandung *Autoregressive* (AR) atau *Moving Average* (MA) adalah melihat pola atau perilaku ACF dan PACFnya. Hal yang perlu dipahami dalam bagian ini adalah kita harus mengerti

mana pola yang dikatakan *Cut Off*, dan mana pola yang dikatakan *dying down*.

Pola *cut off* terjadi apabila data mendekati nilai 0 pada *lag* – *lag* awal atau terlihat gambar yang langsung menurun drastis (*cut off*). Sedangkan *dying down* biasanya terlihat menurun perlahan-lahan mendekati nilai 0. Belum ada kepastian berapa *lag* yang termasuk dalam *lag* awal, ada yang menjelaskan 5 data awal, ada juga yang menjelaskan 10 data awal. Namun biasanya kita melihat pola dari gambar sudah dapat diketahui apakah itu menurun perlahan atau langsung drastis/*cut off*.

Biasanya pada pola *cut off*, nilai  $|T|$  langsung tidak signifikan pada *lag* 2 atau 3, sedangkan pola *dying down* nilai  $|T|$  signifikan pada *lag-lag* awal. Data signifikan apabila nilai  $|T| > 2$  untuk Arima, dan  $|T| > 1.25$  untuk Sarima.

Pola ACF dan PACF juga mencerminkan kestasioneran data. Data yang belum stasioner biasanya memiliki pola *dying down* dengan nilai  $|T|$  yang signifikan di hampir semua *lag* (dominan). Maka bila menjumpai data keduanya (PACF dan ACF) *dying down* dengan nilai  $|T|$  yang signifikan, sebaiknya melakukan identifikasi ulang dan melakukan tahap pembedaan / *differencing*.

### 3. Cek Diagnostik (Evaluasi Model)

Setelah menduga parameter, langkah selanjutnya adalah menguji model apakah modelnya sudah baik untuk digunakan. Untuk

melihat model yang baik bisa dilihat dari residualnya. Jika residualnya *white noise*, maka modelnya dapat dikatakan baik dan sebaliknya.

Salah satu cara untuk melihat *white noise* dapat diuji melalui *korelogram* ACF dan PACF dari residual. Bila ACF dan PACF tidak signifikan, ini mengindikasikan residual *white noise* artinya modelnya sudah cocok.

Selain itu dapat dilakukan dengan test *Ljung-Box* untuk mengetahui *white noisenya*. Apabila hipotesis awalnya diterima maka residual memenuhi syarat *white noise*. Sebaliknya jika hipotesis awalnya ditolak maka residual tidak *white noise*. Statistik uji *Ljung-Box* sebagai berikut:

$$Q = n'(n' + 2) \sum_{k=1}^K \frac{r_k^2}{(n'-k)} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :  $n' = n - (n + SD)$

d = ordo perbedaan bukan faktor musiman

D = ordo perbedaan faktor musiman

S = jumlah periode permusim

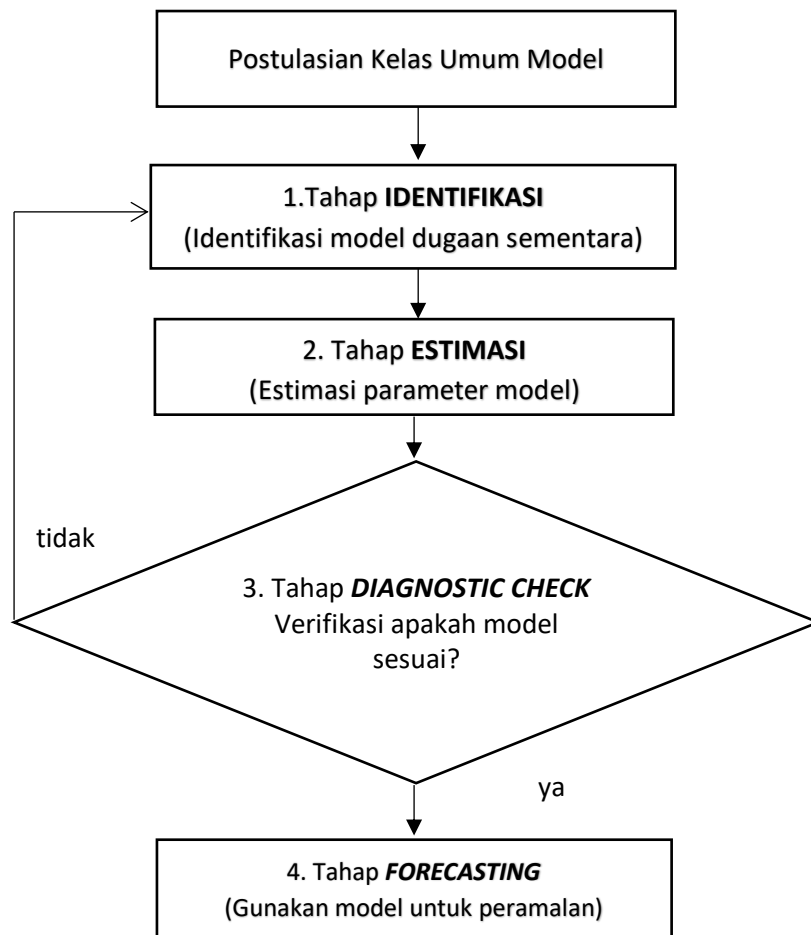
m = lag waktu maksimum

$r_k$  = auto korelasi untuk time lag 1,2,3,....., k

Dari hasil tersebut mungkin saja ada beberapa model yang baik digunakan. Sehingga langkah selanjutnya dengan memilih model terbaik dengan melihat beberapa indikator lain, seperti AIC, SIC, R2adjusted.

#### 4. Forecasting

Setelah ketiga tahap itu dilewati maka dapat dilakukan peramalan. Setelah mengetahui model, maka langkah terakhir sesuai tujuan penelitian adalah melakukan peramalan data. Peramalan ini juga sesungguhnya merupakan penjabaran dari persamaan berdasarkan koefisien-koefisien yang didapat, sehingga kita dapat menentukan kondisi di masa yang akan datang.



**Gambar 2. 6 Flowchart**

Peramalan tidak hanya dilakukan untuk masa mendatang saja, melainkan bisa juga digunakan untuk menentukan berapa nilai seharusnya jika menggunakan model yang kita peroleh. Tujuannya? Untuk menentukan nilai *error* untuk kasus tertentu.

Sebuah peramalan selalu mengandung ketidakpastian. Penyimpangan hasil peramalan selain disebabkan adanya *error* juga dapat disebabkan karena tidak ada metode peramalan yang mampu menghasilkan peramalan dengan akurat. Hal ini juga dapat disebabkan karena metode atau model yang digunakan tidak dapat memprediksi dengan baik komponen *trend*, musiman ataupun siklus yang terdapat pada deret data (Sungkawa & Megasari, 2011). *Mean Square Error* (MSE) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi model dengan rumus:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (At - Ft)^2}{N} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana : At = Nilai Aktual Permintaan

Ft = Nilai hasil peramalan

N = banyaknya data