



**RANCANGAN SISTEM KENDALI MOTOR LISTRIK BERBASIS  
TELEPON SELULER DAN ARDUINO.**

Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Pembangunan Panca Budi  
Medan

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**NAMA : AZHAR SYAH**  
**NPM : 1524210245**  
**PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI  
MEDAN  
2021**

**RANCANGAN SISTEM KENDALI MOTOR LISTRIK BERBASIS  
TELEPON SELULER DAN ARDUINO.**

Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Pembangunan Panca Budi  
Medan

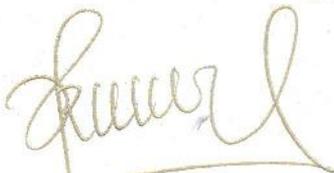
**SKRIPSI**

**OLEH:**

**NAMA : AZHAR SYAH**  
**NPM : 1524210245**  
**PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO**

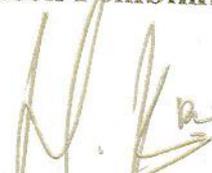
**Disetujui Oleh:**

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Rahmaniar, ST., M.T**

**Dosen Pembimbing II**



**Rizki Syahputra, ST., M.T**

**Diketahui Oleh:**

**Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi**



**Hamdani, ST., M.T**

**Ketua Program Studi**



**Siti Anisah, ST., M.T**



**KARTU BEBAS PRAKTIKUM**  
**Nomor. 24/BL/LTPE/2020**

Yang bertanda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium Elektro dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : AZHAR SYAH  
N.P.M. : 1524210245  
Tingkat/Semester : Akhir  
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Benar dan telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 30 November 2020  
Ka. Laboratorium

[ Approve By System ]  
D T O  
Hamdani, S.T., M.T.



No. Dokumen : FM-LEKTO-06-01

Revisi : 01

Tgl. Efektif : 04 Juni 2015



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA  
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI  
Jl. Jend. Gatot Subroto KM. 4,5 Medan Sunggal, Kota Medan Kode Pos 20122

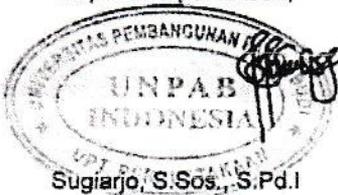
**SURAT BEBAS PUSTAKA  
NOMOR: 3329/PERP/BP/2020**

Kepala Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi menerangkan bahwa berdasarkan data pengguna perpustakaan atas nama saudara/i:

Nama : AZHAR SYAH  
N.P.M. : 1524210245  
Tingkat/Semester : Akhir  
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

sehwasannya terhitung sejak tanggal 30 November 2020, dinyatakan tidak memiliki tanggungan dan atau pinjaman buku sekaligus tidak lagi terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 30 November 2020  
Diketahui oleh,  
Kepala Perpustakaan,



## SURAT KETERANGAN PLAGIAT CHECKER

Dengan ini saya Ka.LPMU UNPAB menerangkan bahwa surat ini adalah bukti pengesahan dari LPMU sebagai pengesah proses plagiat checker Tugas Akhir Skripsi Tesis selama masa pandemi *Covid-19* sesuai dengan edaran rektor Nomor : 7594/13/R/2020 Tentang Pemberitahuan Perpanjangan PBM Online.

Demikian disampaikan.

NB: Segala penyalahgunaan/pelanggaran atas surat ini akan di proses sesuai ketentuan yang berlaku UNPAB.



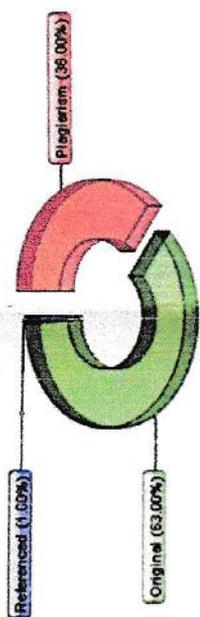
Kitonga, B.A., MSc

|                              |             |                       |
|------------------------------|-------------|-----------------------|
| No. Dokumen : PMI-UJMA-06-02 | Revisi : 00 | Tgl Eff : 23 Jan 2019 |
|------------------------------|-------------|-----------------------|

# Plagiarism Detector v. 1460 - Originality Report 07-Dec-20 14:35:14

AZHAR SYAH\_1524210245\_TEKNIK ELEKTRO.docx Universitas Pembangunan Panca Budi\_License03

Comparison Preset: Rewrite. Detected language: Indonesian



- 🔗 **13** **words:** <https://123dok.com/document/2ydnplgq-beranca-gam-aiit-penditel-sukabak-aran-benda>  
2655
  - 🔗 **9** **words:** <http://berajahkiri.com/veebly/cam3-mengenal-mesin-robotic-terbaru.html>  
664
  - 🔗 **8** **words:** <https://lntbang-ardano.blogspot.com/>  
738
- [Show other Sources]

69 - Ok / 46 - Failed

[Show other Sources]



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808  
MEDAN - INDONESIA

Website : [www.pancabudi.ac.id](http://www.pancabudi.ac.id) - Email : [admin@pancabudi.ac.id](mailto:admin@pancabudi.ac.id)

## LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : AZHAR SYAH  
 NPM : 1524210245  
 Program Studi : Teknik Elektro  
 Jenjang : Strata Satu  
 Pendidikan :  
 Dosen Pembimbing : Dr Rahmaniari, ST.,MT.  
 Judul Skripsi : Rancangan Sistem Kendali Motor Listrik Berbasis Telepon Seluler dan Arduino

| Tanggal                | Pembahasan Materi         | Status    | Keterangan |
|------------------------|---------------------------|-----------|------------|
| 25<br>November<br>2020 | Perbaiki sesuai arahan... | Revisi    |            |
| 25<br>November<br>2020 | ACC Sidang Meja Hijau     | Disetujui |            |

Medan, 30 November 2020  
Dosen Pembimbing,



Dr Rahmaniari, ST.,MT.



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808  
MEDAN - INDONESIAWebsite : [www.pancabudi.ac.id](http://www.pancabudi.ac.id) - Email : [admin@pancabudi.ac.id](mailto:admin@pancabudi.ac.id)**LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : AZHAR SYAH  
NPM : 1524210245  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang : Strata Satu  
Pendidikan :  
Dosen : Muhammad Rizki Syahputra, ST., MT  
Pembimbing :  
Judul Skripsi : Rancangan Sistem Kendali Motor Listrik Berbasis Telepon Seluler dan Arduino

| Tanggal                | Pembahasan Materi     | Status    | Keterangan |
|------------------------|-----------------------|-----------|------------|
| 25<br>November<br>2020 | acc sidang meja hijau | Disetujui |            |

Medan, 30 November 2020  
Dosen Pembimbing,

Muhammad Rizki Syahputra, ST., MT

**SURAT PERNYATAAN**

Saya Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :

Nama : AZHAR SYAH  
N. P. M : 1524210245  
Tempat/Tgl. Lahir : Lhokseumawe / 27 September 1982  
Alamat : Jln Penyabungan - Pematangsiantar  
No. HP : 081360975064  
Nama Orang Tua : ALM. MARZALI MOESA/ALMH. ROSLINA  
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul : Rancangan Sistem Kendali Motor Listrik Berbasis Telepon Setuler dan Arduino

Bersama dengan surat ini menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa data yang tertera diatas adalah sudah benar sesuai dengan ijazah pada pendidikan terakhir yang saya jalani. Maka dengan ini saya tidak akan melakukan penuntutan kepada UNPAB. Apabila ada kesalahan data pada ijazah saya.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar - benarnya, tanpa ada paksaan dari pihak manapun dan dibuat dalam keadaan sadar. Jika terjadi kesalahan, Maka saya bersedia bertanggung jawab atas kelalaian saya.



## SURAT PERNYATAAN

Bersama surat ini, saya mahasiswa Universitas Panca Budi :

Nama : Azhar Syah  
NPM : 1524210245  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Sains & Teknologi  
Judul Skripsi : Rancangan System Kendali Motor Listrik Berbasis Telepon  
Seluler Dan Arduino

Dosen Pembimbing I : Dr. Rahmaniar ST., M.T

Dosen Pembimbing II : Rizki Syahputra ST., MT

Dengan ini menginformasikan bahwa Form Pengajuan Pengajuan Judul milik saya yang telah disahkan untuk keperluan sidang meja hijau telah hilang. Sehubungan dengan hal tersebut, kami mohon agar Surat Pernyataan ini dapat digunakan sebagai Pengganti surat dimaksud.

Demikian surat pernyataan ini kami buat Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih..

Mengetahui  
Ka. Prodi Teknik Elektro  
  
Siti Anisah, ST., MT



Medan, 7 Desember 2020



FM-BPAA-2012-041

Hal : Permohonan Meja Hijau

Medan, 30 November 2020  
 Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan  
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI  
 UNPAB Medan  
 DI -  
 Tempat

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : AZHAR SYAH  
 Tempat/Tgl. Lahir : Lhokseumawe / 27 September 1982  
 Nama Orang Tua : ALM. MARZALI MOESA  
 N. P. M : 1524210245  
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
 Program Studi : Teknik Elektro  
 No. HP : 081360975064  
 Alamat : Jln Penyabungan - Pematangsiantar

Datang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul Rancangan Sistem Kendali Motor Listrik Berbasis Telepon Seluler dan Arduino, Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indek prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
3. Telah tercap keterangan bebas pustaka
4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
6. Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
7. Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
8. Skripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjiilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangani dosen pembimbing, prodi dan dekan
9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
11. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
12. Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan perincian sbb :

|                              |              |                  |
|------------------------------|--------------|------------------|
| 1. [102] Ujian Meja Hijau    | : Rp.        | 450,000          |
| 2. [170] Administrasi Wisuda | : Rp.        | 1,500,000        |
| 3. [202] Bebas Pustaka       | : Rp.        | 100,000          |
| 4. [221] Bebas LAB           | : Rp.        | 5,000            |
| <b>Total Biaya</b>           | <b>: Rp.</b> | <b>2,255,000</b> |

Ukuran Toga :

M

Diketahui/Disetujui oleh :



Hamdani, ST., MT.  
 Dekan Fakultas SAINS & TEKNOLOGI

Hormat saya



AZHAR SYAH  
 1524210245

Catatan :

- 1. Surat permohonan ini sah dan berlaku bila ;
  - a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan.
  - b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
- 2. Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk - Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs.ybs.



# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

Jl. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808  
MEDAN - INDONESIA

Website : [www.pancabudi.ac.id](http://www.pancabudi.ac.id) - Email : [admin@pancabudi.ac.id](mailto:admin@pancabudi.ac.id)

## LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : AZHAR SYAH  
NPM : 1524210245  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang : Strata Satu  
Pendidikan :  
Dosen Pembimbing : Dr Rahmaniari, ST.,MT.  
Judul Skripsi : Rancangan Sistem Kendali Motor Listrik Berbasis Telepon Seluler dan Arduino

| Tanggal                | Pembahasan Materi         | Status    | Keterangan |
|------------------------|---------------------------|-----------|------------|
| 25<br>November<br>2020 | Perbaiki sesuai arahan... | Revisi    |            |
| 25<br>November<br>2020 | ACC Sidang Meja Hijau     | Disetujui |            |
| 31 Maret<br>2021       | ACC Jilid                 | Disetujui |            |

Medan, 24 Juli 2021  
Dosen Pembimbing,



Dr Rahmaniari, ST.,MT.



# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808  
MEDAN - INDONESIA

Website : [www.pancabudi.ac.id](http://www.pancabudi.ac.id) - Email : [admin@pancabudi.ac.id](mailto:admin@pancabudi.ac.id)

## LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : AZHAR SYAH  
NPM : 1524210245  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang Pendidikan : Strata Satu  
Dosen Pembimbing : Muhammad Rizki Syahputra, ST., MT  
Judul Skripsi : Rancangan Sistem Kendali Motor Listrik Berbasis Telepon Seluler dan Arduino

| Tanggal                | Pembahasan Materi     | Status    | Keterangan |
|------------------------|-----------------------|-----------|------------|
| 25<br>November<br>2020 | acc sidang meja hijau | Disetujui |            |
| 10 Maret<br>2021       | acc jilid             | Disetujui |            |

Medan, 24 Juli 2021  
Dosen Pembimbing,



Muhammad Rizki Syahputra, ST., MT

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : AZHAR SYAH  
NPM : 1524210245  
Fakultas /Program Studi : Sains & Teknologi/ T. Elektro  
Judul Skripsi : Rancangan Sistem Kendali Motor Listrik Berbasis  
Telepon Seluler dan Arduino

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain (plagiat)
2. Memberikan ijin hak bebas Royalty Non-Eksklusif kepada Universitas Pembangunan Panca Budi untuk menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola, mendistribusikan dan mempublikasikan karya skripsinya melalui internet atau media lain bagi kepentingan akademis.

Pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab dan saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan aturan yang berlaku apabila di kemudian hari diketahui bahwa pernyataan ini tidak benar.



AZHAR SYAH  
NPM.1524210245

## **ABSTRAK**

**AZHAR SYAH**

### **Rancangan Sistem Kendali Motor Listrik Berbasis Telepon Seluler dan Arduino.**

Saat ini banyak alat elektronik yang digunakan dalam dunia industri dan rumah tangga yang dikendalikan secara manual, atau dalam kata lain harus menggunakan tenaga manusia dengan jarak yang dekat dalam hal memulai dan mengakhiri proses penggunaan peralatan elektronik. Sehubungan dengan kondisi tersebut peneliti mencoba untuk melakukan penelitian yang dapat memudahkan masyarakat dalam mengendalikan peralatan elektronik dalam jarak yang cukup jauh dengan menggunakan teknologi yang tersedia saat ini.

Penelitian ini yaitu merancang Sistem kendali motor listrik berbasis telepon seluler dan arduino. Penelitian dimaksud merancang sistem kendali khusus pada salah satu objek motor listrik yang memiliki 3 kecepatan dalam hal ini kipas angin.

Kata kunci: Arduino, IDE, Motor kipas angin, SMS

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, karena dengan berkat dan kasih anugerah-Nya penulis masih diberikan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini sebagaimana mestinya. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian dengan judul “Rancangan Sistem Kendali Motor Listrik Berbasis Telepon Seluler dan Arduino”. Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Istri dan Anak Serta Keluarga saya yang selalu memberikan semangat, dukungan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E, M.M selaku rektor Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
3. Bapak Ir. Bhakti Alamsyah, M.T, Ph.D., selaku rektor I Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
4. Bapak Hamdani, ST., M.T., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Mean.
5. Ibu Siti Anisah, ST., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
6. Ibu Dr. Rahmaniar, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan membimbing dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak Rizki Syahputra, ST., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan ilmu pengetahuan, serta bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Dosen-dosen pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
9. Seluruh staff dan karyawan pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Penulis juga menyadari bahwa penyusunan skripsi ini belum sempurna baik dalam penulisan maupun isi disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca untuk kesempurnaan isi skripsi ini.

Medan, 1 Desember 2020

Penulis

Azhar Syah  
1524210245

## DAFTAR ISI

|  |           |
|--|-----------|
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                              | <b>i</b>  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                  | <b>ii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                               | <b>iv</b> |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                | <b>v</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                                 |           |
| 1.1 Latar Belakang Masalah .....                         | 1         |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                 | 2         |
| 1.3 Batasan Masalah .....                                | 2         |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                              | 3         |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                             | 3         |
| 1.6 Metode Penelitian .....                              | 4         |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                           |           |
| 2.1 Definisi Mikrokontroler.....                         | 6         |
| 2.2 Sejarah Singkat Mikrokontroler .....                 | 9         |
| 2.3 Sekilas tentang Arduino.....                         | 9         |
| 2.3.1 Berbagai Tipe Arduino Sesuai Peruntukkannya .....  | 10        |
| 2.3.1.1 Berbagai Tipe Arduino Sesuai Peruntukkannya..... | 10        |
| 2.3.1.2 Arduino Serial.....                              | 11        |
| 2.3.1.3 Arduino Mega.....                                | 11        |
| 2.3.1.4 Arduino FIO .....                                | 11        |
| 2.3.1.5 Arduino Lilypad .....                            | 11        |
| 2.3.1.6 Arduino BT.....                                  | 12        |
| 2.3.1.7 Arduino Nano dan Mini.....                       | 12        |
| 2.3.2 Arduino Uno R3 .....                               | 12        |
| 2.4 Bahasa Pemograman Arduino .....                      | 16        |
| 2.5 Motor Listrik.....                                   | 17        |
| 2.5.1 Jenis – Jenis Motor Listrik.....                   | 18        |
| 2.5.1.1 Motor Listrik Arus Searah DC .....               | 18        |
| 2.5.1.2 Motor Listrik Arus Bolak balik AC.....           | 19        |
| 2.5.2 Motor Listrik Pada Kipas Angin .....               | 20        |
| 2.5.2.1 Bagian-Bagian utama kipas angin sederhana .....  | 20        |
| 2.5.2.2 Prinsip Kerja Kipas Angin .....                  | 21        |
| 2.6 Module GSM.....                                      | 22        |
| 2.6.1 Modul SIM 800.....                                 | 23        |
| <b>BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN</b>                  |           |
| 3.1 Analisis Sistem.....                                 | 25        |
| 3.1.1 Analisis Masalah.....                              | 25        |
| 3.1.2 Analisis Kebutuhan.....                            | 26        |
| 3.1.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras .....                  | 26        |
| 3.1.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak .....                  | 27        |
| 3.2 Rancangan Hardware keseluruhan .....                 | 27        |
| 3.3 Software .....                                       | 28        |
| 3.4 Perancangan Perangkat Keras.....                     | 28        |

|   |  |    |
|---|--|----|
| 3.4.1   | Rangkaian Sistem Minimum Arduino Uno R3.....         | 29 |
| 3.4.2   | Perancangan Rangkaian <i>Power Supply</i> (PSA)..... | 30 |
| 3.5   | Flowchart Sistem Kerja Alat .....                    | 31 |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> |  |    |
| 4.1   | Implementasi Sistem.....                             | 32 |
| 4.2   | Rangkaian Sistem Minimum Arduino Uno .....           | 32 |
| 4.3   | Pengujian Power Supply.....                          | 35 |
| 4.3.1   | Pengujian Adaptor Tegangan 12 V .....                | 35 |
| 4.3.2   | Pengujian Adaptor Tegangan 5 V .....                 | 36 |
| 4.4   | Pengujian Relay .....                                | 37 |
| 4.5   | Pengujian GSM SIM800L.....                           | 39 |
| 4.5.1   | Pengujian Ttegangan Kerja SIM800L .....              | 41 |
| 4.5.2   | Pengujian Konektifitas SIM800L.....                  | 42 |
| 4.5   | Pengujian Alat Keseluruhan .....                     | 43 |
| 4.6   | Pengujian Modul Relay .....                          | 43 |
| 4.6.1   | Pengujian Aktifitas Relay .....                      | 45 |
| 4.6.2   | Pengujian Modul relay degnan Motor Kipas Angin.....  | 46 |
| 4.7   | Pengujian Alat Keseluruhan .....                     | 49 |
| 4.8   | SMS Perintah.....                                    | 51 |
| 4.8.1   | Pengujian Kinerja Alat Secara keseluruhan .....      | 53 |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>             |  |    |
| 5.1   | Kesimpulan.....                                      | 60 |
| 5.2   | Saran .....  | 61 |

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1  | Arduino Uno R3 .....  | 13 |
| Gambar 2.2  | Motor Listrik .....   | 18 |
| Gambar 2.3  | SIM 800.....  | 23 |
| Gambar 3.1  | Diagram Blok Sistem Alat .....                                    | 27 |
| Gambar 3.2  | Skema Rangkaian Sistem Minimum Arduino .....                      | 29 |
| Gambar 3.3  | Skematik Rangkaian <i>Power Supply</i> (PSA) .....                | 30 |
| Gambar 3.4  | Flowchart Sistem Kerja Alat.....                                  | 31 |
| Gambar 4.1  | Blok Diagram Pengujian Modul <i>Arduino</i> Uno .....             | 33 |
| Gambar 4.2  | Kotak Dialog Menyimpan Program .....                              | 33 |
| Gambar 4.3  | Proses Uploading Program Dari Komputer Ke <i>Arduino</i> .....    | 34 |
| Gambar 4.4  | Foto Hasil Pengujian .....  | 34 |
| Gambar 4.5  | Foto Pengujian Tegangan <i>Power Supply</i> .....                 | 36 |
| Gambar 4.6  | Blok Diagram Pengujian Rangkaian LCD dengan <i>Arduino</i> Uno .. | 38 |
| Gambar 4.7  | Kotak Dialog menyimpan Program.....                               | 38 |
| Gambar 4.8  | Proses Uploading Program Dari Komputer Ke <i>Arduino</i> .....    | 39 |
| Gambar 4.9  | Foto Hasil Pengujian LCD 16 x 2 .....                             | 39 |
| Gambar 4.10 | Blok Diagram Pengujian Modul GSM SIM800L .....                    | 40 |
| Gambar 4.11 | Instalasi Modul Relay .....                                       | 44 |
| Gambar 4.12 | Instalasi Modul Relay dengan Kipas Angin .....                    | 47 |
| Gambar 4.13 | Blok Diagram Pengujian Alat Keseluruhan .....                     | 50 |
| Gambar 4.14 | Instalasi Alat Keseluruhan .....                                  | 51 |
| Gambar 4.15 | Tampilan Info Status Kipas Hidup kecepatan 1.....                 | 54 |
| Gambar 4.16 | Tampilan SMS Info Kipas Hidup kecepatan 1.....                    | 54 |
| Gambar 4.17 | Tampilan Info Status Kipas Hidup kecepatan 2.....                 | 55 |
| Gambar 4.18 | Tampilan SMS Info Kipas Hidup kecepatan 2.....                    | 56 |
| Gambar 4.19 | Tampilan Info Status Kipas Hidup kecepatan 3.....                 | 57 |
| Gambar 4.20 | Tampilan SMS Info Kipas Hidup kecepatan 3.....                    | 57 |
| Gambar 4.21 | Tampilan Info Status Kipas Mati .....                             | 58 |
| Gambar 4.22 | Tampilan SMS Info Kipas dimatikan.....                            | 59 |
| Gambar 4.23 | Gambar Keseluruhan Alat Kipas Kendali SMS .....                   | 59 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 4.1 Uji Tegangan Keluaran .....                     | 35 |
| Tabel 4.2 Uji Kestabilan Catu Daya Untuk Arduino .....    | 37 |
| Tabel 4.3 Uji Coba Tegangan Kerja SIM800L.....            | 41 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian SIM800L.....                    | 42 |
| Tabel 4.5 Tabel Konfigurasi Modul Relay pada Arduino..... | 45 |
| Tabel 4.6 Pengujian Relay .....                           | 45 |
| Tabel 4.7 Pengujian Modul Relay dengan Kipas Angin.....   | 48 |
| Tabel 4.8 Tabel SMS Perintah .....                        | 51 |
| Tabel 4.9 Tabel Pengujian Kinerja Alat.....               | 53 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Perkembangan teknologi saat ini mendorong manusia untuk berfikir kreatif, tidak hanya menggali penemuan-penemuan baru, tetapi juga memaksimalkan kinerja teknologi yang ada untuk memudahkan/meringankan kerja manusia dalam kehidupan sehari-hari dan industri seperti motor atau perangkat lainnya. Motor merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini banyak digunakan misalnya untuk memutar impeller pompa, fan, blower serta menggerakkan bahan dll. Motor listrik digunakan juga dalam membantu pekerjaan rumah tangga seperti pada kipas angin, mesin pompa, bor listrik dll.

Salah satu peralatan rumah tangga yang menggunakan motor listrik adalah kipas angin. Kipas angin yang biasa mempunyai tiga kecepatan yaitu pelan, sedang dan cepat. Kipas angin dimaksud dapat dikendalikan jarak jauh tanpa harus dihidupkan secara manual. Proses dimaksud menggunakan peran telepon seluler dengan perantara sinyal yaitu dengan cara mengirimkan SMS ke modul kontrol. Hal tersebut dapat membantu pemilik/ pengendali apabila berada pada jangkauan jarak yang cukup jauh.

Selama ini masyarakat dapat mengendalikan sesuatu dalam jarak jangkauan dengan menggunakan remote control yang berbasis Infra Red, kemudian dengan

saklar yang melalui kabel, akan tetapi pengendalian tersebut tetap terbatas. Agar cakupan jarak semakin jauh dan mudah salah satu solusinya menggunakan ponsel sebagai remote control

Dari kondisi murahnya harga telepon seluler dikalangan masyarakat saat ini dan banyaknya peralatan kita gunakan sehari-hari menggunakan motor listrik salah satunya kipas angin yang kebanyakan masyarakat memilikinya, maka penulis mengambil judul Rancangan Sistem Kendali Motor Listrik Berbasis Telepon Seluler dan Arduino.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalahnya yaitu:

- a. Menganalisa Sistem kerja alat yang dapat menghidupkan dan mematikan kipas angin dengan jarak jauh berbasis SMS *Gateway*.
- b. Merancang Pemrograman untuk mengendalikan kecepatan kipas angin melalui SMS *Gateway*.
- c. Bagaimana menerapkan Alat Perancangan Penggunaan SMS Untuk Menghidupkan dan Mematikan Kipas Angin dengan jarak jauh Berbasis SMS *Gateway*.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah bertujuan untuk membatasi pembahasan dan agar masalah-masalah menjadi lebih terarah. Adapun batasan-batasan tersebut diantaranya:

- a. Sistem kendali motor listrik menggunakan fitur pada perangkat telepon seluler yaitu SMS (*Short Messages Service*).
- b. Alat yang dikendalikan dalam penelitian ini adalah motor listrik pada kipas angin yang memiliki 3 (tiga) kecepatan yaitu (1) pelan, (2) sedang dan (3) cepat yang mana kecepatan dimaksud memang bawaan dari perangkat tersebut.
- c. Bahasa pemrograman menggunakan bahasa C Arduino IDE yang dibatasi khusus pada perintah *on/off* kendali kipas angin pada 3 kecepatan.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah

- a. Terhubungnya peralatan-peralatan listrik/motor melalui koneksi jarak jauh.
- b. Menghasilkan suatu perintah/*sketch* yang dapat dijalankan pada aplikasi Arduino IDE.
- c. Motor listrik kipas angin dapat melaksanakan perintah sebagaimana yang diinginkan.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah

- a. Memberikan pengetahuan bagaimana cara membangun sistem otomatis jarak jauh
- b. Sistem dapat diterapkan dimasyarakat luas dengan biaya yang sangat terjangkau
- c. Penelitian ini dapat menjadi dasar terhadap pengembangan penelitian atau skala *output* yang lebih besar.

## 1.6 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, menggunakan metode sebagai berikut:

### a. Studi pustaka (Literatur)

Pada tahap ini dilakukan untuk mengambil beberapa data yang berasal dari berbagai sumber seperti buku, skripsi, jurnal ilmiah dan internet dimana isi dari sumber-sumber tersebut dijadikan suatu referensi dan acuan dalam penulisan ini.

### b. Analisis sistem

Analisis sistem dilakukan untuk memberikan arahan dan menentukan tahap proses pengerjaan . Analisis sistem memperhatikan hal- hal sebagai berikut:

#### 1) Analisis kebutuhan

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.

#### 2) Analisis kelayakan

Tahap ini dilakukan sebagai analisis apakah sistem yang dibuat layak atau tidak untuk dilanjutkan, baik dari segi kelayakan teknologi maupun operasional.

### c. Perancangan sistem

Perancangan Sistem adalah merancang sistem secara rinci berdasarkan hasil analisis sistem yang ada, sehingga menghasilkan model baru yang diusulkan.

Perancangan sistem dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

#### 1) Perancangan perangkat keras

Perancangan perangkat keras merupakan skematika alat yang digunakan untuk membangun prototipe alat.

2) Perancangan perangkat lunak

Pada tahap ini terdiri dari rancangan layar, *flowchart* dan algoritma. Rancangan layar merupakan perancangan antarmuka untuk pengendali yang digunakan oleh pengguna. *Flowchart* digunakan sebagai penjabar dalam menggambarkan urutan proses pada aplikasi. Sedangkan algoritma digunakan untuk mempermudah dalam pembuatan dan perencanaan suatu program

d. Implementasi

Pada tahap ini adalah proses memaparkan hasil-hasil dari instalasi perangkat keras dan tampilan layar.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Definisi Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah mikroprosesor yang dikhususkan untuk instrumentasi dan kendali. Mikroprosesor merupakan suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya.

Secara harfiah disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini.

Mikrokontroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote controls*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat input output yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka :

- a. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas

- b. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
- c. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak

Namun demikian tidak sepenuhnya mikrokontroler bisa mereduksi komponen IC TTL dan CMOS yang seringkali masih diperlukan untuk aplikasi kecepatan tinggi atau sekedar menambah jumlah saluran masukan dan keluaran (I/O).

Dengan kata lain, mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah komputer karena mikrokontroler sudah mengandung beberapa periferal yang langsung bisa dimanfaatkan, misalnya port paralel, port serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC), konversi analog ke digital dan sebagainya hanya menggunakan sistem minimum yang tidak rumit atau kompleks.

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimal paling tidak dibutuhkan sistem clock dan reset, walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem clock internal, sehingga tanpa rangkaian eksternal pun mikrokontroler sudah beroperasi.

Untuk merancang sebuah sistem berbasis mikrokontroler, kita memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak, yaitu:

- 1) Sistem minimal mikrokontroler
- 2) Software pemrograman dan kompilasi, serta downloader

Yang dimaksud dengan sistem minimal adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi. Sebuah IC mikrokontroler tidak akan berarti bila hanya berdiri sendiri. Pada dasarnya sebuah sistem minimal mikrokontroler AVR memiliki prinsip yang sama, yang terdiri dari 4 bagian, yaitu :

- a) Prosesor, yaitu mikrokontroler itu sendiri
- b) Rangkaian reset agar mikrokontroler dapat menjalankan program mulai dari awal
- c) Rangkaian clock, yang digunakan untuk memberi detak pada CPU
- d) Rangkaian catu daya, yang digunakan untuk memberi sumberdaya

Pada mikrokontroler jenis-jenis tertentu (AVR misalnya), poin2 pada no 2 ,3 sudah tersedia didalam mikrokontroler tersebut dengan frekuensi yang sudah diseting dari vendornya (biasanya 1MHz,2MHz,4MHz,8MHz), sehingga pengguna tidak perlu memerlukan rangkaian tambahan, namun bila ingin merancang sistem dengan spesifikasi tertentu (misal ingin komunikasi dengan PC atau handphone), maka pengguna harus menggunakan rangkaian clock yang sesuai dengan karakteristik PC atau HP tersebut, biasanya menggunakan kristal 11,0592 MHz, untuk menghasilkan komunikasi yang sesuai dengan baud rate PC atau HP tersebut.

## **2.2 Sejarah Singkat Dan Perkenalan Terhadap Perkembangan Mikrokontroler**

Mikrokontroler pertama kali dikenalkan oleh Texas Instrument dengan seri TMS 1000 pada tahun 1974 yang merupakan mikrokontroler 4 bit pertama. Mikrokontroler ini mulai dibuat sejak 1971, yang merupakan mikrokomputer dalam sebuah chip lengkap dengan RAM dan ROM. Kemudian pada tahun 1976 Intel mengeluarkan mikrokontroler yang kelak menjadi populer dengan nama 8748 yang merupakan mikrokontroler 8 bit, yang merupakan mikrokontroler dari keluarga MCS 48. (Syahwil: 2013:57).

Saat ini, mikrokontroler yang banyak beredar di pasaran adalah mikrokontroler 8 bit varian keluarga MCS51 (CISC) yang dikeluarkan oleh Atmel dengan seri AT89Sxx, dan mikrokontroler AVR yang merupakan mikrokontroler RISC dengan seri ATMEGA853 (walaupun varian dari mikrokontroler AVR sangatlah banyak, dengan masing-masing memiliki fitur yang berbeda-beda).

## **2.3. Sekilas Tentang Arduino**

Arduino adalah *kit* elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (Integrated Circuit) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Secara umum, Arduino terdiri dari dua bagian, yaitu:

- a. Hardware berupa papan input/output (I/O) yang open source.
- b. Software Arduino yang juga open source, meliputi software Arduino IDE untuk menulis program dan driver untuk koneksi dengan komputer.

### **2.3.1 Berbagai Tipe Arduino Sesuai Peruntukannya**

#### **2.3.1.1 Arduino USB**

Arduino USB adalah mikrokontroler arduino dengan menggunakan USB sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputer antara lain adalah:

- a. Arduino Uno
- b. Arduino Duemilanove
- c. Arduno Leonardo
- d. Arduino Mega 2560
- e. Arduino Intel Galile
- f. Arduino Pro Micro AT
- g. Arduino Nano R3
- h. Arduino mini Atmega
- i. Arduino Mega ADK
- j. Arduino Esplora

### **2.3.1.2 Arduino Serial**

Arduino serial adalah mikrokontroler arduino yang menggunakan RS 232 sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputer antara lain adalah Arduino Serial V2.0

### **2.3.1.3 Arduino Mega**

Arduino mega adalah mikrokontroler arduino dengan spesifikasi lebih tinggi, dilengkapi tambahan pin digital, pin analog, port serial dan sebagainya. Arduino mega berbasis ATmega 1280 dengan 54 digital input/ output Adapun contohnya adalah

- a. Arduino Mega
- b. Arduino Mega 2560

### **2.3.1.4 Arduino FIO**

Arduino FIO adalah mikrokontroler arduino yang digunakan untuk penggunaan nirkabel. Arduino FIO ini menggunakan ATmega328P sebagai basis kontrollernya.

### **2.3.1.5 Arduino Lilypad**

Arduino lilypad adalah mikrokontroler arduino dengan bentuk yang melingkar. Adapun contoh arduino lilypad yaitu:

- a. Lilypad arduino 00
- b. Lilypad arduino 01
- c. Lilypad arduino 02
- d. Lilypad arduino 03
- e. Lilypad arduino 04

### **2.3.1.6 Arduino BT**

Arduino BT adalah mikrokontroler arduino yang mengandung modul Bluetooth untuk komunikasi nirkabel.

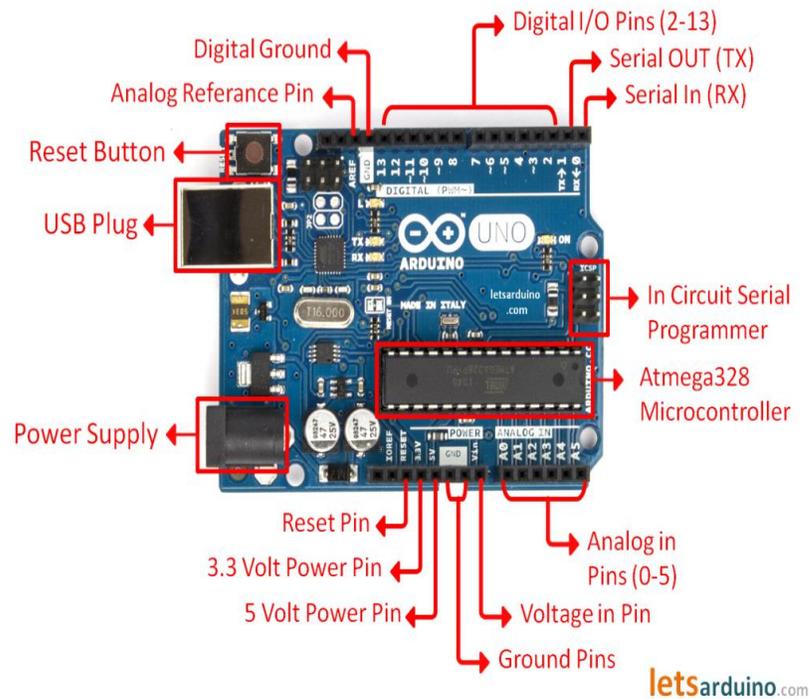
### **2.3.1.7 Arduino Nano dan Mini**

Arduino Nano adalah mikrokontroler arduino yang berbentuk kompak dan digunakan bersama breadboard. Adapun contoh arduino nano yaitu :

- a. Arduino nano 3.0
- b. Arduino nano 2.x
- c. Arduino mini 04
- d. Arduino mini 03
- e. Arduino stamp 02

### **2.3.2 Arduino Uno R3**

Dalam penelitian ini arduino yang digunakan adalah Arduino Uno R3 yaitu board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset.



**Gambar.2.1 Arduino Uno R3**  
*Sumber: <http://www.robotic-id.org>*

Adapun spesifikasi Arduino Uno R3 yaitu:

|                              |                                      |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Microcontroller              | : ATmega328                          |
| Tegangan Jalan               | : 5V                                 |
| Tegangan Masukan rekomendasi | : 7-12V                              |
| Batas Tegangan               | : 6-20V                              |
| Digital I/O Pins             | : 14 (of which 6 provide PWM output) |
| Analog Input Pins            | : 6                                  |
| DC Current per I/O Pin       | : 40 mA                              |
| DC Current for 3.3V Pin      | : 50 mA                              |

|              |   |
|--------------|---|
| Flash Memory | : 32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by<br>bootloader |
| SRAM         | : 2 KB (ATmega328)  |
| EEPROM       | : 1 KB (ATmega328)  |
| Clock Speed  | : 16 MHz  |
| Panjang      | : 68.6 mm   |
| Lebar        | : 53.4 mm   |

#### a. **Power Arduino UNO R3**

Arduino Uno R3 dapat dioperasikan menggunakan 3 cara. pertama dengan menggunakan koneksi USB dengan komputer, Adaptor AC-DC , dan menggunakan batu baterai. Pin listrik pada board Arduino Uno R3 :

- 1) Pin VIN atau Voltage In yaitu pin untuk tegangan masukan papan
- 2) Pin 5V atau pin 5 Volts adalah pin keluaran dari papan arduino yang nantinya digunakan untuk menyuplai perangkat serial yang bekerja dengan arduino.
- 3) Pin 3.3 V adalah pin yang memasok 3,3volt yang dihasilkan oleh regulator on-board. Menarik arus maksimum adalah 50 mA.
- 4) Pin GND yaitu Pin Ground
- 5) Pin IOREF

Tegangan yang disarankan Untuk pengoprasian Arduino Uno R3 adalah 7 -12 V. tegangan dibawah atau diatasnya akan merusak papan Arduino.

**b. Memori Arduino Uno R3**

Pada ATmega328 Memori Flash yaitu 32Kb yang pada 0,5 Kb digunakan untuk bootloader. Sedangkan SRAM 2Kb dan EEPROM 1Kb.

**c. Pin Arduino R3**

Arduino Uno R3 memiliki total 14 Pin input dan output dengan menggunakan script *pin Mode ()*, *digital Write ()* dan *digital Write ()*. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 Volt dan maksimal dapat menerima 40 mA. Selain 14 Pin I/O Arduino Uno R3 juga mempunyai pin khusus diantaranya:

- 1) **Serial: 0 (RX) dan 1 (TX)**. Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari ATmega8U2 USB-to-TTL Serial Chip.
- 2) **Eksternal Interrupts: 2 dan 3**. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai rendah, naik atau perubahan nilai dengan menggunakan script `attachInterrupt ()`.
- 3) **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11**. Memberikan 8-bit PWM output dengan script `analogWrite ()`
- 4) **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK)**. Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan Library SPI.
- 5) **LED: 13**. Pada Arduino Uno R3 dirancang ditambahkan LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin berstatus HIGH maka LED akan menyala begitu sebaliknya.
- 6) **6 input analog, berlabel A0 hingga A5**, yang masing-masing menyediakan 10 bit resolusi.

- 7) **TWI:** pin A4 atau SDA dan A5 atau pin SCL. Dukungan komunikasi TWI menggunakan library Wire.

**d. Pin Arduino Uno R3 lainnya:**

- 1) **AREF.** Tegangan referensi untuk input analog. Digunakan dengan analog Reference ().
- 2) **Reset.** pin yang dimana jika statusnya LOW maka akan mereset papan. keadaan ini digunakan biasanya karena tombol reset terhalangi oleh Arduino Shield diatasnya

## 2.4 Bahasa Pemrograman Arduino

Banyak bahasa yang bisa digunakan untuk program mikrokontroler, misalnya bahasa assembly. Namun dalam pemrograman arduino bahasa yang dipakai adalah bahasa C. (Syahwil ; 2013 :80).

Akar Bahasa C adalah bahasa BCPL yang dikembangkan oleh Martin Richards pada tahun 1967. Bahasa C adalah bahasa standart, artinya suatu program yang ditulis dengan versi bahasa C tentu akan dapat dikompilasikan dengan versi bahasa C yang lain dengan sedikit modifikasi. Beberapa alasan mengapa bahasa C banyak digunakan, diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Bahasa C tersedia hampir disemua jenis komputer.
- b. Kode bahasa C bersifat portable.
- c. Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci.
- d. Proses executable program bahasa C lebih cepat.

- e. Dukungan pustaka yang banyak.
- f. C adalah bahasa yang terstruktur.
- g. Selain bahasa tingkat tinggi, C juga dianggap sebagai bahasa tingkat menengah.
- h. Bahasa C adalah compiler.

## **2.5 Motor Listrik**

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo. Motor listrik dapat ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci, pompa air dan penyedot debu.

Pada motor listrik tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana kita ketahui bahwa : kutub-kutub dari magnet yang senama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama, tarik-menarik. Maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar, dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.



**Gambar 2.2 Motor Listrik**  
 Sumber: <https://id.wikipedia.org>

### 2.5.1 Jenis – Jenis Motor Listrik

Jenis-jenis motor listrik secara besar terbagi menjadi 2 jenis yaitu motor listrik *Direct Current* (DC) dan motor listrik *Alternating Current* (AC) yang di dasarkan pada pasukan input, konstruksi, dan mekanisme operasi.

#### 2.5.1.1 Motor Listrik Arus Searah DC

Motor arus searah menggunakan arus langsung yang penggunaannya khusus dimana diperlukan penyalaan *torque* yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.

Ada tiga komponen utama dalam motor listrik DC:

- a. Kutub medan, kutub sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan *bearing* pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub

selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

- b. Dinamo, arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.
- c. Commutator, berfungsi untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

### **2.5.1.2 Motor Listrik Arus Bolak Balik AC**

Motor listrik jenis ini menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya dengan teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik arus bolak-balik mempunyai dua buah bagian dasar listrik, yaitu stator dan rotor. Stator adalah komponen listrik statis, sedangkan rotor adalah komponen listrik berputar untuk memutar poros motor.

Ada 4 komponen utama dalam motor listrik AC :

- a. Stator, stator berfungsi sebagai bagian dari rangkaian magnetik yang biasanya di buat dari besi tuang. Terdapat seperangkat kutub-kutub medan yang dibuat dari inti laminasi baja pelat dan kumparan medan dipasangkan pada kutub-kutub medan tersebut.

- b. Kumputaran medan, kumputaran ini juga dikenal dengan kumputaram penguat untuk menghasilkan medan magnet pada kutub utama (*main pole*) .
- c. Rotor, rotor motor arus searah dilengkapi komutator dengan elemen-elemen sebagai terminal kumputaran jangkar motor dan dipasang pada poros rotor atau jangkar terbuat dari plat-plat tipis baja campuran dalam bentuk tertentu. Alur-alur pada jangkar dibuat untuk meletakkan lilitan jangkar.
- d. Bearing atau bantalan, bearing berfungsi memperlancar gerak putar poros dan mengurangi gesekan putaran serta penstabil poros terhadap gaya horizontal dan gaya vertikal poros motor.

### **2.5.2 Motor Listrik Pada Kipas Angin**

Kipas angin listrik pertama ditemukan oleh Schuyler Skaats Wheeler pada tahun 1882. Wheeler pertama kali memperkenalkan kipas angin listrik dengan dua buah baling-baling, tanpa ada pelindung apapun dan digerakkan dengan tenaga motor listrik. Perkembangan kipas angin listrik lebih lanjut di kembangkan oleh Philip H. Diehl yang dipatenkan pada tahun 1887. Diehl memperkenalkan kipas angin yang menempel di langit-langit rumah. Kipas angin dipergunakan untuk menghasilkan angin. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara.

#### **2.5.2.1 Bagian-Bagian utama kipas angin sederhana yaitu :**

- a. Motor penggerak

Jenis motor listrik yang dipakai umumnya motor induksi fasa belah yaitu motor kapasitor. Motor ini mempunyai kumputaran utama dan kumputaran bantu yang diseri dengan kapasitor. Rotornya jenis rotor sangkar. Untuk kipas angin yang kecil, dipakai motor penggerak jenis kutub bayangan (*shaded pole*).

b. Bagian Kipas

Kipas yang berbentuk baling-baling adalah bagian yang berputar dan satu poros dengan rotor motor. Bagian kipas dilindungi oleh rumah kipas berbentuk kisi-kisi atau tralis.

c. Rumah motor

Rumah motor adalah tempat dudukan untuk meletakkan motor dan komponen-komponen lainnya dan dibuat dari bahan ebonite.

d. Stand atau dudukan kipas

Alat ini untuk menempatkan kipas dan rotor penggeraknya, dilengkapi dengan alat/tombol pengatur kecepatan serta tombol on/off motor.

### **2.5.2.2 Prinsip Kerja Kipas Angin**

Pada kipas angin yang bersumber pada arus bolak balik

- a. Arus bolak - balik masuk menuju kipas angin.
- b. Dalam kipas angin terdapat suatu motor listrik, motor listrik tersebut mengubah energi listrik menjadi energi gerak.
- c. Dalam sebuah motor listrik terdapat suatu kumparan besi pada bagian yang bergerak beserta sepasang pipih berbentuk magnet U pada bagian yang diam (Permanen).
- d. Ketika listrik mengalir pada lilitan kawat dalam kumparan besi, hal ini membuat kumparan besi menjadi sebuah magnet.
- e. Karena sifat magnet yang saling tolak menolak pada kedua kutubnya maka gaya tolak menolak magnet antara kumparan besi dan sepasang magnet tersebut membuat gaya berputar secara periodik pada kumparan besi tersebut.

- f. Oleh karena itu baling - baling kipas angin dikaitkan ke poros kumparan tersebut. Penambahan tegangan listrik pada kumparan besi dan menjadi gaya kemagnetan ditujukan untuk memperbesar hembusan angin pada kipas angin.

## **2.6 Modul GSM (*Global System Mobile*)**

Modul GSM adalah peralatan yang didesain supaya dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi dari mesin ke mesin atau dari manusia ke mesin. Modul GSM merupakan peralatan yang digunakan sebagai mesin dalam suatu aplikasi. Dalam aplikasi yang dibuat harus terdapat mikrokontroler yang akan mengirimkan perintah kepada modul GSM berupa AT command.

Modul GSM merupakan bagian dari pusat kendali yang berfungsi sebagai *transceiver*. Modul GSM mempunyai fungsi yang sama dengan sebuah telepon seluler yaitu mampu melakukan fungsi pengiriman dan penerimaan SMS. Dengan adanya sebuah modul GSM maka aplikasi yang dirancang dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan GSM sebagai media akses.

AT-Command merupakan perintah standar yang dapat diterima oleh modem. Perintah AT (Hayes AT-Command) digunakan untuk berkomunikasi dengan terminal (modem) melalui gerbang serial pada computer. AT-Command ini dipakai untuk memerintahkan telephon selular mengirim dan menerima pesan sms. Selain itu, AT-Command juga dapat dipakai untuk mengetahui atau membaca kondisi dari terminal seperti mengetahui kondisi sinyal, kondisi baterai, nama operator, lokasi, menambah item pada daftar telephone, mengetahui model telephone selular yang dipakai, nomor IMEI (Internasional Mobile Station Equipment Identity) dan informasi – informasi lainnya yang berhubungan dengan telephone selular tersebut. Perintah – perintah AT-

Command dikirimkan ke telephone selular dalam bentuk string (teks). Komunikasi data antara telephone selular dengan peripheral lainnya seperti mikrokontroler dilakukan secara serial menggunakan perintah – perintah AT (Hayes AT Command).

### 2.6.1 Modul SIM 800

Sim 800 adalah satu modul GSM/GPRS serial yang digunakan bersama arduino yang berfungsi untuk mengirimkan SMS, Calling melalui GPRS.



**Gambar 2.3 SIM 800**

Sumber: <https://www.robotics.org.za/SIM800L-V2>

SIM800L adalah GSM/GPRS module u/ uC / Arduino / Raspberry Pi. Dapat digunakan u/ mengirim sms, calling, transfer data melalui GPRS & fungsi DTMF. Module GSM – GPRS dengan chip Sim800L dari simcomm yg sudah dilengkapi dengan antenna.

1. Power supply : 5V
2. Tx/Rx level : support 3,3V / 5V / RS232, jadi kompatibel dgn Raspberry pi, Arduino, uC, PC.

3. Ukuran : 4cm x 2,8cm
4. Control: via AT commands

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Analisis Sistem**

Kegiatan analisis sistem memegang kunci penting dalam memberikan arahan permasalahan dan menentukan tahap proses pengerjaan selanjutnya dalam hal penentuan kebijakan.

##### **3.1.1 Analisis Masalah**

Pada umumnya saat ini proses pengendalian peralatan listrik masih secara manual atau menggunakan sensor (remote) yang dilaksanakan dengan jarak dekat dengan objek.

Dengan demikian sistem saat ini kendali harus dilakukan secara manual yaitu dengan cara kontak fisik langsung antara user sebagai penyambung atau pemutus arus listrik untuk menghidupkan atau mematikan motor listrik. Cara manual seperti ini tidak dapat dilaksanakan apabila user berada jauh dari keberadaan motor listrik.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka penulis merancang sebuah sistem yang dapat mengendalikan motor listrik sederhana yang pada penelitian ini menggunakan motor kipas angin dengan 3 kecepatan yang diperintah oleh telepon seluler dan arduino uno sebagai media kontrol on/off motor listrik.

### **3.1.2 Analisis Kebutuhan**

Analisa kebutuhan dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dari kebutuhan aplikasi yang akan dibangun.

Pada tahap ini akan membahas mengenai perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan prototipe pengendalian motor listrik sederhana berbasis mikrokontroler arduino menggunakan telepon seluler.

#### **3.1.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras**

Adapun perangkat keras yang digunakan untuk membangun perangkat ini adalah sebagai berikut:

- a. Laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:
  - 1) Processor Intel(R) Core(TM) i5-4200M CPU @ 2.50GHz
  - 2) RAM 2GB
  - 3) Harddisk
- b. Telepon Seluler
- c. Arduino Uno R3 ATMEGA328
- e. Relay
- f. Module SIM 800L
- g. Kabel Jumper
- h. Regulator
- i. Kabel USB Standar A-B
- j. LCD 16 x 2

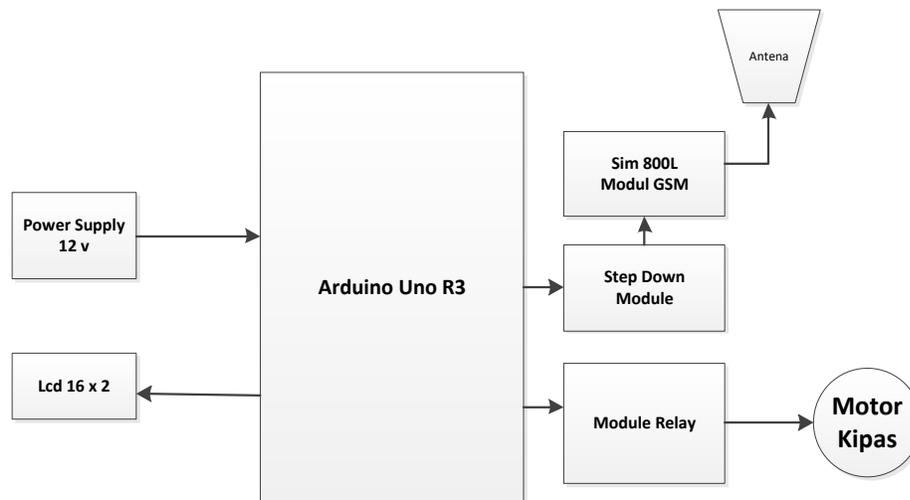
### 3.1.2.2 Kebutuhan perangkat lunak

Adapun perangkat lunak yang digunakan untuk membangun perangkat ini adalah sebagai berikut:

- a. Arduino IDE 1.6.11 Windows
- b. Sistem Operasi Windows 7 (Seven) 32bit
- c. Web Browser Mozilla Firefox

### 3.2 Perancangan Hardware Keseluruhan

Adapun perancangan hardware dengan menggunakan diagram blok dari sistem yang dirancang seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.1 berikut :



**Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Alat**

Penjelasan dan fungsi dari masing – masing blok adalah sebagai berikut:

- a. Arduino Uno IC Mikrokontroler ATmega 328 berfungsi sebagai pusat kendali dari keseluruhan sistem kerja rangkaian.
- b. Adaptor berfungsi sebagai menghidupkan program.

- c. *Buck converter step down module* berfungsi sebagai penurun tegangan menjadi 3.3V untuk supply daya ke SIM 800L GSM module.
- d. SIM 800L GSM module berfungsi Sebagai penerima perintah dari sms.
- e. Relay 4 Channel sebagai saklar ON / OFF dan juga pengendali kecepatan pada Kipas Angin.

### **3.3 Software**

Software yang digunakan dalam pembuatan Pada Rancangan Sistem Kendali Motor Listrik Berbasis Telepon Seluler dan Arduino ini antara lain :

- a. Arduino IDE 1.6.5

Software ini digunakan untuk penulisan program.

- b. Ms. Office Visio

Aplikasi software ini digunakan untuk menggambar Flowchart dari alat yang akan dibuat.

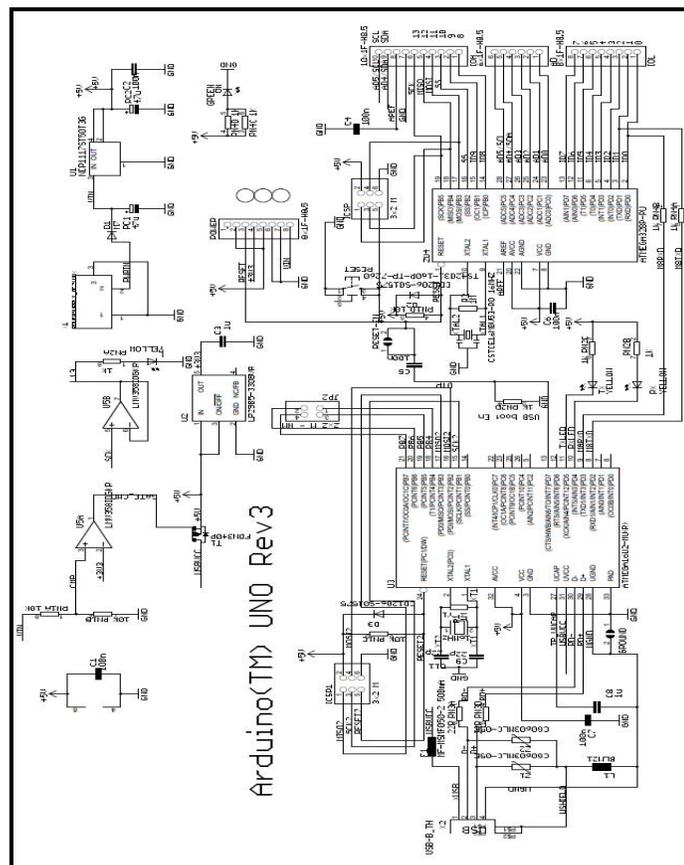
### **3.4 Perancangan Perangkat Keras**

Pada perancangan ini akan dijelaskan bagaimana skematik rangkaian dari setiap blok yang sudah dijelaskan sebelumnya. Bagian-bagian perancangan *Hardware* tersebut antara lain :

### 3.4.1 Rangkaian Sistem Minimum Arduino Uno R3

Sistem minimum Arduino Uno R3 memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin I/O analog. Pin-pin tersebut dapat digunakan sebagai masukan dari *Sensor Arus ACS 712*, tampilan LCD karakter 16x2, Buzzer dan keluaran menuju rangkaian relay untuk menyambungkan dan memutuskan sumber tegangan listrik.

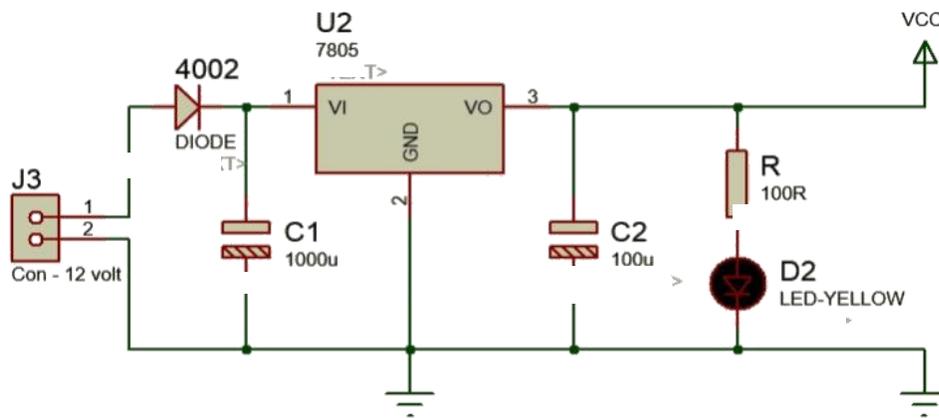
Pada Gambar 3.2. tampak jalur-jalur yang menghubungkan setiap pin I/O menuju mikrokontroler maupun jalur fitur lainnya pada sistem minimum Arduino Uno.



**Gambar 3.2.** Skema Rangkaian Sistem Minimum Arduino

### 3.4.2 Perancangan Rangkaian *Power Supply* (PSU)

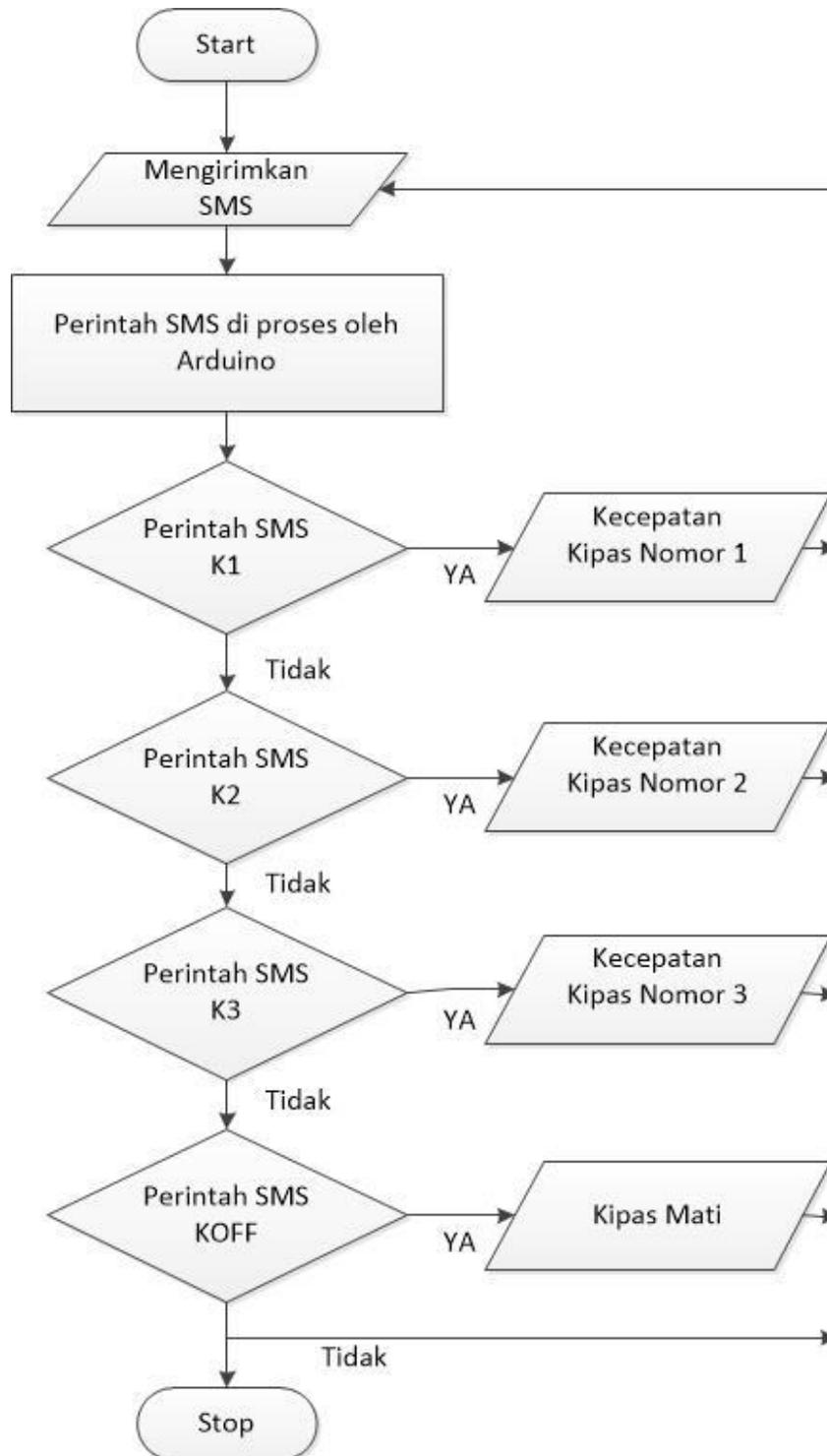
Rangkaian ini berfungsi untuk mensupply tegangan ke seluruh rangkaian yang ada meliputi Arduino, Switch limit, Conveyor, LCD, Modul GSM, Rangkaian Relay dan Buzzer. Rangkaian PSU yang dibuat terdiri dari satu keluaran, yaitu 5 volt dari input tegangan mulai dari 9 volt sampai dengan 12 volt DC. Keluaran 5 volt ini digunakan untuk *mensupply* tegangan ke semua rangkaian. Rangkaian *power supply* ditunjukkan pada gambar 3.3:



**Gambar 3.3.** Skematik Rangkaian *Power Supply* (PSU)

*Supply* tegangan berasal dari adaptor atau bisa juga menggunakan baterai yang besar tegangannya berkisar 9 volt DC sampai 12 volt DC. Kemudian tegangan tersebut akan diratakan oleh kapasitor 1000  $\mu$ F dan 100  $\mu$ F. Regulator tegangan 5 volt (7805) digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap 5 volt walaupun terjadi perubahan pada tegangan masukannya. Led hanya sebagai indikator apabila PSU dinyalakan.

### 3.5 Flowchart Sistem Kerja Alat



**Gambar 3.4** Flowchart Sistem Kerja Alat

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Proses pengujian alat yang telah dikerjakan sangat menentukan berhasil tidaknya alat yang telah dikerjakan. Setelah pengujian dapat diketahui apakah alat yang telah dikerjakan mengalami kesalahan atau perlu diadakan perbaikan, dalam setiap pengujian dilakukan pengukuran yang nantinya akan digunakan untuk menganalisa hardware dan software serta komponen – komponen pendukung lainnya.

#### **4.1 Implementasi Sistem**

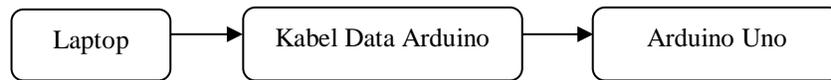
Setelah kebutuhan sistem yang telah disiapkan telah terpenuhi, maka tahap selanjutnya adalah merancang dan membangun sistem yang akan dibuat.

#### **4.2 Rangkaian Sistem Minimum Arduino Uno**

Modul *Arduino* pada penelitian ini berfungsi sebagai kontrol dari semua sistem. Adapun *Arduino* yang dipakai pada penelitian ini adalah *Arduino Uno*.

Peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian ini yaitu:

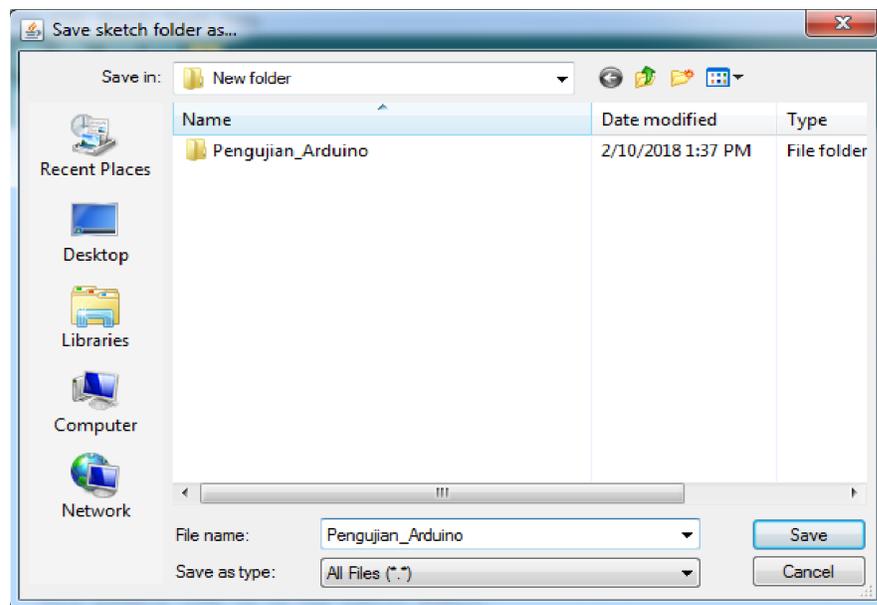
- a. Minimum Sistem *Arduino Uno*
- b. Kabel data *Arduino Uno*
- c. Software *Arduino IDE*



**Gambar 4.1** Blok Diagram Pengujian Modul *Arduino* Uno

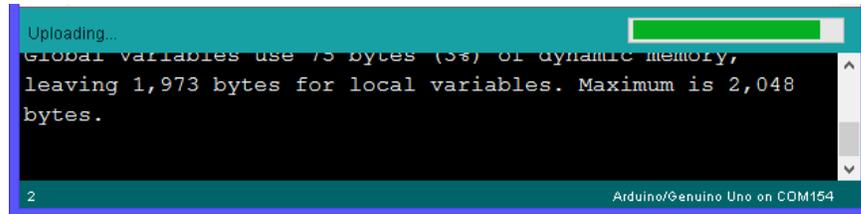
Langkah-langkah melakukan pengujian rangkaian *Arduino*:

1. Buka aplikasi *Arduino* IDE
2. Selanjutnya akan muncul tampilan awal “*sketch\_xxxxx*” secara otomatis.
3. Mengetikkan listing program untuk pengujian *Arduino*.
4. Klik *Sketch* → *Verify*. Kemudian akan muncul kotak *dialog* untuk menyimpan *file project* yang baru dibuat. Dapat dilihat pada Gambar 4.2.



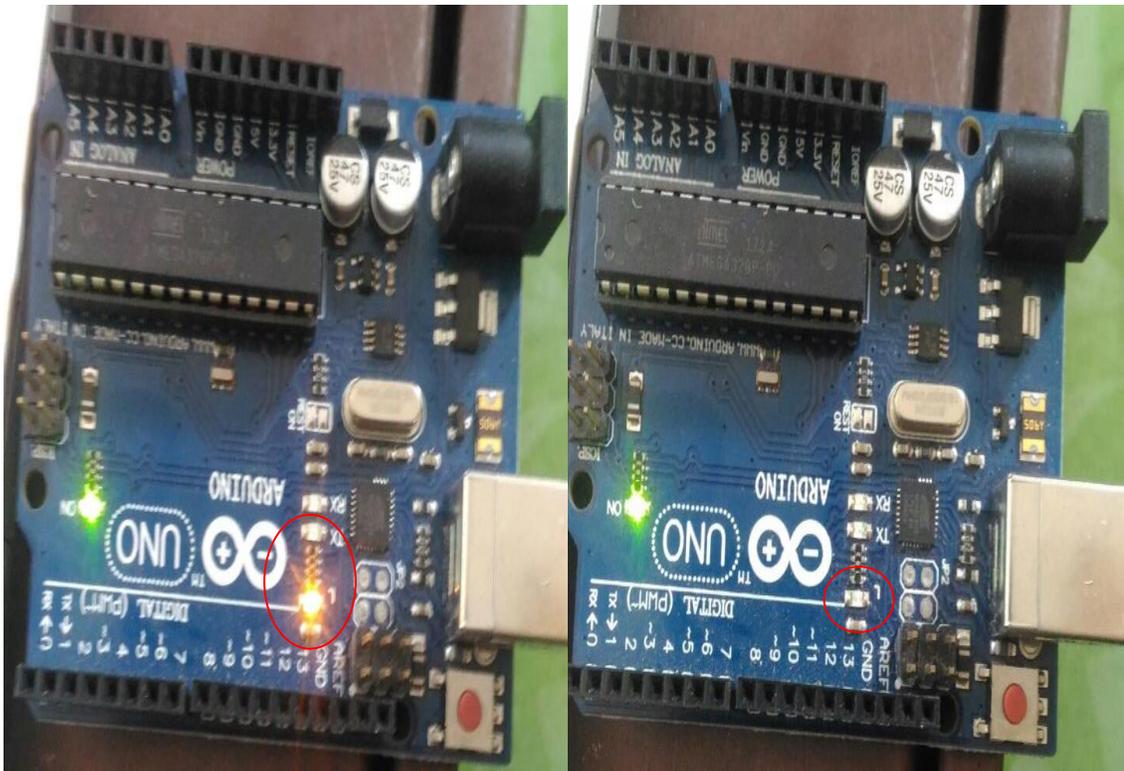
**Gambar 4.2.** Kotak Dialog Menyimpan Program

5. Kalau sudah tidak ada *error*, maka klik ikon  $\rightarrow$  *Upload* atau *Ctrl + U*. Dapat dilihat pada gambar 4.3 di bawah ;



**Gambar 4.3.** Proses Uploading Program Dari Komputer Ke *Arduino*

Hasil dari pengujian arduino bisa dilihat dengan lampu Led pada arduino berkedip setiap 1 detik seperti terlihat pada gambar 4.4.



**Gambar 4.4.** Foto Hasil Pengujian

### 4.3. Pengujian *Power Supply*

*Power Supply* adalah perangkat keras yang paling penting untuk memberikan supply tenaga kepada alat agar bisa berjalan dengan baik, maka itu dilakukan pengujian *Power Supply*.

#### 4.3.1. Pengujian Adaptor Tegangan 12V

Untuk mengetahui apakah bagian rangkaian power supply (PSA) telah bekerja dengan baik atau tidak dapat dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari rangkaian ini dengan menggunakan Volt Meter. Pada rangkaian power supply ini terdapat satu keluaran yaitu keluaran 12 Volt DC yang dipakai untuk men-supply tegangan ke seluruh rangkaian. Proses pengujian rangkaian power supply dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Uji Tegangan Keluaran

| Catu Daya           | Pengujian ke- | Tegangan (volt) | Tegangan terukur (volt) | Selisih (volt) | Error (%) |
|---------------------|---------------|-----------------|-------------------------|----------------|-----------|
| Power supply 12V/5A | 1             | 12              | 12,2                    | 0,2            | 1,6       |
|                     | 2             | 12              | 12,1                    | 0,1            | 0,8       |
|                     | 3             | 12              | 12,2                    | 0,2            | 1,6       |

Data tabel diatas menunjukkan hasil dari pengujian catu daya untuk mengetahui tegangan keluaran dari PSU. Output dari PSU digunakan untuk sumber listrik untuk kontrol dan kipas angin. Salah satu contoh perhitungan error tersebut dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$Error\% = \frac{Tegangan\ terukur - tegangan}{tegangan} \times 100\%$$

$$Error\% = \frac{12,2-12}{12} \times 100\% = 1,6\%$$

Untuk perhitungan rata-rata error sebagai berikut:

$$rata - rata = \frac{Jumlah\ error}{Jumlah\ data}$$

$$rata - rata = \frac{1,6 + 0,8 + 1,6}{3} = 2,93\%$$

#### 4.3.2. Pengujian Adaptor Tegangan Keluaran 5V

Untuk mengetahui apakah bagian rangkaian power supply (PSU) telah bekerja dengan baik atau tidak dapat dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari rangkaian ini dengan menggunakan Volt Meter. Pada rangkaian power supply ini terdapat satu keluaran yaitu keluaran 5 Volt DC yang dipakai untuk men-supply tegangan ke seluruh rangkaian. Proses pengujian rangkaian power supply dapat dilihat pada gambar 4.5.



**Gambar 4.5.** Foto Pengujian Tegangan Power Supply

Tegangan yang dihasilkan dari regulator tegangan 5V akan diteruskan sebagai tegangan kerja perangkat keseluruhan. Pengujian kestabilan tegangan dilakukan untuk mengetahui kemampuan regulator tegangan terhadap beban.

**Tabel 4.2** Uji Kestabilan Catu Daya Untuk Arduino

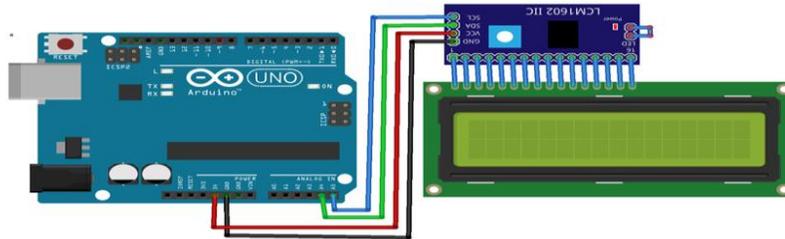
|                |           |
|----------------|-----------|
| Tanpa Beban    | 5,08 Volt |
| Beban Minimal  | 5,01 Volt |
| Beban Maksimal | 5,09 Volt |

#### 4.4 Pengujian Relay Modul LCD 16 x 2

Rangkaian LCD pada penelitian ini berfungsi untuk menampilkan informasi berupa tulisan dan data dari data input dari sensor *infrared* dan yang dibaca oleh Arduino. Untuk mengetahui apakah rangkaian LCD yang telah dibuat dapat bekerja sesuai yang diinginkan maka dilakukan pengujian rangkaian LCD yang dihubungkan dengan minimum sistem Arduino Uno

Peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian ini yaitu:

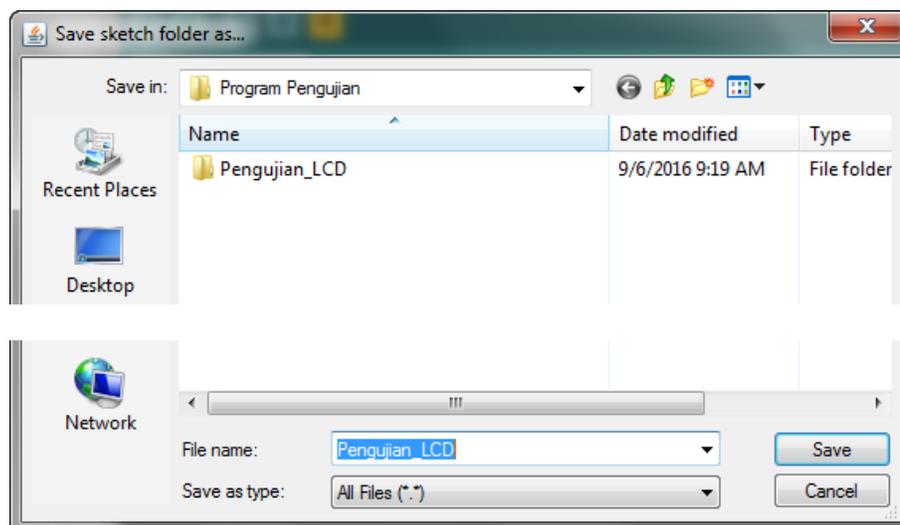
1. Minimum Sistem Arduino Uno
2. Kabel data Arduino Uno
3. Rangkaian LCD 16 x 2
4. Software Arduino IDE
5. I2C module



**Gambar 4.6.** Blok Diagram Pengujian Rangkaian LCD dengan Arduino Uno

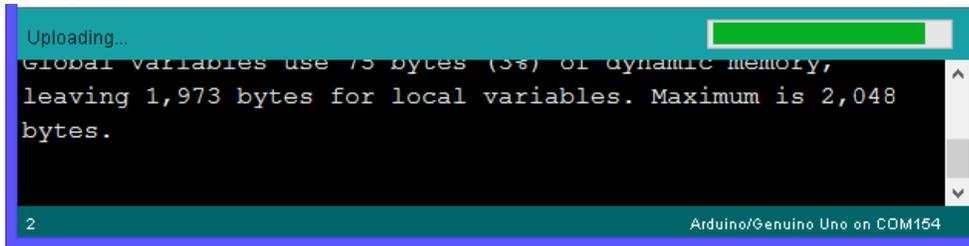
Langkah-langkah melakukan pengujian rangkaian LCD:

1. Buka aplikasi Arduino IDE 
2. Selanjutnya akan muncul tampilan awal “sketch\_xxxxx” secara otomatis.
3. Mengetikkan listing program untuk pengujian rangkaian LCD.
4. Klik *Sketch* → *Verify*. Kemudian akan muncul kotak *dialog* untuk menyimpan *file project* yang baru dibuat. Dapat dilihat pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7** Kotak Dialog menyimpan Program

5. Kalau sudah tidak ada *error*, maka klik ikon → *Upload* atau *Ctrl + U*. Dapat dilihat pada gambar 4.8 di bawah ;



**Gambar 4.8.** Proses Uploading Program Dari Komputer Ke Arduino



**Gambar 4.9.** Foto Hasil Pengujian LCD 16 x 2

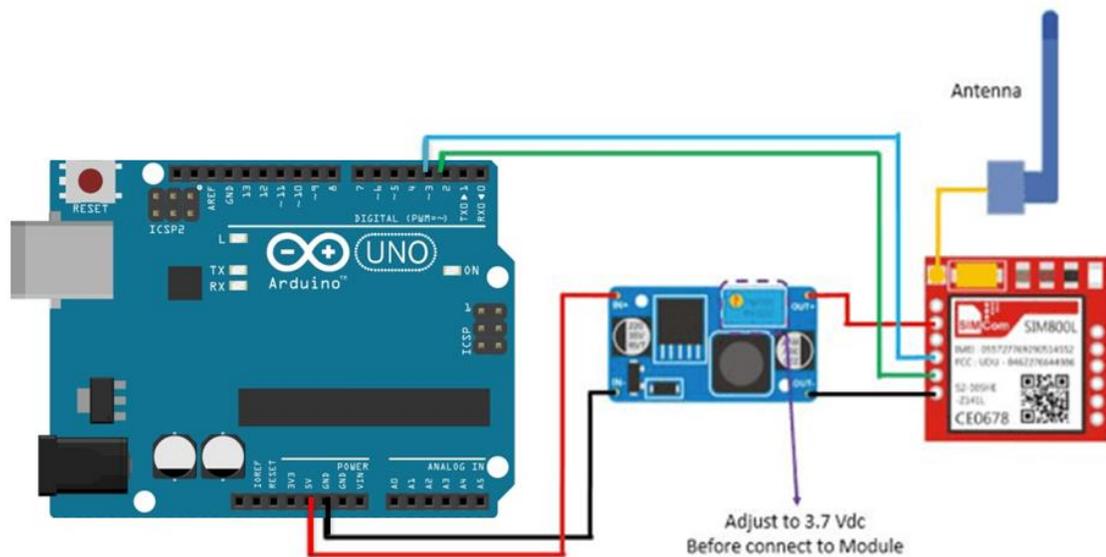
#### 4.5 Pengujian GSM SIM800L

Modul GSM pada perancangan alat yang telah dibuat berfungsi untuk memberikan informasi kondisi Kipas Angin kepada pengguna, Modul GSM SIM800L ini akan mengirimkan SMS pemberitahuan pada pemilik. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian ini dapat berfungsi dengan baik atau tidak.

Peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian ini yaitu:

1. Minimum Sistem Arduino Uno R3
2. Modul GSM SIM800L
3. Modul Power Converter Stepdown
4. Software Arduino IDE

Blok diagram pengujian Modul GSM SIM800L seperti ditunjukkan pada Gambar 4.10 berikut ini:



**Gambar 4.10.** Blok Diagram Pengujian Modul GSM SIM800L

Langkah-langkah melakukan pengujian Modul GSM SIM800L:

1. Buka aplikasi Arduino IDE 
2. Selanjutnya akan muncul tampilan awal “sketch\_xxxxxx” secara otomatis seperti pada langkah sebelumnya.

3. Mengetikkan listing program untuk pengujian Modul GSM SIM800L.
4. Klik *Sketch* → *Verify*. Kemudian akan muncul kotak *dialog* untuk menyimpan *file project* yang baru dibuat.
5. Kalau sudah tidak ada *error*, maka klik ikon → *Upload* atau *Ctrl + U*.

#### 4.5.1 Pengujian Tegangan Kerja SIM800L

Pada tahap pengujian modul GSM berdasarkan tegangan yang diterima oleh modul SIM800L. SIM800L bekerja pada tegangan antara 3.7 Volt- 4.4 Volt maka Tegangan 5 Volt pada Arduino di konversi dengan *Modul Power Converter Stepdown* menjadi dibawah 5 Volt sesuai kebutuhan Kinerja SIM800L. dikarenakan tegangan yang masuk pada modul akan mempengaruhi kinerja modul gsm ini. Pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3.** Uji Coba Tegangan Kerja SIM800L

| No | Tegangan SIM800L | Waktu Respon (Per detik) | Keterangan   |
|----|------------------|--------------------------|--------------|
| 1  | 3,7 Volt         | -                        | Low Votage   |
| 2  | 3,8 Volt         | -                        | Low Votage   |
| 3  | 3,9 Volt         | 7 detik                  | Sinyal Masuk |
| 4  | 4,0 Volt         | 4 detik                  | Sinyal Masuk |
| 5  | 4,1 Volt         | 3 detik                  | Sms Diterima |
| 6  | 4,2 volt         | -                        | Over Voltage |

Berdasarkan tabel hasil uji coba diatas dapat dilihat pada tegangan kerja SIM800L bekerja dengan baik pada tegangan 3,9 volt – 4,1 Volt dengan waktu respon

rata-rata 4,6 detik. Walaupun dalam *datasheet* pada SIM800L toleransi tegangan yang di perbolehkan 3,7 volt - 4,2 volt. Pada kenyataannya setelah diuji SIM800L mengalami kekurangan tegangan di tegangan 3,7 volt – 3,8 volt dan mengalami kelebihan tegangan pada 4,2 volt.

#### 4.5.2 Pengujian Konektivitas SIM800L

Pada tahap ini pengujian modul GSM berdasarkan lama waktu yang dikirim melalui handphone (HP) sebelumnya modul dihubungkan ke arduino. Untuk jaraknya tidak akan menjadi masalah selama masih tersedianya jaringan GSM. Pastikan semua terhubung dengan benar serta ada jaringan GSM nya. Pengujian dapat dilihat pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4.** Hasil Pengujian SIM800L

| No | Waktu Pengiriman Pesan | Waktu Pesan diterima | Selisih (detik) |
|----|------------------------|----------------------|-----------------|
| 1  | 09:35:12               | 09:35:27             | 15              |
| 2  | 10:15:30               | 10:15:41             | 11              |
| 3  | 11:30:21               | 11:30:33             | 12              |
| 4  | 12:57:30               | 12:57:39             | 9               |
| 5  | 13:12:25               | 13:12:35             | 10              |

Pada tabel diatas merupakan hasil pengujian sim800L yang berfungsi untuk mengirim pesan, dilakukan dengan cara membandingkan waktu saat pengiriman pesan dan waktu saat pesan telah diterima. SIM800L digunakan untuk mengirim informasi kepada pemilik. SIM800L dapat digunakan setelah dinyalakan kurang lebih 15 detik,

karena SIM800l memerlukan waktu untuk mendapatkan sinyal dari provider yang digunakan, hal ini ditandai dengan jika LED berkedip cepat berarti SIM800l sedang mencari sinyal dan masih belum bisa digunakan, sedangkan jika LED berkedip lambat berarti sudah memperoleh sinyal dan dapat digunakan. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dengan membandingkan waktu pengiriman sms dan waktu saat sms telah diterima oleh pemilik. Hasil dari pengujian bahwa semua pesan dapat diterima dengan baik dan lama pengiriman pesan antara 9 detik hingga 15 detik agar pesan dapat diterima. Lama waktu pengiriman pesan juga dipengaruhi oleh kartu provider dan kondisi sinyal provider yang digunakan untuk mengirim sms ataupun untuk menerima sms.

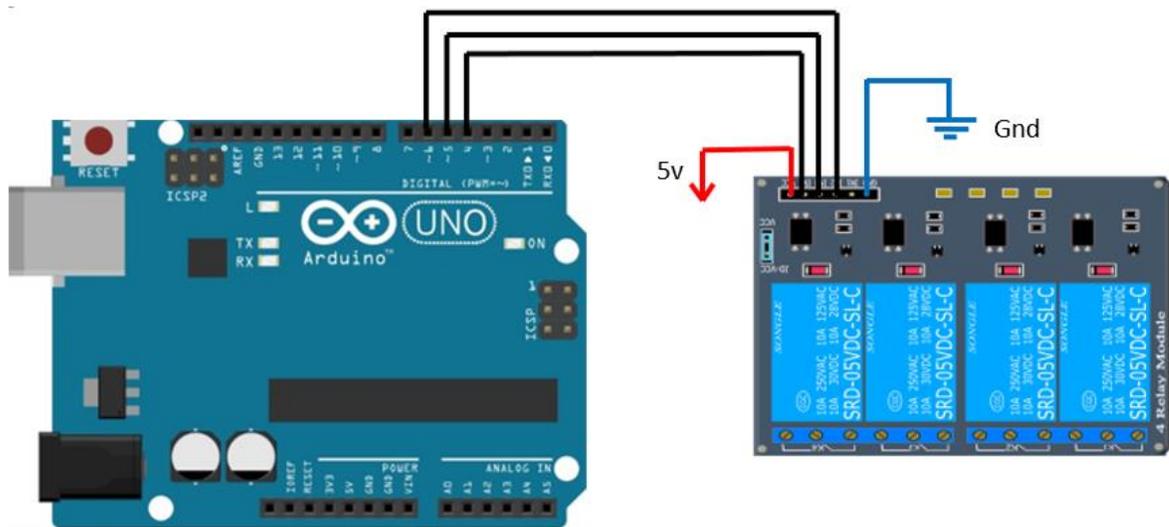
#### **4.6 Pengujian Modul Relay**

Relay merupakan jenis golongan saklar yang dimana beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik yang dimanfaatkan untuk menggerakkan kontaktor guna menyambung rangkaian secara tidak langsung. Tertutup dan terbukanya kontaktor disebabkan oleh adanya efek induksi magnet yang dihasilkan dari kumparan induktor yang dialiri arus listrik. Perbedaan dengan saklar yaitu pergerakan kontaktor pada saklar untuk kondisi on atau off dilakukan manual tanpa perlu arus listrik sedangkan relay membutuhkan arus listrik. Berikut adalah gambar pemasangan dari Relay 4 *channel* ke kipas angin. Peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian ini yaitu :

1. Minimum Sistem Arduino Uno

2. Kabel data Arduino Uno
3. Modul Relay 4 Channel
4. Adaptor 12 volt 2 Ampere
5. Software Arduino IDE

Berikut adalah gambar dari instalasi modul relay pada Arduino:



**Gambar 4.11.** Instalasi Modul Relay

Langkah-langkah melakukan pengujian Modul Relay :

1. Buka aplikasi Arduino IDE 
2. Selanjutnya akan muncul tampilan awal “sketch\_xxxxxx” secara otomatis seperti pada langkah sebelumnya.
3. Mengetikkan listing program untuk pengujian rangkaian Keseluruhan.
4. Klik *Sketch* → *Verify*. Kemudian akan muncul kotak *dialog* untuk menyimpan *file project* yang baru dibuat.

5. Kalau sudah tidak ada *error*, maka klik ikon → *Upload* atau *Ctrl + U*.

#### 4.6.1 Pengujian Aktivasi Relay

Berikut adalah letak dari *port* Arduino yang dipakai dalam mengakses modul *Relay* seperti yang ditampilkan pada tabel 4.5.

**Tabel 4.5.** Tabel Konfigurasi Modul Relay pada Arduino

| Nama PIN/PORT Arduino | Fungsi        | Keterangan |
|-----------------------|---------------|------------|
| D4                    | <i>Output</i> | Relay 1    |
| D5                    | <i>Output</i> | Relay 2    |
| D6                    | <i>Output</i> | Relay 3    |

Pada tabel diatas dapat dilihat port yang dipakai sebagai output arduino yang akan dihubungkan ke modul relay adalah D4, D5, D6. Masing-masing akan menjadi *trigger* relay dengan aktif HIGH untuk mengaktifkan *Relay* seperti pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6.** Pengujian Relay

| Relay | Port Arduino | Tegangan coil (volt) | Kondisi Relay Awal  | Kondisi Relay Sekarang |
|-------|--------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| 1     | D4           | 5                    | NC (Normally Close) | NO (Normally Open)     |
|       |              | 0                    | NO (Normally Open)  | NC (Normally Close)    |
| 2     | D5           | 5                    | NC (Normally Close) | NO (Normally Open)     |

|   |    |   |                     |                     |
|---|----|---|---------------------|---------------------|
|   |    | 0 | NO (Normally Open)  | NC (Normally Close) |
| 3 | D6 | 5 | NC (Normally Close) | NO (Normally Open)  |
|   |    | 0 | NO (Normally Open)  | NC (Normally Close) |

Dari hasil pengujian tabel 4.6 dapat dilihat bahwa relay dapat berkerja dengan baik, namun pada alat ini relay sebagai saklar tergantung dari ada tidaknya arus listrik dicoil. *Normally open* (kodisi awal sebelum diaktifkan open). Dan *Normally closed* (kodisi awal sebelum diaktifkan close), prinsip kerja relay ketika coil mendapat energi listrik (*energized*) akan timbul gaya electromagnet yang akan menarik armature yang berpegas dan contact akan menutup. Relay sebagai saklar dalam penelitian kabel dihubungkan ke *pole* dan no. Dengan demikian kondisi relay tidak mendapat sumber tegangan relay akan memutus arus.

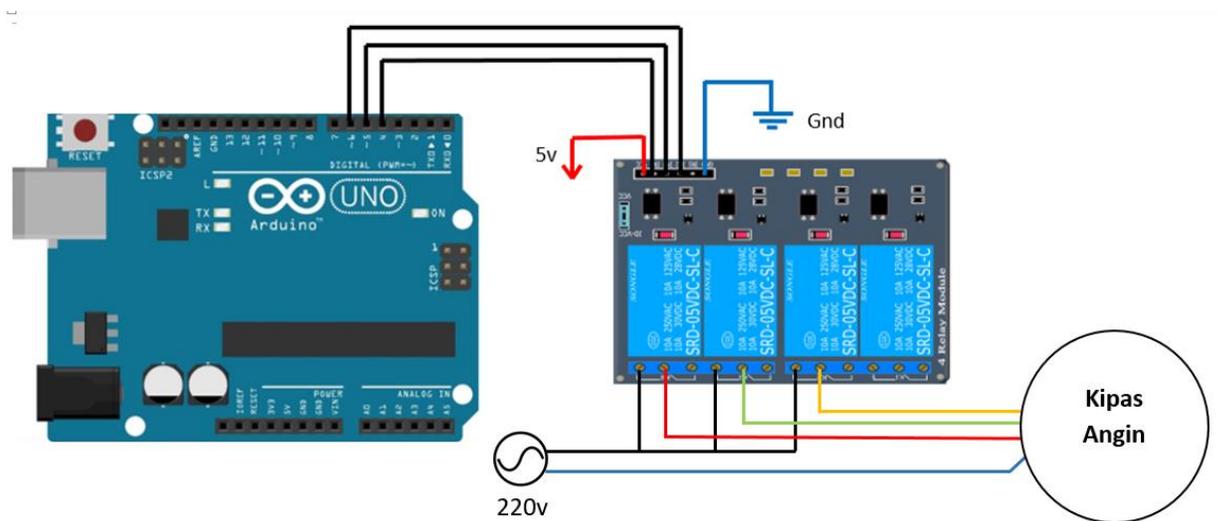
#### 4.6.2 Pengujian Modul Relay dengan Motor Kipas Angin

Kipas angin memiliki 3 kecepatan yaitu kecepatan 1, kecepatan 2 dan kecepatan 3., setiap kecepatan di wakili masing-masing 1 tombol. Biasanya kipas angin memiliki 4 Tombol yaitu Tombol 1, 2, 3 dan OFF. Pada pengujian ini fungsi tombol akan digantikan oleh relay dan dikendalikan oleh Arduino. Peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian ini yaitu :

1. Minimum Sistem Arduino Uno
2. Kabel data Arduino Uno

3. Modul Relay 4 Channel
4. Adaptor 12 volt 2 Ampere
5. Kipas Angin
6. Software Arduino IDE

Berikut adalah gambar dari instalasi modul relay dengan kipas angin:



**Gambar 4.12.** Instalasi Modul Relay dengan Kipas Angin

Langkah-langkah melakukan pengujian Modul Relay dengan kipas angin :

1. Buka aplikasi Arduino IDE 
2. Selanjutnya akan muncul tampilan awal “sketch\_xxxxxx” secara otomatis seperti pada langkah sebelumnya.
3. Mengetikkan listing program untuk pengujian rangkaian Keseluruhan.
4. Klik *Sketch* → *Verify*. Kemudian akan muncul kotak *dialog* untuk menyimpan *file project* yang baru dibuat.

Kalau sudah tidak ada *error*, maka klik ikon → *Upload* atau *Ctrl + U*.

Setelah Melakukan pengujian modul relay dengan kipas angin dapat dilihat dari tabel 4.7.

**Tabel 4.7.** Pengujian Modul Relay dengan Kipas Angin

| Kondisi Tombol Kipas | Relay | Tegangan coil (volt) | Kondisi Relay   | Kondisi Kipas Angin |
|----------------------|-------|----------------------|-----------------|---------------------|
| 1                    | 1     | 5                    | Terhubung       | Kecepatan 1         |
|                      | 2     | 0                    | Tidak Tehubung  |                     |
|                      | 3     | 0                    | Tidak Terhubung |                     |
| 2                    | 1     | 0                    | Tidak Terhubung | Kecepatan 2         |
|                      | 2     | 5                    | Terhubung       |                     |
|                      | 3     | 0                    | Tidak Terhubung |                     |
| 3                    | 1     | 0                    | Tidak Terhubung | Kecepatan 3         |
|                      | 2     | 0                    | Tidak Terhubung |                     |
|                      | 3     | 5                    | Terhubung       |                     |
| OFF                  | 1     | 0                    | Tidak Terhubung | Mati                |
|                      | 2     | 0                    | Tidak Terhubung |                     |
|                      | 3     | 0                    | Tidak Terhubung |                     |

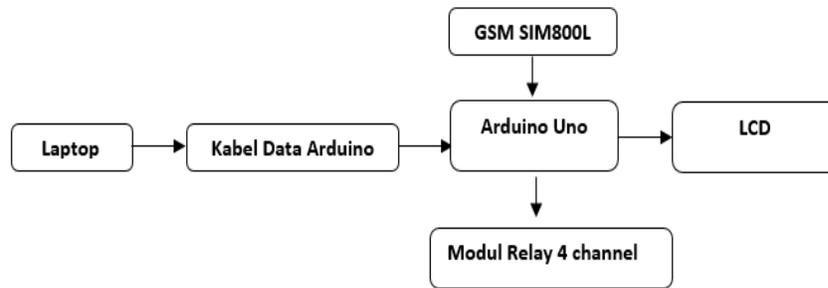
Pada tabel diatas berisikan data pengujian Kipas angin dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diinginkan. ketika relay mendapatkan sinyal HIGH dari Arduino maka kontak relay akan berpindah dari yang sebelumnya NC ke NO sehingga akan mengaktifkan kipas angin. Jika relay 1 diberikan tegangan 5 volt maka relay 1 akan terhubung .

#### **4.7 Pengujian Alat Keseluruhan**

Modul GSM pada perancangan alat yang telah dibuat berfungsi untuk memberikan informasi kondisi kipas angin kepada pengguna, Pengguna akan mengirimkan SMS untuk menghidupkan dan mematikan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian ini dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian ini yaitu:

1. Minimum Sistem Arduino Uno R3
2. Adaptor 12v /5A
3. Modul GSM SIM800L
4. Modul i2c LCD 16x2
5. Modul Relay 4 *Channel*
6. Motor Kipas Angin
7. Software Arduino IDE

Blok diagram pengujian Modul GSM SIM800L seperti ditunjukkan pada Gambar 4.13

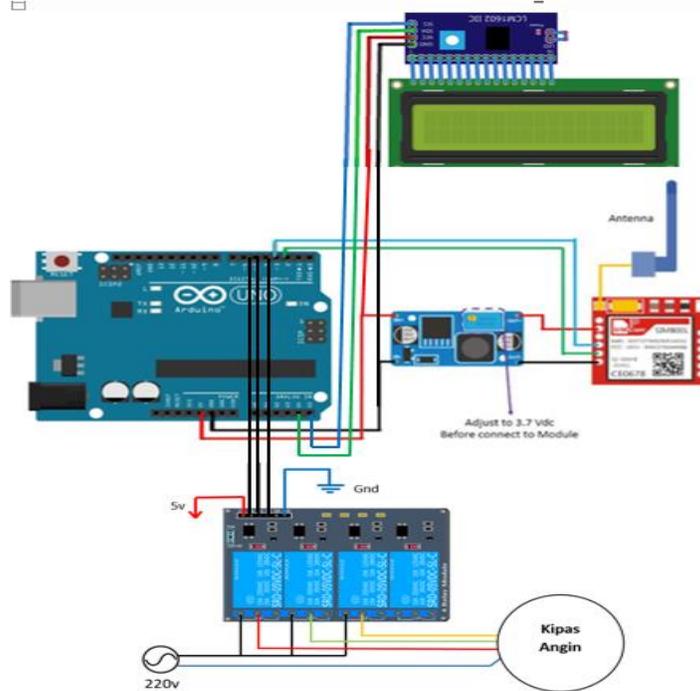


**Gambar 4.13** Blok Diagram Pengujian Alat Keseluruhan

Langkah-langkah melakukan pengujian alat keseluruhan:

1. Buka aplikasi Arduino IDE 
2. Selanjutnya akan muncul tampilan awal “sketch\_xxxxxx” secara otomatis seperti pada langkah sebelumnya.
3. Mengetikkan listing program untuk pengujian Modul GSM SIM800L.
4. Klik *Sketch* → *Verify*. Kemudian akan muncul kotak *dialog* untuk menyimpan *file project* yang baru dibuat.
5. Kalau sudah tidak ada *error*, maka klik ikon → *Upload* atau *Ctrl + U*.

Berikut adalah gambar dari instalasi alat keseluruhan bisa dilihat pada gambar 4.14.



**Gambar 4.14** Instalasi Alat Keseluruhan

#### 4.8 SMS Perintah

Sms perintah adalah pesan yang akan dikirimkan oleh pengguna kepada alat dan diproses menjadi perintah untuk mengaktifkan relay yang terhubung ke kipas angin. Berikut adalah tabel pesan yang akan dipakai untuk mengaktifkan kipas angin bisa dilihat pada tabel 4.8.

**Tabel 4.8.** Tabel SMS Perintah

| Pesan (SMS) | Perintah                              | SMS Balasan               |
|-------------|---------------------------------------|---------------------------|
| K1          | Menghidupkan Kipas dengan Kecepatan 1 | Kipas dinyalakan, SPEED 1 |

|      |                                       |                           |
|------|---------------------------------------|---------------------------|
| K2   | Menghidupkan Kipas dengan Kecepatan 2 | Kipas dinyalakan, SPEED 2 |
| K3   | Menghidupkan Kipas dengan Kecepatan 3 | Kipas dinyalakan, SPEED 3 |
| KOOF | Mematikan Kipas                       | Kipas dimatikan           |

Pada tabel diatas menjelaskan bahwa jika pengguna mengirimkan SMS “K1” ke alat, maka alat akan merespon dengan menghidupkan kipas angin dengan kecepatan 1 serta mengirimkan SMS balasan ke pengguna bahwasanya perintah sudah dilaksanakan dengan pesan “ Kipas dinyalakan SPEED 1”. Apabila pengguna mengirimkan SMS “K2” ke alat, maka alat akan merespon dengan menghidupkan kipas angin dengan kecepatan 2 serta mengirimkan SMS balasan ke pengguna bahwasanya perintah sudah dilaksanakan dengan pesan “ Kipas dinyalakan SPEED 2”. Apabila pengguna mengirimkan SMS “K3” ke alat, maka alat akan merespon dengan menghidupkan kipas angin dengan kecepatan 3 serta mengirimkan SMS balasan ke pengguna bahwasanya perintah sudah dilaksanakan dengan pesan “ Kipas dinyalakan SPEED 3”. Dan yang terakhir apabila pengguna mengirimkan SMS “KOFF” ke alat, maka alat akan merespon dengan mematikan kipas angin serta mengirimkan SMS balasan ke pengguna bahwasanya perintah sudah dilaksanakan dengan pesan “ Kipas dimatikan”.

#### 4.8.1 Pengujian Kinerja Alat secara Keseluruhan

Pada tahap pengujian ini penulis melakukan pengamatan pada kinerja Seluruh komponen yang ada didalam alat ini seperti di tabel 4.9.

**Tabel 4.9.** Tabel Pengujian Kinerja Alat

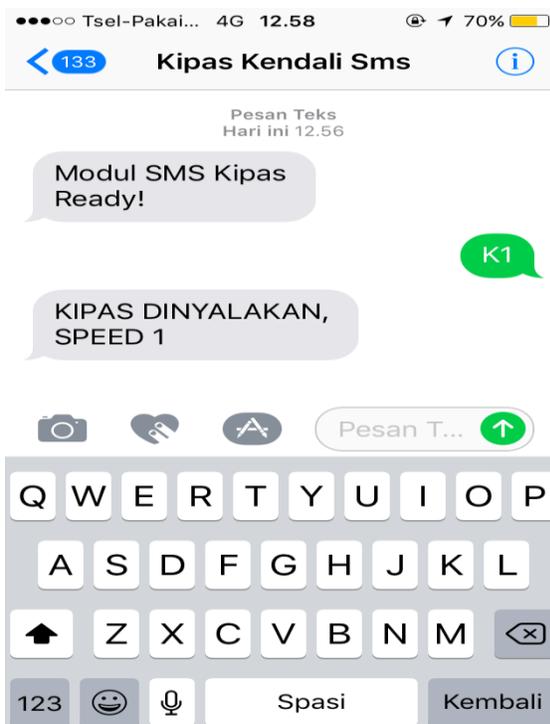
| SMS Perintah | Relay | Tegangan coil (volt) | Kondisi Relay   | Tampilan Informasi pada Lcd | Kondisi Kipas Angin | SMS Balasan ke Pengguna  |
|--------------|-------|----------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------|
| K1           | 1     | 5                    | Terhubung       | Status Kipas: On - Speed 1  | Kecepatan 1         | KIPAS DINYALAKAN SPEED 1 |
|              | 2     | 0                    | Tidak Terhubung |                             |                     |                          |
|              | 3     | 0                    | Tidak Terhubung |                             |                     |                          |
| K2           | 1     | 0                    | Tidak Terhubung | Status Kipas: On - Speed 2  | Kecepatan 2         | KIPAS DINYALAKAN SPEED 2 |
|              | 2     | 5                    | Terhubung       |                             |                     |                          |
|              | 3     | 0                    | Tidak Terhubung |                             |                     |                          |
| K3           | 1     | 0                    | Tidak Terhubung | Status Kipas: On - Speed 3  | Kecepatan 3         | KIPAS DINYALAKAN SPEED 3 |
|              | 2     | 0                    | Tidak Terhubung |                             |                     |                          |
|              | 3     | 5                    | Terhubung       |                             |                     |                          |
| KOFF         | 1     | 0                    | Tidak Terhubung | Status Kipas: Off           | Mati                | KIPAS DIMATIKAN          |
|              | 2     | 0                    | Tidak Terhubung |                             |                     |                          |
|              | 3     | 0                    | Tidak Terhubung |                             |                     |                          |

Pada tabel diatas menjelaskan bahwa jika pengguna mengirimkan SMS “K1” ke alat, maka alat akan merespon dengan menghidupkan kipas angin dengan kecepatan 1, Lcd menampilkan Informasi “ Status Kipas: ON Speed 1” serta mengirimkan SMS balasan ke pengguna bahwasanya perintah sudah dilaksanakan dengan pesan “ Kipas

dinyalakan Speed 1". Berikut adalah gambar tampilan LCD dan tampilan pada SMS pengguna pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16.



**Gambar 4.15.** Tampilan Info Status Kipas Hidup kecepatan 1

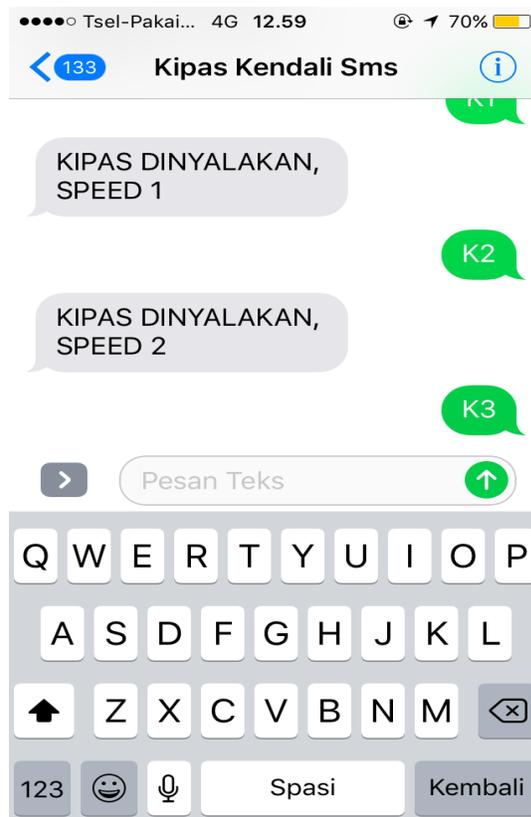


**Gambar 4.16.** Tampilan SMS Info Kipas Hidup kecepatan 1

Jika pengguna mengirimkan SMS “K2” ke alat, maka alat akan merespon dengan menghidupkan kipas angin dengan kecepatan 2, Lcd menampilkan Informasi “Status Kipas: ON Speed 2” serta mengirimkan SMS balasan ke pengguna bahwasanya perintah sudah dilaksanakan dengan pesan “Kipas dinyalakan Speed 2”. Berikut adalah gambar tampilan LCD dan tampilan pada SMS pengguna pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18.



**Gambar 4.17.** Tampilan Info Status Kipas Hidup kecepatan 2



**Gambar 4.18.** Tampilan SMS Info Kipas Hidup kecepatan 2

Jika pengguna mengirimkan SMS “K3” ke alat, maka alat akan merespon dengan menghidupkan kipas angin dengan kecepatan 3, Lcd menampilkan Informasi “Status Kipas: ON Speed 3” serta mengirimkan SMS balasan ke pengguna bahwasanya perintah sudah dilaksanakan dengan pesan “Kipas dinyalakan speed 3”. Berikut adalah gambar tampilan LCD dan tampilan pada SMS pengguna pada Gambar 4.19 dan Gambar 4.20.



**Gambar 4.19.** Tampilan Info Status Kipas Hidup kecepatan 3



**Gambar 4.20.** Tampilan SMS Info Kipas Hidup kecepatan 3

Jika pengguna mengirimkan SMS “KOFF” ke alat, maka alat akan merespon dengan mematikan kipas angin, Lcd menampilkan Informasi “Status Kipas: OFF” serta mengirimkan SMS balasan ke pengguna bahwasanya perintah sudah dilaksanakan dengan pesan “Kipas dimatikan”. Berikut adalah gambar tampilan LCD dan tampilan pada SMS pengguna pada Gambar 4.21 dan Gambar 4.22.

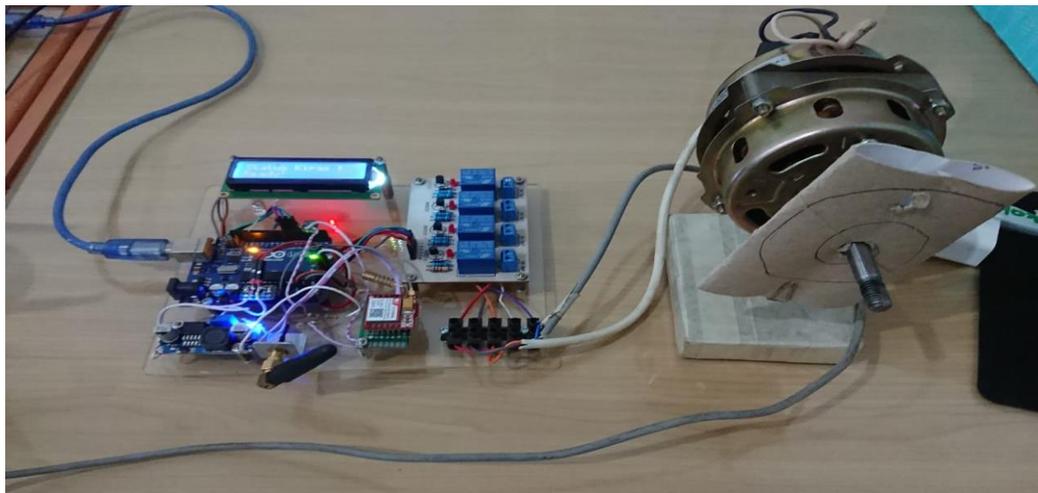


**Gambar 4.21.** Tampilan Info Status Kipas Mati



**Gambar 4.22.** Tampilan SMS Info Kipas dimatikan

Setelah Melakukan pengujian keseluruhan dilanjutkan dengan proses pemasangan pada papan prototype seperti pada digambar 4.23 berikut ini:



**Gambar 4.23** Gambar keseluruhan Alat Kipas Kendali SMS

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasar hasil analisis, perancangan dan implementasi yang telah dilakukan, serta berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

- a. Komunikasi antara telepon seluler dengan mikrokontroler dapat dilakukan dengan cara menggunakan SMS yang mana dan modul SIM800L telepon seluler pada sistem mikrokontroler dapat berkomunikasi menggunakan data serial.
- b. Fitur SMS yang ada pada telepon seluler dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan motor menggunakan SMS. Hal ini dilakukan dengan cara menginisialisasikan data perintah SMS ke SIM800L dan diteruskan ke dalam kode karakter yang telah dikenali mikrokontroler.
- c. Pengendalian motor listrik –kipas angin dapat bekerja walaupun jarak jangkauan jauh dan dekat dari motor listrik-kipas angin.

#### **5.2 Saran**

Sistem ini tidak lepas dari kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, penulis memberi beberapa saran yang dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian atau pengembangan selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

- a. Perangkat ini hanya dapat dilakukan pada daerah yang memiliki sinyal dari kartu yang terdapat di modul SIM 800L sehingga baiknya menggunakan kartu SIM yang sudah banyak koneksinya.
- b. Untuk motor dengan kapasitas besar harus diperhitungkan kembali dan tegangan yang tersedia sebagai sumber tegangan motor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Evan Taruna Setiawan, 2010, "**Pengendalian Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino Menggunakan Smartphone Android**" Jurnal Teknik Informatika, Vol.1,2010.
- Hamdani, H., Tharo, Z., & Anisah, S. (2019, May). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. In Seminar Nasional Teknik (Semnastek) Uisu (Vol. 2, No. 1, pp. 190-195).
- Ilham Effendi, Pengertian dan Kelebihan Arduino, 2014 (<http://www.IT-Jurnal.com>) di akses pada tanggal **10 November 2017**.
- Putri, M., Wibowo, P., Aryza, S., & Utama Siahaan, A. P. Rusiadi.(2018). An implementation of a filter design passive lc in reduce a current harmonisa. International Journal of Civil Engineering and Technology, 9(7), 867-873.
- Rahmaniar, R. (2019). Model flash-nr Pada Analisis Sistem Tenaga Listrik (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Padang).
- Syahwil, Muhammad. 2013. "**Panduan Mudah Simulasi Dan Praktek Mikrokontroler Arduino**". Halaman 57-80
- Zona Elektro, Motor Listrik, Oktober 17 2014 (<https://zoniaelektro.net/motor-listrik>) di akses pada tanggal 8 November 2017.
- Tarigan, A. D., & Pulungan, R. (2018). Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik. RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro, 1(1), 10-15.
- Ucokihsan, Prinsip Kerja Pengertian dan Bagian Kipas Angin (<http://ucokihsan.blogspot.com/2014/02/prinsip-kerja-pengertian-dan-bagian.html>) di akses pada tanggal 10 November 2017.