TUGAS AKHIR – TF 145565

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PUTARAN *MOTOR FAN* PADA *EVAPORATOR* PADA *MINIPLANT AC (AIR CONDITIONER) REFRIGERANT*

WIDYA SAKA LOKANANTA
NRP 2413.031.066

Dosen Pembimbing:
Dr.Ridho Hantoro,ST, MT

PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

TUGAS AKHIR – TF 145565

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PUTARAN *MOTOR FAN* PADA *EVAPORATOR* PADA *MINIPLANT AC (AIR CONDITIONER) REFRIGERANT*

WIDYA SAKA LOKANANTA
NRP 2413.031.066

Dosen Pembimbing:
Dr.Ridho Hantoro,ST, MT

PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

FINAL PROJECT – TF145565

BUILD AND DESIGN FAN MOTOR ROTATION CONTROL SYSTEM ON EVAPORATOR ON MINIPLANT AC (AIR CONDITIONER) REFRIGERANT

WIDYA SAKA LOKANANTA
NRP. 2413 031 066

Supervisor
Dr.Ridho Hantoro,ST, MT
NIP. 19761223 200501 1 001

DIPLOMA OF METROLOGY AND INSTRUMENTATION ENGINEERING
Department Of Engineering Physics
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

RANCANG BANGUN
SISTEM KENDALI PUTARAN MOTOR FAN PADA
EVAPORATOR PADA *MINIPLANT*
AC (AIR CONDITIONER) REFRIGERANT

TUGAS AKHIR

Oleh :

WIDYA SAKA LOKANANTA
NRP. 2413 031 066

Surabaya, Juli 2016
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing

Dr.Ridho Hantoro, ST, MT
NIP. 19761223 200501 1 001

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI ITS

Agus Muhammad Hatta, Ph.D
NIP. 19780902 200312 1 002

Ketua Program Studi
DIII Metrologi dan Instrumentasi

Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc.
NIP. 19620822 198803 1 001

SISTEM KENDALI PUTARAN MOTOR FAN PADA EVAPORATOR PADA *MINIPLANT* AC (AIR CONDITIONER) REFRIGERANT

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
WIDYA SAKA LOKANANTA
NRP. 2413 031 066

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr.Ridho Hantoro, ST, MT ..... (Pembimbing)
2. Dr.Ir.Purwadi AD.,MSc ..... (Ketua Penguji)
3. Ir.Yerry S.,MT ..... (Dosen Penguji I)
4. Ir.Harsono H.,MSc, PhD ..... (Dosen Penguji II)
5. Herry SH.,ST, MT ..... (Dosen Penguji III)

SURABAYA
AGUSTUS, 2016

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PUTARAN MOTOR FAN PADA EVAPORATOR PADA *MINIPLANT* AC (AIR CONDITIONER) REFRIGERANT

Nama : **Widya Saka Lokananta**
NRP : **2413031066**
Jurusan : **Teknik Fisika, FTI-ITS**
Dosen Pembimbing : **Dr. Ridho Hantoro, ST, MT**

Abstrak

Saat ini mesin pendingin ruangan memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia. Mesin pendingin udara atau biasa disebut *Air Conditioner* (AC) bekerja dengan mengkondisikan suhu suatu ruangan agar sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Sistem pengendalian putaran motor *fan* pada *plant AC Refrigerant* ini digunakan untuk mengontrol kecepatan putaran motor pada AC agar dapat mengetahui seberapa cepat putaran motor yang digunakan pada AC dengan kontrol menggunakan arduino uno SMD sebagai kontrolernya dan potensiometer sebagai inputan PWMnya. Dimana hasil pengukuran kecepatan putaran motor ini dapat ditampilkan pada LCD. Pada tugas akhir ini dilakukan pengendalian putaran motor *fan* menggunakan *Solid State Relay* (SSR) dan menggunakan *infrared* dan *phototransistor* sebagai sensornya. Berdasarkan data yang telah diolah didapat input 20% = 400,2 RPM, input 40% = 1454,35 RPM, input 60% = 2160,5 RPM, input 80% = 2718,75 RPM dan input 100% = 2654,95 RPM.

Kata kunci : Sistem control putaran motor *fan*, PWM, Arduino uno SMD, *Solid State Relay* (SSR), *infrared*, *phototransistor*.

BUILD AND DESIGN FAN MOTOR ROTATION CONTROL SYSTEM ON EVAPORATOR ON MINIPLANT AC (AIR CONDITIONER) REFRIGERANT

Name	**: Widya Saka Lokananta**
NRP	**: 2413031066**
Department	**: *Engineering Physics,* FTI-ITS**
Advisor Lecture	**: Dr. Ridho Hantoro, ST, MT**

ABSTRACT

Now air conditioner has an important role in our life. Air conditioning works by conditioning the temperature a room to match with the expected conditions. Fan motor rotation control system on the plant 's AC Refrigerant used to control the speed of rotation of the motor on the air conditioner in order to find out how fast rotation of the motor used in the air conditioning control using arduino uno SMD as the controller and the potentiometer as input for PWM . Where the motor rotation speed measurement results can be displayed on the LCD . In this final project using the fan motor rotation control Solid State Relay (SSR) and using infrared and phototransistor as a sensor . Based on the data that has been processed input gained 20 % = 400.2 RPM , input 40 % = 1454.35 RPM , input 60 % = 2160.5 RPM , input 80 % = 2718.75 RPM and 100 % input = 2654.95 RPM.

***Keywords** : fan motor reotation control system, PWM, Arduino uno SMD, Solid State Relay (SSR), infrared, phototransistor.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayahNya sehingga Laporan Tugas Akhir dapat terselesaikan. Laporan Tugas Akhir ini mengambil judul "Rancang Bangun Sistem Kendali Putaran Motor Fan Pada Evaporator Pada *Miniplant* Ac (Air Conditioner) Refrigerant Di Workshop Instrumentasi".

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar ahli madya D III Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik fisika,FTI-ITS Surabaya. Dengan terselesaikan Laporan Tugas Akhir ini, disampaikan terimakasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan berkah dan rahmatnya kepada kita semua
2. Kedua orang tua yang telah memberikan segala dukungan baik moral maupun material serta perhatiannya.
3. Bapak Agus Muhammad Hatta, Ph.D dan Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwinto,Msc selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS dan Kepala Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi di Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS.
4. Bapak Dr.Ridho Hantoro, ST, MT. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran serta bimbingan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku kepala laboratorium Workshop Instrumentasi yang telah memberikan izin menggunakan workshop instrumentasi sebagai tempat pengerjaan Tugas Akhir.
6. Teman – teman di laboratorium Workshop Instrumentasi dan teman – teman DIII Metrologi dan Instrumentasi serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu terselesainya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini belum sempurna sehingga tidak menutup kemungkinan bagi penulis untuk menerima kritik dan saran yang membangun demi tersempurnanya Laporan Tugas Akhir ini. Besar harapan semoga

Tugas Akhir ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan menambah wawasan bagi pembaca.

Surabaya , 18 Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **ii**
LEMBAR PENGESAHAN I ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN II ..... **iv**
ABSTRAK ..... **v**
ABSTRACT ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Tugas akhir 2
1.5 Sistematika Laporan 2
1.6 Manfaat 3
BAB II DASAR TEORI
2.1 Sistem *Air Conditioning* (AC) 5
2.2 Motor Induksi 3 Fasa 6
2.3 Motor Induksi 1 Fasa 7
2.4 *Liquid Crystal Display* (LCD) 9
2.5 Arduino UNO SMD 10
2.6 *Solid State Relay* (SSR) 11
2.7 Phototransistor 14
2.8 Sensor Infrared 15
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT
3.1 Perancangan Sistem 17
3.2 Pembuatan Hardware 19
3.3 Perancangan Software 23
BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISIS
4.1 Analisa Data 25

4.2 Pembahasan 27
BAB V PENUTUP
5.1 Kesimpulan.....29
5.2 Saran.....29
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem *Air Conditioning* (AC) 6
Gambar 2.2 Motor AC 3 Fasa..... 7
Gambar 2.3 Konstruksi Motor AC 1 Fasa 8
Gambar 2.4 LCD 16 x 2..... 9
Gambar 2.5 Arduino UNO SMD..... 11
Gambar 2.6 *Solid State Relay* (SSR) 14
Gambar 2.7 Simbol dan Bentuk Phototransistor..... 15
Gambar 2.8 Sensor Infrared..... 16
Gambar 3.1 *Flowchart* Sistem..... 17
Gambar 3.2 Skema Kerja motor *fan* 1 fasa AC Refrigerant 18
Gambar 3.3 Skema kerja sistem kontrol motor induksi 1 Fasa..... 18
Gambar 3.4 Kompresor Rotary..... 20
Gambar 3.5 Kondensor..... 20
Gambar 3.6 Evaporator..... 21
Gambar 3.7 Sensor Pembacaan RPM..... 22
Gambar 3.8 *Solid State Relay* (SSR) 22
Gambar 3.9 *Code* pada Arduino 1.6.10 23
Gambar 4.1 Grafik presentase putaran fan terhadap nilai Kecepatan motor..... 26
Gambar 4.2 Grafik input tegangan terhadap nilai RPM 27

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian kerja motor *fan* mengunakan *Solid State Relay* (SSR) dan hasil kecepatan 25

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam Tugas Akhir ini kecepatan motor fan pada mini *plant Air Conditioner* berhasil dikendalikan menggunakan *Solid State Relay* (SSR) hingga diperoleh hasil putaran RPM saat *tunning* ADC dengan hasil manipulasi *voltage* / tegangan sebagai input motor fan. Adapun hasil analisa data diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini :

1. Pengaturan kinerja motor fan pada sistem dengan memanipulasi *voltage* inputan motor fan menggunakan *Solid State Relay* (SSR).
2. Rangkaian ADC dengan *potensiometer* digunakan untuk *input*-an ADC arduino uno SMD dengan memanipulasi rentang kerja 0-5 VDC yang menjadi parameter kerja motor fan dengan persentase 0% - 100%.
3. Hasil putaran RPM pada motor *fan* didapat data sebagai berikut pada presentase 20% menghasilkan output (68,3 VAC) dengan putaran motor (400,2 RPM), lalu pada saat 40% menghasilkan output (115 VAC) dengan putaran motor (1454,35 RPM), kemudian pada presentase 60% menghasilkan output (151,6 VAC) dengan putaran motor (2160,5 RPM), pada presentase 80% menghasilkan outputan (175 VAC) menghasilkan putaran motor (2718,75 RPM) dan pada presentase 100% menghasilkan outputan (222,8 VAC) menghasilkan putaran motor (2654,95 RPM).

5.2 Saran

Berdasarkan tugas akhir yang telah dilaksanakan, maka diperoleh saran yang dapat dipertimbangkan sebagai berikut :

1. Sensor RPM yang digunakan harus lebih akurat agar dapat menghitung putaran motor fan lebih baik.

2. Pemahaman tentang teknik *grounding* (pertanahan) elektrik perlu di tekankan pada mata kuliah elektronika industri

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

AC (*air conditioner*) merupakan alat pengkondisi udara dan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin, AC dipakai untuk memberikan udara yang sejuk dan menyediakan uap air yang dibutuhkan untuk manusia, untuk negara beriklim tropis yang terdiri dari musim hujan dan musim panas, pada saat musim panas suhu ruangan tinggi sehingga penghuni merasa tidak nyaman. Di lingkungan tempat kerja, AC juga dimanfaatkan sebagai salah satu cara dalam upaya peningkatan produktivitas kerja secara optimal. Tingkat kenyamanan suatu ruang juga ditentukan oleh sirkulasi dan tingkat kebersihan udara, sehingga untuk menjaga kinerja AC agar tetap efisien diperlukan adanya pengetesan atau pengujian. Salah satu variabel yang terpenting pada sistem AC adalah suhu atau *Temperatur*. Adanya pengaturan putaran motor fan pada *evaporator* perlu dilakukan karena pada sistem AC terdapat perubahan fasa dari gas ke cair (mengembun) dan cair ke gas (menguap), evaporator adalah salah satu komponen utama yang berfungsi untuk menyerap dan mengalirkan panas dari udara ke dalam sistem.

Untuk mendapatkan suhu udara yang sesuai dengan yang diinginkan banyak alternative yang dapat diterapkan, diantaranya adalah dengan menaikkan koefisien perpindahan kalor kondensasi dan dengan menambahkan kecepatan udara pendingin pada evaporator sehingga akan diperoleh harga koefisien prestasi yang lebih besar.[1]

Pada laporan ini berisikan alternatif untuk mendapatkan suhu udara yang diinginkan dengan mengontrol putaran fan pada evaporator yaitu “rancang bangun sistem kendali putaran fan pada evaporator guna mempercepat sistem kondensasi pada AC (air conditioner) refigerant”. Sehingga suhu yang dikeluarkan oleh AC dapat dikontrol sesuai dengan yang di inginkan.[4]

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini yaitu :

1. Bagaimana merancang alat untuk sistem kendali putaran fan pada evaporator di dalam sistem AC (*Air Conditioner) Refrigerant* ?
2. Bagaimana prosedur dan metode dalam sistem kendali putaran fan pada evaporator pada sistem AC (*Air Conditioner*) *Refrigerant* ?
3. Bagaimana menghitung jumlah putaran RPM pada motor fan di dalam evaporator?

1.3 Tujuan

Sesuai dengan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari tugas akhir ini yaitu:

1. Mampu merancang alat untuk sistem kendali putaran fan pada evaporator pada sistem AC (*Air Conditioner) Refrigerant*.
2. Dapat mengetahui prosedur dan metode dalam sistem kendali putaran fan pada evaporator pada sistem AC (*Air Conditioner*) *Refrigerant.*
3. Dapat menghitung jumlah putaran RPM pada motor fan di dalam evaporator.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penyelesaian masalah pada penelitian tugas akhir ini maka batasan masalah yang diangkat adalah sebagai berikut :

1. Alat yang dirancang dan dibangun hanya memiliki fungsi untuk sistem kendali fan pada evaporator.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor untuk mengukur besarnya RPM (*phototransistor).*
3. Data program yang digunakan adalah mikrokontroler dan LCD sebagai *display.*
4. Besarnya putaran motor fan dapat dikendalikan dengan potensiometer.

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika yang digunakan dalam menyusun tugas akhir ini adalah:

Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, sistematika laporan dan manfaat.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab II ini mengulas tinjauan pustaka yang digunakan sebagai acuan tugas akhir yang terdiri dari

Bab III Perancangan dan Pembuatan Alat

Bab ini membahas terkait dari gambaran perancangan dan pembuatan alat secara detail dari proses awal pembuatan AC (*Air Conditioner*) *mini plant* sampai tahap akhir pembuatan AC (*Air Conditioner*) *mini plant*. Serta proses integrasi antara *hardware* dan *software*.

Bab IV Analisa Data dan Pembahasan

Bab ini membahas hasil data dari alat yang dibuat dan menjelaskan kinerja dari sensor untuk mengetahui kemampuan alat ukur.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan dan saran sebagai masukan untuk penelitian terkait alat ukur tekanan udara selanjutnya.

1.6 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai modul thermodinamika serta kita dapat mengetahui putaran motor fan yang terdapat pada evaporator.

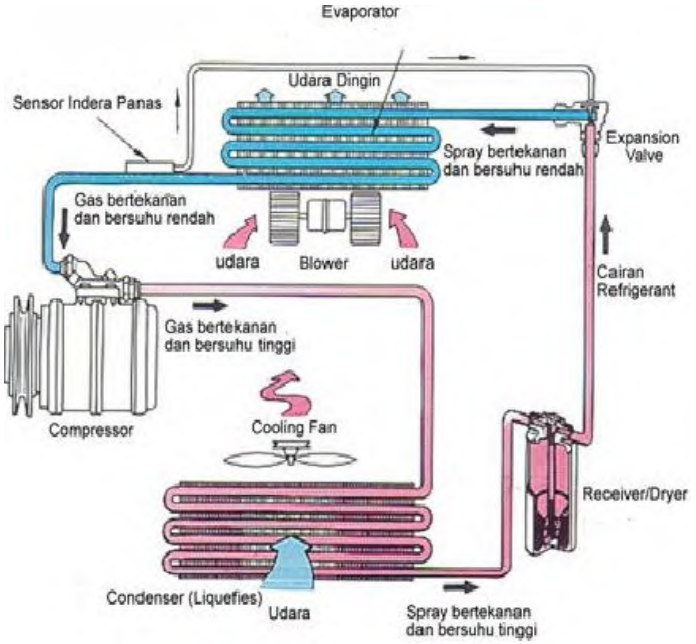
Halaman ini memang dikosongkan

BAB II
DASAR TEORI

2.1 Sistem *Air Conditioning* (AC)

Air conditioning (AC) atau alat pengkondisi udara merupakan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin. Tujuan alat ini dipakai untuk memberikan udara yang sejuk dan menyediakan uap air yang dibutuhkan bagi tubuh. Sistem kerja AC terdiri dari bagian yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tekanan agar penguapan dan penyerapan panas dapat berlangsung. Sistem kerja AC dapat diuraikan sebagai berikut :

a. Zat pendingin bertekanan dan bersuhu tinggi dari kompressor berupa gas (freon).
b. Zat pendingin yang sudah didinginkan oleh kondensor berubah bentuk dari gas menjadi cair.
c. Zat pendingin yang telah diturunkan tekanannya oleh katup ekspansi, berubah bentuk menjadi uap.
d. Zat pendingin yang telah menyerap panas pada evaporator berubah bentuk menjadi gas.
e. Zat pendingin yang berbentuk gas diberi tekanan oleh kompressor sehingga beredar dalam sistem AC, karena adanya tekanan maka zat pendingin menjadi panas.
f. Kondensor akan mendinginkan zat pendingin tersebut (kondensasi), sementara tekanan zat pendingin masih tetap tinggi dan berubah bentuk menjadi cair.
g. Saringan atau *filter* akan menghisap uap air dan menyaring kotoran dalam zat pendingin agar tidak beredar pada sistem.
h. Tekanan zat pendingin pada sistem akan diturunkan oleh katup ekspansi dan berubah bentuk dari cair menjadi uap.
i. Evaporator akan mengambil panas di sekelilingnya sehingga menyebabkan zat pendingin menguap menjadi gas dan kembali ke kompressor.
j. Proses tersebut akan berlanjut seperti semula.



Gambar 2.1 Sistem *Air Conditioning* (AC)

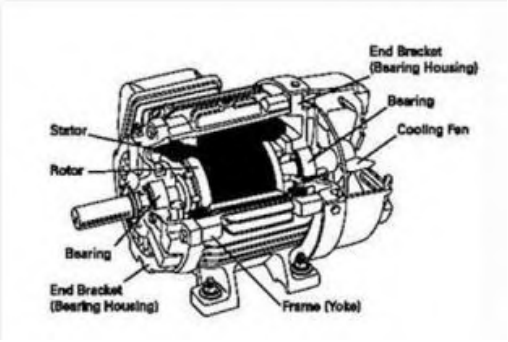
2.2 Motor Induksi 3 fasa

Motor induksi 3 fasa adalah motor yang bekerja dengan memanfaatkan perbedaan fasa pada sumber untuk menimbulkan gaya putar pada bagian rotornya. Perbedaan fasa pada motor 3 phase didapat langsung dari sumber. Hal tersebut yang menjadi pembeda antara motor 1 fasa dengan motor 3 fasa.

Secara umum, motor 3 fasa memiliki dua bagian pokok, yakni stator dan rotor. Bagian tersebut dipisahkan oleh celah udara yang sempit atau yang biasa disebut dengan air gap. Jarak antara stator dan rotor yang terpisah oleh air gap sekitar 0,4 milimeter sampai 4 milimeter.

Terdapat dua tipe motor 3 fasa jika dilihat dari lilitan pada rotornya, yakni rotor belitan (wound rotor) dan rotor sangkar tupai (squirrel-cage rotor). Motor 3 fasa rotor belitan (wound

rotor) adalah tipe motor induksi yang lilitan rotor dan statornya terbuat dari bahan yang sama.



Gambar 2.2 Motor AC 3 Fasa

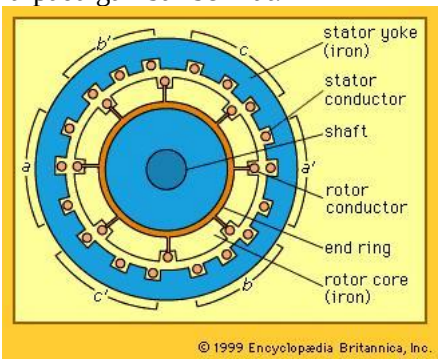
Sedangkan motor 3 fasa rotor sangkar tupai (squirrel-cage rotor) adalah tipe motor induksi yang konstruksi rotornya tersusun dari beberapa batangan logam yang dimasukkan melewati slot-slot yang ada pada rotor motor, kemudian pada setiap bagiannya disatukan oleh cincin. Akibat dari penyatuan tersebut, terjadi hubungan singkat antara batangan logam dengan batangan logam yang lainnya.

Motor Induksi 3 Fasa bekerja sebagai berikut. Misalkan kita memiliki sumber AC 3 fasa yang terhubung dengan stator pada motor. Karena stator terhubung dengan sumber AC maka arus dapat masuk ke stator melalui kumparan stator. Sekarang kita hanya melihat 1 kumparan stator saja. Sesuai hukum faraday bahwa apabila terdapat arus yang mengalir pada suatu kabel maka arus itu dapat menghasilkan fluks magnet pada kabel tersebut, dimana arahnya mengikuti kaidah tangan kanan.

2.3 Motor Induksi 1 Fasa

Terdapat 2 bagian penting pada motor induksi 1 fasa, yaitu: rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang berputar dari motor dan stator merupakan bagian yang diam dari motor. Rotor umumnya berbentuk slinder dan bergerigi sedangkan stator berbentuk silinder yang melingkari seluruh badan rotor. Stator

harus dilengkapi dengan kutub-kutub magnet dimana kutub utara dan selatan pada stator harus sama dan dipasang melingkari rotor sebagai suplai medan magnet dan kumparan stator untuk menginduksi kutub sehingga menciptakan medan magnet. Stator umumnya dilengkapi dengan stator winding yang bertujuan membantu putaran rotor, dimana stator winding dilengkapi dengan konduktor berupa kumparan. Selain itu, stator juga dilapisi dengan lamina berbahan dasar silikon dan besi yang bertujuan untuk mengurangi tegangan yang terinduksi pada sumbu stator dan mengurangi dampak kerugian akibat munculnya arus eddy (eddy current) pada stator. Rotor umumnya dibuat dari alumunium dan dibuat bergerigi untuk menciptakan celah yang akan diisi konduktor berupa kumparan. Selain itu, rotor juga dilapisi dengan lamina untuk menambah kinerja dari rotor yang digunakan. Masing-masing komponen dipasang pada besi yang ditunjukkan seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.3 Konstruksi Motor AC 1 Fasa

Prinsip kerja motor AC 1 fasa Misalkan kita memiliki sebuah motor induksi 1 fasa dimana motor ini disuplai oleh sebuah sumber AC 1 fasa. Ketika sumber AC diberikan pada stator winding dari motor, maka arus dapat mengalir pada stator winding. Fluks yang dihasilkan oleh sumber AC pada stator winding tersebut disebut sebagai fluks utama. Karena munculnya fluks utama ini maka fluks medan magnet dapat dihasilkan oleh stator.

2.4 *Liquid Crystal Display* (LCD) 16X2

Liquid cristal display adalah modul tampilan yang mempunyai konsumsi daya yang relatif rendah dan terdapat sebuah *controller* CMOS didalamnya. *Controller* tersebut sebagai pembangkit ROM/RAM dan *display* data RAM. Bentuk LCD dapat dilihat pada gambar 2.4. Semua fungsi tampilan dikontrol oleh suatu instruksi modul LCD dapat dengan mudah *interface* dengan MPU. (Setiawan,2009)

Gambar 2.4 LCD 16X2

Dalam sistem *monitoring* keluaran sensor konduktifitas LCD yang digunakan adalah M1632 dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakter dibentuk oleh 8 baris pixel. Fungsi dari setiap kaki yang ada pada komponen ini adalah:

- Kaki 1 (GND), kaki ini berhubungan dengan tegangan 5 V yang merupakan tegangan untuk sumber daya.
- Kaki 2 (VCC), kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt dan modul LCD.
- Kaki 3 (VEE/VLCD), tegangan pengatur kontras LCD, kaki ini terhubung pada V5. Kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.
- Kaki 4 (RS), *register Select*, kaki pemilih register yang akan diakses. Untuk akses ke register data, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke *register* perintah, logika dari kaki ini adalah 0.
- Kaki 5 (R/W), logika 1 pada kaki ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0

menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke *ground*.

- Kaki 6 (E), *Enable clock* LCD, kaki ini mengaktifkan *clock* LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data.
- Kaki 7-14 (D0-D7), data bus, kedelapan kaki modul LCD ini adalah bagian dimana aliran data sebanyak 4 bit atau 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
- Kaki 15 (Anoda), berfungsi untuk tegangan positif dari *backlight* modul LCD sekitar 4,5 volt.
- Kaki 16 (Kanoda), tegangan negatif *backlight* modul LCD sebesar 0 volt.

2.5 Arduino UNO SMD

Arduino uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilatorkristal, koneksi USB dan tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya. Tanpa melakukan konfigurasi apapun, begitu sebuah board arduino dikeluarkan dari kotak pembungkusnya ia dapat langsung disambungkan ke sebuah komputer melalui kabel USB. Selain berfungsi sebagai penghubung untuk pertukaran data, kabel USB ini juga akan mengalirkan arus DC 5 volt kepada *board* arduino sehingga praktis tidak diperlukan sumber daya dari luar. Saat mendapat suplai daya, lampu LED indikator daya pada board arduino akan menyala menandakan bahwa ia siap bekerja. Pada board arduino uno terdapat sebuah LED kecil yang terhubung ke pin. LED ini dapat digunakan sebagai output saat seorang pengguna membuat sebuah program dan membutuhkan sebuah

penanda dari jalannya program tersebut. Ini adalah cara praktis saat pengguna melakukan uji coba. Umumnya mikrokontroler pada board arduino telah memuat sebuah program kecil yang akan menyalakan tersebut berkedip-kedip dalam jeda satu detik.(Sutrisno,1987)

Gambar 2.5 Arduino uno SMD

2.6 *Solid State Relay* (SSR)

Solid State Relay (SSR) adalah *relay* / saklar elektronik semikonduktor yang memiliki kelebihan dan kekurangan dibandingkan dengan *relay* konvensional (elektro mekanik). Sistem isolasi pada *solid state relay* pada umumnya terisolasi secara optik sedangkan *relay* konvensional (elektro mekanik) terisolasi secara fisik, kondisi ini akan memberikan keuntungan dan kerugian tersendiri antara *solid state relay* dan *relay* konvensional. Kelebihan dan kekurangan antara *solid state relay* dengan *relay* konvensional (elektro mekanik) dapat dilihat dari sisi pengoperasiannya dan performasinya. Beberapa kelebihan dan kekurangan yang dimiliki solid sate relay (SSR) diantaranya sebagai berikut.

2.6.1 Kelebihan Solid State Relay (SSR)

1. Pada solid-state relay tidak terdapat bagian yang bergerak seperti halnya pada relay. Relay mempunyai sebuah bagian yang bergerak yang disebut kontaktor dan bagian ini tidak ada pada solid-state relay. Sehingga tidak mungkin terjadi 'no contact' karena kontaktor tertutup debu bahkan karat.
2. Tidak terdapat 'bounce', karena tidak terdapat kontaktor yang bergerak paka pada solid-state relay tidak terjadi peristiwa 'bounce' yaitu peristiwa terjadinya pantulan kontaktor pada saat terjadi perpindahan keadaan. Dengan kata lain dengan tidak adanya bounce maka tidak terjadi percikan bunga api pada saat kontaktor berubah keadaan.
3. Proses perpindahan dari kondisi 'off' ke kondisi 'on' atau sebaliknya sangat cepat hanya membutuhkan waktu sekitar 10us sehingga solid-state relay dapat dengan mudah dioperasikan bersama-sama dengan zero-crossing detektor. Dengan kata lain opersai kerja solid-state relay dapat disinkronkan dengan kondisi zero crossing detektor.
4. Solid-State relay kebal terhadap getaran dan goncangan. Tidak seperti relay mekanik biasa yang kontaktornya dapat dengan mudah berubah bila terkena goncangan/getaran yang cukup kuat pada body relay tersebut.
5. Tidak menghasilkan suara 'klik', seperti relay pada saat kontaktor berubah keadaan.
6. Kontaktor output pada solid-state relay secara otomatis 'latch' sehingga energi yang digunakan untuk aktivasi solid-state relay lebih sedikit jika dibandingkan dengan energi yang digunakan untuk aktivasi sebuah relay. Kondisi ON sebuah solid-state

relay akan di-latc sampai solid-state relay mendapatkan tegangan sangat rendah, yaitu mendekati nol volt.

7. Solid-State relay sangat sensitif sehingga dapat dioperasikan langsung dengan menggunakan level tegangan CMOS bahkan level tegangan TTL. Rangakain kontrolnya menjadi sangat sederhana karena tidak memerlukan level konverter.
8. Masih terdapat couple kapasitansi antara input dan output tetapi sangat kecil sehingga arus bocor antara input output sangat kecil. Kondisi diperlukan pada peralatan medical yang memerlukan isolasi yang sangat baik.

2.6.2 Kekurangan Solid State Relay (SSR)

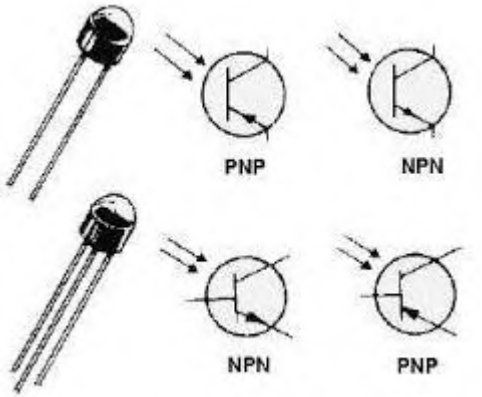
1. Resistansi Tegangan transien. Tegangan yang diatur/dikontrol oleh solid-state relay benar-benar tidak bersih. Dengan kata lain tidak murni tegangannya berupa sinyal sinus dengan tegangan peak to peak 380 vpp tetapi terdapat spike-spike yang dihasilkan oleh induksi motor atau peralatan listrik lainnya. Spike ini level tegangannya bervariasi jika terlalu besar maka dapat merusakkan solid-state relay tersebut. Selain itu sumber-sumber spike yang lain adalah sambaran petir, imbas dari selenoid valve dan lain sebagainya.
2. Tegangan drop. Karena solid-state relay dibangun dari bahan silikon maka terdapat tegangan jatuh antara tegangan input dan tegangan output. Tegangan jatuh tersebut kira-kira sebesar 1 volt. Tegangan jatuh ini menyebabkan adanya dissipasi daya yang besarnya tergantung dari besarnya arus yang lewat pada solid-state relay ini.

3. Arus bocor-‘Leakage current’. Pada saat solid-state relay ini dalam keadaan off atau keadaan open maka dalam kondisi yang idel seharusnya tidak ada arus yang mengalir melewati solid-state relay tetapi tidak demikian pada komponen yang sebenarnya. Besarnya arus bocor cukup besar untuk jika dibandingkan arus pada level TTL yaitu sekitar 10mA rms.
4. Susah untuk diimplementasikan pada aplikasi multi fasa.
5. Harga solid state relay jauh lebih mahal dari relay konvensional (elektro mekanik) dengan kemampuan sama dengan relay konvensional.

Gambar 2.6 *Solid State Relay* (SSR)

2.7 Photo Transistor

Photo transistor merupakan jenis transistor yang bias basisnya berupa cahaya infra merah. Besarnya arus yang mengalir di antara kolektor dan emitor sebanding dengan intensitas cahaya yang diterima photo transistor tersebut. Simbol dan bentuk photo transistor ditunjukan seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2.7 Simbol dan Bentuk Photo Transistor

Photo transistor sering digunakan sebagai saklar terkendali cahaya infra merah, yaitu memanfaatkan keadaan jenuh (saturasi) dan mati (cut off) dari photo transistor tersebut. Prisip kerja photo transistor untuk menjadi saklar yaitu saat pada basis menerima cahaya infra merah maka photo transistor akan berada pada keadaan jenuh (saturasi) dan saat tidak menerima cahaya infra merah photo transistor berada dalam kondisi mati (cut off) atau saklar terbuka.

2.8 Sensor Infrared

Infra red (IR) detektor atau sensor infra merah adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya infra merah (infra red, IR). Sensor infra merah atau detektor infra merah saat ini ada yang dibuat khusus dalam satu modul dan dinamakan sebagai IR Detector Photomodules. IR Detector Photomodules merupakan sebuah chip detektor inframerah digital yang di dalamnya terdapat fotodiode dan penguat (amplifier). Bentuk dan Konfigurasi Pin IR Detector Photomodules TSOP.

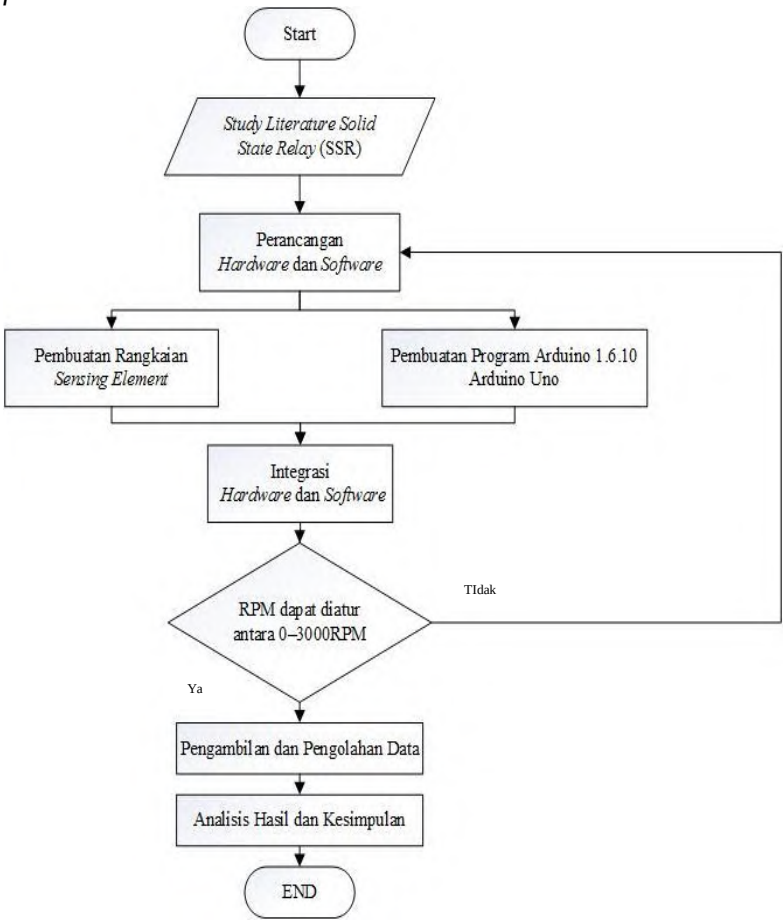
Gambar 2.8 Sensor Infrared

Sistem sensor infra merah pada dasarnya menggunakan infra merah sebagai media untuk komunikasi data antara receiver dan transmitter. Sistem akan bekerja jika sinar infra merah yang dipancarkan terhalang oleh suatu benda yang mengakibatkan sinar infra merah tersebut tidak dapat terdeteksi oleh penerima. Keuntungan atau manfaat dari sistem ini dalam penerapannya antara lain sebagai pengendali jarak jauh, alarm keamanan, otomatisasi pada sistem. Pemancar pada sistem ini tediri atas sebuah LED infra merah yang dilengkapi dengan rangkaian yang mampu membangkitkan data untuk dikirimkan melalui sinar infra merah, sedangkan pada bagian penerima biasanya terdapat foto transistor, fotodioda, atau inframerah modul yang berfungsi untuk menerima sinar inframerah yang dikirimkan oleh pemancar.

BAB III
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Sistem

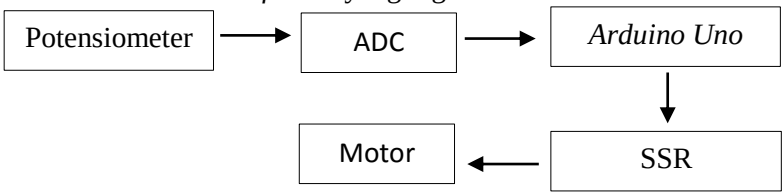
Dalam perancangan sistem pada tugas akhir ini memiliki langkah-langkah sebagai berikut ini yang dibuat dalam bentuk *flowchart*



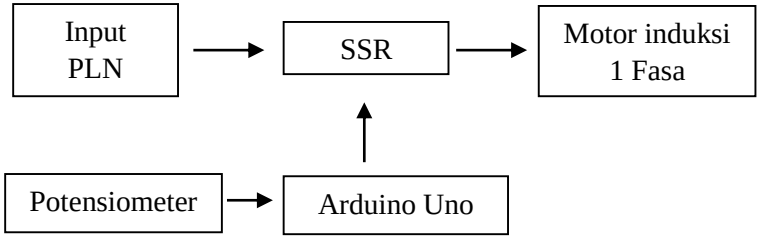
Gambar 3.1 *Flowchart* Sistem

Adapun penjelasan dari langkah-langkah *flowchart* ini yaitu:

1. Studi literatur lapangan yaitu untuk mencari teori-teori yang akan digunakan dan ideal untuk proses pengerjaan tugas akhir.
2. Identifikasi masalah yaitu untuk mengidentifikasi bagaimana merancang dan memasang kontroler, *driver motor* (SSR), serta motor induksi 1 fasa agar sistem kontrol kecepatan motor dapat ideal.
3. Tujuan pembuatan, yaitu untuk menjawab dari permasalahan yang ada, yaitu untuk merancang dan memasang sensor, *driver motor* (SSR), motor 1 fasa induksi serta kontroler yang digunakan agar sistem konrol kecepatan motor dapat ideal
4. Perancangan sistem yaitu untuk merancang baik dari *hardware* dan *software* yang digunakan



Gambar 3.2 Skema Kerja motor fan 1 fasa *AC Refrigerant*



Gambar 3.3 Skema kerja sistem kontrol motor induksi 1 fasa

Sistem kontrol yang akan dibuat yaitu menggunakan beberapa hardware sebagai berikut :

a. SSR
b. Arduino Uno SMD

c. Potensiometer
d. Motor AC 1 fasa

5. Integrasi sistem untuk mengintegrasi antara *hardware* dan *software* agar sesuai dan dapat bekerja sesuai dengan *set point* yang ditentukan.
6. Pengambilan data, digunakan untuk mengambil data dari hasil *running* sistem kontrol putaran *motor fan* pada *AC Refrigerant*.
7. Analisis data dan penarikan kesimpulan, yaitu menganalisis dari hasil pengambilan data serta mengambil kesimpulan.

3.2 Pembuatan *Hardware*

Dalam tugas akhir ini membuat sistem kendali putaran pada *motor fan* pada *mini plant AC.* Adapun beberapa bagian penting dalam sistem AC yakni sebagai berikut:

3.2.1 Pembuatan *AC Refrigerant*

Pada pembuatan AC ini terdapat beberapa komponen penting yang harus ada agar *Plant* ini dapat berjalan dengan baik. Beberapa komponen tersebut adalah kompresor, kondensor, dan evaporator. Berikut merupakan penjelasan dari beberapa komponen tersebut yaitu sebagai berikut:

a. Kompresor

Kompresor ini merupakan alat mekanis yang berfungsi untuk menaikkan tekanan refrigeran dan menghisap refrigeran bertekanan rendah dari evaporator dan memampatkannya sampai 100-250 psi. Kompresor yang digunakan adalah kompresor *rotary*

.

Gambar 3.4 Kompresor *Rotary*

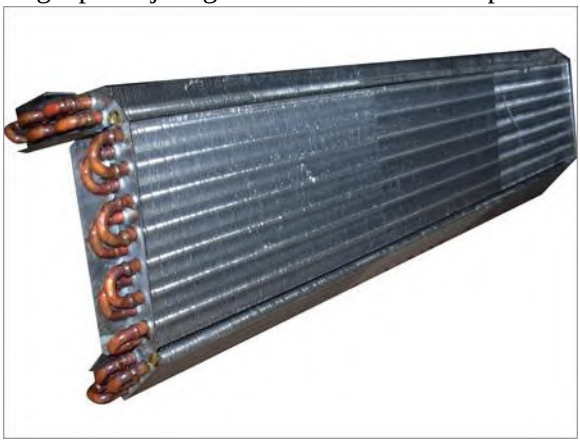
b. Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mendinginkan gas refrigeran sehingga terkondensasi menjadi cair dengan tekanan yang tinggi. Dalam kondensor akan terjadi perubahan bentuk zat pendingin yaitu dari gas menjadi cair.

Gambar 3.5 Kondensor

c. Evaporator

Evaporator berfungsi sebagai pendingin udara. Evaporator akan mngambil panas di sekelilingnya sehingga menyebabkan fluida kerja menguap menjadi gas dan kembali ke kompresor.



Gambar 3.6 Evaporator

3.2.1 Perancangan Elektrik

Pada tugas akhir ini komponen elektrik yang dibutuhkan untuk mengukur RPM dan mengatur kecepatan motor AC 1 fasa adalah sebagai beriku:

a. Phototransistor dan Inframerah

Photo Transistor adalah Transistor yang dapat mengubah energi cahaya menjadi listrik dan memiliki penguat (gain) Internal. sensor inframerah adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya infra merah (infra red, IR). Jadi kedua sensor ini bila digabungkan dapat digunakan sebagai pembaca kecepatan RPM dari sebuah motor.

Gambar 3.7 Sensor Pembacaan RPM

b. SSR (*Solid State Relay*)

Dalam tugas akhir ini digunakan motor induksi 1 fasa. Motor induksi 1 fasa membutuhkan sumber ac 1 fasa agar dapat menyala. Oleh karena itu untuk menyalakan motor tersebut dibutuhkan SSR untuk menyalakan motor dan mengontrol kecepatan *motor* tersebut.

Gambar 3.8 *Solid State Relay* (SSR)

Dengan adanya SSR, motor dapat diaktifkan dan diatur kecepatannya, namun pengaturan kecepatan ini masih dilakukan secara manual. Pada SSR terdapat pin - pin yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor dengan memanipulasi tegangan inputnya. Pada SSR terdapat pin supply (D+, D-) yang tersambung pada vcc dan ground arduino, terdapat pin (CH1) yang tersambung pada digital pin nomor 3, selain itu terdapat 2

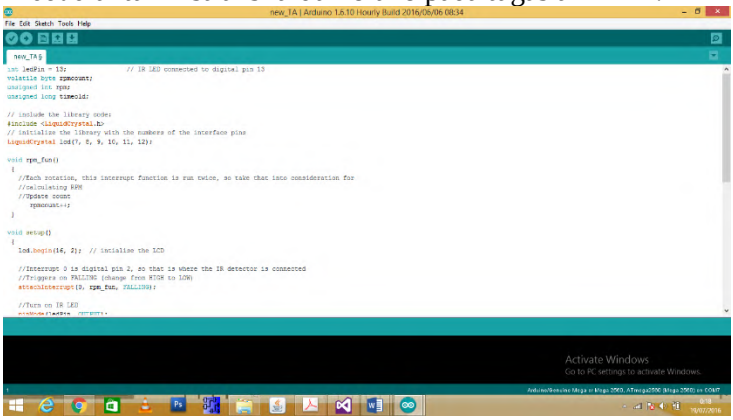
pin lagi yaitu sebagai input tegangan AC dan output tegangan AC. Rumus yang digunakan pada SSR yaitu :

Vrms (output) = presentase input PWM × Vrms(input)

Dengan : Vrms(output) = Outputan Tegangan dari SSR
Presentase input PWM = 20 – 100%
Vrms(input) = Input Tegangan dari PLN

3.3 Perancangan *Software*

Pada pembuatan tugas akhir ini digunakan suatu *software* penunjang untuk sistem otomasi. *Software* ini bernama Arduino dengan versi 1.6.10. Tentunya *software* ini di-*interface*-kan dengan *hardware* arduino uno. Untuk menginstruksi arduino uno sebagai kontroler, dibuat *code* atau *listing program* sesuai dengan instruksi yang ingin diberikan. Berikut pada gambar merupakan cuplikan dari *code* untuk instruksi arduino uno pada tugas akhir ini.



Gambar 3.12 *Code* pada Arduino 1.6.10

Pemrograman pada arduino uno ini untuk memperoleh data dari sistem, dipakai beberapa kategori yang dicari nilainya, yaitu:

1. ADC (*Analog to Digital Converter*)

Digunakan untuk menampilkan sensorValue dari potensiometer.

2. Kecepatan
   Dari ADC, data yang diperoleh kemudian dibuat formula untuk menampilkan nilai dari potensiometer dalam satuan Ω(ohm).
3. PWM
   Dari nilai ADC yang telah diolah dalam satuan Ω (ohm) dijadikan acuan untk memberikan nilai PWM.
4. Kondisi motor
   Kondisi motor ini ditulis dalam bentuk digital (ON atau OFF) melalui PWM. “ON” atau “OFF” ditentukan dengan membuat logika *if* dengan acuan *nilai* PWM yang diberikan.

Untuk mengaktifkan *final control element* maka dibutuhkan tegangan *output* dari pin nomor 3 dari pin digital arduino menuju SSR. Tegangan yang keluar sesuai dengan PWM yang diberikan dan akan dibandingkan dengan tegangan pada SSR. Range tegangan antara 0-5 VDC dibandingkan dengan tegangan 0-220 VAC.

BAB IV
PENGUJIAN ALAT DAN ANALISIS

4.1 Analisa Data

Pada tugas akhir Rancang Bangun Sistem Kendali Putaran Motor Fan Pada Evaporator Pada *Miniplant* AC (Air Conditioner) Refrigerant Di Workshop Instrumentasi telah dilakukan pengambilan data sebagai berikut:

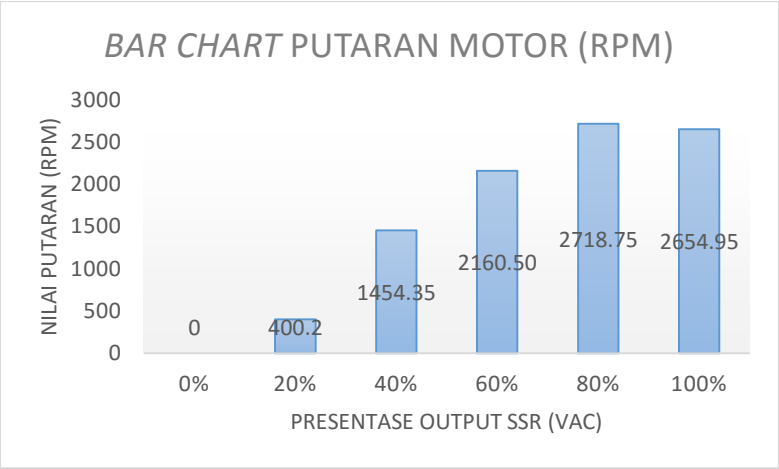
4.1.1 Pengujian Kinerja Motor Fan Pada Sistem

Pada pengujian kinerja motor fan pada sistem dengan memanipulasi *voltage* inputan motor fan menggunakan *Solid State Relay* (SSR). Terdapat dua parameter yang diukur pada pengujian kali ini, diantaranya; input ADC dengan rentang ukur 0%-100% dengan pengambilan data setiap 20%, input tegangan *Solid State Relay* dari rangkaian PWM dengan rentang ukur 0-5VDC, dan output *voltage* untuk menggerakkan motor fan, serta hasil kecepatan putaran motor fan. Berikut merupakan hasil pengujian kinerja kompresor yang telah dilakuakan :

Tabel 4.1 Pengujian Kerja Motor Fan menggunakan *Solid State Relay* (SSR) dan Hasil kecepatan

Persentase	ADC (VDC)	Output Voltase (VAC)	Putaran rata - rata
0%	0,017	9,33	0
20%	0,933	68,3	400,2
40%	1,98	115	1454,35
60%	3,082	151,6	2160,5
80%	3,998	175	2718,75
100%	4,764	222,8	2654,95

Untuk melihat hasil percobaan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran. Setelah diketahui seberapa besar putaran kecepatan pada motor *fan* evaporator dapat diambil *bar chart* sebagai berikut:



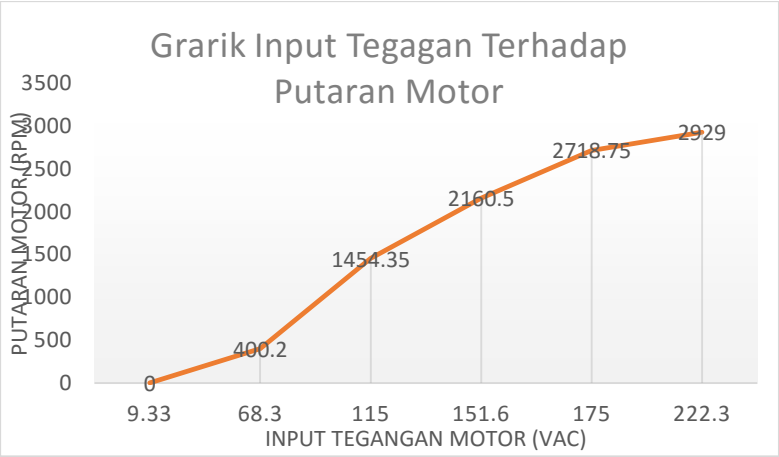
Gambar 4.1 Grafik presentase putaran *fan* terhadap nilai putaran motor

Setelah didapat data diatas dapat dicari juga frekuensi yang masuk kedalam motor 1 fasa yaitu dengan rumus[6] :

$$n = \frac{120 \times F}{P}$$

Dimana : n = kecepatan sinkron motor (rpm)
120 = jenis motor yang digunakan (1 fasa)
F = frekuensi (Hz)
P = jumlah kutub motor

Setelah diketahui seberapa besar pengaruh tegangan *input* terhadap putaran kecepatan pada *motor fan evaporator* dapat diambil grafik sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik *input* tegangan terhadap nilai RPM

4.3 Pembahasan

Pada pengambilan data pengendalian kecepatan putaran motor menggunakan *Solid State Relay* (SSR) pada *mini plant Air Conditioner*. Dengan teknik *tunning* ADC 0-5 VDC yang menjadi *input Solid State Relay* dapat megatur kecepatan motor fan melalui hasil manipulasi *Voltage* / tegangan (V). Rangkaian elektrik dan modul pendukung yang digunakan dalam pengendalian kerja kompresor antara lain, rangkaian ADC *potensiometer*, arduino uno SMD, rangkaian PWM, *Solid State Relay* (SSR). Rangkaian ADC dengan *potensiometer* digunakan untuk *input*-an ADC arduino uno SMD. Dengan memanipulasi rentang kerja 0-5 VDC yang menjadi parameter kerja motor fan dengan persentase 0% - 100%. Dari ADC 0-5 VDC diolah oleh arduino dengan mengaktifkan port PWM (PORT analog 3) yang dapat merubah *output digital* mikrokontroler menjadi *analog*. Dari *output* PWM langsung masuk menuju *Solid State Relay*. Pada *Solid State Relay* tegangan input dari sumber PLN dimanipulasi dengan *rentang* 0-220 VAC. Pada presentase 20% menghasilkan outputan (68,3 VAC) dan menghasilkan putaran motor (400,2 RPM). Pada presentase 40%

menghasilkan outputan (115 VAC) dan menghasilkan putaran motor (1454,35 RPM). Pada presentase 60% menghasilkan outputan (151,6 VAC) dan menghasilkan putaran motor (2160,5 RPM). Pada presentase 80% menghasilkan outputan (175 VAC) dan menghasilkan putaran motor (2718,75 RPM). Pada presentase 100% menghasilkan outputan (222,8 VAC) dan menghasilkan putaran motor (2654,95 RPM).

LAMPIRAN A
DATASHEET *SOLID STATE RELAY* (SSR)

1 , Omron 5V solid state relay 240V 2A , output with resistive Insurance Wire 240V 2A.
2 , Size: 25 * 34 * 25 (length * width * height) Weight: 13g
3 , the input power supply: 5V DC (160MA)
4 , the input control signal voltage:
(0-1.5V low state relay ON)
(2.5-5V state high relay OFF)
5 , blue KF301 terminals to the control line is more convenient.

Module Interface:
Input section:
DC +: positive power supply (according to the relay voltage supply)
DC-: negative one
CH: Relay Modular Signal triggering end (low trigger active)
High and low meanings: High trigger refers signal trigger terminal (IN between) and negative power supply
A forward voltage, usually with positive trigger end of the power of a connected
Species trigger, when the trigger end has positive voltage or reaches a voltage triggered , the relay is energized.
Low trigger refers trigger voltage signal between the terminal and the negative power supply
As OV , or when said trigger terminal voltage is lower than the positive voltage supply,

Low enough to trigger the voltage, the relay is usually the power

The negative electrode and the trigger terminal connected to a trigger, and the relay is energized.

Electrical parameters:
Voltage version 5v
quiescent current 0mA
working current 12.5mA
trigger voltage 0-1.5v
trigger current 2mA

Product description:
1. The power supply module: The power must be a DC electric Pressure to conform with the voltage relay
2. Connection:
When the signal has a low trigger trigger terminal, the relay will be switched on, the device has power and work

LAMPIRAN B
DATASHEET PHOTOTRANSISTOR

Kingbright

PHOTOTRANSISTOR

Part Number: WP3DP3BT

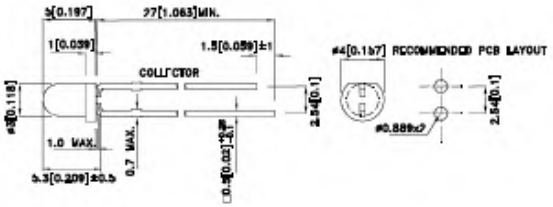
Features

- Mechanically and spectrally matched to the infrared emitting LED lamp.
- Blue transparent lens.
- RoHS compliant.

Description

Made with NPN silicon phototransistor chips.

Package Dimensions



Notes:
1. All dimensions are in millimeters (inches).
2. Tolerance is ±0.25(0.01") unless otherwise noted.
3. Lead spacing is measured where the leads emerge from the package.
4. The specifications, characteristics and technical data described in the datasheet are subject to change without prior notice.

Electrical / Optical Characteristics at TA=25°C

Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
$V_{(BR)CEO}$	Collector-to-Emitter Breakdown Voltage	30			V	Ic=100uA Ee=0mW/c㎡
$V_{(BR)ECO}$	Emitter-to-Collector Breakdown Voltage	5			V	Ie=100uA Ee=0mW/c㎡
$V_{CE(SAT)}$	Collector-to-Emitter Saturation Voltage			0.8	V	Ic=2mA Ee=20mW/c㎡
I_{CEO}	Collector Dark Current			100	nA	Vce=10V Ee=0mW/c㎡
Tr	Rise Time (10% to 90%)		15		us	Vce = 5V Ic=1mA RL=1000Ω
Tf	Fall Time (90% to 10%)		15		us	
$I_{(ON)}$	On State Collector Current	0.1	0.2		mA	Vce = 5V Ee=1mW/c㎡ λ=940nm

Absolute Maximum Ratings at TA=25°C

Parameter	Max.Ratings
Collector-to-Emitter Voltage	30V
Emitter-to-Collector Voltage	5V
Power Dissipation at (or below) 25°C Free Air Temperature	100mW
Operating Temperature	-40°C To +85°C
Storage Temperature	-40°C To +85°C
Lead Soldering Temperature (>5mm for 5sec)	260°C

Typical Electro-Optical Characteristics Curves

Fig.1 Collector Power Dissipation vs. Ambient Temperature

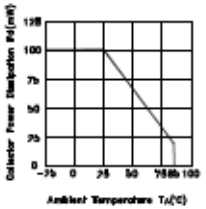


Fig.2 Spectral Sensitivity vs. Wavelength

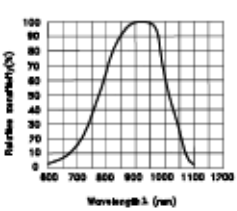


Fig.3 Relative Collector Current vs. Ambient Temperature

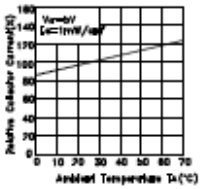


Fig.4 Collector Current vs. Irradiance

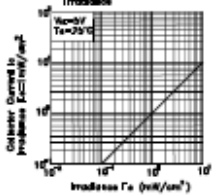


Fig.5 Collector Dark Current vs. Ambient Temperature

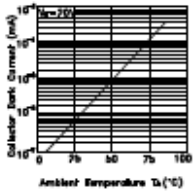


Fig.6 Collector Current vs. Collector-Emitter Voltage

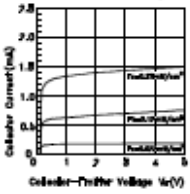
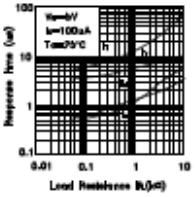
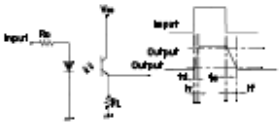


Fig.7 Response Time vs. Load Resistance

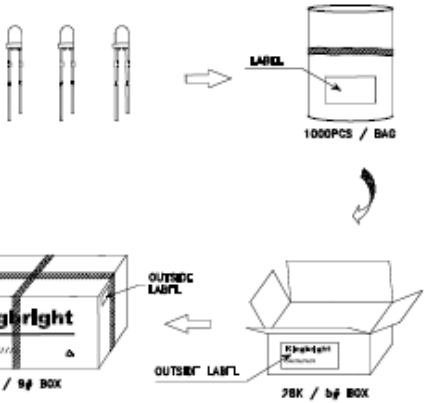


Test Circuit for Response Time



Kingbright

PACKING & LABEL SPECIFICATIONS WP3DP3BT



Terms and conditions for the usage of this document

1. The information included in this document reflects representative usage scenarios and is intended for technical reference only.
2. The part number, type, and specifications mentioned in this document are subject to future change and improvement without notice. Before production usage customer should refer to the latest datasheet for the updated specifications.
3. When using the products referenced in this document, please make sure the product is being operated within the environmental and electrical limits specified in the datasheet. If customer usage exceeds the specified limits, Kingbright will not be responsible for any subsequent issues.
4. The information in this document applies to typical usage in consumer electronics applications. If customer's application has special reliability requirements or have life-threatening liabilities, such as automotive or medical usage, please consult with Kingbright representative for further assistance.
5. The contents and information of this document may not be reproduced or re-transmitted without permission by Kingbright.
6. All design applications should refer to Kingbright application notes available at http://www.KingbrightUSA.com/ApplicationNotes

Kingbright

PRECAUTIONS

1. Storage conditions:

   a.Avoid continued exposure to the condensing moisture environment and keep the product away from rapid transitions in ambient temperature.

   b.LEDs should be stored with temperature ≦ 30°C and relative humidity < 60%.

   c.Product in the original sealed package is recommended to be assembled within 72 hours of opening. Product in opened package for more than a week should be baked for 30 (+10/−0) hours at 85 ~ 100°C.

2. The lead pitch of the LED must match the pitch of the mounting holes on the PCB during component placement. Lead-forming may be required to insure the lead pitch matches the hole pitch. Refer to the figure below for proper lead forming procedures. (Fig. 1)

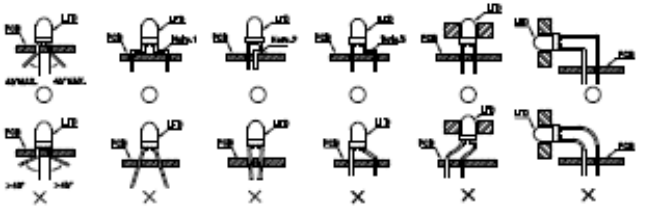


Fig.1

"○" Correct mounting method "×" Incorrect mounting method

Note 1~3: Do not route PCB trace in the contact area between the leadframe and the PCB to prevent short-circuits.

3. When soldering wires to the LED, each wire joint should be separately insulated with heat-shrink tube to prevent short-circuit contact. Do not bundle both wires in one heat shrink tube to avoid pinching the LED leads. Pinching stress on the LED leads may damage the internal structures and cause failure. (Fig. 2)

Fig. 2

4. Use stand-offs (Fig.3) or spacers (Fig.4) to securely position the LED above the PCB.

Fig. 3 Fig. 4

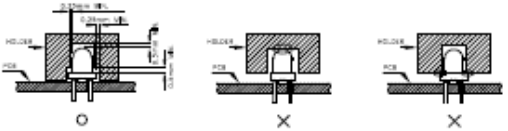
5. Maintain a minimum of 3mm clearance between the base of the LED lens and the first lead bend. (Fig. 5 and 6)

6. During lead forming, use tools or jigs to hold the leads securely so that the bending force will not be transmitted to the LED lens and its internal structures. Do not perform lead forming once the component has been mounted onto the PCB. (Fig. 7)

7. Do not bend the leads more than twice. (Fig. 8)

Fig. 5 Fig. 6 Fig. 7 Fig. 8

8. During soldering, component covers and holders should leave clearance to avoid placing damaging stress on the LED during soldering.

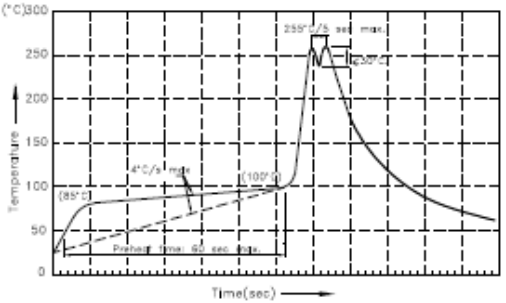


9. The tip of the soldering iron should never touch the lens epoxy.

10. Through-hole LEDs are incompatible with reflow soldering.

11. If the LED will undergo multiple soldering passes or face other processes where the part may be subjected to intense heat, please check with Kingbright for compatibility.

12. Recommended Wave Soldering Profiles:



Notes:

1.Recommend pre-heat temperature of 105°C or less (as measured with a thermocouple attached to the LED pins) prior to immersion in the solder wave with a maximum solder bath temperature of 260°C

2.Peak wave soldering temperature between 245°C ~ 255°C for 3 sec (5 sec max).

3.Do not apply stress to the epoxy resin while the temperature is above 85°C.

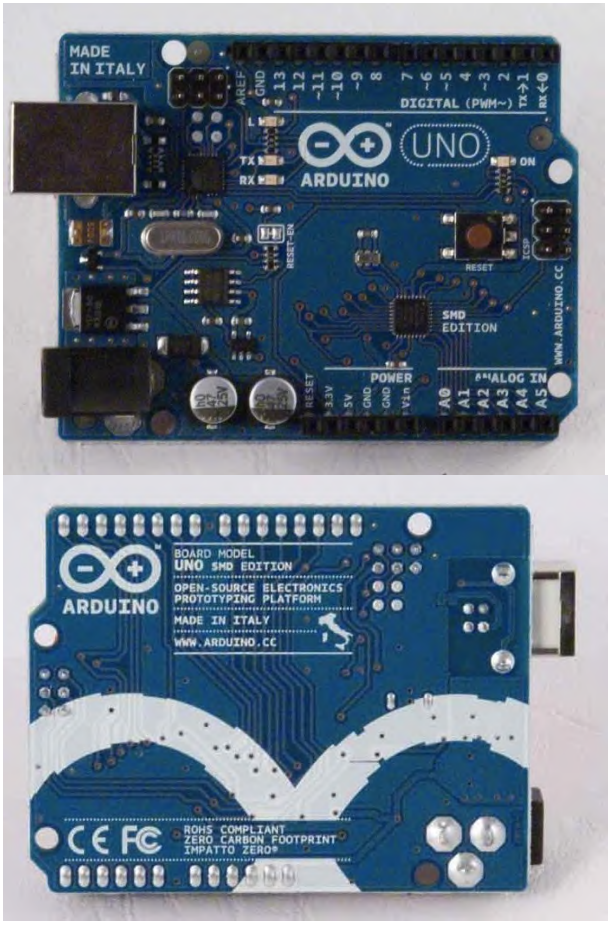
4.Fixtures should not incur stress on the component when mounting and during soldering process.

5.SAC 305 solder alloy is recommended.

6.No more than one wave soldering pass.

LAMPIRAN C
DATASHEET ARDUINO UNO SMD

Arduino Uno SMD



Overview

The Arduino Uno SMD is a version of the Arduino Uno, but uses an surface mount version of the Atmega328P instead of the

through-hole version. This version was made in response to a shortage in supply of the through-hole Atmega328P. The board is based on the ATmega328 (datasheet). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the index of Arduino boards.

Summary

Microcontroller	ATmega328

Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	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 bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Schematic & Reference Design

EAGLE files: arduino-uno-smd-reference-design.zip

Schematic: arduino-uno-smd-schematic.pdf

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack.

Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

1. VIN. The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
2. 5V. The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
3. 3V3. A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
4. GND. Ground pins.

Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader).

It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the EEPROM library).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using pinMode(), digitalWrite(), anddigitalRead() functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

1. Serial: 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
2. External Interrupts: 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the attachInterrupt() function for details.
3. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the analogWrite() function.
4. SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication using the SPI library.
5. LED: 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the analogReference() function. Additionally, some pins have specialized functionality:

1. I^2C: A4 (SDA) and A5 (SCL). Support I^2C (TWI) communication using the Wire library.

There are a couple of other pins on the board:

1. AREF. Reference voltage (0 to 5V only) for the analog inputs. Used with analogReference().
2. Reset. Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the mapping between Arduino pins and ATmega328 ports.

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '8U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, on Windows, a .inf file is required. The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A SoftwareSerial library allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the documentation for details. For SPI communication, use the SPI library.

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software (download). Select "Arduino Uno from the Tools > Board menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the reference and tutorials.

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a bootloader that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol (reference, C header files).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see these instructions for details.

The ATmega8U2 firmware source code is available . The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader. The Uno SMD

has a pulldown resistor tying the HWB pin to ground, so all that's needed to enter DFU mode is to briefly short enough to short pins 5 and 6 of the 8U2 icsp connector. This will connect the 8U2 reset pin to ground. You can then use Atmel's FLIP software (Windows) or the DFU programmer (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See this user-contributed tutorial for more information.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of theATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see this forum thread for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides

an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Four screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

LAMPIRAN D
LISTING PROGRAM PADA ARDUINO

```
int ledPin = 13;                // IR LED connected to digital pin 13
volatile byte rpmcount;
unsigned int rpm;
unsigned long timeold;

// include the library code:
#include <LiquidCrystal.h>
// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(7, 8, 9, 10, 11, 12);

void rpm_fun()
 {
  //Each rotation, this interrupt function is run twice, so take that into consideration for
  //calculating RPM
  //Update count
    rpmcount++;
 }

void setup()
 {
  lcd.begin(16, 2);  // intialise the LCD

  //Interrupt 0 is digital pin 2, so that is where the IR detector is connected
  //Triggers on FALLING (change from HIGH to LOW)
  attachInterrupt(0, rpm_fun, FALLING);

  //Turn on IR LED
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  digitalWrite(ledPin, HIGH);

  rpmcount = 0;
```

```
  rpm = 0;
  timeold = 0;
  pinMode(3,OUTPUT);  //output PWM arduino sebagai input
                                SSR
 }

 void loop()
 {
  //Update RPM every second
  delay(1000);
  //Don't process interrupts during calculations
  detachInterrupt(0);
  //Note that this would be 60*1000/(millis() - timeold)*rpmcount
if the interrupt
  //happened once per revolution instead of twice. Other multiples
could be used
  //for multi-bladed propellers or fans
  rpm = 30*1000/(millis() - timeold)*rpmcount;
  timeold = millis();
  rpmcount = 0;

  //Print out result to lcd
  lcd.clear();
  lcd.print("RPM=");
  lcd.print(rpm);

  //Restart the interrupt processing
  attachInterrupt(0, rpm_fun, FALLING);
  int a = analogRead (A0); //untuk membaca data analog pada pin
                                A0 yang datanya bernilai 0 - 1023
  analogWrite (3,(255-(a/4)));  // untuk mengaktifkan PWM di
                                  pin 3 dengan range nilai 0 - 255
  }
```

LAMPIRAN E
PENGAMBILAN DATA PUTARAN RPM MOTOR

TABEL E1 Pengujian Kerja Motor Fan menggunakan *Solid State Relay* (SSR) dan Hasil RPM dengan input presentase 0%

Percobaan ke-	Persentase	ADC (VDC)	Output Voltase (VAC)	RPM
1	0%	0,017	9,33	0
2	0%	0,017	9,33	0
3	0%	0,017	9,33	0
4	0%	0,017	9,33	0
5	0%	0,017	9,33	0
6	0%	0,017	9,33	0
7	0%	0,017	9,33	0
8	0%	0,017	9,33	0
9	0%	0,017	9,33	0
10	0%	0,017	9,33	0
11	0%	0,017	9,33	0
12	0%	0,017	9,33	0
13	0%	0,017	9,33	0
14	0%	0,017	9,33	0
15	0%	0,017	9,33	0
16	0%	0,017	9,33	0
17	0%	0,017	9,33	0
18	0%	0,017	9,33	0
19	0%	0,017	9,33	0
20	0%	0,017	9,33	0

TABEL E2 Pengujian Kerja Motor Fan menggunakan *Solid State Relay* (SSR) dan Hasil RPM dengan input presentase 20%

Percobaan ke-	Persentase	ADC (VDC)	Output Voltase (VAC)	RPM
1	20%	0,933	68,3	406
2	20%	0,933	68,3	348
3	20%	0,933	68,3	435
4	20%	0,933	68,3	406
5	20%	0,933	68,3	377
6	20%	0,933	68,3	319
7	20%	0,933	68,3	406
8	20%	0,933	68,3	377
9	20%	0,933	68,3	464
10	20%	0,933	68,3	348
11	20%	0,933	68,3	551
12	20%	0,933	68,3	435
13	20%	0,933	68,3	348
14	20%	0,933	68,3	319
15	20%	0,933	68,3	435
16	20%	0,933	68,3	464
17	20%	0,933	68,3	290
18	20%	0,933	68,3	435
19	20%	0,933	68,3	377
20	20%	0,933	68,3	464

TABEL E3 Pengujian Kerja Motor Fan menggunakan *Solid State Relay* (SSR) dan Hasil RPM dengan input presentase 40%

Percobaan ke-	Persentase	ADC (VDC)	Output Voltase (VAC)	RPM
1	40%	1,98	115	1421
2	40%	1,98	115	1450
3	40%	1,98	115	1421
4	40%	1,98	115	1450
5	40%	1,98	115	1479
6	40%	1,98	115	1450
7	40%	1,98	115	1479
8	40%	1,98	115	1392
9	40%	1,98	115	1450
10	40%	1,98	115	1421
11	40%	1,98	115	1566
12	40%	1,98	115	1421
13	40%	1,98	115	1392
14	40%	1,98	115	1479
15	40%	1,98	115	1508
16	40%	1,98	115	1421
17	40%	1,98	115	1450
18	40%	1,98	115	1566
19	40%	1,98	115	1421
20	40%	1,98	115	1450

TABEL E4 Pengujian Kerja Motor Fan menggunakan *Solid State Relay* (SSR) dan Hasil RPM dengan input presentase 60%

Percobaan ke-	Persentase	ADC (VDC)	Output Voltase (VAC)	RPM
1	60%	3,082	151,6	2088
2	60%	3,082	151,6	2030
3	60%	3,082	151,6	2204
4	60%	3,082	151,6	2117
5	60%	3,082	151,6	2146
6	60%	3,082	151,6	2030
7	60%	3,082	151,6	2204
8	60%	3,082	151,6	2175
9	60%	3,082	151,6	2059
10	60%	3,082	151,6	2088
11	60%	3,082	151,6	2204
12	60%	3,082	151,6	2146
13	60%	3,082	151,6	2233
14	60%	3,082	151,6	2262
15	60%	3,082	151,6	2175
16	60%	3,082	151,6	2262
17	60%	3,082	151,6	2233
18	60%	3,082	151,6	2204
19	60%	3,082	151,6	2233
20	60%	3,082	151,6	2117

TABEL E5 Pengujian Kerja Motor Fan menggunakan *Solid State Relay* (SSR) dan Hasil RPM dengan input presentase 80%

Percobaan ke-	Persentase	ADC (VDC)	Output Voltase (VAC)	RPM
1	80%	3,998	175	2697
2	80%	3,998	175	2784
3	80%	3,998	175	2755
4	80%	3,998	175	2784
5	80%	3,998	175	2726
6	80%	3,998	175	2639
7	80%	3,998	175	2726
8	80%	3,998	175	2668
9	80%	3,998	175	2755
10	80%	3,998	175	2668
11	80%	3,998	175	2755
12	80%	3,998	175	2784
13	80%	3,998	175	2726
14	80%	3,998	175	2755
15	80%	3,998	175	2639
16	80%	3,998	175	2784
17	80%	3,998	175	2726
18	80%	3,998	175	2697
19	80%	3,998	175	2639
20	80%	3,998	175	2668

TABEL E6 Pengujian Kerja Motor Fan menggunakan *Solid State Relay* (SSR) dan Hasil RPM dengan input presentase 100%

Percobaan ke-	Persentase	ADC (VDC)	Output Voltase (VAC)	RPM
1	100%	4,764	222,8	2639
2	100%	4,764	222,8	2668
3	100%	4,764	222,8	2639
4	100%	4,764	222,8	2668
5	100%	4,764	222,8	2639
6	100%	4,764	222,8	2668
7	100%	4,764	222,8	2639
8	100%	4,764	222,8	2668
9	100%	4,764	222,8	2639
10	100%	4,764	222,8	2668
11	100%	4,764	222,8	2639
12	100%	4,764	222,8	2668
13	100%	4,764	222,8	2697
14	100%	4,764	222,8	2639
15	100%	4,764	222,8	2668
16	100%	4,764	222,8	2639
17	100%	4,764	222,8	2668
18	100%	4,764	222,8	2639
19	100%	4,764	222,8	2668
20	100%	4,764	222,8	2639

DAFTAR PUSTAKA

[1] Wahyu Prasetyo, Dirga, **"RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR *STEAM OUTPUT BOILER* BERBAHAN BAKAR GAS LPG PADA *POWER PLANT* DI WORKSHOP INSTRUMENTASI"**, Teknik Fisika-FTI-ITS, Surabaya, .

[2] Winoto, Ardi, "***Mikrokontroler AVR AT Mega 8/32/16/8535 dan Pemrogaman dengan Bahasa C pada WinAVR***", Bandung : Informatika

[3] *Anonim*, 2010."Analisis Kerusakan AC.[online]. http://m-edukasi.kemdikbud.go.id/online/2008/sistemac/prinsip.html

[4]Wardhana, Lingga. 2006 "**Belajar Sendiri Arduino".** Yogyakarta

[5] www.indo-ware.com "produk – 2857 - max6675 – ktype - thermocouple - temperature-sensor". Semarang (diakses pada tanggal 12 mei 2015)

[6] arduinoprojects101.com/arduino-rpm-counter-tachometer/

[7] http://elektronika-dasar.web.id/kelebihan-dan-kekurangan-solid-state-relay-ssr/

BIODATA PENULIS

Nama lengkap penulis Widya Saka Lokananta, biasa dipanggil Saka, dilahirkan di Kota Surabaya pada tanggal 25 Desember 1995 dari ayah bernama Giri Widodo dan ibu bernama Suharijati. Penulis merupakan anak sulung dari dua bersaudara. Saat ini penulis tinggal di Perumahan Griya Bhayangkara E2/5 RT.033 RW.008 Kecamatan Sukodono Kabupaten Sidoarjo. Pada tahun 2001 penulis menyelesaikan pendidikan di TK Dharma Wanita Sidoarjo. Pada tahun 2007, penulis menyelesaikan pendidikan tingkat dasar di SDN Dukuh Menanggal II/425. Pada tahun 2010 penulis menyelesaikan pendidikan tingkat menengah di SMPN 36 Surabaya. Tahun 2013 berhasil menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 18 Surabaya serta pada tahun 2016 ini penulis mampu menyelesaikan gelar ahli madya di Program Studi DIII-Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "**RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PUTARAN *MOTOR FAN* PADA *EVAPORATOR* PADA *MINIPLANT* AC (*AIR CONDITIONER*) *REFRIGERANT*"**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini maka dapat menghubungi penulis melalui email: sakagio05@gmail.com