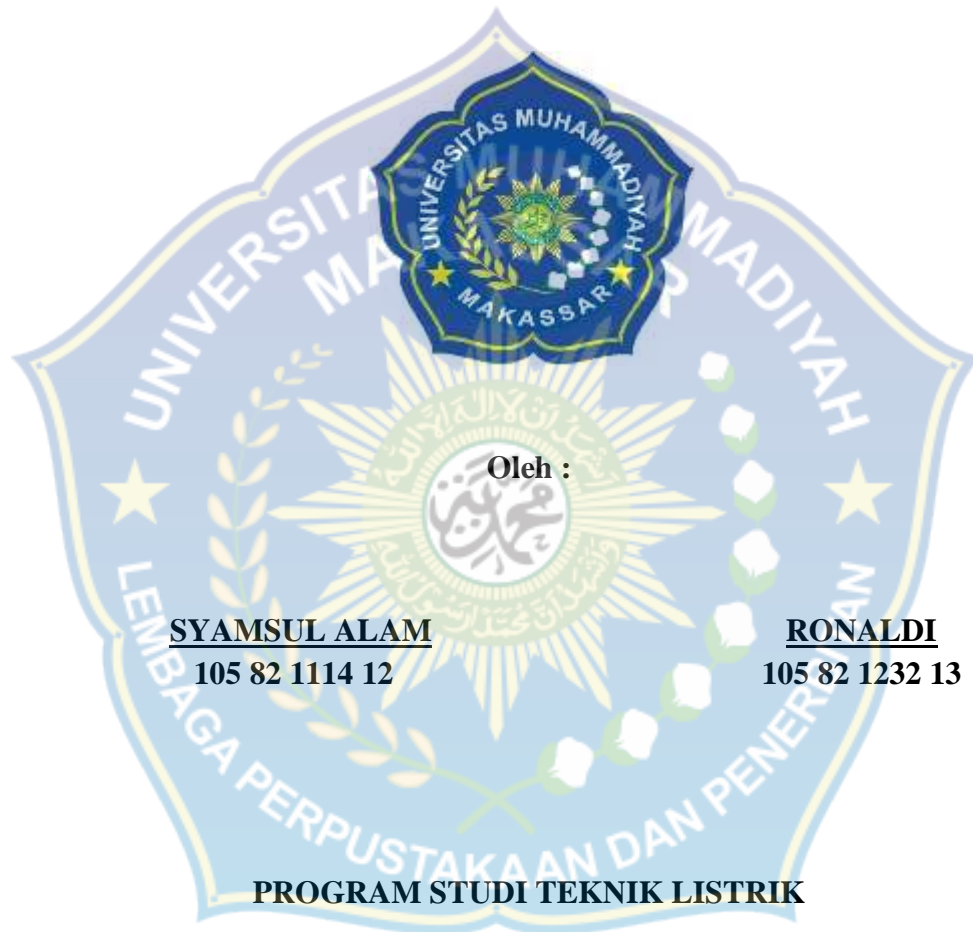


SKRIPSI

RANCANG BANGUN PENDETEKSI KECEPATAN MOTOR INDUKSI

DENGAN MENGGUNAKAN *ROTARY ENCODER* DAN

MIKROKONTROLER



Oleh :

SYAMSUL ALAM

105 82 1114 12

RONALDI

105 82 1232 13

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2019

**RANCANG BANGUN PENDETEKSI KECEPATAN MOTOR INDUKSI
DENGAN MENGGUNAKAN *ROTARY ENCODER* DAN
MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Syarat
Untuk Menyelesaikan Strata Satu (S1)
Program Studi Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro

Oleh :

SYAMSUL ALAM
105 82 1114 12

RONALDI
105 82 1232 13

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2019



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e-mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Syamsul Alam** dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1114 12 dan **Ronaldi** dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1232 13, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0002/SK-Y/20201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis tanggal 21 Februari 2019.

Panitia Ujian : Makassar, 17 Jumadil Akhir 1440 H
 22 Februari 2019 M

Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

b. Sekretaris : Suryani, S.T., M.T

Anggota : 1. Andi Fharuddin, S.T., M.T

2. Dr. Umar Katu, S.T., M.T

3. Adriani, S.T., M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Pembimbing II

Ir. Abdul Hafid, M.T

Dekan



Dr. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.

NPM: 855 500



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No, 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e-mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN PENDETEKSI KECEPATAN MOTOR
INDUKSI DENGAN MENGGUNAKAN ROTARY ENCODER DAN
MIKROKONTROLER**

Nama : 1. Syamsul Alam
2. Ronaldi

Stambuk : 1. 10582 1114 12
2. 10582 1232 13

Makassar, 22 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Pembimbing II

Ir. Abdul Hafid, M.T

Mengetahui,
Ketua Jurusan Elektro

Adriani, S.T., M.T.
NBM : 1044 202

RANCANG BANGUN PENDETEKSI KECEPATAN MOTOR INDUKSI DENGAN MENGGUNAKAN *ROTARY ENCODER* DAN MIKROKONTROLER

Syamsul Alam¹, Ronaldi²

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Email : syamsulalam1993.sa@gmail.com

²Jurusan Teknikn Elektro, Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Email : ronal.teknik13@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk : 1) Mengetahui bagaimana pengukuran motor induksi menggunakan *rotary encoder* dan mikrokontroler. 2) Mendapatkan hasil pengujian dari perancangan pendeteksi kecepatan motor induksi dengan menggunakan *rotary encoder*. Telah dirancang sebuah alat pendeteksi kecepatan motor induksi 1 fase menggunakan rotar encoder berbasis mikrokontroler Atmega16. Secara garis besar alat ini terdiri dari motor induksi 1 fase, *rotary encoder*, *sensor optocoupler*, dan mikrokontroler. Alat ini digunakan untuk mendeteksi kecepatan putaran motor AC dengan memanfaatkan *rotary encoder*. Secara umum cara kerja alat ini adalah *rotary encoder* yang berputar pada poros motor akan memberikan data berupa jumlah lubang yang dapat dihasilkan dalam waktu satu detik. Jumlah lubang yang dihasilkan akan di proses oleh mikrokontroler untuk ditampilkan dalam RPM (*revolution per minute*).

Kata kunci : *Mikrokontroler, Motor Induksi dan Rotary Encoder.*

ABSTRACT

This study aims to: 1) Know how to measure induction motors using a rotary encoder and microcontroller. 2) Obtain the test results from the design of the detection of induction motor speed by using a rotary encoder. A 1 phase induction motor speed detection device has been designed using a rotary encoder based on the Atmega16 microcontroller. Broadly speaking this tool consists of a 1 phase induction motor, rotary encoder, optocoupler sensor, and microcontroller. This tool is used to detect the rotation speed of an AC motor by utilizing a rotary encoder. In general, the way this tool works is a rotary encoder that rotates on the motor shaft to give data in the form of the number of holes that can be produced in one second. The number of holes produced will be processed by the microcontroller to be displayed in RPM (*revolution per minute*).

Keywords: *Microcontrollers, Induction Motors dan Rotary Encoders.*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan penulis dapat menyelesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus di tempuh dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir penulis adalah **“RANCANG BANGUN PENDETEKSI KECEPATAN MOTOR INDUKSI DENGAN MENGGUNAKAN *ROTARY ENCODER* DAN MIKROKONTROLER”**

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulis maupun dari segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terimah kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ayahanda dan ibunda tercinta dan saudara/saudariku yang saya sayangi, penulis mengucapkan terimah kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanannya.
2. Bapak Hamzah Al Imran, S.T.,M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Adriani, S.T.,M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro beserta Sekertaris Jurusan Teknik Elektro ibu Rahmania, S.T. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng. selaku Pembimbing I dan bapak Ir. Abd.Hafid,M.T. selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
5. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis.
6. Saudaraku mahasiswa/mahasiswi Fakultas Teknik yang dengan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut diatas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT. dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan negara. Amin.

Makassar, 31 Desember 2018

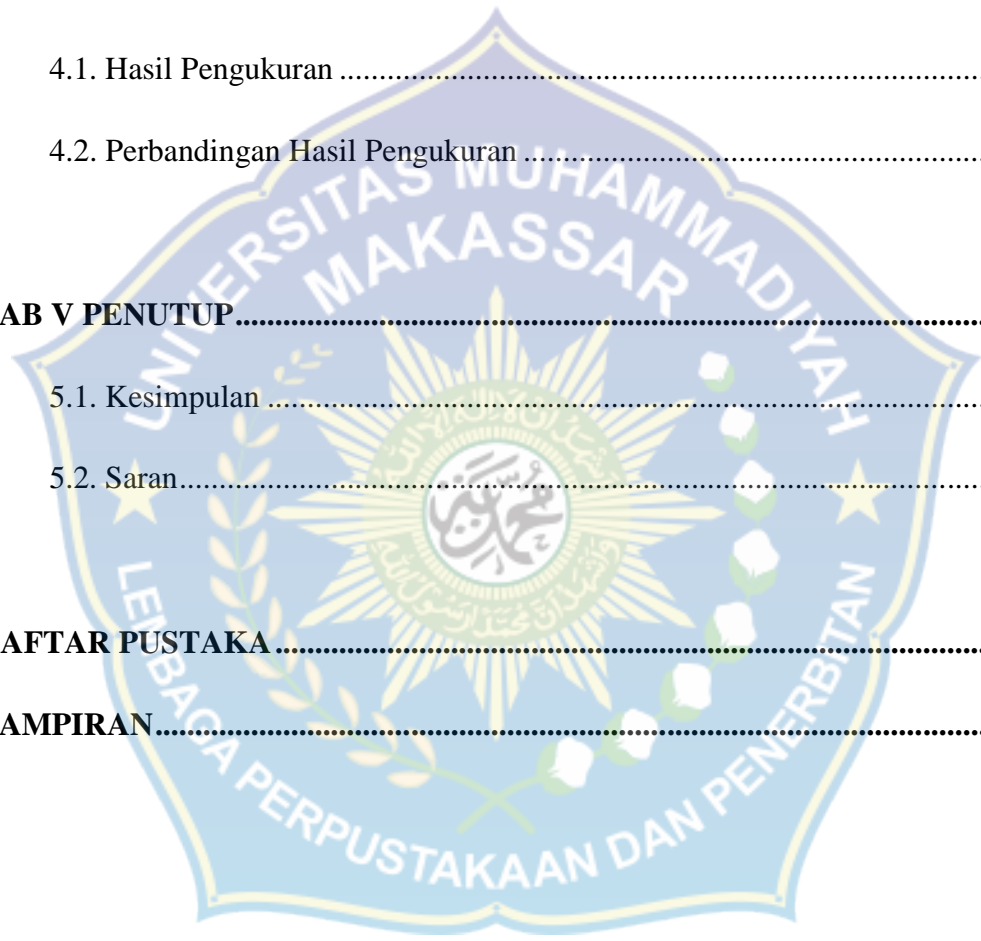
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengertian Motor Induksi.....	5
2.2. Prinsip Kerja Motor Induksi	6
2.3. Konstruksi Motor Induksi 1 Fase	8

2.4. Sensor Optocoupler.....	12
2.5. Rotary Encoder.....	14
2.6. Mikrokontroler	16
a. Pengertian Mikrokontroler.....	16
b. Arsitektur ATmega 16.....	17
c. Konfigurasi Pena (PIN) ATmega 16.....	19
d. Deskripsi PIN Mikrokontroler Atmega 16.....	19
2.7. Potensiometer.....	21
2.8. Liquid Crystal Display (LCD)	22
2.9. CodeVision AVR	24
2.10. USBasp.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan	27
3.2. Diagram Proses Penelitian	28
3.3. Metode Penelitian.....	29
3.4. Pengumpulan Alat dan Bahan.....	29
3.5. Skema Perancangan	30
3.6. Pengujian Alat.....	31
3.7. Perangkat Lunak.....	31

3.8. Skema Alat	32
3.9. Percobaan Pendeteksi Kecepatan Motor	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1. Hasil Pengukuran	37
4.2. Perbandingan Hasil Pengukuran	41
BAB V PENUTUP	43
5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	46



DAFTAR GAMBAR

1. Konstruksi Motor Induksi.....	8
2. Komponen Stator Motor Induksi Satu Fase.....	9
3. Rotor Belitan.....	9
4. Rangkaian Rotor Belitan Terhubung Dengan Tahanan Luar	10
5. Rotor Sangkar	11
6. Rangkaian Rotor Sangkar Menggunakan <i>Ototransformator</i> atau Saklar -	12
7. Sensor Optocoupler	12
8. Blok Penyusun Rotary Encoder.....	15
9. Blok Diagram ATMega 16	18
10. Pin ATMega 16.....	19
11. Potensiometer	21
12. Liquid Crystal Display (LCD).....	23
13. Software CodeVision AVR	25
14. USBasp	26
15. Bagan Alir dari Proses Perancangan.....	28
16. Skema Perancangan	30
17. Tampilan utama Software CodeVision AVR	31
18. Skema Alat.....	32
19. Sensor Optocoupler mendeteksi lubang pada awal deteksi	33
20. Sensor Optocoupler tidak mendeteksi lubang pada awal deteksi	33

21. Flowchart deteksi kecepatan putaran motor induksi	34
22. Perbandingan kecepatan motor RPS Jumlah Logika 1	36
23. Perbandingan kecepatan motor RPM Jumlah Logika 1	36
24. Grafik Hasil Pengukuran Kecepatan Motor Listrik Pada LCD	37
25. Grafik Pengukuran Kecepatan Motor Listrik dengan Tachometer.....	41
26. Grafik Perbandingan Kecepatan Putaran Motor Listrik	42



DAFTAR TABEL

1. Deskripsi Pin LCD	23
2. Hasil Pengukuran Kecepatan Motor Listrik Pada LCD	37
3. Hasil Pengukuran Kecepatan Motor Listrik dengan Tachometer	40
4. Perbandingan Kecepatan Motor Listrik	41



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada zaman modern sekarang motor listrik merupakan komponen penting dalam dunia perindustrian. Motor listrik memberikan manfaat yang sangat besar pada industri saat ini karena dapat meringankan kinerja manusia.

Oleh karena itu, banyak industri yang mengembangkan penggunaan motor listrik ini baik dari segi kontroler, kecepatan, dan kekuatan, maupun dari segi penampilan.

Motor listrik termasuk ke dalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain sebagainya. Motor listrik juga dapat ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesincuci, pompa air dan penyedot debu. Dan juga banyak digunakan dalam industri.

Pada dasarnya motor listrik terbagi menjadi 2 jenis yaitu motor listrik DC (arus searah) dan motor listrik AC (arus bolak balik). Kemudian dari jenis tersebut motor listrik arus bolak-balik (AC) digolongkan menjadi motor sinkron dan motor induksi, motor induksi diklasifikasi menjadi dua yaitu motor induksi 1 fase dan motor induksi 3 fase. Motor AC 1 Fase banyak digunakan pada peralatan rumah tangga listrik, misalnya pompa air, mesin cuci, lemari es, mixer,

kipas angin dan sebagainya. Karena bentuknya yang sederhana dan harganya yang relatif murah motor induksi 1 fase banyak dipakai untuk keperluan motor-motor kecil.

Motor AC 1 fase biasanya berputar dengan kecepatan relatif konstan. Akan tetapi dalam penggunaan tertentu, kadang-kadang perlu mengetahui kecepatannya untuk memperoleh jumlah putaran yang sesuai.

Dengan adanya penjelasan diatas maka penulis ingin membuat suatu alat yang dapat mendeteksi kecepatan dari motor listrik untuk mempertahankan kualitas, kuantitas produk, dan membuat umur motor lebih panjang.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Menganalisa kecepatan motor induksi menggunakan *rotary encoder* dan mikrokontroler
- b. Ketelitian *rotary encoder* dalam membaca kecepatan motor induksi

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulis melakukan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui bagaimana pengukuran motor induksi menggunakan *rotary encoder* dan mikrokontroler.
2. Mendapatkan hasil pengujian dari perancangan pendeteksi kecepatan motor induksi dengan menggunakan *rotary encoder*.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

Rotary encoder dan mikrokontroler sebagai pengukur kecepatan motor induksi 1 fase

1.5. Manfaat Penelitian

- Memberikan informasi pada penulis dan pembaca mengenai pendeteksi kecepatan motor induksi 1 fase dengan menggunakan *rotary encoder* dan mikrokontroler.
- Dapat digunakan sebagai media pembelajaran dalam mata kuliah motor induksi arus bolak-balik
- Sebagai referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman maka penulis membuat sistematika pembahasan tentang pendeteksi kecepatan motor induksi dengan menggunakan *rotary encoder* dan mikrokontroler, maka penulis membuat sistematika penulisan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian yang

dilakukan serta sistematika Penulisan dari hasil penelitian yang dilakukan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan judul penelitian. Teori meliputi pengertian motor induksi, prinsip kerja motor induksi, konstruksi motor induksi satu fasa, rotary encoder, mikrokontoller, sistem control.

BAB III : METODE PENELITIAN

Dalam bagian ini akan dibahas perancangan dari alat, yaitu waktu dan tempat pelaksanaan, diagram proses perancangan, dan metode penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan analisa dari penelitian akan dibahas pada bagian ini.

BAB V : PENUTUP (SIMPULAN DAN SARAN)

Kesimpulan dan saran dari hasil penelitian akan dibahas pada bab ini.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Motor Induksi

Motor induksi adalah motor listrik arus bolak-balik (AC) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan putar pada stator, dengan kata lain putaran rotor dengan putaran medan pada stator terdapat selisih putaran yang disebut slip.

Motor induksi merupakan motor yang memiliki konstruksi yang baik, harganya lebih murah dan mudah dalam pengaturan kecepatannya, Stabil ketika berbeban dan mempunyai efisiensi tinggi. Mesin induksi adalah mesin (AC) yang paling banyak digunakan dalam industri dengan skala besar maupun kecil, dan dalam rumah tangga. Alasannya adalah bahwa karakteristiknya hampir sesuai dengan kebutuhan dunia industri, pada umumnya dalam kaitannya dengan harga, kesempurnaan, pemeliharaan, dan kestabilan kecepatan. Mesin induksi (asinkron) ini pada umumnya hanya memiliki satu suplai tenaga yang mengeksitasi belitan stator. Belitan rotornya tidak terhubung langsung dengan sumber tenaga listrik, melainkan belitan ini dieksitasi oleh induksi dari perubahan medan magnetik yang disebabkan oleh arus pada belitan stator.

Hampir semua motor (AC) yang digunakan adalah motor induksi, Sebagian besar alat industri menggunakan tenaga listrik sebagai energi penggerak utamanya, dan di berbagai perindustrian banyak menggunakan mesin-mesin dengan penggerak utamanya adalah Motor AC Fasa Satu. Motor induksi

satu fase banyak dipakai sebagai penggerak di perindustrian karena banyak memiliki keuntungan, tetapi ada juga kelemahannya.

- Keuntungan motor induksi satu fase :
 1. Mempunyai konstruksi yang sederhana.
 2. Biaya dan waktu perawatan yang rendah.
 3. Pengaturan starting yang sederhana.
 4. Perawatannya mudah.
- Kelemahan motor induksi satu fase :
 1. Torsi start motor ini rendah
 2. Tidak dapat untuk memikul beban tinggi
 3. Kecepatannya tidak bisa bervariasi tanpa merubah efisiensi.
 4. Kecepatannya tergantung beban.

2.2. Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya. Apabila sumber tegangan satu fase dipasang pada kumparan stator, timbullah medan putar yang berputar dengan kecepatan sinkron (N_s), besarnya N_s ditentukan oleh jumlah kutub p dan frekuensi stator f yang dirumuskan dengan :

$$N_s = \frac{120 \times f(\text{rpm})}{p}$$

Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor, sehingga pada kumparan rotor akan timbul tegangan induksi atau gaya gerak listrik (ggl) per fase sebesar $E_r = 4,44 f_s N_r \Phi_m$ (volt)

E_r = Tegangan induksi pada rotor saat rotor dalam keadaan diam (volt)

N_r = Jumlah lilitan kumparan rotor

Φ_m = Fluksi maksimum (Wb)

Karena kumparan rotor merupakan rangkaian yang tertutup ggl (E) akan menghasilkan arus (I). Adanya arus (I) di dalam medan magnet menimbulkan gaya (F) pada rotor. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya Lorentz (F) pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator. Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya bahwa tegangan induksi timbul karena terpotongnya batang konduktor rotor oleh medan magnet putar stator. Artinya agar adanya tegangan terinduksi maka diperlukan relatif antara kecepatan medan magnet putar stator (N_s) dan kecepatan putar rotor (N_r). Dan perbedaan antara N_s dan N_r ini disebut dengan slip (S) yang dinyatakan dengan :

$$S = \left(\frac{N_s - N_r}{N_s} \right) \times 100\%$$

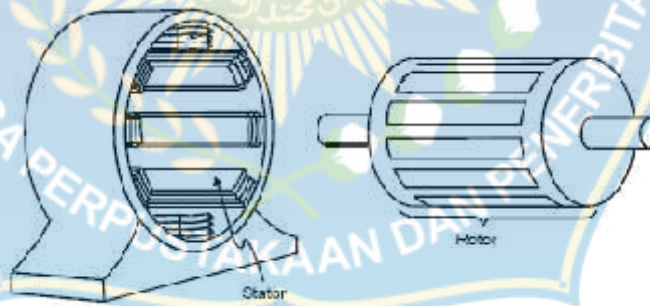
Bila $N_r = N_s$ maka slip bernilai nol, tidak ada fluks yang memotong belitan rotor sehingga pada belitan rotor tidak diinduksikan tegangan, maka tidak ada arus yang mengalir pada belitan rotor, dengan demikian tidak dihasilkan

kopel. Kopel motor akan timbul bila $N_r < N_s$. Dilihat dari cara kerjanya, motor induksi disebut juga sebagai motor tak serempak atau asinkron.

2.3. Konstruksi Motor Induksi 1 Fase

Motor induksi adalah motor AC yang paling banyak dipergunakan, karena konstruksinya yang kuat dan karakteristik kerjanya yang baik. Secara umum motor induksi terdiri dari rotor dan stator. Keduanya merupakan rangkaian magnetik yang berbentuk silinder dan simetris. Diantara rotor dan stator ini terdapat celah udara yang sempit.

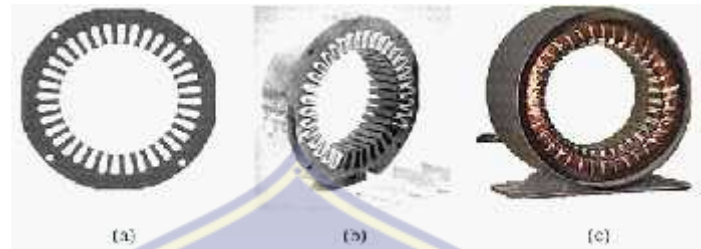
Rotor merupakan bagian yang bergerak, sedangkan stator bagian yang diam. Diantara stator dengan rotor ada celah udara yang jaraknya sangat kecil, konstruksi motor induksi dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Konstruksi motor induksi

Stator merupakan bagian yang diam sebagai rangka tempat kumparan stator yang terpasang. Stator terdiri dari : inti stator, kumparan stator, dan alur stator. Motor induksi dilengkapi dengan dua kumparan stator yang dipasang terpisah, yaitu kumparan utama (*main winding*) atau sering disebut dengan

kumparan berputar dan kumparan bantu (*auxiliary winding*) atau sering disebut dengan kumparan start.



Gambar 2.2. Komponen stator motor induksi satu fase

Komponen stator motor induksi satu fase terdiri dari : (a) Lempengan inti, (b) Tumpukan inti dengan kertas isolasi pada beberapa alurnya, (c) Tumpukan inti dan kumparan dalam cangkang stator.

Rotor merupakan bagian yang berputar. Bagian ini terdiri dari : inti rotor, kumparan rotor dan alur rotor. Pada umumnya ada dua jenis rotor yang sering digunakan pada motor induksi yaitu, rotor belitan (*wound rotor*) dan rotor sangkar (*squirrel cage rotor*).

a. Rotor Belitan



Gambar 2.3. Rotor Belitan

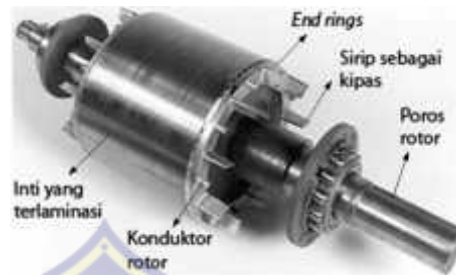
Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan belitan kumparan tiga fase sama seperti kumparan stator. Kumparan stator dan rotor juga mempunyai jumlah kutub yang sama. Penambahan tahanan luar sampai harga tertentu dapat membuat kopel mula dapat mencapai harga kopel maksimumnya. Kopel mula yang besar memang diperlukan pada waktu start.

Motor induksi dengan rotor belitan memungkinkan penambahan (pengaturan) tahanan luar. Tahanan luar yang dapat diatur ini dihubungkan ke rotor melalui cincin. Selain untuk menghasilkan kopel mula yang besar pada saat start. Disamping itu dengan mengubah-ubah tahanan luar, kecepatan motor dapat diatur.



Gambar 2.4. Rangkaian Motor Induksi Rotor Belitan Terhubung Dengan Tahanan Luar

b. Rotor Sangkar

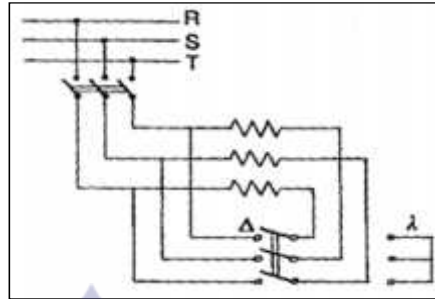


Gambar 2.5. Rotor Sangkar

Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri dari beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian rupa hingga mempunyai sangkar tupai. Konstruksi rotor seperti ini sangat sederhana bila dibandingkan dengan rotor mesin listrik lainnya.

Dengan demikian harganya pun murah. Karena konstruksinya yang demikian, padanya tidak mungkin diberikan pengaturan tahanan luar seperti pada motor induksi dengan rotor belitan.

Untuk membatasi arus mula yang besar, tegangan sumber harus dikurangi dan biasanya digunakan *ototransformator* atau saklar - . Tetapi berkurangnya arus akan berakibat berkurangnya kopel mula. Untuk mengatasi hal ini dapat digunakan rotor jenis sangkar ganda.



Gambar 2.6. Rangkaian Motor induksi Rotor Sangkar menggunakan ototransformator atau saklar -

2.4. Sensor Optocoupler

Optocoupler adalah piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*, yaitu antara bagian cahaya (*LED infrared*) dan bagian deteksi sumber cahaya-nya (fototransistor) terpisah. Biasanya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik yang bekerja secara otomatis.



Gambar 2.7. Sensor Optocoupler

Dengan kata lain optocoupler komponen penghubung (*coupling*) yang bekerja berdasarkan picu cahaya optic. Optocoupler terdiri dari 2 bagian yaitu :

1. Transmitter dibuat dari komponen *LED infrared*, Jika dibandingkan dengan LED biasa, *LED infrared* memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak. Cahaya yang dipancarkan oleh *LED infrared* tidak terlihat oleh mata.
2. Receiver dibuat dari komponen fototransistor. Fototransistor merupakan suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula dengan spectrum infrared. Karena infrared memiliki efek panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka fototransistor lebih peka menangkap radiasi infrared. Ketika ada benda antara *LED infrared* dan fototransistor, maka cahaya *LED infrared* yang dikirimkan akan terhalang dan tidak bisa diterima oleh *receiver* (fototransistor = on) sehingga menghasilkan tegangan keluaran yang mendekati 0 volt (*low logic*). Sebaliknya jika tidak ada benda antara *LED infrared* dan *receiver* (fototransistor = off) sehingga tegangan keluaran akan mendekati V_{cc} (*high logic*)

Kegunaan optocoupler :

1. Mengetahui posisi suatu motor
2. Pendeteksi adanya barang atau tidak pada industri, contohnya pada konvektor.
3. Dapat digunakan untuk pendeteksi warna
4. Dapat digunakan untuk mengetahui adanya lubang/kerusakan pada suatu benda

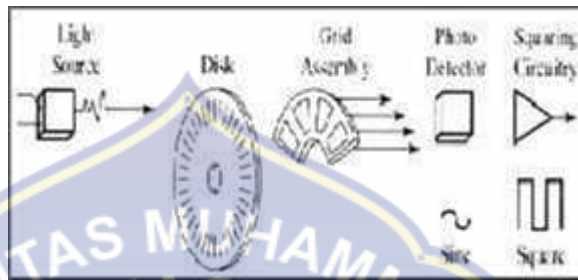
5. Sebagai sensor pembaca kecepatan
6. Sebagai switching dalam rangkaian dalam televisi
7. Digunakan untuk pendeteksi halangan, seperti pintu masuk lift

2.5. Rotary Encoder

Rotary encoder adalah divais elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. Rotary encoder umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh rotary encoder untuk diteruskan oleh rangkaian kendali. Rotary encoder umumnya digunakan pada pengendalian robot, motor drive, dsb.

Rotary encoder tersusun dari suatu piringan tipis yang memiliki lubang-lubang padabagian lingkaran piringan. LED ditempatkan pada salah satu sisi piringan sehingga cahaya akan menuju ke piringan. Di sisi yang lain suatu photo-transistor diletakkan sehingga photo-transistor ini dapat mendeteksi cahaya dari LED yang berseberangan. Piringan tipis tadi dikopel dengan poros motor, atau divais berputar lainnya yang ingin kita ketahui posisinya, sehingga ketika motor berputar piringan juga akan ikut berputar. Apabila posisi piringan mengakibatkan cahaya dari LED dapat mencapai photo-transistor melalui lubang-lubang yang ada, maka photo-transistor akan mengalami saturasi dan akan menghasilkan suatu pulsa gelombang persegi. Semakin banyak deretan

pulsa yang dihasilkan pada satu putaran menentukan akurasi rotary encoder tersebut, akibatnya semakin banyak jumlah lubang yang dapat dibuat pada piringan menentukan akurasi rotary encoder tersebut.



Gambar 2.8. Blok penyusun rotary encoder

Rangkaian penghasil pulsa (Gambar 9) yang digunakan umumnya memiliki output yang berubah dari +5V menjadi 0.5V ketika cahaya diblok oleh piringan dan ketika diteruskan ke photo-transistor. Karena divais ini umumnya bekerja dekat dengan motor DC maka banyak noise yang timbul sehingga biasanya output akan dimasukkan ke low-pass filter dahulu. Apabila low-pass filter digunakan, frekuensi cut-off yang dipakai umumnya ditentukan oleh jumlah slot yang ada pada piringan dan seberapa cepat piringan tersebut berputar, dinyatakan dengan:

$$f_c = \frac{s_w n}{60}$$

Dimana f_c adalah frekuensi cut-off filter, s_w adalah kecepatan piringan dan n adalah jumlah slot pada piringan.

2.6. Mikrokontroler

a. Pengertian Mikrontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip berupa IC (Integrated Circuit) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program did umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan.

Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan ROM pada PC yang bisa mencapai orde Gbyte, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde byte/Kbyte.

Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan

sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

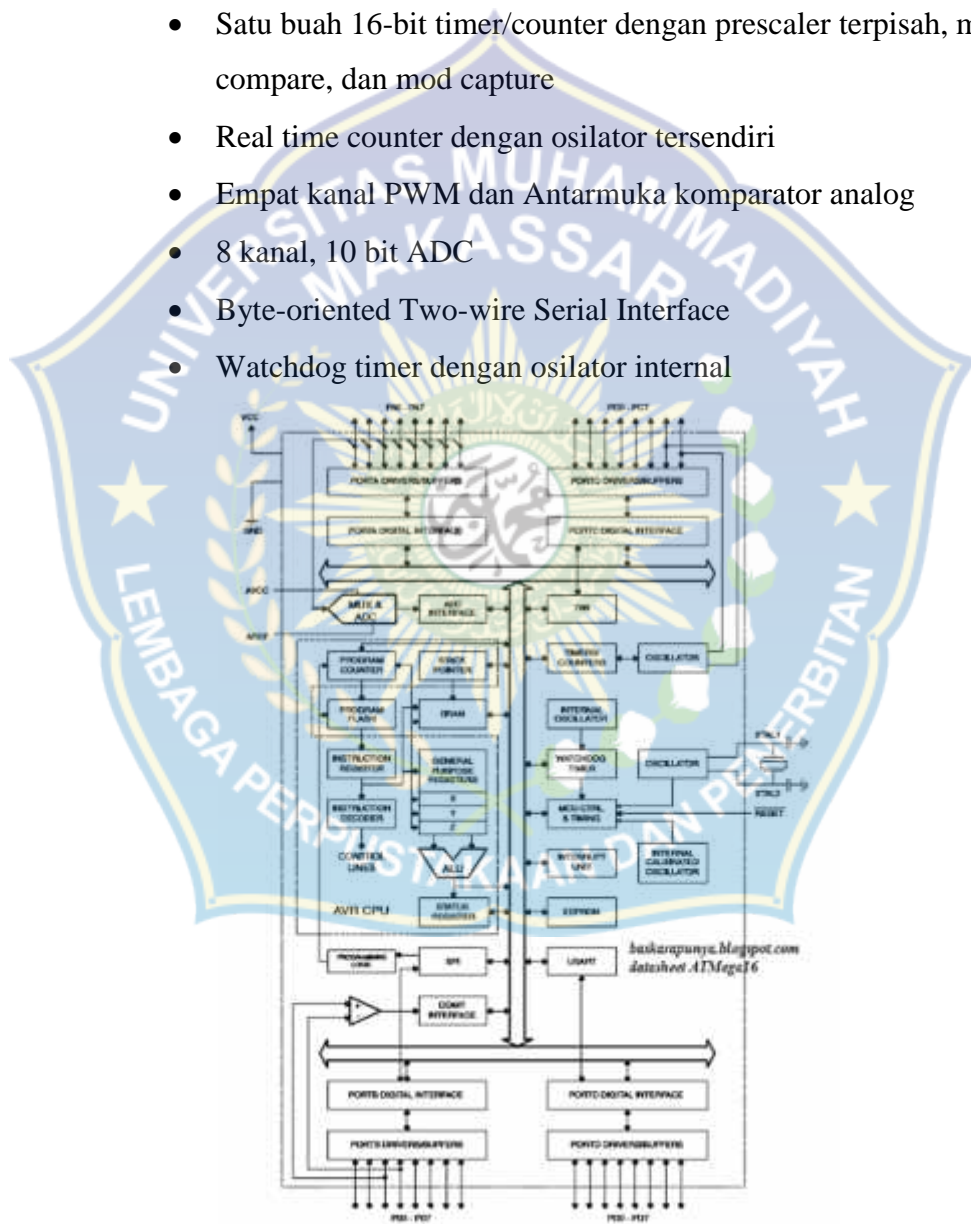
Salah mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (Reduce Instruction Set Compute) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fiturnya seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATmega 16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya Arithmetic dan Logical Unit (ALU), himpunan register kerja, register, dan decoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (in chip).

b. Arsitektur ATmega16

Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (concurrent). Secara garis besar mikrokontroler ATmega16 terdiri dari:

1. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16Mhz.
2. Memiliki kapasitas Flash memori 16Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1Kbyte
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register.

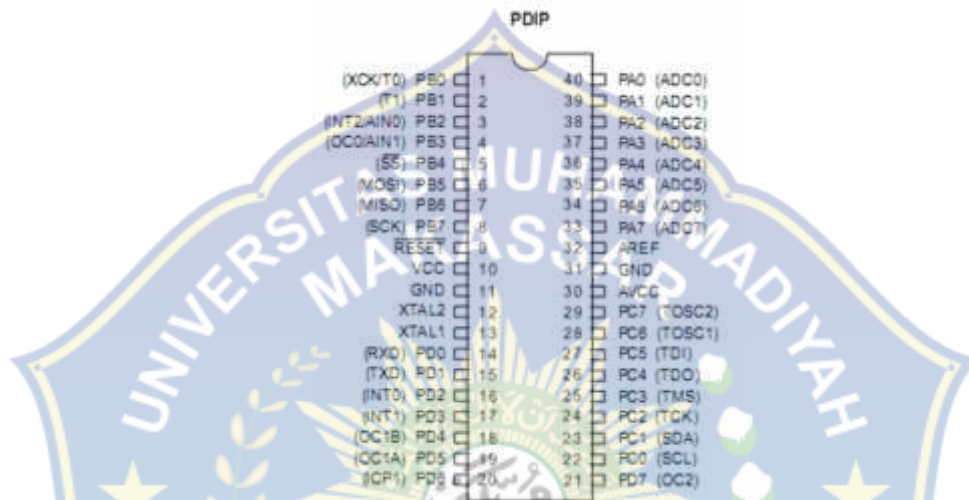
5. User interupsi internal dan eksternal
6. Port antarmuka SPI dan Port USART sebagai komunikasi serial
7. Fitur Peripheral
 - Dua buah 8-bit timer/counter dengan prescaler terpisah dan mode compare
 - Satu buah 16-bit timer/counter dengan prescaler terpisah, mode compare, dan mod capture
 - Real time counter dengan osilator tersendiri
 - Empat kanal PWM dan Antarmuka komparator analog
 - 8 kanal, 10 bit ADC
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Watchdog timer dengan osilator internal



Gambar 2.9. Blok diagram ATmega16

c. Konfigurasi Pena (PIN) ATmega16

Konfigurasi pena (pin) mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40-pin dapat dilihat pada Gambar 2.2. Dari gambar tersebut dapat terlihat ATmega16 memiliki 8 pin untuk masing-masing Gerbang A (Port A), Gerbang B (Port B), Gerbang C (Port C), dan Gerbang D (Port D).



Gambar 2.10. Pin ATmega 16

d. Deskripsi PIN Mikrokontroler ATmega16

1. VCC (Power Supply) dan GND(Ground)

a. Port A (PA7..PA0)

Port A berfungsi sebagai input analog pada konverter A/D. Port A juga sebagai suatu Port I/O 8-bit dua arah, jika A/D konverter tidak digunakan. Pin - pin Port dapat menyediakan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk masing-masing bit). Port A output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai input dan secara eksternal ditarik rendah, pin-pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor internal pull-up diaktifkan.

Pin Port A adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

b. Port B (PB7..PB0)

Port B adalah suatu port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk beberapa bit). Port B output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pena Port B yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pena Port B adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

c. Port C (PC7..PC0)

Port C adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk beberapa bit). Port C output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pena Port C yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pena Port C adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

d. Port D (PD7..PD0)

Port D adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk beberapa bit). Port D output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pena Port D yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pena Port D adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- RESET (Reset input)
- XTAL1 (Input Oscillator)
- XTAL2 (Output Oscillator)

- AVCC adalah pena penyedia tegangan untuk Port A dan Konverter A/D.
- AREF adalah pena referensi analog untuk konverter A/D.

2.7. Potensiometer

Potensiometer adalah komponen elektronika yang sebenarnya termasuk salah satu jenis dari resistor. Ya, potensiometer merupakan jenis resistor yang nilai resistansinya dapat diatur sesuai keinginan (resistor variabel). Secara struktur, potensiometer terdiri dari tiga kaki dan sebuah tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya.



Gambar 2.11.Potensiometer

Fungsi utama dari potensiometer sebenarnya adalah untuk menghasilkan nilai resistansi bervariasi sesuai dengan nilai yang dikehendaki. Cara mengatur nilai resistansinya adalah dengan memutar tuas pengatur. Namun saat diaplikasikan dalam berbagai macam rangkaian elektronika, potensiometer juga berfungsi sebagai :

1. Pembagi tegangan
2. Pengatur volume di perangkat audio seperti amplifier
3. Aplikasi switch TRIAC

4. Pengatur tegangan pada rangkaian adaptor atau power supply
5. Pengendali level sinyal
6. Joystick pada transduser

2.8. Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah panel penampil yang dibuat dari bahan Kristal cair. Kristal dengan sifat-sifat khusus yang menampilkan warna lengkap yang berasal dari efek pantulan/transmisi cahaya dengan panjang gelombang pada sudut lihat tertentu. LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan.. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom.

Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang latar (backplane), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan.

Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa microampere), sehingga alat atau sistem menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah di bawah terang sinar matahari. Di bawah sinar cahaya yang remang-remang dalam kondisi gelap, sebuah lampu (berupa LED) harus dipasang dibelakang layar tampilan. Gambar berikut adalah contoh LCD 16x2 yang umum digunakan :



Gambar 2.12.Liquid Crystal Display (LCD)

Tabel 2.1. Deskripsi Pin LCD

NO	Nama Pin	Deskripsi	Port
1	VCC	+5V	VCC
2	GND	0V	GND
3	VEE	Tegangan Kontras LCD	Trimpot
4	RS	Register Select, 0=Input Instruksi, 1=Input Data	PD5
5	R/W'	1=Read, 0=Write	PD6
6	E	Enable Clock	PD7
7	D0	Data Bus 0	PC0
8	D1	Data Bus 1	PC1
9	D2	Data Bus 2	PC2
10	D3	Data Bus 3	PC3
11	D4	Data Bus 4	PC4
12	D5	Data Bus 5	PC5
13	D6	Data Bus 6	PC6
14	D7	Data Bus 7	PC7
15	Anode	Teganga Positif Backlight	vCC
16	Katode	Tegangan Negatif Backlight	Gnd

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada tabel, *interface* LCD merupakan sebuah *parallel bus*, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam membaca data dari mikrokontroler ke LCD. Kode ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) yang ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim ke LCD secara 4-bit atau 8-bit pada satu waktu. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka nibble data yang dikirim untuk membuat sepenuhnya 8-bit (pertama dikirim 4-bit MSB lalu 4-bit dengan LSB dengan pulsa clock EN setiap *nibble*-nya). Jalur kontrol EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroler mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus men-set EN ke kondisi high “1” dan kemudian men-set dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus.

Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus di set ke “0” dan tunggu beberapa saat (tergantung pada *datasheet* LCD), dan set EN kembali ke high “1”. Ketika jalur RS berada dalam kondisi low “0”, data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursur dll). Ketika RS dalam kondisi high “1” data yang dikirimkan adalah data ASCII yang ditampilkan dilayar.

2.9. CodeVision AVR

CodeVision AVR merupakan sebuah software yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler sekarang ini telah umum. Mulai dari penggunaan untuk kontrol sederhana sampai kontrol yang cukup kompleks, mikrokontroler dapat berfungsi jika telah diisi sebuah program, pengisian program ini dapat dilakukan menggunakan compiler yang selanjutnya diprogram kedalam mikrokontroler menggunakan fasilitas yang sudah disediakan oleh program

tersebut. Salah satu compiler program yang umum digunakan sekarang ini adalah CodeVision AVR yang menggunakan bahasa pemrograman C.

CodeVision AVR mempunyai keunggulan dari compiler lain, yaitu adanya codewizard, fasilitas ini memudahkan kita dalam inisialisasi mikrokontroler yang akan kita gunakan.



Gambar2.13. Software CodeVision AVR

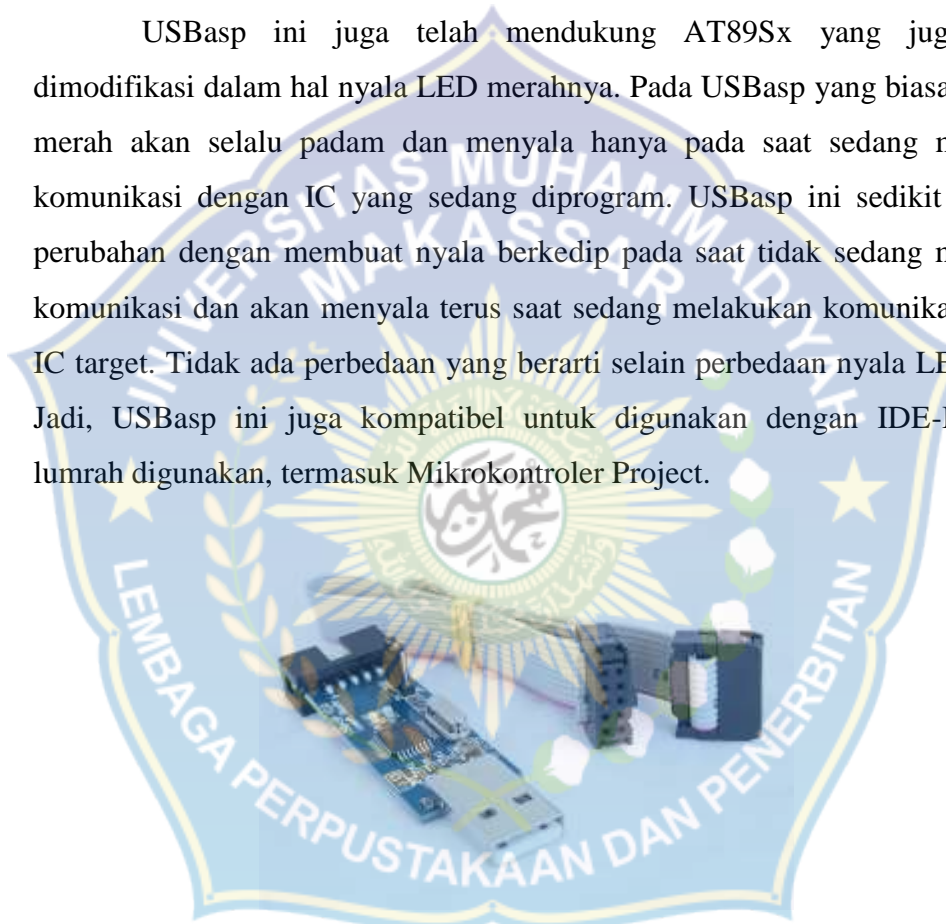
2.10. USBasp

USBasp adalah sebuah programmer mikrokontroler AVR melalui USB. USBasp umumnya dipergunakan untuk melakukan pemrograman mikrokontoller keluarga ATMEL AVR. Termasuk yang sudah umum dipergunakan di Indonesia seperti ATtiny2313, ATmega8, ATmega8535, ATmega16 dan ATmega32. Programmer ini juga bisa dipergunakan untuk memprogram *bootloader* Arduino. Juga bisa dipergunakan untuk memprogram langsung hasil kompilasi Arduino *sketch*(berbentuk file *hex*) yang dihasilkan oleh IDE Arduino di komputer.

Meskipun demikian, banyak juga program-program lain yang bisa digunakan untuk memprogram mikrokontroler menggunakan USBasp.USBasp sudah tidak lagi menggunakan komunikasi berstandar serial RS-232, sehingga

tidak lagi memerlukan berbagai macam konverter untuk berkomunikasi dengan perangkat komputer. Setelah *parallel port* mulai menghilang dari kebanyakan *motherboard* PC, sekarang *serial port* pun mulai langka dijumpai. Terutama karena perangkat komputasi sekarang seperti *laptop, notebook, netbook* atau *ultrabook* yang kebanyakan memiliki *USB port*.

USBasp ini juga telah mendukung AT89Sx yang juga sedikit dimodifikasi dalam hal nyala LED merahnya. Pada USBasp yang biasanya, LED merah akan selalu padam dan menyala hanya pada saat sedang melakukan komunikasi dengan IC yang sedang diprogram. USBasp ini sedikit membuat perubahan dengan membuat nyala berkedip pada saat tidak sedang melakukan komunikasi dan akan menyala terus saat sedang melakukan komunikasi dengan IC target. Tidak ada perbedaan yang berarti selain perbedaan nyala LED merah. Jadi, USBasp ini juga kompatibel untuk digunakan dengan IDE-IDE yang lumrah digunakan, termasuk Mikrokontroler Project.



Gambar 2.14.USBasp

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

3.1. Waktu Dan Tempat Pelaksanaan

3.1.1. Waktu

Penelitian tugas akhir ini dilakukan selama 2 bulan, dimulai pada bulan September 2018 sampai dengan bulan Desember 2018. Penulis memulai dengan studi literatur yaitu, mencari buku-buku, jurnal dan situs-situs internet yang berkaitan dengan judul alat yang akan di rancang.

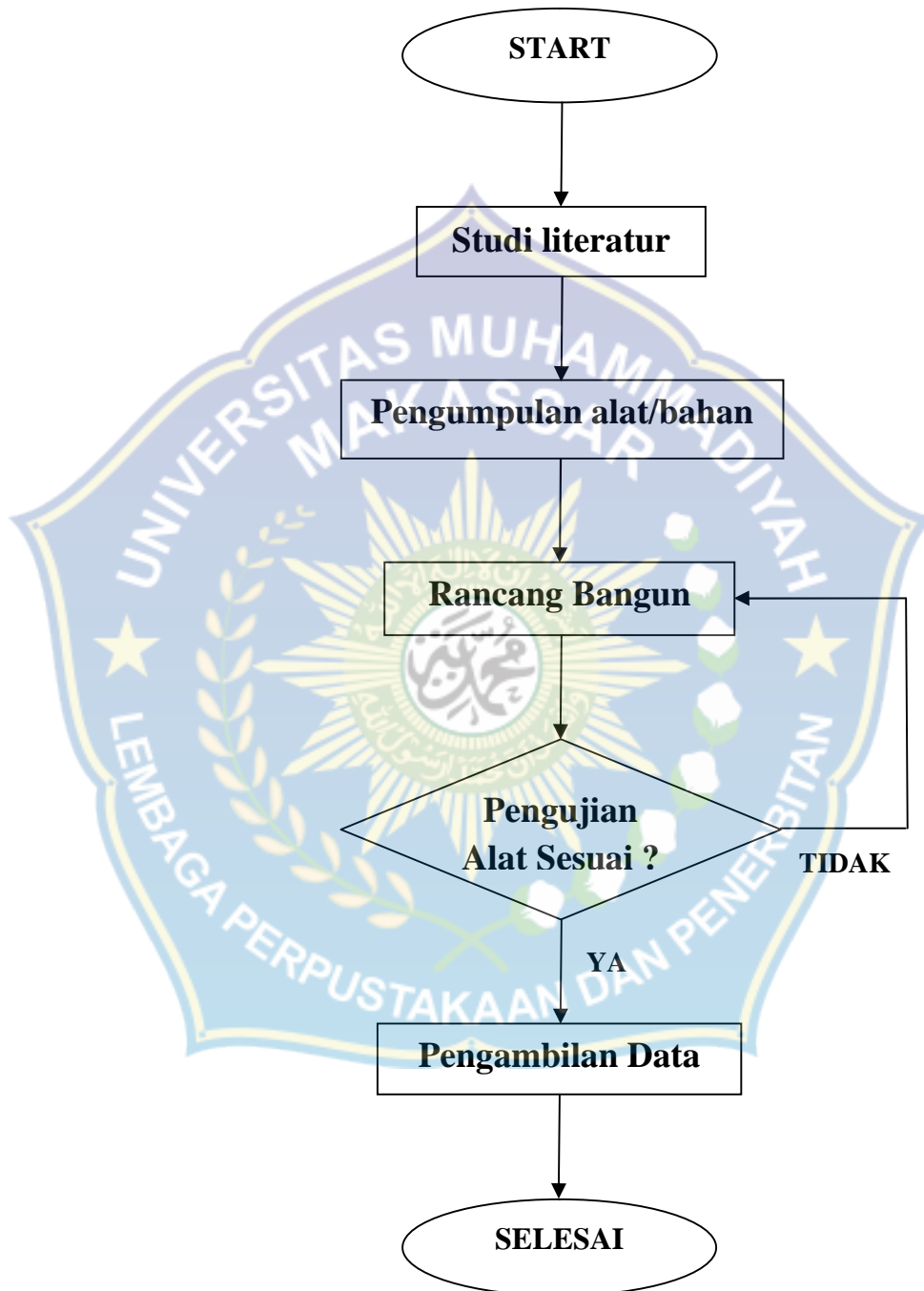
Pada bulan Oktober 2018 penulis mengumpulkan alat dan bahan yang diperlukan, setelah alat dan bahan sudah dikumpulkan penulis memulai melakukan perancangan alat pendeteksi kecepatan motor induksi dengan menggunakan mikrokontroler dan rotary encoder.

Pada bulan Desember 2018 penulis memulai menguji alat yang telah dirancang dan mencatat hasil yang didapatkan.

3.1.2. Tempat Pelaksanaan

Tempat pelaksanaan dilakukan di Universitas Muhammadiyah Makassar

3.2. Diagram Proses Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Proses Penelitian

Penulis memulai penelitian dengan mengumpulkan referensi atau teori yang berkaitan dengan rancang bangun yang akan di buat kemudian mulai mengumpulkan alat dan bahan yang dibutuhkan. Setelah alat dan bahan tersedia, selanjutnya dilakukan perancangan alat dan untuk proses akhir menguji alat yang telah dirancang untuk pengambilan data.

3.3. Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan data dengan cara mencari buku, jurnal dan modul yang berkaitan dengan judul penelitian sebagai referensi untuk alat yang kami rancang.

3.4. Pengumpulan Alat / Bahan

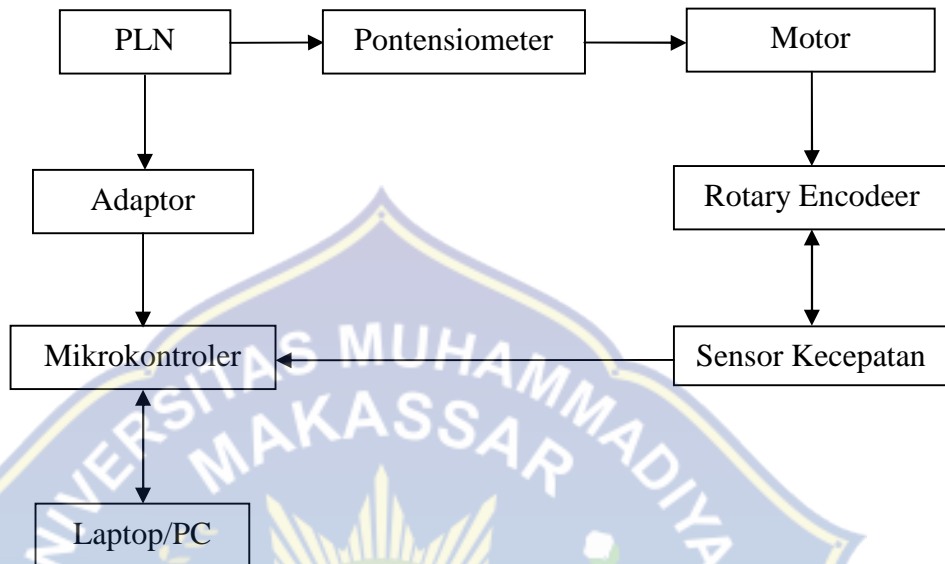
Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ;

1. sistem operasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah windows 10
2. perangkat lunak yang digunakan sebagai penulisan kode untuk mengukur kecepatan motor induksi adalah CodeVision AVR

Sedangkan perangkat keras utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. PC/Laptop
2. Motor Induksi 1 fase
3. Mikrokontroler
4. Sensor kecepatan (Optocoupler)
5. Rotary encoder

3.5. Skema Perancangan



Gambar 3.2. Skema Perancangan

Dari skema perancangan diatas menjelaskan, sumber tegangan yang digunakan yaitu langsung dari PLN untuk menyalakan motor digunakan Potensio sebagai pengatur tegangan yang masuk ke motor dan untuk mengatasi tegangan PLN yang tinggi maka digunakan Adaptor.

Laptop/PC digunakan untuk mengisi program pada Mikrokontroler.

Motor induksi dipasang Rotary Encoder untuk membuat Sensor Kecepatan dapat bekerja, dari Sensor Kecepatan data di kirim ke Mikrokontroler

3.6. Pengujian Alat

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian alat untuk memastikan kondisi alat dalam keadaan baik dan dapat digunakan

a. Sensor Optocoupler

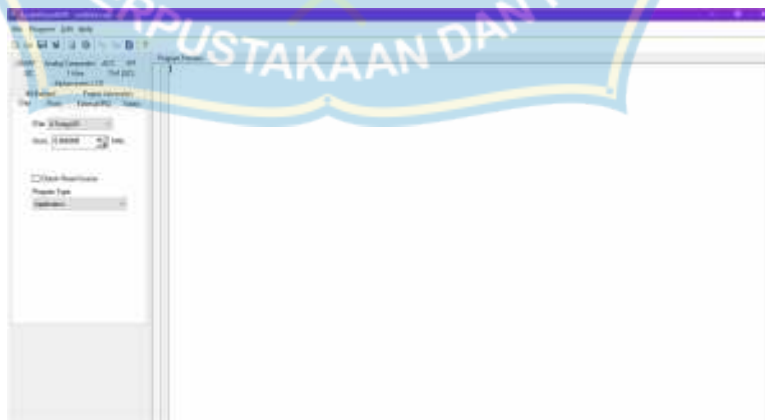
Sensor diuji dengan membuat program sederhana yang dapat menampilkan data dari rotary encoder

b. Motor

Motor induksi diuji dengan memasukkan tegangan untuk menjalankan dan menghentikan putaran motor

3.7. Perangkat Lunak

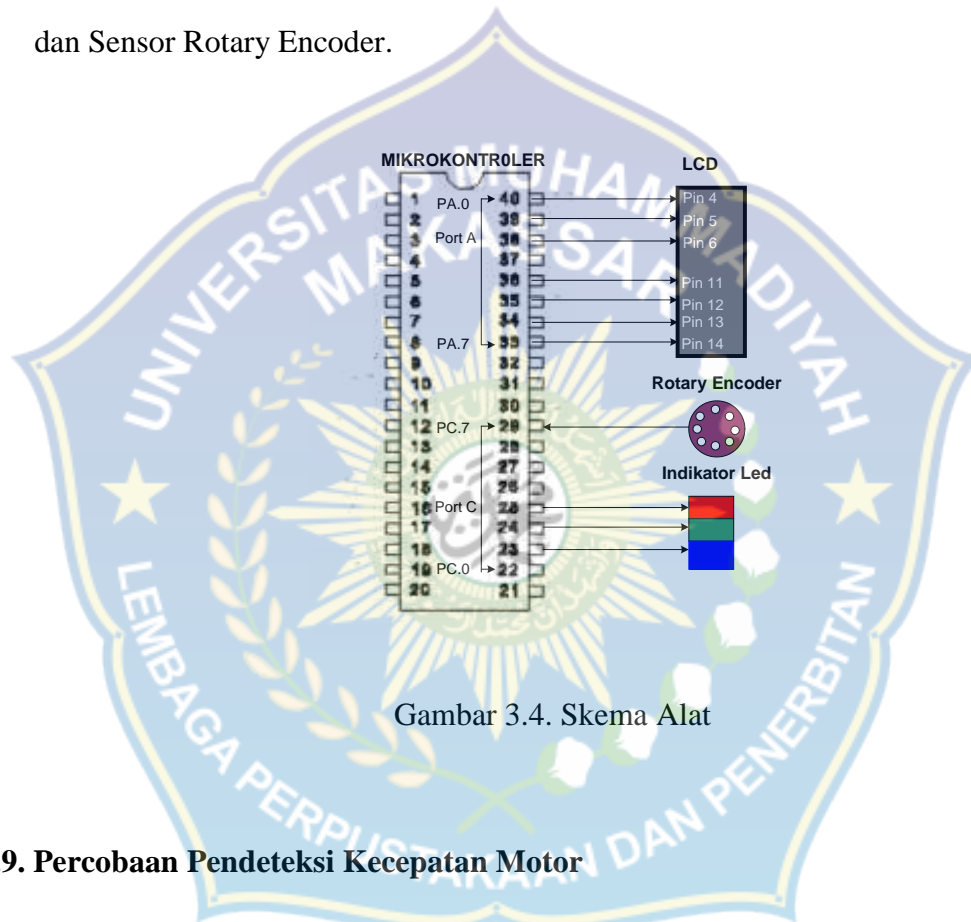
Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah CodeVision AVR yang berfungsi untuk penulisan kode. Software ini dapat digunakan di windows dan linux.



Gambar 3.3. Tampilan utama Software CodeVisionAVR

3.8. Skema Alat

Port A terhubung ke LCD, dimana Pin 4 merupakan Register Select (RS), Pin 5 sebagai Read/Write (RW), dan Pin 6 sebagai Enable (E). Untuk Pin 11 sampai dengan Pin 14 berfungsi sebagai jalur data. Port C terhubung ke LED dan Sensor Rotary Encoder.



Gambar 3.4. Skema Alat

3.9. Percobaan Pendeteksi Kecepatan Motor

Sebuah piringan berlubang ditempatkan pada poros motor disebut sebagai rotary encoder. Dimana rotary encoder berputar dicelah optocoupler dan turut memutar poros motor. Apabila rotary encoder berputar katakanlah kecepatannya 1 putaran/detik, maka sensor optocoupler mendeteksi 9 lubang

per detik jika menggunakan piringan 8 lubang. Untuk meningkatkan sensitivitas pengukuran maka lubang pada rotary encoder diperbanyak.



Gambar 3.5. Sensor Optocoupler mendeteksi lubang pada awal deteksi

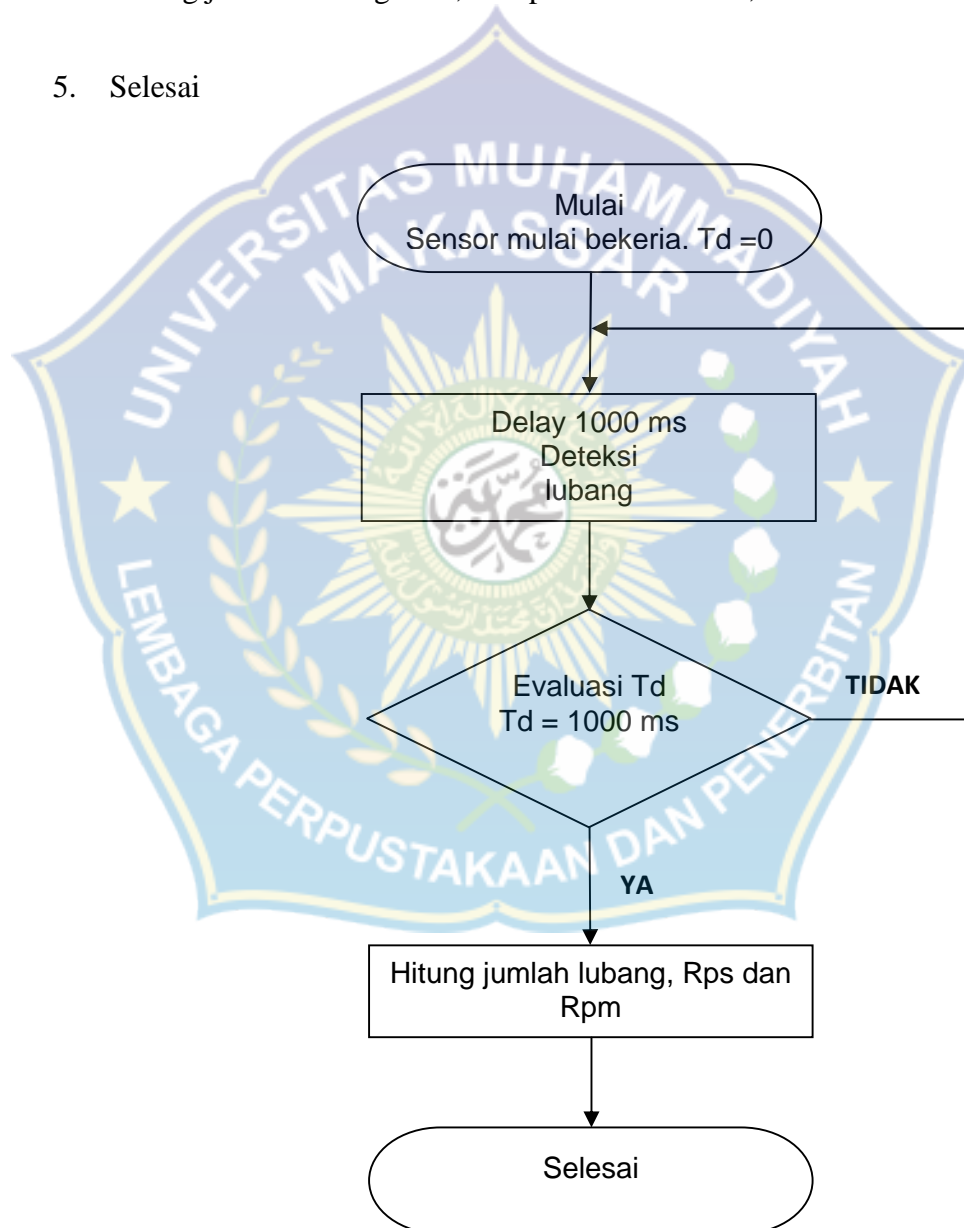


Gambar 3.6. Sensor Optocoupler tidak mendeteksi lubang pada awal deteksi

Algoritma

1. Mulai, Sensor mulai bekerja untuk deteksi lubang pada cakram. waktu deteksi mula-mulai $T_d=0$
2. Delay sensor 1000 mili detik

3. Hitung jumlah lubang yang terdeteksi oleh sensor, dan evaluasi Td apakah sudah 1000 mili detik. Jika tidak ulangi langkah 2. Apabila Td=1000 mili detik lanjut ke langkah 4
4. Hitung jumlah lubang total, kecepatan motor RPS, dan RPM
5. Selesai



Gambar 3.7. Flowchart deteksi kecepatan putaran motor induksi

Formulasi yang digunakan untuk menghitung kecepatan motor dalam putaran per detik (*revolution per second*, RPS) dan kecepatan motor dalam putaran per menit (*revolution per minute*, RPM) ditentukan berdasarkan jumlah lubang yang terdeteksi oleh sensor optocoupler.

Misalkan H = jumlah lubang yang terdeteksi oleh sensor selama 1000 mili detik (1 detik)

- Jika pada awal deteksi $T_d = 0$, sensor mendeteksi ada lubang seperti diperlihatkan pada gambar 3.5, maka kecepatan motor dihitung sebagai berikut:

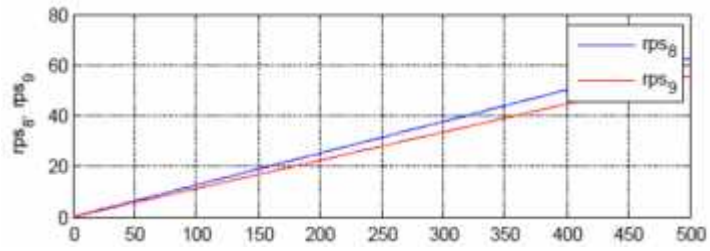
$$R = \frac{H}{9} \text{ (putaran perdetik)}$$

$$R. = R \times 60 \text{ (putaran per menit)}$$

- Jika pada awal deteksi $T_d = 0$, sensor tidak mendeteksi lubang seperti diperlihatkan pada gambar 3.6, maka kecepatan motor dihitung sebagai berikut:

$$R = \frac{H}{8} \text{ (putaran perdetik)}$$

$$R. = R \times 60 \text{ (putaran per menit)}$$



Gambar 3.8. Perbandingan kecepatan motor RPS Jumlah Logika 1



Gambar 3.9. Perbandingan kecepatan motor RPM Jumlah Logika 1

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

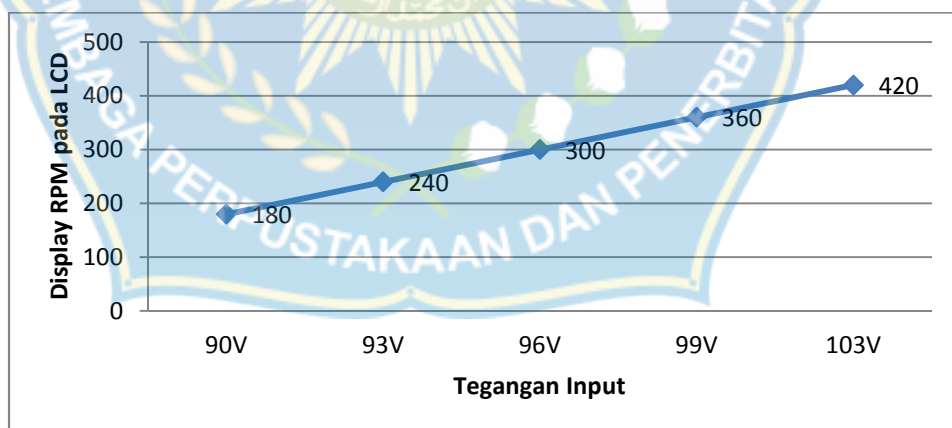
4.1. Hasil Pengukuran

A. Tabel Hasil Pengukuran Kecepatan Motor Listrik Pada LCD

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Kecepatan Motor Listrik Pada LCD

Tegangan Input	Display LCD
90V	180 rpm
93V	240 rpm
96V	300 rpm
99V	360 rpm
103V	420 rpm

Gambar 4.1. Grafik Hasil Pengukuran Kecepatan Motor Listrik Pada LCD



Dari tabel 4.1 hasil pengukuran kecepatan motor listrik pada LCD diatas, maka dapat dianalisa sebagai berikut :

1. Kecepatan RPM 180

- a. Jika pada awal deteksi $T_d = 0$, sensor mendeteksi ada lubang dan menampilkan kecepatan 180 RPM pada LCD maka digunakan rumus dengan penyebut 9. Untuk kecepatan RPM dengan penyebut 8, maka kecepatan yang dihasilkan 202,5 RPM. Selisih pengukuran sebesar 22,5 RPM.
- b. Jika pada awal deteksi $T_d = 0$, sensor tidak mendeteksi lubang dan menampilkan kecepatan 180 RPM pada LCD maka digunakan rumus dengan penyebut 8. Untuk kecepatan RPM dengan penyebut 9, maka kecepatan yang dihasilkan 160 RPM. Selisih pengukuran sebesar 20 RPM.

2. Kecepatan RPM 240

- a. Jika pada awal deteksi $T_d = 0$, sensor mendeteksi ada lubang dan menampilkan kecepatan 240 RPM pada LCD maka digunakan rumus dengan penyebut 9. Untuk kecepatan RPM dengan penyebut 8, maka kecepatan yang dihasilkan 270 RPM. Selisih pengukuran sebesar 30 RPM.
- b. Jika pada awal deteksi $T_d = 0$, sensor tidak mendeteksi lubang dan menampilkan kecepatan 240 RPM pada LCD maka digunakan rumus dengan penyebut 8. Untuk kecepatan RPM dengan penyebut 9, maka

kecepatan yang dihasilkan 213.3333333 RPM. Selisih pengukuran sebesar 26.66666667RPM.

3. Kecepatan RPM 300

a. Jika pada awal deteksi $T_d = 0$, sensor mendeteksi ada lubang dan menampilkan kecepatan 300 RPM pada LCD maka digunakan rumus dengan penyebut 9. Untuk kecepatan RPM dengan penyebut 8, maka kecepatan yang dihasilkan 337,5 RPM. Selisih pengukuran sebesar 37,5 RPM.

b. Jika pada awal deteksi $T_d = 0$, sensor tidak mendeteksi lubang dan menampilkan kecepatan 300 RPM pada LCD maka digunakan rumus dengan penyebut 8. Untuk kecepatan RPM dengan penyebut 9, maka kecepatan yang dihasilkan 266.6666667RPM. Selisih pengukuran sebesar 33.33333333RPM.

4. Kecepatan RPM 360

a. Jika pada awal deteksi $T_d = 0$, sensor mendeteksi ada lubang dan menampilkan kecepatan 360 RPM pada LCD maka digunakan rumus dengan penyebut 9. Untuk kecepatan RPM dengan penyebut 8, maka kecepatan yang dihasilkan 405 RPM. Selisih pengukuran sebesar 45 RPM.

b. Jika pada awal deteksi $T_d = 0$, sensor tidak mendeteksi lubang dan menampilkan kecepatan 360 RPM pada LCD maka digunakan rumus

dengan penyebut 8. Untuk kecepatan RPM dengan penyebut 9, maka kecepatan yang dihasilkan 320 RPM. Selisih pengukuran sebesar 40 RPM.

5. Kecepatan RPM 420

a. Jika pada awal deteksi $T_d = 0$, sensor mendeteksi ada lubang dan menampilkan kecepatan 420 RPM pada LCD maka digunakan rumus dengan penyebut 9. Untuk kecepatan RPM dengan penyebut 8, maka kecepatan yang dihasilkan 472 RPM. Selisih pengukuran sebesar 52,5 RPM.

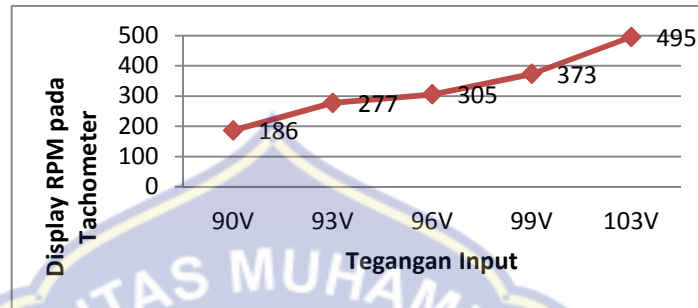
b. Jika pada awal deteksi $T_d = 0$, sensor tidak mendeteksi lubang dan menampilkan kecepatan 420 RPM pada LCD maka digunakan rumus dengan penyebut 8. Untuk kecepatan RPM dengan penyebut 9, maka kecepatan yang dihasilkan 373.3333333RPM. Selisih pengukuran sebesar 46.66666667RPM.

B. Tabel Hasil Pengukuran Kecepatan Motor Listrik dengan Menggunakan Tachometer

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Kecepatan Motor Listrik dengan Tachometer

Tegangan Input	Tachometer
90V	186 rpm
93V	277 rpm
96V	305 rpm
99V	373 rpm
103V	495 rpm

Gambar 4.2. Grafik Hasil Pengukuran Kecepatan Motor Listrik dengan Tachometer



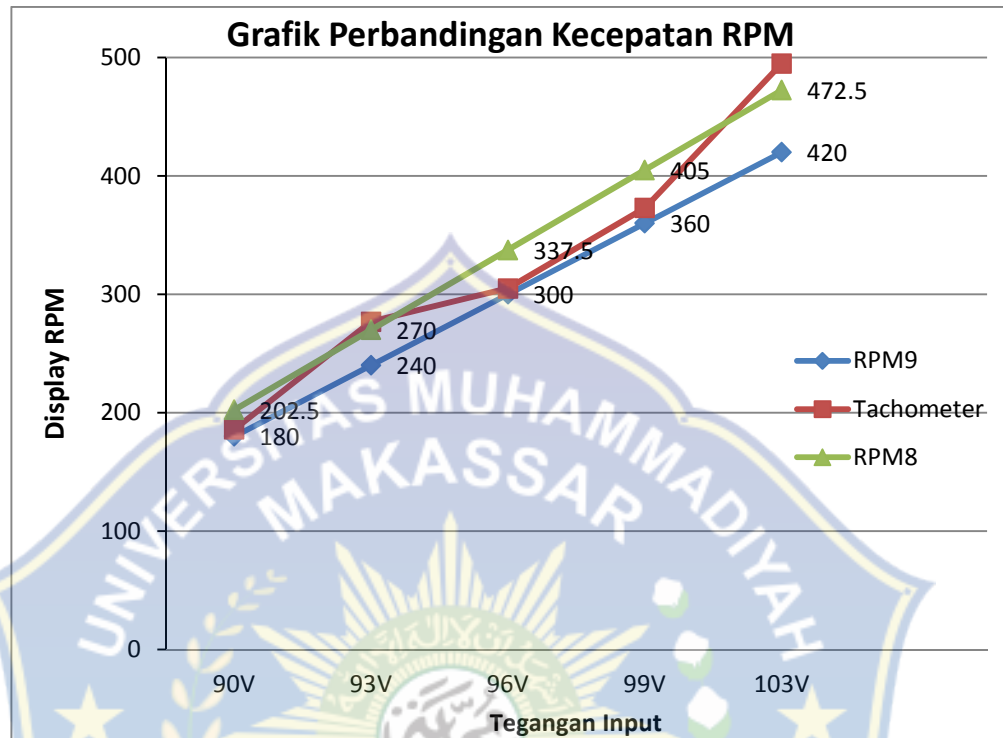
Dari Tabel 4.2. hasil pengukuran kecepatan motor listrik dengan Tachometer dan grafik 4.2 Hasil Pengukuran Kecepatan Motor Listrik dengan Tachometer. Maka dapat dianalisa semakin besar tegangan yang diberikan maka kecepatan motor listrik semakin meningkat. Karena motor yang digunakan adalah motor induksi AC (searah) sehingga semakin besar tegangan yang diberikan maka semakin besar pula kecepatan motor yang dihasilkan.

4.2.Perbandingan Hasil Pengukuran

Tabel 4.3. Perbandingan Kecepatan Motor Listrik

Tegangan Input	Display RPM		
	RPM 9	RPM 8	Tachometer
90V	180 rpm	202,5 rpm	186 rpm
93V	240 rpm	270 rpm	277 rpm
96V	300 rpm	337,5 rpm	305 rpm
99V	360 rpm	405 rpm	373 rpm
103V	420 rpm	472,5 rpm	495 rpm

Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Kecepatan Motor Listrik



Dari tabel 4.3. Perbandingan kecepatan motor listrik dan grafik 4.3. perbandingan kecepatan motor listrik, maka dapat dianalisa bahwa selisih pengukuran RPM pada penyebut 9, penyebut 8, dan tachometer tidak terlalu jauh. Semakin kecil selisih pengukuran RPM yang dihasilkan maka semakin besar ketelitian dari alat yang dirancang.

BAB V

PENUTUP

1.1. Kesimpulan

Dalam pembuatan tugas akhir ini, maka penulis dapat menyimpulkan beberapa hal, antara lain :

1. Posisi rotary encoder pada saat awal deteksi mempengaruhi tingkat ketelitian dari alat yang dirancang.
2. Semakin besar tegangan yang diberikan pada motor maka semakin cepat pula putaran yang dihasilkan, sehingga semakin besar nilai RPM yang ditampilkan pada LCD dan Tachometer.
3. Karena peralatan kontrol yang digunakan adalah potensio masih sangat sensitif, sehingga dalam pengontrolan motor harus sangat teliti untuk memastikan berapa tegangan yang diberikan pada motor listrik.

1.2. Saran

Sebaiknya dalam melakukan penelitian posisi rotary encoder harus konsisten pada saat awal deteksi untuk meningkatkan ketelitian dari alat yang dirancang. Masih diperlukan Pemahaman yang lebih baik dalam mendeteksi kecepatan motor induksi 1 fase dengan menggunakan mikrokontroler dan rotary encoder agar pengontrolan motor induksi 1 fase yang dilakukan dapat lebih mudah dipahami agar hasil yang diperoleh dapat ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

Budiono, *Rangkaian Listrik*, Bandung, ITB: 1995

Daryanto. 2002. *Pengetahuan Teknik Listrik*. Jakarta. PT Bumi Aksara

Djoko Santoso, *Teori Dasar Rangkaian Listrik*, Yogyakarta: Aswaja Pressindo, 2003

Drs. Kismet Fadillah, Drs. Wurdono. 1999. *Instalasi Motor-motor Listrik*. Penerbit Angkasa, Bandung.

Eko Putra, Agfianto. 2010. *Tip dan Trik Mikrokontroler AT89 dan AVR Tingkat Pemula hingga Lanjut*. Yogyakarta. Gava Media

F. Suryatmo, *Teknik Pengukuran Listrik & Elektronika*, Jakarta: Bumi Aksara, 2003

Kadir, Abdul. 2000. *Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Jakarta : Universitas Indonesia

Taufik Barlian, *Rangkaian Listrik*, Yogyakarta: Andi Offset, 2013

Ujangaja.wordpress.com/2008/04/16/motor induksi/(diakses tgl 05-10-2018)

Teknika.jurnal.unesa.ac.id/pengaturan-kecepatan-motor-induksi/(diakses tgl 05-10-2018)

https://id.wikipedia.org/wiki/Motor_listrik/ (diakses tanggal 05-10-2018)

<http://jom.unpak.ac.id/index.php/teknikelektro/article/view/175/174>(diakses tgl 05-10-2018)

[https://depokinstruments.com/2010/08/10/aplikasi-002-pengukur-kecepatan-putaran-motor-seri-pemantauan-kecepatan-i-masih-dalam-pengembangan/\(diakses tgl 20-12-2018\)](https://depokinstruments.com/2010/08/10/aplikasi-002-pengukur-kecepatan-putaran-motor-seri-pemantauan-kecepatan-i-masih-dalam-pengembangan/(diakses%20tgl%2020-12-2018))

<https://pikirsa.wordpress.com/2011/11/13/usbasp-programer-mikrokontroler-untuk-atmel-avr-dan-8051-at89s2051-at89s51-at89s52/> (diakses tgl 20-12-2018)



LAMPIRAN

Tabel Pengukuran RPM

Jumlah logika 1	RPM_8	RPM_9	Selisih pengukuran
1	7.5	6.66666667	0.833333333
2	15	13.33333333	1.666666667
3	22.5	20	2.5
4	30	26.66666667	3.333333333
5	37.5	33.33333333	4.166666667
6	45	40	5
7	52.5	46.66666667	5.833333333
8	60	53.33333333	6.666666667
9	67.5	60	7.5
10	75	66.66666667	8.333333333
11	82.5	73.33333333	9.166666667
12	90	80	10
13	97.5	86.66666667	10.83333333
14	105	93.33333333	11.666666667
15	112.5	100	12.5
16	120	106.66666667	13.33333333
17	127.5	113.33333333	14.166666667
18	135	120	15
19	142.5	126.66666667	15.83333333
20	150	133.33333333	16.666666667
21	157.5	140	17.5
22	165	146.66666667	18.33333333
23	172.5	153.33333333	19.166666667
24	180	160	20
25	187.5	166.66666667	20.83333333
26	195	173.33333333	21.666666667
27	202.5	180	22.5
28	210	186.66666667	23.33333333
29	217.5	193.33333333	24.166666667
30	225	200	25
31	232.5	206.66666667	25.83333333
32	240	213.33333333	26.666666667
33	247.5	220	27.5

34	255	226.6666667	28.33333333
35	262.5	233.3333333	29.16666667
36	270	240	30
37	277.5	246.6666667	30.83333333
38	285	253.3333333	31.66666667
39	292.5	260	32.5
40	300	266.6666667	33.33333333
41	307.5	273.3333333	34.16666667
42	315	280	35
43	322.5	286.6666667	35.83333333
44	330	293.3333333	36.66666667
45	337.5	300	37.5
46	345	306.6666667	38.33333333
47	352.5	313.3333333	39.16666667
48	360	320	40
49	367.5	326.6666667	40.83333333
50	375	333.3333333	41.66666667
51	382.5	340	42.5
52	390	346.6666667	43.33333333
53	397.5	353.3333333	44.16666667
54	405	360	45
55	412.5	366.6666667	45.83333333
56	420	373.3333333	46.66666667
57	427.5	380	47.5
58	435	386.6666667	48.33333333
59	442.5	393.3333333	49.16666667
60	450	400	50
61	457.5	406.6666667	50.83333333
62	465	413.3333333	51.66666667
63	472.5	420	52.5
64	480	426.6666667	53.33333333
65	487.5	433.3333333	54.16666667
66	495	440	55
67	502.5	446.6666667	55.83333333
68	510	453.3333333	56.66666667
69	517.5	460	57.5
70	525	466.6666667	58.33333333
71	532.5	473.3333333	59.16666667
72	540	480	60

73	547.5	486.6666667	60.83333333
74	555	493.3333333	61.66666667
75	562.5	500	62.5
76	570	506.6666667	63.33333333
77	577.5	513.3333333	64.16666667
78	585	520	65
79	592.5	526.6666667	65.83333333
80	600	533.3333333	66.66666667
81	607.5	540	67.5
82	615	546.6666667	68.33333333
83	622.5	553.3333333	69.16666667
84	630	560	70
85	637.5	566.6666667	70.83333333
86	645	573.3333333	71.66666667
87	652.5	580	72.5
88	660	586.6666667	73.33333333
89	667.5	593.3333333	74.16666667
90	675	600	75
91	682.5	606.6666667	75.83333333
92	690	613.3333333	76.66666667
93	697.5	620	77.5
94	705	626.6666667	78.33333333
95	712.5	633.3333333	79.16666667
96	720	640	80
97	727.5	646.6666667	80.83333333
98	735	653.3333333	81.66666667
99	742.5	660	82.5
100	750	666.6666667	83.33333333
101	757.5	673.3333333	84.16666667
102	765	680	85
103	772.5	686.6666667	85.83333333
104	780	693.3333333	86.66666667
105	787.5	700	87.5
106	795	706.6666667	88.33333333
107	802.5	713.3333333	89.16666667
108	810	720	90
109	817.5	726.6666667	90.83333333
110	825	733.3333333	91.66666667
111	832.5	740	92.5

112	840	746.6666667	93.33333333
113	847.5	753.3333333	94.16666667
114	855	760	95
115	862.5	766.6666667	95.83333333
116	870	773.3333333	96.66666667
117	877.5	780	97.5
118	885	786.6666667	98.33333333
119	892.5	793.3333333	99.16666667
120	900	800	100
121	907.5	806.6666667	100.8333333
122	915	813.3333333	101.6666667
123	922.5	820	102.5
124	930	826.6666667	103.3333333
125	937.5	833.3333333	104.1666667
126	945	840	105
127	952.5	846.6666667	105.8333333
128	960	853.3333333	106.6666667
129	967.5	860	107.5
130	975	866.6666667	108.3333333
131	982.5	873.3333333	109.1666667
132	990	880	110
133	997.5	886.6666667	110.8333333
134	1005	893.3333333	111.6666667
135	1012.5	900	112.5
136	1020	906.6666667	113.3333333
137	1027.5	913.3333333	114.1666667
138	1035	920	115
139	1042.5	926.6666667	115.8333333
140	1050	933.3333333	116.6666667
141	1057.5	940	117.5
142	1065	946.6666667	118.3333333
143	1072.5	953.3333333	119.1666667
144	1080	960	120
145	1087.5	966.6666667	120.8333333
146	1095	973.3333333	121.6666667
147	1102.5	980	122.5
148	1110	986.6666667	123.3333333
149	1117.5	993.3333333	124.1666667
150	1125	1000	125

151	1132.5	1006.666667	125.8333333
152	1140	1013.333333	126.6666667
153	1147.5	1020	127.5
154	1155	1026.666667	128.3333333
155	1162.5	1033.333333	129.1666667
156	1170	1040	130
157	1177.5	1046.666667	130.8333333
158	1185	1053.333333	131.6666667
159	1192.5	1060	132.5
160	1200	1066.666667	133.3333333
161	1207.5	1073.333333	134.1666667
162	1215	1080	135
163	1222.5	1086.666667	135.8333333
164	1230	1093.333333	136.6666667
165	1237.5	1100	137.5
166	1245	1106.666667	138.3333333
167	1252.5	1113.333333	139.1666667
168	1260	1120	140
169	1267.5	1126.666667	140.8333333
170	1275	1133.333333	141.6666667
171	1282.5	1140	142.5
172	1290	1146.666667	143.3333333
173	1297.5	1153.333333	144.1666667
174	1305	1160	145
175	1312.5	1166.666667	145.8333333
176	1320	1173.333333	146.6666667
177	1327.5	1180	147.5
178	1335	1186.666667	148.3333333
179	1342.5	1193.333333	149.1666667
180	1350	1200	150
181	1357.5	1206.666667	150.8333333
182	1365	1213.333333	151.6666667
183	1372.5	1220	152.5
184	1380	1226.666667	153.3333333
185	1387.5	1233.333333	154.1666667
186	1395	1240	155
187	1402.5	1246.666667	155.8333333
188	1410	1253.333333	156.6666667
189	1417.5	1260	157.5

190	1425	1266.666667	158.3333333
191	1432.5	1273.333333	159.1666667
192	1440	1280	160
193	1447.5	1286.666667	160.8333333
194	1455	1293.333333	161.6666667
195	1462.5	1300	162.5
196	1470	1306.666667	163.3333333
197	1477.5	1313.333333	164.1666667
198	1485	1320	165
199	1492.5	1326.666667	165.8333333
200	1500	1333.333333	166.6666667
201	1507.5	1340	167.5
202	1515	1346.666667	168.3333333
203	1522.5	1353.333333	169.1666667
204	1530	1360	170
205	1537.5	1366.666667	170.8333333
206	1545	1373.333333	171.6666667
207	1552.5	1380	172.5
208	1560	1386.666667	173.3333333
209	1567.5	1393.333333	174.1666667
210	1575	1400	175
211	1582.5	1406.666667	175.8333333
212	1590	1413.333333	176.6666667
213	1597.5	1420	177.5
214	1605	1426.666667	178.3333333
215	1612.5	1433.333333	179.1666667
216	1620	1440	180
217	1627.5	1446.666667	180.8333333
218	1635	1453.333333	181.6666667
219	1642.5	1460	182.5
220	1650	1466.666667	183.3333333
221	1657.5	1473.333333	184.1666667
222	1665	1480	185
223	1672.5	1486.666667	185.8333333
224	1680	1493.333333	186.6666667
225	1687.5	1500	187.5
226	1695	1506.666667	188.3333333
227	1702.5	1513.333333	189.1666667
228	1710	1520	190

229	1717.5	1526.666667	190.8333333
230	1725	1533.333333	191.6666667
231	1732.5	1540	192.5
232	1740	1546.666667	193.3333333
233	1747.5	1553.333333	194.1666667
234	1755	1560	195
235	1762.5	1566.666667	195.8333333
236	1770	1573.333333	196.6666667
237	1777.5	1580	197.5
238	1785	1586.666667	198.3333333
239	1792.5	1593.333333	199.1666667
240	1800	1600	200
241	1807.5	1606.666667	200.8333333
242	1815	1613.333333	201.6666667
243	1822.5	1620	202.5
244	1830	1626.666667	203.3333333
245	1837.5	1633.333333	204.1666667
246	1845	1640	205
247	1852.5	1646.666667	205.8333333
248	1860	1653.333333	206.6666667
249	1867.5	1660	207.5
250	1875	1666.666667	208.3333333
251	1882.5	1673.333333	209.1666667
252	1890	1680	210
253	1897.5	1686.666667	210.8333333
254	1905	1693.333333	211.6666667
255	1912.5	1700	212.5
256	1920	1706.666667	213.3333333
257	1927.5	1713.333333	214.1666667
258	1935	1720	215
259	1942.5	1726.666667	215.8333333
260	1950	1733.333333	216.6666667
261	1957.5	1740	217.5
262	1965	1746.666667	218.3333333
263	1972.5	1753.333333	219.1666667
264	1980	1760	220
265	1987.5	1766.666667	220.8333333
266	1995	1773.333333	221.6666667
267	2002.5	1780	222.5

268	2010	1786.666667	223.3333333
269	2017.5	1793.333333	224.1666667
270	2025	1800	225
271	2032.5	1806.666667	225.8333333
272	2040	1813.333333	226.6666667
273	2047.5	1820	227.5
274	2055	1826.666667	228.3333333
275	2062.5	1833.333333	229.1666667
276	2070	1840	230
277	2077.5	1846.666667	230.8333333
278	2085	1853.333333	231.6666667
279	2092.5	1860	232.5
280	2100	1866.666667	233.3333333
281	2107.5	1873.333333	234.1666667
282	2115	1880	235
283	2122.5	1886.666667	235.8333333
284	2130	1893.333333	236.6666667
285	2137.5	1900	237.5
286	2145	1906.666667	238.3333333
287	2152.5	1913.333333	239.1666667
288	2160	1920	240
289	2167.5	1926.666667	240.8333333
290	2175	1933.333333	241.6666667
291	2182.5	1940	242.5
292	2190	1946.666667	243.3333333
293	2197.5	1953.333333	244.1666667
294	2205	1960	245
295	2212.5	1966.666667	245.8333333
296	2220	1973.333333	246.6666667
297	2227.5	1980	247.5
298	2235	1986.666667	248.3333333
299	2242.5	1993.333333	249.1666667
300	2250	2000	250
301	2257.5	2006.666667	250.8333333
302	2265	2013.333333	251.6666667
303	2272.5	2020	252.5
304	2280	2026.666667	253.3333333
305	2287.5	2033.333333	254.1666667
306	2295	2040	255

307	2302.5	2046.666667	255.8333333
308	2310	2053.333333	256.6666667
309	2317.5	2060	257.5
310	2325	2066.666667	258.3333333
311	2332.5	2073.333333	259.1666667
312	2340	2080	260
313	2347.5	2086.666667	260.8333333
314	2355	2093.333333	261.6666667
315	2362.5	2100	262.5
316	2370	2106.666667	263.3333333
317	2377.5	2113.333333	264.1666667
318	2385	2120	265
319	2392.5	2126.666667	265.8333333
320	2400	2133.333333	266.6666667
321	2407.5	2140	267.5
322	2415	2146.666667	268.3333333
323	2422.5	2153.333333	269.1666667
324	2430	2160	270
325	2437.5	2166.666667	270.8333333
326	2445	2173.333333	271.6666667
327	2452.5	2180	272.5
328	2460	2186.666667	273.3333333
329	2467.5	2193.333333	274.1666667
330	2475	2200	275
331	2482.5	2206.666667	275.8333333
332	2490	2213.333333	276.6666667
333	2497.5	2220	277.5
334	2505	2226.666667	278.3333333
335	2512.5	2233.333333	279.1666667
336	2520	2240	280
337	2527.5	2246.666667	280.8333333
338	2535	2253.333333	281.6666667
339	2542.5	2260	282.5
340	2550	2266.666667	283.3333333
341	2557.5	2273.333333	284.1666667
342	2565	2280	285
343	2572.5	2286.666667	285.8333333
344	2580	2293.333333	286.6666667
345	2587.5	2300	287.5

346	2595	2306.666667	288.3333333
347	2602.5	2313.333333	289.1666667
348	2610	2320	290
349	2617.5	2326.666667	290.8333333
350	2625	2333.333333	291.6666667
351	2632.5	2340	292.5
352	2640	2346.666667	293.3333333
353	2647.5	2353.333333	294.1666667
354	2655	2360	295
355	2662.5	2366.666667	295.8333333
356	2670	2373.333333	296.6666667
357	2677.5	2380	297.5
358	2685	2386.666667	298.3333333
359	2692.5	2393.333333	299.1666667
360	2700	2400	300
361	2707.5	2406.666667	300.8333333
362	2715	2413.333333	301.6666667
363	2722.5	2420	302.5
364	2730	2426.666667	303.3333333
365	2737.5	2433.333333	304.1666667
366	2745	2440	305
367	2752.5	2446.666667	305.8333333
368	2760	2453.333333	306.6666667
369	2767.5	2460	307.5
370	2775	2466.666667	308.3333333
371	2782.5	2473.333333	309.1666667
372	2790	2480	310
373	2797.5	2486.666667	310.8333333
374	2805	2493.333333	311.6666667
375	2812.5	2500	312.5
376	2820	2506.666667	313.3333333
377	2827.5	2513.333333	314.1666667
378	2835	2520	315
379	2842.5	2526.666667	315.8333333
380	2850	2533.333333	316.6666667
381	2857.5	2540	317.5
382	2865	2546.666667	318.3333333
383	2872.5	2553.333333	319.1666667
384	2880	2560	320

385	2887.5	2566.666667	320.8333333
386	2895	2573.333333	321.6666667
387	2902.5	2580	322.5
388	2910	2586.666667	323.3333333
389	2917.5	2593.333333	324.1666667
390	2925	2600	325
391	2932.5	2606.666667	325.8333333
392	2940	2613.333333	326.6666667
393	2947.5	2620	327.5
394	2955	2626.666667	328.3333333
395	2962.5	2633.333333	329.1666667
396	2970	2640	330
397	2977.5	2646.666667	330.8333333
398	2985	2653.333333	331.6666667
399	2992.5	2660	332.5
400	3000	2666.666667	333.3333333
401	3007.5	2673.333333	334.1666667
402	3015	2680	335
403	3022.5	2686.666667	335.8333333
404	3030	2693.333333	336.6666667
405	3037.5	2700	337.5
406	3045	2706.666667	338.3333333
407	3052.5	2713.333333	339.1666667
408	3060	2720	340
409	3067.5	2726.666667	340.8333333
410	3075	2733.333333	341.6666667
411	3082.5	2740	342.5
412	3090	2746.666667	343.3333333
413	3097.5	2753.333333	344.1666667
414	3105	2760	345
415	3112.5	2766.666667	345.8333333
416	3120	2773.333333	346.6666667
417	3127.5	2780	347.5
418	3135	2786.666667	348.3333333
419	3142.5	2793.333333	349.1666667
420	3150	2800	350
421	3157.5	2806.666667	350.8333333
422	3165	2813.333333	351.6666667
423	3172.5	2820	352.5

424	3180	2826.666667	353.3333333
425	3187.5	2833.333333	354.1666667
426	3195	2840	355
427	3202.5	2846.666667	355.8333333
428	3210	2853.333333	356.6666667
429	3217.5	2860	357.5
430	3225	2866.666667	358.3333333
431	3232.5	2873.333333	359.1666667
432	3240	2880	360
433	3247.5	2886.666667	360.8333333
434	3255	2893.333333	361.6666667
435	3262.5	2900	362.5
436	3270	2906.666667	363.3333333
437	3277.5	2913.333333	364.1666667
438	3285	2920	365
439	3292.5	2926.666667	365.8333333
440	3300	2933.333333	366.6666667
441	3307.5	2940	367.5
442	3315	2946.666667	368.3333333
443	3322.5	2953.333333	369.1666667
444	3330	2960	370
445	3337.5	2966.666667	370.8333333
446	3345	2973.333333	371.6666667
447	3352.5	2980	372.5
448	3360	2986.666667	373.3333333
449	3367.5	2993.333333	374.1666667
450	3375	3000	375
451	3382.5	3006.666667	375.8333333
452	3390	3013.333333	376.6666667
453	3397.5	3020	377.5
454	3405	3026.666667	378.3333333
455	3412.5	3033.333333	379.1666667
456	3420	3040	380
457	3427.5	3046.666667	380.8333333
458	3435	3053.333333	381.6666667
459	3442.5	3060	382.5
460	3450	3066.666667	383.3333333
461	3457.5	3073.333333	384.1666667
462	3465	3080	385

463	3472.5	3086.666667	385.8333333
464	3480	3093.333333	386.6666667
465	3487.5	3100	387.5
466	3495	3106.666667	388.3333333
467	3502.5	3113.333333	389.1666667
468	3510	3120	390
469	3517.5	3126.666667	390.8333333
470	3525	3133.333333	391.6666667
471	3532.5	3140	392.5
472	3540	3146.666667	393.3333333
473	3547.5	3153.333333	394.1666667
474	3555	3160	395
475	3562.5	3166.666667	395.8333333
476	3570	3173.333333	396.6666667
477	3577.5	3180	397.5
478	3585	3186.666667	398.3333333
479	3592.5	3193.333333	399.1666667
480	3600	3200	400
481	3607.5	3206.666667	400.8333333
482	3615	3213.333333	401.6666667
483	3622.5	3220	402.5
484	3630	3226.666667	403.3333333
485	3637.5	3233.333333	404.1666667
486	3645	3240	405
487	3652.5	3246.666667	405.8333333
488	3660	3253.333333	406.6666667
489	3667.5	3260	407.5
490	3675	3266.666667	408.3333333
491	3682.5	3273.333333	409.1666667
492	3690	3280	410
493	3697.5	3286.666667	410.8333333
494	3705	3293.333333	411.6666667
495	3712.5	3300	412.5
496	3720	3306.666667	413.3333333
497	3727.5	3313.333333	414.1666667
498	3735	3320	415
499	3742.5	3326.666667	415.8333333
500	3750	3333.333333	416.6666667

Program Deteksi Kecepatan

```
#include <mega16.h>

#include <delay.h>

#include <stdio.h>

// Alphanumeric LCD Module functions

#asm

.equ __lcd_port=0x1B ;PORTA

#endasm

#include <lcd.h>

// Declare your global variables here

#define sensor PINC.7 // Rotari encoder pada pinC.7

void main(void)

{

// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization

// Port A initialization

// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out Func2=Out Func1=Out
Func0=Out

// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0 State1=0 State0=0

PORTA=0x00;

DDRA=0xFF;
```



```
PORTB=0x00;

DDRB=0xFE;

// Port C initialization

// Func7=In Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out Func2=Out Func1=Out
Func0=Out

// State7=T State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0 State1=0 State0=0

PORTC=0x00;

DDRC=0x7F;

// Port D initialization

// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In

// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T

PORTD=0x00;

DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: Timer 0 Stopped

// Mode: Normal top=FFh

// OCO output: Disconnected

TCCR0=0x00;

TCNT0=0x00;

OCR0=0x00;
```

```
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 1 Stopped
// Mode: Normal top=FFFFh
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer 1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 2 Stopped
```



```
// Mode: Normal top=FFh

// OC2 output: Disconnected

ASSR=0x00;

TCCR2=0x00;

TCNT2=0x00;

OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization

// INT0: Off

// INT1: Off

// INT2: Off

MCUCR=0x00;

MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization

TIMSK=0x00;

// Analog Comparator initialization

// Analog Comparator: Off

// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off

ACSR=0x80;

SFIOF=0x00;

// LCD module initialization

lcd_init(16);
```

```
lcd_clear();

while (1)
{
char lcd_buffer[33];
unsigned int rps;
unsigned int rpm;
unsigned int waktu;
unsigned int jumlah;
// Place your code here
jumlah=0;

for (waktu =0;waktu<1000;waktu++)
{
if ( waktu <1000 && sensor ==1)

{ delay_ms (1);
jumlah =jumlah +1;

}

else
{ rps = (jumlah-1)/9;
rpm = rps * 60;
```



```

    }
}

// INdikator
PORTC.1 =0;
PORTC.2 =1;
PORTC.3 =1;

//=====LCD=====

    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf(" Kecepatan (RPM) "); //menampilkan
    lcd_gotoxy(0,4);
    sprintf(lcd_buffer,"%u",rpm);
    lcd_puts(lcd_buffer);

    delay_ms (2000);
    lcd_clear();

PORTC.1 =1;
PORTC.2 =0;
PORTC.3 =1;

    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf(" Kecepatan (RPM) "); //menampilkan
    lcd_gotoxy(0,4);
    sprintf(lcd_buffer,"%u",rpm);

```

```

        lcd_puts(lcd_buffer);

    delay_ms (2000);

    lcd_clear();

    PORTC.1 =1;

    PORTC.2 =1;

    PORTC.3 =0;

        lcd_gotoxy(0,0);

        lcd_putsf(" deteksi 1 "); //menampilkan

        lcd_gotoxy(0,1);
    sprintf(lcd_buffer,"%u",jumlah);
        lcd_puts(lcd_buffer);

    delay_ms (2000);

    lcd_clear();

    PORTC.1 =0;

    PORTC.2 =0;

    PORTC.3 =0;

        lcd_gotoxy(0,0);

        lcd_putsf(" UNISMUH MKS "); //menampilkan

        lcd_gotoxy(0,1);

        lcd_putsf("TEK ELEKTRO OK ");

    delay_ms (2000);

    lcd_clear();

};

}

```

Skema Rangkaian

