

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KECEPATAN ALIRAN  
AIR PADA SALURAN TERBUKA MENGGUNAKAN  
MIKROKONTROLLER ATMEGA16**

**(Prototype)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**AFANDI  
(0645031002)**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN ALAT UKUR KECEPATAN ALIRAN AIR PADA SALURAN TERBUKA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ATMEGA16 (Prototype)**

**Oleh**

**AFANDI**

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro merupakan salah satu solusi untuk suplai energi bagi daerah yang memiliki potensi dan belum mendapatkan sumber listrik dari PLN. Dalam pembangunan PLTMH, daya yang mampu dibangkitkan  $P = g \times Q \times H \times \text{turbin}$ . Dalam rumus perhitungan tersebut terdapat nilai Q yang merupakan debit air suatu saluran air. Debit air didapat dari kecepatan aliran air (V) dikali luas penampang sungai (A). Untuk mendapat nilai kecepatan aliran air dibutuhkan alat ukur kecepatan aliran air.

Alat ukur kecepatan aliran air pada tugas akhir ini untuk mempermudah pengukuran pada saluran sungai. Laju aliran air dimanfaatkan untuk menggerakkan baling-baling yang terkopel dengan generator DC, sehingga generator ikut berputar dan menghasilkan tegangan. Tegangan yang dihasilkan generator menjadi *input* bagi Mikrokontroler AtMega16 dan dikonversi nilainya menjadi kecepatan aliran air (meter per detik). Nilai konversi tersebut akan ditampilkan melalui LCD dalam bentuk digital.

**Kata kunci** : PLTMH, Alat ukur, Kecepatan aliran air, Mikrokontroler AtMega16

## **ABSTRACT**

### **DESIGN MEASUREMENT WATER FLOW RATE OF OPEN CANAL USING MICROCONTROLLER ATMEGA16 (Prototype)**

**By**

**AFANDI**

Micro hydro power plant is one of solution to the energy supply for the village that have the potential and yet get the source of electricity from PLN . In the development of MHP , power capable resurrected  $P = g \times Q \times H \times \textit{turbin}$  . In the calculation formula there is value Q which is a water discharge drains. Discharge of water obtained from the water flow rate (V) times the cross sectional area of the river (A) . To get the value of the speed of flow measuring devices required water flow rate.

Water flow rate measuring devices in this skripsi to facilitate the measurement of the river channel . The flow rate of water used to drive the propeller coupled with a generator DC , and than the generator rotates and generates a voltage. The resulting voltage generator becomes the input for Microcontroller ATmega16 and converted the value to water velocity ( meters per second). The conversion value will be displayed through the LCD in digital form.

**Keywords:** MHPP, gauge, water flow rate, Microcontroller ATmega16

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KECEPATAN  
ALIRAN AIR PADA SALURAN TERBUKA  
MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER  
ATMEGA16  
(Prototype)**

Oleh

**AFANDI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

Judul Skripsi

**: RANCANG BANGUN ALAT UKUR  
KECEPATAN ALIRAN AIR PADA SALURAN  
TERBUKA MENGGUNAKAN  
MIKROKONTROLLER ATMEGA16  
(Prototype)**

Nama Mahasiswa

**: Afandi**

Nomor Pokok Mahasiswa : 0645031002

Jurusan

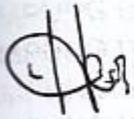
**: Teknik Elektro**

Fakultas

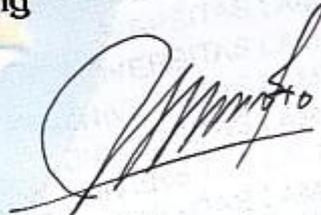
**: Teknik**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

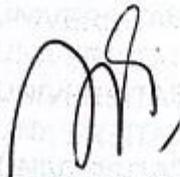


**Herri Gusmedi, S.T., M.T.**  
NIP 19710813 199903 1 003



**Noer Soedjarwanto, S.T., M.T.**  
NIP 19631114 199903 1 001

**2. Ketua Jurusan Teknik Elektro**



**Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.**  
NIP 19731128 199903 1 005

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : **Herri Gusmedi, S.T., M.T.**



Sekretaris : **Noer Soedjarwanto, S.T., M.T.**



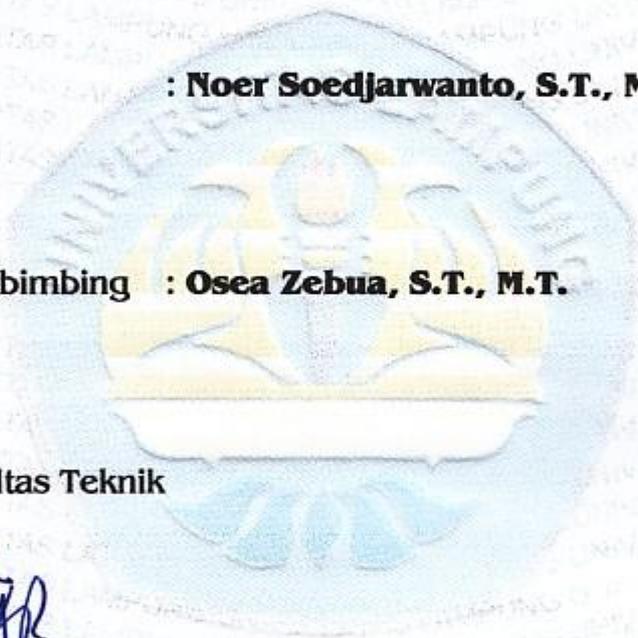
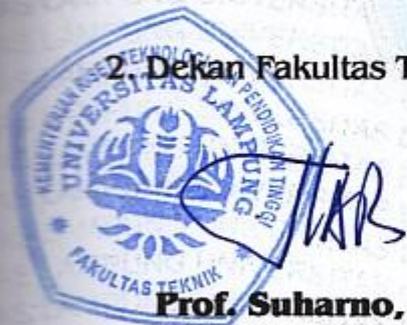
Penguji  
Bukan Pembimbing : **Osea Zebua, S.T., M.T.**



### 2. Dekan Fakultas Teknik

**Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D.**

NIP 19620717 198703 1 0027



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **8 Agustus 2016**

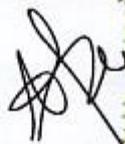
## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat pendapat yang tertulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar maka saya bersedia di kenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar lampung, 15 Agustus 2016

Penulis,



Afandi

NPM. 0645031002



## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 14 April 1988. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Suhaimi dan Ibu Nurani. Riwayat pendidikan formal penulis pertama kali mengenyam pendidikan di TK Gajah Mada Kota Baru-Bandar Lampung, dari tahun 1994 s/d 1995.

Kemudian penulis melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 4 Rawa Laut Bandar Lampung, diselesaikan pada tahun 2000. SLTP Negeri 1 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2003. dan SMK Negeri 2 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2006. Pada tahun 2006, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Non Regular 2006. Pada tahun 2010 penulis melakukan kerja praktik (KP) pada Tanggal 1 Juli 2010 – 31 Juli 2010 di PT. Pusri (Pupuk Sriwijaya) yang bergerak dalam bidang produksi pupuk Palembang - Sumatera Selatan, dalam jangka waktu 1 bulan. Penulis menyelesaikan kerja parakteknya dengan menulis laporan yang membahas tentang **“PROSEDUR KALIBRASI RELAY ARUS LEBIH *TIME DELAY* DAN *INSTANTANEOUS* MENGGUNAKAN MPRT 8430 PADA PT. PUSRI”**

*Motto*

*“Do It Now”*

*Kupersembahkan Skripsi ini Kepada Ayah dan Ibu Tercinta :*

## *Suhaimi dan Nurani*

*Sembah dan baktiku haturkan atas jerih payah dan kasih sayang yang telah mendidik, membekali dan memperjuangkan tanpa sedikitpun mengenal lelah sampai akhir perjuangan studi ku.*

*Adindaku tersayang Umi Sulyani, serta orang special dalam hati, sahabat, rekan seperjuangan dan orang-orang terdekat, semoga semua yang kucapai ini menjadi amanah yang baik untuk keluarga, negara serta agamaku AMIN*

## SANWACANA

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT, atas nikmat kesehatan dan kesempatan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Sholawat serta salam selalu penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri teladan bagi umat manusia, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “**Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Aliran Air Pada Saluran Terbuka Menggunakan Mikrokontroller Atmega16 (Prototype)**” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr, Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P, selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Suharno, M.Sc. Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ing Ardian Ulvan, S.T., M.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung;
4. Bapak Dr. Herman H Sinaga, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung;

5. Bapak Herri Gusmedi, S.T.,M.T, selaku pembimbing utama sekaligus pembimbing akademik penulis, yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan pandangan hidup kepada penulis disetiap kesempatan dengan baik dan ramah;
6. Bapak Ir. Noer Soerdjawanto, S.T., M.T. selaku Pembimbing Pendamping atas kesediaannya meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran dan dukungan yang tiada henti dalam proses penyelesaian tugas akhir ini;
7. Bapak Osea Zebua, S.T., M.T selaku Penguji Utama tugas akhir. Terima kasih atas saran dan kritik dalam tugas akhir ini;
8. Almarhum Bapak Yulianto Raharjo selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan judul tugas akhir ini kepada penulis. Terimakasih atas saran-saran yang telah engkau berikan.
9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung atas ilmu yang telah diajarkan selama ini;
10. Mbak Ning dan jajaran staf administrasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
11. Bapak, Ibu, dan adinda tercinta umi sulyaniserta segenap keluarga besarku yang telah melimpahkan banyak kasih sayang, kesabaran, semangat, serta doa yang telah diberikan.
12. Seluruh Teknisi dan penghuni Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Universitas Lampung.
13. Teman–teman Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung: Jemi Anggara, Insan Hakim, Dedy Irawan, Angga Hidson, Kurniawan, Kurnia Harapan,

Didit, Ivan, Gery, Indra, Rahman, Joko, Sudjarot, Pak Didik, Ade Hardeto, Asido, Dayat, Irawan Beny, Muhlisin, Novan, Rizky DS, Singgih, Surya, Adi Kurniawan, Dedi EK, dan lain-lain atas segala dukungan, motivasi dan selalu menemani penulis dalam suka maupun duka. Semoga kebersamaan ini tetap terjaga selamanya.

14. Sahabat terbaik : Riduan, Azhari, Frida, dan Suci atas segala saran dan nasehat dalam berbagai hal. Semoga persahabatan kita tetap terjaga.
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuan dan dukungannya.

Semoga kebaikan, kemurahan hati dan bantuan yang telah diberikan semua pihak mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT dan semoga hari-hari kita selalu indah dan menjadi lebih baik lagi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari kesalahan dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun penulis harapkan demi perbaikan dimasa yang akan datang. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 15 Agustus 2016  
Penulis,

AFANDI

## DAFTAR ISI

Halaman

### DAFTAR GAMBAR

### DAFTAR TABEL

## I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	3
1.3. Manfaat .....	3
1.4. Rumusan Masalah.....	3
1.5. Batasan Masalah .....	4
1.6. Hipotesis .....	4
1.7. Sistematika Penulisan .....	5

## II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).....	6
2.1.1 Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro .....	7
2.2. Generator Arus Searah .....	9
2.2.1. Kontruksi Generator DC .....	9
2.2.2. Prinsip Kerja Generator Arus Searah .....	10
2.2.2.1 Sistem Saklar .....	11
2.2.2.2 Sistem Komutator .....	11
2.2.2.3 Sistem Dioda .....	12
2.2.3. Hubungan Kecepatan dan Tegangan Generator DC .....	12
2.3. Metode Kecepatan Aliran Air .....	13

2.3.1. Pengukuran Kecepatan Arus Dengan Pelampung .....	14
2.3.2. Pengukuran Kecepatan Arus Dengan <i>Velocity Head Rod</i> . .....	16
2.3.3. Pengukuran Kecepatan Arus Trupp's Ripple Meter .....	17
2.3.4 Pengukuran Kecepatan Arus Current Meter.....	18
2.4 Kinematika Gerak .....	21
2.4.1 Gerak Lurus .....	21
2.4.2 Gerak Melingkar.....	22
2.5 Perancangan Alat Ukur Kecepatan .....	26
2.5.1 Sensor Tegangan .....	26
2.5.2 Mikrokontroller ATMEGA16 .....	26
2.5.3 <i>Display</i> LCD 16x2.....	31
2.5.4 Akumulator atau Aki .....	32
2.5.4.1 Bagian-bagian Akumulator atau Aki .....	32
2.5.4.2 Prinsip Kerja Akumulator .....	33
2.5.5 Saklar .....	33
2.5.6 Resistor .....	34
2.5.7 Transistor .....	36
2.5.7.1 Transistor Sebagai Penguat ( <i>Amplifier</i> ) .....	37
2.5.7.2 Transistor Sebagai Saklar.....	37
2.5.8 Relay .....	39
2.5.9 LED .....	41
2.5.10 Rangkaian Pembagi Tegangan .....	44

### III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat .....	46
3.2. Alat dan Bahan .....	46
3.2.1 Instrumen dan Komponen Elektronika.....	46
3.2.2 Perangkat Kerja .....	47
3.2.3 Komponen Bantu.....	47
3.3. Prosedur Kerja .....	47
3.3.1 Studi Literatur .....	48
3.3.2 Spesifikasi Rancangan .....	49
3.4 Perancangan Perangkat Keras .....	50
3.4.1 Power Suply .....	50
3.4.2 Akumulator atau Aki 12 Volt.....	50
3.4.3 Rangkaian <i>Interface</i> .....	51
3.4.4 Rangkaian Kontrol .....	52
3.4.5 Transistor BC109 .....	53
3.4.6 Relay .....	53
3.4.7 Resistor .....	53
3.4.8 LCD .....	54

3.4.9 LED .....	55
3.5 Perancangan Perangkat Lunak .....	55
3.6 Pembuatan Alat .....	55
3.7 Perbandingan Keseluruhan Alat dan Metode Apung 1 Titik .....	57
3.8 Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir .....	61

#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pengujian Perangkat Keras .....	64
4.1.1 Pengujian Catu Daya .....	64
4.2 Pengujian Perangkat Keras dan Perangkat Lunak .....	67
4.2.1 Pengujian Dasar Mikrokontroler .....	68
4.2.2 Pengujian Sensor Tegangan (Generator DC/Dinamo) .....	70
4.2.3 Pengujian Rangkaian Pembagi Tegangan .....	72
4.2.4 Pengujian Rangkaian Pemicu Rele .....	75
4.3 Pengujian Perangkat Lunak .....	76
4.4 Perbandingan Keseluruhan Alat dengan Metode Apung .....	77

#### **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Hubungan Antara X dan W pada <i>Trupp's Meter Riffle</i> .....	18
2.2. Fungsi Khusus Port B .....	29
2.3. Fungsi Khusus Port C .....	29
2.4. Fungsi Khusus Port D.....	30
2.5. Kode Nilai Warna Resistor .....	35
4.1. Hasil Pengukuran Catu Daya .....	65
4.2. Data hasil Uji Adc Mikrokontroller .....	68
4.3. Perbandingan Data Uji dan Data Hasil Perhitungan .....	69
4.4. Hasil Pengukuran Dinamo .....	71
4.5. Hasil Pengukuran Rangkaian Pembagi Tegangan .....	73
4.6. Perbandingan Hasil Ukur dan Hasil Perhitungan Pada Rangkaian Pembagi Tegangan.....	74
4.7. Hasil Pengujian Keseluruhan Alat .....	78

4.8. Pengukuran Kecepatan Aliran Air Irigasi Trimurjo Menggunakan Metode Pelampung 1 Titik .....	81
4.9. Pengukuran Kecepatan Aliran Air Irigasi Trimurjo Menggunakan Alat Ukur Mikrokontroller.....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Konstruksi Generator Arus Searah .....	10
2.2. Efek Komutasi .....	12
2.3. Pengukuran Kecepatan Arus Dengan Pelampung .....	15
2.4. Pengukuran Kecepatan Arus Dengan <i>Velocity Head Rod</i> .....	16
2.5. Pengukuran Kecepatan Arus Dengan <i>Trupp's Ripple Meter</i> .....	17
2.6. <i>Current Meter</i> .....	19
2.7. Gerak Melingkar Beraturan .....	23
2.8. Besaran Radian .....	23
2.9. Konfigurasi Kaki ( <i>pin</i> ) AtMega16 .....	28
2.10. LCD 16 x 2 Karakter .....	31
2.11. Bagian-bagian Akumulator .....	32
2.12. Tiga Macam Saklar Tombol/Tekan .....	34
2.13. Simbol dan Bentuk Fisik Resistor .....	35
2.14. Titik Kerja Transistor .....	38

2.15. <i>Relay</i> No dan Nc .....	40
2.16. Kontruksi <i>relay</i> 5 pin .....	40
2.17. Berbagai Bentuk Lampu LED .....	42
2.18. Kutub Lampu LED .....	43
2.19. Simbol Lampu LED .....	43
2.20. Rangkaian Pembagi Tegangan.....	44
3.1. <i>Flowchart</i> Pengerjaan Alat .....	48
3.2. Blok Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Aliran Air.....	49
3.3. Rangkaian <i>Interface</i> .....	51
3.4. Rangkaian Kontrol .....	52
3.5. LCD 16 x 2.....	54
3.6. Pengukuran Kecepatan Arus Dengan Pelampung .....	58
4.1. <i>Skematik Hardware</i> Secara Keseluruhan.....	62
4.2. Gambar Keseluruhan Alat.....	63
4.3. Komponen Rangkaian Keseluruhan Alat .....	63
4.4. Generator DC sebagai Sensor Tegangan .....	63
4.5. Rangkaian Catu Daya .....	65
4.6. Pengujian Dasar Mikrokontroller .....	68
4.7. Pengujian Generator DC / Dinamo sebagai Sensor Tegangan .....	71
4.8. <i>Schematic</i> Rangkaian Pemicu Rele.....	73
4.9. Rangkaian Pemicu Rele .....	75
4.10. Diameter Baling-baling.....	77
4.11. Pengujian keseluruhan Alat .....	78

4.12. Lokasi Pengukuran Kecepatan Aliran Air Pada Saluran Irigasi Desa Trimurjo Lampung Tengah .....	79
4.13. Membuat Penanda titik A dan titik B Sepanjang 10 m.....	79
4.14. Hasil Pengukuran Menggunakan Stopwatch .....	80
4.15. Pengukuran Kedalaman Saluran Irigasi.....	81
4.16. Salah Satu Hasil Pengukuran Alat Ukur Mikrokontroller .....	82
4.17. Struktur Saluran Irigasi Desa Trimurjo – Lampung Tengah .....	83

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Dewasa ini kita terus dituntut untuk melahirkan sumber daya manusia yang berkualitas seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sebagai salah satu unsur dari sumber daya tersebut, mahasiswa harus mempunyai tanggung jawab untuk membekali diri dengan ilmu pengetahuan memperluas cakrawala pandang terhadap ilmu pengetahuan, sekaligus mempertajam daya analisa terhadap suatu masalah sesuai dengan bidang ilmunya.

Dilihat dari besarnya perkembangan kependudukan saat ini, banyak terdapat masyarakat khususnya bagian pelosok yang sampai saat ini masih belum terdapat jaringan distribusi dari PT. PLN Persero sementara ada beberapa daerah yang memiliki potensi untuk membangun pembangkitan energi listrik. Potensi tersebut dapat diketemukan dari banyaknya sungai-sungai yang berada disekitar daerah itu sendiri. Sungai-sungai ini dapat kita manfaatkan aliran airnya sebagai PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro).

Namun sebelum merencanakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro banyak hal yang harus diperhitungkan. Salah satunya adalah mencari seberapa besar nilai kecepatan aliran air. Saat kita mengetahui kecepatan aliran air tersebut kita dapat menghitung berapa debit yang dihasilkan oleh sungai dengan menghitung terlebih dahulu berapa luas sungai yang akan dimanfaatkan. Hasil pengukuran kecepatan aliran air yang didapat akan dikalikan dengan luas sungai yang dituju.

Sistem Pengukuran merupakan hal yang sangat penting dalam dunia teknologi, dengan adanya suatu alat ukur yang telah melewati beberapa pengujian akan sangat membantu untuk mendapatkan masukan data sebagai informasi. Informasi tersebut beragam sesuai dengan parameter yang dibutuhkan. Otomatisasi pengukuran tersebut dapat membantu teknisi dalam melakukan pekerjaannya, Pengukuran yang biasa dilakukan secara manual dapat kita lakukan secara otomatis dengan suatu alat rancang bangun sesuai dengan parameter yang diperlukan. Dengan demikian dapat menghemat tenaga, waktu dan biaya yang dikeluarkan.

Dalam Tugas Akhir ini penulis membuat rancang bangun alat ukur kecepatan aliran air pada saluran air terbuka menggunakan mikrikontroller ATMEGA16. Penulis mempergunakan generator yang terkopel dengan kincir air sebagai alat bantu utama yaitu sensor tegangan, dimana tegangan yang dihasilkan generator tersebut akan dimanfaatkan sebagai data input pada mikrokontroller ATMEGA16.

## **1.2 Tujuan**

Tujuan umum dilakukan TA ini adalah untuk memenuhi syarat kelulusan Strata1 di Departemen Teknik Elektro Universitas Lampung. Adapun tujuan khusus yang hendak dicapai pada Tugas Akhir ini , antara lain:

1. Merancang alat ukur kecepatan aliran air dengan menggunakan mikrokontroller ATMEGA16 serta menampilkan hasilnya pada layar LCD.
2. Mengetahui kecepatan aliran air pada saluran air terbuka dalam satuan *Meter Per Second (Mps)*.

## **1.3 Manfaat**

Adapun manfaat yang diharapkan dapat tercapai, dalam rancang bangun alat ukur ini adalah sebagai berikut :

1. Menghasilkan alat ukur yang memiliki tingkat akurasi yang tepat.
2. Mempermudah pekerja pada saat mengukur kecepatan aliran air.
3. Menghemat waktu pada saat melakukan pengukuran kecepatan aliran air.
4. Sebagai referensi untuk penelitian berikutnya yang membahas mengenai pengukuran kecepatan aliran air.

## **1.4 Rumusan Masalah**

Dewasa ini banyak sekali jenis alat ukur yang diperjual-belikan dipasaran. Meskipun alat ukur tersebut mudah ditemukan namun rata-rata harganya relatif mahal. Disamping harganya yang relatif mahal spare part yang berada dialam alat ukur tersebut sangat sulit dicari, sehingga akan sangat sulit memperbaiki alat ukur apabila mengalami kerusakan. Sementara alat ini sangat berguna untuk menghemat waktu serta tenaga ketika kita ingin melakukan pengukuran. Untuk itu

penulis merancang alat ukur kecepatan aliran air menggunakan mikrikontroller ATMEGA16, diharapkan alat ukur ini memiliki akurasi pengukuran yang baik. Komponen yang digunakan pada perancangan alat ukur ini sangat mudah dicari diberbagai toko elektronik dan harganya relatif murah. Untuk dimensi alat ukur tidak terlalu besar dan sangat mudah dibawa sehingga sangat efisien apabila digunakan.

### **1.5 Batasan Masalah**

Pada laporan tugas akhir ini akan dibahas rancang bangun pengukuran kecepatan aliran air pada saluran air terbuka dengan menggunakan mikrokontroller ATMEGA16. Berikut beberapa batasan masalah pada tugas akhir ini.

1. Alat hanya berfungsi sebagai alat ukur kecepatan aliran air saja.
2. Dalam Tugas Akhir ini bentuk saluran air terbuka tidak menjadi perhatian utama.
3. Arah aliran air adalah maju saja, tidak ada arah aliran mundur.
4. Menggunakan Mikrokontroller ATMEGA16.

### **1.6 Hipotesis**

Pekerjaan mengukur kecepatan aliran air pada saluran terbuka menggunakan metode apung yang dilakukan secara manual sangat memakan waktu, sedangkan hasil yang terukur memiliki akurasi yang sangat rendah. Sementara alat ukur otomatis yang ada untuk saat ini harganya relatif tinggi. Untuk itu penulis membuat alat ukur kecepatan aliran air menggunakan komponen yang relatif rendah namun berkualitas dan memiliki tingkat akurasi yang baik.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab, antara lain:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang dilaksanakannya Tugas Akhir, tujuan yang hendak dicapai dari pelaksanaan Tugas Akhir, serta batasan masalah yang digunakan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada Bab ini dijelaskan konsep dasar real time system, metode pengukuran yang telah ada, dan sistem mikrokontroler.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi perancangan dan implementasi perangkat lunak dan keras.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi pengujian sistem pengukuran dengan masukan dari generator terhadap mikrokontroler kemudian ditampilkan dilayar LCD.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan penulis setelah melakukan perancangan, implementasi, hingga pengujian. Kemudian diberikan saran-saran sehingga dapat dibuat suatu sistem pengukuran aliran air yang lebih baik.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas teori dasar yang mendukung perancangan alat ukur kecepatan aliran air pada saluran air terbuka menggunakan mikrokontroller ATMEGA 16 dimana terdapat Generator DC yang terkopel dengan kincir sebagai sensor tegangan kemudian menampilkan hasilnya pada layar LCD dalam satuan Mps (*Meter Per Second*) serta membahas kepentingan rancang bangun alat kecepatan aliran air pada perencanaan PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro).

#### **2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)<sup>1</sup>**

Sejalan dengan perkembangan sosial, budaya dan ekonomi serta informasi, maka listrik telah menjadi salah satu kebutuhan pokok bagi masyarakat terpencil khususnya masyarakat perdesaan. Terbatasnya kemampuan PLN dalam menyediakan tenaga listrik kepada masyarakat Indonesia, berdasarkan data Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi (DJLPE) pencapaian rasio elektrifikasi baru mencapai 64% dan rasio desa berlistrik mencapai 88 % dari total sekitar 66.000 desa pada tahun 2008.

---

<sup>1</sup> Dikutip dari buku “*Pedoman Studi Kelayakan PLTMH*”, IMIDAP

Di sisi lain Indonesia memiliki begitu banyak potensi air yang belum dimanfaatkan secara optimal, yaitu sekitar 75,67 GW, namun baru sekitar 4,2 GW termanfaatkan dan diantaranya potensi untuk mini/mikrohidro sekitar 450MW yang termanfaatkan sekitar 230MW terpasang sampai pada tahun 2008.

Pada saat ini sumber daya potensi air di setiap daerah belum dapat dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat setempat khususnya Pemerintah Daerah provinsi maupun Kabupaten. Hal ini disebabkan pemahaman tahapan yang harus dilakukan untuk membangun PLTMH masih kurang.

### 2.1.1 Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro<sup>1</sup>

Prinsip dasar mikrohidro adalah memanfaatkan energi potensial yang dimiliki oleh aliran air pada jarak ketinggian tertentu dari tempat instalasi pembangkit listrik. Sebuah skema mikrohidro memerlukan dua hal yaitu, debit air dan ketinggian jatuh (*head*) untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan. Hal ini adalah sebuah sistem konversi energi dari bentuk ketinggian dan aliran (energi potensial) ke dalam bentuk energi mekanik dan energi listrik. Daya yang masuk (*P<sub>gross</sub>*) merupakan penjumlahan dari daya yang dihasilkan (*P<sub>net</sub>*) ditambah dengan faktor kehilangan energi (*loss*) dalam bentuk suara atau panas. Daya yang dihasilkan merupakan perkalian dari daya yang masuk dikalikan dengan efisiensi konversi ( *turbin*).

$$P = g \times Q \times H \times \textit{turbin} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

- P = Daya Turbin (kW)
- g = Gaya Gravitasi (9.8 m/s<sup>2</sup>)
- Q = Debit Air (m<sup>3</sup>/s)
- H = Efektif Head (m)

- turbin* = efisiensi turbin
- 0.8 - 0.85 untuk turbin pelton
- 0.8 - 0.9 untuk turbin francis
- 0.7 - 0.8 untuk turbin crossflow
- 0.8 - 0.9 untuk turbin propeller/Kaplan<sup>1</sup>

Dilihat dari rumus perhitungan 2.1 terlihat bahwa P adalah daya turbin yang dihasilkan berdasarkan perkalian antara g, Q, H dan *turbin*. Dimana g merupakan gaya gravitasi bumi bernilai 9.8 m/s<sup>2</sup>, Q merupakan besar debit air yang dimiliki oleh saluran air terbuka, H adalah tinggi jatuhnya air terhadap kincir yang akan digunakan oleh generator sementara *turbin* adalah efisiensi dari turbin yang akan digunakan. Dari rumus 2.1 terlihat bahwa dibutuhkan nilai Q yaitu debit air, untuk mencari nilai debit air rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (2.2)$$

- Dimana :
- Q = Debit Air (m<sup>3</sup>/s)
  - A = Luas Saluran Air Terbuka (m<sup>2</sup>)
  - V = Kecepatan Aliran Air (m/s)<sup>1</sup>

Dari rumus perhitungan 2.2 terlihat bahwa untuk mencari debit air dibutuhkan nilai dari luas saluran air dan kecepatan aliran air. Dengan mengetahui debit air yang dimiliki suatu saluran air terbuka kita dapat mengetahui berapa energi potensial yang dimiliki sungai tersebut untuk membangkitkan daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang akan dibangun. Bila dilihat dari rumus perhitungan 2.1 dan 2.2 dapat dikatakan bahwa dalam perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) bagian terpenting sebelum pembangunan adalah mencari data mengenai besarnya luas sungai dan

besarnya nilai kecepatan aliran air yang mengalir pada saluran air terbuka tersebut. Namun dengan bentuk sungai yang variatif maka pengukuran luas sungai ini sedikit rumit dan biasa dilakukan secara manual menggunakan meteran. Sementara untuk mengukur kecepatan aliran air memiliki metode manual ataupun metode yang beraplikasi secara otomatis. Untuk mempermudah pengukuran kecepatan aliran air maka penulis merancang alat ukur kecepatan aliran air menggunakan mikrokontroler ATMEGA 16. Dengan adanya rancang bangun alat ukur ini diharapkan dapat membantu dalam hal pengukuran sehingga dapat menghemat tenaga kerja, biaya serta waktu yang dibutuhkan.

## **2.2 Generator Arus Searah<sup>2</sup>**

Generator arus searah adalah sebuah perangkat mesin listrik dinamis yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Generator DC menghasilkan arus DC / arus searah. Generator DC dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan dari rangkaian belitan magnet atau penguat eksitasinya terhadap jangkar (anker), jenis generator DC yaitu :

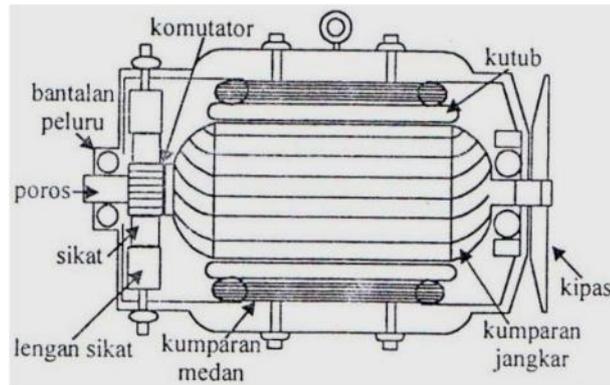
1. Generator penguat terpisah
2. Generator shunt
3. Generator kompon

### **2.2.1 Konstruksi Generator DC**

Pada umumnya generator DC dibuat dengan menggunakan magnet permanent dengan 4-kutub rotor, regulator tegangan digital, proteksi terhadap beban lebih, starter eksitasi, penyearah, bearing dan rumah generator atau casis, serta bagian rotor. Gambar menunjukkan potongan melintang konstruksi generator DC.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Dikutip dari buku "*Teknik Konversi Energi Listrik dan Sistem Pengaturan*", Graha Ilmu



**Gambar 2.1** Kontruksi Generator Arus Searah  
 [Dikutip dari "<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19982/3/Chapter%20II.pdf>"]

### 2.2.2 Prinsip Kerja Generator Arus Searah

Prinsip kerja suatu generator arus searah berdasarkan hukum Faraday :

$$e = - N d\Phi / dt \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

- N = Jumlah lilitan
- $d\Phi / dt$  = Fluksi magnet
- e = Tegangan imbas, ggl (gaya gerak listrik)<sup>2</sup>

Dengan lain perkataan, apabila suatu konduktor memotong garis-garis fluksi magnetik yang berubah-ubah, maka ggl akan dibangkitkan dalam konduktor itu.

Jadi syarat untuk dapat dibangkitkan ggl adalah :

1. Harus ada konduktor ( hantaran kawat )
2. Harus ada medan magnetik
3. Harus ada gerak atau perputaran dari konduktor dalam medan, atau ada fluksi yang berubah yang memotong konduktor itu.

Untuk menentukan arah arus pada setiap saat, berlaku pada kaidah tangan kanan :

1. ibu jari = gerak perputaran
2. jari telunjuk = medan magnetik kutub u dan s
3. jari tengah = besaran galvanis tegangan U dan arus I

Untuk perolehan arus searah dari tegangan bolak balik, meskipun tujuan utamanya adalah pemabangkitan tegangan searah, namun tegangan kecepatan yang dibangkitkan pada kumparan jangkar merupakan tegangan bolak-balik. Bentuk gelombang yang berubah-ubah tersebut karenanya harus disearahkan. Untuk mendapatkan arus searah dari arus bolak balik dengan menggunakan :

1. Saklar
2. Komutator
3. Dioda

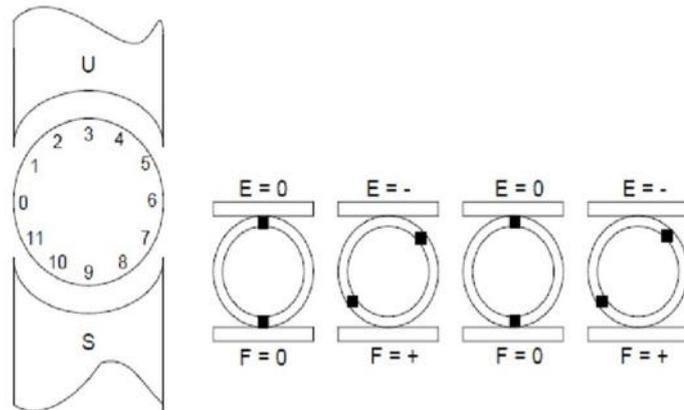
#### **2.2.2.1 Sistem Saklar**

Saklar berfungsi untuk menghubungkan-putuskan ujung-ujung kumparan. Prinsip kerjanya adalah bila kumparan jangkar berputar, maka pada kedua ujung kumparan akan timbul tegangan yang sinusoidal. Bila setengah periode tegangan positif saklar dihubungkan, maka tegangan menjadi nol. Dan bila saklar dibuka lagi akan timbul lagi tegangan. Begitu seterusnya setiap setengah periode tegangan saklar dihubungkan, maka akan dihasilkan tegangan searah gelombang penuh.

#### **2.2.2.2 Sistem Komutator**

Komutator berfungsi sebagai saklar, yaitu untuk menghubungkan-putuskan kumparan jangkar. Komutator berupa cincin belah yang dipasang pada ujung kumparan jangkar. Bila kumparan jangkar berputar, maka cincin belah ikut berputar. Karena kumparan berada dalam medan magnet, akan timbul tegangan

bolak balik sinusoidal. Bila kumparan telah berputar setengah putaran, sikat akan menutup celah cincin sehingga tegangan menjadi nol. Karena cincin berputar terus, maka celah akan terbuka lagi dan timbul tegangan lagi. Bila perioda tegangan sama dengan perioda perputaran cincin, tegangan yang timbul adalah tegangan arus searah gelombang penuh.



**Gambar 2.2** Efek Komutasi

[Dikutip dari "<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19982/3/Chapter%20II.pdf>"]

### 2.2.2.3 Sistem Dioda

Dioda adalah komponen pasif yang mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Bila diberi prasikap maju (*forward bias*) bisa dialiri arus.
2. Bila diberi prasikap balik (*reverse bias*) dioda tidak akan dialiri arus.

Berdasarkan bentuk gelombang yang dihasilkan, dioda dibagi dalam:

1. *Half wave rectifier* (penyearah setengah gelombang).
2. *Full wave rectifier* (penyearah satu gelombang penuh).

### 2.2.3 Hubungan Kecepatan Dan Tegangan Pada Generator DC

Berdasarkan karakteristiknya, generator arus searah dapat membangkitkan medan magnit dengan dua cara yaitu :

1. Dengan magnet permanen
2. Dengan magnet remanen

Generator listrik dengan magnet permanen sering juga disebut magneto dynamo. Karena banyak kekurangannya, maka sekarang jarang digunakan. Sedangkan generator dengan magnet remanen menggunakan medan magnet listrik, mempunyai kelebihan-kelebihan yaitu medan magnet yang dibangkitkan dapat diatur. Pada generator arus searah berlaku hubungan-hubungan sebagai berikut :

$$E_a = \Phi z n P / 60 a \text{ Volt} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

- $E_a$  = ggl yang dibangkitkan pada jangkar generator
- $\Phi$  = fluks per kutub
- $z$  = jumlah penghantar total
- $n$  = kecepatan putar
- $a$  = jumlah hubungan paralel<sup>2</sup>

Bila  $zP/60a = c$ (konstanta), maka :

$$E_a = cn \Phi \text{ Volt} \dots\dots\dots (2.5)$$

Rumus perhitungan diatas menyatakan bahwa besarnya tegangan yang dibangkitkan oleh suatu generator DC berbanding lurus dengan kecepatan dan fluks yang dihasilkan oleh generator itu sendiri.

### 2.3 Metode Pengukuran Kecepatan Aliran Air<sup>3</sup>

Besarnya aliran tiap waktu atau disebut dengan<sup>3</sup> debit, akan tergantung pada luas tampang aliran dan kecepatan aliran rata-rata. Pendekatan nilai debit dapat dilakukan dengan cara mengukur luas aliran dan mengukur kecepatan aliran tersebut. Cara ini merupakan prosedur umum dalam pengukuran debit sungai

---

<sup>3</sup> Dikutip dari buku “Hidrolika Terapan, Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa”, Robert J Kodoatie

secara langsung. Pengukuran luas tampang aliran dilakukan dengan mengukur tinggi muka air dan lebar dasar alur sungai. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti, pengukuran tinggi muka air dapat dilakukan pada beberapa titik pada sepanjang tampang aliran. Selanjutnya debit aliran dihitung sebagai penjumlahan dari perkalian antara luasan pias tampang aliran dan kecepatan rata-rata yang terukur.

Pengukuran kecepatan aliran air memiliki beberapa metode, dimulai dari cara manual, pengukuran menggunakan suatu alat yang bersifat analog dan pengukuran menggunakan alat yang beraplikasi otomatis. Meskipun memiliki beberapa metode pada dasarnya kecepatan aliran air tidaklah sama tergantung dari keadaan saluran dari yang kita ukur, untuk mendekati nilai kecepatan aliran air yang sesungguhnya kita mengukur pada beberapa titik yang telah ditentukan sehingga kita mendapatkan nilai rata-rata dari kecepatan aliran air yang diukur. Metode-metode tersebut memiliki beberapa keunggulan dan juga kelemahan. Beberapa metode pengukuran kecepatan arus aliran sungai yang banyak digunakan adalah sebagai berikut ini.

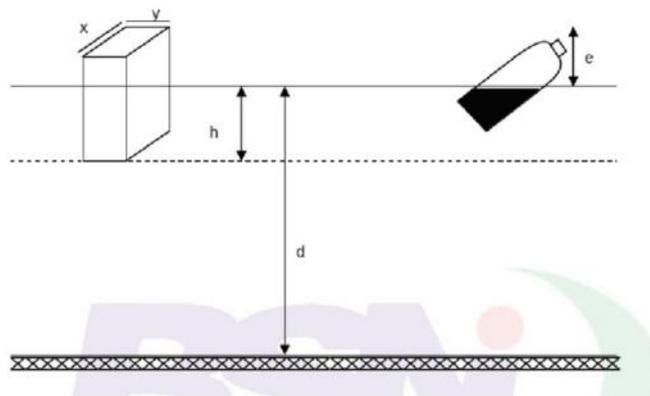
### **2.3.1 Pengukuran Kecepatan Arus Dengan Pelampung**

Pengukuran kecepatan aliran dengan menggunakan pelampung dapat dilakukan apabila dikehendaki besaran kecepatan aliran dengan tingkat ketelitian yang relatif rendah. Cara ini masih dapat digunakan untuk praktek dalam keadaan:

- a. Untuk memperoleh gambaran kasar tentang kecepatan aliran.
- b. Karena kondisi sungai yang sangat sulit diukur, misal dalam keadaan banjir, sehingga dapat membahayakan petugas pengukur.

Cara pengukuran adalah dengan prinsip mencari besarnya waktu yang diperlukan untuk Bergeraknya pelampung pada sepanjang jarak tertentu. Selanjutnya kecepatan rata-rata arus didekati dengan nilai panjang jarak tersebut dibagi dengan waktu tempuhnya. Pengukuran dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut ini :

- Tetapkan satu titik pada salah satu sisi sungai, misal ditandai dengan patok kayu atau pohon dan satu titik yang lain di seberang sungai yang jika dihubungkan dua titik tersebut akan berupa garis tegak lurus arah aliran.
- Tentukan jarak  $L$ , misal 20 meter dari garis yang dibuat pada langkah pertama dan buat garis yang sama (tegak lurus aliran) pada titik sejauh  $L$  tersebut.
- Hanyutkan pelampung (dapat berupa sembarang benda yang dapat terapung, misal bola ping-pong, gabus, kayu dll.) pada tempat di hulu garis pertama, pada saat melewati garis pertama tekan tombol *stopwatch* dan ikuti terus pelampung tersebut. Pada saat pelampung melewati garis kedua *stopwatch* ditekan kembali, sehingga didapat waktu aliran pelampung yang diperlukan  $T$ .
- Kecepatan arus dapat dihitung dengan  $L/T$  (m/det)

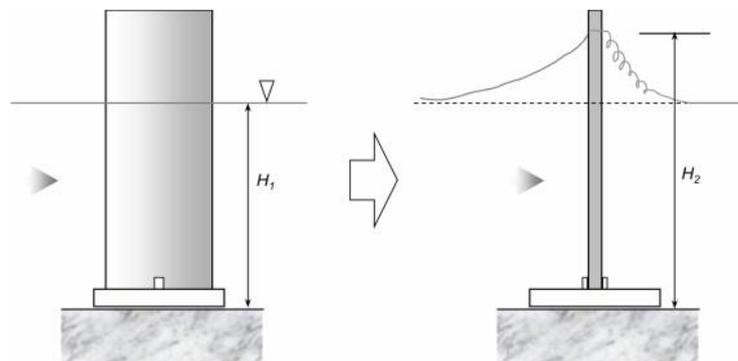


**Gambar 2.3** Pengukuran Kecepatan Arus Dengan Pelampung  
[Dikutip dari laman "Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai  
Dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus  
Dan Pelampung", SNI 8066-2015 BSN]

Perlu mendapat perhatian bahwa cara ini akan mendapatkan kecepatan arus pada permukaan, sehingga untuk memperoleh kecepatan rerata pada penampang sungai hasil hitungan perlu dikoreksi dengan koefisien antara 0,7 – 0,9 tergantung dari arah angin dan keadaan sungai. Dr. Bazin menggunakan koefisien 0,86. Selain itu pengukuran dengan cara ini harus dilakukan beberapa kali mengingat distribusi aliran permukaan yang terjadi tidak merata. Dianjurkan paling tidak pengukuran dilakukan 3 kali, kemudian hasilnya dirata-ratakan.

### 2.3.2 Pengukuran Kecepatan Arus *Velocity Head Rod*

Dengan alat ini hasil pengukuran yang didapat juga tidak begitu teliti dan yang terukur adalah kecepatan aliran permukaan. Sebaiknya digunakan pada pengukuran yang dikehendaki secara cepat pada kecepatan aliran yang lebih besar dari 1m/detik. Cara pengukuran dapat dijelaskan sebagai berikut ini (lihat gambar).



**Gambar 2.4** Pengukuran Kecepatan Arus Dengan *Velocity Head Rod*  
[Dikutip dari laman "Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai Dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus Dan Pelampung", SNI 8066-2015 BSN]

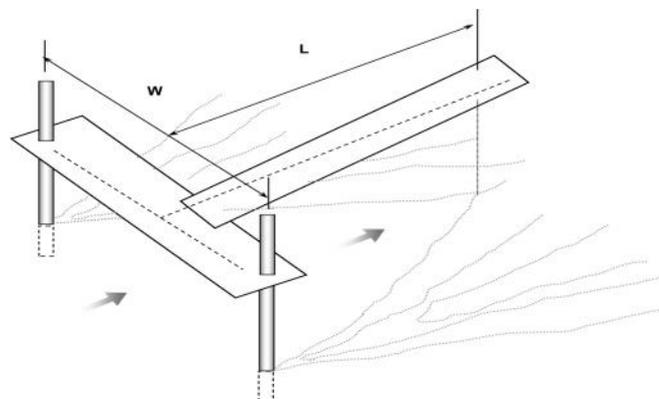
2.4 Letakkan alat pada tempat yang akan diukur dengan posisi sejajar dengan arus aliran.

- 2.5 Setelah aliran kembali tenang, baca ketinggian muka air aliran ( $H1$ ).
- 2.6 Putar alat  $90^\circ$ , sehingga tegak lurus aliran, kemudian baca tinggi muka air yang terjadi ( $H2$ ).
- 2.7 Kecepatan arus aliran dapat didekati dengan:

$$V = \sqrt{2g (H2 - H1)} \dots\dots\dots (2.6)$$

**2.3.3 Pengukuran Kecepatan Arus *Trupp's Ripple Meter***

Alat ukur kecepatan arus ini mempunyai ketelitian hasil yang lebih baik dari alat terdahulu. Prinsip yang digunakan adalah dengan mengamati sudut yang dibentuk oleh riak pada hilir batang yang dipancang pada aliran sungai. Makin besar kecepatan aliran, sudut ini akan makin kecil. Pengukuran dapat dilakukan sebagai berikut ini :



**Gambar 2.5** Pengukuran Kecepatan Arus Dengan *Trupp's Ripple Meter*<sup>3</sup>  
 [Dikutip dari laman "Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai Dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus Dan Pelampung", SNI 8066-2015 BSN]

- a. Masukkan alat ukur ke dalam air dan amati dua buah riak yang terbentuk pada masing-masing batang.

- b. Ukur jarak antara titik pengukuran sampai dengan titik perpotongan antara kedua riak tersebut, yaitu  $L$  (*feet*).
- c. Kecepatan aliran permukaan dapat didekati dengan:

$$V = C + XL \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

- $V$  = Kecepatan aliran permukaan (*feet/det*),
- $C$  = Tetapan sebesar 0,40
- $X$  = Variabel yang tergantung dari nilai  $W$  seperti pada tabel<sup>3</sup>.

**Tabel 2.1** Hubungan Antara  $X$  Dan  $W$  Pada *Trupp's Ripple Meter*<sup>3</sup>

<b>W (inci)</b>	<b>X</b>
4	0,280
6	0,206
8	0,161
9	0,145
12	0,109

**2.3.4 Pengukuran Kecepatan Arus *Current Meter***

Alat ini paling umum digunakan karena dapat menghasilkan ketelitian yang cukup baik. Prinsip kerja alat ukur ini adalah dengan mencari hubungan antara kecepatan aliran dan kecepatan putaran baling-baling *current meter* tersebut. Umumnya hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut:

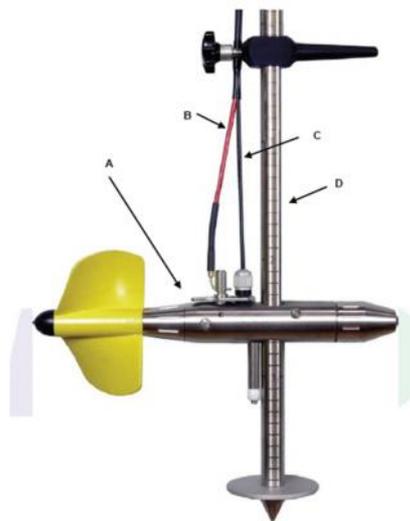
$$V = an + b \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

- $V$  = Kecepatan Aliran
- $n$  = Jumlah putaran tiap waktu tertentu
- $a, b$  = Tetapan yang ditentukan dengan kalibrasi alat di laboratorium<sup>3</sup>

Alat ini ada dua macam, yaitu *current meter* dengan sumbu mendatar dan dengan sumbu tegak seperti terlihat pada gambar di bawah. Bagian-bagian alat ini terdiri dari:

- a. Baling-baling sebagai sensor terhadap kecepatan, terbuat dari *streamline styling* yang dilengkapi dengan propeler, generator, sirip pengarah dan kabel-kabel,
- b. *Contact box*, merupakan bagian pengubah putaran menjadi signal elektrik yang berupa suara atau gerakan jarum pada kotak monitor berskala, kadang juga dalam bentuk digital,
- c. *Head phone* yang digunakan untuk mengetahui jumlah putaran baling-baling (dengan suara “klik”), kadang bagian ini diganti dengan monitor box yang memiliki jendela penunjuk kecepatan aliran secara langsung.



**Gambar 2.6** *Current Meter*  
 [Dikutip dari laman “Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai  
 Dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus  
 Dan Pelampung”, SNI 8066-2015 BSN]

Dengan alat ini dapat dilakukan pengukuran pada beberapa titik dalam suatu penampang aliran. Dalam praktek digunakan untuk pengukuran kecepatan aliran rata-rata pada satu vertikal dalam suatu tampang aliran tertentu. Mengingat bahwa distribusi kecepatan aliran secara vertikal tidak merata, maka pengukuran dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut ini. Pengukuran pada satu titik

yang umumnya dilakukan jika kedalaman aliran kurang dari 1 meter. Alat ditempatkan pada kedalaman  $0.6 H$  yang diukur dari muka air. Pengukuran pada dua titik, dilakukan pada kedalaman  $0.2 H$  dan  $0.8 H$  diukur dari muka air<sup>3</sup>. Kecepatan rata-rata dihitung sebagai berikut:

$$V = 0,5 (V_{0,2} + V_{0,8}) \dots\dots\dots (2.9)$$

Pengukuran dengan tiga titik dilakukan pada kedalaman  $0.2 H$ ,  $0.6 H$  dan juga pada  $0.8 H$ . Hasilnya dirata-ratakan dengan rumus:

$$V = 1/3 (V_{0,2} + V_{0,6} + V_{0,8}) \dots\dots\dots (2.10)$$

Dari jenis alat ukur yang digunakan pada pengukuran kecepatan aliran air terdapat beberapa tipe yang digunakan, antara lain :

- a. Pengukuran dengan menggunakan alat ukur apung, namun cara ini mempunyai banyak keterbatasan yang berkenaan dengan proses penghitungan secara manual dan sangat tergantung pada karakteristik air.
- b. Pengukuran dengan alat ukur konvensional menggunakan transduser berupa baling-baling yang diputar oleh aliran air, pada pengukuran ini hasil pengukuran berupa putaran harus dikonversi terlebih dahulu melalui perhitungan matematis. Sehingga didapatkan hasil pengukuran dalam satuan meter/detik.
- c. Pengukuran dengan alat peraga analog, pada dasarnya pengukuran yang ditampilkan berupa analog yaitu penunjukkan jarum pada skala ukur tertentu sehingga hasil pengukuran dipandang masih kurang teliti.

- d. Pengukuran dengan alat ukur elektronik secara digital, pengukuran dengan alat ini memberikan hasil yang lebih teliti karena hasil pengukuran langsung ditampilkan secara digital. Peralatan semacam ini yang beredar di pasaran termasuk peralatan build up. Sehingga harganya relatif mahal, sulit dalam penggantian spare part dan pemeliharaan<sup>3</sup>.

Untuk itu penulis membuat rancang bangun alat ukur kecepatan aliran air menggunakan mikrokontroler ATMEGA 16. Alat ini merupakan peralatan ukur portable yang murah dan mudah dalam penggunaannya serta pemeliharaan/perbaikan. Alat ini mudah dalam penggantian spare part, karena alat dan bahan yang digunakan sangat mudah dicari di tiap toko elektronik yang berada dipasaran. Hasil pengukuran oleh alat ini dapat langsung terbaca pada layar LCD 16x2. Dalam skripsi ini penulis akan menggunakan metode yang sama dengan metode pengukuran kecepatan arus dengan *current meter*, yaitu mengukur kecepatan aliran air pada kedalaman tertentu kemudian menampilkan hasilnya dalam tampilan digital.

## **2.4 Kinematika Gerak<sup>4</sup>**

Gerak adalah perubahan posisi suatu benda terhadap titik acuan. Titik acuan sendiri didefinisikan sebagai titik awal atau titik tempat pengamat. Gerak bersifat relatif artinya gerak suatu benda sangat bergantung pada titik acuannya.

### **2.4.1 Gerak Lurus**

Suatu benda melakukan gerak, bila benda tersebut kedudukannya (jaraknya) berubah setiap saat terhadap titik asalnya ( titik acuan ). Sebuah benda dikatakan

---

<sup>4</sup> Dikutip dari buku "*Fisika Interaktif*", Azka Press

bergerak lurus, jika lintasannya berbentuk garis lurus. Gerak lurus ada dua macam yaitu :

- a. Gerak lurus beraturan (GLB)
- b. Gerak lurus berubah beraturan (GLBB)

Definisi yang perlu dipahami, kinematika ialah ilmu yang mempelajari gerak tanpa mengindahkan penyebabnya. Dinamika ialah ilmu yang mempelajari gerak dan gaya-gaya penyebabnya.

Gerak lurus beraturan ialah gerak dengan lintasan serta kecepatannya selalu tetap. Kecepatan ( $v$ ) ialah besaran vektor yang besarnya sesuai dengan perubahan lintasan tiap satuan waktu. Kelajuan ialah besaran skalar yang besarnya sesuai dengan perubahan lintasan tiap satuan waktu. Pada Gerak Lurus Beraturan (GLB) berlaku rumus :

$$s = v \cdot t \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

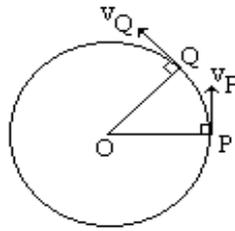
- s = jarak yang ditempuh ( perubahan lintasan )
- v = kecepatan
- t = waktu<sup>4</sup>

Hal-hal yang perlu dipahami dalam GLBB, perubahan kecepatannya selalu tetap, perubahan kecepatannya tiap satuan waktu disebut percepatan. Ada dua macam perubahan kecepatan :

- a. Percepatan = positif bila  $a > 0$
- b. Percepatan = negatif bila  $a < 0$

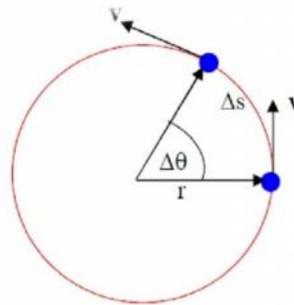
### 2.4.2 Gerak Melingkar

Jika sebuah benda bergerak dengan kelajuan konstan pada suatu lingkaran (disekeliling lingkaran ), maka dikatakan bahwa benda tersebut melakukan gerak melingkar beraturan.



**Gambar 2.7** Gerak Melingkar Beraturan  
 [Dikutip dari buku “*Fisika Interaktif*”, Azka Press]

Kecepatan pada gerak melingkar beraturan besarnya selalu tetap namun arahnya selalu berubah, arah kecepatan selalu menyinggung lingkaran, maka  $v$  selalu tegak lurus garis yang ditarik melalui pusat lingkaran ke sekeliling lingkaran tersebut. Pengertian radian, satu radian adalah besarnya sudut tengah lingkaran yang panjang busurnya sama dengan jari-jarinya.



**Gambar 2.8** Besaran Radian  
 [Dikutip dari buku “*Fisika Interaktif*”, Azka Press]

$$\theta = \frac{S}{R} \text{ radian} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

S = panjang busur

R = jari-jari

Jika panjang busur sama dengan jari-jari, maka  $\theta = 1$  radian. Satu radian dipergunakan untuk menyatakan posisi suatu titik yang bergerak melingkar (beraturan maupun tak beraturan) atau dalam gerak rotasi. Keliling lingkaran =  $2\pi$

x radius, gerakan melingkar dalam 1 putaran =  $2\pi$  radian. 1 putaran =  $360^0 = 2\pi$  rad.

$$1 \text{ rad} = \frac{360}{2\pi} = 57,3^0$$

Frekwensi dan perioda dalam gerak melingkar beraturan. Waktu yang diperlukan P untuk satu kali berputar mengelilingi lingkaran di sebut waktu edar atau perioda dan diberi notasi T. Banyaknya putaran per detik disebut Frekwensi dan diberi notasi f. Satuan frekwensi ialah Herz atau cps ( cycle per second ). Jadi antara f dan T kita dapatkan hubungan :

$$f \cdot T = 1 \dots\dots\dots (2.13)$$

$$f = \frac{1}{T} \dots\dots\dots(2.14)$$

Kecepatan linier dan kecepatan sudut. Jika dalam waktu T detik ditempuh jalan sepanjang keliling lingkaran ialah  $2\pi R$ , maka kelajuan partikel P untuk mengelilingi lingkaran dapat dirumuskan :

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$s = 2 \cdot \pi \cdot R \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

- v = Kelajuan ( m/s )
- s = Keliling lingkaran ( m )
- t = Waktu ( s )
- $\pi$  = phi ( 3,14 atau  $\frac{22}{7}$  )
- R = jari-jari lingkaran ( m )<sup>4</sup>

Benda yang bergerak dalam lintasan melingkar menempuh busur lingkaran  $s$  dalam selang waktu tertentu  $t$ . Bila perubahan busur lingkaran yang ditempuh sama tiap selang waktu yang sama, maka gerak melingkar semacam ini disebut gerak melingkar beraturan. Kelajuan tangensial (besar dari kecepatan tangensial) atau sering disebut dengan kelajuan linier dirumuskan dengan :

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} \dots\dots\dots(2.17)$$

Arah vektor kecepatan tangensial selalu tegak lurus dengan arah vektor jari-jari dengan arah gerak benda. Jika  $s$  adalah keliling lintasan yang ditempuh benda dalam satu periode waktu maka  $s = 2\pi r$  dan ( $t = T$ ) sehingga kelajuan tangensial dirumuskan menjadi :

$$V = 2\pi r \cdot f \dots\dots\dots(2.18)$$

$$V = \frac{2\pi r}{T} \dots\dots\dots(2.19)$$

Substitusikan  $T = \frac{1}{f}$  ke dalam persamaan tersebut maka akan diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$V = 2\pi r \cdot f \dots\dots\dots(2.20)$$

$$V = 2\pi \cdot R \cdot f \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

- $\omega$  = Kecepatan Angular (rad/s)
- $V$  = Kecepatan Linear (m/s)
- $r$  = Jari-Jari (m)
- $f$  = Frekuensi (Rps)<sup>4</sup>

Rumus perhitungan tersebut akan dijadikan dasar perhitungan dalam merancang bangun alat ukur kecepatan aliran air menggunakan mikrokontroller AtMega 16.

## **2.5 Perancangan Alat Ukur Kecepatan Aliran Air**

Untuk merancang alat ukur kecepatan aliran air penulis akan menggunakan alat dan bahan yang biasa berada dipasaran sehingga ketika alat tersebut mengalami kerusakan atau membutuhkan perbaikan spare part nya tidak sulit ditemukan. Dalam hal pengoperasian alat pun penulis akan mengusahakan sebaik mungkin agar penggunaan tidak terlalu sulit sehingga sangat mudah untuk digunakan. Dalam hal ukuran alat ini dirancang seefektif mungkin agar alat ukur dapat dengan mudah dibawa kemanapun area pengukuran yang diinginkan. Untuk itu penulis akan memberi penjelasan secara garis besar bagaimana alat ukur ini akan dirancang.

### **2.5.1 Sensor Tegangan**

Dalam rancang bangun alat ukur kecepatan aliran air penulis akan menggunakan sensor tegangan sebagai alat bantu utama untuk media pengukuran aliran yang dituju. Sensor tegangan ini memanfaatkan generator ukuran mini yang dikopel dengan kincir sehingga aliran air memutar kincir tersebut, saat kincir berputar maka generator ikut berputar. Putaran generator akan membangkitkan tegangan berdasarkan kecepatan aliran air yang didapat pada saat kincir berputar. Tegangan tersebut kemudian akan diubah nilainya menggunakan mikrokontroler.

### **2.5.2 Mikrokontroler ATMEGA 16<sup>5</sup>**

AVR merupakan seri mikrokontroler *Complementary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS) 8-bit buatan Atmel berbasis arsitektur RISC (*Reduced*

---

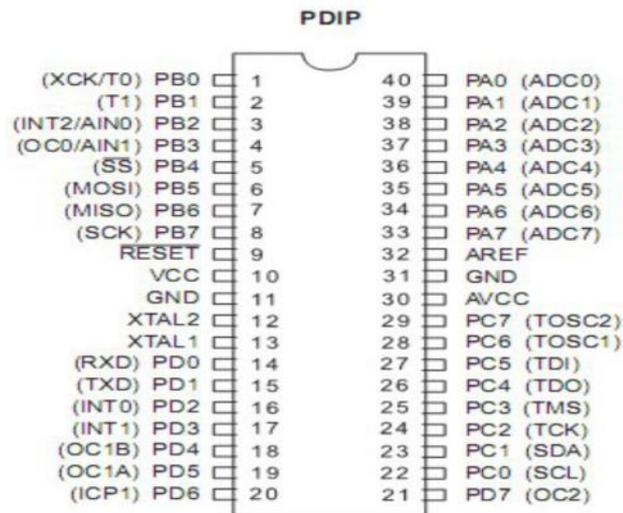
<sup>5</sup> Dikutip dari Skripsi “*Sistem Proteksi Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler AtMega 16 Dengan Sensor Arus*”, Universitas Negeri Yogyakarta

*Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi pada program dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan mode *compare*, interupsi *internal* dan *eksternal*, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, *power saving mode*, ADC dan PWM. AVR pun mempunyai *In-System Programmable (ISP) Flash on-chip* yang mengijinkan memori program untuk diprogram ulang (*read/write*) dengan koneksi secara serial yang disebut *Serial Peripheral Interface (SPI)*.

AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu memiliki kecepatan dalam mengeksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* (lebih cepat dibandingkan mikrokontroler keluarga MCS 51 yang memiliki arsitektur *Complex Intrukstion Set Compute*). ATMEGA 16 mempunyai *throughput* mendekati 1 *Millions Instruction Per Second (MIPS)* per MHz, sehingga membuat konsumsi daya menjadi rendah terhadap kecepatan proses eksekusi perintah. Beberapa keistimewaan dari AVR ATMEGA 16 antara lain:

- a. Mikrokontroler AVR 8 *bit* yang memiliki kemampuan tinggi dengan konsumsi daya rendah
- b. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz
- c. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1Kbyte
- d. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* dan *Port D*
- e. CPU yang terdiri dari 32 buah *register*
- f. Unit interupsi dan eksternal

- g. Port USART untuk komunikasi serial
- h. Fitur *peripheral*
- i. *Non-volatile program memory*
- a. Konfigurasi *Pin* AVR ATMEGA 16



**Gambar 2.9** Konfigurasi Kaki (*pin*) ATMEGA 16  
 [Dikutip dari Skripsi “*Sistem Proteksi Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler AtMega 16 Dengan Sensor Arus*”, Universitas Negeri Yogyakarta]

Konfigurasi *pin* ATMEGA 16 dengan kemasan 40 *pin Dual In-line Package* (DIP) dapat dilihat pada Gambar 2.9 dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing *pin* ATMEGA 16 sebagai berikut.

- a. VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya
- b. GND merupakan *pin Ground*
- c. Port A (PA0 – PA7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* masukan ADC
- d. Port B (PB0 – PB7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* khusus, seperti dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.2** Fungsi Khusus *Port B*<sup>5</sup>

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PB0	XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter0 External Counter Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB2	INT2 (External Interrupt 2 Input) AIN0 (Analog Comparator Negative Input)
PB3	OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output) AIN1 (Analog Comparator Negative Input)
PB4	(SPI Slave Select Input)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output /Slave Input)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)

5. *Port A* (PC0 – PC7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* khusus, seperti dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.3** Fungsi Khusus *Port C*<sup>5</sup>

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC2	TCK (Joint Test Action Group Test Clock)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC4	TDO (JTAG Data Out)
PC5	TDI (JTAG Test Data In)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator pin 1)
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator pin 2)

6. *Port D* (PD0 – PD7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* khusus, seperti dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.4** Fungsi Khusus *Port D*<sup>5</sup>

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PD0	RXD (USART <i>Input Pin</i> )
PD1	TXD (USART <i>Output Pin</i> )
PD2	INT0 ( <i>External Interupt 0 Input</i> )
PD3	INT1 ( <i>External Interupt 1 Input</i> )
PD4	OC1B ( <i>Timer/Counter1 Output Compare B Macth Output</i> )
PD5	OC1A ( <i>Timer/Counter1 Output Compare A Macth Output</i> )
PD6	ICP ( <i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i> )
PD7	OC2 ( <i>Timer/Counter2 Output Compare Macth Output</i> )

7. RESET merupakan *pin* yang digunakan untuk *me-reset* mikrokontroler
8. XTAL1 dan XTAL2, merupakan *pin masukan external clock*
9. AVCC merupakan *pin masukan* tegangan untuk ADC
10. AREF merupakan *pin masukan* tegangan referensi untuk ADC.

Dengan menggunakan mikrokontroler ATMEGA 16 maka tegangan yang dihasilkan generator akan menjadi inputan pada ADC yang terdapat dalam fitur mikrokontroler tersebut. Fitur yang terdapat pada mikrokontroler AtMega 16 ini berfungsi sebagai pengkonversi nilai *analog* ke *digital*, karena nilai masukan atau keluaran pada AtMega 16 menggunakan logika *input-output* digital yakni 1/0 (*high / low*). Penggunaan *ADC* ini dikarenakan sensor yang digunakan pada pembacaan konversi tegangan dari nilai 0-5 Volt, sedangkan AtMega 16 tidak dapat membaca nilai sensor tegangan yang bernilai 1,5 atau 3,5 Volt. Dengan menggunakan fitur *ADC* nilai pembacaan sensor tersebut dapat dibaca oleh AtMega 16 karena fitur *ADC* mempunyai resolusi pembacaan dari 0-1024. Untuk

pembacaan nilai sensor yang berada di tengah-tengah antara 0-5 Volt dapat menggunakan persamaan konversi *ADC* dibawah ini :

$$\text{Nilai konversi} = \frac{V_{cc}}{V_{ref}} \times 1024 \dots\dots\dots(2.22)$$

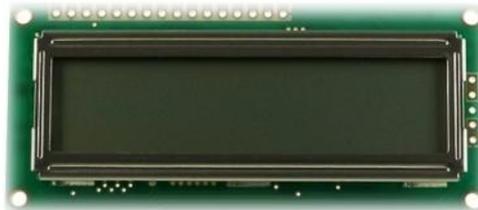
Dimana :

- Nilai konversi = nilai yang telah terkonversi dalam bentuk resolusi *ADC*
- $V_{cc}$  = nilai tegangan dari sensor
- $V_{ref}$  = nilai tegangan referensi pada ATmega (5 volt)
- 1024 = nilai resolusi 10 bit *ADC* AtMega 16<sup>5</sup>

Nilai hasil dari konversi tersebut kemudian dimasukkan pada bahasa program (*software*). Dari pembacaan konversi nilai sensor diatas *pin-pin output* yang telah ditentukan bekerja sesuai dengan kode program yang ditulis pada *software* dan seterusnya pada saat perubahan nilai sensor yang terbaca oleh *channel ADC*.

### 2.5.3 Display LCD 16x2<sup>6</sup>

*LCD* merupakan suatu jenis penampil (*display*) yang menggunakan *Liquid Crystal* sebagai media refleksinya. *LCD* juga sering digunakan dalam perancangan alat yang menggunakan mikrokontroler. *LCD* dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan *teks*, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Tergantung dengan perintah yang ditulis pada mikrokontroler.



**Gambar 2.10.** LCD 16 x 2 Karakter  
 [Dikutip dari laman “*Data Sheet LCD (Liquid crystal display)*”,  
[www.deltalektronik.com](http://www.deltalektronik.com)]

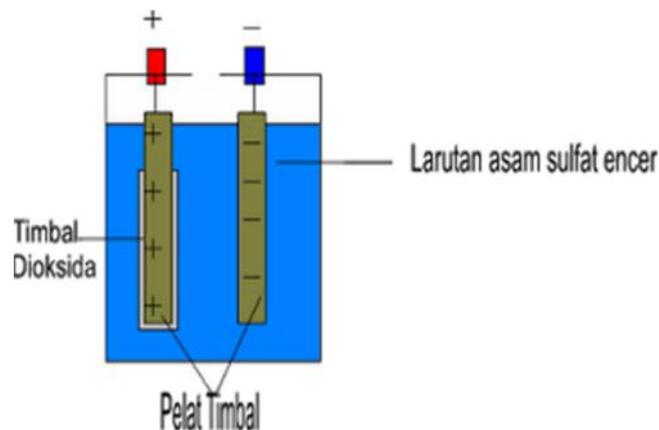
<sup>6</sup> Dikutip dari laman “*Data Sheet LCD (Liquid crystal display)*”, [www.deltalektronik.com](http://www.deltalektronik.com)

Pada pembuatan alat *LCD* akan digunakan sebagai penampil nilai dari keluaran mikrokontroler yang telah melalui proses ADC dan bahasa program yang dimasukkan pada saat perancangan *software*.

#### 2.5.4 Akumulator atau Aki<sup>7</sup>

Akumulator (aki) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Contoh-contoh akumulator adalah baterai dan kapasitor. Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau aki) hanya dimengerti sebagai baterai mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata akumulator dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, *kompulsator*, dll.

##### 2.5.4.1 Bagian-bagian Akumulator atau Aki



**Gambar 2.11** Bagian-bagian Akumulator  
[Dikutip dari buku “*KIMIA 3*”, Erlangga]

Bagian akumulator atau aki tersusun atas pelat timbal sebagai elektrode negatif dan pelat timbal dioksida sebagai elektrode positif, dan larutan elektrolit asam sulfat. Di antara kedua elektrode , dibatasi dengan bahan isolator. Hal itu

<sup>7</sup> Dikutip dari buku “*KIMIA 3*”, Erlangga

dimaksudkan, agar aki tidak bersentuhan (kalau, terjadi sentuhan menyebabkan korsleting).

#### 2.5.4.2 Prinsip Kerja Akumulator

Prinsip kerja aki, pada saat aki dipakai kedua elektrodanya perlahan-lahan akan menjadi *timbal sulfat*. Hal itu disebabkan, kedua *elektrode* beraksi dengan larutan *asam sulfat*. Pada reaksi tersebut, *elektrode timbal* melepaskan banyak *elektron*. Akibatnya, terjadi aliran arus listrik dari pelat *timbal dioksidanya*. Setelah beberapa lama dipakai, akhirnya kedua *elektrode* tertutup oleh *timbal sulfat*. Akibatnya diantara keduanya tidak ada lagi beda potensial. Keadaan tersebut disebut , akinya soak / mati. Dalam aki terdapat elemen dan sel untuk menyimpan arus yang mengandung *asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)*. Tiap sel berisikan pelat *positif* dan pelat *negative*. Pada plat *positif* terkandung *oksid timah coklat (Pb O<sub>2</sub>)*, sedangkan pelat *negative* mengandung timah (*Pb*). Pelat-pelat ditempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau separator menjadi isolasi diantara pelat itu, dibuat agar baterai acid mudah beredar disekeliling pelat. Bila ketiga unsur kimia ini berinteraksi, muncullah arus listrik.

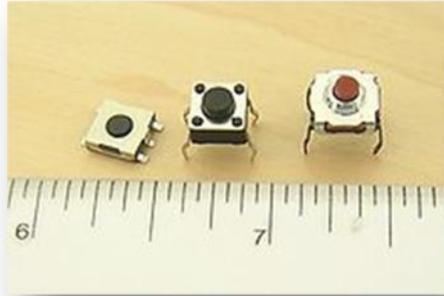
#### 2.5.5 Saklar<sup>8</sup>

Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik, atau untuk menghubungkannya. Jadi saklar pada dasarnya adalah alat penyambung atau pemutus aliran listrik. Selain untuk jaringan listrik arus kuat, saklar berbentuk kecil juga dipakai untuk alat komponen elektronika arus lemah. Secara sederhana, saklar terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu

---

<sup>8</sup> Dikutip dari buku “*Dasar-dasar Elektronika*”, Erlangga

rangkaian, dan bisa terhubung atau terpisah sesuai dengan keadaan sambung atau putus dalam rangkaian itu.



**Gambar 2.12** Tiga Macam Saklar Tekan/Tombol.  
[Dikutip dari buku “*Dasar-dasar Elektronika*”, Erlangga]

Material kontak sambungan umumnya dipilih agar supaya tahan terhadap korosi. Kalau logam yang dipakai terbuat dari bahan *oksida* biasa, maka saklar akan sering tidak bekerja. Untuk mengurangi efek korosi ini, paling tidak logam kontaknya harus disepuh dengan logam anti korosi dan anti karat. Pada dasarnya saklar tombol bisa diaplikasikan untuk sensor mekanik, karena alat ini bisa dipakai pada mikrokontroler untuk pengaturan rangkaian pengontrolan.

### 2.5.6 Resistor<sup>8</sup>

Resistor adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi menghambat arus dalam suatu rangkaian listrik. Resistor biasa disebut juga tahanan atau pelawan. Yang paling banyak digunakan adalah resistor yang terbuat dari bahan karbon yang banyak terdapat dipasaran memiliki harga 0,1 sampai 100 M dengan tarif 1/8 Watt sampai 20 Watt.

Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya.

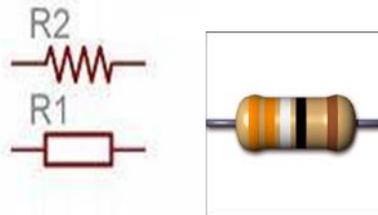
$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

$R$  = resistansi (Ohm)

$V$  = tegangan (Volt)

$I$  = arus (Ampere)<sup>8</sup>



**Gambar 2.13** Simbol dan Bentuk Fisik Resistor.  
 [Dikutip dari buku “Dasar-dasar Elektronika”, Erlangga]

**Tabel.2.5** Kode Nilai Warna Pada Resistor<sup>8</sup>

Warna Cincin	Cincin I	Cincin II	Cincin III	Cincin IV Pengali	Cincin V Toleransi
Hitam	0	0	0	x 1	
Coklat	1	1	1	x 10 <sup>1</sup>	± 1 %
Merah	2	2	2	x 10 <sup>2</sup>	± 2 %
Jingga	3	3	3	x 10 <sup>3</sup>	
Kuning	4	4	4	x 10 <sup>4</sup>	
Hijau	5	5	5	x 10 <sup>5</sup>	
Biru	6	6	6	x 10 <sup>6</sup>	
Ungu	7	7	7	x 10 <sup>7</sup>	
Abu- abu	8	8	8	x 10 <sup>8</sup>	
Putih	9	9	9	x 10 <sup>9</sup>	
Emas				x 0,1	± 5 %
Perak				x 0,01	± 10 %
Tanpa warna					± 20 %

Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol  $\Omega$  (Omega). Tipe resistor yang umum adalah berbentuk tabung dengan dua kaki tembaga pada kiri dan kanan. Pada badannya terdapat lingkaran membentuk

gelang kode warna untuk memudahkan dalam mengenali besarnya resistansi pada resistor tersebut tanpa mengukur besarnya dengan Ohmmeter.

### 2.5.7 Transistor<sup>8</sup>

Transistor → *transfer* (perubahan) dan resistor (tahanan), artinya perubahan nilai tahanan. Operasinya tergantung dua muatan minoritas (elektron) dan aliran mayoritas (*hole*) maka disebut transistor bipolar, bi (dua), polar (polaritas/muatan).

Transistor mempunyai 3 elektroda/ kaki yaitu :

- a. *Basis* (B) → pengendali elektron
- b. *Collector* (C) → penguras elektron
- c. *Emitor* (E) → sumber elektron

Transistor pada dasarnya terbentuk dari pertemuan dua buah dioda anti seri, maka transistor bipolar disebut juga *junction* transistor. Sesuai susunan diodanya terdapat dua jenis transistor, yaitu :

- a. NPN (Negatif Positif Negatif)
- b. PNP (Positif Negatif Positif)

Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya.

Transistor *through-hole* (dibandingkan dengan pita ukur sentimeter). Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal. Tegangan atau arus yang dipasang di satu terminalnya mengatur arus yang lebih besar yang melalui 2 terminal lainnya. Transistor adalah komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam *amplifier* (penguat). Rangkaian analog melingkupi penguat suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori, dan komponen-komponen lainnya.

#### **2.5.7.1 Transistor Sebagai Penguat (*Amplifier*)**

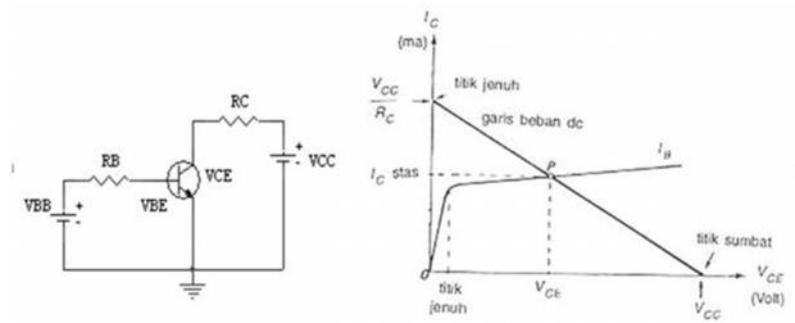
Secara umum penguat (*amplifier*) dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga), yaitu penguat tegangan, penguat arus dan penguat transresistansi. Pada dasarnya kerja sebuah penguat adalah mengambil masukan (*input*), mengolahnya dan menghasilkan keluaran (*output*) yang besarnya sebanding dengan masukan.

#### **2.5.7.2 Transistor Sebagai Saklar**

Dengan memanfaatkan sifat hantar transistor yang tergantung dari tegangan antara elektroda basis dan emitter, maka kita dapat menggunakan transistor ini sebagai sebuah saklar elektronik, dimana saklar elektronik ini mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan saklar mekanik, seperti:

- a. Fisik relatif jauh lebih kecil
- b. Tidak menimbulkan suara dan percikan api saat pengontakan
- c. Lebih ekonomis

Penggunaan transistor sebagai saklar artinya mengoperasikan transistor pada salah satu kondisi yaitu saturasi atau *cut off*. Jika sebuah transistor berada dalam keadaan saturasi maka transistor berlaku seperti saklar tertutup antara kolektor dan emiter. Jika transistor *cut off* transistor berlaku seperti saklar terbuka.



**Gambar 2.14** Titik Kerja Transistor  
 [Dikutip dari buku “Dasar-dasar Elektronika”, Erlangga]

Gambar di atas menunjukkan salah satu contoh penggunaan sebuah transistor sebagai saklar beserta garis beban dc. Pengaturan *on-off* transistor dengan mengatur level tegangan pada basis transistor tersebut. Jika arus basis lebih besar atau sama dengan arus basis saat saturasi, titik kerja transistor berada pada ujung atas garis beban dc, dalam kondisi ini transistor berlaku sebagai saklar tertutup. Sebaliknya jika arus basis nol, titik kerja transistor berada pada titik ( P ) dalam kondisi ini transistor berlaku sebagai saklar terbuka. Secara umum, transistor dapat dibedakan berdasarkan banyak kategori yaitu:

- a. Materi semikonduktor: *Germanium, Silikon, Gallium Arsenide*
- b. Kemasan fisik: *Through Hole Metal, Through Hole Plastic, Surface Mount, IC, dan lain-lain*

- c. Tipe: UJT, BJT, JFET, IGFET (MOSFET), IGBT, HBT, MISFET, VMOSFET, MESFET, HEMT, SCR serta pengembangan dari transistor yaitu IC (*Integrated Circuit*) dan lain-lain.
- d. Polaritas: NPN atau *N-channel*, PNP atau *P-channel*
- e. *Maximum* kapasitas daya: *Low Power*, *Medium Power*, *High Power*
- f. *Maximum* frekwensi kerja: *Low*, *Medium*, atau *High Frequency*, *RF transistor*, *Microwave*, dan lain-lain.
- g. Aplikasi: Amplifier, Saklar, *General Purpose*, *Audio*, Tegangan Tinggi, dan lain-lain.

### 2.5.8 Relay<sup>9</sup>

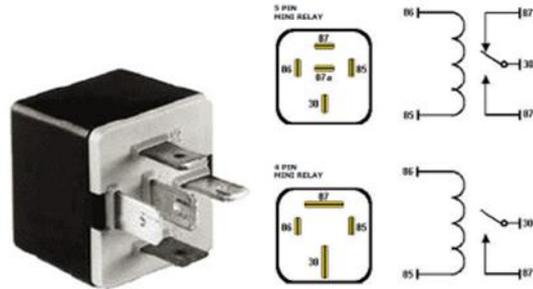
*Relay* adalah saklar remote listrik yang dikendalikan oleh saklar, komputer, atau modul kontrol yang lain. Fungsi *relay* sangat memungkinkan pemakaian arus kecil buat mengontrol arus yang lebih besar untuk mengurangi beban kerja baterai atau aki pada kendaraan. Contoh penerapannya yaitu pada penyalaaan sepasang lampu kabut yang masing-masing memerlukan arus 25 A 100 watt, klakson ganda, dan sebagainya.

Hal ini dimungkinkan lantaran *relay* mempunyai kumparan (*coil*) yang akan bersifat magnetik waktu diberi arus, sehingga menghasilkan arus yang lebih besar. Simpelnya fungsi *relay* mempunyai rangkaian yang mirip dengan *coil* (lilitan kawat pada inti besi) untuk pengapian pada busi. Sifat magnetik kumparan mempengaruhi serta memperbesar kontak di sebelahnya yang berfungsi sebagai *continuitas* suplai arus untuk beban ( lampu atau klakson ). sehingga *relay*

---

<sup>9</sup> Dikutip dari skripsi “Rancang Bangun Starting Motor induksi 3 Fasa Hubung Bintang-Segitiga Dilengkapi Pengaman 3 Fasa berbasis Mikrokontroler Atmega8535”, Universitas Lampung

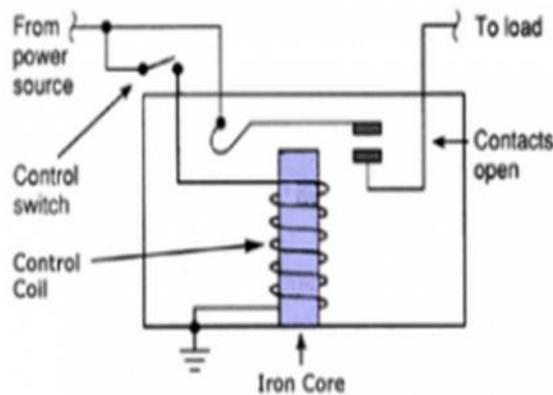
mempunyai lebih dari 2 pin, dimana pin-pin tersebut terkoneksi jadi kumparan, serta *continuitas* arus listrik.



**Gambar 2.15** Relay No dan Nc.

[Dikutip dari skripsi “*Rancang Bangun Starting Motorinduksi 3 Fasa Hubung Bintang-Segitiga Dilengkapi Pengaman 3 Fasa berbasis Mikrokontroler Atmega8535*”, Universitas Lampung]

*Relay off* saat *switch* tidak dinyalakan ( pin 1 dan pin 3 ), relay menjadi tidak mempunyai energi ( arus ) tanpa pengaruh arus listrik kontak ( pin 2 dan pin 4 ) terbuka, hingga arus tidak mengalir pin 2 dan pin 4. *Relay on* waktu *switch* dinyalakan ( pin 1 dan pin 3 ), kumparan mempunyai energi serta arus yang lebih besar dari arus yang masuk. Pin 2 serta pin 4 tertutup menghasilkan *contuinitas* arus untuk suplai.



**Gambar 2.16** Kontruksi relay 5 pin

[Dikutip dari skripsi “*Rancang Bangun Starting Motorinduksi 3 Fasa Hubung Bintang-Segitiga Dilengkapi Pengaman 3 Fasa berbasis Mikrokontroler Atmega8535*”, Universitas Lampung]

*Relay* 4 pin pada fungsi *relay* 4 pin umumnya mempunyai nomor 30, 85, 86, serta 87. Nomor 85 dan 86 ( pin 1 dan pin 3 ) berfungsi jadi kumparan magnetik, namun nomor 30 serta 87 ( pin 2 dan pin 4 ) berfungsi jadi *continuitas* dan suplai arus untuk beban, klakson, lampu, dan sebagainya. *Relay* 5 pin pada fungsi *relay* 5 pin umumnya mempunyai nomor 30, 85, 86, 87, serta 87a. sama halnya relay 4 pin, namun ditambah *rest* kontak ( 87a ).

Pemasangan *relay*, patokannya yaitu *coil* (pin 1 dan pin 3) serta kontak (pin 2 dan pin 4) masing-masing mesti diberi sumber tegangan. Pin 1 (85) serta pin 2 (87) dapat dikombinasikan menuju kutub positif aki atau memakai *switch* yang satu kabelnya tersambung pada kutub positif aki, serta kabel yang satunya pada kedua pin tersebut. Atau dengan metode masing-masing pin disambungkan ke kutub positif aki, serta cuma memasang *switch* pada arus yang masuk ke *coil* seperti halnya gambar dibawah ini. Pin 2 disambungkan ke sumber yang akan dialiri arus (lampu atau klakson), kabel yang lain dari lampu atau klakson sebagai *ground* (disambungkan pada metal body kendaraan), serta kabel dari pin 3 (86) disambungkan ke kutub negatif aki.

### **2.5.9 LED**

LED atau singkatan dari *Light Emitting Diode* adalah salah satu komponen elektronik yang tidak asing lagi di kehidupan manusia saat ini. LED saat ini sudah banyak dipakai, seperti untuk penggunaan lampu permainan anak-anak, untuk rambu-rambu lalu lintas, lampu indikator peralatan elektronik hingga ke industri, untuk lampu *emergency*, untuk televisi, komputer, pengeras suara (*speaker*), *hard disk* eksternal, proyektor, LCD, dan berbagai perangkat elektronik lainnya sebagai indikator bahwa sistem sedang berada dalam proses kerja, dan biasanya berwarna

merah atau kuning. LED ini banyak digunakan karena konsumsi daya yang dibutuhkan tidak terlalu besar dan beragam warna yang ada dapat memperjelas bentuk atau huruf yang akan ditampilkan. dan banyak lagi.



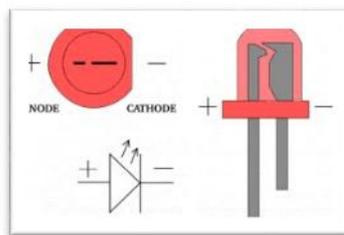
**Gambar 2.17** Berbagai Bentuk Lampu LED  
[Dikutip dari buku “*Dasar-dasar Elektronika*”, Erlangga]

Pada dasarnya LED itu merupakan komponen elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor jenis dioda yang mampu memancarkan cahaya. LED merupakan produk temuan lain setelah dioda. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N. Untuk mendapatkna emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang pakai adalah galium, arsenic dan phosporus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.

Keunggulannya antara lain konsumsi listrik rendah, tersedia dalam berbagai warna, murah dan umur panjang. Keunggulannya ini membuat LED digunakan secara luas sebagai lampu indikator pada peralatan elektronik. Namun LED punya kelemahan, yaitu intensitas cahaya (Lumen) yang dihasilkannya termasuk kecil. Kelemahan ini membatasi LED untuk digunakan sebagai lampu penerangan. Namun beberapa tahun belakangan LED mulai dilirik untuk keperluan penerangan, terutama untuk rumah-rumah di kawasan terpencil yang

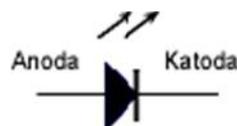
menggunakan listrik dari energi terbarukan (surya, angin, *hidropower*, dll). Alasannya sederhana, konsumsi listrik LED yang kecil sesuai dengan kemampuan sistem pembangkit energi terbarukan yang juga kecil.

Prinsip kerja LED, karena LED adalah salah satu jenis dioda maka LED memiliki 2 kutub yaitu anoda dan katoda. Dalam hal ini LED akan menyala bila ada arus listrik mengalir dari anoda menuju katoda. Pemasangan kutub LED tidak boleh terbalik karena apabila terbalik kutubnya maka LED tersebut tidak akan menyala. Led memiliki karakteristik berbeda-beda menurut warna yang dihasilkan. Semakin tinggi arus yang mengalir pada led maka semakin terang pula cahaya yang dihasilkan, namun perlu diperhatikan bahwa besarnya arus yang diperbolehkan 10mA-20mA dan pada tegangan 1,6V – 3,5 V menurut karakter warna yang dihasilkan. Apabila arus yang mengalir lebih dari 20mA maka led akan terbakar. Untuk menjaga agar LED tidak terbakar perlu kita gunakan resistor sebagai penghambat arus.



**Gambar 2.18** Kutub Lampu LED

[Dikutip dari buku “*Dasar-dasar Elektronika*”, Erlangga]



**Gambar 2.19** Simbol Lampu LED.

[Dikutip dari buku “*Dasar-dasar Elektronika*”, Erlangga]

Pada saat ini warna-warna cahaya LED yang banyak ada adalah warna merah, kuning dan hijau. LED berwarna biru sangat langka. Untuk menghasilkan warna putih yang sempurna, spectrum cahaya dari warna-warna tersebut digabungkan, dengan cara yang paling umum yaitu penggabungan warna merah, hijau, dan biru, yang disebut RGB.

### 2.5.10 Rangkaian Pembagi Tegangan<sup>10</sup>

Rangkaian pembagi tegangan (*voltage divider*) disebut juga sebagai rangkaian pembagi potensial (*potential divider*). Input ke sebuah rangkaian pembagi tegangan adalah tegangan  $V_{in}$ . Tegangan  $V_{in}$  tersebut menggerakkan arus  $I$  untuk mengalir melewati kedua resistor. Karena kedua resistor terhubung secara seri, maka arus yang sama mengalir melewati tiap-tiap resistor.

Tahanan efektif dari kedua resistor seri ini adalah  $R_1 + R_2$ . Jatuh tegangan pada gabungan kedua resistor ini adalah  $V_{in}$ , menurut Hukum Ohm arus yang mengalir adalah :

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots(2.24)$$

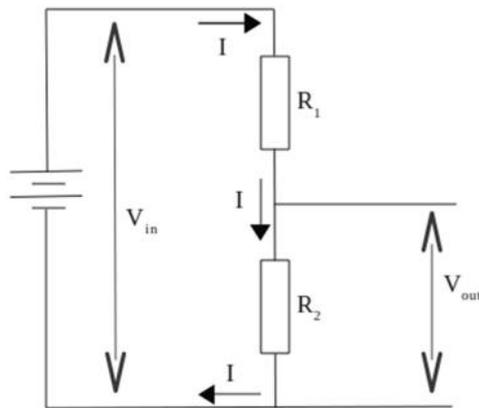
Dimana :

- $V_{out}$  = Tegangan output (Volt)
- $V_{in}$  = Tegangan terminal (Volt)
- $R$  = Tahanan pada rangkaian (Ohm)<sup>10</sup>

Persamaan ini adalah persamaan untuk menghitung tegangan keluar yang dihasilkan oleh sebuah rangkaian pembagi tegangan. Dengan memilih dua buah resistor dengan nilai tahanan yang sesuai, kita dapat memperoleh nilai tegangan keluar manapun didalam kisaran 0 V hingga  $V_{in}$ .

---

<sup>10</sup> Dikutip dari buku “Prinsip-prinsip Elektronika Jilid 1”, Erlangga



**Gambar 2.20** Rangkaian Pembagi Tegangan.  
[Dikutip dari buku "*Prinsip-prinsip Elektronika Jilid 1*", Erlangga]

Rangkaian pembagi tegangan ini akan dijadikan pengaman bagi mikrokontroller AtMega 16 yang akan dikordinasikan fungsinya dengan komponen lainnya.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat**

Penelitian dan perancangan tugas akhir dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Universitas Lampung dan di Saluran Irigasi Trimurjo - Lampung Tengah dilaksanakan mulai bulan Desember 2014 sampai dengan Agustus 2016.

#### **3.2. Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

##### **3.2.1 Instrumen dan Komponen Elektronika :**

1. Multitester
2. Tachometer
3. Resistor
4. Rele DC 5 Volt
5. Transistor BC 109
6. *LCD*
7. *LED*
8. Tombol *switch ON/OFF*
9. *IC* Mikrokontroler ATMega16Generator DC
10. Motor Listrik

### **3.2.2 Perangkat Kerja :**

1. Komputer
2. *Power supply*
3. Baterai
4. Akumulator atau Aki 12 Volt
5. *Downloader AVR*
6. Papan projek (*Project Board*)
7. Bor Listrik
8. Solder
9. Kabel penghubung

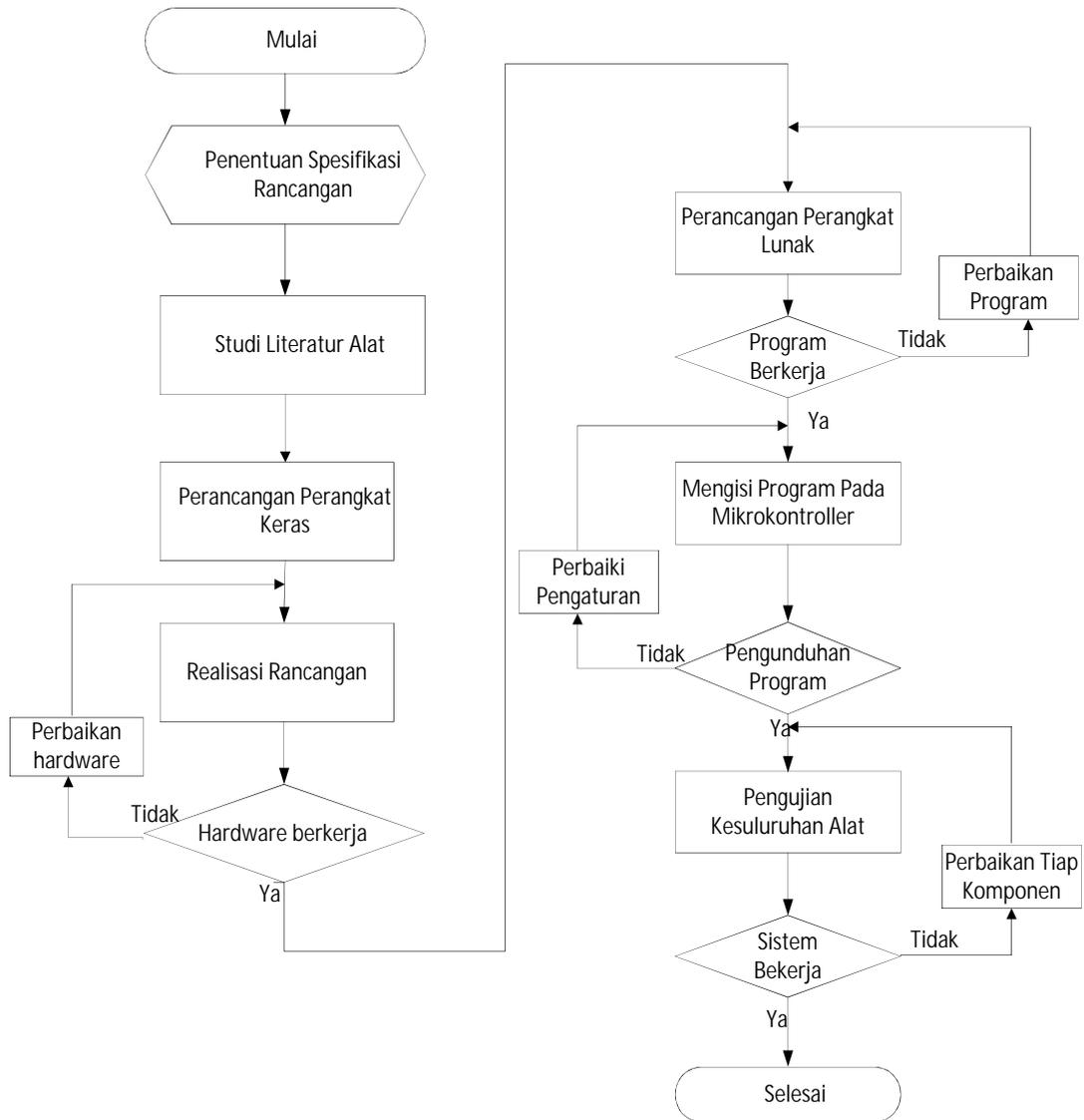
### **3.2.3 Komponen Bantu :**

1. PCB
2. *Feritklorit*
3. Timah

### **3.3. Prosedur Kerja**

Langkah kerja dalam tugas akhir ini meliputi:

1. Studi literatur
2. Penentuan spesifikasi rancangan
3. Perancangan perangkat keras
4. Perancangan perangkat lunak
5. Pembuatan alat
6. Pengujian alat



**Gambar 3.1** *Flowchart* Pengerjaan Alat

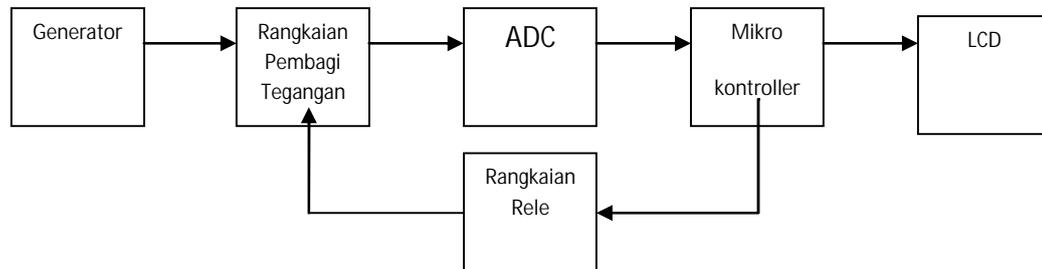
### 3.3.1 Studi Literatur

Dalam studi literatur dilakukan pencarian informasi mengenai segala sesuatu yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik dan spesifikasi sensor tegangan yang akan digunakan.
2. Karakteristik komponen-komponen yang akan digunakan serta prinsip kerjanya.
3. Cara kerja dan pemrograman mikrokontroler ATMEGA16.

### 3.3.2 Spesifikasi Rancangan

Rancang bangun alat ukur kecepatan aliran air disaluran terbuka ini secara garis besar ditunjukkan pada gambar berikut :



**Gambar 3.2** Blok Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Aliran Air

Dari gambar blok diatas dapat dijelaskan apabila input berupa generator DC digerakkan oleh aliran air maka generator tersebut akan menghasilkan tegangan analog DC, tegangan analog ini akan menjadi masukan bagi ADC (*Analog Digital Converter*). Kemudian tegangan analog tersebut akan diolah oleh ADC sehingga menjadi bilangan digital yang sesuai dengan program yang akan digunakan. Bilangan inilah yang ditulis pada bahasa program mikrokontroler. Karena mikrokontroler tidak dapat membaca tegangan analog sebelum ADC mengubah tegangan analog menjadi tegangan digital, sebab itulah peranan ADC sangat diperlukan agar mikrokontroler dapat membaca *output* dari generator DC.

LCD pada blok diagram berfungsi sebagai alat penampil bilangan digital yang dikeluarkan oleh mikrokontroller sehingga kita dapat melihatnya secara langsung berapa nilai kecepatan aliran air yang sedang diukur.

Dalam rancang bangun alat ukur kecepatan aliran air ini satuan output yang ditampilkan pada LCD adalah Mps (*Metre Per Second*). Sementara hasil yang dikeluarkan oleh Generator DC adalah berupa tegangan. Untuk itu dalam

pengujian akan dilakukan kalibrasi menggunakan alat ukur yang sesungguhnya, sehingga dapat ditentukan berapa kecepatan aliran air yang terukur dengan tegangan yang dihasilkan Generator DC. Kedua hasil tersebut akan dibandingkan sehingga mendapat keluaran Mps yang diinginkan dan akan masuk dalam perumusan di bahasa pemrograman mikrokontroler sebagai kendali.

### **3.1. Perancangan Perangkat Keras**

Perancangan perangkat keras dilakukan untuk menjadikan bagian-bagian komponen dari masing-masing peralatan yang digunakan untuk dijadikan suatu rancangan bangun sesuai dengan yang direncanakan.

#### **3.1.1 *Power Supply***

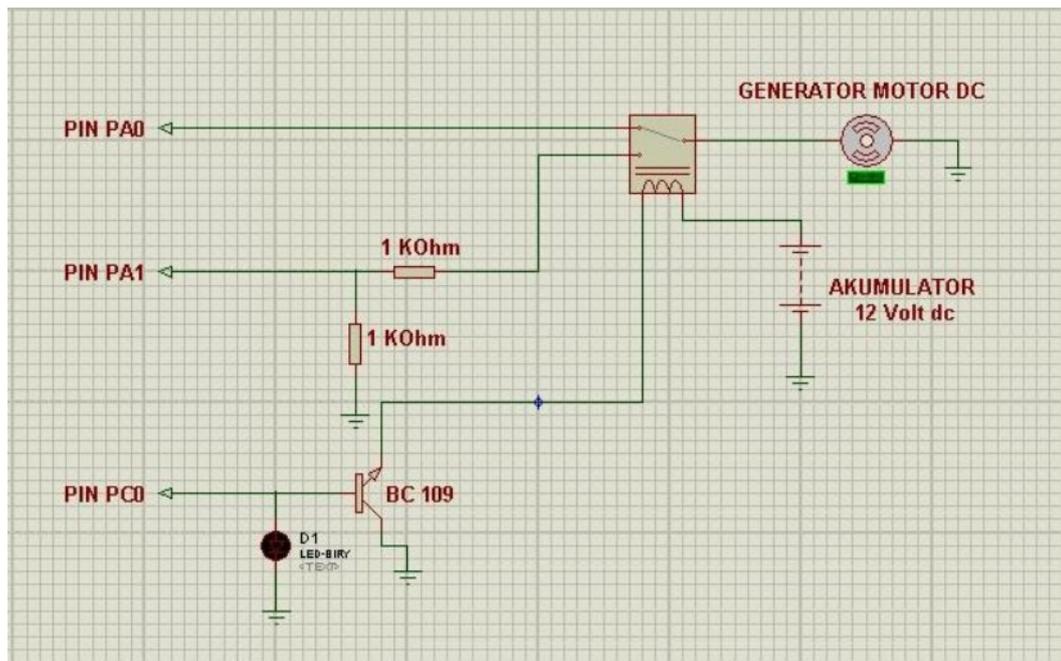
*Power supply* merupakan komponen yang digunakan sebagai sumber daya untuk alat yang akan dibuat. *Power supply* yang digunakan pada alat ini adalah *power supply* yang umumnya dipakai pada PC (*Personal Computer*). Komponen ini digunakan karena lebih stabil dibanding dengan yang lain, bahkan saat kondisi tegangan rendah pun komponen ini mampu bekerja secara maksimal. Komponen ini digunakan pada saat pembuatan ataupun pengujian alat didalam laboratorium.

#### **3.1.2 Akumulator atau Aki 12 Volt**

Aki merupakan komponen yang digunakan sebagai sumber daya untuk alat yang akan dibuat. Komponen ini akan digunakan ketika alat sudah siap untuk diujicoba diluar laboratorium. Pemilihan komponen ini dikarenakan memiliki ukuran yang minimalis sehingga dalam perangkaan alat ukurannya tidak terlalu besar, mudah dibawa kemana saja, serta praktis dalam penggunaan.

### 3.4.3. Rangkaian *Interface*

Rangkaian *interface* yang digunakan terdiri dari generator motor DC sebagai sensor tegangan, rangkaian pembagi tegangan, serta rangkaian saklar otomatis. Pada saat generator terkopel oleh kincir maka generator akan berputar sehingga menghasilkan tegangan. Keluaran tegangan tersebut berupa tegangan DC. Besar tegangan tersebut berbanding lurus terhadap kecepatan generator motor DC, dimana semakin cepat putaran generator motor DC maka tegangan yang dihasilkan akan semakin besar.



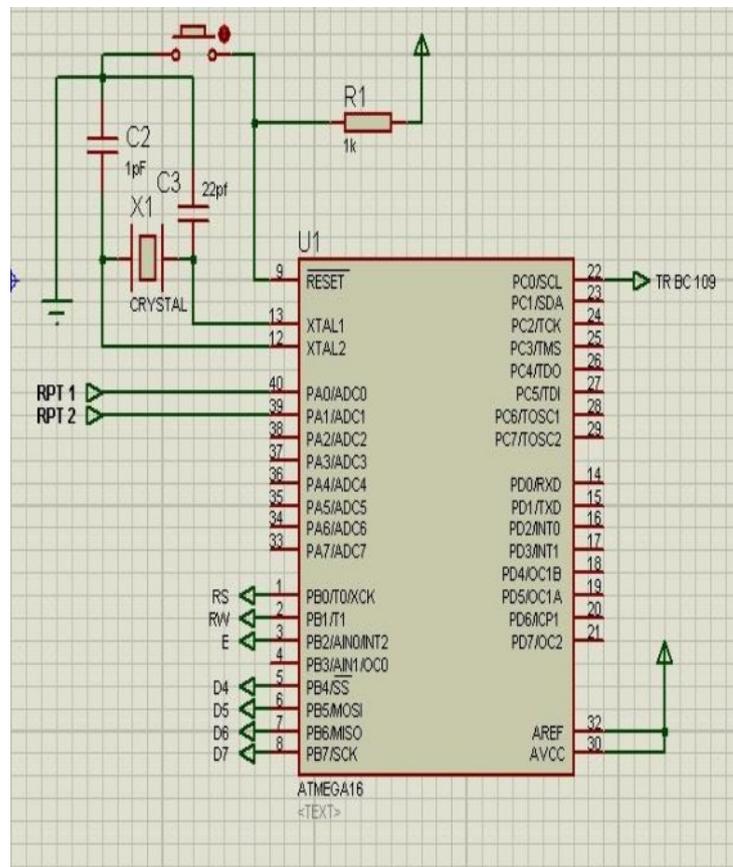
**Gambar 3.3** Rangkaian *Interface*

Berdasarkan *data sheet* ATMEGA16, dimana pada pin PA0 tegangan yang masuk tidak dapat melebihi dari 5 volt, maka pada keluaran generator motor DC terdapat rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan pada alat ini meminimalkan resiko terjadinya kerusakan pada komponen ATMEGA16. Dengan nilai setting ADC yang telah ditentukan, rangkaian pembagi tegangan ini akan berpindah secara otomatis menggunakan sumber yang akan keluar pada pin PC0

yang akan mentrigger komponen transistor BC 109 dan meneruskannya pada rele sehingga posisi NO menjadi NC dan NC menjadi NO, dengan demikian diharapkan komponen utama yaitu ATMEGA16 akan tetap aman dari tegangan yang berlebih.

### 3.4.4. Rangkaian Kontrol

Rangkaian kontrol yang digunakan adalah mikrokontroller ATMEGA16. Komponen ini digunakan sebagai alat pengendali utama untuk membaca tegangan yang berasal dari sensor kecepatan, kemudian memproses tegangan tersebut menjadi nilai digital yang akan diubah dalam satuan *meter per second* melalui fitur ADC (*Analog Digital Converter*) pada mikro. Nilai digital tersebut akan ditampilkan pada layar LCD.



Gambar 3.4. Rangkaian Kontrol

Dari rangkaian diatas terdapat komponen *crystal* yang berfungsi sebagai penentu tingkat akurasi *clock* pada mikro, komponen ini sangat penting karena pada saat pembuatan program terdapat penulisan *delay*, *delay* sendiri berfungsi untuk mengatur waktu tunda saat penulisan perintah pada program, karna program memerintah tidak dapat sekaligus maka diperlukan *delay*. Pada rangkaian terdapat komponen *push button*, komponen ini berfungsi sebagai tombol *reset* pada kendali sedangkan untuk ke LCD dihubungkan pada port C.

#### **3.4.5. Transistor BC109**

Pada rangkaian *interface* terdapat Transistor BC109 yang berkoordinasi dengan *relay*, komponen ini berfungsi sebagai rangkaian saklar otomatis untuk memerintahkan rele bekerja agar rangkaian pembagi tegangan akan saling berganti apabila nilai settingan yang telah ditentukan mencapai angka tertentu. Rangkaian saklar otomatis ini berfungsi sebagai pengaman ATMEGA16 agar terhindari dari tegangan berlebih yang dikeluarkan oleh generator motor DC.

#### **3.4.6. Relay**

Dalam rangkaian *interface* terdapat *relay* yang berkoordinasi dengan transisitor BC109, dimana *relay* tersebut akan mendapat masukan dari transistor BC109 sehingga *relay* bekerja dan merubah arah keluarannya menuju rangkaian pembagi tegangan atau sebaliknya apabila nilai setting yang telah ditentukan mencapai angka tertentu.

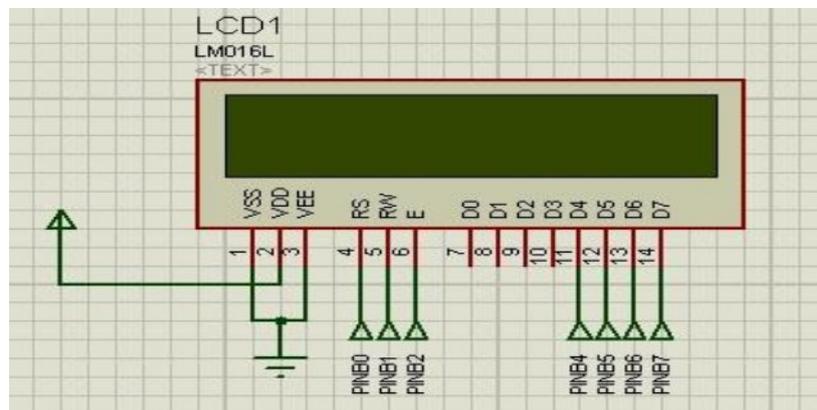
#### **3.4.7. Resistor**

Komponen ini kita temukan pada rangkaian pembagi tegangan dimana rangkaian tersebut memiliki fungsi sebagai pengaman mikrikontroller terhadap

kelebihan tegangan yang direferensikan oleh mikro tersebut. Pada dasarnya resistor adalah tahanan arus, namun apabila kita merangkainya sedemikian rupa kita akan memanfaatkan resistor untuk dijadikan sebagai pembagi tegangan. Resistor ini dirangkai secara seri paralel. Seri terhadap masing-masing resistor dan paralel terhadap sumber tegangan. Hal ini dapat dibuktikan pada Bab II halaman 45 persamaan (2.24)

### 3.4.8. LCD 16x2

Rangkaian LCD yang digunakan pada alat ini memiliki kapasitas 16 kolom 2 baris sehingga biasa disebut LCD 16x2. Fungsi dari komponen LCD 16x2 ini adalah sebagai penampil nilai keluaran dari mikrokontroler yang telah menjadi satuan *meter per second* dalam bentuk angka digital.



**Gambar 3.5** LCD 16x2

Pada rangkaian LCD diatas terdapat pin Vss yang dihubungkan ke *ground power supply*, Vcc yang dihubungkan ke +5 volt *power supply* untuk mendapatkan sumber tegangan, sementara Vee yang berfungsi sebagai pengatur kontras LCD dihubungkan ke ground agar kita tidak perlu mengatur kontrasnya. Pada pin Rs berfungsi sebagai data masukan dari mikro kedalam pengontrol yang

berada dalam LCD itu sendiri. Sementara pada pin *Rw* berfungsi untuk pembacaan atau penampil pada modul LCD. Pin *E* atau *enable* sebagai pengatur keluar masuknya data dari mikrokontroller.

#### **3.4.9. LED**

LED pada rangkaian interface ini berfungsi sebagai lampu indikasi yang bertujuan untuk memberi informasi bahwa nilai settingan yang telah ditentukan mencapai nilai settingan, sehingga pin *PC1* berada pada posisi *high* dan memberi masukan pada Transistor BC109 sehingga transistor tersebut bekerja.

### **3.2. Perancangan Perangkat Lunak**

Pembuatan program data pada mikrokontroler adalah menuliskan kode atau perintah pada mikrokontroler ATMEGA16, penulisan perintah ini menggunakan bahasa pemrograman C pada *software Code Vision AVR*. Program data yang direncanakan untuk mikrokontroler ATMEGA16 mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Menerima *input* dari sensor tegangan yang kemudian di konversi oleh *ADC*.
2. Memproses sinyal *input* dari sensor tegangan melalui *ADC*, dengan perhitungan resolusi *ADC*.
3. Nilai *input ADC* yang telah dikonversi pada resolusi *ADC*, selanjutnya memerintahkan *output* pada *PortB* dari mikrokontroller dan menjadi nilai masukan bagi LCD dalam satuan Mps (*Metre Per Second*).

### **3.3. Pembuatan Alat**

Pengujian alat dilakukan secara bertahap, dari rangkaian *power supply*, aki atau baterai, rangkaian sensor tegangan, rangkaian *interface*, rangkaian

mikrokontroller dan terakhir perbandingan keseluruhan alat dengan metode apung 1 titik. Pengujian secara bertahap ini dimaksudkan agar penulis dapat mengetahui bagian-bagian yang tidak bekerja. Dan kemudian dapat diperbaiki secara terpisah pada tiap-tiap bagian. Jika semua bagian rangkaian bekerja dengan baik maka semua rangkaian dipasang secara keseluruhan, agar dapat diketahui apakah rangkaian alat ukur kecepatan aliran air ini bekerja dengan baik atau tidak. Setelah semua komponen alat dipastikan bekerja dengan baik maka rancang bangun alat ini akan dibandingkan dengan metode apung 1 titik. Dengan menentukan titik-titik pengujian kecepatan aliran yang berbeda maka akan didapatkan suatu perbandingan antara keduanya.

Dalam pelaksanaan pembuatan alat penulis akan menggunakan alat dan bahan yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Sesuai dengan teori dasar yang telah penulis sampaikan, untuk mendapatkan hasil yang diinginkan penulis akan menggunakan motor listrik sebagai penggerak sensor tegangan (dinamo). Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa besaran tegangan yang dihasilkan dinamo ketika dinamo berputar secara konstan. Dinamo akan dikopel oleh motor listrik dan putaran dinamo akan diukur oleh tachometer, sehingga akan diketahui berapa tegangan (volt) yang dihasilkan ketika dinamo berputar (rps).

Setelah mendapatkan data yang diinginkan yaitu perbandingan rps dan tegangan, kemudian penulis akan mengkonversi nilai tegangan tersebut kedalam mikrokontroller kembali dalam besaran rps. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa faktor kesalahan yang masuk kedalam sistem mikrokontroller. Selanjutnya apabila sudah mendapat nilai yang diinginkan maka nilai rps tersebut kembali dimasukkan dalam program mikrokontroller untuk mendapatkan nilai *meter per*

*second.* Sesuai dengan bahasan teori pada Bab II penulis menemukan rumus perhitungan untuk merubah nilai rps ke mps, hal tersebut dibahas pada Bab II halaman 27 ( 2.18 – 2.21), rumus perhitungannya adalah :

$$\omega = 2 \pi f \dots\dots\dots(2.18)$$

$$V = \frac{2\pi r}{T} \dots\dots\dots(2.19)$$

Substitusikan  $T = \frac{1}{f}$  ke dalam persamaan tersebut maka akan diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$V = \omega \cdot f \dots\dots\dots(2.20)$$

$$V = 2\pi \cdot R \cdot f \dots\dots\dots(2.21)$$

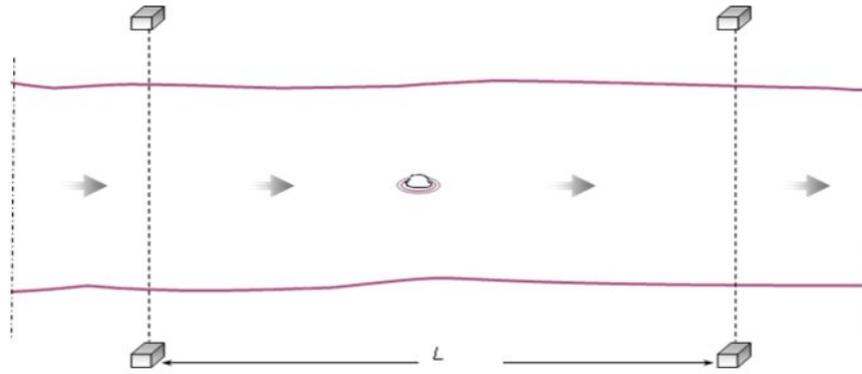
Dimana :

- $\omega$  = Kecepatan Angular (rad/s)
- $V$  = Kecepatan Linear (m/s)
- $r$  = Jari-Jari (m)
- $f$  = Frekuensi (Rps)

Dalam pembahasan Bab II dijelaskan bahwa frekuensi adalah banyak putaran dalam satu satuan waktu tertentu. Dalam hal ini frekuensi tersebut adalah banyaknya putaran yang memutar oleh dinamo. Kemudian rumus perhitungan diatas akan dimasukkan kedalam program AVR pada mikrokontroller, sehingga nilai yang keluar bukan lagi dalam bentuk rps melainkan dalam bentuk mps.

### **3.7 Perbandingan Keseluruhan Alat dengan Metode Apung 1 Titik**

Untuk mengetahui kebenaran nilai yang dihasilkan maka metode diatas akan dikombinasikan dengan metode apung yang telah dibahas pada Bab 2 halaman 14. Metode apung ini nilainya akan dibandingkan dengan nilai metode current meter mikrokontroller AtMega16.



**Gambar 3.6** Pengukuran Kecepatan Arus Dengan Pelampung

Untuk memperoleh hasil yang diinginkan, terdapat langkah-langkah yang harus dipersiapkan sebelum pengukuran metode pelampung 1 titik lakukan, langkah-langkah tersebut adalah :

1. Menyiapkan alat tulis untuk mencatat hasil yang diperoleh dan menyiapkan peralatan metode apung yang dibutuhkan.
2. Memastikan kondisi irigasi dalam keadaan aman dari keadaan alam, binatang pengganggu, sampah dan lain-lain yang berpotensi terhadap keselamatan diri.
2. Aliran yang diukur dari titik A ke titik B sepanjang 10m.
3. Pelampung terbuat dari kayu ukuran besar agar terapung dan mudah terlihat.
4. Peletakan pelampung berjarak 10m sebelum titik A, hal ini dilakukan agar pelampung mengalir stabil sesuai aliran air pada saluran irigasi.
5. Pada masing-masing titik A dan titik B dibentangkan tali melintang terhadap aliran sungai. Hal ini dilakukan sebagai penanda ketika pelampung melewati titik tersebut.
6. Pada pelampung diikatkan tali sepanjang 10m terhadap tali melintang titik A, hal ini dilakukan agar pelampung tidak hanyut ketika dialirkan pada saluran irigasi.

7. Untuk mengukur waktu yang dibutuhkan pelampung dari titik A mencapai titik B menggunakan *stopwatch*.

8. Pelampung yang mengalir diluar jalur tengah irigasi hasilnya diabaikan.

Setelah mencatat semua hasil pengukuran sesuai prosedur yang dibuat selanjutnya adalah membandingkan metode apung dengan metode current meter mikrokontroller AtMega16 yang telah dirancang secara keseluruhan.

Metode pengukuran kecepatan aliran air menggunakan alat ukur mikrokontroller dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran terhadap metode pelampung 1 titik. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang maksimal maka terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum melaksanakan pengukuran. Langkah-langkah tersebut adalah :

1. Mempersiapkan alat tulis dan alat untuk melakukan pengukuran.
2. Memastikan kondisi irigasi dalam keadaan aman dari keadaan alam, binatang pengganggu, sampah dan lain-lain yang berpotensi terhadap keselamatan diri.
3. Memastikan sumber tenaga pada mikrokontroller dalam keadaan *full charge*.
4. Memastikan diagram kelistrikan alat dalam keadaan semestinya.
5. Tongkat pengukuran diusahakan tegak terhadap aliran irigasi agar saling-baling menerima utuh aliran air irigasi.
6. Pada jarak titik A dan titik B dilakukan pengukuran setiap 1 meter yang dilalui pelampung.
7. Pertahankan kondisi tongkat pengukur dalam rentang waktu 10 – 20 detik agar nilai yang terukur lebih akurat.

Dari uji coba dalam pembuatan alat maka penulis akan mendapatkan beberapa data yang nantinya akan di lampirkan dalam penulisan Tugas Akhir ini, beberapa data tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kecepatan generator (dinamo). (Rps)
2. Tegangan keluaran generator (dinamo). (Volt)
3. Nilai ADC pada mikrokontroller.
4. Besaran kecepatan aliran air pada mikrokontroller. (Mps)

Dengan metode ini diharapkan kecepatan aliran air yang terukur mendekati nilai yang sesungguhnya sehingga rancang bangun alat kecepatan aliran air ini dapat digunakan secara umum.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

1. Dengan rancang bangun AtMega16 yang terparalel rangkaian interface dan generator DC (dinamo) yang terkopel dengan baling-baling dapat digunakan untuk mengukur kecepatan aliran air pada saluran terbuka.
2. Alat ukur kecepatan aliran air berbasis mikrokontroler AtMega16 ini dapat mengukur kecepatan aliran air dan menampilkan hasilnya dalam satuan Mps (*Meter Per Second*), Rps (*Rotary Per Second*), serta Adc (*Analog Digital Converter*).
3. Laju aliran air pada saluran terbuka tidak stabil disebabkan oleh struktur saluran yang tidak merata.
4. Laju aliran air pada permukaan saluran terbuka lebih cepat dibandingkan dengan laju aliran dibawah permukaan saluran.

#### **B. SARAN**

1. Gunakan suplai tenaga pada mikrokontroler yang memiliki nilai konstan.
2. Sensor tegangan (dinamo) dapat diganti dengan sensor yang memiliki prinsip kerja clock sehingga nilai yang didapat lebih akurat.
3. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal pengukuran dilakukan berulang kali.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Damanik, Abdul Kadir., dll. 2009. “*Pedoman Studi Kelayakan PLTMH*” (Buku). Jakarta : IMIDAP
- [2]. Sulasno. 2009. “*Teknik Konversi Energi Listrik dan Sistem Pengaturan*”(Buku). Yogyakarta : Graha Ilmu
- [3]. Kodoatie, Robert J. 2005. “*Hidrolika Terapan, Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*” (Buku). Yogyakarta : Andi
- [4]. Utomo , Pristiadi. 2007. “*Fisika Interaktif*” (Buku). Jakarta : Azka Press
- [5]. Darsana Putu. 2015. “*Sistem Proteksi Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 Dengan Sensor Arus*” (Skripsi). Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- [6]. Eltech. Data Sheet LCD (*Liquid crystal display*).  
[www.deltaelektronik.com](http://www.deltaelektronik.com)
- [7]. Purba, M. 2006. “*KIMIA 3*”(Buku). Jakarta : Erlangga.
- [8]. Bishop, Owen. 2004. “*Dasar-Dasar Elektronika*”(Buku). Erlangga : Jakarta.
- [9]. Sujarot. 2012. “*Rancang Bangun Starting Motor induksi 3 Fasa Hubung Bintang-Segitiga Dilengkapi Pengaman 3 Fasa berbasis Mikrokontroler Atmega8535*” (Skripsi). Lampung : Universitas Lampung.

- [10]. Malvino alih bahasa oleh Barmawi. 1986. "*Prinsip-prinsip Elektronika Jilid 1*" (Buku). Jakarta : Erlangga.
- [11]. SNI 8066 : 2015. "*Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai Dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus Dan Pelampung*". Badan Standar Nasional.
- [12]. Atmel. Mikrokontroler AT89S52. [www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com)