



**INFORMASI KETINGGIAN PERMUKAAN AIR DAN KONTROL  
PINTU IRIGASI BERBASIS MIKROKONTROLER  
MELALUI SMS**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika(S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Moch. Haritsah  
NIM 101810201049**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta ayahanda Basuki dan Ibunda Satuni, saya ucapkan terima kasih atas kasih sayang, doa, nasehat-nasehat, dukungan yang telah diberikan, serta didikan yang luar biasa selama ini untuk memahami arti kehidupan, kemandirian, dan kerja keras pantang menyerah;
2. Kakak Diah Indriani dan Pungki Hendro Wicaksono yang selalu memberikan semangat untuk penulis;
3. Keluarga besar Ny. Kurniati Djumari yang selalu memberikan motivasi, semangat dan doa serta mengingatkan kepada penulis untuk selalu bekerja keras tanpa putus asa dan tegar dalam kehidupan;
4. Dosen pembimbing yang senantiasa membimbing dan membantu dalam menyelesaikan skripsi, Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi M.Sc, Ph.D dan Dra. Arry Y Nurhayati, terima kasih untuk waktu, bimbingan, nasihat dan doanya;
5. Arifa oktaviana dan Riska D Agustin yang tidak hentinya memberikan dukungan dan semangat pada penulis ;
6. Sahabat seperjuangan Koko Anggoro, Ihwanudin, Zaenal Arifin, Davily Kurniawan, Ahmad Zazuli, Rochim, Junaidi dan semua teman-teman yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. yang selalu memberikan dorongan dan menerima keluh kesah penulis selama ini;
7. Organisasi tercinta PALAPA yang memberikan banyak pengetahuan dalam bidang keorganisasian;
8. Para akademisi yang mencintai sains dan teknologi;
9. Almamater Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember.

**MOTTO**

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”

(terjemah Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)<sup>1)</sup>



<sup>1)</sup>Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan terjemahannya*. Semarang: PT. Kumudamoro Grafindo.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moch. Haritsah

NIM : 101810201049

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : *"Informasi Ketinggian Permukaan Air dan Kontrol Pintu Irigasi Berbasis Mikrokontroler Melalui SMS"* adalah benar-benar hasil karya ilmiah sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa, dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2015  
Yang Menyatakan,

Moch. Haritsah  
NIM 101810201049

**SKRIPSI**

**INFORMASI KETINGGIAN PERMUKAAN AIR DAN KONTROL  
PINTU IRIGASI BERBASIS MIKROKONTROLER  
MELALUI SMS**

**Oleh**

**Moch. Haritsah**

**NIM 101810201049**

**Pembimbing**

**Dosen Pembimbing Utama : Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc, Ph.D**

**Dosen Pembimbing Anggota : Dra. Arry Y. Nurhayati**

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul "*Informasi Ketinggian Permukaan Air dan Kontrol Pintu Irigasi Berbasis Mikrokontroler Melalui SMS*", telah diuji dan disahkan secara akademis pada:

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**Tim Penguji:**

Ketua (Dosen Pembimbing Utama)

Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota)

Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc, Ph.D  
NIP 19620311 198702 1001

Dra. Arry Y. Nurhayati  
NIP 196109091986012001

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Ir. Misto M.Si  
NIP. 19591121 199103 1 002

Supriyadi S.Si, M.Si  
NIP. 19820424 200604 1 003

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.  
NIP196101081986021001

## RINGKASAN

**Informasi Ketinggian Permukaan Air dan Kontrol Pintu Irigasi Berbasis Mikrokontroler Melalui SMS;** Moch. Haritsah, 101810201049; 2015; 102 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Indonesia adalah negara agraris dengan tanaman dan makanan utama penduduknya adalah beras, maka peran irigasi sebagai penghasil utama beras menduduki posisi penting. Irigasi memerlukan investasi yang besar untuk pembangunan sarana dan prasarana, pengoperasian dan pemeliharaan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengelolaan yang baik, benar, dan tepat sehingga pemakaian air untuk irigasi dapat seoptimal mungkin. Upaya dalam peningkatan efisiensi pengendalian dan pengoperasian pintu air khususnya pada saluran irigasi induk yang berperan vital dalam sektor pertanian, maka akan dirancang sistem pengendalian dan pengoperasian pintu air irigasi yang dapat dikontrol melalui *short message system* (SMS).

Pada penelitian ini dirancang *prototype* pintu air irigasi otomatis yang mampu mengirimkan informasi ketinggian air dan mampu bekerja membuka menutup pintu air dengan otomatis berdasarkan ketinggian air yang dibutuhkan untuk irigasi pertanian melalui *short message system* (SMS).

Penelitian ditujukan untuk menghasilkan sebuah alat pintu air otomatis yang mampu mendeteksi ketinggian air dan mampu berkomunikasi melalui jaringan GSM khususnya melalui SMS. Dengan memanfaatkan PING, mikrokontroler ATmega16, *driver relay*, serial komunikasi RS232, wavecom fastrack dibuat sebuah rancangan *prototype* sistem pengendali pintu air irigasi yang mampu berkomunikasi dengan *user*.

Mengacu pada hasil pengujian dan perancangan *prototype* secara umum telah didapatkan konstruksi sebuah unit kontrol yang mampu mengolah sinyal keluaran dari sensor, mampu mengaktifkan sistem penggerak dan mengirimkan informasi ketinggian air melalui SMS *gateway*. Secara umum *prototype* dengan skala

perbandingan 1:10 mampu memenuhi kriteria kinerja performa alat pengontrol jarak jauh.

Hasil pengujian keseluruhan rangkaian didapatkan kinerja *prototype* pintu air irigasi yaitu mampu mengirimkan informasi ketinggian air dan mampu mengontrol buka tutup pintu irigasi dengan melalui SMS *gateway* dengan delay waktu rata rata  $\pm 6$  s secara keseluruhan. Hasil tersebut menyatakan bahwa performa *prototype* yang telah dirancang bekerja dengan baik, untuk pengaplikasian pada kondisi nyata dibutuhkan motor driver serta motor penggerak dengan torsi yang lebih besar. Secara garis besar *prototype* yang telah dirancang layak untuk diaplikasikan dalam keadaan nyata



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan hidayah dan rahmat-Nya kepada penulis sehingga skripsi yang berjudul “*Informasi Ketinggian Permukaan Air dan Kontrol Pintu Irigasi Berbasis Mikrokontroler Melalui SMS*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, MSc., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Dra. Arry Y. Nurhayati, selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah memberikan bimbingan dan bantuan pengadaan alat dalam skripsi ini;
2. Ir. Misto M.Si, selaku Dosen Penguji I, dan Supriyadi, S.Si, M.Si, selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dalam skripsi ini;
3. Fajar, Ihwanudin, Danar andika, Mas Ihsan, Mas Ali, Mas Chandra angkatan 2010 Jurusan Fisika serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas dukungan dan masukan dalam penelitian maupun penulisan skripsi ini;
4. Dany Dwi Budiarti terimakasih atas dukungan, motivasi dan masukannya selama penulisan skripsi ini;
5. Jurusan Fisika, Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah memberikan fasilitas selama masa studi di perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca demi kesempurnaan skripsi ini.

Jember, Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>MOTTO</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Pintu Air (<i>Gates</i>)</b> .....	5
<b>2.2 Motor DC</b> .....	6
<b>2.3 Relay</b> .....	7
<b>2.4 Mikrokontroler AVR AtMega16</b> .....	8
<b>2.5 Gerbang Logika</b> .....	10

2.5.1	Gerbang AND .....	11
2.5.2	Gerbang OR .....	12
2.5.3	Gerbang NOT .....	13
2.5.4	Tabel Kebenaran pada Komparator.....	14
<b>2.6</b>	<b>Sensor PING Parallax .....</b>	<b>15</b>
<b>2.7</b>	<b>Transistor .....</b>	<b>16</b>
<b>2.8</b>	<b>Komunikasi Serial RS232 .....</b>	<b>17</b>
<b>2.9</b>	<b>Wavecom Fastrack MI306B .....</b>	<b>19</b>
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Alat dan Bahan .....</b>	<b>20</b>
3.2.1	Alat .....	20
3.2.2	Bahan .....	21
<b>3.3</b>	<b>Tahap Penelitian .....</b>	<b>22</b>
3.3.1	Observasi Awal.....	22
3.3.2	Perancangan Alat .....	22
3.3.3	Pengujian Alat.....	32
3.3.4	Analisis Data.....	34
3.3.5	Kesimpulan.....	34
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1</b>	<b>Hasil Pengujian dan Analisis Data Penelitian .....</b>	<b>35</b>
4.1.1	Hasil Pengujian Sensor PING .....	35
4.1.2	Hasil Pengujian Mikrokontroler ATmega16 .....	37
4.1.3	Hasil Pengujian Komunikasi Wavecom .....	38
4.1.4	Hasil Pengujian Motor Driver .....	39
4.1.5	Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem .....	39
<b>4.2</b>	<b>Pembahasan .....</b>	<b>43</b>
<b>BAB 5.</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan .....</b>	<b>49</b>

<b>5.2 Saran</b> .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	50
<b>LAMPIRAN</b> .....	52



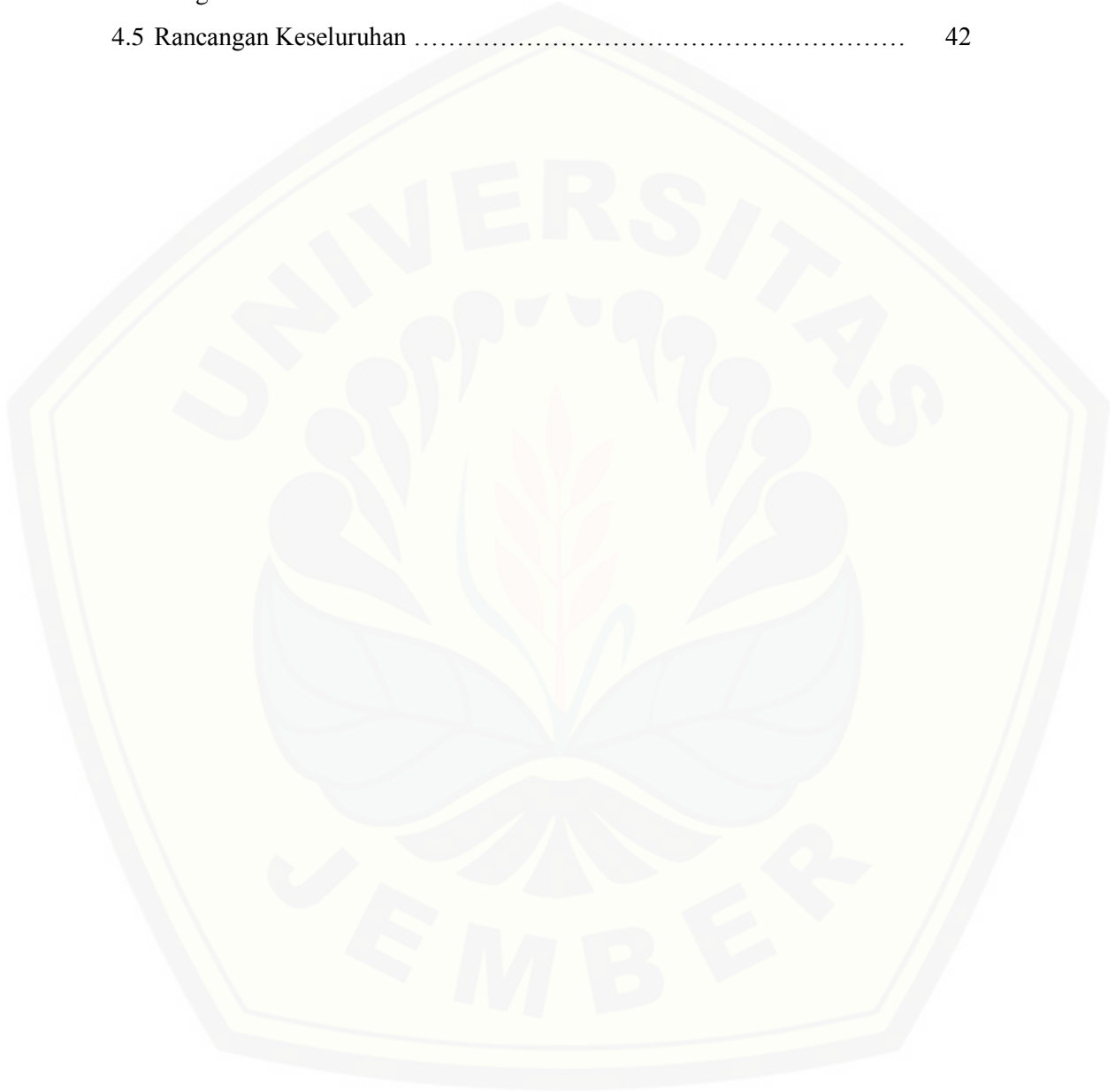
**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Tabel kebenaran AND dengan saklar .....	11
2.2 Tabel kebenaran OR dengan saklar.....	12
2.3 Tabel kebenaran gerbang NOT .....	13
2.4 Tabel kebenaran pada komparator .....	14
2.5 Tabel map kebenaran pada komparator .....	15
4.1 Data pengujian sensor PING .....	35
4.2 Data pengujian Rangkaian Mikrokontroler .....	37
4.3 Data pengujian Wavecom .....	38
4.4 Data pengujian Motor Driver .....	39
4.5 Data pengujian Keseluruhan Sistem.....	40
4.6 Data pengujian Delay (buka).....	40
4.7 Data pengujian Delay (tutup) .....	41
4.8 Data Pengiriman Info Ketinggian Air .....	41

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Pintu air geser .....	5
2.2 Bagian-bagian mesin Direct Current.....	6
2.3 Reaksi garis fluks .....	7
2.4 Relay solid state .....	8
2.5 ATmega16 .....	9
2.6 Rangkaian simbol dan tabel kebenaran AND dengan saklar .....	11
2.7 Rangkaian simbol dan tabel kebenaran OR dengan saklar .....	12
2.8 Simbol gerbang NOT .....	13
2.9 Rangkaian saklar transistor .....	17
2.10 Rangkaian RS232.....	18
2.11 DB9 .....	19
2.12 Bentuk fisik Wavecom Fastrack M1306B .....	19
3.1 Bagan tahap penelitian .....	21
3.2 Diagram blok sistem pengendali pintu air .....	23
3.3 Sensor level air.....	24
3.4 Rangkaian driver motor .....	25
3.5 Rangkaian serial RS232 .....	26
3.6 Rangkaian sistem komunikasi.....	26
3.7 Rangkaian sistem minimum ATmega16 .....	27
3.8 <i>Prototype</i> pintu air irigasi .....	29
3.9 Diagram alir program utama .....	30
3.10 Diagram alir sub program sensor PING .....	31
3.11 Sub program sistem komunikasi .....	32
4.1 Grafik perbandingan pengukuran Sensor PING dan Mistar .....	36

4.2 Rangkaian Sensor PING Parallax .....	36
4.3 Rangkaian ATmega16 .....	38
4.4 Rangkaian Driver Motor .....	39
4.5 Rancangan Keseluruhan .....	42



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara agraris dengan tanaman dan makanan utama penduduknya adalah beras, maka peran irigasi sebagai penghasil utama beras menduduki posisi penting. Irigasi memerlukan investasi yang besar untuk pembangunan sarana dan prasarana, pengoperasian dan pemeliharaan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengelolaan yang baik, benar, dan tepat sehingga pemakaian air untuk irigasi dapat seoptimal mungkin. Seperti halnya pada sistem pintu air irigasi yang dibuat untuk membantu memudahkan kegiatan bercocok tanam (Rizal, 2013). Namun pada umumnya pintu air maupun bendungan di Indonesia masih bekerja secara manual (Kepmen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah, 2004 ).

Penerapan kegiatan memonitoring pintu air yang dilakukan secara manual terbukti tidak efisien terhadap waktu dan tenaga. Melihat kondisi saat ini dimana cuaca tidak dapat dipastikan, hujan dan badai angin datang secara bersamaan. Hujan yang terjadi pada hulu yang mengakibatkan level air meningkat. Kegiatan memonitoring serta membuka dan menutup pintu air dengan cara manual pada keadaan cuaca yang berubah-ubah sangatlah tidak optimal. Selain faktor cuaca yang tidak menentu, faktor kelalaian penjaga (*human error*) juga dapat mempengaruhi keoptimalan pengoperasian serta monitoring pintu air.

*Human error* dalam bercocok tanam menimbulkan kerugian pada hasil pertanian, seperti yang dilansir pada artikel *World Bank* (2011) sektor pertanian membutuhkan pengairan yang teratur agar dapat menghasilkan produk yang baik. Di lapangan kenyataannya suplai air tidaklah merata. Faktor cuaca yang mempengaruhi tingkat air dan pentingnya pengendalian pada saluran irigasi induk sangatlah berpengaruh pada suplai air yang mengairi sawah. Upaya dalam peningkatan efisiensi



pengendalian dan pengoperasian pintu air khususnya pada saluran irigasi induk yang berperan vital dalam sektor pertanian, maka akan dirancang sistem pengendalian dan pengoperasian pintu air irigasi yang dapat dikontrol melalui *short message system* (SMS).

Pada penelitian ini dirancang *prototype* pintu air irigasi otomatis yang mampu mengirimkan informasi ketinggian air dan mampu bekerja membuka menutup pintu air dengan otomatis berdasarkan ketinggian air yang dibutuhkan untuk irigasi pertanian melalui *short message system* (SMS). Penelitian sebelumnya oleh Wicaksono (2007) dibuat dengan memanfaatkan gelombang radio sebagai pengendali jarak jauh memiliki kelebihan memungkinkan pengoperasian buka tutup pintu air dari jarak yang ditentukan, namun *prototype* tersebut tidak dapat mengirimkan informasi tentang perubahan level permukaan air secara aktual.

*Prototype* selanjutnya dikembangkan oleh Hartanto (2012) tentang *prototype* pintu bendungan otomatis dan memanfaatkan *gate away short message system* (SMS) sebagai sarana penerima informasi. *Prototype* tersebut kemudian dikembangkan oleh Setiawan (tanpa tahun) menggunakan Atmega8 sebagai pengendali dan dibantu dengan sensor ketinggian level air sehingga dapat bekerja otomatis menggerakkan motor DC. *Prototype* ini memiliki kelemahan yaitu pintu air hanya dapat bekerja jika sensor level menunjukkan skala tertentu yang telah terprogram dalam ATmega8 dan *hand phone user* hanya berperan sebagai penerima informasi ketinggian permukaan air tanpa mampu mengontrol buka tutup pintu air.

*Prototype* yang telah dirancang peneliti adalah sebuah alat yang memanfaatkan sensor level, mikrokontroler ATmega16, dan modem GSM. Prinsip kerjanya yaitu secara otomatis *prototype* ini akan mengirimkan informasi teraktual tentang ketinggian permukaan air kepada petugas penjaga pintu air irigasi melalui *short message system* (SMS) pada waktu yang telah ditentukan, kemudian petugas dapat merespon dengan cara membalas SMS dari sistem untuk membuka ataupun menutup pintu air irigasi tersebut. Petugas pintu air tidak hanya menunggu informasi yang dikirimkan oleh sistem, namun petugas dapat mengetahui informasi level ketinggian

air kapan dan dimana saja ketika ingin mengetahui kondisi teraktual dari level air dengan *short message system (SMS)*. *Prototype* yang telah dirancang kali ini memiliki perbedaan pada *prototype* yang telah dibuat oleh Wicaksono (2007), Hartanto (2012), dan Setiawan (tanpa tahun) yaitu menggunakan ATmega16 sebagai pengontrol sistem keseluruhan. Gelombang GSM digunakan sebagai media komunikasi antara sistem dan *user*. *User* dapat leluasa mengontrol pintu air dan mengetahui kondisi terkini dari ketinggian permukaan air dimana saja dan kapan saja.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana performa *prototype* pintu air irigasi berbasis ATmega16 dalam berkomunikasi dan mengontrol sistem melalui jaringan GSM?
2. Bagaimana efisiensi akurasi *prototype* untuk membuka dan menutup pintu air irigasi?

### 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, perancangan dan pembuatan *prototype* pintu air irigasi dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian ini menggunakan provider Indosat im3.
2. Menggunakan jaringan GSM (*Global System for Mobile Communications*).
3. Alat ini merupakan *prototype* sistem pengendali pintu air irigasi otomatis.
4. Sistem ini bekerja pada saat listrik PLN tidak mati.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yaitu mengefisiensikan waktu dan tenaga dalam pengendalian pintu air irigasi dengan mendesain dan membuat *prototype* pintu air irigasi menggunakan sensor PING Parallax sebagai pendeteksi ketinggian air, ATmega16 sebagai pengendali, dan *wavecom* sebagai alat komunikasi sistem dengan *user*.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

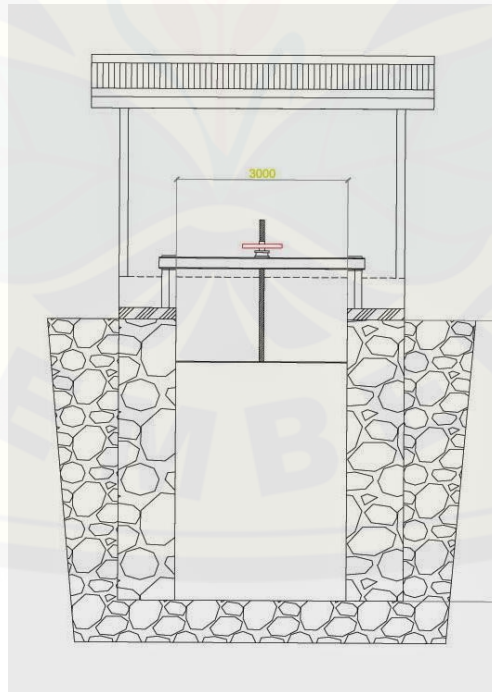
Manfaat yang diperoleh dari perancangan *prototype* pengendali pintu air irigasi dan informasi ketinggian permukaan air berbasis mikrokontroler melalui *short message system* (SMS) adalah memberikan sumbangsih sebuah alat yang mempermudah dan membantu petugas penjaga pintu air irigasi bekerja secara efisien dan mengurangi kelalaian yang berdampak vital terutama dalam sektor pertanian.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pintu Air (*Gates*)

Pintu air merupakan suatu piranti yang digunakan untuk membuka, mengatur dan menutup aliran air di saluran air baik terbuka maupun tertutup. Cara penggunaannya disesuaikan dengan debit air dan tinggi tekanan (selisih tinggi air) yang akan dilayaninya. Umumnya berbentuk empat persegi panjang, kecuali pintu cincin dan pintu silinder yang berbentuk lingkaran. Apabila saluran airnya berbentuk lingkaran atau trapesium, harus dibuat saluran peralihan yang berbentuk empat persegi panjang.

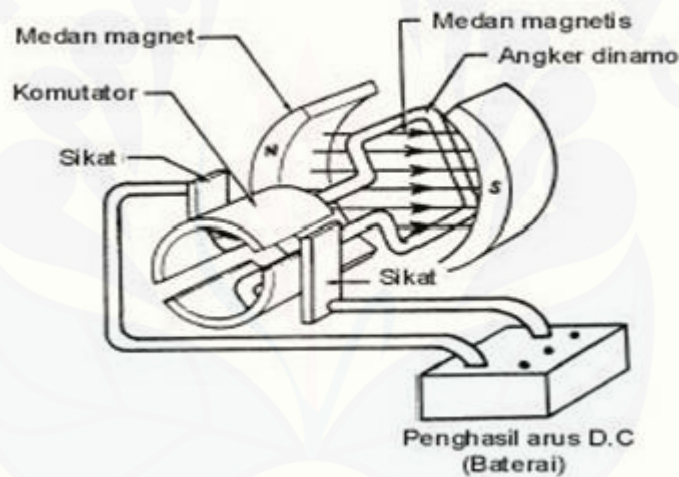
Bagian yang penting dari pintu air adalah: daun pintu, rangka pengatur arah gerak, *angker* dan *hoist* (Soedibyo, 1993).



Gambar 2.1 Pintu air geser (Sumber: Soedibyo, 1993)

## 2.2 Motor DC

Motor *Direct Current* (DC) merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dimana desain awal terciptanya alat ini diperkenalkan oleh Michael Faraday. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalan *torque* yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas (Lister, 1993).



Gambar 2.2 Bagian- bagian mesin *Direct Current* (Sumber: Lister, 1993)

Prinsip kerja dari motor DC jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor. Aturan genggaman tangan kanan bisa dipakai untuk menentukan arah garis fluks di sekitar konduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan dengan jempol mengarah pada arah aliran arus, maka jari-jari anda akan menunjukkan arah garis fluks. Jika konduktor berbentuk U (angker dinamo) diletakkan antara kutub utara dan selatan yang kuat, medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan medan magnet kutub. Lingkaran bertanda A dan B merupakan

ujung konduktor yang dilengkungkan (*looped conductor*). Arus mengalir masuk melalui ujung A dan keluar melalui ujung B.

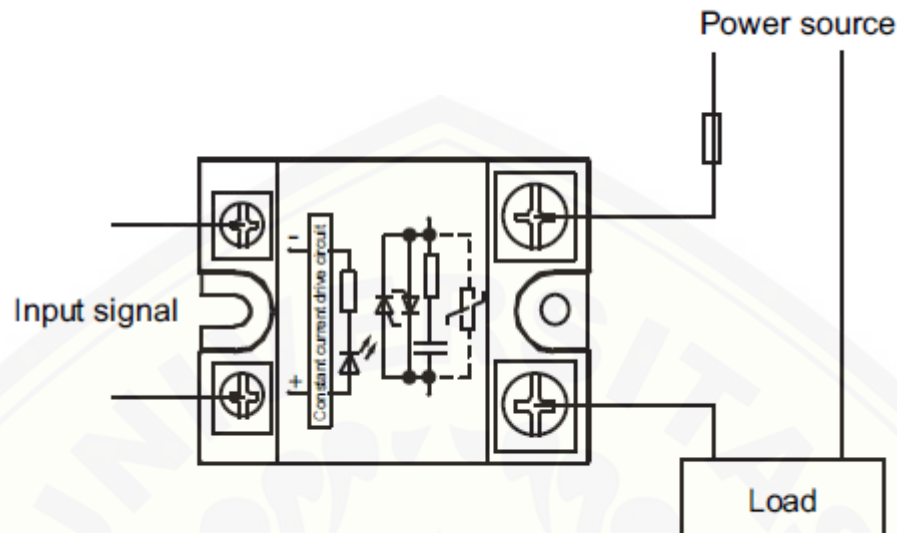


Gambar 2.3 Reaksi garis fluks (Sumber: Lister, 1993)

Medan konduktor A yang searah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di bawah konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak ke atas untuk keluar dari medan kuat ini. Medan konduktor B yang berlawanan arah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di atas konduktor. Konduktor akan berusaha untuk bergerak turun agar keluar dari medan yang kuat tersebut. Gaya-gaya tersebut akan membuat angker dinamo berputar searah jarum jam (Lister, 1993).

### 2.3 Relay

*Relay* merupakan saklar yang diaktifkan secara elektrik. Ada tiga macam *relay* yaitu *relay* mekanis, *relay reed* dan *relay solid state*. *Relay* mekanis didesain untuk arus yang besar (2 – 15 A) dan pensaklarannya relatif lambat (10-100 ms). *Relay reed* didesain untuk arus yang besarnya sedang (500 mA–1 A) dengan waktu pensaklaran sedang (0,2–2 ms). *Relay solid state* adalah piranti yang dibuat untuk merubah *state* dengan memberikan tegangan eksternal pada persambungan semikonduktif tipe p dan tipe n. *Relay solid state* mempunyai jangkauan arus yang besar (yaitu beberapa mikro ampere sampai dengan 100 A untuk daya besar) dan mempunyai kecepatan pensaklaran yang tinggi (1–100ns) (Futurlec, 2000).



Gambar 2.4 *Relay solid state* (Sumber: [www.futurlec.com](http://www.futurlec.com))

#### 2.4 Mikrokontroler AVR ATmega16

Mikrokontroler ATmega16 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang “berkeluarga” sama dengan ATmega16 ini antara lain ATmega8535, ATmega8, ATmega32, dan ATmega328. AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang didalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya dengan mikro yang pada umumnya digunakan seperti MCS 51 adalah pada AVR tidak perlu menggunakan *oscillator* eksternal karena di dalamnya sudah terdapat internal *oscillator*. Selain itu kelebihan dari AVR adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu adanya tombol reset dari luar karena cukup hanya dengan mematikan *supply*, maka secara otomatis AVR akan melakukan *reset*. Beberapa jenis AVR terdapat fungsi khusus seperti ADC, EEPROM sekitar 128 *bytes* sampai dengan 512 *bytes* (Anonim, 2012).

ATmega16 AVR didukung dengan rangkaian program lengkap dan pengembangan sistem alat termasuk kompilator C, perakitan makro, program *debugger* / simulator. Masing-masing kaki dalam mikrokontroler ATmega16 mempunyai fungsi

tersendiri. Mikrokontroler ATMega16 mempunyai 28 pin, susunan masing-masing pin ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 ATMega16 (Sumber: Winoto, 2010)

Fungsi kaki-kaki ATMega16 adalah:

- VCC : Digital supply voltage.
- GND : Ground.
- RESET : Digunakan sebagai pin *reset* (aktif *low*)
- XTAL1 : Input ke penguat pembalik Oscillator dan masukan ke sirkuit operasi *timer* internal.
- XTAL2 : Output dari penguat pembalik Oscillator.



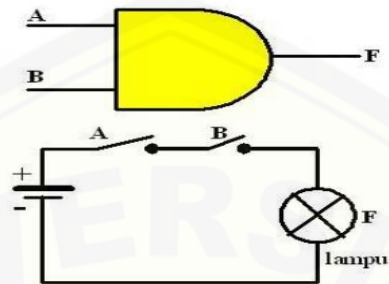
- AVCC : AVCC adalah pin tegangan suplai untuk Port A dan A / D Converter. Memerlukan sambungan eksternal yang terhubung pada VCC, Jika ADC digunakan, harus dihubungkan ke VCC melalui filter low-pass.
- AREF : AREF adalah pin referensi analog untuk A / D converter.
- Port A (PA7..PA0), Port B (PB7..PB0), Port C (PC7..PC0), Port D (PD7..PD0): Port I/O 8-bit dengan resistor *pull-up internal* tiap pin. *Buffer* port mempunyai kapasitas menyerap (*Sink*) dan mencatu (*Sorce*) (Winoto, 2010).

### 2.5 Gerbang Logika

Gerbang logika (*logic gate*) merupakan dasar pembentuk sistem digital. Gerbang logika beroperasi dengan bilangan biner, biasanya disebut gerbang logika biner. Tegangan yang digunakan dalam gerbang logika adalah tinggi (*high*) atau rendah (*low*). Tegangan rendah berarti biner 0, sedangkan tegangan tinggi berarti biner 1. Rangkaian ini hanya tanggap (*respond*) terhadap tegangan tinggi (yang disebut satuan) atau tegangan rendah (tegangan tanah) yang disebut nol. Sistem digital semuanya disusun hanya menggunakan tiga gerbang logika dasar, macam-macam gerbang dasar ini yaitu gerbang AND, gerbang OR, dan gerbang NOT (Tokheim, 1994).

### 2.5.1 Gerbang AND

Gerbang AND yang disebut “gerbang semua atau tidak satupun”.



Gambar 2.6 Rangkaian dan simbol AND (Sumber: Tokheim,1994)

Tabel 2.1 Tabel kebenaran AND dengan saklar

A	B	F
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

(Sumber: Tokheim, 1994)

Gambar 2.6 merupakan dasar tentang gerbang AND yang menggunakan saklar sederhana. Permasalahan yang dapat digunakan dalam gerbang AND bagaimana agar lampu menyala dengan kedua saklar A dan B. Lampu akan menyala bila kedua saklar masukan (A dan B) tertutup. Semua kemungkinan kombinasi untuk saklar A dan B ditunjukkan pada Gambar 2.6. Tabel kebenaran ini menunjukkan bahwa keluaran pada lampu mungkin menyala bila masukan tertutup. Simbol tersebut merupakan simbol untuk suatu gerbang AND 2 masukan. Keluaran akan menjadi 1 hanya bila kedua masukan A dan B adalah 1. Biner 0 didefinisikan sebagai suatu tegangan rendah atau tegangan tanah (Tokheim, 1994).

*Aljabar Boolean* merupakan bentuk logika simbolik yang menunjukkan bagaimana gerbang-gerbang logika beroperasi. Pernyataan *Boolean* merupakan suatu

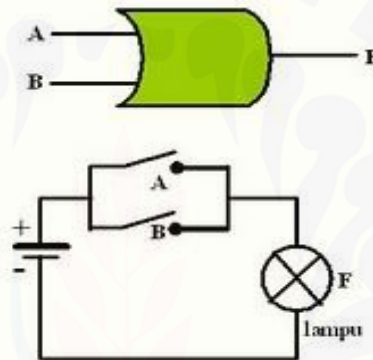
metode “tulisan cepat” untuk menunjukkan apa yang terjadi di dalam rangkaian logika. Pernyataan *Boolean* untuk rangkaian pada Gambar 2.6 adalah

$$A \cdot B = F \quad (2.1)$$

Pernyataan *Boolean* tersebut dibaca sebagai A AND (berarti AND) B sama dengan keluaran F (Tokheim, 1994).

### 2.5.2 Gerbang OR

Gerbang OR disebut gerbang “setiap atau semua”.



Gambar 2.7 Rangkaian dan simbol OR (Sumber: Tokheim, 1994)

Tabel 2.2 Tabel kebenaran OR dengan saklar

A	B	F
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

(Sumber: Tokheim, 1994)

Gambar 2.7 mengilustrasikan gagasan gerbang OR. Lampu akan menyala bila baik saklar A maupun B tertutup. Lampu tidak akan menyala bila kedua saklar (A dan B) terbuka. Semua kombinasi saklar dapat dilihat pada tabel kebenaran Gambar 2.7. Tabel kebenaran tersebut akan menggambarkan dengan terperinci fungsi OR dari rangkaian saklar dan lampu.

Simbol logika standar untuk gerbang OR pada Gambar 2.7. Pernyataan *Boolean* “tulisan cepat” untuk fungsi OR ini diberikan sebagai  $A + B = F$ . Simbol tanda tambah (+) dalam aljabar *Boolean* berarti OR. Pernyataan ( $A + B = F$ ) dibaca sebagai A OR B sama dengan keluaran F (Tokheim, 1994).

### 2.5.3 Gerbang NOT

Gerbang NOT disebut juga pembalik. Gerbang NOT atau pembalik merupakan suatu gerbang yang tidak biasa. Gerbang NOT hanya mempunyai satu masukan dan satu keluaran.



Gambar 2.8 Simbol gerbang NOT (Sumber: Tokheim, 1994)

Tabel 2.3 Tabel kebenaran gerbang NOT

Masukan A	Keluaran F
0	1
1	0

(Sumber: Tokheim, 1994)

Proses pembalikan merupakan hal yang sederhana. Gambar 2.8 menunjukkan tabel kebenaran untuk gerbang NOT. Masukkan selalu berubah menjadi lawannya. Bila masukan adalah 0, maka gerbang NOT akan memberikan *komplemen* atau lawannya yaitu 1. Bila masukan gerbang NOT adalah 1, maka rangkaian gerbang NOT akan mengkomplemenkannya menjadi 0. Pembalikan ini juga disebut pengkomplemenan. Istilah pembalikan, pengkomplemenan, dan penginversian

semuanya mempunyai arti yang sama. Pernyataan *Boolean* untuk sistem pembalikan adalah  $A = \bar{A}$  dibaca sebagai A sama dengan keluaran bukan A (Tokheim, 1994).

#### 2.5.4 Tabel Kebenaran pada Komparator

Rangkaian komparator adalah rangkaian yang mempunyai beberapa masukan dan beberapa keluaran yang sifatnya untuk membandingkan beberapa masukan terhadap masukan yang lain (Satyoadi, 2003). Pemisalan suatu komparator untuk A yang mempunyai 2 bit dan B yang mempunyai 2 bit dengan satu *output* X di mana  $X= 1$  untuk  $A>B$ ,  $X = 1$  untuk  $A=B$  dan  $X = 0$  untuk  $A<B$ .

Tabel 2.4 Tabel kebenaran pada komparator

$A_1$	$A_0$	$B_1$	$B_0$	X	$A_1$	$A_0$	$B_1$	$B_0$	X
0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	0	1	1	1	1	1

(  
(Sumber: Satyoadi, 2003)

Mapnya sebagai berikut :

Tabel 2.5 Tabel map kebenaran pada komparator

B <sub>1</sub> B <sub>0</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>0</sub>		X	
	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	0	1	1	1
11	0	0	1	0
10	0	0	1	1

$$X = A_1A_0 + \bar{B}_1\bar{B}_0 + A_0\bar{B}_1 + A_1\bar{B}_1 + A_0\bar{B}_0$$

(Sumber: Satyoadi, 2003)

## 2.6 Sensor PING Parallax

Pada dasarnya sensor PING terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40 KHz, sebuah *speaker* ultrasonik yang juga disebut transmitter dan sebuah mikrofon ultrasonik yang juga disebut *receiver*. *Speaker* ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara mikrofon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. Sensor PING mendeteksi objek dengan cara mengirimkan suara ultrasonik dan kemudian “mendengarkan” pantulan suara tersebut. Sensor PING hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa *trigger* dari mikrokontroler. Karakteristik:

1. Tegangan suplai: 5VDC
2. Konsumsi arus: 30 mA typ; 35 mA max
3. Jarak: 2 cm sampai 3 m (0.8 in sampai 3.3 yrd)
4. *Input Trigger*: positive TTL pulse, 2 us min, 5 us typ
5. *Echo Pulse*: positive TTL pulse, 115 us to 18.5 ms
6. *Echo Hold-off*: 750 us from fall of Trigger pulse

7. *Burst Frequency*: 40 kHz for 200  $\mu$ s

8. *Burst Indicator LED shows sensor activity*

9. *Delay before next measurement* : 200  $\mu$ s

10 Size: 22 mm H x 46 mm W x 16 mm D (0.84 in x 1.8 in x 0.6 in)

( Parallax, 2006).

Sensor merupakan “indra” bagi sebuah sistem. Sensor memperoleh data dari lingkungan berupa besaran mekanis dan menampilkannya kembali dalam bentuk besaran listrik. Salah satu jenis sensor yang banyak dipakai saat ini adalah sensor ultrasonik. Gelombang Ultrasonik dapat didefinisikan sebagai gelombang suara yang memiliki frekuensi diatas 20 Khz. Berdasarkan cara pengiriman dan penerimaan gelombang ultrasonik, sensor ultrasonik PING Parallax dibedakan menjadi 2 macam yaitu:

1. Sensor ultrasonik dengan pantulan

Hasil pengukuran sensor ini ditentukan oleh waktu dan amplitudo yang ditempuh gelombang ultrasonik tersebut. Sensor jenis ini biasanya digunakan untuk mengukur jarak suatu benda.

2. Sensor ultrasonik dengan perambatan

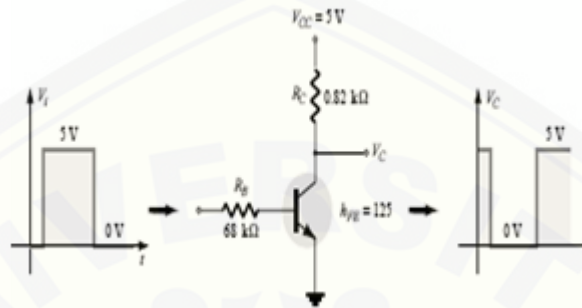
Hasil pengukuran sensor ini ditentukan oleh kecepatan perambatan, pembelokan atau pembiasaan arah gelombang, dan besarnya penguatan perambatan gelombang ultrasonik, karena sensor ini banyak digunakan untuk pengukuran laju aliran, baik zat cair maupun gas.

(Aldrin *et al.*, tanpa tahun).

## 2.7 Transistor

Transistor bipolar (*bipolar junction transistor*) biasanya digunakan sebagai saklar dan penguat pada rangkaian elektronika digital. Transistor terbuat dari material semikonduktor. Transistor biasanya lebih banyak dibuat dari bahan silicon. Tiga kaki

yang berlainan membentuk transistor bipolar adalah emitor, basis dan kolektor. Mereka dapat dikombinasikan menjadi jenis N-P-N atau P-N-P yang menjadi satu sebagai kaki transistor (Budiharto *et al.*, 2005).



Gambar 2.9 Rangkaian saklar transistor (Boylestad, *et al.*, 2005)

Aplikasi transistor atau BJT tidak dibatasi semata-mata sebagai penguat sinyal. Melalui desain yang benar dia bisa juga dipakai sebagai saklar untuk aplikasi kendali dan komputer. Rangkaian Gambar 2.12 dapat dipakai sebagai inverter pada rangkaian logika komputer. Tegangan output  $V_C$  adalah berlawanan dengan tegangan yang diberikan pada basis atau terminal input. Disamping itu tidak ada tegangan suplai DC yang diberikan ke rangkaian basis, hanya sumber DC yang dihubungkan ke kolektor atau output dan besar tipikalnya adalah 5 V (Boylestad *et al.*, 2005).

## 2.8 Komunikasi Serial RS232

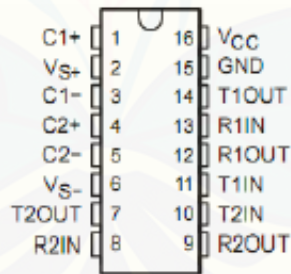
Komunikasi data serial sangat berbeda dengan format pemindahan data paralel. Pengiriman bit tidak dilakukan sekaligus melalui saluran paralel, tetapi setiap bit dikirimkan satu persatu melalui saluran tunggal. Pengiriman data secara serial harus ada sinkronisasi atau penyesuaian antara pengirim dan penerima agar data yang dikirim dapat diterima dengan tepat dan benar oleh penerima. Salah satu *mode* transmisi dalam komunikasi serial adalah *mode asynchronous*. Transmisi serial *mode*



ini digunakan apabila pengiriman data dilakukan satu karakter tiap pengiriman. Satu karakter dengan yang lainnya tidak ada waktu antara yang tetap. Karakter dapat dikirimkan sekaligus ataupun beberapa karakter kemudian berhenti untuk waktu yang tidak tentu, kemudian dikirimkan sisanya. Bit data ini dikirimkan dengan periode yang acak sehingga pada sisi penerima data akan diterima kapan saja. Adapun sinkronisasi yang terjadi pada *mode* transmisi ini dengan memberikan bit-bit penanda awal dari data dan penanda akhir dari data pada sisi pengirim maupun dari sisi penerima (Najmurokhman, 2011).

Format data komunikasi *serial* terdiri dari parameter-parameter yang dipakai untuk menentukan bentuk data *serial* yang dikomunikasikan, dimana elemen-elemennya terdiri dari:

- a) Kecepatan mobilisasi data per bit (*baud rate*),
- b) Jumlah bit data per karakter (*data length*),
- c) *Parity* yang digunakan,
- d) Jumlah stop bit dan *start bit*.

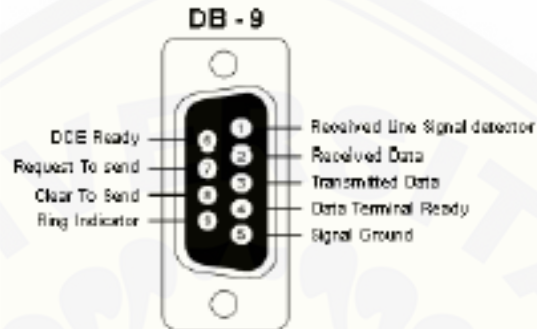


Gambar 2.10 Rangkaian RS232 (Sumber: Najmurokhman, 2011)

RS232 sebagai komunikasi *serial* mempunyai 9 pin yang memiliki fungsi masing-masing. Pin yang biasa digunakan adalah pin 2 sebagai *received data*, pin 3 sebagai *transmitted data*, dan pin 5 sebagai *ground signal*. Karakteristik elektrik dari RS232 adalah sebagai berikut:

- a) *Space (logic 0)* mempunyai *level* tegangan sebesar +3 s/d +25Volt,
- b) *Mark (logic 1)* mempunyai *level* tegangan sebesar -3 s/d -25Volt,

- c) *Level* tegangan antara +3 s/d -3 Volt tidak terdefiniskan,
- d) Arus yang melalui rangkaian tidak boleh melebihi dari 500 mA, ini dibutuhkan agar sistem yang dibangun bekerja dengan akurat.



Gambar 2.11 DB9 (Sumber: Najmurokhman, 2011)

## 2.9 Wavecom Fastrack M1306B

Modem Fastrack M1306B adalah modul komunikasi seluler GSM yang menggunakan prinsip *Plug and Play* sehingga tidak memerlukan instalasi yang rumit untuk dapat menggunakannya. Wavecom Fastrack M1306B juga menyediakan komunikasi data dengan perangkat luar melalui antarmuka serial serta yang dapat diprogram dengan menggunakan perintah-perintah AT Command. Bentuk fisik Wavecom Fastrack M1306B ditunjukkan dalam Gambar 2.12 (Wavecom, 2006).



Gambar 2.12 Bentuk fisik Wavecom Fastrack M1306B (Sumber: Wavecom.com, 2006)



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biofisika Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember pada bulan September 2015 sampai selesai.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1 Alat

Beberapa komponen elektronika yang digunakan untuk membuat keseluruhan rangkaian adalah sebagai berikut:

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| 1. Penggaris             | 15. IC Op-amp 741            |
| 2. <i>Cutter</i>         | 16. Kabel konektor           |
| 3. Pinset                | 17. Adaptor AC/DC            |
| 4. Spidol permanen       | 18. PCB                      |
| 5. Tang potong           | 19. <i>Wavecom</i>           |
| 6. Solder                | 20. Multimeter               |
| 7. Tang cucut            | 21. Kiprok                   |
| 8. Bor PCB               | 22. Elco                     |
| 9. Solder atraktor       | 23. Komunikasi serial RS232  |
| 10. Resistor             | 24. LCD 2x16                 |
| 11. Transistor           | 25. <i>Relay Solid State</i> |
| 12. Sensor PING parallax | 26. Bor tangan               |
| 13. ATmega16             | 27. Lem tembak               |
| 14. Motor DC             | 28. Gigi roda dan rantai     |

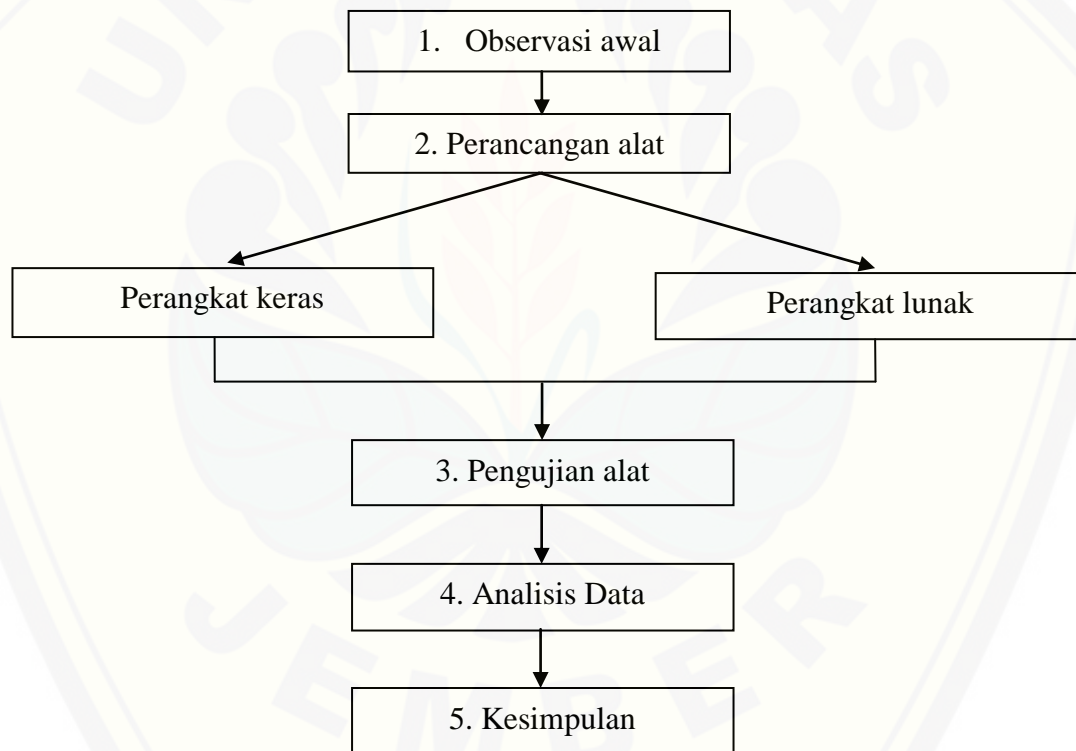
### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah:

1. Air, Akrilik dan alumunium

### 3.3 Tahap Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang telah dilakukan dalam penelitian terpapar dalam bagan Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Bagan Tahap Penelitian