

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL KRAN  
WUDLU MENGGUNAKAN PIR  
(PASSIVE INFRARED RECEIVER)**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh :**

**SYAHADAT HERU W**

**NIM : 05.12.223**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2011**

8024

REPUBLICAN REVOLUTIONARY PARTY  
REVOLUTIONARY PARTY  
NATIONAL REVOLUTIONARY PARTY  
REVOLUTIONARY PARTY

MEM: 02'18'333

REPUBLICAN REVOLUTIONARY PARTY

REVOLUTIONARY PARTY

REVOLUTIONARY PARTY

(REVOLUTIONARY PARTY)

REVOLUTIONARY PARTY

REVOLUTIONARY PARTY

# LEMBAR PERSETUJUAN

*Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol  
Kran Wudhu Menggunakan PIR ( Passive Infrared Receiver )*

## SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

Syahadat Heru Wibrata

05.12.223

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
NIP.Y. 1018800189

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST, MT  
NIP.P. 1030800417

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2011**

## **ABSTRAK**

### **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL KRAN WUDHU MENGUNAKAN PIR ( *PASSIVE INFRARED RECEIVER* )**

**Syahadat Heru Wibrata, NIM 0512223**

**Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT**

Kran konvensional yang pengoperasiannya dengan cara diputar dapat digantikan dengan sistem otomatisasi dengan tujuan memudahkan pengoperasian dan untuk penghematan air.

Dengan pemanfaatan sensor pada rangkaian elektronika maka penskalaran kran dan pengisian air pada tandon akan bekerja dengan otomatis sesuai keadaan yang diharapkan. Dengan demikian kran untuk mengeluarkan air dan menghentikannya tidak perlu diputar, karena kran mengeluarkan air jika ada anggota tubuh yang diarahkan ke depan sensor dan menghentikan aliran air jika tidak anggota tubuh yang diarahkan. Sedangkan pada tandon, air akan selalu terjaga kapasitasnya sehingga tidak terjadi kehabisan atau kelebihan air ketika pengisian.

Dalam pendeteksian ada tidaknya tangan yang diarahkan ke arah kran memanfaatkan sensor PIR(*passive infrared*) dan sebagai pengendali sistem secara keseluruhan menggunakan mikrokontroler AVR ATmega16. Sedangkan pada hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah volume air yang dikeluarkan pada alat wudhu otomatis lebih sedikit daripada alat wudhu biasa sehingga terdapat efisiensi pemakaian air.

**Kata kunci:** mikrokontroler, kran otomatis, tandon otomatis.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan YME atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan judul, *Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol Kran Wudhu menggunakan PIR ( Passive Infrared Receiver )*.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam menyelesaikan program studi (S-1) Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Elektronika di Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam penyusunan skripsi ini penulis tidak lepas dari bantuan dari berbagai banyak pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr.Ir.Eng. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir.Sdik, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku ketua jurusan Teknik Elektro S-1.
4. Bapak Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST, MT selaku dosen Pembimbing yang dengan sabar banyak memberi masukan- masukan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu dosen Teknik Elektro yang telah banyak memberi saran dan kritik.
6. Untuk kedua Orang tua dan semua saudaraku yang selalu berdoa dan memberi dukungan moral dalam penyusunan skripsi ini.
7. Rekan – rekan mahasiswa dan semuanya yang telah membantu untuk sampai terselesaikannya skripsi ini.
8. Untuk My honey Vina Ulandari (chocowal) yang selalu membantu dan memberi semangat dalam penyusunan skripsi ini.
9. Untuk teman-teman Lancer Electronik terutama Bapak Nyoman Susita yang selalu memberi semangat dalam penyusunan skripsi ini.
10. Untuk teman – teman yang gak bisa penulis sebutkan satu persatu terima kasih atas bantuannya.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca. Dan semoga skripsi ini bermanfaat untuk kedepannya khususnya mahasiswa Institut Teknologi Nasional Malang.

Malang, February 2011

Penyusun

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....                                | i    |
| <b>ABSTRAK</b> .....   | ii   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                    | iii  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....  | v    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                      | vii  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                     | viii |
| <br>   |      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                                 | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                                      | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                     | 2    |
| 1.3. Batasan Masalah .....                                     | 2    |
| 1.4. Tujuan .....  | 2    |
| 1.5. Manfaat .....   | 2    |
| 1.6. Sistematika Penulisan .....                               | 3    |
| <br>   |      |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                           | 4    |
| 2.1. Mikrokontroler AVR ATmega16 .....                         | 4    |
| 2.1.1. Fitur ATmega16 .....                                    | 4    |
| 2.1.2. Konfigurasi Pin ATmega16 .....                          | 5    |
| 2.1.3. Blok Diagram ATmega16.....                              | 7    |
| 2.1.4. Arsitektur Mikrokontroler AVR RISC .....                | 8    |
| 2.1.5. General Purpose Register .....                          | 9    |
| 2.1.6. Stack pointer .....                                     | 9    |
| 2.1.7. Peta memory AVR ATmega16 .....                          | 10   |
| 2.1.7.1. Memory Program .....                                  | 10   |
| 2.1.7.2. Memory Data (SRAM) .....                              | 10   |
| 2.1.7.3. Memory Data EEPROM .....                              | 11   |
| 2.1.8. Status Register (SREG) .....                            | 11   |
| 2.2. PIR (Passive Infrared Receiver) .....                     | 12   |
| 2.2.1. Prinsip Kerja Sensor PIR .....                          | 12   |
| 2.3. Elektroda .....   | 13   |
| 2.4. ULN2003 .....   | 13   |
| 2.5. Valve Selenoid .....                                      | 14   |
| 2.6. Relay .....   | 14   |
| 2.7. Transistor .....  | 16   |
| 2.7.1. Transistor Sebagai Saklar .....                         | 16   |
| 2.8. Buzzer .....  | 17   |
| 2.9. Bahasa Basic Pada Compiler Bascom .....                   | 17   |
| <br>   |      |
| <b>BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT</b> .....            | 18   |
| 3.1. Perancangan Secara Umum .....                             | 18   |
| 3.2. Perancangan Perangkat Keras .....                         | 19   |
| 3.2.1. Mikrokontroler Sebagai Sistem Minimum .....             | 20   |
| 3.2.2. Perancangan Rangkaian Sensor Level Ketinggian Air ..... | 21   |
| 3.2.3. Perancangan Rangkaian Sensor PIR .....                  | 23   |
| 3.2.4. Perancangan Rangkaian Pompa Air .....                   | 24   |
| 3.2.5. Perancangan Rangkaian Valve Selenoid .....              | 25   |
| 3.2.6. Perancangan Rangkaian Buzzer .....                      | 26   |

|                             |  |           |
|-----------------------------|--|-----------|
| 3.3.                        | Perancangan Perangkat Lunak .....  | 27        |
| 3.4.                        | Prinsip Kerja Keseluruhan .....  | 31        |
| <b>BAB IV</b>               | <b>HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA .....</b>   | <b>32</b> |
| 4.1.                        | Pengujian .....  | 32        |
| 4.1.1.                      | Pengujian Mikrokontroler ATmega16.....   | 32        |
| 4.1.1.1.                    | Pengujian .....  | 32        |
| 4.1.1.2.                    | Peralatan yang Digunakan .....   | 32        |
| 4.1.1.3.                    | Prosedur Pengujian .....   | 32        |
| 4.1.1.4.                    | Hasil Pengujian .....  | 33        |
| 4.1.2.                      | Pengujian Sensor Level Ketinggian Air .....  | 33        |
| 4.1.3.                      | Pengujian Sensor PIR .....   | 34        |
| 4.1.4.                      | Pengujian Valve Selenoid.....  | 35        |
| 4.1.5.                      | Pengujian Pompa Air .....  | 36        |
| 4.2.                        | Pengujian Keseluruhan Sistem .....   | 37        |
| 4.2.1.                      | Pengujian Secara Fungsional.....   | 37        |
| 4.2.2.                      | Pengujian Efisiensi Pemakaian Air Wudhu.....   | 42        |
| 4.2.2.1.                    | Tujuan .....   | 42        |
| 4.2.2.2.                    | Peralatan yang Digunakan .....   | 42        |
| 4.2.2.3.                    | Prosedur Pengujian .....   | 42        |
| 4.2.2.4.                    | Hasil Pengujian .....  | 45        |
| 4.2.2.5.                    | Hasil Perhitungan Pengujian .....  | 48        |
| 4.2.2.6.                    | Perhitungan Prosentase Penghematan Air Rata-Rata Pada Wudhu Otomatis Dengan Wudhu manual Kran Terbuka Penuh .....    | 49        |
| 4.2.2.7.                    | Perhitungan Prosentase Penghematan Air Rata-Rata Pada Wudhu Otomatis Dengan Wudhu manual Kran Terbuka Setengah ..... | 50        |
| 4.2.2.8.                    | Perhitungan Prosentase Penghematan Air Rata-Rata Pada Wudhu Otomatis Dengan Wudhu manual Kran Terbuka Kecil.....     | 50        |
| <b>BAB V</b>                | <b>PENUTUP .....</b>   | <b>51</b> |
| 5.1.                        | Kesimpulan.....  | 51        |
| 5.2.                        | Saran .....  | 52        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> |  | <b>53</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>       |  | <b>54</b> |



## DAFTAR TABEL

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabel 4-1  | Hasil Pengujian Sistem Mikrokontroller .....   | 33 |
| Tabel 4-2  | Hasil Pengujian Sensor Level Ketinggian Air .....  | 34 |
| Tabel 4-3  | Hasil Pengujian Sensor PIR .....   | 34 |
| Tabel 4-4  | Jarak Objek yang Dapat Diterima Oleh PIR .....   | 35 |
| Tabel 4-5  | Hasil Pengujian Rangkaian Driver Valve .....   | 36 |
| Tabel 4-6  | Hasil Pengujian Pompa Air .....  | 37 |
| Tabel 4-7  | Hasil Pengujian Volume Air yang Digunakan untuk Berwudhu<br>.....  | 46 |
| Tabel 4-8  | Hasil Perhitungan Pengujian Volume Air Pada Wudhu Otomatis<br>Dengan Wudhu Manual Kran Terbuka Penuh .....   | 48 |
| Tabel 4-9  | Hasil Perhitungan Pengujian Volume Air Pada Wudhu Otomatis<br>Dengan Wudhu Manual Kran Terbuka Setengah..... | 48 |
| Tabel 4-10 | Hasil Perhitungan Pengujian Volume Air Pada Wudhu Otomatis<br>Dengan Wudhu Manual Kran Terbuka Kecil.....    | 49 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 2-1  | Pin ATmega16 Kemasan 40 Pin .....                       | 5  |
| Gambar 2-2  | Blok Diagram AVR ATmega16 .....                         | 7  |
| Gambar 2-3  | Arsitektur AVR ATmega16 .....                           | 8  |
| Gambar 2-4  | General Purpose Register ATmega16 .....                 | 9  |
| Gambar 2-5  | Stack Pointer .....                                     | 9  |
| Gambar 2-6  | Peta Memory Program ATmega16 .....                      | 10 |
| Gambar 2-7  | Status Register ATmega16 .....                          | 11 |
| Gambar 2-8  | Cara Kerja Sensor PIR .....                             | 13 |
| Gambar 2-9  | Blok Diagram ULN2003 .....                              | 14 |
| Gambar 2-10 | Contact Normally Close (NC).....                        | 15 |
| Gambar 2-11 | Contact Normally Open (NO) .....                        | 15 |
| Gambar 2-12 | Rangkaian Transistor Sebagai Saklar .....               | 17 |
| Gambar 3-1  | Blok Diagram Sistem .....                               | 19 |
| Gambar 3-2  | Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega16 .....  | 20 |
| Gambar 3-3  | Rangkaian Oscillator .....                              | 21 |
| Gambar 3-4  | Rangkaian Sensor Level Ketinggian Air .....             | 22 |
| Gambar 3-5  | Rangkaian Sensor PIR .....                              | 23 |
| Gambar 3-6  | Rangkaian Pompa Air .....                               | 25 |
| Gambar 3-7  | Rangkaian Valve Selenoid .....                          | 26 |
| Gambar 3-8  | Rangkaian Buzzer .....                                  | 27 |
| Gambar 3-9  | Flowchart Otomatisasi Tandon Air .....                  | 28 |
| Gambar 3-10 | Flowchart Otomatisasi Kran Air .....                    | 30 |
| Gambar 4-1  | Blok Diagram Pengujian Mikrokontroler .....             | 32 |
| Gambar 4-2  | Blok Diagram Pengujian Rangkaian Valve .....            | 36 |
| Gambar 4-3  | Kran Wudhu Otomatis dan Kran Wudhu Manual .....         | 43 |
| Gambar 4-4  | Diagram Blok Pengujian Kran Wudhu Secara Otomatis ..... | 43 |
| Gambar 4-5  | Diagram Blok Pengujian Kran Wudhu Secara Manual .....   | 44 |
| Gambar 4-6  | Deras Air Wudhu Kran Manual Terbuka Besar.....          | 46 |
| Gambar 4-7  | Deras Air Wudhu Kran Manual Terbuka Setengah.....       | 47 |
| Gambar 4-8  | Deras Air Wudhu Kran Manual Terbuka Kecil.....          | 47 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Era dimana kini setiap masalah harus diselesaikan dengan cepat dan akurat menyebabkan banyak pihak memanfaatkan perkembangan teknologi sebagai salah satu solusi alternatif terbaik. Karena perkembangan teknologi itu sendiri banyak masalah dapat dipecahkan dengan sistematis dan masyarakat merasakan manfaat tersebut. Beberapa masalah terdahulu yang belum diikuti teknologi yang memadai kini dapat dipecahkan dengan semakin meningkatnya teknologi itu sendiri.

Salah satu masalah yang sering terjadi di Indonesia yaitu mengenai pengolahan sumber daya air. Pada banyak daerah, air menjadi masalah oleh masyarakat entah itu pengolahan sumber air bersih, kerusakan di daerah aliran sungai (DAS), air kotor, bahkan kekeringan. Di antara banyak masalah mengenai pengelolaan air, penggunaan jumlah air yang tidak efisien adalah masalah umum yang hampir terjadi di berbagai tempat khususnya daerah perkotaan. Contoh dari tidak efisiennya penggunaan air oleh masyarakat terjadi pada fasilitas-fasilitas umum seperti toilet, wastafel, bahkan tempat wudhu pada masjid dan musholah.

Penyebab masalah penggunaan air yang tidak efisien diantaranya adalah kurangnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pemanfaatan air yang se-efisien mungkin dan penggunaan sistem pensaklaran yang masih tradisional dengan cara memutar kran. Salah satu contoh ketika masyarakat sedang berwudhu. Wudhu' adalah penggunaan air untuk anggota-anggota tubuh tertentu – yaitu wajah, dua tangan, kepala, dan dua kaki – untuk menghilangkan apa yang menghalangi seseorang untuk melaksanakan shalat dan ibadah yang lain. Pada saat berwudhu masyarakat tentu tidak bisa menutup-buka kran disela-sela waktu mengambil air dengan membasuh anggota tubuh agar tidak banyak air yang tidak terbuang. Untuk itu dalam masalah ini peran teknologi dapat dimasukkan sebagai solusi.

Solusi dari permasalahan pemanfaatan air yang efisien dapat memanfaatkan teknologi elektronika. Dengan pemanfaatan sensor pada rangkaian elektronik maka pensaklaran kran dan pengisian air pada tandon akan bekerja dengan otomatis sesuai keadaan yang diharapkan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sebuah sistem kran air wudlu secara otomatis.
2. Bagaimana memanfaatkan PIR sebagai sensor pendeteksi orang yang melakukan wudlu.

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya pembahasan, maka permasalahan yang diangkat dibatasi pada beberapa hal, yaitu sebagai berikut:

1. Rangkaian utama menggunakan Mikrokontroler ATmega 16.
2. Jarak antara posisi sumber air, tandon, dan kran hanya berupa simulasi.
3. *Level* ketinggian air pada tandon ada 2 level ( penuh dan kosong ).
4. Level ketinggian air pada sumber air berupa sumur ada 1 level ( kosong ).
5. Sumber air (sumur) dan tandon masing-masing berjumlah satu, sedangkan kran air berjumlah empat.
6. Tidak membahas mengenai catu daya.
7. Bahasa yang digunakan adalah *BASIC* dengan *compiler BASCOM*.
8. Tidak membahas program.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dari pengerjaan skripsi ini adalah merancang dan membuat alat yang memfungsikan kran agar dapat bekerja secara otomatis dan pengisian tandon air dari sumber air (sumur) yang juga bekerja secara otomatis. Dengan alat ini maka kran untuk mengalirkan air dan menghentikannya tidak perlu dengan diputar, karena kran akan mengeluarkan air jika ada anggota tubuh yang diarahkan ke depan sensor dan menghentikan aliran air jika tidak ada anggota tubuh yang diarahkan. Sedangkan pada tandon, air akan selalu terjaga kapasitasnya sehingga tidak terjadi kehabisan atau kelebihan air ketika pengisian.

## 1.5 Manfaat

Manfaat dari skripsi ini adalah mempermudah masyarakat untuk mendapatkan air dari kran tanpa harus memutar kran itu sendiri, dimana sumber air kran tersebut berasal dari pengisian air tandon yang diambil dari sumber air berupa sumur yang juga bekerja secara otomatis. Serta dapat menghemat air di sela-sela waktu saat berwudhu.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan skripsi ini secara garis besar sebagai berikut:

### **Bab I :PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan manfaat tugas akhir ini.

### **Bab II :TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini berisi tentang tinjauan pustaka yang meliputi alat-alat yang akan digunakan.

### **Bab III :PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Pada bab ini dibahas mengenai perancangan dan pembuatan perangkat yang meliputi hardware dan software.

### **Bab IV :HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA**

Berisi mengenai hasil dari perancangan dan pembuatan yang sudah dilakukan. Hasil dari setiap kondisi pengujian dianalisa pada bab ini.

### **Bab V :PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari masalah yang ada.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Mikrokontroler AVR ATMEGA16**

Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler AVR ATmega16. AVR adalah mikrokontroler RISC (Reduce Instruction Set Compute) 8bit berdasarkan arsitektur Harvard, yaitu dibuat oleh atmel pada tahun 1996. AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu AVR memiliki kecepatan dieksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Compute*) dimana mikrokontroler MCS51 membutuhkan 12 siklus *clock* untuk mengeksekusi 1 instruksi. Selain itu mikrokontroler AVR memiliki fitur yang lengkap (ADC Internal, EEPROM Internal, Timer atau Counter, PWM, Port I/O, Komunikasi serial, Komparator, I2C, dll), sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini programmer dan desainer dapat menggungkannya untuk berbagai aplikasi system elektronika seperti robot, peralatan telekomunikasi, dan berbagai keperluan lain.

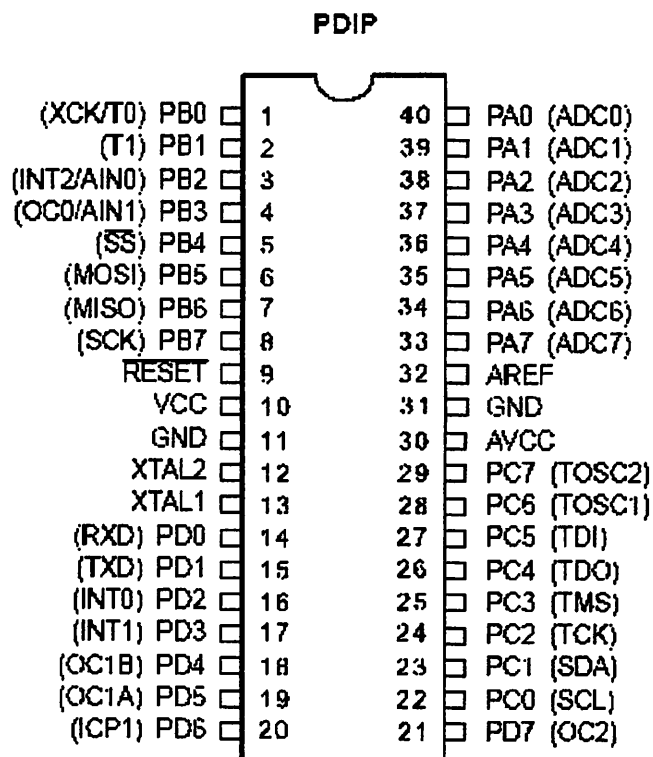
#### **2.1.1 Fitur ATmega16**

Fitur yang dimiliki ATmega16 adalah sebagai berikut:

- Mikrokontroler AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi dengan daya rendah
- Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz
- Memiliki kapasitas flash memori 16KB, EEPROM 512Byte dan SRAM 1 Kbyte
- Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu port A, port B, port C dan port D.
- CPU yang terdiri atas 32 buah register
- Unit interupsi internal dan eksternal
- Port USART untuk komunikasi serial
- Fitur peripheral
- Tiga buah timer/ Counter dengan kemampuan pembandingan.
- Real time counter dengan Oscillator tersendiri
- Empat channel PWM
- 8 channel, 10-bit ADC
- Byte-oriented Two-wire Serial Interface
- Programmable Serial USART

- Antarmuka SPI
- Watchdog Timer dengan oscillator internal
- On-chip Analog Comparator

### 2.1.2 Konfigurasi PIN AVR ATmega16



**Gambar 2.1**  
Pin ATmega16 kemasan 40 pin<sup>1</sup>

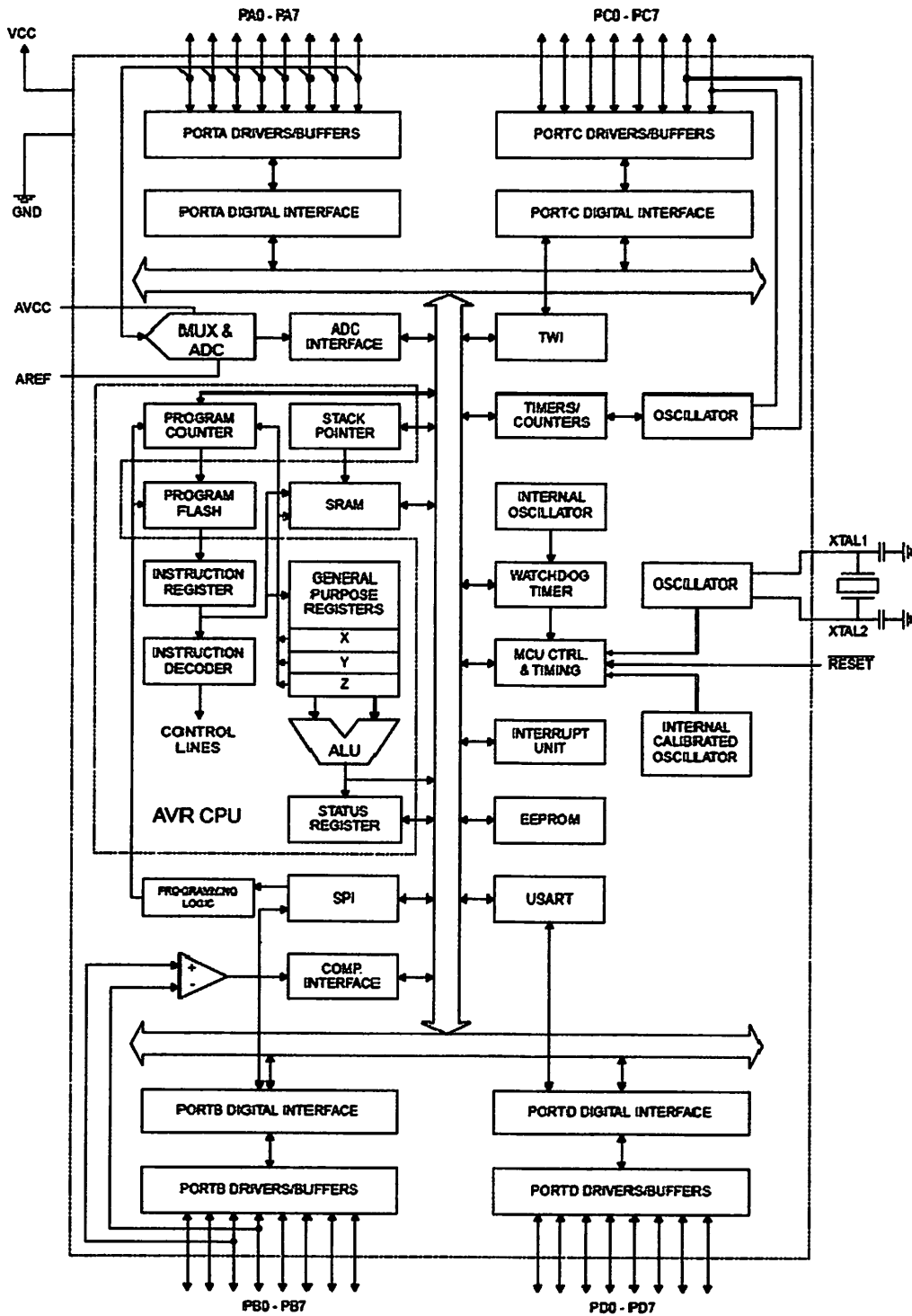
Konfigurasi pin ATmega16 dengan kemasan 40 pin DIP (Dual Interline Package) dapat dilihat dalam gambar 2.1. Dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega16 sebagai berikut:

1. Pin 1 sampai 8 (Port B0 – B8) merupakan port paralel 8 bit dua arah (bidirectional) dapat digunakan untuk berbagai keperluan (general purpose) selain itu mempunyai fungsi khusus T0 (Timer 0), T1 (Timer 1), INT2 (Interrupt 2) dan ISP pada MOSI, MISO, SCK.
2. Pin 9 (reset) adalah masukan reset (aktif Low). Pulsa transisi dari tinggi ke rendah akan me-reset. Pin 9 dihubungkan dengan rangkaian power on reset (gambar 2.1).
3. Pin 10 (Vcc), Power Supply 4,5V sampai dengan 5,5V.
4. Pin 11 (Gnd), Ground.

5. Pin 12 (X<sub>tall</sub> 2), adalah input bagi inverting oscillator amplifier dan input bagi clock internal.
6. Pin 13 (X<sub>tall</sub> 1), adalah Output inverting oscillator amplifier.
7. Pin 14 sampai 21 (Port D0 sampai D8) merupakan port paralel 8 bit dua arah (bidirectional) dapat digunakan untuk berbagai keperluan (general purpose). mempunyai fungsi khusus RXD - TXD (serial), dan INT1 (interrupt 1).
8. Pin 22 sampai 29 (Port C0 sampai C8) merupakan port paralel 8 bit dua arah (bidirectional) dapat digunakan untuk berbagai keperluan (general purpose).
9. Pin 33 sampai 40 (Port A7 sampai A0) merupakan port paralel 8 bit dua arah (bidirectional) dapat digunakan untuk berbagai keperluan (general purpose).

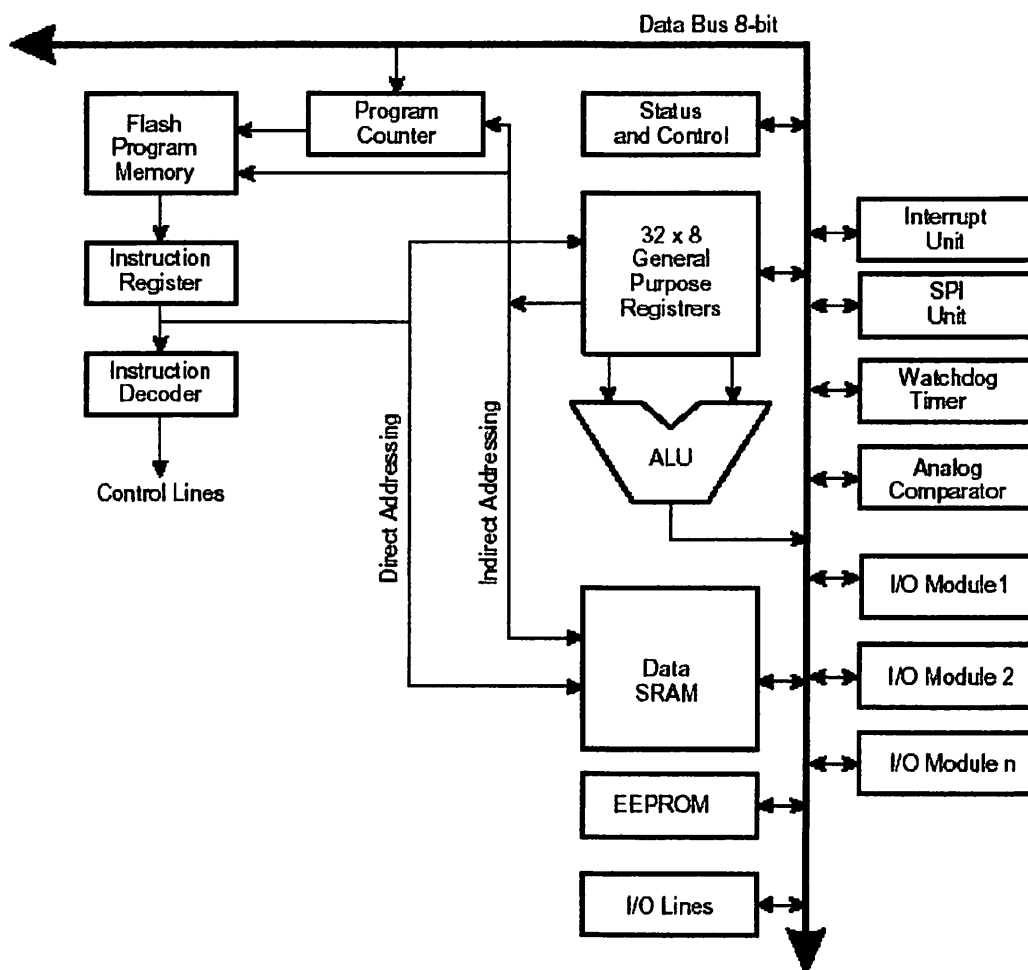


### 2.1.3 Blok Diagram ATMEGA16



**Gambar 2.2**  
 Blok Diagram AVR ATmega16  
 Sumber: Data Sheet Atmega16

### 2.1.4 Arsitektur Mikrokontroler AVR RISC



**Gambar 2.3**  
Arsitektur AVR Atmega16  
Sumber: Data Sheet Atmega16

AVR menggunakan arsitektur Harvard dengan memisahkan antara memory dan bus untuk program dan data untuk memaksimalkan kemampuan dan kecepatan. Instruksi dalam memory program dieksekusi dengan pipelining single level. Dimana ketika satu instruksi dieksekusi, instruksi berikutnya diambil dari memory program. Konsep ini mengakibatkan instruksi dieksekusi dari setiap clock cycle. CPU terdiri dari 32x8-bit general purpose register yang dapat di akses dengan cepat dalam satu clock cycle, yang mengakibatkan operasi Arithmetic Logic Unit (ALU) dapat dilakukan dalam satu cycle. Pada operasi ALU, 2 operand berasal dari register, kemudian operasi dieksekusi dan hasilnya disimpan kembali pada register dalam satu clock cycle. Operasi aritmatik dan logic pada ALU akan mengubah bit-bit yang terdapat pada status register (SREG). Proses pengambilan instruksi dan pengekseskuan instruksi berjalan secara paralel.

## 2.1.5 General Purpose Register AVR

|  | 7   | 0 | Addr. |                      |
|--|-----|---|-------|----------------------|
| General<br>Purpose<br>Working<br>Registers | R0  |   | \$00  |                      |
|  | R1  |   | \$01  |                      |
|  | R2  |   | \$02  |                      |
|  | ... |   |       |                      |
|  | R13 |   | \$0D  |                      |
|  | R14 |   | \$0E  |                      |
|  | R15 |   | \$0F  |                      |
|  | R16 |   | \$10  |                      |
|  | R17 |   | \$11  |                      |
|  | ... |   |       |                      |
|  | R25 |   | \$1A  | X-register Low Byte  |
|  | R27 |   | \$1B  | X-register High Byte |
|  | R28 |   | \$1C  | Y-register Low Byte  |
|  | R29 |   | \$1D  | Y-register High Byte |
|  | R30 |   | \$1E  | Z-register Low Byte  |
|  | R31 |   | \$1F  | Z-register High Byte |

**Gambar 2.4**  
General Purpose Register ATmega16  
Sumber: Data Sheet Atmega16

Struktur 32 general Purpose register yang terdapat dalam CPU, masing-masing register ditentukan juga dalam alamat memori data, dipetakan ke dalam 32 lokasi pertama data user. Walaupun tidak secara fisik diimplementasikan sebagai lokasi SRAM, namun pengaturan ini memberikan fleksibilitas dalam mengakses register, seperti register pointer x,y, dan z dapat diset menuju indeks dari register file manapun.

## 2.1.6 Stack Pointer

Stack utamanya digunakan untuk menyimpan data sementara, untuk menyimpan variable local dan untuk menyimpan return address setelah interrupt dan pemanggilan subrutin. Stack Pointer selalu menunjuk ke puncak Stack. Stack diimplementasikan mulai dari lokasi memory tertinggi ke lokasi memory terendah, sehingga perintah Push akan mengurangi Stack Pointer.

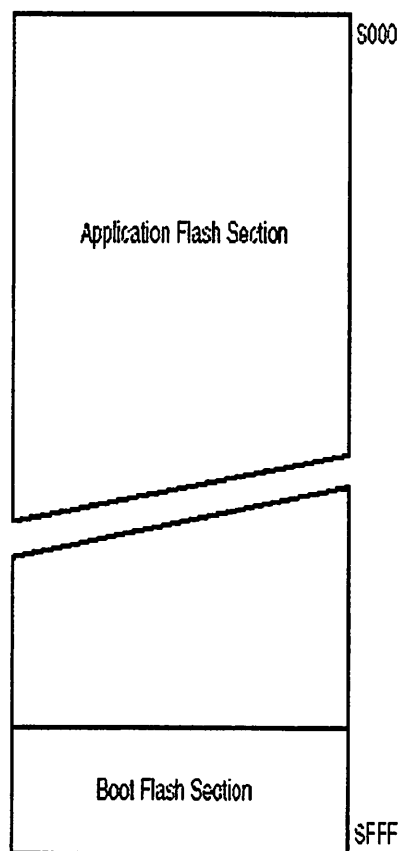
| Bit           | 15   | 14   | 13   | 12   | 11   | 10   | 9   | 8   |     |
|---------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
|               | SP15 | SP14 | SP13 | SP12 | SP11 | SP10 | SP9 | SP8 | SPH |
|               | SP7  | SP6  | SP5  | SP4  | SP3  | SP2  | SP1 | SP0 | SPL |
| Read/Write    | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W | R/W |     |
| Initial Value | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0   |     |

**Gambar 2.5**  
Stack Pointer  
Sumber: Data Sheet Atmega16

## 2.1.7 Peta Memory AVR ATmega16

### 2.1.7.1 Memory Program

Arsitektur AVR mempunyai dua memory utama, yaitu memory data dan memory program. Selain itu, ATmega16 memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. Atmega16 memiliki 16 Kbyte On-chip In-System Reprogrammable flash memori untuk menyimpan program. Karena semua instruksi AVR memiliki format 16 atau 32 bit, flash diatur dalam 8K x 16 bit. Untuk keamanan program, memori program, flash dibagi dalam kedua bagian yaitu bagian program Boot dan aplikasi. Bootloader adalah program kecil yang bekerja saat start up time yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi kedalam memori prosesor.



**Gambar 2.6**

Peta Memory Program ATmega16  
Sumber: Data Sheet Atmega16

### 2.1.7.2 Memory Data (SRAM)

Memori data AVR ATmega16 terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah register umum, 64 buah register I/O dan 1Kbyte SRAM internal. General purpose register menempati alamat data terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sedangkan memori I/O

menempati 64 alamat berikutnya mulai dari \$20 hingga \$5F. Memori I/O merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai peripheral mikrokontroler seperti control register, timer, counter, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. 1024 alamat memori berikutnya mulai alamat \$60 hingga \$45F digunakan untuk SRAM internal.

### 2.1.7.3 Memory Data EEPROM

ATmega16 terdiri dari 512 byte memori data EEPROM 8 bit, data dapat tulis/baca dari memori ini, ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat nonvolatile. Alamat EEPROM mulai \$000 sampai \$1FF.

### 2.1.8 Status Register (SREG)

Status register adalah register berisi status yang dihasilkan pada setiap operasi yang dilakukan ketika suatu instruksi dieksekusi. SREG merupakan bagian dari inti CPU mikrokontroler.

|               |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Bit           | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |      |
|               | I   | T   | H   | S   | V   | N   | Z   | C   | SREG |
| Read/Write    | R/W | R/W | RAW | R/W | R/W | R/W | RAW | R/W |      |
| Initial Value | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |      |

**Gambar 2.7**  
Status Register ATmega16  
Sumber: Data Sheet Atmega16

- Bit 7 : I (Global Interrupt Enable)  
Bit untuk mengaktifkan interupsi, jika terjadi interupsi yang dipicu oleh hardware bit I akan di-clear, dan akan di set kembali menggunakan instruksi RETI.
- Bit 6 : T (Bit Copy Storage)
- Bit 5 : H (Half Carry Flag)
- Bit 4 : S (Sign Bit)  
Bit S merupakan hasil operasi EOR antara Flag-N (negative) dan flag-V (Komplemen dua overflow).
- Bit 3 : V (Two's Complement Overflow Flag)  
Bit berguna untuk mendukung operasi aritmatika.
- Bit 2 : N (Negative Flag)

Apabila suatu operasi menghasilkan bilangan negative maka flag-N akan diset.

- Bit 1 : Z (Zero Flag)

Bit akan diset bila hasil operasi yang diperoleh adalah nol.

- Bit 0 : C (Carry Flag)

Bit akan diset bila hasil operasi menghasilkan carry.

## 2.2 PIR (*Passive Infrared Receiver*)

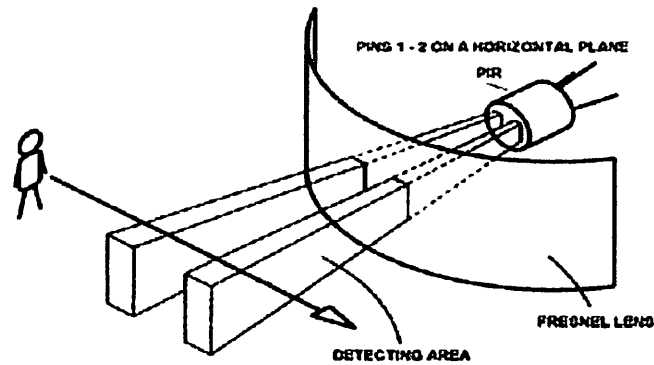
Sensor PIR memungkinkan untuk digunakan mendeteksi gerakan, hampir selalu digunakan untuk mendeteksi apakah ada bagian tubuh manusia telah melewati ke dalam atau ke luar jangkauan sensor. Sering juga disebut sebagai “inframerah pasif”, “piroelektrik”, atau sensor “IR motion”.

PIR merupakan sebuah sensor berbasis *infrared*. Akan tetapi, tidak seperti sensor *infrared* kebanyakan yang terdiri dari IR LED dan fototransistor. PIR tidak memancarkan apapun seperti IR LED. Sesuai dengan namanya ‘*Passive*’, sensor ini hanya merespon energi dari pancaran sinar *inframerah* pasif yang dimiliki oleh setiap benda yang terdeteksi olehnya. Benda yang bisa dideteksi oleh sensor ini biasanya adalah tubuh manusia dan PIR tidak bisa memberikan informasi berapa jumlah objek yang terdeteksi. atau jarak sensor dengan objek yang terdeteksi.

### 2.2.1 Prinsip kerja Sensor PIR

Sensor PIR ini bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar *inframerah* pasif yang dimiliki setiap benda dengan suhu benda diatas nol mutlak. Seperti tubuh manusia yang memiliki suhu tubuh kira-kira 32 derajat *celcius*, yang merupakan suhu panas yang khas yang terdapat pada lingkungan. Pancaran sinar *inframerah* inilah yang kemudian ditangkap oleh *Pyroelectric sensor* yang merupakan inti dari sensor PIR ini sehingga menyebabkan *Pyroelectric sensor* yang terdiri dari *galium nitrida*, *caesium nitrat* dan *litium tantalate* menghasilkan arus listrik.

Adanya *IR Filter* yang menyaring panjang gelombang sinar *inframerah* pasif menyebabkan sensor PIR hanya bereaksi pada anggota tubuh manusia saja. *IR Filter* dimodul sensor PIR ini mampu menyaring panjang gelombang sinar *inframerah* pasif antara 8 sampai 14 mikrometer, sehingga panjang gelombang yang dihasilkan dari tubuh manusia yang berkisar antara 9 sampai 10 mikrometer ini saja yang dapat dideteksi oleh sensor.



**Gambar 2.8**  
Cara kerja sensor PIR

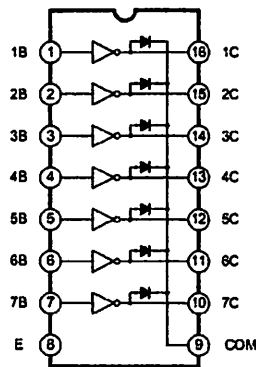
Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.8, ketika ada sebuah objek melewati sensor, pancaran radiasi infra merah pasif yang dihasilkan akan dideteksi oleh sensor. Energi panas yang dibawa oleh sinar infra merah pasif ini menyebabkan aktifnya material *pyroelektrik* di dalam sensor yang kemudian menghasilkan arus listrik. (<http://www.ladyada.net/learn/sensors/pir.html>).

### 2.3 Elektroda

*Elektroda* adalah *konduktor* yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit (misal *semikonduktor*, *elektrolit* atau *vakum*). *Elektrolit* sendiri adalah suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk *ion-ion* dan selanjutnya larutan menjadi *konduktor elektrik*, *ion-ion* merupakan *atom-atom* bermuatan *elektrik*. *Elektrolit* bisa berupa air, asam, basa atau berupa senyawa kimia lainnya. Dalam penerapannya *elektroda* yang disusun paralel dapat digunakan sebagai sensor level ketinggian air. ([www.id.wikipedia.org/wiki/Elektroda](http://www.id.wikipedia.org/wiki/Elektroda)).

### 2.4 ULN2003

ULN2003 adalah monolitik bertegangan tinggi dengan susunan transistor Darlington arus tinggi. Terdiri dari tujuh pasang Darlington NPN dengan output tegangan tinggi. IC ULN 2003 adalah sebuah IC dengan ciri memiliki 7-bit input, tegangan maksimum 50 volt dan arus 500mA. IC ini termasuk jenis TTL. Di dalam IC terdapat transistor darlington seperti terlihat dalam gambar 2.9. Transistor darlington merupakan 2 buah transistor yang dirangkai dengan konfigurasi khusus untuk mendapatkan penguatan ganda sehingga dapat menghasilkan penguatan arus yang besar.



**Gambar 2.9** Blok Diagram ULN2003

Sumber: Data Sheet ULN2003

IC ULN 2003 merupakan IC yang mempunyai 16 buah pin, pin ini berfungsi sebagai input, output dan pin untuk catu daya. Catu daya ini terdiri dari catu daya (+) dan ground. IC ULN 2003 biasa digunakan sebagai driver motor stepper maupun driver relay. (<http://antomtr.blogspot.com/2010/02/ic-uln-2003.html>)

## 2.5 Valve Solenoid

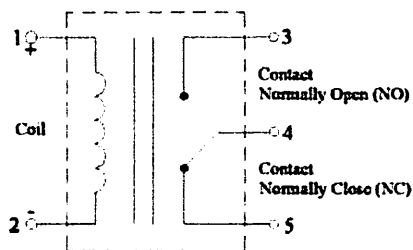
*Valve solenoid* adalah katup elektromekanik yang dapat digunakan untuk cairan atau gas. Katup ini dikendalikan oleh suatu arus listrik melalui koil *solenoid*. Katup *solenoid* dapat memiliki dua atau lebih *port*: dalam kasus *port* katup dua aliran diaktifkan atau tidak. Dalam kasus katup tiga *port*, arus keluar diaktifkan antara dua *port* keluaran. Beberapa katup solenoid dapat ditempatkan bersama-sama pada *manifold*.

Sebuah katup solenoid memiliki dua bagian utama yaitu *solenoid* dan katup. *Solenoid* mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang membuka atau menutup katup secara mekanis. Katup *solenoid* dapat menggunakan segel logam atau karet. Untuk beberapa katup solenoid, solenoid bekerja langsung pada katup utamanya. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Solenoid\\_valve](http://en.wikipedia.org/wiki/Solenoid_valve)).

## 2.6 Relay

*Relay* adalah suatu komponen yang bekerja secara elektromagnetik-mekanik untuk keperluan *switching*. *Relay* dapat menggantikan transistor (atau bisa juga dikombinasikan) pada aplikasi *switching* dengan tegangan dan arus yang besar, baik AC maupun DC. Berikut ini gambar skematik sebuah *relay*:

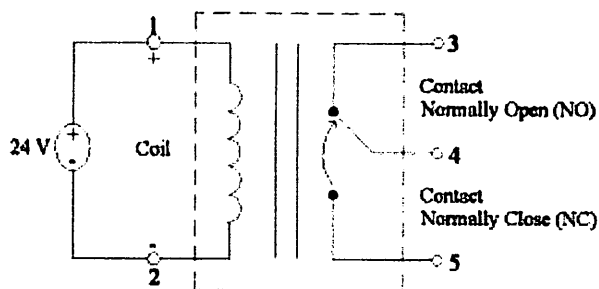




**Gambar 2.10**  
*Contact Normally Close (NC)*

Pada keadaan awal, yaitu pada saat *coil relay* tidak diberi tegangan, maka yang terhubung-singkat adalah *contact Normally Close (NC)* seperti terlihat dalam gambar 2.10. Sedangkan *contact Normally Open (NO)* mengalami hubung-terbuka.

Jika sebuah *relay* 24 Volt DC diberi tegangan sebesar 24 Volt DC pada *coil*-nya (perhatikan polaritas tegangan dan polaritas coil, harus sama, + pada + & - pada -), maka *relay* tersebut akan mengalami *switching* seperti dalam gambar 2.11.



**Gambar 2.11**  
*Contact Normally Open (NO)*

Pada keadaan tersebut yang terhubung-singkat adalah *contact Normally Open (NO)*, sementara *contact Normally Close (NC)* mengalami hubung-terbuka.

*Coil* pada *relay* merupakan sebuah kumparan yang berintikan material batang yang sifat kemagnetannya mudah ditimbulkan dan mudah dihilangkan. Ketika ada arus yang mengalir kumparan, maka akan muncul medan magnet pada inti batang dengan kutub magnet sesuai aturan tangan kanan (proses elektromagnetik). Munculnya medan magnet pada inti batang kumparan ini menarik material magnetik (proses mekanik akibat adanya medan magnet), tempat di mana *contact-contact relay* melekat. Akibatnya *contact* mengalami perubahan posisi dari posisinya semula, NC yang semulanya hubung-singkat menjadi hubung-terbuka, NO yang semulanya hubung-terbuka menjadi hubung-singkat.

([www.kpelektro05.wordpress.com/2008/08/18/kp-pt-indoserako-sejahtera-part-ii-relay-part-i-pengertian-cara-kerja/](http://www.kpelektro05.wordpress.com/2008/08/18/kp-pt-indoserako-sejahtera-part-ii-relay-part-i-pengertian-cara-kerja/)).

## 2.7 Transistor

Transistor merupakan salah satu komponen aktif karena dapat memperkuat sinyal masukan dan menghasilkan suatu sinyal keluaran yang lebih besar. Untuk mengoperasikan sebuah transistor dalam suatu rangkaian linear diperlukan beberapa syarat sebagai berikut :

1. dioda emitor harus bias maju
2. dioda kolektor harus dibias balik

Untuk membuat transistor berfungsi dengan baik, perlu diketahui karakteristik transistor dengan mengetahui bentuk kurva transistor dan garis bebannya. Dalam hal ini diketahui fungsi transistor sebagai saklar.

### 2.7.1 Transistor Sebagai Saklar

Cara yang paling mudah menggunakan sebuah transistor adalah sebagai saklar, artinya transistor dioperasikan pada salah satu dari saturasi atau *cut off*. Jika transistor berada pada titik saturasi, transistor itu seperti sebuah saklar yang tertutup dari kolektor ke emitor. Jika transistor *cut off* maka transistor akan seperti sebuah saklar yang terbuka. Transistor yang difungsikan sebagai saklar diperlihatkan dalam Gambar 2.12. Pada rangkaian tersebut merupakan penjumlahan tegangan disekitar *loop input*, sehingga diperoleh persamaan:

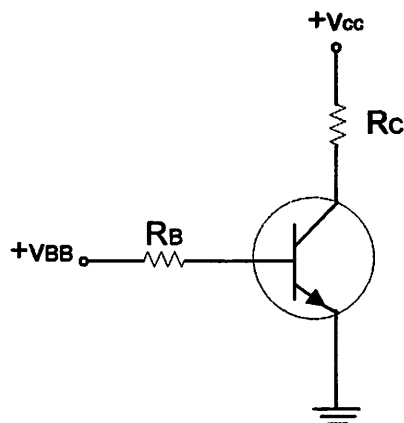
$$I_B \cdot R_B + V_{BE} - V_{BB} = 0 \dots\dots\dots(2-1)$$

$$I_C \cdot R_C + V_{CE} - V_{CC} = 0 \dots\dots\dots(2-2)$$

Sehingga dengan persamaan (2-1) didapat persamaan untuk mengetahui besar arus pada kutub basis ( $I_B$ ). Maka persamaan untuk arus pada basis dalam rangkaian transistor sebagai saklar adalah:

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} \dots\dots\dots(2-3)$$

Jika arus basis lebih besar atau sama besar dengan  $I_B$  (Sat), titik kerja Q berada pada ujung atas dari garis beban. Dalam hal ini transistor kelihatan seperti sebuah saklar yang tertutup, sebaliknya jika arus basis nol, transistor bekerja pada ujung bawah dari garis beban, dan transistor kelihatan seperti sebuah saklar yang terbuka.



**Gambar 2.12**  
Rangkaian transistor sebagai saklar

## 2.8 Buzzer

Perangkat buzzer digunakan untuk menghasilkan bunyi merupakan komponen resonator Rieezoelectric yang digunakan untuk mengadakan isyarat terdengar sebagai indikator. Buzzer akan aktif dengan cara mengeluarkan sinyal suara (berbunyi) dengan lama waktu sesuai dengan perencanaan nanti.

## 2.9 Bahasa Basic pada compiler Bascom

Secara umum, bahasa yang digunakan untuk pemrograman mikrokontroler adalah bahasa tingkat rendah, yaitu bahasa assembly. Setiap mikrokontroler memiliki bahasa-bahasa pemrograman yang berbeda. Karena banyaknya hambatan dalam penggunaan bahasa assembly, banyak berkembang compiler atau penerjemah untuk bahasa tingkat tinggi. Untuk Mikrokontroller AVR ATmega16, bahasa tingkat tinggi yang banyak dikembangkan antara lain BASIC dan bahasa C.

Kompiler BASCOM-Atmel AVR yaitu kompiler yang menggunakan bahasa BASIC untuk mikrokontroler keluarga Atmel AVR seperti ATmega16, ATmega32, dan yang lainnya. Bahasa BASIC relatif lebih mudah dibanding bahasa tingkat tinggi lainnya. Kemudian compiler cukup lengkap karena telah dilengkapi simulator untuk LED, LCD, dan monitor untuk komunikasi serial. Dengan demikian, proses perancangan system yang dibuat akan lebih mudah.

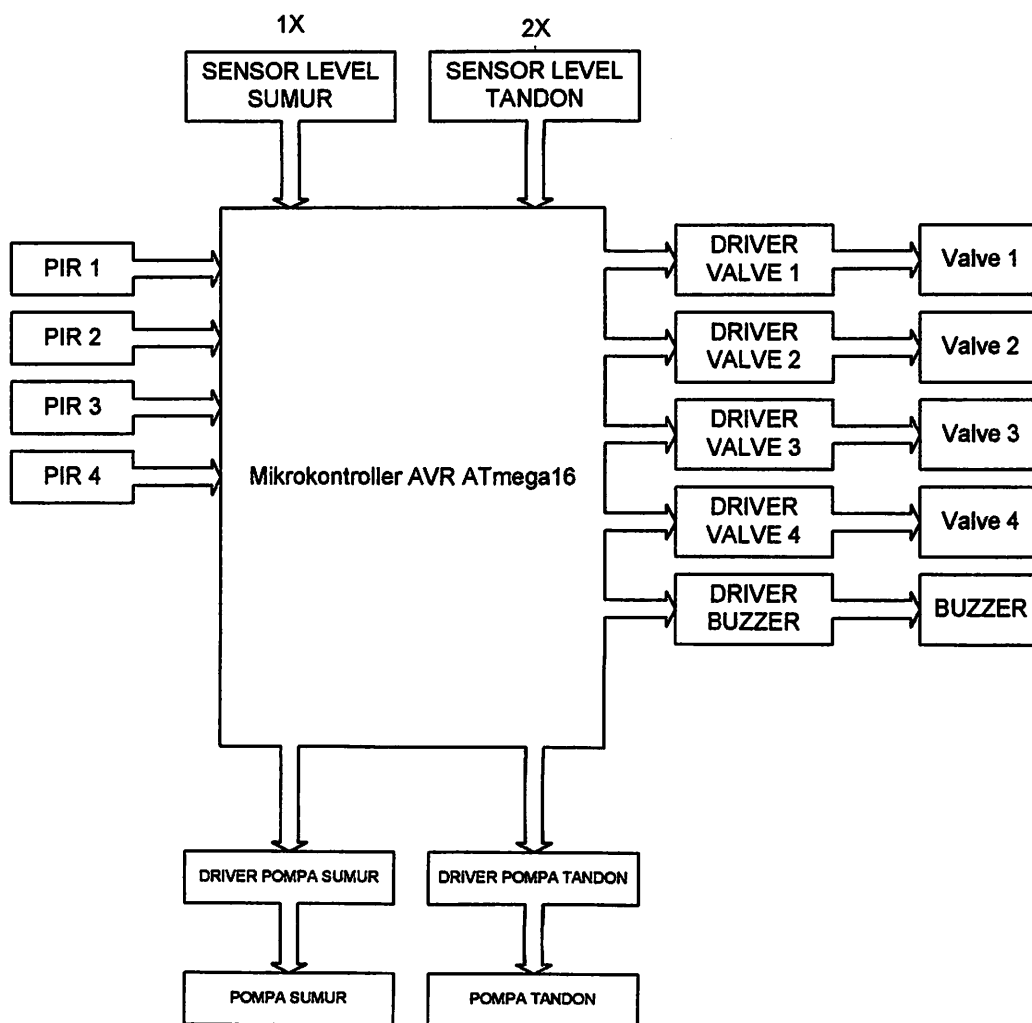
## **BAB III**

### **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Pada bab ini dibahas mengenai perancangan dan pembuatan sistem otomatisasi kran air dan tandon air berbasis mikrokontroler AVR ATmega16. Perancangan dan pembuatan dibagi menjadi dua bagian yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Secara keseluruhan perancangan perangkat keras meliputi perancangan mikrokontroler AVR ATmega16 dan sensor. Perancangan perangkat lunak meliputi *flowchart* program pada mikrokontroler.

#### **3.1 Perancangan Secara Umum**

Secara umum dalam perancangan sistem otomatisasi kran air dan tandon air berbasis mikrokontroler AVR ATmega16 ini terdiri dari 2 bagian yaitu bagian otomatisasi tandon dan otomatisasi kran, dan agar keduanya dapat saling bekerja sama maka dimasukkan mikrokontroler AVR ATmega16 sebagai pengendali sistem kerja kedua bagian tersebut. Selain keseluruhan sistem dapat bekerja secara otomatis juga dapat memberikan informasi yaitu informasi mengenai level ketinggian air yang ada pada tandon dan sumur. Pada gambar 3.1 dapat dilihat blok diagram yang memperlihatkan perancangan secara umum.



**Gambar 3.1**  
Blok Diagram Sistem

Dari blok diagram dalam gambar 3.1 dapat di perhatikan bahwa mikrokontroler AVR ATmega16 berada di tengah-tengah rangkaian yang memang berfungsi sebagai pusat kendali dari semua komponen yang ada. AVR ATmega16 sebagai pengendali utama menerima inputan dari 2 sensor yaitu sensor level ketinggian air pada tandon serta sumur dan sensor PIR pada kran air. Pompa pada sumur berfungsi sebagai penyalur air ke tandon sedangkan pompa pada tandon berfungsi sebagai penambah besarnya keluaran tekanan air ke kran. Valve solenoid berfungsi sebagai saklar kran air otomatis.

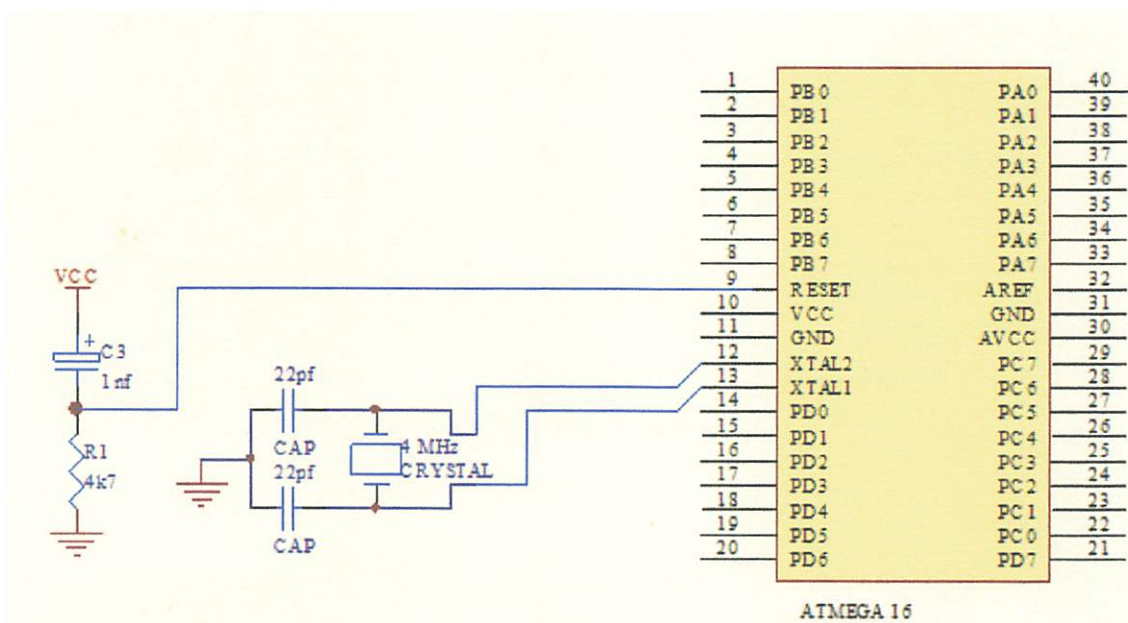
### 3.2 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras merupakan salah satu bagian yang utama dan mendasar pada perancangan alat ini disamping perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras dalam perancangan alat ini meliputi perancangan

mikrokontroler sebagai sistem minimum, perancangan sensor level ketinggian air, perancangan sensor PIR, perancangan valve solenoid dan pompa.

### 3.2.1 Mikrokontroler Sebagai Sistem Minimum

Mikrokontroler dalam perancangan ini merupakan komponen utama karena komponen inilah yang akan mengatur sistem agar dapat bekerja dengan baik dan optimal. Rangkaian minimum dari mikrokontroler terdiri dari 3 kapasitor, IC mikrokontroler AVR ATmega16, 1 resistor, dan 1 kristal. Rangkaian reset dibentuk dengan kapasitor 1nF dan resistor 4K7 $\Omega$  sedangkan rangkaian *oscillator* dibentuk dengan kristal 4MHz yang terhubung dengan pin X1 dan X2 serta 2 buah kapasitor sebesar 22pF. Adapun rangkaiannya ditunjukkan seperti gambar 3.2:

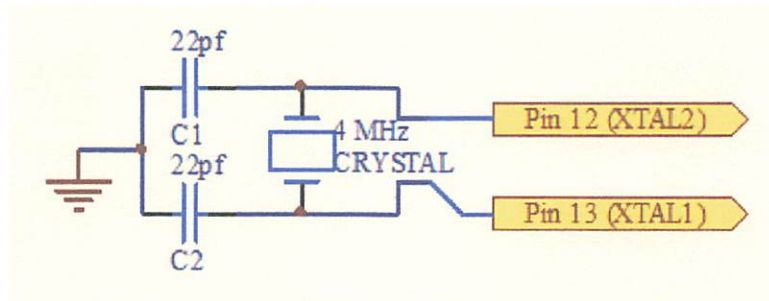


**Gambar 3.2**

Rangkaian sistem minimum mikrokontroler AVR ATmega16

- Pin 1 sampai pin 4 digunakan untuk rangkaian sensor level ketinggian air pada sumur dan tandon.
- Pin 5, pin 6, pin 14 dan pin 15 digunakan untuk rangkaian sensor PIR.
- Pin 9 digunakan sebagai rangkaian reset. Masukan reset (aktif Low). Pulsa transisi dari tinggi ke rendah akan me-reset. Pin 9 dihubungkan dengan rangkaian power on reset. Terdiri atas resistor 4K7 $\Omega$  dan kapasitor 1nF. Dimana kapasitor 1nF terhubung dengan VCC dan resistor 4K7 $\Omega$  terhubung dengan ground.
- Pin 10 digunakan untuk VCC. Power Supply 4,5V sampai dengan 5,5V.
- Pin 11 digunakan untuk ground.

- Pin 12 dan pin 13 digunakan untuk rangkaian oscillator cristal terdiri atas kristal 4MHz, kapasitor C1 dan C2 yang masing-masing bernilai 22pf yang akan membangkitkan pulsa clock yang digunakan sebagai penggerak bagi sejumlah operasi internal CPU kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroller ditentukan oleh sumber clock yang mengendalikan mikrokontroller tersebut. Gambar 3.3 memperlihatkan rangkaian clock yang dirancang.

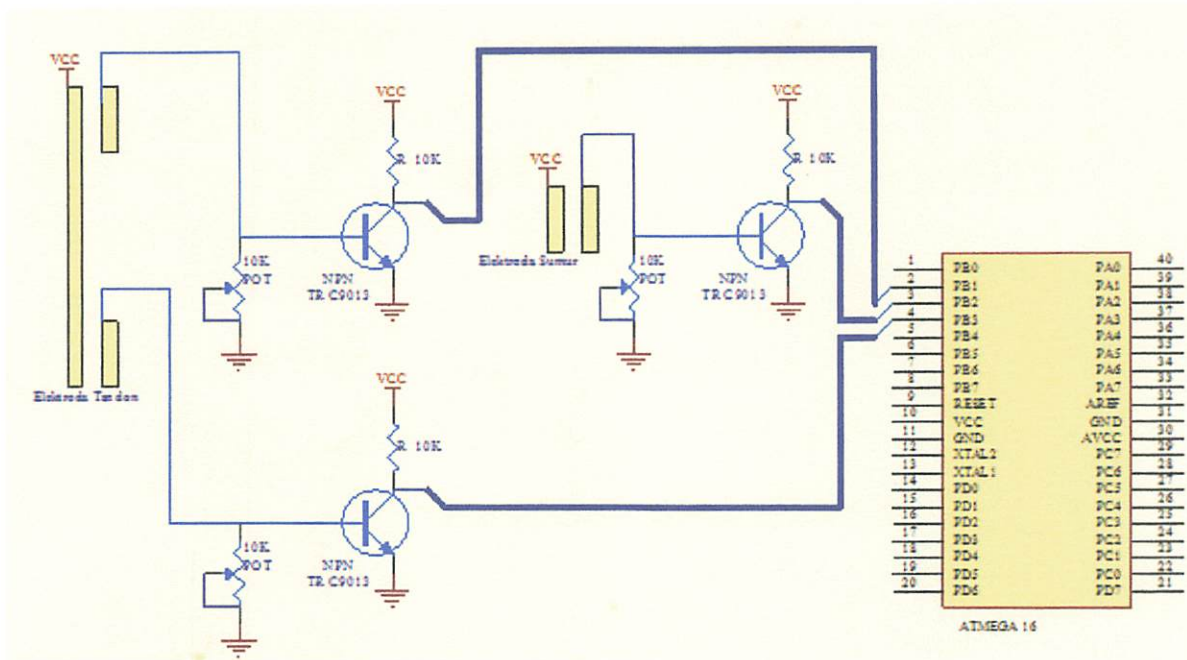


**Gambar 3.3**  
Rangkaian Oscillator

- Pin 34 digunakan untuk buzzer.
- Pin 35 sampai dengan pin 38 digunakan untuk valve solenoid.
- Pin 39 dan pin 40 digunakan untuk pompa air pada tandon dan sumur.

### 3.2.2 Perancangan Rangkaian Sensor Level Ketinggian Air

Dalam perancangan rangkaian sensor level ketinggian air untuk mendeteksi ketinggian permukaan air pada tandon digunakan sebuah rangkaian yang terdiri satu transistor NPN TRC9013, resistor  $10K\Omega$  dan satu buah variable resistor  $10K\Omega$ . Digunakan NPN TRC9013 difungsikan sebagai switch. Karena terdapat 2 level pada tandon dan 1 level pada sumur, maka rangkaian tersebut digunakan sebanyak 3 buah yang setiap rangkaianannya dihubungkan ke mikrokontroler pada port PB.1, PB.2 dan PB.3. Gambar rangkaian sensor level ketinggian air dapat dilihat dalam gambar 3.4.



**Gambar 3.4**  
Rangkaian sensor level ketinggian air

- Untuk transistor

Dari data sheet besar arus  $I_c$  transisi high ke low adalah  $650 \mu A$ , dengan  $H_{fe}$  sebesar 50. Jadi pada saat elektroda terkena air, akan terdapat arus  $I_b$  yang digunakan untuk memicu transistor aktif. Dimana besar arus  $I_b$  adalah:

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe}}$$

$$I_b = \frac{650 \cdot 10^{-6}}{50} = 13 \cdot 10^{-6} A$$

Maka nilai  $V_{rb}$  yang digunakan adalah:

$$V_{rb} = \frac{V_{bb} - V_{be}}{I_b}$$

$$V_{rb} = \frac{0,8 - 0,7}{13 \cdot 10^{-6}} = 7K6\Omega \approx 10\Omega$$

Karena variabel resistansi  $7K6 \Omega$  dipasaran tidak ada, maka digunakan variabel resistansi  $10 K\Omega$  yang banyak terdapat di pasaran. Kemudian untuk mencari nilai  $R_c$  yang digunakan adalah:

$$R_c = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{I_c}$$

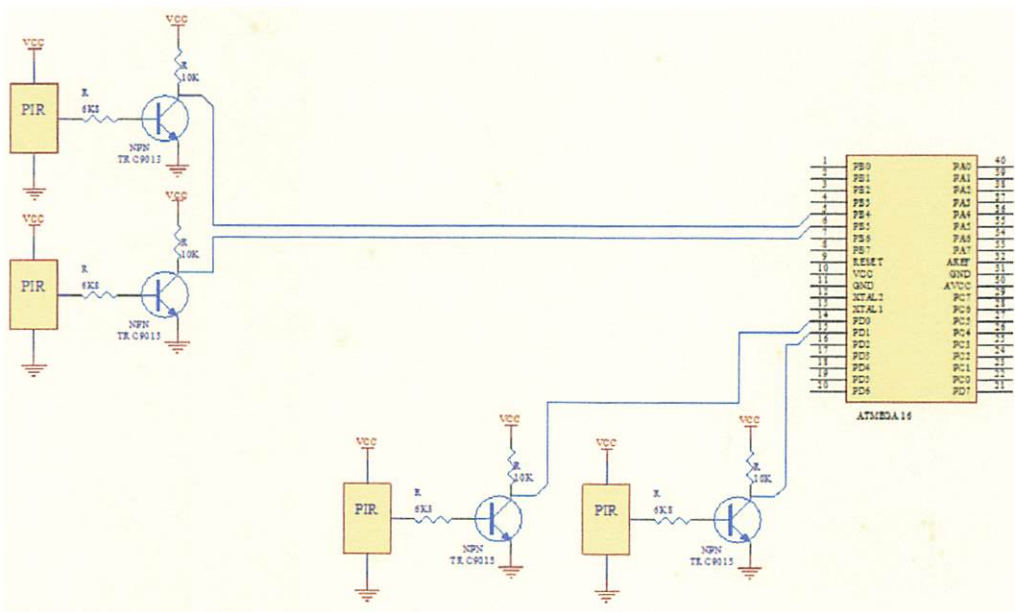


$$R_c = \frac{5 - 0,16}{650 \cdot 10^{-6}} = 7K4\Omega \approx 10K\Omega$$

Karena resistor 7K4  $\Omega$  dipasaran tidak ada, maka digunakan resistor 10 K $\Omega$  yang banyak terdapat di pasaran.

### 3.2.3 Perancangan Rangkaian Sensor PIR

Rangkaian sensor PIR pada alat ini difungsikan sebagai pendeteksi adanya suatu gerakan tangan di bawah kran, karena terdapat 4 buah kran maka digunakan 4 buah sensor PIR yang masing-masing terhubung ke mikrokontroler pada port PB.4, PB.5, PD.0 dan PD.1. Untuk rangkaian sensor PIR dapat dilihat dalam gambar 3.6.



**Gambar 3.5**  
Rangkaian sensor PIR

- Untuk transistor

Dari data sheet besar arus  $I_c$  transisi high ke low adalah 650  $\mu A$ , dengan  $H_{fe}$  sebesar 45. Dimana besar arus  $I_b$  adalah:

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe}}$$

$$I_b = \frac{650 \cdot 10^{-6}}{45} = 1,44 \cdot 10^{-5} A$$

Maka nilai  $R_b$  yang digunakan adalah:

$$R_b = \frac{V_{bb} - V_{be}}{I_b}$$

$$R_b = \frac{0,8 - 0,7}{1,44 \cdot 10^{-5}} = 6K9\Omega \approx 6K8\Omega$$

Karena nilai resistor 6K9  $\Omega$  dipasaran tidak ada, maka digunakan resistor 6K8  $\Omega$  yang banyak terdapat di pasaran. Kemudian untuk mencari nilai  $R_c$  yang digunakan adalah:

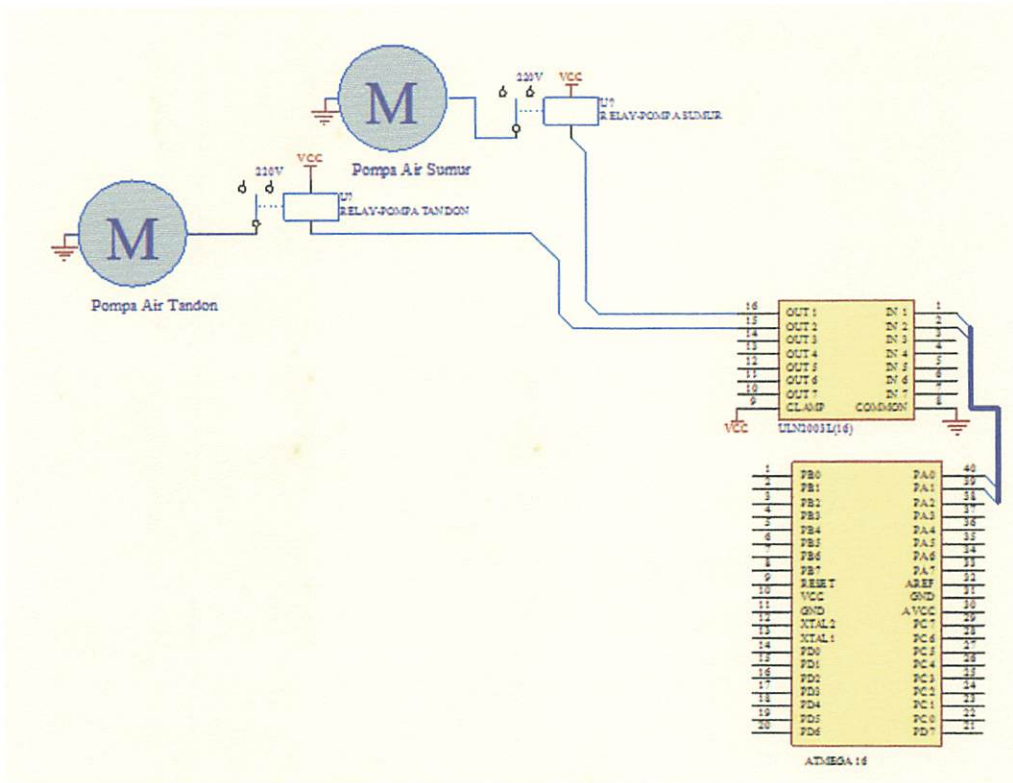
$$R_c = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{I_c}$$

$$R_c = \frac{5 - 0,16}{650 \cdot 10^{-6}} = 7K4\Omega \approx 10K\Omega$$

Karena resistor 7K4  $\Omega$  dipasaran tidak ada, maka digunakan resistor 10 K $\Omega$  yang banyak terdapat di pasaran.

### 3.2.4 Perancangan Rangkaian Pompa Air

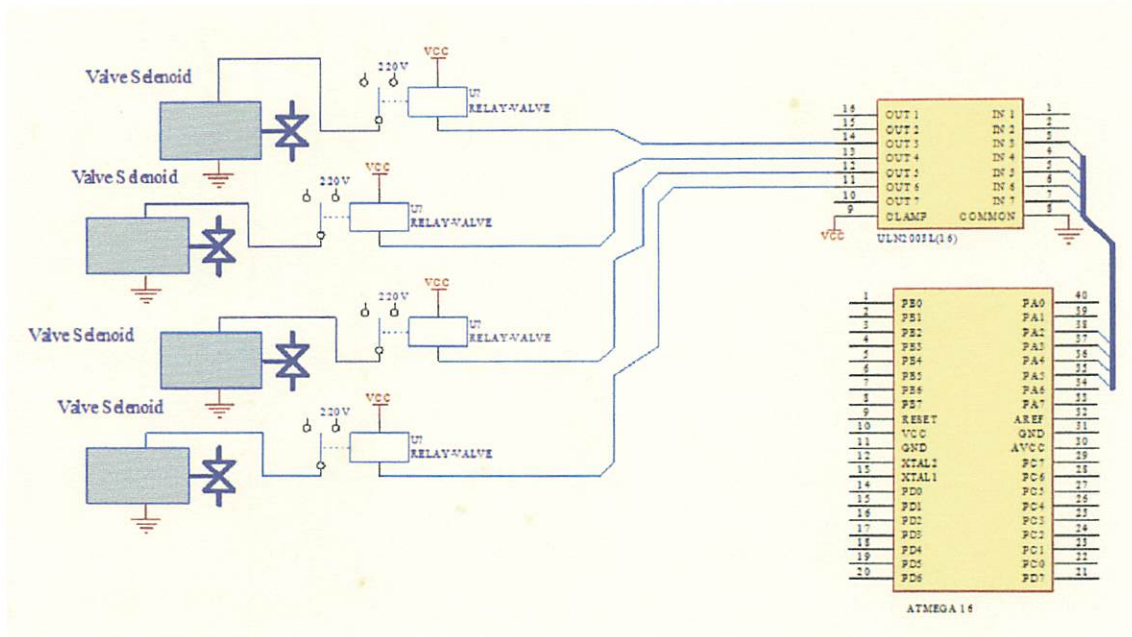
Pada perancangan rangkaian pompa air ini menggunakan 2 buah pompa. Pompa air yang terdapat pada sumur tujuannya digunakan untuk mengisi air ke tandon secara otomatis. Sedangkan pompa air yg terdapat pada tandon tujuannya digunakan untuk menambah tekanan air yg keluar menuju kran air. Kedua pompa itu dihubungkan ke mikrokontroler melalui ULN2003 dan Relay. ULN2003 berfungsi untuk melewatkan tegangan yang lebih besar agar dapat menjalankan relay sedangkan Relay berfungsi sebagai switch untuk mengatur kerja pompa. Mikrokontroler untuk pompa sumur pada PA.0 dihubungkan ke pin IN1 pada ULN2003 dilanjutkan dengan menghubungkan pin OUT1 pada ULN2003 ke Relay. Sedangkan mikrokontroler untuk pompa tandon pada PA.1 dihubungkan ke pin IN2 pada ULN2003 dilanjutkan dengan menghubungkan pin OUT2 pada ULN2003 ke Relay Rangkaian pompa air sumur dan pompa air tandon dapat dilihat dalam gambar 3.7.



**Gambar 3.6**  
Rangkaian pompa air

### 3.2.5 Perancangan Rangkaian Valve Solenoid

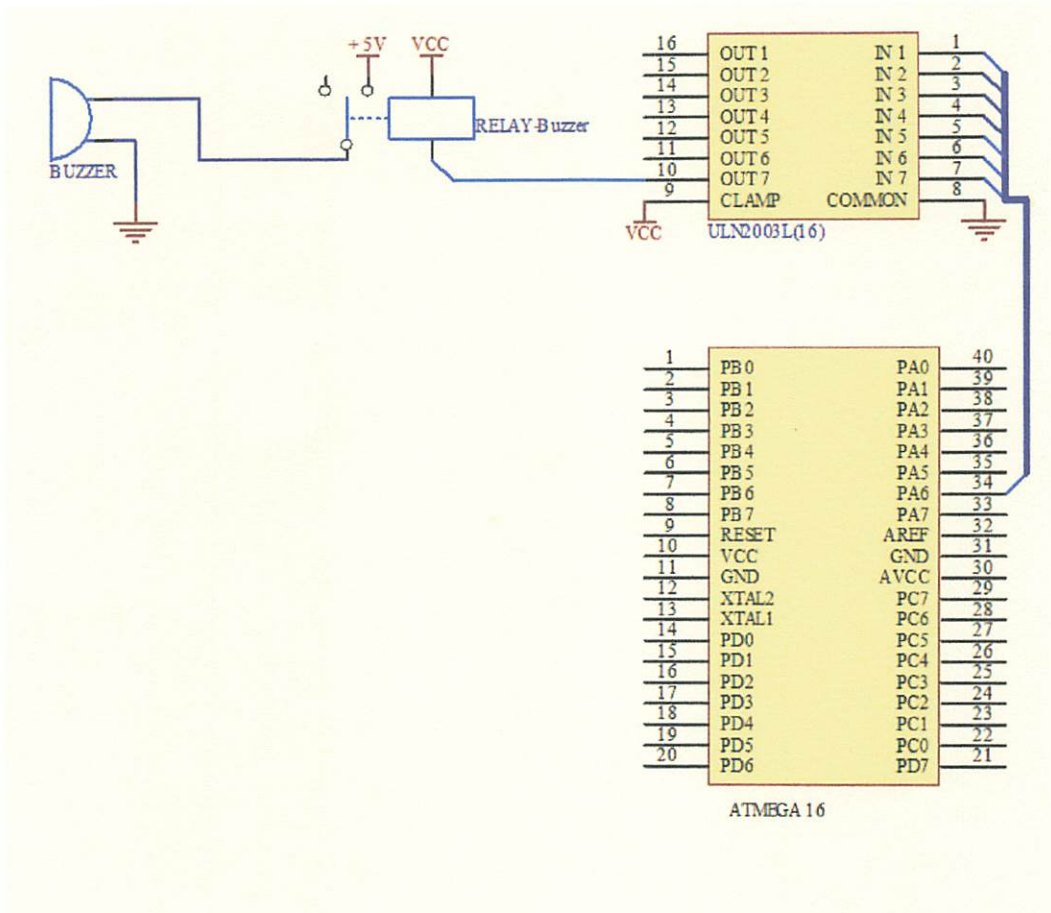
Valve solenoid yang berfungsi untuk mengalirkan dan memutuskan aliran air dari tandon ke kran dirancang agar dapat bekerja sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Karena jumlah kran ada 4 maka digunakanlah 4 valve solenoid yang masing-masing dihubungkan ke mikrokontroler melalui ULN2003 dan Relay. Fungsi kerja dari ULN2003 dan relay hampir sama seperti pada rangkaian pompa hanya di rangkaian ini relay berfungsi sebagai switch untuk membuka-tutup katup pada valve solenoid. Untuk valve solenoid pertama mikrokontroler pada PA.2 dihubungkan ke pin IN3 pada ULN2003, dilanjutkan dengan menghubungkan pin OUT3 pada ULN2003 ke Relay. sedangkan untuk valve solenoid kedua di rangkai mikrokontroler pada PA.3 dihubungkan ke pin IN4 pada ULN2003, dilanjutkan dengan menghubungkan pin OUT4 pada ULN2003 ke Relay. Untuk valve solenoid ketiga mikrokontroler pada PA.4 dihubungkan ke pin IN5 pada ULN2003, dilanjutkan dengan menghubungkan pin OUT5 pada ULN2003 ke Relay. Untuk valve solenoid keempat mikrokontroler pada PA.5 dihubungkan ke pin IN6 pada ULN2003, dilanjutkan dengan menghubungkan pin OUT6 pada ULN2003 ke Relay. Rangkaian valve solenoid dapat dilihat dalam gambar 3.8.



**Gambar 3.7**  
Rangkaian valve solenoid

### 3.2.6 Perancangan Rangkaian Buzzer

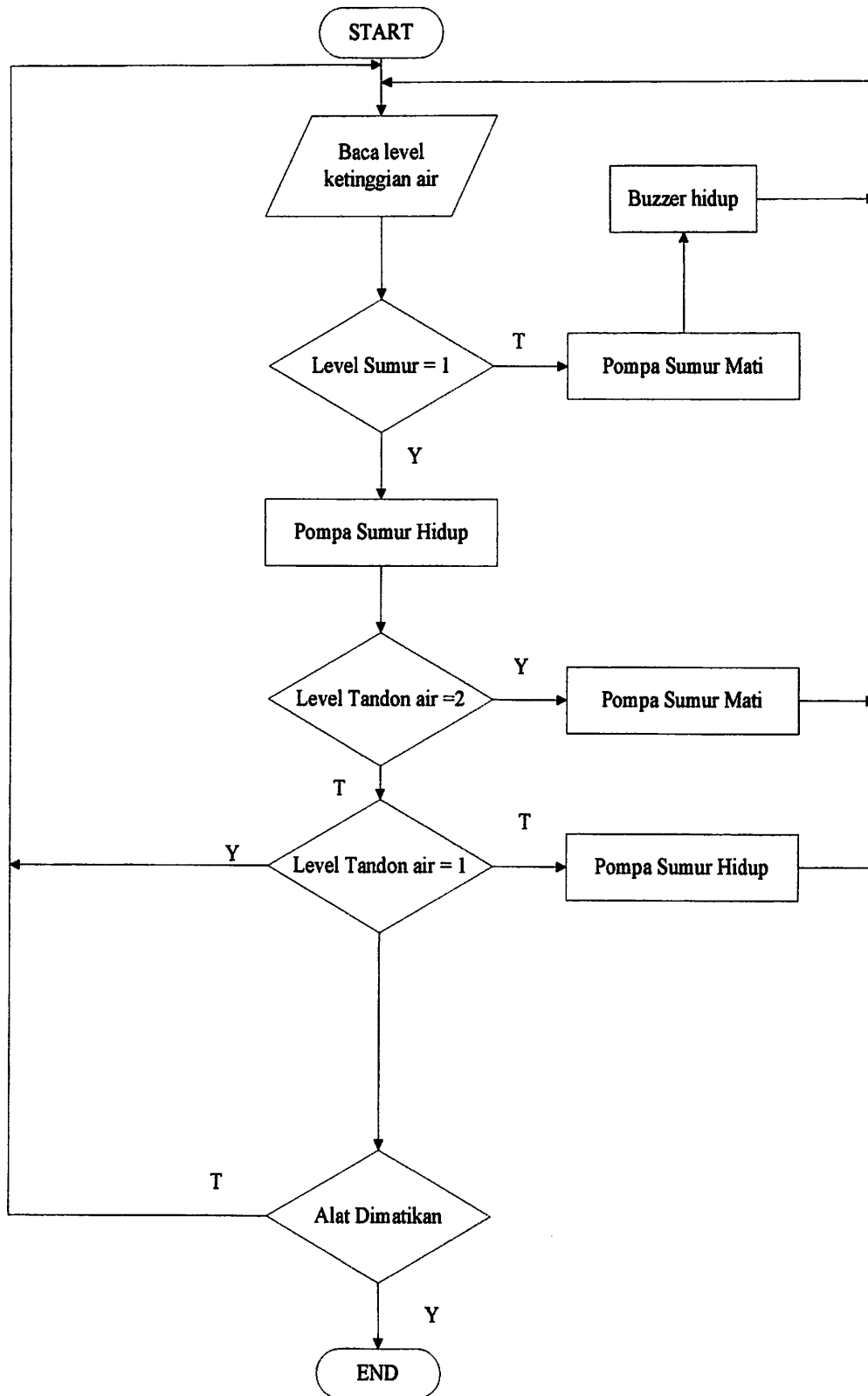
Buzzer berfungsi sebagai indikator saat level ketinggian sumur berada pada level dibawah level 1. Untuk buzzer mikrokontroler pada PA.6 dihubungkan ke pin IN7 pada ULN2003, dilanjutkan dengan menghubungkan pin OUT7 pada ULN2003 ke Relay. Apabila keluaran mikro low maka buzzer berbunyi dan apabila keluaran mikrokontroller high maka buzzer tidak berbunyi. Rangkaian buzzer dapat dilihat dalam gambar 3.9.



**Gambar 3.8**  
Rangkaian Buzzer

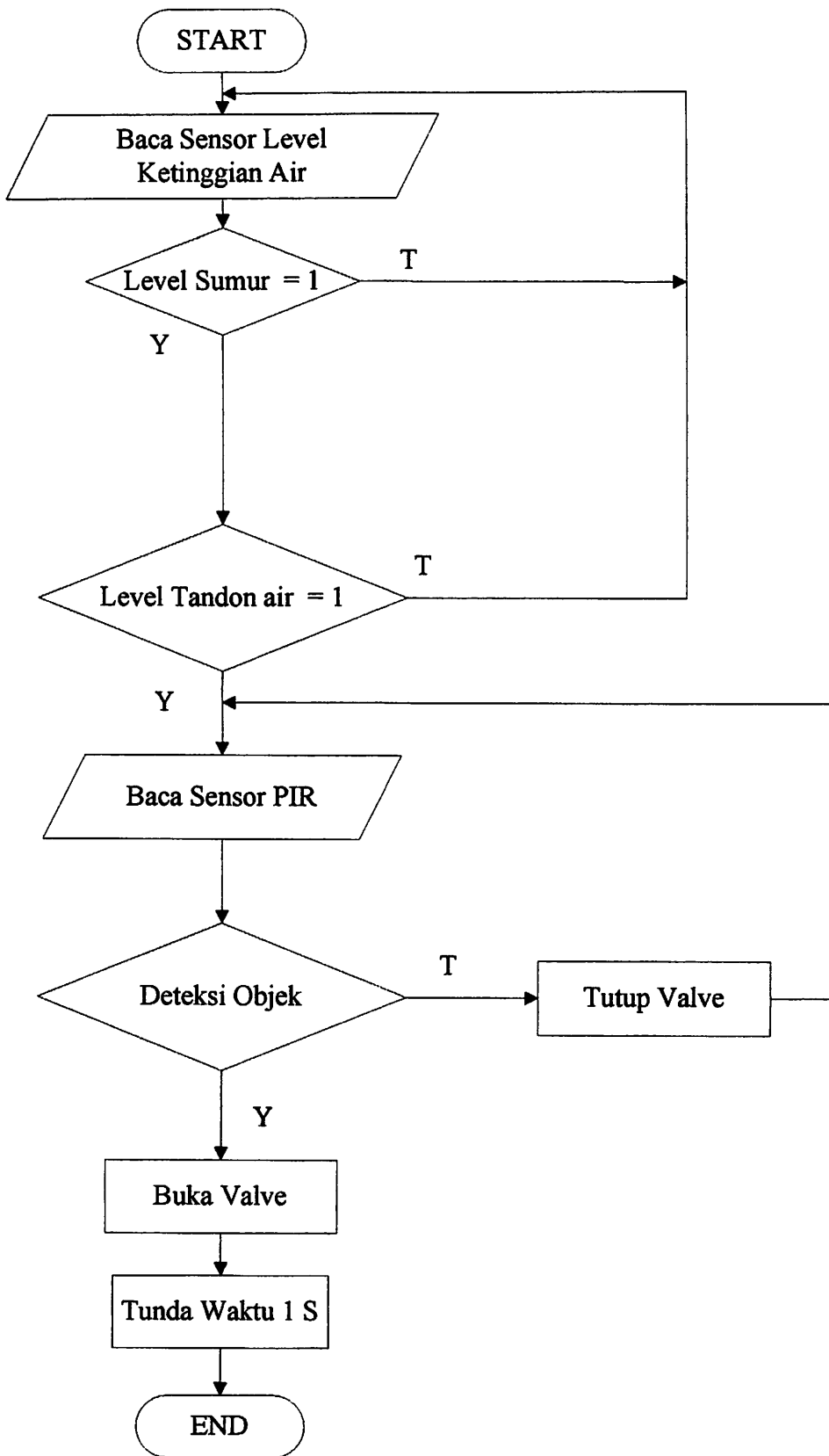
### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada sistem otomatisasi tandon dan kran air ini menggunakan compiler BASCOM- Atmel AVR, yaitu compiler yang menggunakan bahasa BASIC. Alasannya adalah bahasa BASIC relatif lebih mudah dibanding bahasa tingkat rendah yaitu bahasa assembly. Agar alur program dapat ditentukan dan menghindari kesalahan alur maka terlebih dahulu dibuat diagram alir (*flowchart*) yang dapat di lihat dalam gambar 3.9 dan gambar 3.10.



**Gambar 3.9**  
*Flowchart otomatisasi tandon air*

Dari flowchart otomatisasi tandon air dalam gambar 3.9 dapat dilihat bahwa selama alat dalam keadaan hidup, program akan membaca level ketinggian air pada sumur dan tandon secara terus menerus. Selama membaca level ketinggian air, nilai yang ada akan diperiksa apakah telah mencapai level tertentu. Jika mencapai level 2 atau level tandon atas maka pompa akan dimatikan, sedangkan jika mencapai level 1 maka pompa akan dihidupkan. Syarat pompa air sumur akan hidup dan mengisi tandon apabila level ketinggian air pada sumur mencapai atau melebihi level 1. Sedangkan jika level ketinggian air pada sumur dibawah level 1, maka buzzer akan berbunyi dan pompa sumur akan mati.



**Gambar 3.10**  
*Flowchart otomatisasi kran air*



Dari flowchart otomatisasi kran air dalam gambar 3.10 tampak bahwa sistem kerja sensor PIR tergantung dengan ketinggian permukaan air pada sumur dan tandon. Sensor PIR tidak akan bekerja selama level ketinggian air tandon di bawah level 1 dan level ketinggian air pada sumur tidak melebihi level 1 atau di bawah level 1. Sensor PIR hanya akan bekerja selama level permukaan air tandon pada level 1 atau melebihi level 1, sensor PIR sendiri bekerja dengan membaca apakah ada objek yang terdeteksi atau tidak. Jika iya maka valve akan dibuka namun jika tidak maka valve akan ditutup.

### **3.4 Prinsip Kerja Keseluruhan**

Pada sistem otomatisasi kran air dan pengisian tandon air ini dibuat dalam bentuk simulasi dimana kondisi dari miniatur dibuat sepersis mungkin dengan kondisi nyata. Prinsip kerja dari alat ini yaitu Mikrokontroler AVR ATmega16 akan selalu mengecek pada level berapa ketinggian air yang ada pada tandon dan sumur, selain itu juga di cek apakah ketinggian permukaan air yang ada pada tandon mencapai level tertentu, jika level ketinggian air tandon dibawah level 1 dan level ketinggian sumur adalah 1 maka pompa dihidupkan dan keempat valve solenoid di beri logika low agar berhenti bekerja untuk sementara. pada kondisi lain jika level ketinggian air adalah 2 maka pompa dimatikan. Dalam menghidupkan dan mematikan pompa digunakan ULN2003 sebagai penguat tegangan dari mikrokontroller ke relay, sedangkan relay sendiri berfungsi sebagai switch pada pompa, valve dan buzzer. Mikrokontroler AVR ATmega16 juga akan mengecek apakah sensor PIR telah mendeteksi adanya suatu objek di bawah kran, jika mendeteksi maka valve solenoid akan membuka katupnya namun bila tidak mendeteksi maka valve solenoid akan menutup katupnya.

## **BAB IV**

### **HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA**

Setelah melalui proses perancangan dan pembuatan rangkaian, pada bab ini akan dibahas pengujian beserta hasil dari masing-masing bagian rangkaian yang ada. Proses pengujian dilakukan dengan menguji 2 bagian utama beserta rangkaian yang ada yaitu bagian otomatisasi tandon air dan bagian otomatisasi kran air. Dengan demikian bisa diketahui bahwa setiap rangkaian secara khusus dapat berfungsi seperti yang diharapkan, setelah pengujian perbagian telah berhasil maka yang selanjutnya dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan untuk menguji kinerja antar bagian yang saling terhubung.

#### **4.1 Pengujian**

##### **4.1.1 Pengujian Mikrokontroller AT Mega 16**

###### **4.1.1.1 Tujuan**

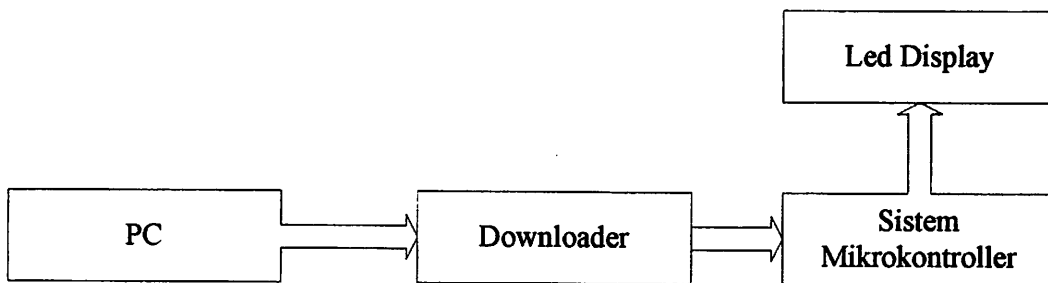
Untuk mengetahui kondisi awal dari mikrokontroler apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan.

###### **4.1.1.2 Peralatan yang Digunakan**

- Catu daya 5V
- Minimum system ATmega16
- Display LED

###### **4.1.1.3 Prosedur Pengujian**

1. Rangkaian dibuat seperti gambar 4.1



**Gambar 4.1**  
Diagram Blok Pengujian Mikrokontroller

2. Memberikan catu daya 5volt
3. Membuat program yang digunakan untuk menguji mikrokontroler program yang digunakan dalam pengujian mikrokontroler ini merupakan program yang sederhana yang meletakkan FOH dan OFH secara bergantian pada port C ATmega16. Program yang dibuat adalah sebagai berikut:

```

$ regfile = "m16def.dat"           'Mikrokontroller ATmega 16
$ crystal = 4000000                'Crystal 4MHz
Config port C = output             'Port C sebagai output
Do
    Port C = &HFO                   'PC.0 s/d PC.3 nyala
    Wait 3
    Port C = &HOF                   'PC.4 s/d PC.7 nyala
loop

```

4. Compile dengan bascom AVR
5. Download program di atas
6. Mengamati keluaran pada LED Display

#### 4.1.1.4 Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengujian, maka didapatkan hasil keluaran led display. Hasil pengujian sistem mikrokontroller dapat dilihat dalam tabel 4.1.

**Tabel 4.1**  
Hasil Pengujian Sistem Mikrokontroller

| Kondisi | Keluaran Pada Led Display |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | Bit 0                     | Bit 1 | Bit 2 | Bit 3 | Bit 4 | Bit 5 | Bit 6 | Bit 7 |
| Satu    | 0                         | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| Dua     | 1                         | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     |

Keterangan:

- Kondisi bit low (0) = Led nyala
- Kondisi bit high (1) = Led mati

#### 4.1.2 Pengujian Sensor Level Ketinggian Air

Pengujian sensor level ketinggian air dilakukan dengan meletakkan rangkaian sensor pada dinding tandon. Kemudian dimasukkan air secara perlahan sehingga permukaan air naik dan mencapai level tertentu secara bertahap dari level 1 sampai level 2. Setiap pin dari mikrokontroler yang terhubung ke sensor level ketinggian air

yaitu semua kaki dari PB.1, PB.2 dan PB.3 di uji menggunakan avometer dengan melihat tegangan yang ada. Hasil pengujian sensor level ketinggian air dapat dilihat dalam table 4.2.

**Tabel 4.2**  
Hasil Pengujian Sensor Level Ketinggian Air

| Level<br>Permukaan<br>Air | Logic |      |      |
|---------------------------|-------|------|------|
|                           | PB.2  | PB.1 | PB.3 |
| Level 2 Tandon            | 0     | 0    | 0    |
| Level 1 Tandon            | 1     | 0    | 0    |
| Level 1 Sumur             | 1     | 1    | 0    |

Keterangan:

- Kondisi bit low (0) = Tegangan 0 V sensor aktif
- Kondisi bit high (1) = Tegangan 4,97 V sensor tidak aktif

#### 4.1.3 Pengujian Sensor PIR

Pengujian kinerja sensor PIR dilakukan dengan 2 kondisi yaitu ketika tangan diarahkan ke kran dan ketika tangan tidak di arahkan ke kran. Dengan 2 kondisi percobaan tersebut dilihat berapa tegangan yang masuk pada mikrokontroler. Hasil pengujian dapat dilihat dalam tabel 4.3.

**Tabel 4.3**  
Hasil Pengujian Sensor PIR

| No | Keterangan       | Tegangan | Input MK |
|----|------------------|----------|----------|
| 1. | Mendeteksi       | 0        | 0        |
| 2. | tidak mendeteksi | 4,94     | 1        |

Keterangan:

- Kondisi bit low (0) = Tegangan 0 V sensor aktif
- Kondisi bit high (1) = Tegangan 4,97 V sensor tidak aktif

Tabel 4.4  
Jarak Obyek yang Dapat Diterima Oleh PIR

| Jarak (cm) | PIR Deteksi Objek |
|------------|-------------------|
| 10         | Mendeteksi        |
| 20         | Mendeteksi        |
| 30         | Mendeteksi        |
| 40         | Mendeteksi        |
| 50         | Mendeteksi        |
| 60         | Mendeteksi        |
| 70         | Mendeteksi        |
| 80         | Mendeteksi        |
| 90         | Mendeteksi        |
| 100        | Mendeteksi        |
| 110        | Tidak             |

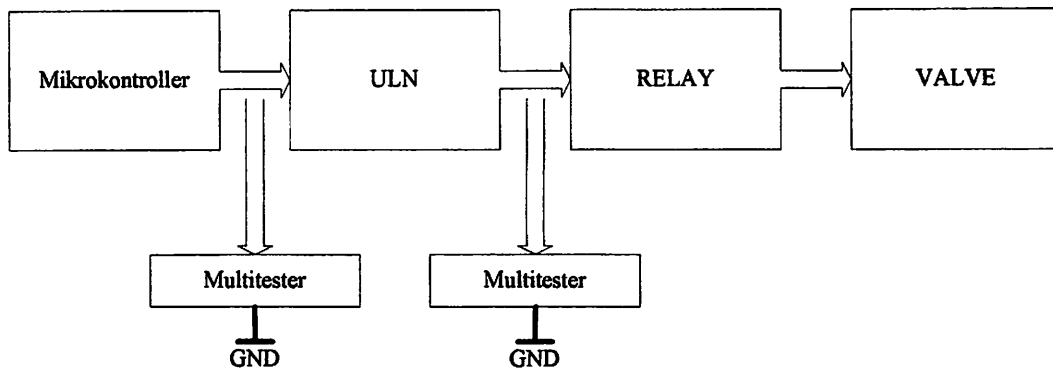
Berdasarkan hasil pengujian yang ada dapat disimpulkan bahwa sensor PIR dapat bekerja dengan baik dengan jarak sensor mendeteksi objek adalah  $\leq 100$  cm seperti dalam tabel 4.4 .

#### 4.1.4 Pengujian Valve Solenoid

Blok pengujian rangkaian driver relay untuk valve ditunjukkan seperti dalam Gambar 4.2 :

1. Tujuan dari pengujian rangkaian driver valve adalah :

Pengujian ini bertujuan pada prinsip kerja valve apakah dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan.



**Gambar 4.2**  
Blok Diagram Pengujian Rangkaian Valve

2. Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Susun rangkaian seperti dalam blok diagram diatas.
- Berikan catu daya pada rangkaian tersebut.
- Amati keluaran dari kondisi relay dan output relay.
- Hasil Pengujian rangkaian driver relay ditunjukkan dalam Tabel 4.5

3. Hasil pengujian

**Tabel 4.5**  
Hasil Pengujian Rangkaian Driver Valve

| No | Mikrokontroller<br>( V ) | Output ULN<br>( V ) | Kondisi<br>Relay | Kondisi<br>Valve |
|----|--------------------------|---------------------|------------------|------------------|
| 1  | 4,97                     | 0                   | Aktif            | Aktif            |
| 2  | 0,3                      | 12                  | Mati             | Mati             |

4. Analisa hasil pengujian

Dari Tabel 4.5 terlihat bahwa pengaturan Valve tergantung dari driver relay. Jika driver relay aktif maka kondisi relay on, demikian sebaliknya jika driver relay tidak aktif maka kondisi relay off.

#### 4.1.5 Pengujian Pompa Air

Pompa air yang pada penerapannya berfungsi sebagai pengisi air pada tandon diuji terlebih dahulu dengan menggabungkan rangkaian yang ada untuk mengetahui kinerja dari pompa itu sendiri. cara pengujian pompa air hampir sama seperti pengujian pada valve solenoid karena sama-sama menggunakan ULN dan relay sebagai komponen pendukung sistem kerja. Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan 5 volt

terhadap kaki mikrokontroler yang terhubung ke pompa air yaitu PA.1. Hasil pengujian valve solenoid dapat dilihat dalam tabel 4.6.

**Tabel 4.6**  
Hasil Pengujian Pompa Air

| No | Output<br>MK | Output<br>ULN | Kondisi<br>relay | Kondisi<br>Pompa |
|----|--------------|---------------|------------------|------------------|
| 1. | 1            | 0v            | Aktif            | Hidup            |
| 2. | 0            | 12v           | Mati             | Mati             |

Berdasarkan hasil pengujian yang ada dapat disimpulkan bahwa pompa air dapat bekerja dengan baik.

## 4.2 Pengujian Keseluruhan Sistem

Setelah dilakukan pengujian secara perbagian, selanjutnya dilakukan pengujian secara keseluruhan yang merupakan tahap akhir dari pengujian. Tahap awal pengujian dilakukan dengan menyatukan bagian-bagian yang ada sesuai pada tempatnya seperti rangkaian elektronik maupun sarana pendukung beserta pengkabelan yang menghubungkan antar rangkaian. Kemudian dilakukan pengamatan dari setiap proses kinerja alat yang didukung oleh program yang ada yaitu pengujian secara fungsional dan selanjutnya dilakukan pengujian secara real.

### 4.2.1 Pengujian Secara Fungsional

Pertama kali program akan menginisialisasi mikrokontroler. Berikut bagian program dari penginisialisasian mikrokontroler:

```
$regfile = "m16def.dat "
```

```
$crystal = 4000000
```

Pernyataan di atas memberitahukan kompiler bahwa mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega16 dan frekuensi *crystal* yang digunakan adalah 4MHz.

Selanjutnya untuk kondisi awal Pa.0, Pa.1, Pa.2, Pa.3, Pa.4, Pa.5, Pa.6 dan Pa.7 diberikan logika low agar semua valve dan pompa dalam kondisi mati.

|             |                          |
|-------------|--------------------------|
| Porta.0 = 0 | “Pompa sumur dimatikan”  |
| Porta.1 = 0 | “Pompa tandon dimatikan” |
| Porta.2 = 0 | “Valve dimatikan”        |
| Porta.3 = 0 | “Valve dimatikan”        |
| Porta.4 = 0 | “Valve dimatikan”        |
| Porta.5 = 0 | “Valve dimatikan”        |
| Porta.6 = 0 | “Buzzer dimatikan”       |

Porta.7 = 0

Setelah semua proses inialisasi meliputi inialisasi mikrokontroler selesai. Selanjutnya adalah prosedur ‘balik’, dalam prosedur ‘balik’ program akan memeriksa ketinggian permukaan air pada sumur dan tandon. Kemudian mematikan semua valve dan pompa tandon pada saat pompa air sumur mengisi air tandon. Ketika level tandon pada level level 1. Berikut adalah bagian program dalam prosedur ‘balik’:

Balik:

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| If Pinb.1 = 0 Then     | “Tandon level 2 aktif”        |
| Porta.0 = 0            | “Pompa sumur tidak aktif”     |
| Waitms 500             | “Jika ya baca waktu ½ detik”  |
| Goto Baca              | “Loncat ke alamat baca”       |
| <br>                   |                               |
| Elseif Pinb.3 = 0 Then | “jika tidak baca ini,level 1” |
| Waitms 500             |                               |
| Goto Baca              |                               |
| <br>                   |                               |
| Elseif Pinb.3 = 1 Then | “Level 1 tidak aktif”         |
| Porta.0 = 1            | “Pompa sumur aktif”           |
| Waitms 500             |                               |
| Porta.1 = 0            | “Pompa tandon dimatikan”      |
| Porta.2 = 0            | “Valve dimatikan”             |
| Porta.3 = 0            |                               |
| Porta.4 = 0            |                               |
| Porta.5 = 0            |                               |
| Goto Isidulu           | “Loncat ke alamat isi dulu”   |

End If

Goto Balik

Dalam prosedur ‘balik’ pengecekan ketinggian permukaan air dilakukan dari level bawah sumur ke level atas tandon dan kemudian ke level bawah tandon. Pada kondisi level permukaan air ada pada level 2 maka pada port Pa.0 diberikan logika low dengan tujuan menghentikan kerja pompa, sedangkan pada level permukaan air ada



pada level 1 maka port Pa.0 diberikan logika high agar pompa kembali bekerja selain itu pada port Pa.6 diberikan logika high pada saat Pb.2 kondisi high agar buzzer berbunyi.

Setelah melakukan pengecekan pada sensor level ketinggian air, pada prosedur 'Isi dulu' dilakukan pengisian air pada tandon. Berikut bagian program 'Isi dulu' yang digunakan untuk mengisi tandon air:

Isidulu:

```

If Pinb.2 = 1 Then
Porta.6 = 1           "Buzzer aktif"
Porta.0 = 0          "Pompa sumur tidak aktif"
Waitms 500
Goto Isidulu         "Loncat ke alamat isi dulu"
End If
Porta.6 = 0          "Buzzer tidak aktif"
Porta.0 = 1          "Pompa sumur aktif"
If Pinb.3 = 0 Then  "Level 1 aktif"
Porta.0 = 0          "Pompa sumur tidak aktif"
Waitms 500
Goto Balik          "Loncat ke alamat balik"
End If
Porta.0 = 1          "Pompa tandon aktif"
Goto Isidulu         "Loncat alamat isi dulu"

```

Setelah melakukan pengisian tandon, pada prosedur 'Baca' dilakukan pengecekan pada sensor PIR akan adanya pendeteksian suatu objek. Valve terbuka dan pompa tandon akan hidup pada saat PIR mana yang mendeteksi suatu objek atau pada kondisi high. Sebaliknya valve tertutup pada saat PIR tidak mendeteksi suatu objek atau pada kondisi low. Berikut bagian program 'Baca' yang digunakan untuk sensor PIR:

Baca:

```

If Pinb.4 = 0 Then  "PIR membaca objek"
Porta.2 = 1         "Valve aktif"
Porta.1 = 1         "Pompa tandon aktif"
Wait 1              " Jika ya baca waktu 1 detik"
Goto Valve2        "Loncat ke alamat valve 2"
End If              "jika tidak"

```

|                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| Porta.2 = 0        | “Pompa Tandon tidak aktif” |
| Waitms 500         |                            |
| <br>               |                            |
| Valve2:            |                            |
| If Pinb.5 = 0 Then | “PIR aktif”                |
| Porta.3 = 1        | “Valve aktif”              |
| Porta.1 = 1        | “Pompa tandon aktif”       |
| Wait 1             |                            |
| Goto Valve3        |                            |
| End If             |                            |
| <br>               |                            |
| Porta.3 = 0        | “Valve tidak aktif”        |
| Waitms 500         |                            |
| <br>               |                            |
| Valve3:            |                            |
| If Pind.0 = 0 Then | “PIR Aktif”                |
| Porta.4 = 1        | “Valve aktif”              |
| Porta.1 = 1        | “Pompa tandon aktif”       |
| Wait 1             |                            |
| Goto Valve4        |                            |
| End If             |                            |
| Porta.4 = 0        | “Valve tidak aktif”        |
| Waitms 500         |                            |
| <br>               |                            |
| Valve4:            |                            |
| If Pind.1 = 0 Then | “PIR aktif”                |
| Porta.5 = 1        | “Valve aktif”              |
| Porta.1 = 1        | “Pompa tandon aktif”       |
| Wait 1             |                            |
| Goto Balik         |                            |
| End If             |                            |
| Porta.5 = 0        | “Valve tidak aktif”        |
| Waitms 500         |                            |

Ceklogika:

|                    |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| If Pinb.4 = 1 Then | “PIR aktif”                   |
| Goto Cek1          |                               |
| End If             |                               |
| Porta.1 = 1        | “Pompa tandon aktif”          |
| Waitms 500         |                               |
| Goto Balik         | “Cek tandon apa terisi/habis” |

Cek1:

|                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| If Pinb.5 = 1 Then | “PIR tidak aktif”    |
| Goto Cek2          |                      |
| End If             |                      |
| Porta.1 = 1        | “Pompa tandon aktif” |
| Waitms 500         |                      |
| Goto Balik         |                      |

Cek2:

|                    |
|--------------------|
| If Pind.0 = 1 Then |
| Goto Cek3          |
| End If             |
| Porta.1 = 1        |
| Waitms 500         |
| Goto Balik         |

Cek3:

|                    |
|--------------------|
| If Pind.1 = 1 Then |
| Porta.1 = 0        |
| Goto Balik         |
| End If             |
| Porta.1 = 1        |
| Waitms 500         |
| Goto Balik         |

End

Pada prosedur 'Cek logika' dilakukan pengecekan pada semua sensor PIR dan pada pompa tandon. Jika semua logika PIR adalah 1 atau tidak aktif, maka digunakan untuk mematikan pompa air tandon. Kemudian "Goto Balik" untuk mengecek tandon apakah terisi atau sudah habis.

#### **4.2.2 Pengujian Efisiensi Pemakaian Air Wudhu**

Setelah dilakukan pengujian secara perbagian dan secara fungsional. Selanjutnya dilakukan pengujian efisiensi penghematan air wudhu.

##### **4.2.2.1 Tujuan**

Untuk mengetahui berapa besar efisiensi air yang dapat di hemat dengan menggunakan alat kran wudhu otomatis.

##### **4.2.2.2 Peralatan yang Digunakan**

Dalam pengujian ini peralatan yang digunakan ada dua tipe. Peralatan secara otomatis dan secara manual.

###### **a) Peralatan yang Digunakan Secara Otomatis**

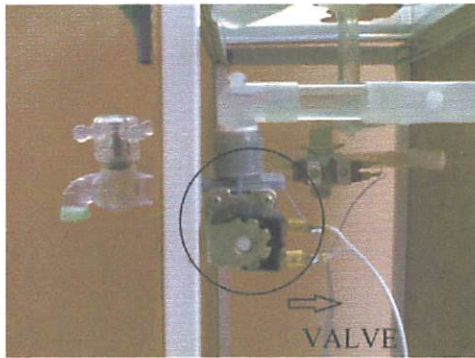
- Rangkaian kran wudhu otomatis dengan AVR ATmega16
- 4 Buah valve selenoid
- 4 Buah PIR
- Pipa
- 2 Buah pompa air
- Ember
- Panci rice cooker

###### **b) Peralatan yang Digunakan Secara Manual**

- Pipa
- Pompa air
- 4 Buah kran
- Ember
- Panci rice cooker

##### **4.2.2.3 Prosedur Pengujian**

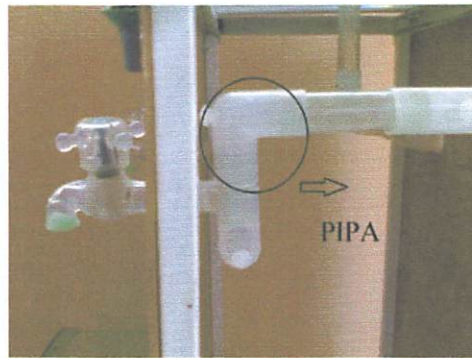
Dalam prosedur pengujian ini, dibagi menjadi 2 buah prosedur pengujian. Pengujian secara otomatis dan pengujian secara manual. Perbedaan prosedur pengujian secara otomatis dan pengujian secara manual yaitu jika secara otomatis menggunakan valve selenoid untuk membuka dan menutup aliran air sedangkan secara manual langsung menggunakan kran air untuk membuka dan menutup aliran air. Adapun perbedaannya ditunjukkan seperti gambar 4.3 (a) dan gambar 4.3 (b).



**Gambar 4.3**

(a)

Kran Wudhu Otomatis



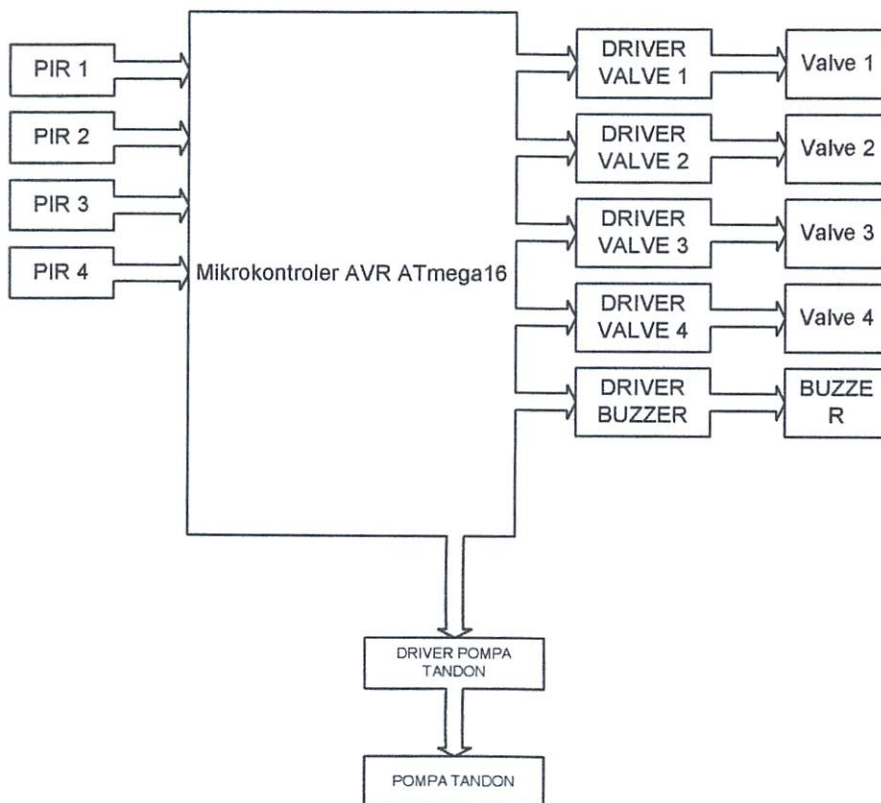
**Gambar 4.3**

(b)

Kran Wudhu Manual

**a) Prosedur Pengujian Secara Otomatis**

1. Rangkaian dibuat seperti gambar 4.4



**Gambar 4.4**

Diagram Blok Pengujian Kran Wudhu Secara Otomatis

2. Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Susun rangkaian seperti dalam blok diagram diatas.
- Berikan catu daya pada rangkaian tersebut.

- Lakukan percobaan wudhu dengan urutan 1 kran terpakai, 2 kran terpakai, 3 kran terpakai dan yang terakhir 4 kran terpakai semua.
- Amati keluaran air yang ada di ember.
- Hitung berapa volume air yang keluar di ember menggunakan panci magic com dengan urutan 1 orang melakukan wudhu menggunakan 1 kran, 2 orang melakukan wudhu menggunakan 2 kran, 3 orang melakukan wudhu menggunakan 3 kran dan yang terakhir 4 orang melakukan wudhu menggunakan 4 kran.

**b) Prosedur Pengujian Secara Manual**

Dalam prosedur pengujian secara manual dibagi menjadi 3 buah prosedur pengujian. Prosedur pengujian secara manual tersebut antara lain yaitu:

➤ **Prosedur Pengujian Secara Manual Dengan Kran Terbuka Penuh**

1. Rangkaian dibuat seperti gambar 4.5



**Gambar 4.5**

Diagram Blok Pengujian Kran Wudhu Secara Manual

2. Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Susun rangkaian seperti dalam blok diagram diatas.
- Berikan tegangan 220V untuk pompa air.
- Buka kran sampai penuh.
- Lakukan percobaan wudhu dengan urutan 1 kran terpakai, 2 kran terpakai, 3 kran terpakai dan yang terakhir 4 kran terpakai semua.
- Amati keluaran air yang ada di ember.
- Hitung berapa volume air yang keluar di ember menggunakan panci magic com dengan urutan 1 orang melakukan wudhu menggunakan 1 kran, 2 orang melakukan wudhu menggunakan 2 kran, 3 orang melakukan wudhu menggunakan 3 kran dan yang terakhir 4 orang melakukan wudhu menggunakan 4 kran

➤ **Prosedur Pengujian Secara Manual Dengan Kran Terbuka Setengah**

1. Rangkaian dibuat seperti gambar 4.5

2. Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Susun rangkaian seperti dalam blok diagram diatas.

- Berikan tegangan 220V untuk pompa air.
- Buka kran hanya setengah.
- Lakukan percobaan wudhu dengan urutan 1 kran terpakai, 2 kran terpakai, 3 kran terpakai dan yang terakhir 4 kran terpakai semua.
- Amati keluaran air yang ada di ember.
- Hitung berapa volume air yang keluar di ember menggunakan panci magic com dengan urutan 1 orang melakukan wudhu menggunakan 1 kran, 2 orang melakukan wudhu menggunakan 2 kran, 3 orang melakukan wudhu menggunakan 3 kran dan yang terakhir 4 orang melakukan wudhu menggunakan 4 kran.

➤ **Prosedur Pengujian Secara Manual Dengan Kran Terbuka Kecil**

1. Rangkaian dibuat seperti gambar 4.5
2. Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :
  - Susun rangkaian seperti dalam blok diagram diatas.
  - Berikan tegangan 220V untuk pompa air.
  - Buka kran hanya kecil.
  - Lakukan percobaan wudhu dengan urutan 1 kran terpakai, 2 kran terpakai, 3 kran terpakai dan yang terakhir 4 kran terpakai semua.
  - Amati keluaran air yang ada di ember.
  - Hitung berapa volume air yang keluar di ember menggunakan panci magic com dengan urutan 1 orang melakukan wudhu menggunakan 1 kran, 2 orang melakukan wudhu menggunakan 2 kran, 3 orang melakukan wudhu menggunakan 3 kran dan yang terakhir 4 orang melakukan wudhu menggunakan 4 kran.

#### **4.2.2.4 Hasil Pengujian**

Setelah melakukan pengujian, terdapat perbedaan antara volume air kran wudlu secara otomatis dengan kran wudlu manual yang terbuka secara penuh, setengah dan kecil. Hal tersebut akan menjadi pembandingan dalam pengujian efisiensi penghematan air yang terpakai. Hasil pengujian volume air yang digunakan untuk berwudhu dapat dilihat dalam tabel 4.7 .

**Tabel 4.7**  
 Hasil Pengujian Volume Air yang Digunakan Untuk Berwudhu

| Jumlah     |                     | Volume Air (L) |        |          |       |
|------------|---------------------|----------------|--------|----------|-------|
| Kran Wudhu | Orang Yang Berwudhu | Otomatis       | Manual |          |       |
|            |                     |                | Besar  | Setengah | Kecil |
| 1          | 1                   | 1              | 1,2    | 1        | 0,7   |
| 2          | 2                   | 1,6            | 1,8    | 1,7      | 1,6   |
| 3          | 3                   | 2,6            | 3,0    | 2,6      | 2,4   |
| 4          | 4                   | 3,2            | 3,6    | 3,4      | 3,2   |

Pada kran wudhu manual terbuka besar untuk mengalirkan volume air 1,5 liter memerlukan waktu 1 menit 5 detik, maka debit airnya adalah:

$$\frac{1,5 \text{ liter}}{65 \text{ detik}} = 0,023 \text{ liter/detik}$$

Deras air kran manual terbuka besar dapat dilihat dalam gambar 4.6.



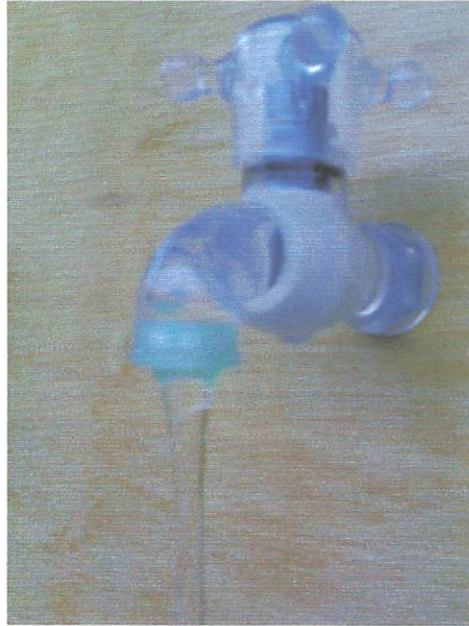
**Gambar 4.6**  
 Deras Air Wudhu Kran Manual Terbuka Besar

Pada kran wudhu manual terbuka setengah untuk mengalirkan volume air 1,5 liter memerlukan waktu 1 menit 5 detik, maka debit airnya adalah:

$$\frac{1,5 \text{ liter}}{109 \text{ detik}} = 0,013 \text{ liter/detik}$$

Deras air kran manual terbuka setengah dapat dilihat dalam gambar 4.7.





**Gambar 4.7**  
Deras Air Wudhu Kran Manual Terbuka Setengah

Pada kran wudhu manual terbuka kecil untuk mengalirkan volume air 1,5 liter memerlukan waktu 3 menit 33 detik, maka debit airnya adalah:

$$\frac{1,5 \text{ liter}}{213 \text{ detik}} = 0,007 \text{ liter/detik}$$

Deras air kran manual terbuka kecil dapat dilihat dalam gambar 4.8.



**Gambar 4.8**  
Deras Air Wudhu Kran Manual Terbuka Kecil

#### 4.2.2.5 Hasil Perhitungan Pengujian

Setelah melakukan pengujian, kemudian dilakukan perhitungan data hasil pengujian. Rumus yang digunakan untuk menghitung % penghematan air adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Penghematan air} = \left( \frac{\text{Volume air wudhu otomatis} - \text{Volume air wudhu manual}}{\text{Volume air wudhu manual}} \right) \times 100\%$$

Berikut hasil perhitungan pengujian volume air pada wudhu otomatis dengan wudhu manual kran terbuka penuh dapat dilihat dalam tabel 4.8.

**Tabel 4.8**  
Hasil Perhitungan Pengujian Volume Air Pada Wudhu Otomatis Dengan Wudhu Manual Kran Terbuka Penuh

| Jumlah Kran Wudhu | Jumlah Orang Yang Berwudhu | (%) Penghematan Air  | Hasil Perhitungan % |
|-------------------|----------------------------|--|---------------------|
| 1                 | 1                          | $\% \text{ Penghematan Air} = \left( \frac{0,2}{1,2} \times 100\% \right)$ | 16,66               |
| 2                 | 2                          | $\% \text{ Penghematan Air} = \left( \frac{0,2}{1,8} \times 100\% \right)$ | 11,11               |
| 3                 | 3                          | $\% \text{ Penghematan Air} = \left( \frac{0,4}{3} \times 100\% \right)$   | 13,33               |
| 4                 | 4                          | $\% \text{ Penghematan Air} = \left( \frac{0,4}{3,6} \times 100\% \right)$ | 11,11               |

Data hasil perhitungan volume air pada wudhu otomatis dengan wudhu manual kran terbuka setengah dapat dilihat dalam tabel 4.9.

**Tabel 4.9**  
Hasil Perhitungan Volume Air Pada Wudhu Otomatis Dengan Wudhu Manual Kran Terbuka Setengah

| Jumlah Kran Wudhu | Jumlah Orang yang Berwudhu | (%) Penghematan Air  | Hasil Perhitungan % |
|-------------------|----------------------------|--|---------------------|
| 1                 | 1                          | $\% \text{ Penghematan Air} = \left( \frac{0}{1} \times 100\% \right)$ | 0                   |

|   |   |  |      |
|---|---|--|------|
| 2 | 2 | % Penghematan Air = $((\frac{0,1}{1,7}) \times 100\%)$ | 5,88 |
| 3 | 3 | % Penghematan Air = $((\frac{0}{2,6}) \times 100\%)$   | 0    |
| 4 | 4 | % Penghematan Air = $((\frac{0,2}{3,4}) \times 100\%)$ | 5,88 |

Data hasil perhitungan volume air pada wudhu otomatis dengan wudhu manual kran terbuka kecil dapat dilihat dalam tabel 4.10.

**Tabel 4.10**

Hasil Perhitungan Volume Air Pada Wudhu Otomatis Dengan Wudhu Manual Kran Terbuka Kecil

| Jumlah Kran Wudhu | Jumlah Orang yang Berwudhu | (%) Penghematan Air                                     | Hasil Perhitungan % |
|-------------------|----------------------------|---|---------------------|
| 1                 | 1                          | % Penghematan Air = $((\frac{-0,3}{0,7}) \times 100\%)$ | -42,85              |
| 2                 | 2                          | % Penghematan Air = $((\frac{0}{1,6}) \times 100\%)$    | 0                   |
| 3                 | 3                          | % Penghematan Air = $((\frac{-0,2}{2,4}) \times 100\%)$ | -8,33               |
| 4                 | 4                          | % Penghematan Air = $((\frac{0}{3,2}) \times 100\%)$    | 0                   |

#### 4.2.2.6 Perhitungan Prosentase Penghematan Air Rata-rata Pada Wudhu Otomatis Dengan Wudhu Manual Kran Terbuka Penuh

$$\text{Penghematan air rata - rata} = \frac{\sum \% \text{ Penghematan Air}}{\text{Jumlah Pengujian}}$$

$$\text{Penghematan air rata - rata} = \frac{16,66 + 11,11 + 13,33 + 11,11}{4}$$

Jadi rata-rata prosentase air yang dapat dihemat adalah 13,05 %.

Setelah melakukan perhitungan prosentase penghematan air rata-rata, kemudian peneliti melakukan wawancara kepada 4 orang yang telah berwudhu. Pendapat dari 4 orang merasa nyaman berwudhu. Karena aliran air besar sehingga tidak membutuhkan waktu lama untuk berwudhu.

#### **4.2.2.7 Perhitungan Prosentase Penghematan Air Rata-rata Pada Wudhu Otomatis Dengan Wudhu Manual Kran Terbuka Setengah**

$$\text{Penghematan air rata - rata} = \frac{0 + 5,88 + 0 + 5,88}{4}$$

Jadi rata-rata prosentase air yang dapat dihemat adalah 2,94 %.

Setelah melakukan perhitungan prosentase penghematan air rata-rata, kemudian peneliti melakukan wawancara kepada 4 orang yang telah berwudhu. Pendapat dari 4 orang merasa tidak nyaman berwudhu. Karena aliran air kecil sehingga membutuhkan waktu lama untuk berwudhu.

#### **4.2.2.8 Perhitungan Prosentase Penghematan Air Rata-rata Pada Wudhu Otomatis Dengan Wudhu Manual Kran Terbuka Kecil**

$$\text{Penghematan air rata - rata} = \frac{-42,85 + 0 - 8,35 + 0}{4}$$

Jadi rata-rata prosentase air yang dapat dihemat adalah -12,8 %. Karena hasil rata-rata prosentase air yang dihemat negatife. Maka pada prosentase penghematan air wudhu otomatis dengan wudhu manual kran terbuka kecil tidak terdapat penghematan air.

Setelah melakukan perhitungan prosentase penghematan air rata-rata, kemudian peneliti melakukan wawancara kepada 4 orang yang telah berwudhu. Pendapat dari 4 orang merasa sangat tidak nyaman berwudhu. Karena aliran air sangat kecil sehingga membutuhkan waktu sangat lama untuk berwudhu.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan dan perancangan alat ini adalah:

- Jarak objek yang dapat diterima oleh sensor PIR adalah  $\leq 100$  cm.
- Pada perhitungan prosentase penghematan air rata-rata pada wudhu otomatis dengan wudhu manual kran terbuka penuh, air yang dapat dihemat adalah sebesar 13,05 %.
- Pada perhitungan prosentase penghematan air rata-rata pada wudhu otomatis dengan wudhu manual kran terbuka setengah, air yang dapat dihemat adalah sebesar 2,94 %.
- Pada perhitungan prosentase penghematan air rata-rata pada wudhu otomatis dengan wudhu manual kran terbuka kecil, air yang dapat dihemat adalah sebesar -12,8 %. Karena hasil yang didapat adalah negative, sehingga pada pengujian ini tidak terdapat air yang dapat dihemat.

Berdasarkan perancangan dan pengujian sistem otomatisasi kran air wudhu dan tandon air berbasis mikrokontroler AVR ATmega16, dapat disimpulkan bahwa alat dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan baik dari otomatisasi air tandon maupun otomatisasi kran air keempat-empatnya dapat bekerja secara bersamaan dengan baik. Dalam alat ini terdapat beberapa komponen diantaranya adalah mikrokontroler AVR ATmega16 sebagai pengendali kerja rangkaian secara keseluruhan, sensor PIR sebagai pendeteksi gerakan tangan di bawah kran, sensor level ketinggian air yang tersusun dari rangkaian elektroda secara paralel untuk digunakan dalam tandon dan valve solenoid sebagai saklar aliran air dari tandon ke kran.

Karena alat dalam skripsi ini adalah berupa simulasi maka untuk menggunakannya di kondisi nyata diperlukan penyesuaian dengan memperhitungkan beberapa hal seperti jarak antar elektroda yang digunakan dalam tandon, jarak antar PIR dan jarak antar tiap kran wudhu. Dengan demikian alat ini dapat digunakan untuk keperluan wudhu di masjid atau mushola.

## **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan alat ini selanjutnya adalah dengan digantinya valve yang bisa membuka dengan ukuran membuka penuh, membuka setengah dan membuka kecil. Maka akan didapatkan manfaat penghematan air yang lebih besar. Menggunakan sensor yang mempunyai delay lebih kecil akan lebih mempercepat dalam pembacaan objek.

## DAFTAR PUSTAKA

Heri Andrianto. 2008. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (code vision AVR)*. Bandung: Informatika.

Iswanto, S.T. 2008. *Design dan Implementasi Sistem Embedded Mikrokontroler ATmega8535 Dengan Bahasa Basic*. Yogyakarta: Gava Media.

<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/78532/ATMEL/ATMEGA16.html>

<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/33678/WINGS/9013.html>

<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/210214/FCI/ULN2003.html>

[www.ladyada.net/learn/sensors/pir.html](http://www.ladyada.net/learn/sensors/pir.html)

[www.kpelektro05.wordpress.com/2008/08/18/kp-pt-indoserako-sejahtera-part-ii-relay-part-i-pengertian-cara-kerja](http://www.kpelektro05.wordpress.com/2008/08/18/kp-pt-indoserako-sejahtera-part-ii-relay-part-i-pengertian-cara-kerja)

[www.antomtr.blogspot.com/2010/02/ic-uln-2003.html](http://www.antomtr.blogspot.com/2010/02/ic-uln-2003.html)

# LAMPIRAN





T.BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : J. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : J. Raya Karanglo, Km.2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Syahadat Heru Wibrata  
NIM : 05.12.223  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol Kran Wudhu  
Menggunakan PIR (*Passive Infrared Receiver*).

Dipertahankan dihadapan tim penguji skripsi jenjang Strata Satu (S-1) pada:

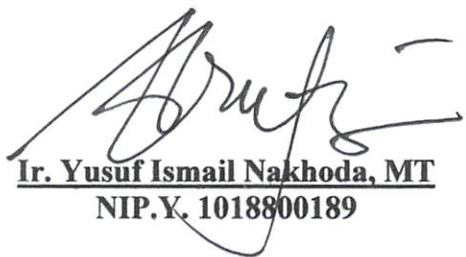
Hari : Kamis

Tanggal : 17 Februari 2011


Dengan Nilai : 80.35 (A) *✓*

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

**KETUA**

  
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
NIP.Y. 1018800189

**SEKRETARIS**

  
Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT  
NIP.Y. 1030800417

**ANGGOTA PENGUJI**

**PENGUJI I**

  
I Komang Somawirata, ST, MT  
NIP.P. 1030100361

**PENGUJI II**

  
Sonny Prasetio, ST, MT  
NIP.P. 1031000433



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

T. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : J. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : J. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI**

Dalam pelaksanaan ujian skripsi jenjang Strata satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro konsentrasi Teknik Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama : Syahadat Heru Wibrata  
NIM : 05.12.223  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Masa Bimbingan : 8 Oktober 2010 s/d 8 April 2011  
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol Kran Wudhu Menggunakan PIR (*Passive Infrared Receiver*)

| Tanggal                        | Uraian   | Paraf      |
|--------------------------------|--|------------|
| Penguji I<br>17 Februari 2011  | 1. Gambar rangkaian<br>2. Halaman 22 perancangan gambar 3.4<br>3. Perancangan Rangkaian Sensor PIR<br>4. Kesimpulan dari hasil pengujian |            |
| Penguji II<br>17 Februari 2011 | 1. Flowchart<br>2. Perancangan alat yang menggunakan transistor<br>3. Kesimpulan<br>4. Abstrak terlalu panjang                           | <br>7/2011 |

**Mengetahui,  
Dosen Pembimbing**

Dr. Eng. Arvianto Soetedjo, ST, MT  
NIP.Y. 1030800417

**Dosen Penguji,**

**Penguji I**

I Komang Somawirata, ST, MT  
NIP.P. 1030100361

**Penguji II**

Sonny Prasetyo, ST, MT  
NIP.P. 1031000433

№ 157-1030100301  
КОМУНАЛ ХОУСАЙЯНЛАР 21. АТ

№ 157-1031000123  
КОМУНА ХОУСАЙЯНЛАР 21. АТ

Бөлгө: I

Бөлгө: II

Доош Бөлгө: I

№ 157-1030200111  
КОМУНА ХОУСАЙЯНЛАР 21. АТ

Доош Бөлгө: I  
Мөхбөтөр:

|                            |   |  |         |
|----------------------------|---|--|---------|
| 12-Бөлгө 2011<br>Бөлгө: II | 4 | Урагч төлөв бөлгө                              |         |
|                            | 5 | Көмүрчүлө                                      |         |
|                            | 6 | Бөлгөсүзүнүн үчүн 2-нче мөхбөтөрүнүн мөхбөтөрү |         |
| 12-Бөлгө 2011<br>Бөлгө: I  | 4 | Көмүрчүлө үчүн 1-нче бөлгө                     |         |
|                            | 5 | Бөлгөсүзүнүн көмүрчүлө 2-нче БК                |         |
|                            | 6 | Мөхбөтөр 23 бөлгөсүзүнүн көмүрчүлө 2-нче       |         |
| 1-Бөлгө                    |   | 1-Бөлгө  | 1-Бөлгө |

Мөхбөтөрүнүн БК (Урагч мөхбөтөрү)

1-Бөлгө 2011 : Бөлгөсүзүнүн үчүн көмүрчүлө 2-нче БК (Урагч мөхбөтөрү)

Мөхбөтөрүнүн : 8 (октябрь 2010) 2-нче 8-Бөлгө 2011

Көмүрчүлө : Техник Бөлгөсүзүнүн

1-Бөлгө : Техник Бөлгө 2-1

Мөхбөтөр : 0215332

Мөхбөтөр : 2-Бөлгө 1-Бөлгө Мөхбөтөр

Мөхбөтөрүнүн :

Мөхбөтөрүнүн Бөлгөсүзүнүн Техник Бөлгөсүзүнүн үчүн Бөлгө 2-нче мөхбөтөрүнүн 2-нче Бөлгөсүзүнүн

Бөлгөсүзүнүн үчүн Бөлгөсүзүнүн 2-нче Бөлгөсүзүнүн 2-нче Бөлгөсүзүнүн Техник

**КОМУНАЛ ХОУСАЙЯНЛАР 21. АТ**

КОМУНАЛ ХОУСАЙЯНЛАР 21. АТ

КОМУНАЛ ХОУСАЙЯНЛАР 21. АТ

**КОМУНАЛ ХОУСАЙЯНЛАР 21. АТ  
ТЕХНИК БӨЛГӨСҮЗҮНҮН  
ТЕХНИК БӨЛГӨСҮЗҮНҮН**



КОМУНАЛ ХОУСАЙЯНЛАР 21. АТ



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

### Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : SYAHMADAT HW  
NIM : 05.12.223  
Perbaikan melalui :

\* bbr. Rangkai :

\* bbr. : 22 perancangan bbr 3, 4.

\* perancangan. Rangkai. bbr.

PTN

\* Kesimpulannya dari hasil  
pengujian

Malang,

200



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

## Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : SYAHADAT HEBU  
NIM : 05-12-223  
Perbaikan meliputi :

- Flowchart

- Perancangan alat yg menggunakan transistor

- Kesimpulan

- Abstrak terlalu panjang.

Malang, 17 Feb 2011

(SONNY PRASETIO, S.T, MT)



## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

ma : Syahadat Heru Wibrata  
M : 05.12.233  
isa Bimbingan : 8 Oktober 2010 s/d 8 April 2011  
tul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL KRAN WUDLU  
MENGUNAKAN PIR ( *PASSIVE INFRARED RECEIVER* )

| TANGGAL   | URAIAN                            | PARAF PEMBIMBING |
|-----------|-----------------------------------|------------------|
| 6/1/2011  |                                   |                  |
| 11/1/2011 | Pengujian : ditambahkan uji real. |                  |
| 18/1/2011 | Pengujian penghematan air.        |                  |
| 20/1/2011 | Analisa percobaan.                |                  |
| 24/1/2011 | Analisa percobaan ok.             |                  |
| 25/1/2011 | Makalah seminar hasil.            |                  |
| 26/1/2011 | Revisi makalah seminar hasil.     |                  |
|           |                                   |                  |
|           |                                   |                  |
|           |                                   |                  |

Malang,

**Dosen Pembimbing**

**Dr. Eng. Aryanto Soetedjo ST., MT**  
NIP. Y. 1030800417

Form S-4B



**FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI**

ma : Syahadat Heru Wibrata  
 M : 05.12.233  
 sa Bimbingan : 8 Oktober 2010 s/d 8 April 2011 *SH*  
 ul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL KRAN WUDLU  
 MENGGUNAKAN PIR ( PASSIVE INFRARED RECEIVER )

| TANGGAL | URAIAN                                   | PARAF PEMBIMBING |
|---------|--|------------------|
| 6/1/11  |  | <i>SH</i>        |
| 11/1/11 | Pengujian : ditambahkan uji real.        | <i>SH</i>        |
| 18/1/11 | Pengujian penghematan air                | <i>SH</i>        |
| 20/1/11 | Analisa percobaan                        | <i>SH</i>        |
| 24/1/11 | Analisa percobaan. cek                   | <i>SH</i>        |
| 25/1/11 | <del>Proposa</del> Makalah seminar hasil | <i>SH</i>        |
| 26/1/11 | Revisi Makalah seminar hasil             | <i>SH</i>        |
|         |  |                  |
|         |  |                  |
|         |  |                  |

Malang,

**Dosen Pembimbing**

*SH*  
**Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo ST., MT**  
 NIP. Y. 1030800417



## LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI , URUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

**Konsentrasi :** Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika/Teknik Komputer & Informatika\*)

|  |  |   |         |
|--|--|---|---------|
| Nama Mahasiswa : Syahadat Heru Wibrata   |  | Nim : 05.12.223   |         |
| Waktu Pengajuan  | Tanggal :  | Bulan :   | Tahun : |
|  |  |   |         |
| <b>Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)</b>                             |  |   |         |
| a. Sistem Tenaga Elektrik  |  | e. Elektronika & Komponen                                       |         |
| b. Energi & Konversi Energi  |  | f. Elektronika Digital & Komputer                               |         |
| c. Tegangan Tinggi & Pengukuran  |  | g. Elektronika Komunikasi                                       |         |
| d. Sistem Kendali Industri   |  | h. lainnya.....   |         |
| Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*)                   |  | Ketua Jurusan   |         |
| <br><u>Dr. Aryuanto, ST, MT</u>  |  | <br><u>Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT</u><br>NIP. Y. 101.880.0189 |         |
| Judul yang diajukan mahasiswa :  | Pemanfaatan ATmega 16 sebagai sistem kontrol kran wudlu memanfaatkan PIR (Passive Infrared Receiver) |   |         |
| Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu                 | Perancangan dan pembuatan sistem kontrol kran air wudlu menggunakan PIR (Passive Infrared Receiver)  |   |         |
| Catatan :  |  |   |         |
|  |  |   |         |
| Persetujuan judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi Bidang ilmu |  | Disetujui 17/3/16<br>Dosen<br>                                  |         |

**Perhatian :**

1. Formulir pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan : \*) Coret yang tidak perlu  
 \*\*) dilingkari a, b, c, ..... atau g sesuai dengan keahlian



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2**  
**MALANG**

---

Lampiran : 1 (satu) berkas  
**Pembimbing Skripsi**

Kepada : Yth. Bapak Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST, MT  
**Dosen Institut Teknologi Nasional**  
**MALANG**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Syahadat Heru Wibrata  
Nim : 05.12.223  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing utama/pendamping \*), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL**

**KRAN AIR WUDLU MENGGUNAKAN PIR ( *Passive Infrared Receiver* )**

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Malang,

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Hormat kami**

  
**Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT**  
**NIP.Y.101.880.0189**

  
**Syahadat Heru W**  
**NIM. 05.12.223**

\*) Coret yang tidak perlu

Form S-3 a

**PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEBIMBINGAN SKRIPSI**

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : Syahadat Heru Wibrata  
Nim : 05.12.223  
Semester : II ( Sebelas )  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia \*) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL**

**KRAN AIR WUDLU MENGGUNAKAN PIR ( *Passive Infrared Receiver* )**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, 21/9/16

**Kami yang Membuat pernyataan,**

  
**Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST, MT**  
**NIP.Y. 1030800417**

**Catatan :**

Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.

\*) Coret yang tidak perlu

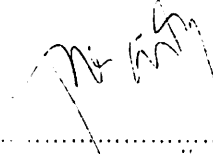
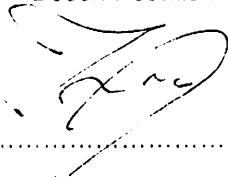

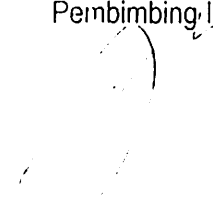
Form S-3 b



## BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi: Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika/ Teknik Komputer & Informatika\*)

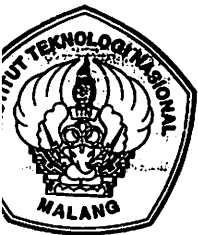
983

|    |   |   |                            |
|----|---|---|----------------------------|
| 1. | Nama Mahasiswa: SYAHADAT HERU WIBRATA   |   | Nim: 05.12.22              |
| 2. | Keterangan Pelaksanaan  | Tanggal<br>08-10-2016   | Waktu<br>Tempat<br>Ruang:  |
| 3. | Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)   |   |                            |
|    | a. Sistem Tenaga Elektrik   | e. Elektronika & Komponen   |                            |
|    | b. Energi & Konversi Energi   | f. Elektronika Digital & Komputer   |                            |
|    | c. Tegangan Tinggi & Pengukuran   | g. Elektronika Komunikasi   |                            |
|    | <input checked="" type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri  | h. lainnya .....  |                            |
| 4. | Judul Proposal yang diseminakan Mahasiswa   | PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL AIR WUDLU MENGGUNAKAN PIR (PASSIVE INFRARED RECEIVER)  |                            |
| 5. | Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian   |   |                            |
| 6. | Catatan   |   |                            |
|    | Catatan   |   |                            |
| 7. | Persetujuan Judul Skripsi   |   |                            |
|    | Disetujui,<br>Dosen Keahlian I<br><br>   | Disetujui,<br>Dosen Keahlian II<br><br>                          |                            |
|    | Mengetahui,<br>Ketua Jurusan.<br><br><br>Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT<br>NIP. Y. 1018800189 | Disetujui,<br>Calon Dosen Pembimbing ybs<br>Pembimbing I<br><br> | Pembimbing II<br><br>..... |

Perhatian:

1. Keterangan: \*) Coret yang tidak perlu

\*\*) dilingkari a, b, c, ..... atau g sesuai bidang keahlian



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

NI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 24 November 2010

Nomor : ITN- 983/7/TA /2010  
Lampiran :  
Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. DR. ARYUANTO S, ST, MT  
Dosen Pembimbing  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
di  
Malang

Dengan hormat.

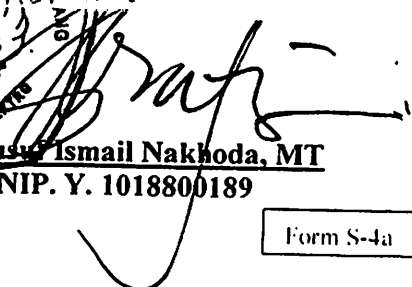
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi untuk mahasiswa:

Nama : SYAHADAT HERU WIBRATA  
Nim : 05 12 233  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika S-I

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai tanggal:

08 OKTOBER 2010 s/d 08 APRIL 2011

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian sarjana.  
Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih

Ketua Jurusan  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
  
Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
NIP. Y. 1018800189

Tindakan:

1. Mahasiswa yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S-4a

```

'-----
'-----
'name                : lcd.bas
'copyright           : (c) 1995-2005, MCS Electronics
'purpose             : demo: LCD, CLS, LOWERLINE, SHIFTLCD,
SHIFTCURSOR, HOME
'                   : CURSOR, DISPLAY
'micro               : Mega8515
'suited for demo     : yes
'commercial addon needed : no
'-----
'-----

```

```
$regfile = "m16def.dat "
```

```
' specify the used micro
```

```
$crystal = 4000000
```

```
$lib "mcsbyte.lbx"
```

```
$hwstack = 32
```

```
$swstack = 10
```

```
$framesize = 40
```

```
' default use 40 for the
```

```
frame space
```

```
Config Portb = Input
```

```
Config Porta = Output
```

```
Config Portd = Input
```

```
Porta.0 = 0
```

```
Porta.1 = 0
```

```
Porta.2 = 0
```

```
Porta.3 = 0
```

```
Porta.4 = 0
```

```
Porta.5 = 0
```

```
Porta.6 = 0
```

```
Porta.7 = 0
```

```
Wait 1
```

```
Balik:
```

```
If Pinb.1 = 0 Then
```

```
Porta.0 = 0
```

```
Waitms 500
```

```
Goto Baca
```

```
Elseif Pinb.3 = 0 Then
```

```
Waitms 500
```

```
Goto Baca
```

```
Elseif Pinb.3 = 1 Then
```

```
Porta.0 = 1
```

```
Waitms 500
```

```
Porta.1 = 0
Porta.2 = 0
Porta.3 = 0
Porta.4 = 0
Porta.5 = 0
Goto Isidulu
```

```
End If
Goto Balik
```

Isidulu:

```
If Pinb.2 = 1 Then
Porta.6 = 1
Porta.0 = 0
Waitms 500
Goto Isidulu
End If
Porta.6 = 0
Porta.0 = 1
If Pinb.3 = 0 Then
Porta.0 = 0
Waitms 500
Goto Balik
End If
Porta.0 = 1
Goto Isidulu
```

Baca:

```
If Pinb.4 = 0 Then
Porta.2 = 1
Porta.1 = 1
Wait 1
Goto Valve2
End If
Porta.2 = 0
Waitms 500
```

Valve2:

```
If Pinb.5 = 0 Then
Porta.3 = 1
Porta.1 = 1
Wait 1
Goto Valve3
End If
Porta.3 = 0
Waitms 500
```

Valve3:

```
If Pind.0 = 0 Then
Porta.4 = 1
Porta.1 = 1
Wait 1
```

```
Goto Valve4
End If
Porta.4 = 0
Waitms 500
```

```
Valve4:
  If Pind.1 = 0 Then
    Porta.5 = 1
    Porta.1 = 1
    Wait 1
    Goto Balik
  End If
  Porta.5 = 0
  Waitms 500
```

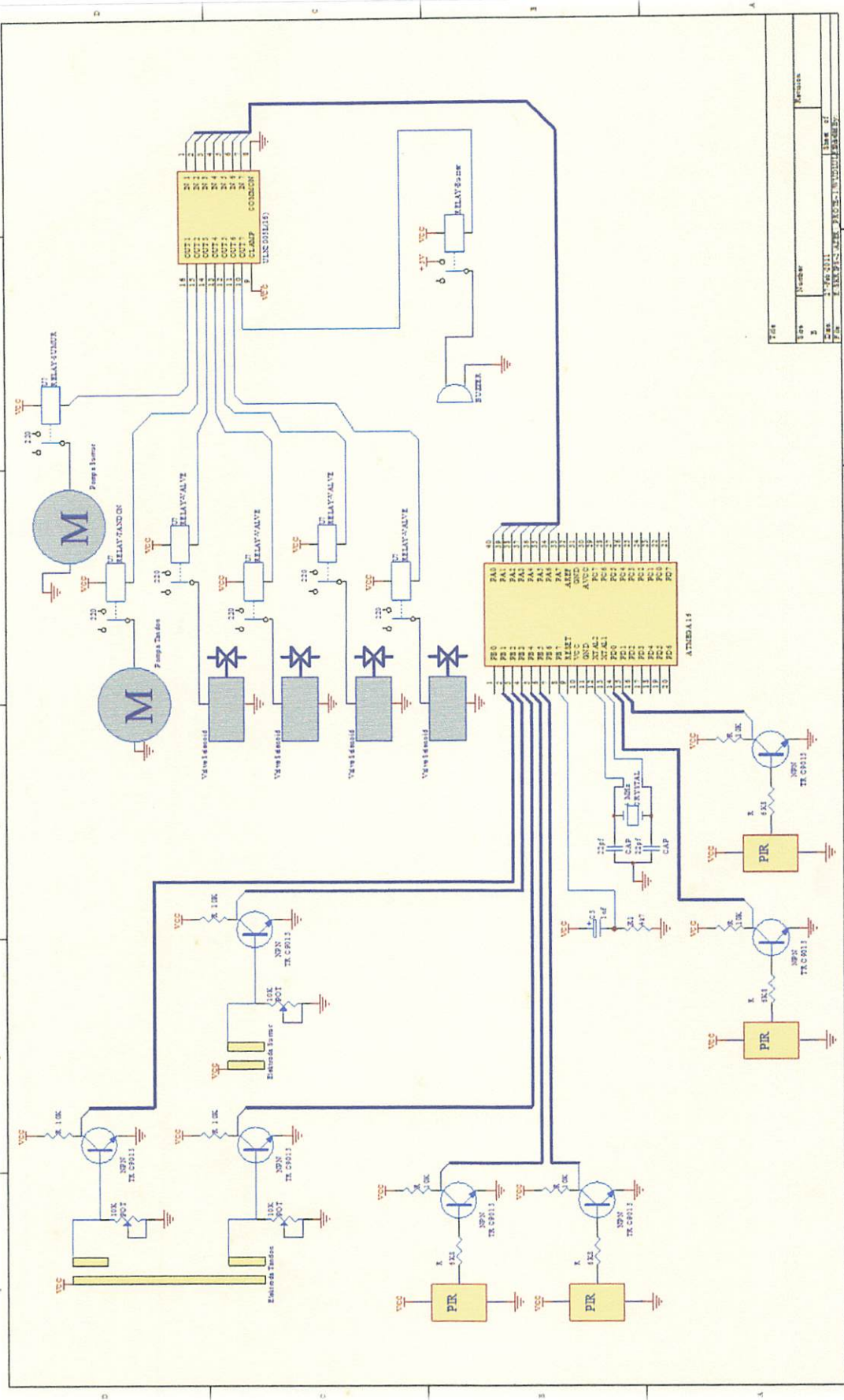
```
Ceklogika:
  If Pinb.4 = 1 Then
    Goto Cek1
  End If
  Porta.1 = 1
  Waitms 500
  Goto Balik
```

```
Cek1:
  If Pinb.5 = 1 Then
    Goto Cek2
  End If
  Porta.1 = 1
  Waitms 500
  Goto Balik
```

```
Cek2:
  If Pind.0 = 1 Then
    Goto Cek3
  End If
  Porta.1 = 1
  Waitms 500
  Goto Balik
```

```
Cek3:
  If Pind.1 = 1 Then
    Porta.1 = 0
    Goto Balik
  End If
  Porta.1 = 1
  Waitms 500
  Goto Balik
```

```
End
```



|      |                                      |          |
|------|--------------------------------------|----------|
| TGA  |                                      | Remarks  |
| Top  | Number                               |          |
| Date | 17/06/2011                           | Sheet 01 |
| File | E:\MPC\LABE\PROG\SCH\WIP\MPC\PCB.DWG |          |



## FEATURES

- High-performance, Low-power AVR<sup>®</sup> 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
- 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
- 12 x 8 General Purpose Working Registers
- Fully Static Operation
- Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
- On-chip 2-cycle Multiplier
- Volatile Program and Data Memories
- 16K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
  - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
- Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
- In-System Programming by On-chip Boot Program
- True Read-While-Write Operation
- 512 Bytes EEPROM
  - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
- 1K Byte Internal SRAM
- Programming Lock for Software Security
- IEEE (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
- Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
- Extensive On-chip Debug Support
- Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- General Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Four PWM Channels
  - 8-channel, 10-bit ADC
    - 8 Single-ended Channels
    - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
    - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- Lead Packages
  - 2 Programmable I/O Lines
  - 20-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad MLF
- Operating Voltages
  - 1.7 - 5.5V for ATmega16L
  - 1.5 - 5.5V for ATmega16
- Speed Grades
  - 1 - 8 MHz for ATmega16L
  - 1 - 16 MHz for ATmega16
- Power Consumption @ 1 MHz, 3V, and 25°C for ATmega16L
  - Active: 1.1 mA
  - Idle Mode: 0.35 mA
  - Power-down Mode: < 1 µA



## 8-bit AVR<sup>®</sup> Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash

ATmega16  
ATmega16L

## Summary

2466HS-AVR-12/03

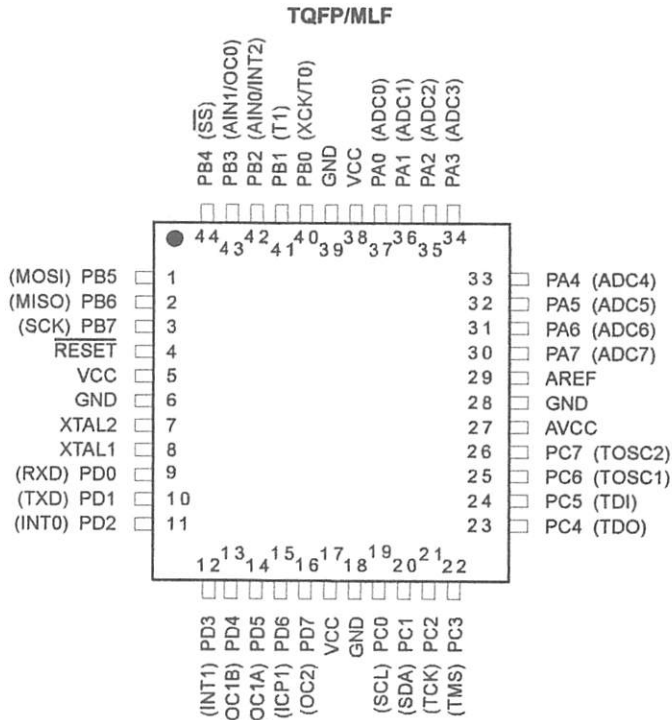
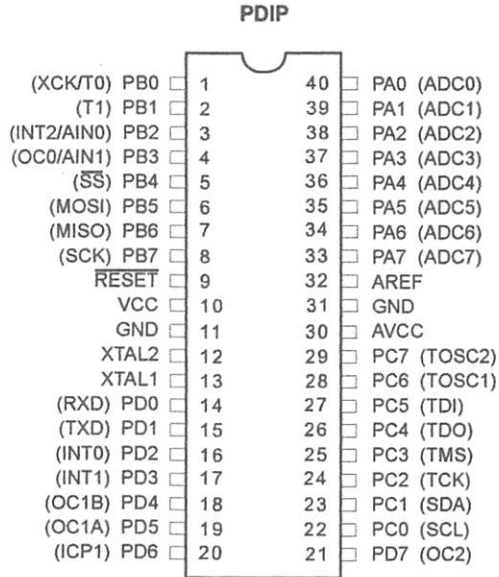


Note: This is a summary document. A complete document is available on our Web site at [www.atmel.com](http://www.atmel.com).



# Configurations

Figure 1. Pinouts ATmega16



aimer

Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

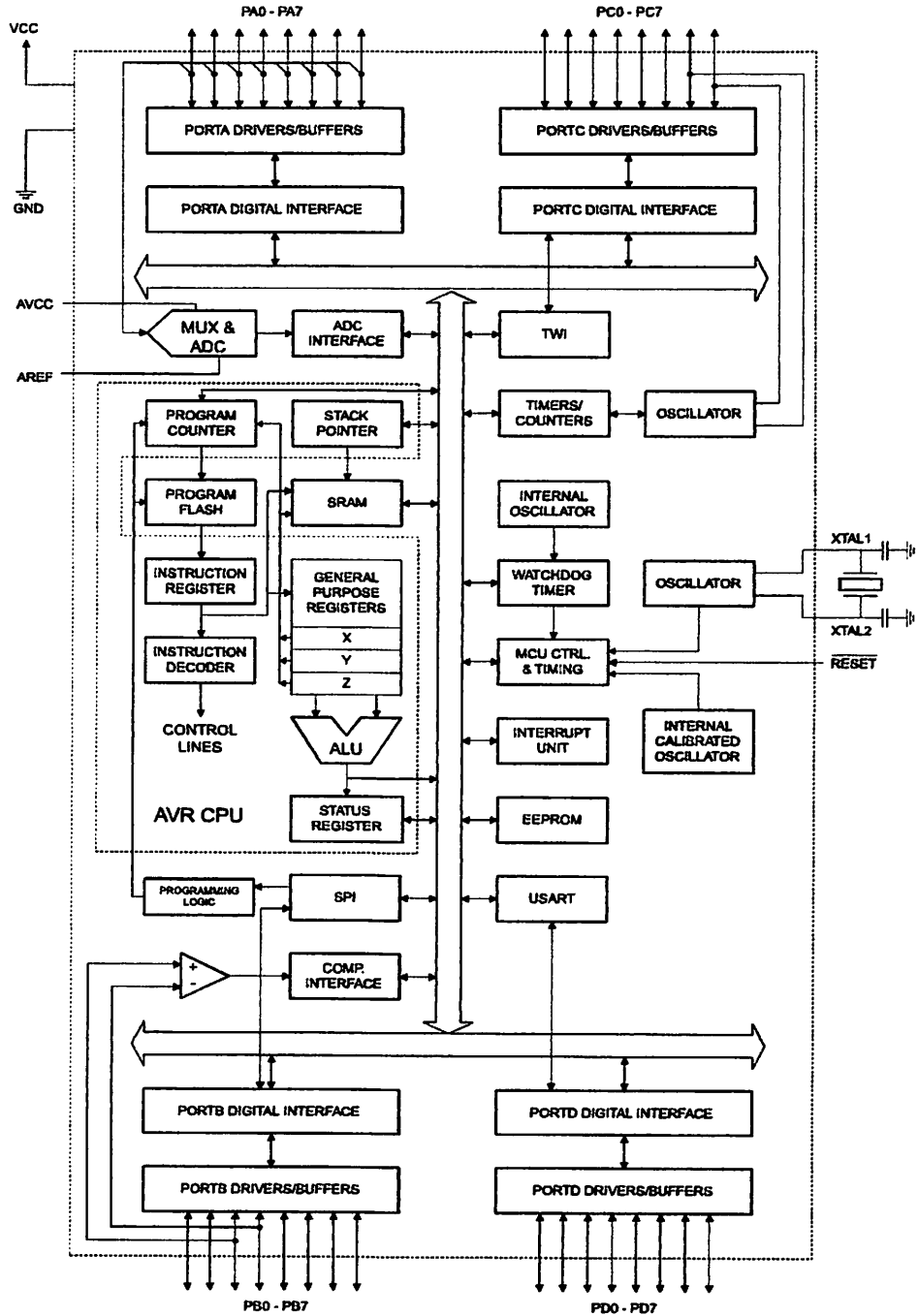
# ATmega16(L)

## view

The ATmega16 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

## Diagram

Figure 2. Block Diagram





The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega16 provides the following features: 16K bytes of In-System Programmable Flash Program memory with Read-While-Write capabilities, 512 bytes EEPROM, 1K byte SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, a JTAG interface for Boundary-scan, On-chip Debugging support and programming, three flexible Timer/Counters with compare modes, Internal and External Interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain (TQFP package only), a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the USART, Two-wire interface, A/D Converter, SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next External Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the Asynchronous Timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega16 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The ATmega16 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

## Descriptions

Digital supply voltage.

Ground.

(PA7..PA0)

Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.

Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

**(PB7..PB0)** Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 56.

**(PC7..PC0)** Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC3(TMS) and PC2(TCK) will be activated even if a reset occurs.

Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega16 as listed on page 59.

**(PD7..PD0)** Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port D also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 61.

**Reset Input.** A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 36. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Output from the inverting Oscillator amplifier.

**AVCC** is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to  $V_{CC}$ , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to  $V_{CC}$  through a low-pass filter.

**AREF** is the analog reference pin for the A/D Converter.



# Register Summary

| Address           | Name   | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3      | Bit 2  | Bit 1  | Bit 0  | Page                  |
|-------------------|--------|--|--------|--------|--------|------------|--------|--------|--------|-----------------------|
| 5F)               | SREG   | I  | T      | H      | S      | V          | N      | Z      | C      | 7                     |
| 5E)               | SPH    | -  | -      | -      | -      | -          | SP10   | SP9    | SP8    | 10                    |
| 5D)               | SPL    | SP7  | SP6    | SP5    | SP4    | SP3        | SP2    | SP1    | SP0    | 10                    |
| 5C)               | OCR0   | Timer/Counter0 Output Compare Register               |        |        |        |            |        |        |        | 83                    |
| 5B)               | GICR   | INT1   | INT0   | INT2   | -      | -          | -      | IVSEL  | IVCE   | 48, 67                |
| 5A)               | GIFR   | INTF1  | INTF0  | INTF2  | -      | -          | -      | -      | -      | 68                    |
| 59)               | TIMSK  | OCIE2  | TOIE2  | TICIE1 | OCIE1A | OCIE1B     | TOIE1  | OCIE0  | TOIE0  | 83, 114, 132          |
| 58)               | TIFR   | OCF2   | TOV2   | ICF1   | OCF1A  | OCF1B      | TOV1   | OCF0   | TOV0   | 84, 115, 132          |
| 57)               | SPMCR  | SPMIE  | RWWSB  | -      | RWWSRE | BLBSET     | PGWRT  | PGERS  | SPMEN  | 249                   |
| 56)               | TWCR   | TWINT  | TWEA   | TWSTA  | TWSTO  | TWWC       | TWEN   | -      | TWIE   | 178                   |
| 55)               | MCUCR  | SM2  | SE     | SM1    | SM0    | ISC11      | ISC10  | ISC01  | ISC00  | 30, 66                |
| 54)               | MCUCSR | JTD  | ISC2   | -      | JTRF   | WDRF       | BORF   | EXTRF  | PORF   | 39, 67, 229           |
| 53)               | TCCR0  | FOC0   | WGM00  | COM01  | COM00  | WGM01      | CS02   | CS01   | CS00   | 81                    |
| 52)               | TCNT0  | Timer/Counter0 (8 Bits)                              |        |        |        |            |        |        |        | 83                    |
|                   | OSCCAL | Oscillator Calibration Register                      |        |        |        |            |        |        |        | 28                    |
| 51) <sup>1)</sup> | OCDR   | On-Chip Debug Register                               |        |        |        |            |        |        |        | 225                   |
| 50)               | SFIOR  | ADTS2  | ADTS1  | ADTS0  | -      | ACME       | PUD    | PSR2   | PSR10  | 55, 88, 133, 199, 219 |
| 4F)               | TCCR1A | COM1A1   | COM1A0 | COM1B1 | COM1B0 | FOC1A      | FOC1B  | WGM11  | WGM10  | 109                   |
| 4E)               | TCCR1B | ICNC1  | ICES1  | -      | WGM13  | WGM12      | CS12   | CS11   | CS10   | 112                   |
| 4D)               | TCNT1H | Timer/Counter1 – Counter Register High Byte          |        |        |        |            |        |        |        | 113                   |
| 4C)               | TCNT1L | Timer/Counter1 – Counter Register Low Byte           |        |        |        |            |        |        |        | 113                   |
| 4B)               | OCR1AH | Timer/Counter1 – Output Compare Register A High Byte |        |        |        |            |        |        |        | 113                   |
| 4A)               | OCR1AL | Timer/Counter1 – Output Compare Register A Low Byte  |        |        |        |            |        |        |        | 113                   |
| 49)               | OCR1BH | Timer/Counter1 – Output Compare Register B High Byte |        |        |        |            |        |        |        | 113                   |
| 48)               | OCR1BL | Timer/Counter1 – Output Compare Register B Low Byte  |        |        |        |            |        |        |        | 113                   |
| 47)               | ICR1H  | Timer/Counter1 – Input Capture Register High Byte    |        |        |        |            |        |        |        | 114                   |
| 46)               | ICR1L  | Timer/Counter1 – Input Capture Register Low Byte     |        |        |        |            |        |        |        | 114                   |
| 45)               | TCCR2  | FOC2   | WGM20  | COM21  | COM20  | WGM21      | CS22   | CS21   | CS20   | 127                   |
| 44)               | TCNT2  | Timer/Counter2 (8 Bits)                              |        |        |        |            |        |        |        | 129                   |
| 43)               | OCR2   | Timer/Counter2 Output Compare Register               |        |        |        |            |        |        |        | 129                   |
| 42)               | ASSR   | -  | -      | -      | -      | AS2        | TCN2UB | OCR2UB | TCR2UB | 130                   |
| 41)               | WDTCR  | -  | -      | -      | WDTOE  | WDE        | WDP2   | WDP1   | WDP0   | 41                    |
| 40) <sup>2)</sup> | UBRRH  | URSEL  | -      | -      | -      | UBRR(11:8) |        |        |        | 165                   |
|                   | UCSRC  | URSEL  | UMSEL  | UPM1   | UPM0   | USBS       | UCSZ1  | UCSZ0  | UCPOL  | 164                   |
| 3F)               | EEARH  | -  | -      | -      | -      | -          | -      | -      | EEAR8  | 17                    |
| 3E)               | EEARL  | EEPROM Address Register Low Byte                     |        |        |        |            |        |        |        | 17                    |
| 3D)               | EEDR   | EEPROM Data Register                                 |        |        |        |            |        |        |        | 17                    |
| 3C)               | EEDR   | -  | -      | -      | -      | EERIE      | EEMWE  | EWE    | EERE   | 17                    |
| 3B)               | PORTA  | PORTA7   | PORTA6 | PORTA5 | PORTA4 | PORTA3     | PORTA2 | PORTA1 | PORTA0 | 64                    |
| 3A)               | DDRA   | DDA7   | DDA6   | DDA5   | DDA4   | DDA3       | DDA2   | DDA1   | DDA0   | 64                    |
| 39)               | PINA   | PINA7  | PINA6  | PINA5  | PINA4  | PINA3      | PINA2  | PINA1  | PINA0  | 64                    |
| 38)               | PORTB  | PORTB7   | PORTB6 | PORTB5 | PORTB4 | PORTB3     | PORTB2 | PORTB1 | PORTB0 | 64                    |
| 37)               | DDRB   | ddb7   | ddb6   | ddb5   | ddb4   | ddb3       | ddb2   | ddb1   | ddb0   | 64                    |
| 36)               | PINB   | PINB7  | PINB6  | PINB5  | PINB4  | PINB3      | PINB2  | PINB1  | PINB0  | 64                    |
| 35)               | PORTC  | PORTC7   | PORTC6 | PORTC5 | PORTC4 | PORTC3     | PORTC2 | PORTC1 | PORTC0 | 65                    |
| 34)               | DDRC   | DDC7   | DDC6   | DDC5   | DDC4   | DDC3       | DDC2   | DDC1   | DDC0   | 65                    |
| 33)               | PINC   | PINC7  | PINC6  | PINC5  | PINC4  | PINC3      | PINC2  | PINC1  | PINC0  | 65                    |
| 32)               | PORTD  | PORTD7   | PORTD6 | PORTD5 | PORTD4 | PORTD3     | PORTD2 | PORTD1 | PORTD0 | 65                    |
| 31)               | DDRD   | DDD7   | DDD6   | DDD5   | DDD4   | DDD3       | DDD2   | DDD1   | DDD0   | 65                    |
| 30)               | PIND   | PIND7  | PIND6  | PIND5  | PIND4  | PIND3      | PIND2  | PIND1  | PIND0  | 65                    |
| 2F)               | SPDR   | SPI Data Register                                    |        |        |        |            |        |        |        | 140                   |
| 2E)               | SPSR   | SPIF   | WCOL   | -      | -      | -          | -      | -      | SPI2X  | 140                   |
| 2D)               | SPCR   | SPIE   | SPE    | DORD   | MSTR   | CPOL       | CPHA   | SPR1   | SPR0   | 138                   |
| 2C)               | UDR    | USART I/O Data Register                              |        |        |        |            |        |        |        | 161                   |
| 2B)               | UCSRA  | RXC  | TXC    | UDRE   | FE     | DOR        | PE     | U2X    | MPCM   | 162                   |
| 2A)               | UCSRB  | RXCIE  | TXCIE  | UDRIE  | RXEN   | TXEN       | UCSZ2  | RXB8   | TXB8   | 163                   |
| 29)               | UBRRL  | USART Baud Rate Register Low Byte                    |        |        |        |            |        |        |        | 165                   |
| 28)               | ACSR   | ACD  | ACBG   | ACO    | AC1    | ACIE       | ACIC   | ACIS1  | ACIS0  | 200                   |
| 27)               | ADMUX  | REFS1  | REFS0  | ADLAR  | MUX4   | MUX3       | MUX2   | MUX1   | MUX0   | 215                   |
| 26)               | ADCSRA | ADEN   | ADSC   | ADATE  | ADIF   | ADIE       | ADPS2  | ADPS1  | ADPS0  | 217                   |
| 25)               | ADCH   | ADC Data Register High Byte                          |        |        |        |            |        |        |        | 218                   |
| 24)               | ADCL   | ADC Data Register Low Byte                           |        |        |        |            |        |        |        | 218                   |
| 23)               | TWDR   | Two-wire Serial Interface Data Register              |        |        |        |            |        |        |        | 180                   |
| 22)               | TWAR   | TWA8   | TWA5   | TWA4   | TWA3   | TWA2       | TWA1   | TWA0   | TWGCE  | 180                   |

| Address | Name | Bit 7                                       | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 | Page |
|---------|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 0x0021  | TWSR | TWS7  | TWS6  | TWS5  | TWS4  | TWS3  | -     | TWPS1 | TWPS0 | 179  |
| 0x0020  | TWBR | Two-wire Serial Interface Bit Rate Register |       |       |       |       |       |       |       | 178  |

1. When the OCDEN Fuse is unprogrammed, the OSCCAL Register is always accessed on this address. Refer to the debugger specific documentation for details on how to use the OCSR Register.
2. Refer to the USART description for details on how to access UBRRH and UCSRC.
3. For compatibility with future devices, reserved bits should be written to zero if accessed. Reserved I/O memory addresses should never be written.
4. Some of the Status Flags are cleared by writing a logical one to them. Note that the CBI and SBI instructions will operate on all bits in the I/O Register, writing a one back into any flag read as set, thus clearing the flag. The CBI and SBI instructions work with registers \$00 to \$1F only.





## Instruction Set Summary

| Operands                                 | Description                              | Operation  | Flags         | #Clocks |
|--|--|--|---------------|---------|
| <b>ARITHMETIC AND LOGIC INSTRUCTIONS</b> |  |  |               |         |
| Rd, Rr                                   | Add two Registers                        | $Rd \leftarrow Rd + Rr$  | Z,C,N,V,H     | 1       |
| Rd, Rr                                   | Add with Carry two Registers             | $Rd \leftarrow Rd + Rr + C$  | Z,C,N,V,H     | 1       |
| Rd, K                                    | Add Immediate to Word                    | $Rd \leftarrow Rd + K$   | Z,C,N,V,S     | 2       |
| Rd, Rr                                   | Subtract two Registers                   | $Rd \leftarrow Rd - Rr$  | Z,C,N,V,H     | 1       |
| Rd, K                                    | Subtract Constant from Register          | $Rd \leftarrow Rd - K$   | Z,C,N,V,H     | 1       |
| Rd, Rr                                   | Subtract with Carry two Registers        | $Rd \leftarrow Rd - Rr - C$  | Z,C,N,V,H     | 1       |
| Rd, K                                    | Subtract with Carry Constant from Reg.   | $Rd \leftarrow Rd - K - C$   | Z,C,N,V,H     | 1       |
| Rd, K                                    | Subtract Immediate from Word             | $Rd \leftarrow Rd - K$   | Z,C,N,V,S     | 2       |
| Rd, Rr                                   | Logical AND Registers                    | $Rd \leftarrow Rd \& Rr$   | Z,N,V         | 1       |
| Rd, K                                    | Logical AND Register and Constant        | $Rd \leftarrow Rd \& K$  | Z,N,V         | 1       |
| Rd, Rr                                   | Logical OR Registers                     | $Rd \leftarrow Rd \vee Rr$   | Z,N,V         | 1       |
| Rd, K                                    | Logical OR Register and Constant         | $Rd \leftarrow Rd \vee K$  | Z,N,V         | 1       |
| Rd, Rr                                   | Exclusive OR Registers                   | $Rd \leftarrow Rd \oplus Rr$   | Z,N,V         | 1       |
| Rd                                       | One's Complement                         | $Rd \leftarrow \text{SFF} - Rd$  | Z,C,N,V       | 1       |
| Rd                                       | Two's Complement                         | $Rd \leftarrow \text{S00} - Rd$  | Z,C,N,V,H     | 1       |
| Rd, K                                    | Set Bit(s) In Register                   | $Rd \leftarrow Rd \vee K$  | Z,N,V         | 1       |
| Rd, K                                    | Clear Bit(s) In Register                 | $Rd \leftarrow Rd \& (\text{SFF} - K)$   | Z,N,V         | 1       |
| Rd                                       | Increment                                | $Rd \leftarrow Rd + 1$   | Z,N,V         | 1       |
| Rd                                       | Decrement                                | $Rd \leftarrow Rd - 1$   | Z,N,V         | 1       |
| Rd                                       | Test for Zero or Minus                   | $Rd \leftarrow Rd \& Rd$   | Z,N,V         | 1       |
| Rd                                       | Clear Register                           | $Rd \leftarrow Rd \oplus Rd$   | Z,N,V         | 1       |
| Rd                                       | Set Register                             | $Rd \leftarrow \text{SFF}$   | None          | 1       |
| Rd, Rr                                   | Multiply Unsigned                        | $R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$  | Z,C           | 2       |
| Rd, Rr                                   | Multiply Signed                          | $R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$  | Z,C           | 2       |
| Rd, Rr                                   | Multiply Signed with Unsigned            | $R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$  | Z,C           | 2       |
| Rd, Rr                                   | Fractional Multiply Unsigned             | $R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$   | Z,C           | 2       |
| Rd, Rr                                   | Fractional Multiply Signed               | $R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$   | Z,C           | 2       |
| Rd, Rr                                   | Fractional Multiply Signed with Unsigned | $R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$   | Z,C           | 2       |
| <b>BRANCH INSTRUCTIONS</b>               |  |  |               |         |
| k  | Relative Jump                            | $PC \leftarrow PC + k + 1$   | None          | 2       |
| k  | Indirect Jump to (Z)                     | $PC \leftarrow Z$  | None          | 2       |
| k  | Direct Jump                              | $PC \leftarrow k$  | None          | 3       |
| k  | Relative Subroutine Call                 | $PC \leftarrow PC + k + 1$   | None          | 3       |
| k  | Indirect Call to (Z)                     | $PC \leftarrow Z$  | None          | 3       |
| k  | Direct Subroutine Call                   | $PC \leftarrow k$  | None          | 4       |
|  | Subroutine Return                        | $PC \leftarrow \text{STACK}$   | None          | 4       |
|  | Interrupt Return                         | $PC \leftarrow \text{STACK}$   | I             | 4       |
| Rd, Rr                                   | Compare, Skip if Equal                   | $\text{if } (Rd = Rr) \text{ PC} \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$                      | None          | 1/2/3   |
| Rd, Rr                                   | Compare                                  | $Rd - Rr$  | Z, N, V, C, H | 1       |
| Rd, Rr                                   | Compare with Carry                       | $Rd - Rr - C$  | Z, N, V, C, H | 1       |
| Rd, K                                    | Compare Register with Immediate          | $Rd - K$   | Z, N, V, C, H | 1       |
| Rr, b                                    | Skip if Bit In Register Cleared          | $\text{if } (Rr(b)=0) \text{ PC} \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$                      | None          | 1/2/3   |
| Rr, b                                    | Skip if Bit In Register Is Set           | $\text{if } (Rr(b)=1) \text{ PC} \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$                      | None          | 1/2/3   |
| P, b                                     | Skip if Bit In I/O Register Cleared      | $\text{if } (P(b)=0) \text{ PC} \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$                       | None          | 1/2/3   |
| P, b                                     | Skip if Bit In I/O Register Is Set       | $\text{if } (P(b)=1) \text{ PC} \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$                       | None          | 1/2/3   |
| s, k                                     | Branch if Status Flag Set                | $\text{if } (\text{SREG}(s) = 1) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$ | None          | 1/2     |
| s, k                                     | Branch if Status Flag Cleared            | $\text{if } (\text{SREG}(s) = 0) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$ | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Equal                          | $\text{if } (Z = 1) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Not Equal                      | $\text{if } (Z = 0) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Carry Set                      | $\text{if } (C = 1) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Carry Cleared                  | $\text{if } (C = 0) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Same or Higher                 | $\text{if } (C = 0) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Lower                          | $\text{if } (C = 1) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Minus                          | $\text{if } (N = 1) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Plus                           | $\text{if } (N = 0) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Greater or Equal, Signed       | $\text{if } (N \oplus V = 0) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$     | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Less Than Zero, Signed         | $\text{if } (N \oplus V = 1) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$     | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Half Carry Flag Set            | $\text{if } (H = 1) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Half Carry Flag Cleared        | $\text{if } (H = 0) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if T Flag Set                     | $\text{if } (T = 1) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if T Flag Cleared                 | $\text{if } (T = 0) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Overflow Flag Is Set           | $\text{if } (V = 1) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |
| k  | Branch if Overflow Flag Is Cleared       | $\text{if } (V = 0) \text{ then } \text{PC} \leftarrow \text{PC} + k + 1$              | None          | 1/2     |



| Opnics                       | Operands | Description                      | Operation                                | Flags      | #Clocks |
|------------------------------|----------|----------------------------------|--|------------|---------|
|                              | k        | Branch If Interrupt Enabled      | If (I = 1) then PC ← PC + k + 1          | None       | 1 / 2   |
|                              | k        | Branch If Interrupt Disabled     | If (I = 0) then PC ← PC + k + 1          | None       | 1 / 2   |
| <b>TRANSFER INSTRUCTIONS</b> |          |                                  |  |            |         |
|                              | Rd, Rr   | Move Between Registers           | Rd ← Rr                                  | None       | 1       |
|                              | Rd, Rr   | Copy Register Word               | Rd+1:Rd ← Rr+1:Rr                        | None       | 1       |
|                              | Rd, K    | Load Immediate                   | Rd ← K                                   | None       | 1       |
|                              | Rd, X    | Load Indirect                    | Rd ← (X)                                 | None       | 2       |
|                              | Rd, X+   | Load Indirect and Post-Inc.      | Rd ← (X), X ← X + 1                      | None       | 2       |
|                              | Rd, -X   | Load Indirect and Pre-Dec.       | X ← X - 1, Rd ← (X)                      | None       | 2       |
|                              | Rd, Y    | Load Indirect                    | Rd ← (Y)                                 | None       | 2       |
|                              | Rd, Y+   | Load Indirect and Post-Inc.      | Rd ← (Y), Y ← Y + 1                      | None       | 2       |
|                              | Rd, -Y   | Load Indirect and Pre-Dec.       | Y ← Y - 1, Rd ← (Y)                      | None       | 2       |
|                              | Rd, Y+q  | Load Indirect with Displacement  | Rd ← (Y + q)                             | None       | 2       |
|                              | Rd, Z    | Load Indirect                    | Rd ← (Z)                                 | None       | 2       |
|                              | Rd, Z+   | Load Indirect and Post-Inc.      | Rd ← (Z), Z ← Z + 1                      | None       | 2       |
|                              | Rd, -Z   | Load Indirect and Pre-Dec.       | Z ← Z - 1, Rd ← (Z)                      | None       | 2       |
|                              | Rd, Z+q  | Load Indirect with Displacement  | Rd ← (Z + q)                             | None       | 2       |
|                              | Rd, k    | Load Direct from SRAM            | Rd ← (k)                                 | None       | 2       |
|                              | X, Rr    | Store Indirect                   | (X) ← Rr                                 | None       | 2       |
|                              | X+, Rr   | Store Indirect and Post-Inc.     | (X) ← Rr, X ← X + 1                      | None       | 2       |
|                              | -X, Rr   | Store Indirect and Pre-Dec.      | X ← X - 1, (X) ← Rr                      | None       | 2       |
|                              | Y, Rr    | Store Indirect                   | (Y) ← Rr                                 | None       | 2       |
|                              | Y+, Rr   | Store Indirect and Post-Inc.     | (Y) ← Rr, Y ← Y + 1                      | None       | 2       |
|                              | -Y, Rr   | Store Indirect and Pre-Dec.      | Y ← Y - 1, (Y) ← Rr                      | None       | 2       |
|                              | Y+q, Rr  | Store Indirect with Displacement | (Y + q) ← Rr                             | None       | 2       |
|                              | Z, Rr    | Store Indirect                   | (Z) ← Rr                                 | None       | 2       |
|                              | Z+, Rr   | Store Indirect and Post-Inc.     | (Z) ← Rr, Z ← Z + 1                      | None       | 2       |
|                              | -Z, Rr   | Store Indirect and Pre-Dec.      | Z ← Z - 1, (Z) ← Rr                      | None       | 2       |
|                              | Z+q, Rr  | Store Indirect with Displacement | (Z + q) ← Rr                             | None       | 2       |
|                              | k, Rr    | Store Direct to SRAM             | (k) ← Rr                                 | None       | 2       |
|                              |          | Load Program Memory              | R0 ← (Z)                                 | None       | 3       |
|                              | Rd, Z    | Load Program Memory              | Rd ← (Z)                                 | None       | 3       |
|                              | Rd, Z+   | Load Program Memory and Post-Inc | Rd ← (Z), Z ← Z + 1                      | None       | 3       |
|                              |          | Store Program Memory             | (Z) ← R1:R0                              | None       | -       |
|                              | Rd, P    | In Port                          | Rd ← P                                   | None       | 1       |
|                              | P, Rr    | Out Port                         | P ← Rr                                   | None       | 1       |
|                              | Rr       | Push Register on Stack           | STACK ← Rr                               | None       | 2       |
|                              | Rd       | Pop Register from Stack          | Rd ← STACK                               | None       | 2       |
| <b>BIT-TEST INSTRUCTIONS</b> |          |                                  |  |            |         |
|                              | P, b     | Set Bit in I/O Register          | I/O(P, b) ← 1                            | None       | 2       |
|                              | P, b     | Clear Bit in I/O Register        | I/O(P, b) ← 0                            | None       | 2       |
|                              | Rd       | Logical Shift Left               | Rd(n+1) ← Rd(n), Rd(0) ← 0               | Z, C, N, V | 1       |
|                              | Rd       | Logical Shift Right              | Rd(n) ← Rd(n+1), Rd(7) ← 0               | Z, C, N, V | 1       |
|                              | Rd       | Rotate Left Through Carry        | Rd(0) ← C, Rd(n+1) ← Rd(n), C ← Rd(7)    | Z, C, N, V | 1       |
|                              | Rd       | Rotate Right Through Carry       | Rd(7) ← C, Rd(n) ← Rd(n+1), C ← Rd(0)    | Z, C, N, V | 1       |
|                              | Rd       | Arithmetic Shift Right           | Rd(n) ← Rd(n+1), n=0..6                  | Z, C, N, V | 1       |
|                              | Rd       | Swap Nibbles                     | Rd(3..0) ← Rd(7..4), Rd(7..4) ← Rd(3..0) | None       | 1       |
|                              | s        | Flag Set                         | SREG(s) ← 1                              | SREG(s)    | 1       |
|                              | s        | Flag Clear                       | SREG(s) ← 0                              | SREG(s)    | 1       |
|                              | Rr, b    | Bit Store from Register to T     | T ← Rr(b)                                | T          | 1       |
|                              | Rd, b    | Bit load from T to Register      | Rd(b) ← T                                | None       | 1       |
|                              |          | Set Carry                        | C ← 1                                    | C          | 1       |
|                              |          | Clear Carry                      | C ← 0                                    | C          | 1       |
|                              |          | Set Negative Flag                | N ← 1                                    | N          | 1       |
|                              |          | Clear Negative Flag              | N ← 0                                    | N          | 1       |
|                              |          | Set Zero Flag                    | Z ← 1                                    | Z          | 1       |
|                              |          | Clear Zero Flag                  | Z ← 0                                    | Z          | 1       |
|                              |          | Global Interrupt Enable          | I ← 1                                    | I          | 1       |
|                              |          | Global Interrupt Disable         | I ← 0                                    | I          | 1       |
|                              |          | Set Signed Test Flag             | S ← 1                                    | S          | 1       |
|                              |          | Clear Signed Test Flag           | S ← 0                                    | S          | 1       |
|                              |          | Set Twos Complement Overflow     | V ← 1                                    | V          | 1       |
|                              |          | Clear Twos Complement Overflow   | V ← 0                                    | V          | 1       |
|                              |          | Set T in SREG                    | T ← 1                                    | T          | 1       |
|                              |          | Clear T in SREG                  | T ← 0                                    | T          | 1       |
|                              |          | Set Half Carry Flag in SREG      | H ← 1                                    | H          | 1       |



| mnics                       | Operands | Description                   | Operation                                | Flags | #Clocks |
|-----------------------------|----------|-------------------------------|--|-------|---------|
|                             |          | Clear Half Carry Flag in SREG | H ← 0                                    | H     | 1       |
| <b>CONTROL INSTRUCTIONS</b> |          |                               |  |       |         |
|                             |          | No Operation                  |  | None  | 1       |
|                             |          | Sleep                         | (see specific descr. for Sleep function) | None  | 1       |
|                             |          | Watchdog Reset                | (see specific descr. for WDR/timer)      | None  | 1       |
|                             |          | Break                         | For On-Chip Debug Only                   | None  | N/A     |

# ATmega16(L)

## Ordering Information

| Speed (MHz) | Power Supply | Ordering Code                                   | Package             | Operation Range               |
|-------------|--------------|---|---------------------|-------------------------------|
| 8           | 2.7 - 5.5V   | ATmega16L-8AC<br>ATmega16L-8PC<br>ATmega16L-8MC | 44A<br>40P6<br>44M1 | Commercial<br>(0°C to 70°C)   |
|             |              | ATmega16L-8AI<br>ATmega16L-8PI<br>ATmega16L-8MI | 44A<br>40P6<br>44M1 | Industrial<br>(-40°C to 85°C) |
| 16          | 4.5 - 5.5V   | ATmega16-16AC<br>ATmega16-16PC<br>ATmega16-16MC | 44A<br>40P6<br>44M1 | Commercial<br>(0°C to 70°C)   |
|             |              | ATmega16-16AI<br>ATmega16-16PI<br>ATmega16-16MI | 44A<br>40P6<br>44M1 | Industrial<br>(-40°C to 85°C) |

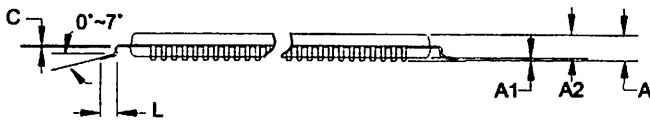
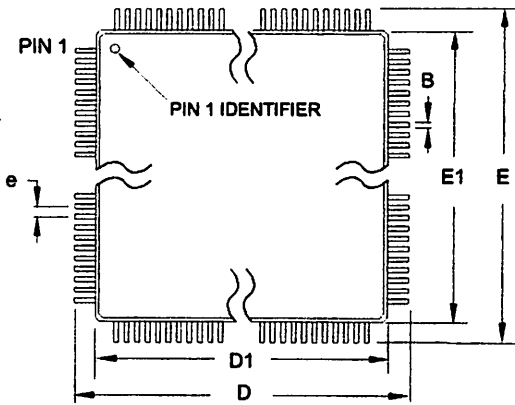
### Package Type

|   |
|---|
| 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)               |
| 40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)                         |
| 44-pad, 7 x 7 x 1.0 mm body, lead pitch 0.50 mm, Micro Lead Frame Package (MLF) |





# aging Information



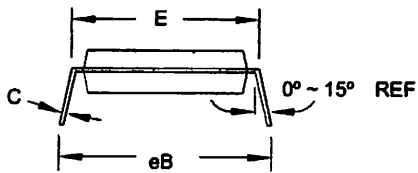
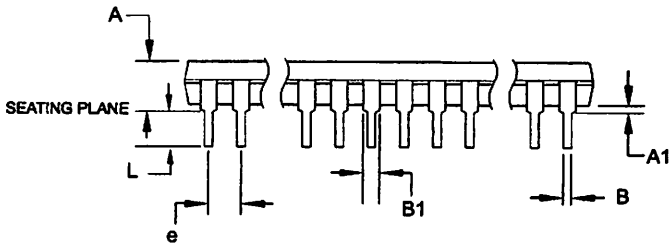
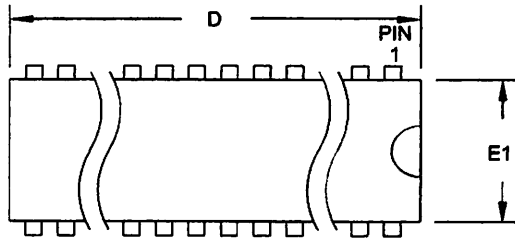
**COMMON DIMENSIONS**  
(Unit of Measure = mm)

| SYMBOL | MIN      | NOM   | MAX   | NOTE   |
|--------|----------|-------|-------|--------|
| A      | -        | -     | 1.20  |        |
| A1     | 0.05     | -     | 0.15  |        |
| A2     | 0.95     | 1.00  | 1.05  |        |
| D      | 11.75    | 12.00 | 12.25 |        |
| D1     | 9.90     | 10.00 | 10.10 | Note 2 |
| E      | 11.75    | 12.00 | 12.25 |        |
| E1     | 9.90     | 10.00 | 10.10 | Note 2 |
| B      | 0.30     | -     | 0.45  |        |
| C      | 0.09     | -     | 0.20  |        |
| L      | 0.45     | -     | 0.75  |        |
| e      | 0.80 TYP |       |       |        |

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation ACB.
  2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
  3. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

10/5/2001

|  |  |             |      |
|--|--|-------------|------|
| 2325 Orchard Parkway<br>San Jose, CA 95131 | TITLE  | DRAWING NO. | REV. |
|  | 44A, 44-lead, 10 x 10 mm Body Size, 1.0 mm Body Thickness,<br>0.8 mm Lead Pitch, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP) | 44A         | B    |




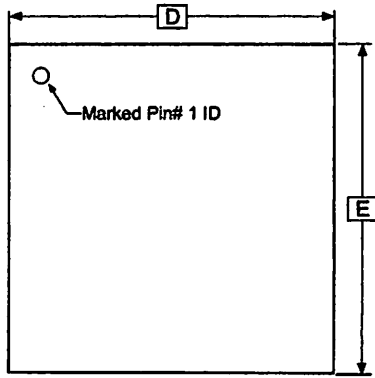
**COMMON DIMENSIONS**  
(Unit of Measure = mm)

| SYMBOL | MIN       | NOM | MAX    | NOTE   |
|--------|-----------|-----|--------|--------|
| A      | -         | -   | 4.826  |        |
| A1     | 0.381     | -   | -      |        |
| D      | 52.070    | -   | 52.578 | Note 2 |
| E      | 15.240    | -   | 15.875 |        |
| E1     | 13.462    | -   | 13.970 | Note 2 |
| B      | 0.356     | -   | 0.559  |        |
| B1     | 1.041     | -   | 1.651  |        |
| L      | 3.048     | -   | 3.556  |        |
| C      | 0.203     | -   | 0.381  |        |
| eB     | 15.494    | -   | 17.526 |        |
| e      | 2.540 TYP |     |        |        |

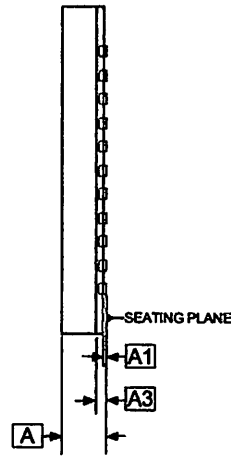
- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-011, Variation AC.
  2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion. Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

09/28/01

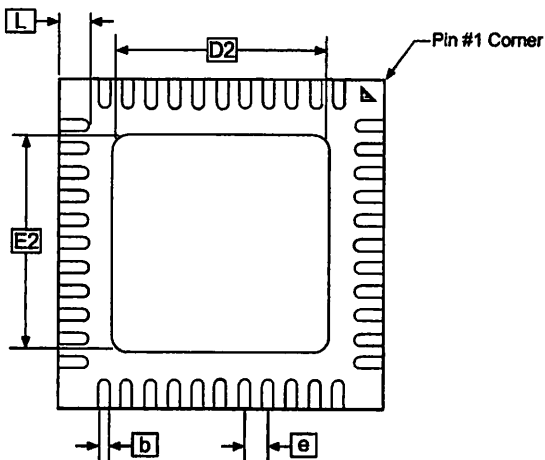
|   |   |                    |             |
|---|---|--------------------|-------------|
|  2325 Orchard Parkway<br>San Jose, CA 95131 | <b>TITLE</b><br><b>40P6, 40-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual<br/>         Inline Package (PDIP)</b> | <b>DRAWING NO.</b> | <b>REV.</b> |
|   |   | 40P6               | B           |



TOP VIEW



SIDE VIEW



BOTTOM VIEW

**COMMON DIMENSIONS**  
(Unit of Measure = mm)

| SYMBOL | MIN      | NOM  | MAX  | NOTE |
|--------|----------|------|------|------|
| A      | 0.80     | 0.90 | 1.00 |      |
| A1     | -        | 0.02 | 0.05 |      |
| A3     | 0.25 REF |      |      |      |
| b      | 0.18     | 0.23 | 0.30 |      |
| D      | 7.00 BSC |      |      |      |
| D2     | 5.00     | 5.20 | 5.40 |      |
| E      | 7.00 BSC |      |      |      |
| E2     | 5.00     | 5.20 | 5.40 |      |
| e      | 0.50 BSC |      |      |      |
| L      | 0.35     | 0.55 | 0.75 |      |

Notes: 1. JEDEC Standard MO-220, Fig. 1 (SAW Singulation) VKKD-1.

01/15/03

|  |   |             |      |
|--|---|-------------|------|
| 2325 Orchard Parkway<br>San Jose, CA 95131 | TITLE   | DRAWING NO. | REV. |
|  | 44M1, 44-pad, 7 x 7 x 1.0 mm Body, Lead Pitch 0.50 mm<br>Micro Lead Frame Package (MLF) | 44M1        | C    |

a

The revision letter in this section refers to the revision of the ATmega16 device.

## ga16(L) Rev. I

- IDCODE masks data from TDI input

### 1. IDCODE masks data from TDI input

The JTAG instruction IDCODE is not working correctly. Data to succeeding devices are replaced by all-ones during Update-DR.

#### Problem Fix / Workaround

- If ATmega16 is the only device in the scan chain, the problem is not visible.
- Select the Device ID Register of the ATmega16 by issuing the IDCODE instruction or by entering the Test-Logic-Reset state of the TAP controller to read out the contents of its Device ID Register and possibly data from succeeding devices of the scan chain. Issue the BYPASS instruction to the ATmega16 while reading the Device ID Registers of preceding devices of the boundary scan chain.
- If the Device IDs of all devices in the boundary scan chain must be captured simultaneously, the ATmega16 must be the first device in the chain.

## ga16(L) Rev. H

- IDCODE masks data from TDI input

### 1. IDCODE masks data from TDI input

The JTAG instruction IDCODE is not working correctly. Data to succeeding devices are replaced by all-ones during Update-DR.

#### Problem Fix / Workaround

- If ATmega16 is the only device in the scan chain, the problem is not visible.
- Select the Device ID Register of the ATmega16 by issuing the IDCODE instruction or by entering the Test-Logic-Reset state of the TAP controller to read out the contents of its Device ID Register and possibly data from succeeding devices of the scan chain. Issue the BYPASS instruction to the ATmega16 while reading the Device ID Registers of preceding devices of the boundary scan chain.
- If the Device IDs of all devices in the boundary scan chain must be captured simultaneously, the ATmega16 must be the first device in the chain.

## ga16(L) Rev. G

- IDCODE masks data from TDI input

### 1. IDCODE masks data from TDI input

The JTAG instruction IDCODE is not working correctly. Data to succeeding devices are replaced by all-ones during Update-DR.

#### Problem Fix / Workaround

- If ATmega16 is the only device in the scan chain, the problem is not visible.
- Select the Device ID Register of the ATmega16 by issuing the IDCODE instruction or by entering the Test-Logic-Reset state of the TAP controller to read out the contents of its Device ID Register and possibly data from succeeding devices of the scan chain. Issue the BYPASS instruction to the ATmega16 while reading the Device ID Registers of preceding devices of the boundary scan chain.



- If the Device IDs of all devices in the boundary scan chain must be captured simultaneously, the ATmega16 must be the first device in the chain.



## Datasheet Change Log for ATmega16

Changes from Rev.  
10/03 to Rev.  
12/03

This section contains a log on the changes made to the datasheet for ATmega16.

All page numbers refer to this document.

1. Updated "Calibrated Internal RC Oscillator" on page 27.

Changes from Rev.  
02/03 to Rev.  
10/03

All page numbers refer to this document.

1. Removed "Preliminary" from the datasheet.
2. Changed ICP to ICP1 in the datasheet.
3. Updated "JTAG Interface and On-chip Debug System" on page 34.
4. Updated assembly and C code examples in "Watchdog Timer Control Register – WDTCR" on page 41.
5. Updated Figure 46 on page 101.
6. Updated Table 15 on page 36, Table 82 on page 215 and Table 115 on page 274.
7. Updated "Test Access Port – TAP" on page 220 regarding JTAGEN.
8. Updated description for the JTD bit on page 229.
9. Added note 2 to Figure 126 on page 251.
10. Added a note regarding JTAGEN fuse to Table 105 on page 259.
11. Updated Absolute Maximum Ratings\* and DC Characteristics in "Electrical Characteristics" on page 289.
12. Updated "ATmega16 Typical Characteristics" on page 297.
13. Fixed typo for 16 MHz MLF package in "Ordering Information" on page 11.
14. Added a proposal for solving problems regarding the JTAG instruction IDCODE in "Errata" on page 15.

Changes from Rev.  
10/02 to Rev.  
02/03

All page numbers refer to this document.

1. Added note about masking out unused bits when reading the Program Counter in "Stack Pointer" on page 10.
2. Added Chip Erase as a first step in "Programming the Flash" on page 286 and "Programming the EEPROM" on page 287.
3. Added the section "Unconnected pins" on page 53.



4. Added tips on how to disable the OCD system in “On-chip Debug System” on page 34.
5. Removed reference to the “Multi-purpose Oscillator” application note and “32 kHz Crystal Oscillator” application note, which do not exist.
6. Added information about PWM symmetry for Timer0 and Timer2.
7. Added note in “Filling the Temporary Buffer (Page Loading)” on page 252 about writing to the EEPROM during an SPM Page Load.
8. Removed ADHSM completely.
9. Added Table 73, “TWI Bit Rate Prescaler,” on page 180 to describe the TWPS bits in the “TWI Status Register – TWSR” on page 179.
10. Added section “Default Clock Source” on page 23.
11. Added note about frequency variation when using an external clock. Note added in “External Clock” on page 29. An extra row and a note added in Table 118 on page 291.
12. Various minor TWI corrections.
13. Added “Power Consumption” data in “Features” on page 1.
14. Added section “EEPROM Write During Power-down Sleep Mode” on page 20.
15. Added note about Differential Mode with Auto Triggering in “Prescaling and Conversion Timing” on page 205.
16. Added updated “Packaging Information” on page 12.

Changes from Rev.  
09/02 to Rev.  
10/02

All page numbers refer to this document.

1. Updated “DC Characteristics” on page 289.

Changes from Rev.  
03/02 to Rev.  
09/02

All page numbers refer to this document.

1. Changed all Flash write/erase cycles from 1,000 to 10,000.
2. Updated the following tables: Table 4 on page 24, Table 15 on page 36, Table 42 on page 83, Table 45 on page 110, Table 46 on page 110, Table 59 on page 141, Table 67 on page 165, Table 90 on page 233, Table 102 on page 257, “DC Characteristics” on page 289, Table 119 on page 291, Table 121 on page 293, and Table 122 on page 295.
3. Updated “Errata” on page 15.

Changes from Rev.  
09/01 to Rev.  
03/02

All page numbers refer to this document.

1. Updated typical EEPROM programming time, Table 1 on page 18.

2. **Updated typical start-up time in the following tables:**  
Table 3 on page 23, Table 5 on page 25, Table 6 on page 26, Table 8 on page 27, Table 9 on page 27, and Table 10 on page 28.
3. **Updated Table 17 on page 41 with typical WDT Time-out.**
4. **Added Some Preliminary Test Limits and Characterization Data.**  
Removed some of the TBD's in the following tables and pages:  
Table 15 on page 36, Table 16 on page 40, Table 116 on page 272 (table removed in document review #D), "Electrical Characteristics" on page 289, Table 119 on page 291, Table 121 on page 293, and Table 122 on page 295.
5. **Updated TWI Chapter.**  
Added the note at the end of the "Bit Rate Generator Unit" on page 176.
6. **Corrected description of ADSC bit in "ADC Control and Status Register A – ADCSRA" on page 217.**
7. **Improved description on how to do a polarity check of the ADC doff results in "ADC Conversion Result" on page 214.**
8. **Added JTAG version number for rev. H in Table 87 on page 227.**
9. **Added note regarding OCDEN Fuse below Table 105 on page 259.**
10. **Updated Programming Figures:**  
Figure 127 on page 261 and Figure 136 on page 272 are updated to also reflect that AVCC must be connected during Programming mode. Figure 131 on page 268 added to illustrate how to program the fuses.
11. **Added a note regarding usage of the "PROG\_PAGELOAD (\$6)" on page 278 and "PROG\_PAGEREAD (\$7)" on page 278.**
12. **Removed alternative algorithm for leaving JTAG Programming mode.**  
See "Leaving Programming Mode" on page 286.
13. **Added Calibrated RC Oscillator characterization curves in section "ATmega16 Typical Characteristics" on page 297.**
14. **Corrected ordering code for MLF package (16MHz) in "Ordering Information" on page 11.**
15. **Corrected Table 90, "Scan Signals for the Oscillators<sup>(1)(2)(3)</sup>," on page 233.**



## Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, USA  
Tel: (408) 441-0311  
Tel: (408) 487-2600

## Regional Headquarters

Atmel Sarl  
Route des Arsenaux 41  
Case Postale 80  
1705 Fribourg  
Switzerland  
(41) 26-426-5555  
(41) 26-426-5500

Atmel Limited  
Atmel House, Golden Plaza  
100 Tsimshatsui  
Road Kowloon  
Kowloon  
Hong Kong  
(852) 2721-9778  
(852) 2722-1369

Atmel (Japan) Inc.  
Atmel Shinkawa Bldg.  
5-1-8 Shinkawa  
Naka-ku, Tokyo 104-0033  
Japan  
(81) 3-3523-3551  
(81) 3-3523-7581

## Atmel Operations

**Memory**  
2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, USA  
Tel: (408) 441-0311  
Fax: (408) 436-4314

**Microcontrollers**  
2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, USA  
Tel: (408) 441-0311  
Fax: (408) 436-4314

La Chantrerie  
BP 70602  
44306 Nantes Cedex 3, France  
Tel: (33) 2-40-18-18-18  
Fax: (33) 2-40-18-19-60

**ASIC/ASSP/Smart Cards**  
Zone Industrielle  
13106 Rousset Cedex, France  
Tel: (33) 4-42-53-60-00  
Fax: (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.  
Colorado Springs, CO 80906, USA  
Tel: (719) 576-3300  
Fax: (719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park  
Maxwell Building  
East Kilbride G75 0QR, Scotland  
Tel: (44) 1355-803-000  
Fax: (44) 1355-242-743

**RF/Automotive**  
Theresienstrasse 2  
Postfach 3535  
74025 Heilbronn, Germany  
Tel: (49) 71-31-67-0  
Fax: (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.  
Colorado Springs, CO 80906, USA  
Tel: (719) 576-3300  
Fax: (719) 540-1759

**Biometrics/Imaging/Hi-Rel MPU/  
High Speed Converters/RF Datacom**  
Avenue de Rochepleine  
BP 123  
38521 Saint-Egreve Cedex, France  
Tel: (33) 4-76-58-30-00  
Fax: (33) 4-76-58-34-80

---

**Literature Requests**  
[www.atmel.com/literature](http://www.atmel.com/literature)

Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard terms and conditions which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and makes no commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use in life support devices or systems.

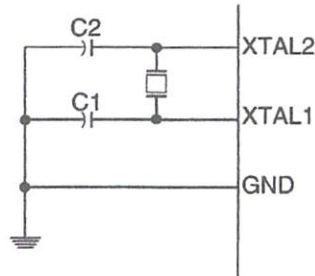
© Atmel Corporation 2003. All rights reserved. Atmel® and combinations thereof, AVR®, and AVR Studio® are the registered trademarks of Atmel Corporation or its subsidiaries. Microsoft®, Windows®, Windows NT®, and Windows XP® are the registered trademarks of Microsoft Corporation. Other terms and product names may be the trademarks of others.

Printed on recycled paper.

2468HS-AVR-12/03

choosing capacitors for use with crystals are given in [Table 4](#). For ceramic resonators, the capacitor values given by the manufacturer should be used.

**Figure 12.** Crystal Oscillator Connections



The Oscillator can operate in three different modes, each optimized for a specific frequency range. The operating mode is selected by the fuses CKSEL3..1 as shown in [Table 4](#).

**Table 4.** Crystal Oscillator Operating Modes

| CKOPT | CKSEL3..1          | Frequency Range (MHz) | Recommended Range for Capacitors C1 and C2 for Use with Crystals (pF) |
|-------|--------------------|-----------------------|---|
| 1     | 101 <sup>(1)</sup> | 0.4 - 0.9             | –   |
| 1     | 110                | 0.9 - 3.0             | 12 - 22   |
| 1     | 111                | 3.0 - 8.0             | 12 - 22   |
| 0     | 101, 110, 111      | 1.0 ≤                 | 12 - 22   |

Note: 1. This option should not be used with crystals, only with ceramic resonators.

## Electrical Characteristics

### Absolute Maximum Ratings\*

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Operating Temperature .....  | -55°C to +125°C                   |
| Storage Temperature .....  | -65°C to +150°C                   |
| Voltage on any Pin except $\overline{\text{RESET}}$ with respect to Ground ..... | -0.5V to $V_{CC}+0.5V$            |
| Voltage on $\overline{\text{RESET}}$ with respect to Ground .....                | -0.5V to +13.0V                   |
| Maximum Operating Voltage .....  | 6.0V                              |
| Current per I/O Pin .....  | 40.0 mA                           |
| Current $V_{CC}$ and GND Pins .....  | 200.0mA PDIP and 100.0mA TQFP/MLF |

\*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

### Electrical Characteristics

0°C to 85°C,  $V_{CC} = 2.7V$  to 5.5V (Unless Otherwise Noted)

| Symbol | Parameter  | Condition  | Min                | Typ | Max                | Units     |
|--------|--|--|--------------------|-----|--------------------|-----------|
|        | Input Low Voltage except XTAL1 and $\overline{\text{RESET}}$ pins  | $V_{CC}=2.7 - 5.5$   | -0.5               |     | $0.2 V_{CC}^{(1)}$ | V         |
|        | Input High Voltage except XTAL1 and $\overline{\text{RESET}}$ pins | $V_{CC}=2.7 - 5.5$   | $0.6 V_{CC}^{(2)}$ |     | $V_{CC} + 0.5$     | V         |
|        | Input High Voltage XTAL1 pin                                       | $V_{CC}=2.7 - 5.5$   | $0.7 V_{CC}^{(2)}$ |     | $V_{CC} + 0.5$     | V         |
|        | Input Low Voltage XTAL1 pin  | $V_{CC}=2.7 - 5.5$   | -0.5               |     | $0.1 V_{CC}^{(1)}$ | V         |
|        | Input High Voltage $\overline{\text{RESET}}$ pin                   | $V_{CC}=2.7 - 5.5$   | $0.9 V_{CC}^{(2)}$ |     | $V_{CC} + 0.5$     | V         |
|        | Input Low Voltage $\overline{\text{RESET}}$ pin                    | $V_{CC}=2.7 - 5.5$   | -0.5               |     | $0.2 V_{CC}$       | V         |
|        | Output Low Voltage <sup>(3)</sup> (Ports A,B,C,D)                  | $I_{OL} = 20 \text{ mA}, V_{CC} = 5V$<br>$I_{OL} = 10 \text{ mA}, V_{CC} = 3V$   |                    |     | 0.7<br>0.5         | V<br>V    |
|        | Output High Voltage <sup>(4)</sup> (Ports A,B,C,D)                 | $I_{OH} = -20 \text{ mA}, V_{CC} = 5V$<br>$I_{OH} = -10 \text{ mA}, V_{CC} = 3V$ | 4.2<br>2.2         |     |                    | V<br>V    |
|        | Input Leakage Current I/O Pin                                      | $V_{CC} = 5.5V$ , pin low (absolute value)                                       |                    |     | 1                  | $\mu A$   |
|        | Input Leakage Current I/O Pin                                      | $V_{CC} = 5.5V$ , pin high (absolute value)                                      |                    |     | 1                  | $\mu A$   |
|        | Reset Pull-up Resistor   |  | 30                 |     | 60                 | $k\Omega$ |
|        | I/O Pin Pull-up Resistor   |  | 20                 |     | 50                 | $k\Omega$ |



## Absolute Maximum Ratings\*

|   |                  |
|---|------------------|
| Operating Temperature.....                    | -55°C to +125°C  |
| Storage Temperature.....                      | -65°C to +150°C  |
| Voltage on Any Pin<br>Respect to Ground ..... | -1.0 V to +7.0 V |
| Maximum Operating Voltage .....               | 6.6 V            |
| Output Current.....                           | 15.0 mA          |

\*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## Characteristics

10°C to 85°C, V<sub>CC</sub> = 5.0 V ± 20% (unless otherwise noted)

| Symbol | Parameter  | Condition  | Min                      | Max                      | Units |
|--------|--|--|--------------------------|--------------------------|-------|
|        | Input Low Voltage  | (Except $\overline{EA}$ )                              | -0.5                     | 0.2 V <sub>CC</sub> -0.1 | V     |
|        | Input Low Voltage ( $\overline{EA}$ )                    |  | -0.5                     | 0.2 V <sub>CC</sub> -0.3 | V     |
|        | Input High Voltage                                       | (Except XTAL1, RST)                                    | 0.2 V <sub>CC</sub> +0.9 | V <sub>CC</sub> +0.5     | V     |
|        | Input High Voltage                                       | (XTAL1, RST)   | 0.7 V <sub>CC</sub>      | V <sub>CC</sub> +0.5     | V     |
|        | Output Low Voltage <sup>(1)</sup><br>(Ports 1,2,3)       | I <sub>OL</sub> = 1.6 mA                               |                          | 0.45                     | V     |
|        | Output Low Voltage <sup>(1)</sup><br>(Port 0, ALE, PSEN) | I <sub>OL</sub> = 3.2 mA                               |                          | 0.45                     | V     |
|        | Output High Voltage<br>(Ports 1,2,3, ALE, PSEN)          | I <sub>OH</sub> = -60 μA, V <sub>CC</sub> = 5 V ± 10%  | 2.4                      |                          | V     |
|        |  | I <sub>OH</sub> = -25 μA                               | 0.75 V <sub>CC</sub>     |                          | V     |
|        |  | I <sub>OH</sub> = -10 μA                               | 0.9 V <sub>CC</sub>      |                          | V     |
|        | Output High Voltage<br>(Port 0 in External Bus Mode)     | I <sub>OH</sub> = -800 μA, V <sub>CC</sub> = 5 V ± 10% | 2.4                      |                          | V     |
|        |  | I <sub>OH</sub> = -300 μA                              | 0.75 V <sub>CC</sub>     |                          | V     |
|        |  | I <sub>OH</sub> = -80 μA                               | 0.9 V <sub>CC</sub>      |                          | V     |
|        | Logical 0 Input Current<br>(Ports 1,2,3)                 | V <sub>IN</sub> = 0.45 V                               |                          | -50                      | μA    |
|        | Logical 1 to 0 Transition<br>Current (Ports 1,2,3)       | V <sub>IN</sub> = 2 V                                  |                          | -650                     | μA    |
|        | Input Leakage Current<br>(Port 0, EA)                    | 0.45 < V <sub>IN</sub> < V <sub>CC</sub>               |                          | ±10                      | μA    |
|        | Reset Pulldown Resistor                                  |  | 50                       | 300                      | KΩ    |
|        | Pin Capacitance  | Test Freq. = 1 MHz, T <sub>A</sub> = 25°C              |                          | 10                       | pF    |
|        | Power Supply Current                                     | Active Mode, 12 MHz                                    |                          | 20                       | mA    |
|        |  | Idle Mode, 12 MHz                                      |                          | 5                        | mA    |
|        | Power Down Mode <sup>(2)</sup>                           | V <sub>CC</sub> = 6 V                                  |                          | 100                      | μA    |
|        |  | V <sub>CC</sub> = 3 V                                  |                          | 40                       | μA    |

1. Under steady state (non-transient) conditions, I<sub>OL</sub> must be externally limited as follows:  
 Maximum I<sub>OL</sub> per port pin: 10 mA  
 Maximum I<sub>OL</sub> per 8-bit port:  
 Port 0: 26 mA  
 Ports 1, 2, 3: 15 mA

Maximum total I<sub>OL</sub> for all output pins: 71 mA  
 If I<sub>OL</sub> exceeds the test condition, V<sub>OL</sub> may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.  
 2. Minimum V<sub>CC</sub> for Power Down is 2 V.

This datasheet has been download from:

[www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com)

Datasheets for electronics components.

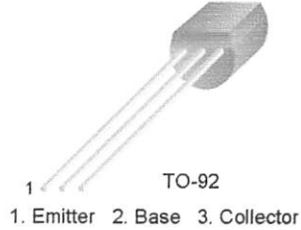


## SS9013

SS9013

### 1W Output Amplifier of Potable Radios in Class B Push-pull Operation.

- High total power dissipation. ( $P_T=625\text{mW}$ )
- High Collector Current. ( $I_C=500\text{mA}$ )
- Complementary to SS9012
- Excellent  $h_{FE}$  linearity.



### NPN Epitaxial Silicon Transistor

#### Absolute Maximum Ratings $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

| Symbol    | Parameter                   | Ratings   | Units            |
|-----------|-----------------------------|-----------|------------------|
| $V_{CBO}$ | Collector-Base Voltage      | 40        | V                |
| $V_{CEO}$ | Collector-Emitter Voltage   | 20        | V                |
| $V_{EBO}$ | Emitter-Base Voltage        | 5         | V                |
| $I_C$     | Collector Current           | 500       | mA               |
| $P_C$     | Collector Power Dissipation | 625       | mW               |
| $T_J$     | Junction Temperature        | 150       | $^\circ\text{C}$ |
| $T_{STG}$ | Storage Temperature         | -55 ~ 150 | $^\circ\text{C}$ |

#### Electrical Characteristics $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

| Symbol               | Parameter                            | Test Condition                       | Min. | Typ. | Max. | Units |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------|------|------|-------|
| $BV_{CBO}$           | Collector-Base Breakdown Voltage     | $I_C=100\mu\text{A}, I_E=0$          | 40   |      |      | V     |
| $BV_{CEO}$           | Collector-Emitter Breakdown Voltage  | $I_C=1\text{mA}, I_B=0$              | 20   |      |      | V     |
| $BV_{EBO}$           | Emitter-Base Breakdown Voltage       | $I_E=100\mu\text{A}, I_C=0$          | 5    |      |      | V     |
| $I_{CBO}$            | Collector Cut-off Current            | $V_{CB}=25\text{V}, I_E=0$           |      |      | 100  | nA    |
| $I_{EBO}$            | Emitter Cut-off Current              | $V_{EB}=3\text{V}, I_C=0$            |      |      | 100  | nA    |
| $h_{FE1}$            | DC Current Gain                      | $V_{CE}=1\text{V}, I_C=50\text{mA}$  | 64   | 120  | 202  |       |
| $h_{FE2}$            |                                      | $V_{CE}=1\text{V}, I_C=500\text{mA}$ | 40   | 120  |      |       |
| $V_{CE}(\text{sat})$ | Collector-Emitter Saturation Voltage | $I_C=500\text{mA}, I_B=50\text{mA}$  |      | 0.16 | 0.6  | V     |
| $V_{BE}(\text{sat})$ | Base-Emitter Saturation Voltage      | $I_C=500\text{mA}, I_B=50\text{mA}$  |      | 0.91 | 1.2  | V     |
| $V_{BE}(\text{on})$  | Base-Emitter On Voltage              | $V_{CE}=1\text{V}, I_C=10\text{mA}$  | 0.6  | 0.67 | 0.7  | V     |

#### $h_{FE}$ Classification

| Classification | D       | E        | F        | G         | H         |
|----------------|---------|----------|----------|-----------|-----------|
| $h_{FE1}$      | 64 ~ 91 | 78 ~ 112 | 96 ~ 135 | 112 ~ 166 | 144 ~ 202 |



# INFRARED PARTS MANUAL

RE200B  
FL65  
S211FL

**GLOLAB**  
CORPORATION

Thank you for buying our Pyroelectric Infrared components.

The goal of Glolab is to produce top quality electronic kits, products and components. All of our kits are designed by Glolab engineers and tested in our laboratory. Mechanical devices, prototypes and enclosures are fabricated in our precision machine shop.

Glolab Corporation has two locations in New York's Hudson Valley. Our electronics laboratory and kit packaging is located in Wappingers Falls and our machine shop is in Grangeville.

In addition to our kits, we supply some special and hard to find parts such as our Pyroelectric Infrared Sensor, Infrared Fresnel lens and machined enclosure for mounting our Fresnel lens. For those of you who want to design and build your own projects.

Technical help is available by email from [lab@glolab.com](mailto:lab@glolab.com).

Copyright © 1999  
Glolab Corporation  
4 Van Voorhis  
Wappingers Falls, NY 12590

## **Infrared Radiation** \_\_\_\_\_

Infrared radiation exists in the electromagnetic spectrum at a wavelength that is longer than visible light. Infrared radiation cannot be seen but it can be detected. Objects that generate heat also generate infrared radiation including animals and the human body whose radiation is strongest at a wavelength of  $9.4\mu\text{m}$ .

## **Pyroelectric Sensors** \_\_\_\_\_

A pyroelectric sensor is made of a crystalline material that generates a surface electric charge when exposed to heat in the form of infrared radiation. When the amount of radiation striking the crystal changes, the amount of charge also changes and can be measured with a sensitive FET device built into the sensor. The sensor elements are sensitive to radiation over a wide range so a filter window is added to the TO5 package to limit incoming radiation to the 8 to  $14\mu\text{m}$  range which is most sensitive to human body radiation.

Figure 1 shows how typically, the FET source terminal pin 2 connects through a pull-down resistor of about 100 K to ground and feeds into a two stage amplifier having signal conditioning circuits and a gain of 10,000 that produces a 0 to  $V_{cc}$  transition at its output. A well filtered power source of from 3 to 15 volts should be connected to the FET drain terminal pin 1. The amplifier is typically bandwidth limited to about 10Hz to reject high frequency noise and is followed by a window comparator that responds to both the positive and negative transitions of the sensor output signal.

The RE200B sensor has two sensing elements connected in a voltage bucking configuration. This arrangement cancels signals caused by vibration, temperature changes and sunlight. A body passing in front of the sensor will activate first one and then the other element as shown in figure 2 whereas other sources will affect both elements simultaneously and be cancelled. The radiation source must pass across the sensor in a horizontal direction when sensor pins 1 and 2 are on a horizontal plane so that the elements are sequentially exposed to the IR source.

Figure 3 shows the RE200B electrical specifications and layout in its TO5 package.

Figure 4 shows a typical application circuit that drives a relay. R16 adjusts the amount of time that RY1 remains closed after motion is detected.

### TYPICAL CONFIGURATION

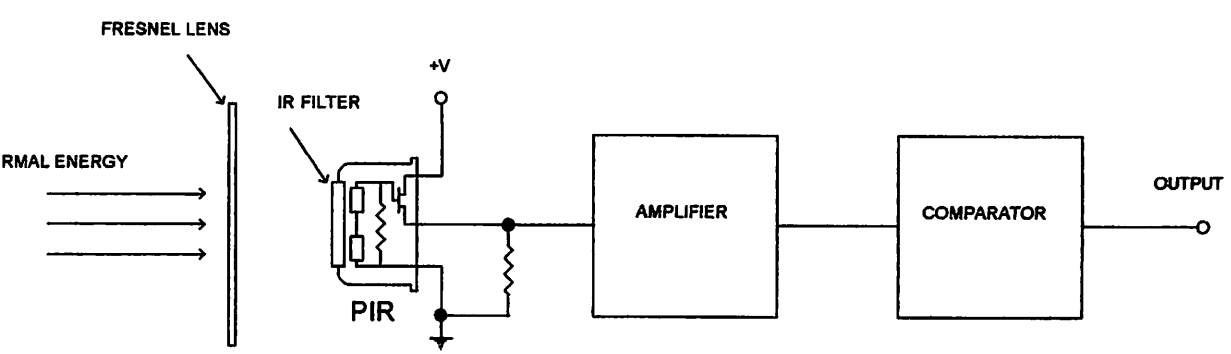


FIGURE 1

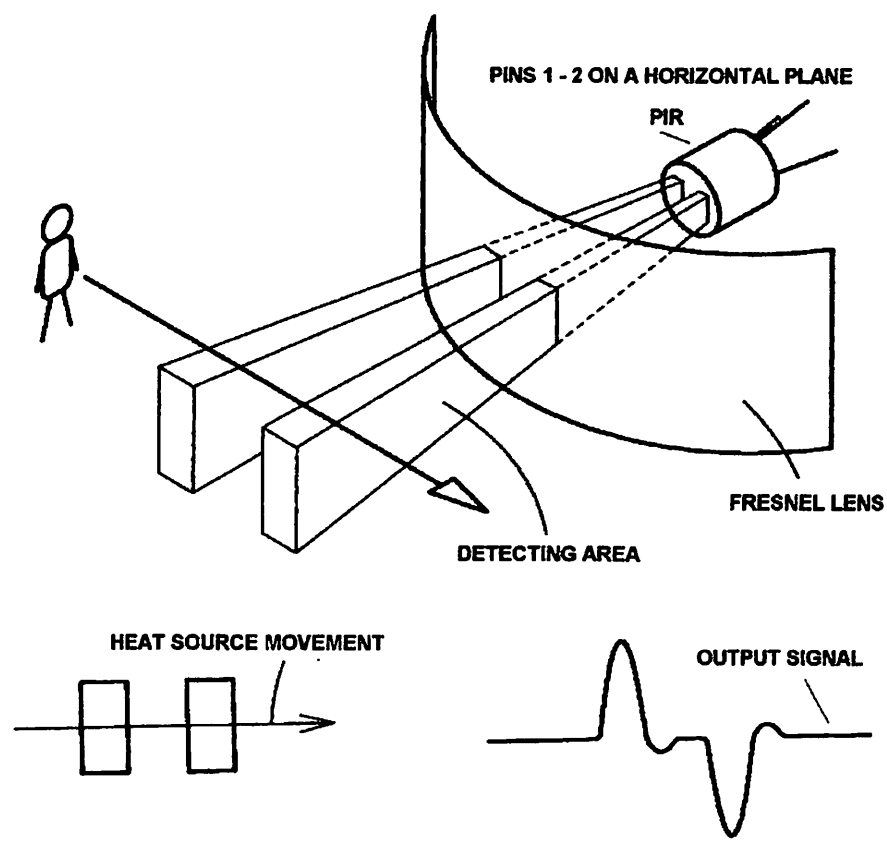
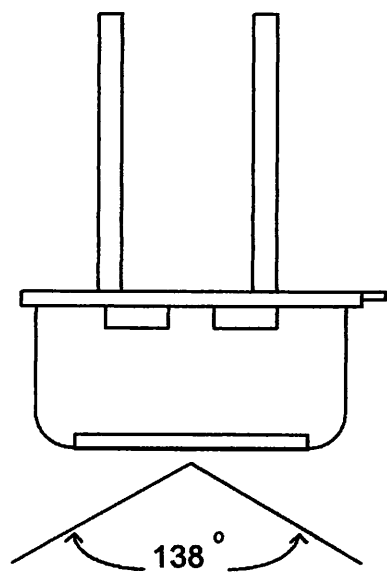
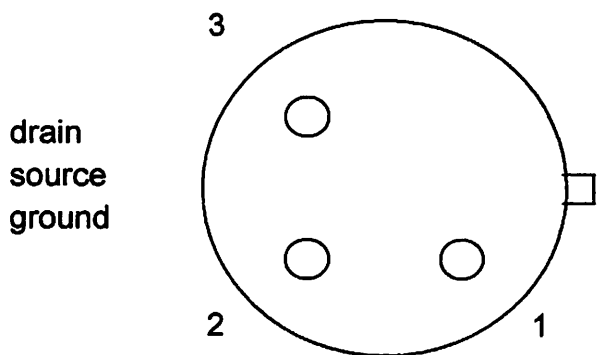


FIGURE 2

**BOTTOM VIEW**

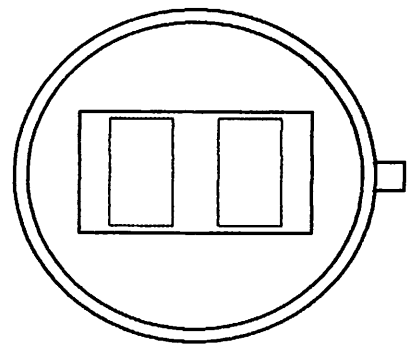


**RE200B**

- SENSITIVE AREA** 2 ELEMENTS
- SPECTRAL RESPONSE** 5 - 14  $\mu\text{m}$
- OUTPUT VOLTAGE** mv pp 20
- NOISE** mv pp 0.4
- OFFSET VOLTAGE** volts 0.1
- SUPPLY VOLTAGE** volts 2.2 - 15
- OPERATING TEMP** c 30 - 70

**Test Conditions for output voltage:**  
Supply voltage = 5 volts  
100K load resistor from pin 2 to 3  
IR source = Hand moving 6" from sensor

**TOP VIEW**



**FIGURE 3**