

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Teori-teori yang digunakan dalam perancangan perangkat keras dan perangkat lunak adalah studi kepustakaan berupa data-data literatur dari masing-masing komponen, informasi dari internet dan konsep-konsep teori dari buku-buku penunjang, antara lain:

#### **2.1. Susu**

##### **2.1.1. Manfaat Dan Nilai Gizi Susu**

Manusia membutuhkan makanan yang bergizi untuk kesehatan dan menopang aktivitas yang mereka lakukan sehari-hari. Kebutuhan gizi tersebut tidak hanya diperoleh dari bahan-bahan nabati saja tetapi juga dari hewani antara lain daging, telur dan yang tidak kalah penting adalah susu. Saat ini, susu tidak hanya dikonsumsi oleh anak-anak untuk membantu pertumbuhan mereka tetapi juga untuk orang dewasa. Susu dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan protein hewani dan juga kalsium. Selain itu susu juga mempunyai banyak manfaat untuk kesehatan tubuh manusia yang tidak terdapat pada bahan makanan lain. Susu merupakan cairan bergizi yang dihasilkan oleh kelenjar susu dari mamalia betina namun pembahasannya dalam buku yang penulis buat ini adalah susu sapi perah.

Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 1997, tentang susu segar menyebutkan bahwa susu murni adalah cairan yang berasal dari puting sapi yang sehat dan bersih diperoleh dengan cara yang benar yang kandungannya

tidak dikurangi atau ditambah sesuatu apapun dan belum mendapat perlakuan apapun. Sedangkan susu segar adalah susu murni yang telah disebutkan dan tidak mendapat perlakuan apapun kecuali proses pendinginan tanpa mempengaruhi kemurnian dari susu itu.



Gambar 2.1 Segelas Susu Sapi Segar

### 2.1.2. Komposisi Susu Secara Kimiawi

Menurut Hadiwiyoto (1994), Komposisi susu lebih lengkap dari pada bahan pangan lainnya, artinya komponen – komponen yang dibutuhkan oleh tubuh manusia semuanya terdapat dalam susu. Komponen – komponen yang utama yang terkandung dalam susu segar adalah protein, lemak, hidrat arang, mineral, vitamin, dan air. Komponen – komponen lainnya yang terkandung dalam susu yang bersifat *trace* (dalam jumlah sedikit) tetapi penting antara lain adalah lisitin, pospolipida, kolesterol, dan asam – asam organik. komposisi air susu secara umum yaitu :

Tabel 2.1 Komposisi kimiawi rata – rata susu sapi dan variasinya.

| Komponen | Rata - Rata % | Variasi %   |
|----------|---------------|-------------|
| Protein  | 3,6           | 2,9 - 5     |
| Lemak    | 3,7           | 2,5 - 6     |
| Gula     | 4,8           | 3,6 - 5,5   |
| Mineral  | 0,7           | 0,6 - 0,9   |
| Air      | 87,2          | 85,5 - 89,5 |

#### A. Protein

Protein susu terdiri atas kasein, laktaalbumin (protein albumin) dan laktaglobulin (jenis protein susu yang larut dalam alkohol). Protein susu yang jumlahnya terbanyak adalah kasein. Kasein merupakan jenis protein terpenting dalam susu dan terdapat dalam bentuk kalsium kaseinat. Protein hanya dapat memberikan 4,1 kalori setiap gram-nya (Hadiwiyoto, 1994).

#### B. Lemak susu

Lemak merupakan komponen susu yang penting. Lemak dapat memberikan energi lebih besar daripada protein maupun karbohidrat karena lemak mempunyai nilai gizi yang tinggi. Jenis dan mutu makanan merupakan faktor-faktor utama yang mempengaruhi komposisi lemak susu, dimana dalam satu gram lemak dapat memberikan kurang lebih 9 kalori (Hadiwiyoto, 1994).

#### C. Hidrat Arang

Hidrat arang dalam susu selain berupa laktosa, glukosa dan galaktosa. Laktosa ini yang memberi rasa manis pada susu, meskipun tidak semanis gula pasir. Gula susu mempunyai kemanisan  $\frac{1}{6}$  kemanisan gula tebu (Fardiaz, 1992).

#### D. Garam-garam mineral

Susu mengandung berbagai macam mineral, seperti garam kalsium, kalium, klorin dan fosfat. Klorin merupakan kandungan mineral yang terbanyak dalam susu. Selain itu juga terkandung garam natrium, iodin, sulfur, seng, fluorin, mangan, zat besi dan tembaga (Hadiwiyoto, 1994).

#### E. Vitamin

Susu mengandung berbagai macam vitamin-vitamin baik yang larut dalam lemak maupun yang larut dalam air. Vitamin yang larut dalam lemak adalah vitamin A, D, E serta sedikit vitamin K. Sedangkan vitamin yang larut dalam air adalah tiamin, riboflavin, niasin, asam pantotenat, piridoksin, biotin, kolin, inositol, asam volat, vitamin B<sub>12</sub>, dimana kesemuanya tergolong sebagai komponen vitamin B kompleks. Disamping itu susu juga mengandung vitamin C, dimana besaran kandungan vitamin dalam susu dapat dilihat pada tabel 2.2 (Hadiwiyoto, 1994).

Tabel 2.2. Kandungan berbagai vitamin dalam susu sapi.

| Vitamin         | Kandungan mg/1 susu |
|-----------------|---------------------|
| Vitamin A       | 1000 - 1000         |
| Vitamin D       | 15                  |
| Vitamin E       | 0,6                 |
| Tiamin          | 0,41                |
| Riboflavin      | 1,72                |
| Pridoksin       | 0,67                |
| Asam Pantotenat | 3,30                |
| p-Amino Benzoat | 0,15                |
| Niasin          | 0,82                |
| Kolin           | 185                 |
| Biotin          | 28                  |

|            |       |
|------------|-------|
| Inositol   | 0,18  |
| Asam Folat | 50    |
| Vitamin C  | 15-22 |

#### F. Air

Komponen terbanyak susu adalah air, jumlahnya mencapai 84 - 89%. Air merupakan tempat tercampurnya komponen – komponen susu yang lainnya. Komponen – komponen yang tercampur secara molekuler (larut) adalah laktosa, garam mineral dan beberapa vitamin lainnya. Sedangkan protein – protein kasein, lakto globulin dan albumin tercampur secara koloidal. Sedangkan lemak merupakan emulsi (Hadiwiyoto, 1994).

#### G. Enzim

Enzim merupakan katalisator biologik yang dapat mempercepat reaksi kimiawi. Dalam susu terdapat 20 jenis enzim yang secara alami merupakan komponen susu, diantaranya adalah lipase, protease, katalase, peroksidase, reduktase, fosfatase, diastase, dan laktase (Hadiwiyoto, 1994).

### 2.1.3. Mikrobiologi Susu

#### A. Bakteri

Bakteri adalah mikroorganisme yang sangat penting karena pengaruhnya yang membahayakan maupun yang menguntungkan. Bakteri tersebar luas di lingkungan (di udara, air, dan tanah, dalam usus binatang, pada lapisan yang lembab, pada mulut, hidung atau tenggorokan, pada permukaan tubuh atau

tumbuhan). Beberapa bakteri bersifat "motil" artinya dapat melakukan pergerakan. Bakteri ini memiliki struktur yang menyerupai benang panjang yang disebut flagella yang tumbuh dalam membran sel (Gaman dan Sherrington, 1994).

Berikut adalah jasad renik yang dianggap sebagai mikroba sahabat manusia karena dapat dimanfaatkan sebagai bahan dari pembuatan yoghurt, keju, susu fermentasi dan yang lainnya. Selain itu bakteri tersebut juga dapat membahayakan apabila system kekebalan tubuh manusia menurun akan dapat membahayakan bagi manusia seperti diare, keracunan, radang tenggorokan, demam rematik, alergi dan sebagainya. Jasad renik tersebut diantaranya (Wahyudi dan Samsundari, 2008) :

- a). Spesies *Lactobacillus* : *acidophilus*, *amylovorus*, *brevis*, *casei*, *caucasicus*, *crispatus*, *reuteri* dan lainnya.
- b). Spesies *bifidobacterium* : *adolescentis*, *bifisum*, *infantis*, *lactis*, *licheniformis*, *longum* dan lainnya.
- c). Bakteri asam laktat : *enterococcus faecium*, *lactococcus lactis*, *pediococcus*, *acidilactici* dan lainnya.
- d). Bakteri non asam laktat : *escherichia coli*, *strain nissle*, *saccharomyces cerevisiae* dan lainnya.

#### 2.1.4. Ketahanan Mikroba Terhadap Pemanasan.

Ketahanan panas mikroorganisme bergantung pada sifat genetis (galur dan spesies) dan faktor-faktor lingkungan seperti medium (substrat) yang

digunakan (Santoso, et.al., 1982). Pada umumnya temperatur ketahanan panas mikroba juga dipengaruhi oleh temperatur optimum pertumbuhannya (Fardiaz, 1992).

## 2.2. Pasteurisasi

Pasteurisasi adalah proses memanaskan makanan, biasanya cairan, untuk temperatur tertentu untuk jangka waktu tertentu dan kemudian dilakukan proses pendinginan. Proses ini memperlambat pembusukan karena pertumbuhan mikroba dalam makanan. Tidak seperti sterilisasi, pasteurisasi tidak dimaksudkan untuk membunuh seluruh mikroorganisme di makanan. Sebaliknya, bertujuan untuk mengurangi jumlah patogen yang layak sehingga mereka tidak menyebabkan penyakit dengan asumsi produk yang dipasteurisasi disimpan sebagai ditunjukkan dan dikonsumsi sebelum tanggal jatuh tempo. Skala komersial sterilisasi makanan tidak umum karena merugikan mempengaruhi rasa dan kualitas produk. Makanan tertentu, seperti produk susu, harus di pasteurisasi agar mikroba pantogen dapat berkurang dan susu dapat bertahan lebih lama. (Wikipedia, 2011).

Pasteurisasi adalah proses termal yang membunuh sebagian tetapi tidak semua mikroorganisme vegetatif dalam makanan dan akibatnya digunakan untuk makanan yang selanjutnya diproses atau disimpan dalam kondisi yang meminimalkan pertumbuhan. Dalam kasus susu, pasteurisasi digunakan untuk membunuh mikroorganisme pantogen (Eubanks.D, 2003:27).

Prinsip pasteurisasi adalah pemanasan produk dalam waktu yang singkat sampai mencapai kombinasi temperatur dan waktu tertentu yang cukup untuk

membunuh semua mikroorganisme patogen, tetapi hanya menyebabkan kerusakan sekecil mungkin terhadap produk akibat panas (Woodroof, 1979). Pasteurisasi biasanya dilakukan pada produk yang mudah rusak apabila dipanaskan atau tidak dapat disterilisasi secara komersil termasuk susu (Desrosier, 1983).

Pasteurisasi membunuh semua mikroorganisme psikrofilik, mesofilik, dan sebagian yang bersifat termofilik. Biasanya pasteurisasi dipadukan dengan teknik penyimpanan pada temperatur rendah yang bertujuan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme termofilik yang temperatur pertumbuhannya minimumnya cukup tinggi. Produk hasil pasteurisasi bila disimpan pada temperatur kamar hanya bertahan 1 sampai 2 hari sedang jika disimpan pada temperatur rendah dapat tahan 1 minggu. Pasteurisasi memiliki tujuan:

1. Untuk membunuh bakteri patogen, yaitu bakteri yang berbahaya karena dapat menimbulkan penyakit pada manusia. Bakteri pada susu yang bersifat patogen misalnya *Mycobacterium tuberculosis* dan *Coxiella burnetti* dan mengurangi populasi bakteri.
2. Untuk memperpanjang daya simpan bahan atau produk
3. Dapat menimbulkan citarasa yang lebih baik pada produk
4. Pada susu proses ini dapat menon-aktifkan enzim fosfatase dan katalase yaitu enzim yang membuat susu cepat rusak.

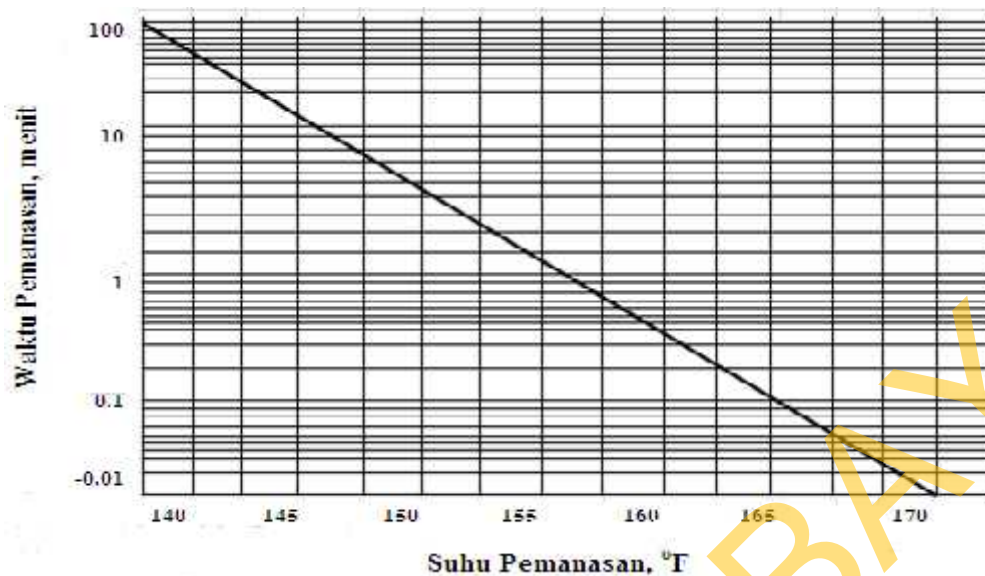
Metode pasteurisasi yang umum digunakan adalah:

1. Pasteurisasi dengan temperatur tinggi dan waktu singkat (*High Temperature Short Time / HTST*), yaitu proses pemanasan susu selama 15 – 16 detik pada temperatur  $71^{\circ} - 75^{\circ}\text{C}$ .



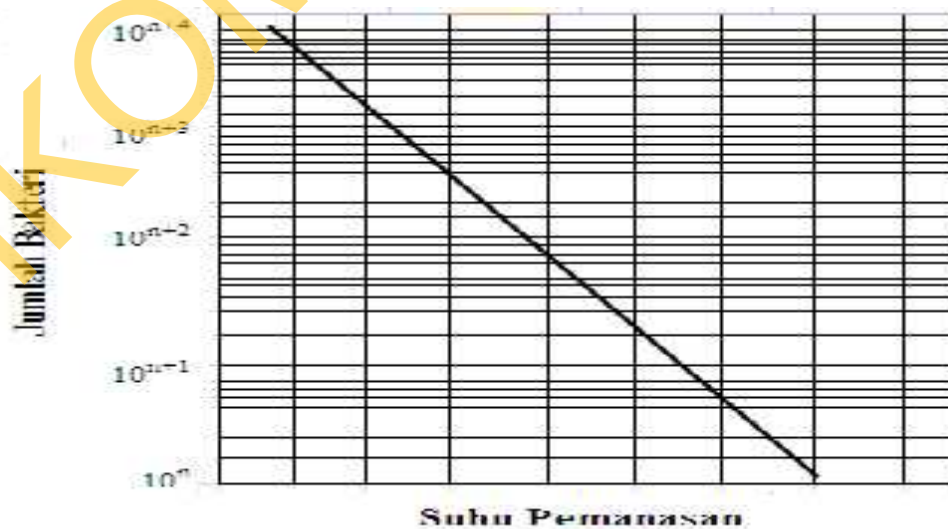
2. Pasteurisasi dengan temperatur rendah dan waktu lama (*Low Temperature Long Time / LTLT*) yakni proses pemanasan susu pada temperatur  $60^{\circ}$ -  $63^{\circ}$ C selama 30 menit.
3. Pasteurisasi dengan temperatur sangat tinggi (*Ultra High Temperature / UHT*) yaitu memanaskan susu pada temperatur  $131^{\circ}$ C selama 0,5 detik. Pemanasan dilakukan dengan tekanan tinggi untuk menghasilkan perputaran dan mencegah terjadinya pembakaran produk pada alat pemanas (Nurhidayat, 2007).

Pada industri rumah tangga dan komprasi – koprasi biasanya yang paling banyak digunakan adalah pemanasan susu segar pada temperatur  $61^{\circ}$ -  $63^{\circ}$ C selama 30 menit atau yang sering disebut pasteurisasi dengan temperatur rendah dan waktu yang relatif lama (*Low Temperature Long Time / LTLT*) dan pemanasan susu segar dengan temperatur  $71^{\circ}$  –  $75^{\circ}$ C selama 15 – 16 detik yang sering disebut dengan pasteurisasi temperatur tinggi dan waktu singkat (*High Temperature Short Time / HTST*). Tinggi temperatur pemanasan dan waktu yang diperlukan untuk pasteurisasi erat kaitannya dengan penurunan jumlah bakteri yang ada dalam susu. Gambar 2.2. menunjukkan hubungan antara temperatur atau suhu pemanasan dan waktu pemanasan susu untuk membunuh bakteri yang berbentuk koli yang banyak digunakan dalam standar pasteurisasi (Hadiwiyoto, 2009).



Gambar 2.2. Kurva Standar hubungan temperatur dan waktu pemanasan untuk membunuh bakteri koli dalam susu. (Hadiwiyoto, 2009:168).

Makin banyak jumlah bakteri dalam susu, untuk memperoleh jumlah bakteri sesuai dengan standar pasteurisasi maka waktunya akan makin menjadi lama jika menggunakan pasteurisasi mode pasteurisasi dengan temperatur rendah dan waktu yang relatif lama. Atau jika menggunakan pasteurisasi temperatur tinggi dan waktu singkat. Berikut adalah gambar 2.3. penurunan jumlah bakteri setelah proses pemanasan.



Gambar 2.3. Kurva Penurunan Jumlah Bakteri setelah proses pemanasan (Hadiwiyoto, 2009:169).

### 2.3. *Microcontroller ATmega32*

*Microcontroller AVR (Alf and Vegard's Risc processor)* standar memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit, dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock. AVR berteknologi RISC (Reduced Instruction Set Computing), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC (Complex Instruction Set Computing). AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT86RFxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya, yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Untuk *microcontroller AVR* yang berukuran lebih kecil, Anda dapat mencoba ATmega8 atau ATtiny2313 dengan ukuran Flash Memory 2KB dengan dua input analog (Adrianto, 2008:17). Di dalam *microcontroller ATmega32* sudah terdiri dari:

- a). Saluran I/O ada 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
- b). ADC (*Analog to Digital Converter*) 10 bit sebanyak 8 channel.
- c). Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
- d). CPU yang terdiri dari 32 buah *register*.
- e). 131 instruksi andal yang umumnya hanya membutuhkan 1 siklus *clock*.
- f). *Watchdog timer* dengan osilator internal.
- g). Dua buah *timer/counter* 8 bit, satu buah *timer/counter* 16 bit.
- h). Tegangan operasi 2.7 V – 5.5 V pada ATmega32L.
- i). Internal SRAM sebesar 1 KB.
- j). Memori *Flash* sebesar 32 KB dengan kemampuan *Read While Write*.
- k). Unit interupsi *internal* dan *eksternal*.
- l). Port antarmuka SPI.

- m). EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- n). Antarmuka komparator analog.
- o). Empat channel PWM.
- p). 32 x 8 *general purpose register*.
- q). Hampir mencapai 16 MIPS pada Kristal 16 MHz.
- r). Port USART *programmable* untuk komunikasi serial.

### 2.3.1. Konfigurasi PIN

Gambar 2.2 merupakan susunan kaki standar 40 pin DIP *microcontroller*

AVR ATmega32:



Gambar 2.4. Pin-pin ATmega32

Berikut penjelasan umum susunan kaki ATmega32 :

- a). VCC merupakan pin masukan positif catu daya. Setiap peralatan elektronika digital tentunya butuh sumber catu daya yang umumnya sebesar 5V, itulah sebabnya di PCB kit *microcontroller* selalu ada *IC regulator 7805*.

- b). GND sebagai pin *Ground*.
- c). Port.A (PA0-PA7) merupakan pin I/O dua arah dan dapat diprogram sebagai pin masukan ADC.
- d). Port B (PB0-PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*, Komparator analog, dan SPI.
- e). Port C (PC0-PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan *Timer Osilator*.
- f). Port D (PD0-PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator *analog*, interupsi eksternal dan komunikasi serial.
- g). *Reset* merupakan pin yang digunakan untuk me-*reset microcontroller*
- h). XTAL 1 dan XTAL 2 sebagai pin masukan *clock* eksternal. Suatu *microcontroller* membutuhkan sumber detak (*clock*) agar dapat mengeksekusi instruksi yang ada di memori. Semakin tinggi nilai kristalnya, maka semakin cepat *microcontroller* tersebut.
- i). AVCC sebagai pin masukan tegangan untuk ADC.
- j). AREF sebagai pin masukan tegangan referensi.

Selain fitur diatas, masing – masing pin pada mikrokontroler diatas memiliki beberapa pin dengan fitur dengan fungsi khusus diantaranya :

Tabel 2.3 Fitur Khusus Port B

| Pin | Fungsi Khusus  |
|-----|--|
| B0  | T0 T1 (Timer/Counter0 External Counter Input) dan XCK (USART External Clock Input/Output)    |
| B1  | T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)   |
| B2  | AIN0 (Analog Comparator Positive Input) dan INT2 (External Interrupt 2 Input)                |
| B3  | OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output) dan AIN1 (Analog Comparator Negative Input) |
| B4  | SS (SPI Slave Select Input)  |
| B5  | MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)   |
| B6  | MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)   |
| B7  | SCK (SPI Bus Serial Clock)   |

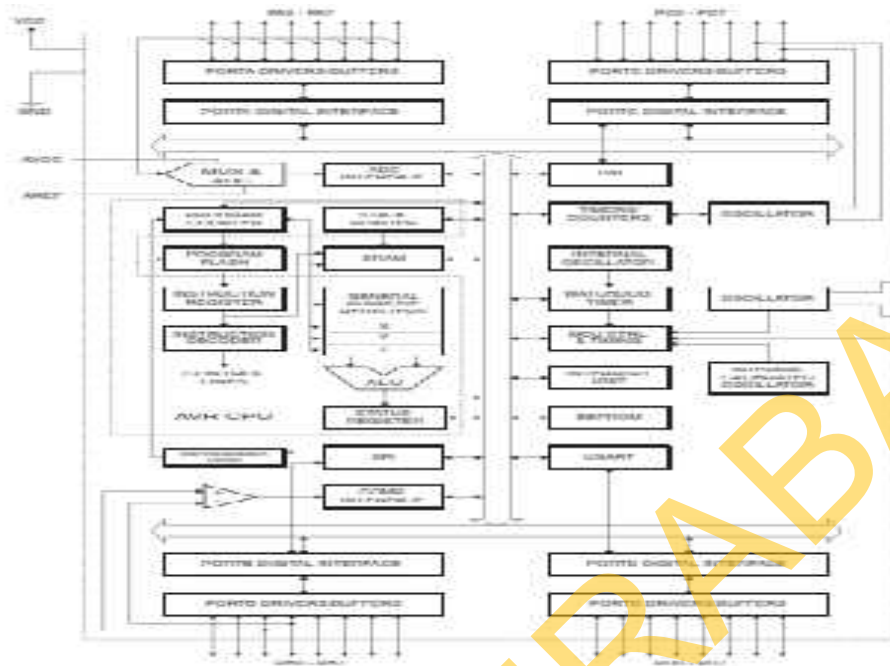
Tabel 2.4 Fitur Khusus Port C

| Pin | Fungsi Khusus                                    |
|-----|--|
| C0  | SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)             |
| C1  | SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line) |
| C2  | TCK (JTAG Test Clock)                            |
| C3  | TMS (JTAG Test Mode Select)                      |
| C4  | TDO (JTAG Test Data out)                         |
| C5  | TDI (JTAG Test Data In)                          |
| C6  | TOSC1 (Timer Oscillator Pin1)                    |
| C7  | TOSC2 (Timer Oscillator Pin2)                    |

Tabel 2.5 Fitur Khusus Port D

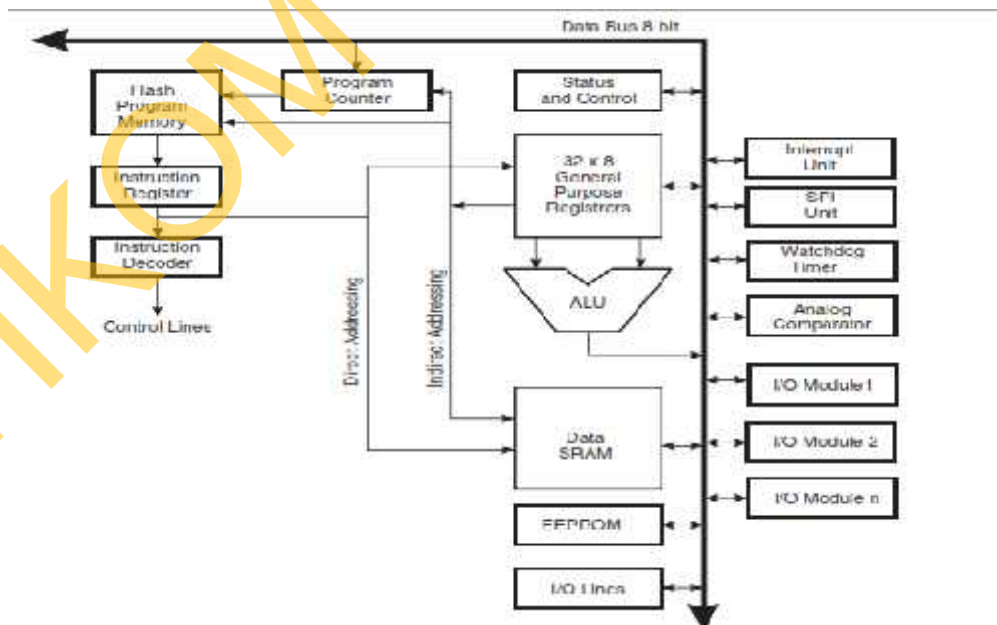
| Pin | Fungsi Khusus                                       |
|-----|---|
| D0  | RXD (USART Input Pin)                               |
| D1  | TXD (USART Output Pin)                              |
| D2  | INT0 (External Interrupt 0 Input)                   |
| D3  | INT1 (External Interrupt 1 Input)                   |
| D4  | OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output) |
| D5  | OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output) |
| D6  | ICP (Timer/Counter1 Input Capture Pin)              |
| D7  | OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)    |

2.3.2. Block Diagram



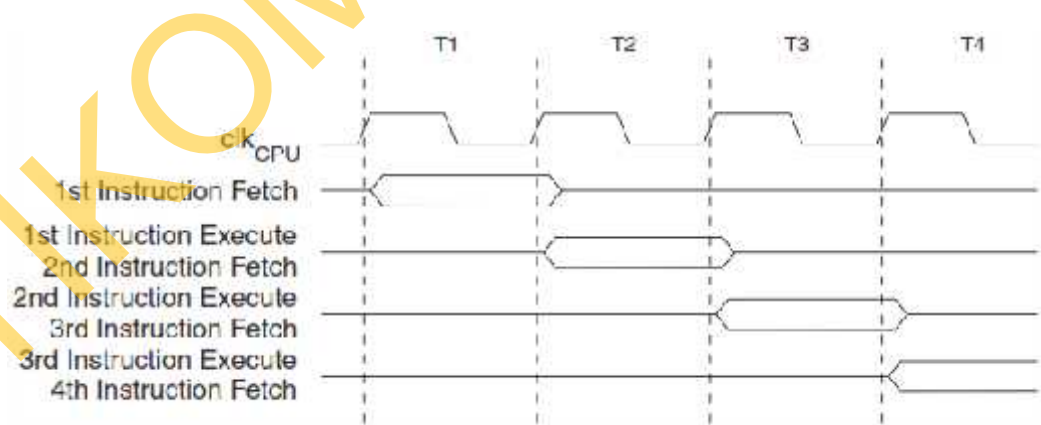
Gambar 2.5 Block Diagram ATmega32.

2.3.3. Arsitektur AVR CPU Core



Gambar 2.6 Arsitektur AVR CPU Core.

Fungsi utama dari Core CPU adalah untuk memastikan pelaksanaan program yang benar. Oleh karena itu CPU harus dapat mengakses memory, melakukan perhitungan, peripheral kontrol, dan menangani interupsi. AVR menggunakan arsitektur Harvard dengan memisahkan antara memori dan bus untuk program dan data untuk memaksimalkan kemampuan dan kecepatan. Instruksi dalam memori program dieksekusi dengan pipelining single level. Dimana ketika satu instruksi dieksekusi, instruksi berikutnya diambil dari memori program. Konsep ini mengakibatkan instruksi dieksekusi setiap clock cycle. CPU terdiri dari 32x8 bit general purpose register yang dapat diakses dengan cepat dalam satu clock cycle, yang mengakibatkan operasi Arithmetic Logic Unit (ALU) dapat dilakukan dalam satu cycle. Pada operasi ALU dua 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 pengeksekusian instruksi berjalan secara paralel.



Gambar 2.7 Mengambil dan Eksekusi Instruksi secara Paralel.



### 2.3.4. General Purpose Register

General purpose register yang terdapat dalam CPU, masing – masing register ditentukan juga dalam alamat memori data, dipetakan kedalam 32 lokasi pertama data user. Secara fisik tidaklah diimplementasikan sebagai lokasi SRAM, tetapi pengaturan ini memberikan fleksibilitas dalam mengakses register, seperti register pointer X, Y dan Z dapat diset menuju index dari register file manapun. Sebagian besar instruksi beroperasi pada File Register dan memiliki akses langsung ke semua register dengan menggunakan instruksi *single cycle*.

|                                   | I   | II | Addr |                      |
|-----------------------------------|-----|----|------|----------------------|
|                                   | R0  |    | \$00 |                      |
|                                   | R1  |    | \$01 |                      |
|                                   | R2  |    | \$02 |                      |
|                                   | ... |    |      |                      |
|                                   | R13 |    | \$0D |                      |
|                                   | R14 |    | \$0E |                      |
|                                   | R15 |    | \$0F |                      |
| General Purpose Working Registers | R16 |    | \$10 |                      |
|                                   | R17 |    | \$11 |                      |
|                                   | ... |    |      |                      |
|                                   | R20 |    | \$1A | X-register Low Dyte  |
|                                   | R27 |    | \$1B | X register High Byte |
|                                   | R28 |    | \$1C | Y-register Low HYTE  |
|                                   | R29 |    | \$1D | Y-register High Byte |
|                                   | R30 |    | \$1E | Z register Low Byte  |
|                                   | R31 |    | \$1F | Z-register High HYTE |

Gambar 2.8 General Purpose Register.

### 2.3.5. Stack Pointer

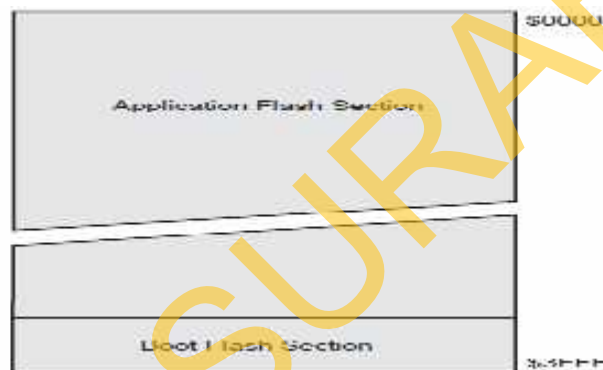
*Stack* berfungsi untuk menyimpan data sementara, untuk menyimpan variabel lokal dan untuk menyimpan *return address* setelah *interrupt* dan pemanggilan subrutin. *Stack Pointer* selalu menunjuk ke puncak *stack*. *Stack* diimplementasikan mulai dari lokasi memori tertinggi ke lokasi memori

terendah, sehingga perintah *PUSH* akan mengurangi *stack pointer*.

| Bit            | 15   | 14   | 13   | 12   | 11   | 10   | 9   | 8   | SPII |
|----------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|
|                | SP15 | SP14 | SP13 | SP12 | SP11 | SP10 | SP9 | SP8 | SPL  |
|                | SP7  | SP6  | SP5  | SP4  | SP3  | SP2  | SP1 | SP0 |      |
|                | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1   | 0   |      |
| Read/Write:    | R/W  | 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   | 0    |

Gambar 2.9 Stack Pointer.

### 2.3.6. Peta Memori ATmega32



Gambar 2.10 : Peta Memori Program ATmega32.

Arsitektur AVR mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu ATmega32 memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. ATmega32 memiliki 32 Kbyte *On-chip In-system Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Karena semua instruksi AVR memiliki format 16 atau 32 bit, *Flash* diatur dalam 8 Kbyte x 16 bit. Untuk keamanan program, memori program, *flash* dibagi kedalam dua bagian yaitu bagian program boot dan aplikasi. Bootloader adalah program kecil yang bekerja pada saat start up time yang dapat memasukan seluruh program aplikasi kedalam memori prosesor.

Memori data AVR ATmega32 terbagi menjadi 3 bagian yaitu 32 buah register umum, 64 buah register I/O dan 2 Kbyte 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.

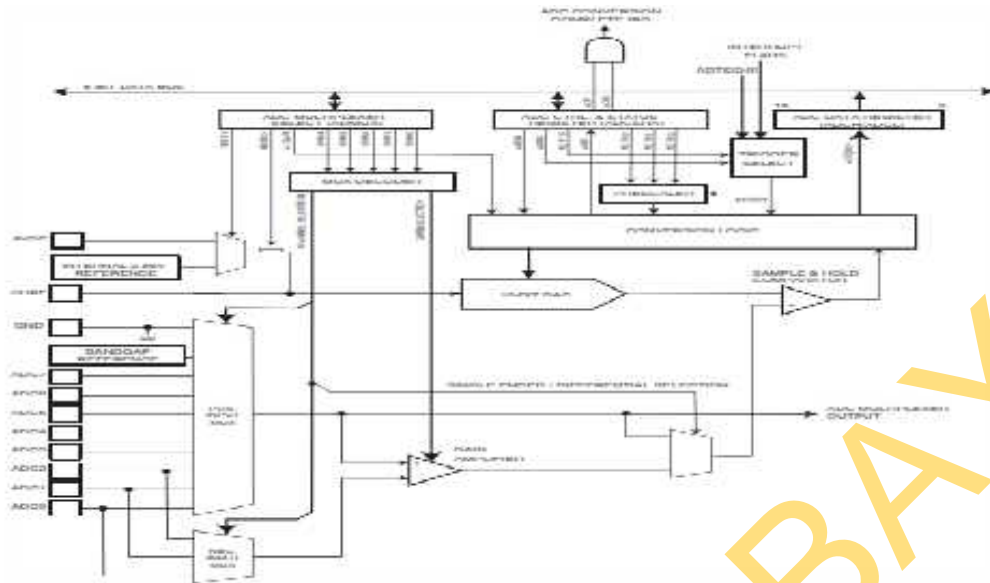
ATmega32 terdiri dari 1024 byte memori data EEPROM 8 bit, data dapat tulis/baca dari memori ini. Ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat *non-volatile*



Gambar 2.11 Peta Memori Data ATmega32.

### 2.3.7. ADC

ADC (Analog Digital Converter) memiliki fungsi merubah besaran analog (biasanya tegangan) ke bilangan digital.



Gambar 2.12 Block Skematik ADC.

ADC memiliki beberapa fitur:

- a). Resolusi mencapai 10 bit
- b).  $0.5 \text{ LSB Integral Non-linearity}$
- c). Akurasi mencapai  $\pm 2 \text{ LSB}$
- d). Waktu konversi  $13\text{-}260 \mu\text{s}$
- e). 8 saluran ADC yang dapat digunakan dalam bergantian
- f). *Optional Left Adjustment* untuk pembacaan hasil ADC
- g).  $0 - V_{CC}$  range input ADC
- h).  $2.56 \text{ V}$  tegangan referensi internal ADC
- i). Mode konversi kontinu (*free running*) atau mode tunggal (*single conversion*)
- j). *Interupsi ADC complete*
- k). *Sleep Mode Noise canceler.*

ADC biasanya terdapat dalam dua bentuk yaitu single chip atau integrated chip seperti yang ada didalam mikrokontroler AVR Atmega32. Untuk mereduksi

biaya pembuatan suatu sistem instrumentasi, biasanya orang menggunakan ADC yang telah terintegrasi didalam kendali utama seperti pada chip AVR tersebut. Mikrokontroler AVR Atmega32 merupakan tipe AVR yang dilengkapi dengan 8 saluran ADC internal dengan fidelitas 10 bit<sup>4</sup>. Dalam mode operasinya, ADC ATMEGA32 dapat dikonfigurasi, baik sebagai single ended input maupun pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter derau yang amat fleksibel sehingga dapat dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan dari ADC itu sendiri. Proses inisialisasi ADC meliputi proses penentuan clock, tegangan referensi, format output data, dan mode pembacaan. Register yang perlu diset nilainya adalah ADMUX (ADC Multiplexer Selection Register), ADCSRA (ADC Control and Status Register A), dan SFIOR (special Function IO Register). ADMUX merupakan register 8 bit yang berfungsi menentukan tegangan referensi ADC, format data output, dan saluran ADC yang digunakan.

Konfigurasi register ADMUX. Bit penyusunnya sebagai berikut:

1. REF[1..0] merupakan bit pengatur tegangan referensi ADC ATmega32. Memeiliki Nilai Awal 00 sehingga referensi tegangan berasal dari pin AREF.
2. ADLAR merupakan bit pemilih mode data keluaran ADC. Bernilai awal / default = 0, sehingga 2 bit tertinggi data hasil konversinya berada di register ADCH dan 8 bit sisanya berada di register ADCL.
3. MUX[4..0] merupakan bit pemilih saluran pembacaan ADC. Bernilai awal 00000. Untuk mode single ended input, MUX[4..0] bernilai dari 00000 hingga 00111.

ADCSRA merupakan register 8 bit yang berfungsi melakukan manajemen sinyal kontrol dan status dari ADC. Bit penyusunnya sebagai berikut:

1. ADEN merupakan bit pengatur aktivasi ADC. Bernilai awal 0. Jika bernilai 1, maka ADC aktif.
2. ADSC merupakan bit penanda mulainya konversi ADC. Bernilai awal 0 selama konversi ADC akan bernilai 1, sedangkan jika konversi selesai, akan bernilai 0.
3. ADATE merupakan bit pengatur aktivasi picu otomatis operasi ADC. Bernilai awal 0, jika bernilai 1 maka konversi ADC akan dimulai pada saat transisi positif dari sinyal picu yang dipilih. Pemiliha sinyal picu menggunakan bit ADTS pada register SFIOR.
4. ADIF merupakan bit penanda akhir suatu konversi ADC. Bernilai awal 0. Jika bernilai 1, maka konversi ADC pada saluran telah selesai dan data siap diakses.
5. ADIE merupakan bit pengatur aktivasi interupsi yang berhubungan dengan akhir konversi ADC. Bernilai awal 0. Jika berniali 1 dan jika konversi ADC telah selesai, sebuah interupsi akan dieksekusi.
6. ADPS[2..0] merupakan bit pengatur clock ADC. Bernilai awal 000.

SFIOR merupakan register 8 bit pengatur sumber picu konversi ADC, apakah dari picu eksternal atau dari picu internal. ADTS[2..0] yang tidak lain adalah bagian dari SFIOR merupakan bit pengatur picu eksternal operasi ADC. Hanya berfungsi jika bit ADATE pada register ADCSRA bernilai 1. Bernilai awal 000 sehingga ADC bekerja pada mode free running dan tidak ada interupsi yang akan dihasilkan. Untuk Operasi ADC, bit ACME, PUD, PSR2, dan PSR10

tidak diaktifkan. Dalam proses pembacaan hasil konversi ADC, dilakukan pengecekan terhadap bit ADIF (ADC Interrupt Flag) pada register ADCSRA. ADIF akan bernilai satu jika konversi sebuah saluran ADC telah selesai dilakukan dan data hasil konversi siap untuk diambil, dan demikian sebaliknya. Data disimpan dalam dua buah register, yaitu ADCH dan ADCL. Besar nilai dari hasil konversi data ADC tersebut dinyatakan dengan persamaan :

$$ADC = \frac{V_{in} * (2^n - 1)}{V_{ref}}$$

$V_{in}$  adalah tegangan masukan yang dipilih,  $n$  merupakan jumlah bit yang digunakan, dan  $V_{ref}$  adalah tegangan referensi yang bisa berasal dari pin AVCC, AREF atau tegangan internal ada mikrokontroler AVR.

#### 2.4. CodeVision AVR

CodeVisionAVR<sup>©</sup> merupakan sebuah *cross-compiler C, Integrated Development Environment (IDE)*, dan *Automatic Program Generator* yang di desain untuk *microcontroller* buatan Atmel seri AVR. CodeVisionAVR<sup>©</sup> dapat dijalankan pada sistem operasi Windows<sup>®</sup> 95, 98, Me, NT4, 2000, XP dan vista. *Cross-compiler C* mampu menerjemahkan hampir semua perintah dari bahasa ANSI C, sejauh yang diijinkan oleh arsitektur dari AVR, dengan tambahan beberapa fitur untuk mengambil kelebihan khusus dari arsitektur AVR dan kebutuhan pada sistem *embedded*.

*File object COFF* hasil kompilasi dapat digunakan untuk keperluan *debugging* pada tingkatan C, dengan pengamatan *variabel*, menggunakan *debugger* Atmel AVR Studio. IDE mempunyai fasilitas internal berupa *software AVR Chip In-System Programmer* yang memungkinkan Anda untuk melakukan

*transfer program* kedalam chip *microcontroller* setelah sukses melakukan kompilasi secara otomatis. *Software In-System Programmer* didesain untuk bekerja dengan Atmel STK500/AVRISP/AVRProg, Kanda Systems STK200+/300, Dontronics DT006, Vogel Elektronik VTEC-ISP, Futurlec JRAVR dan MicroTronics ATCPU/Mega2000 *programmers/development boards*.

Untuk keperluan *debugging sistem embedded*, yang menggunakan komunikasi serial, IDE mempunyai fasilitas internal berupa sebuah *terminal*. Selain *library standar C*, CodeVisionAVR<sup>®</sup> juga mempunyai *library* tertentu untuk :

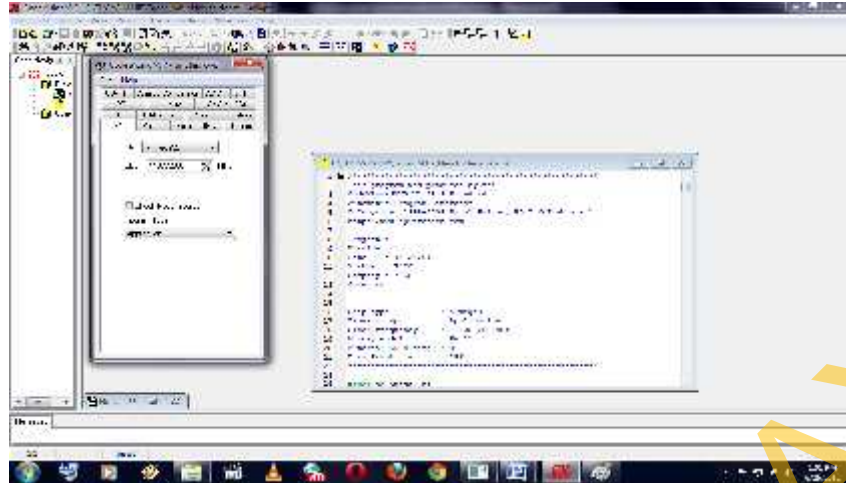
- a). Modul LCD *alphanumeric*.
- b). Bus I2C dari Philips.
- c). Sensor Suhu LM75 dari *National Semiconductor*.
- d). *Real-Time Clock*: PCF8563, PCF8583 dari Philips, DS1302 dan DS1307 dari *Maxim/Dallas Semiconductor*.
- e). Protokol *1-Wire* dari *Maxim/Dallas Semiconductor*.
- f). Sensor Suhu DS1820, DS18S20, dan DS18B20 dari *Maxim/Dallas Semiconductor*.
- g). *Termometer/Termostat* DS1621 dari *Maxim/Dallas Semiconductor*.
- h). EEPROM DS2430 dan DS2433 dari *Maxim/Dallas Semiconductor*.
- i). SPI.
- j). *Power Management*.
- k). *Delay*.
- l). Konversi ke Kode Gray.



CodeVisionAVR<sup>®</sup> juga mempunyai *Automatic Program Generator* bernama CodeWizardAVR, yang memungkinkan Anda untuk menulis, dalam hitungan menit, semua instruksi yang diperlukan untuk membuat fungsi-fungsi berikut :

1. Set-up akses memori eksternal.
2. Identifikasi sumber *reset* untuk *chip*.
3. Inisialisasi *port input/output*.
4. Inisialisasi interupsi eksternal.
5. Inisialisasi *Timer/Counter*.
6. Inisialisasi *Watchdog-Timer*.
7. Inisialisasi UART (USART) dan komunikasi serial berbasis *buffer* yang digerakkan oleh interupsi.
8. Inisialisasi Pembanding *Analog*.
9. Inisialisasi ADC.
10. Inisialisasi Antarmuka SPI.
11. Inisialisasi Antarmuka *Two-Wire*.
12. Inisialisasi Antarmuka CAN.
13. Inisialisasi *Bus I2C*, Sensor Suhu LM75, Thermometer/Thermostat DS1621 dan *Real-Time Clock* PCF8563, PCF8583, DS1302, dan DS1307.
14. Inisialisasi *Bus I-Wire* dan Sensor Suhu DS1820, DS18S20.
15. Inisialisasi modul LCD.

Tampilan *CodeVisionAVR* dapat dilihat pada (Gambar 2.13.) berikut:



Gambar 2.13. Tampilan *CodeVisionAVR*

## 2.5. LM35 (Sensor Temperatur)

LM35 merupakan sensor temperatur yang memiliki impedansi keluaran rendah, keluaran linear dan ketepatan kalibrasi, sehingga sensor ini membuat mudah dalam pembacaan *Output* dan pengontrolannya. Dengan sensitivitas  $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ , *Output* dari sensor mengalami perubahan  $10\text{mV}$  untuk setiap kenaikan temperatur  $1^{\circ}\text{C}$ . jangkauan operasi sensor temperatur ini berkisar antara  $-55^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $150^{\circ}\text{C}$ . mempunyai ketelitian  $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$  pada temperatur ruangan dan  $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$  pada temperatur  $-55^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$ . Dengan arus yang rendah yaitu  $60\ \mu\text{A}$ , mempunyai pemanasan sendiri yang sangat rendah, yaitu kurang dari  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Sensor temperature ini dapat digunakan dengan catu daya tunggal atau dengan catu daya simetris plus (+) dan minus (-). Konfigurasi pin – pin sensor temperature LM35 dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. konfigurasi Pin LM35 dan IC LM35

(Sumber :

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet/pdf/view/8866/NSC/LM35.html>).

Spesifikasi dari sensor LM35 ini adalah sebagai berikut :

1. Kalibrasi temperatur pada derajat celcius
2. Bersifat linier yaitu pada skala 10mv / kenaikan 1°C
3. Mempunyai akurasi pengukuran sampai dengan 0,5°C pada temperatur 25°C.
4. Mempunyai range pengukuran temperatur antara -55 °C sampai dengan 150°C.
5. Bisa digunakan pada aplikasi remote
6. Dapat dioperasikan pada tegangan 4 sampai dengan 30 volt
7. Arus yang rendah yaitu 60  $\mu$  a
8. Pemanasan sendiri yang sangat rendah yaitu kurang dari 0,1 °C.

## 2.6. LCD (Liquid Cell Display) 2 x 16

LCD merupakan salah satu media yang digunakan sebagai *output device* yang dapat menampilkan huruf, angka maupun karakter tertentu pada sistem berbasis *microcontroller*. Pengaksesan LCD dilakukan dengan mengirimkan kode perintah seperti bersih layar dan mengirimkan kode data yang merupakan kode ASCII dari karakter yang akan ditampilkan.

| HEX | ASCII | HEX | ASCII | HEX | ASCII | HEX | ASCII | HEX | ASCII | HEX | ASCII | HEX | ASCII | HEX | ASCII |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 00  | 0     | 01  | 1     | 02  | 2     | 03  | 3     | 04  | 4     | 05  | 5     | 06  | 6     | 07  | 7     |
| 08  | 8     | 09  | 9     | 0A  | A     | 0B  | B     | 0C  | C     | 0D  | D     | 0E  | E     | 0F  | F     |
| 10  | 10    | 11  | 11    | 12  | 12    | 13  | 13    | 14  | 14    | 15  | 15    | 16  | 16    | 17  | 17    |
| 18  | 18    | 19  | 19    | 1A  | 1A    | 1B  | 1B    | 1C  | 1C    | 1D  | 1D    | 1E  | 1E    | 1F  | 1F    |
| 20  | 20    | 21  | 21    | 22  | 22    | 23  | 23    | 24  | 24    | 25  | 25    | 26  | 26    | 27  | 27    |
| 28  | 28    | 29  | 29    | 2A  | 2A    | 2B  | 2B    | 2C  | 2C    | 2D  | 2D    | 2E  | 2E    | 2F  | 2F    |
| 30  | 30    | 31  | 31    | 32  | 32    | 33  | 33    | 34  | 34    | 35  | 35    | 36  | 36    | 37  | 37    |
| 38  | 38    | 39  | 39    | 3A  | 3A    | 3B  | 3B    | 3C  | 3C    | 3D  | 3D    | 3E  | 3E    | 3F  | 3F    |
| 40  | 40    | 41  | 41    | 42  | 42    | 43  | 43    | 44  | 44    | 45  | 45    | 46  | 46    | 47  | 47    |
| 48  | 48    | 49  | 49    | 4A  | 4A    | 4B  | 4B    | 4C  | 4C    | 4D  | 4D    | 4E  | 4E    | 4F  | 4F    |
| 50  | 50    | 51  | 51    | 52  | 52    | 53  | 53    | 54  | 54    | 55  | 55    | 56  | 56    | 57  | 57    |
| 58  | 58    | 59  | 59    | 5A  | 5A    | 5B  | 5B    | 5C  | 5C    | 5D  | 5D    | 5E  | 5E    | 5F  | 5F    |
| 60  | 60    | 61  | 61    | 62  | 62    | 63  | 63    | 64  | 64    | 65  | 65    | 66  | 66    | 67  | 67    |
| 68  | 68    | 69  | 69    | 6A  | 6A    | 6B  | 6B    | 6C  | 6C    | 6D  | 6D    | 6E  | 6E    | 6F  | 6F    |
| 70  | 70    | 71  | 71    | 72  | 72    | 73  | 73    | 74  | 74    | 75  | 75    | 76  | 76    | 77  | 77    |
| 78  | 78    | 79  | 79    | 7A  | 7A    | 7B  | 7B    | 7C  | 7C    | 7D  | 7D    | 7E  | 7E    | 7F  | 7F    |
| 80  | 80    | 81  | 81    | 82  | 82    | 83  | 83    | 84  | 84    | 85  | 85    | 86  | 86    | 87  | 87    |
| 88  | 88    | 89  | 89    | 8A  | 8A    | 8B  | 8B    | 8C  | 8C    | 8D  | 8D    | 8E  | 8E    | 8F  | 8F    |
| 90  | 90    | 91  | 91    | 92  | 92    | 93  | 93    | 94  | 94    | 95  | 95    | 96  | 96    | 97  | 97    |
| 98  | 98    | 99  | 99    | 9A  | 9A    | 9B  | 9B    | 9C  | 9C    | 9D  | 9D    | 9E  | 9E    | 9F  | 9F    |
| AA  | AA    | AB  | AB    | AC  | AC    | AD  | AD    | AE  | AE    | AF  | AF    | B0  | B0    | B1  | B1    |
| BA  | BA    | BB  | BB    | BC  | BC    | BD  | BD    | BE  | BE    | BF  | BF    | C0  | C0    | C1  | C1    |
| CA  | CA    | CB  | CB    | CC  | CC    | CD  | CD    | CE  | CE    | CF  | CF    | D0  | D0    | D1  | D1    |
| DA  | DA    | DB  | DB    | DC  | DC    | DD  | DD    | DE  | DE    | DF  | DF    | E0  | E0    | E1  | E1    |
| EA  | EA    | EB  | EB    | EC  | EC    | ED  | ED    | EE  | EE    | EF  | EF    | F0  | F0    | F1  | F1    |
| FA  | FA    | FB  | FB    | FC  | FC    | FD  | FD    | FE  | FE    | FF  | FF    |     |       |     |       |

Gambar 2.15. Karakter-karakter Pada LCD

Pengaksesan LCD dari *microcontroller* menggunakan jalur alamat dan data. Terdapat dua jalur alamat *input* yang digunakan, yaitu sebagai *Instruction Input* dan *Data Input*.



Gambar 2.16. Bentuk Fisik LCD.

Display karakter pada LCD diatur oleh pin EN, RS dan RW sebagai berikut :

1. Jalur EN dinamakan Enable. Jalur ini digunakan untuk memberitahu LCD bahwa anda sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke LCD, maka melalui program EN harus dibuat logika low "0" dan set pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set EN dengan logika "1" dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan datasheet dari LCD tersebut) dan berikutnya set EN ke logika low "0" lagi.

2. Jalur RS adalah jalur Register Select. Ketika RS berlogika low “0”, data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti clear screen, posisi kursor dll). Ketika RS berlogika high “1”, data yang dikirim adalah data text yang akan ditampilkan pada display LCD. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf “T” pada layar LCD maka RS harus diset logika high “1”.
3. Jalur RW adalah jalur kontrol Read/ Write. Ketika RW berlogika low (0), maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika high “1”, maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika low “0”. Untuk konfigurasi dari Pin LCD dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Konfigurasi Pin LCD

| PIN | Name            | Function  |
|-----|-----------------|---|
| 1   | V <sub>SS</sub> | Ground Voltage  |
| 2   | V <sub>CC</sub> | +5V   |
| 3   | V <sub>EE</sub> | Contrast Voltage  |
| 4   | RS              | Register Select, 0 = Instruction Register, 1 = Data Register              |
| 5   | R / W           | Read / Write, to choose write or read mode, 0 = Write Mode, 1 = Read Mode |
| 6   | E               | Enable, 0 = Start to lacht data to LCD character, 1 = Disable             |
| 7   | DB0             | Data Bus (LSB)  |
| 8   | DB1             | Data Bus  |
| 9   | DB2             | Data Bus  |
| 10  | DB3             | Data Bus  |
| 11  | DB4             | Data Bus  |
| 12  | DB5             | Data Bus  |
| 13  | DB6             | Data Bus  |
| 14  | DB7             | Data Bus (MSB)  |
| 15  | BPL (+)         | Back Plane Light (+)  |
| 16  | BPL (-) / GND   | Back Plane Light (-) / Ground Voltage                                     |

Instruksi – instruksi dalam pengoperasian LCD dapat dilihat pada Tabel 2.7 dibawah ini :

Tabel 2.7. Instruksi – instruksi dalam Pengoperasian LCD.

| RS | R/W | DB7  | DB6 | DB5 | DB4 | DB3 | DB2 | DB1 | DB0        | Instruksi             |
|----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-----------------------|
| 0  | 0   | 0    | 0   | 1   | DL  | N   | F   | X   | X          | Fuction Set           |
| 0  | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | I/D | S          | Entry Mode Set        |
| 0  | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 1   | D   | C   | B          | Display On/Off Cursor |
| 0  | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1          | Clear Display         |
| 0  | 0   | 0    | 0   | 0   | 1   | S/C | R/L | X   | X          | Cursor/Display Shift  |
| 0  | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | X          | Cursor Home           |
| 1  | 0   | Data |     |     |     |     |     |     | Data Write |                       |

**Keterangan :**

- a. X : Don't care
- b. DL digunakan untuk mengatur lebar data.  
DL = 1, Lebar data *interface* 8 bit (DB7 s/d DB0)  
DL = 0, Lebar data *interface* 4 bit (DB7 s/d DB4)  
Ketika menggunakan lebar data 4 bit, data harus dikirimkan dua kali.
- c. N digunakan untuk mengaktifkan baris.  
N = 0, 1 baris  
N = 1, 2 baris
- d. F digunakan untuk menentukan ukuran *font* karakter.  
F = 0, 5x7  
F = 1, 5x8
- e. I/D digunakan untuk meng-*increment* / meng-*decrement* dari alamat DDRAM dengan 1, ketika kode karakter dituliskan ke DDRAM.  
I/D = 0, *Decrement*  
I/D = 1, *Increment*
- f. S digunakan untuk menggeser keseluruhan *display* kekanan dan kekiri.  
S = 1, geser kekiri atau kekanan bergantung pada I/D  
S = 0, *display* tidak bergeser
- g. D digunakan untuk mengatur *display*.  
D = 1, *Display is ON*

- $D = 0$ , *Display is OFF*
- h. C digunakan untuk menampilkan kursor.  
 $C = 1$ , kursor ditampilkan  
 $C = 0$ , kursor tidak ditampilkan
- i. B : Karakter ditunjukkan dengan kursor yang berkedip.  
 $B = 1$ , kursor blink
- j. S/C dan R/L : Menggeser posisi kursor atau *display* kekanan atau kekiri tanpa menulis atau baca data *display*. Fungsi ini digunakan untuk koreksi atau pencarian *display*.

Tabel 2.8. Keterangan dari Fungsi S/C dan R/L.

| S/C | R/L | Note                                  |
|-----|-----|---------------------------------------|
| 0   | 0   | Shift cursor position to the left     |
| 0   | 1   | Shift cursor position to the right    |
| 1   | 0   | Shift the entire display to the left  |
| 1   | 1   | Shift the entire display to the right |

## 2.7. Motor DC

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Motor DC memiliki 2 bagian dasar :

1. Bagian yang tetap/stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.

2. Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.

Gaya elektromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan.

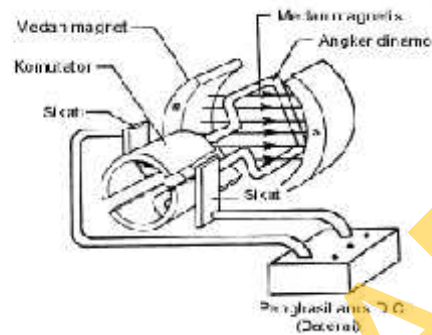
Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.



Gambar 2.17. Motor DC  
( Sumber : <http://www.asia.ru/en/ProductInfo/893614.html> )



Catu tegangan dc dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet.



Gambar 2.18 Motor D.C Sederhana

(Sumber :

[http://hades.mech.northwestern.edu/index.php/Brushed\\_DC\\_Motor\\_Theory](http://hades.mech.northwestern.edu/index.php/Brushed_DC_Motor_Theory))

## 2.8. *Element Water Heater* (Elemen Pemanas Air)

*Heater* (pemanas) adalah suatu alat yang digunakan untuk menghasilkan energi kalor yang digunakan untuk memanaskan air dalam tabung pemanas, heater yang di gunakan adalah Elemen heater yang menggunakan daya listrik 220V AC, 150 watt.



Gambar 2.19 Elemen *Heater*

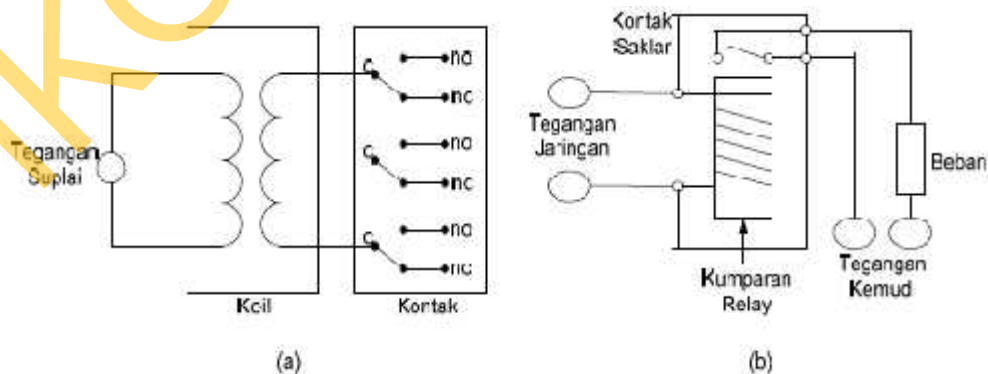
Tabel 2.9 Spesifikasi Elemen *Heater*

| Nama                        | Ukuran             |
|-----------------------------|--------------------|
| Diameter <i>Head</i> Elemen | 4 cm               |
| Panjang                     | 8 cm               |
| Lebar                       | 3 cm               |
| Daya Listrik                | 22 0V AC, 150 Watt |

## 2.9. Relay

*Relay* merupakan suatu alat yang berfungsi sebagai *switch* elektronik dimana penggerakannya terbuat dari lilitan kawat tembaga. Pada dasarnya sebuah lilitan tembaga pada sebuah inti besi yang mana bila kedua ujungnya dihubungkan dengan sumber tegangan, maka akan timbul medan magnet pada inti besi tersebut (Omega, 2005 : 26). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.23. Sedangkan kontak yang merupakan saklar terdapat dua macam kondisi dari kontak tersebut, yaitu :

- Normally Open (NO), yaitu kontak akan aktif pada saat koil di suplai tegangan.
- Normally Closed (NC), yaitu kontak akan aktif pada saat koil tidak di suplai tegangan.

Gambar 2.23. (a) *Relay*. (b) Bagian dalam *relay*.

Pada sebuah inti besi yang menimbulkan medan magnet akan menarik sebuah lempengan besi dari kontaktor, sehingga akan menyebabkan titik satu dengan titik lainnya akan tersambung. *Relay* terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. Koil adalah bagian lilitan dari *relay*.
2. *Common* adalah bagian yang tersambung dengan NC (dalam keadaan normal).
3. Kontak bagian yang terdiri dari NC dan NO.

Bagian-bagian *relay* dapat diketahui dengan 2 cara, yakni:

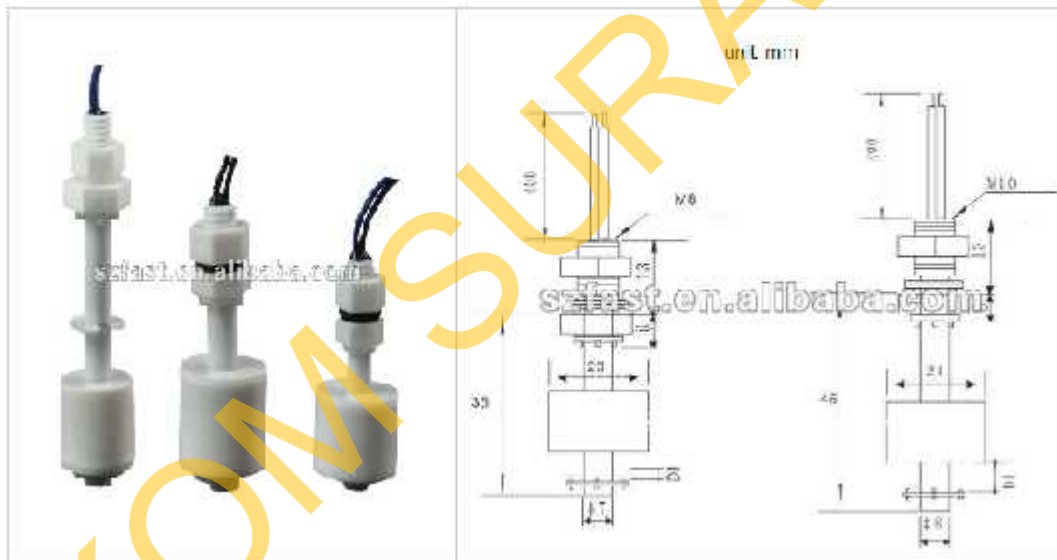
1. Melihat isi dalam *relay* tersebut.
2. Menggunakan multimeter (Ohm).

Jenis-jenis *Relay*:

1. SPST (*Single Pole Single Throw*)
2. SPDT (*Single Pole Double Throw*) terdiri dari 5 buah pin, yaitu dua koil, satu common, satu NC, dan satu NO. Jenis ini yang akan kami pakai.
3. DPST - *Double Pole Single Throw* setara dengan 2 buah saklar atau relay SPST.
4. DPDT - *Double Pole Double Throw* setara dengan 2 buah saklar atau relay SPDT.
5. QPDT - *Quadruple Pole Double Throw* sering disebut sebagai *Quad Pole Double Throw*, atau 4PDT. Setara dengan 4 buah saklar atau relay SPDT atau dua buah relay DPDT. Terdiri dari 14 pin (termasuk 2 buah untuk koil).

## 2.10. Sensor Level Air

Sensor Level Air ini berbentuk seperti pelampung, dimana memiliki fungsi sebuah switch seperti pelampung untuk mendeteksi tingkat cairan yang terdapat pada tangki. Sensor level air ini berfungsi ketika pelampung *float switch* terdorong naik apabila tersentuh cairan dan dalam posisi turun apabila tidak tersentuh cairan. Pada sensor level air ini memiliki magnetik yang terdapat pada pelampung yang dapat mengaktifkan *switch* dan apabila pelampung turun atau mengambang menjauh dari *switch* posisi sensor akan berada pada kondisi nonaktif.



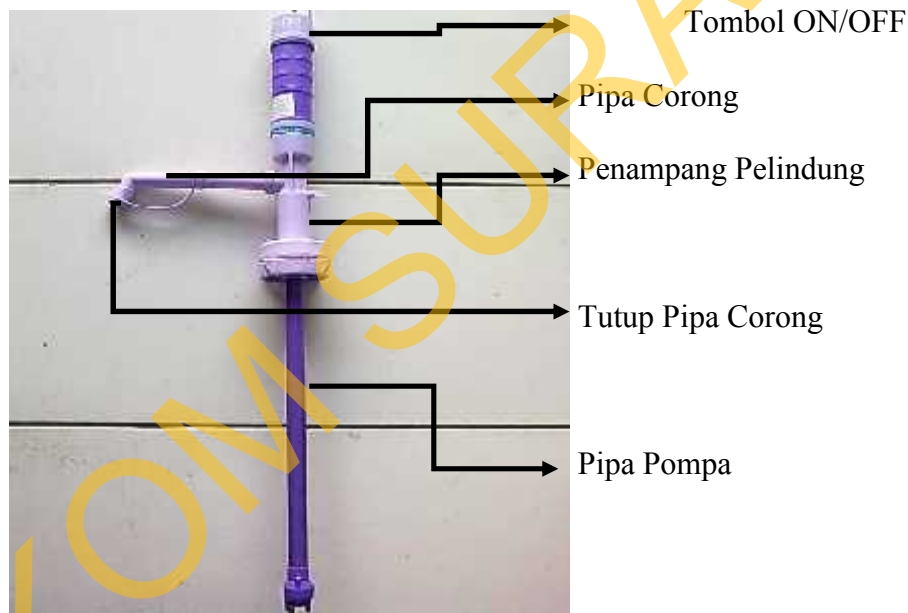
Gambar 2.21 Sensor Level Air.

(sumber : [http://www.alibaba.com/product-gs/502338074/plastic\\_single\\_magnetic\\_float\\_liquid\\_level.html](http://www.alibaba.com/product-gs/502338074/plastic_single_magnetic_float_liquid_level.html))

Untuk aplikasinya biasanya digunakan untuk pemanas air, dispenser air, kondisi udara, BSD-P, humidifier, dehumidifier, kontrol cairan, pompa, indikator, alarm, atau perangkat lainnya. Untuk Rentang Suhunya berkisar antara -20 sampai dengan +85 °C sehingga cocok untuk digunakan pada aplikasi proyek ini.

### 2.11. Pompa Air Elektrik

*Battery Water Pump AWP-006* merupakan pompa air elektrik yang biasa digunakan dalam penyedot air dalam gallon. Alat ini biasa digunakan pengganti dispenser karena segi biaya yang lebih murah. Cara kerja alat ini yaitu dengan menekan tombol On untuk menyalakan dan tombol OFF untuk mematikan pompa yang terlihat pada gambar 2.22 dibawah. Untuk penggunaannya pada alat pasteurisasi sederhana ini pompa air ini tidak menggunakan baterai melainkan sudah terhubung dengan mikrokontroler dan telah diatur untuk fungsi yang sesuai diinginkan.



Gambar 2.22. battery water pump awp-006

(Sumber : <http://www.tokopedia.com/art/ariana-battery-water-pump-awp-006/gallery/detail/page/2>)

### 2.12. Car Water Pump

*Car Water pump* memiliki kecepatan tiga-fase brushless DC dimana brushless adalah motor elektrik yang terdapat dalam pompa, dimana pompa sudah tersesuaian dengan PWM (40 - 400Hz, 5V), sinyal analog (0 ~ 5V),

potensiometer (manual). Papan sirkuit dan tubuh pompa benar-benar terpisah, tidak ada komponen elektronik dalam tubuh pompa, sehingga pompa dapat digunakan dalam air panas. Tiga-fase pompa memiliki banyak fungsi perlindungan diri, seperti rotor terkunci dimana rotor adalah alat mekanik yang berputar atau baling-baling, koneksi terbalik, dan kelebihan beban.

Water pump ini dapat digunakan pada Cairan Air, minyak, bensin, asam dan sebagainya larutan alkali, Max bekerja suhu 60 derajat (2 fase) atau 100 derajat (3 phase), Konsumsi daya 2.5W ~ 15.6W, 12Vdc, tegangan digunakan 5Vdc ~ 12Vdc



Gambar 2.23. *water pump*.

(Sumber :

<http://kwc.manufacturer.globalsources.com/si/6008826221213/pdtl/Car-water/1049465959/Car-Water-Pump.htm>)

### 2.13. IC ULN2803

ULN2803 adalah delapan NPN Transistor yang dikemas di dalam satu integrated circuit yang mempunyai 18 pin. ULN2803 sesuai sebagai *interface low logic voltage* (TTL, CMOS dan PMOS/NMOS) dengan *high logic voltage* (lampu, relay dan sebagainya). Setiap pin keluarannya adalah open-collector dan bersambung *free wheeling diode*. Salah satu aplikasinya adalah relay driver. Oleh itu, apabila memerlukan penggunaan relay yang banyak, penggunaan ULN2803

adalah sangat sesuai dan cocok digunakan untuk proyek ini. Menggunakan ULN2803 membolehkan PIC *interface* dengan delapan unit relay. IC dan konfigurasi pinnya bisa dilihat pada gambar 2.17 dibawah.



Gambar 2.24 IC ULN2803

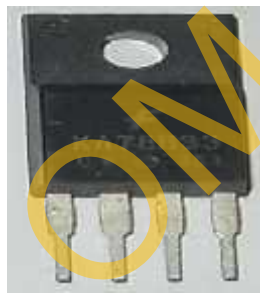
#### 2.14. Regulator

Regulator tegangan dalam perangkat dan rangkaian elektronika sangatlah penting, karena hal ini sangat mempengaruhi kinerja dan stabilitas dari suatu perangkat yang ada. Regulator berfungsi untuk mengatur tegangan dan juga memiliki fungsi yang sangat penting yaitu untuk menjaga kestabilan level tegangan dari suatu catu daya yang digunakan, sehingga dengan suatu pembebanan tertentu maka hasil keluaran dari suatu regulator tegangan akan lebih stabil dan mempertahankan level tegangan tersebut sesuai dengan batasan level tegangan pada tiap regulator sampai batas maksimum arus yang mampu diberikan oleh keluaran dari suatu regulator tegangan tersebut.

Regulator biasanya digunakan untuk mengantisipasi penurunan tegangan akibat arus listrik yang dibebankan melebihi dari batasan kemampuan regulator dapat ditambahkan suatu transistor sebagai penguat arus dengan catatan bahwa arus dari sumber yang masuk ke regulator harus lebih besar dari batasan arus maksimum regulator tegangan itu sendiri.

Pada regulator tegangan biasanya dibedakan menjadi 2, yaitu regulator tetap dan regulator yang dapat diubah-ubah. Regulator tegangan tetap biasanya nilai level tegangan yang diregulasikan sudah tertera sesuai kode komponen tersebut misal 78xx dimana 'xx' tersebut merupakan kode tegangan yang mampu diregulasikan normal, bila menginginkan 5 volt maka kode 'xx' tersebut adalah 05 sehingga kode tersebut adalah 7805. Untuk regulator yang dapat diubah-ubah nilai level tegangan yang akan diregulasikan dapat diatur melalui mengatur nilai tahanan yang terpasang pada komponen regulator tersebut dan biasanya digunakan potensiometer untuk mengaturnya.

Bentuk fisik komponen regulator tegangan berupa IC yang memiliki bentuk dan kaki mirip transistor. Sedangkan komponen yang digunakan adalah Regulator tegangan DC khusus untuk catu daya 3,3 volt dengan IC78R33 dan IC 7805 dengan catu daya 5 volt, dimana dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.25. IC KA78R33



Gambar 2.26. IC 7805

### 2.15. Kipas Pendingin (*Case Fan*)

Kipas pendingin berfungsi untuk mendinginkan ruangan atau dapat difungsikan sebagai blower ruangan. Dalam penggunaannya pada proyek tugas akhir ini, menggunakan case fan sebagai pendingin, dimana dapat menekan biaya dalam pembuatannya dan juga memiliki fungsi sama.



Casing Fan merupakan pendingin dalam ruangan CPU Komputer yang berukuran +80x80x25mm dengan konsumsi 2.64W(DC12V 0.22A) & kecepatan +1.700-2.800 putaran/menit, tingkat kebisingan +20-32dB, bearing sleeve, max. air flow +25CFM, berat 75.5g. difungsikan untuk menjaga temperatur ruangan di dalam CPU komputer agar terhindar dari kelebihan panas(overheating) saat bekerja, meningkatkan umur pakai CPU komputer dan memasangnya dengan mudah. Dari fungsi diatas dipilihlah casing fan ini sebagai prototipe untuk pending.



Gambar 2.27 Case Fan 12V DC