

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. *Microcontroller ATmega8*

Mikrokontroler ATmega8 merupakan mikrokontroler keluarga AVR yang mempunyai kapasitas flash memori 8KB. AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, Berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Secara umum, AVR dapat terbagi menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga AT-Mega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, bisa dikatakan hampir sama. Semua jenis AVR dilengkapi dengan *flash* memori sebagai memori program. Kapasitas dari *flash* memori ini berbeda antara *chip* yang satu dengan *chip* yang lain, tergantung dari jenis IC yang digunakan. Untuk *flash* memori yang paling kecil adalah 1 kbytes (ATtiny11, ATtiny12, dan ATtiny15) dan paling besar adalah 128 kbytes (AT-Mega128). Mikrokontroler ATmega8 mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

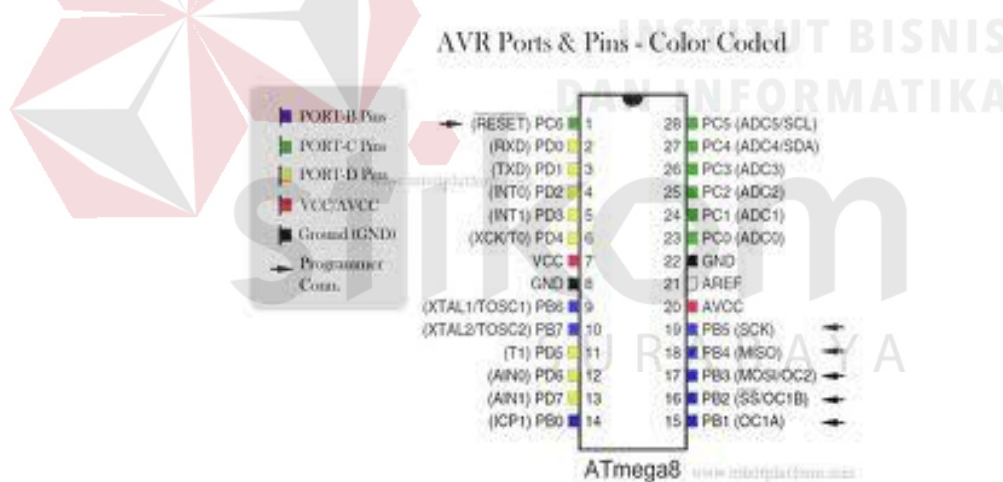
- a. Mempunyai kinerja tinggi dan konsumsi daya rendah
- b. Arsitektur RISC
  1. 130 instruksi kekuatan – *Most Single-Clock Execution*.
  2. 32 x 8 *General Purpose Working Register*.
  3. Operasi statis penuh.
  4. *Troughput* 16 MIPS sampai 16 MHz.
  5. *Multiplier 2-cycle on-chip*.

- c. Daya tahan tinggi dengan memori *Non-Volatile*
  - 1. 8K bytes *In-System Self-programmable Flashprogram Memory*.
  - 2. 512 byte EEPROM.
  - 3. 1K RAM Internal.
  - 4. 100,000 EEPROM dengan kemampuan 10.000 *write/erase cycle*.
  - 5. Penguncian program untuk keamanan sistem.
- d. Fitur *Peripheral*
  - 1. Dua *timer/counter* 8-bit dengan *separate prescalers* dan *one compare mode*.
  - 2. Satu *timer/counter* 16-bit dengan *separate prescalers*, *compare mode* dan *capture mode*.
  - 3. *Counter real time* dengan osilator terpisah.
  - 4. 3 channel PWM.
  - 5. 8 channel, 10-bit ADC.
  - 6. *Byte-oriented two-wire serial interface*.
  - 7. *Programmable serial USART*.
  - 8. *Master/Slave SPI serial Interface*.
  - 9. *Programmable Watchdog Timer* dengan Osilator *on-chip*.
  - 10. *On-chip analog Comparator*.
- e. Bekerja dengan tegangan 4.5 V-5.5 V dengan konsumsi arus maksimal 3.6 mA (dengan osilator 4 MHz, tegangan 3 V dan suhu rentang 25 °C).
- f. I/O dan paket
  - 1. 23 *programmable line I/O*.
  - 2. 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad QFN/MLF.

g. Fitur special mikrokontroller

1. *Power-on reset* dan deteksi *programmable brown-out*.
2. Osilator RC kalibrasi internal.
3. Interrupt source external dan internal.
4. Lima mode sleep: *idle*, *ADC noise reduction*, *power-save*, *power-down*, *Stand-by*.

Pemrograman ATmega8 dilakukan menggunakan fitur ISP (*In-System Programmable*) melalui antar muka SPI (*Serial Peripheral Interface*). Fitur ISP memungkinkan untuk melakukan proses *download* program ke dalam mikrokontroller. Adapun konfigurasi pin pada mikrokontroller ATmega8 dapat dilihat pada gambar 2.1:



Gambar 2.1. Konfigurasi Pin ATmega8.(Atmel Cooperation, 2009)

Dijelaskan diatas ATmega8 memiliki 28 pin, yang masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda-beda baik sebagai port maupun fungsi lainnya. Berikut dijelaskan fungsi dari kaki-kaki ATmega8.

1. VCC merupakan *supply* tegangan digital.
2. GND merupakan pin *ground*.

3. Port B (Port B7...PortB0) jalur data 8bit sebagai *input/output* dua arah dengan Fungsi Alternatife pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi Alternatife Port B

Port Pin	Alternate Functions
PB7	XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1)
PB5	SCK (SPI Bus Master clock Input)
PB4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PB2	$\overline{SS}$ (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output)
PB1	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare Match A Output)
PB0	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)

.(Atmel Cooperation, 2009)

**ICP1(PB0)**, berfungsi sebagai timer counter 1 input capture pin.

**OC1A(PB1), OC1B(PB2), dan OC2(PB3)** dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (*pulse width modulation*).

**MOSI(PB3), MISO(PB4), SCK(PB5), SS(PB2)** merupakan jalur komunikasi **SPI**, selain itu pin ini digunakan sebagai jalur pemrograman serial **ISP**.

**XTAL1(PB6), XTAL2(PB7)** clock utama mikrokontroler.

4. Port C ( Port C5...PortC0) jalur data 7bit sebagai *input/output* dua arah dengan Fungsi Alternatife pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fungsi Alternatife Port C

Port Pin	Alternate Function
PC6	$\overline{\text{RESET}}$ (Reset pin)
PC5	ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)
PC4	ADC4 (ADC Input Channel 4) SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC3	ADC3 (ADC Input Channel 3)
PC2	ADC2 (ADC Input Channel 2)
PC1	ADC1 (ADC Input Channel 1)
PC0	ADC0 (ADC Input Channel 0)

.(Atmel Cooperation, 2009)

**ADC 6 channel (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5)** resolusi sebesar 10bit, ADC digunakan untuk merubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital.

**I2C (SDA dan SDL)** digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau device lain yang memiliki komunikasi data type I2C seperti sensor kompas, *accelerometer* dll.

**RESET** merupakan salah satu pin penting di mikrokontroler, karena digunakan untuk mereset program pada mikrokontroler.

5. Port D (PD7...PD0) jalur data 8bit dengan *input/output* dua arah, Fungsi Alternatife pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Fungsi Alternatife Port D

Port Pin	Alternate Function
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative Input)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Positive Input)
PD5	T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input)
PD4	XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD (USART Input Pin)

.(Atmel Cooperation, 2009)

**T1 dan T0** berfungsi sebagai masukan *timer* 1 dan *timer* 0.

**AIN0 dan AIN1** keudanya adalah masukan input untuk analog komparator.

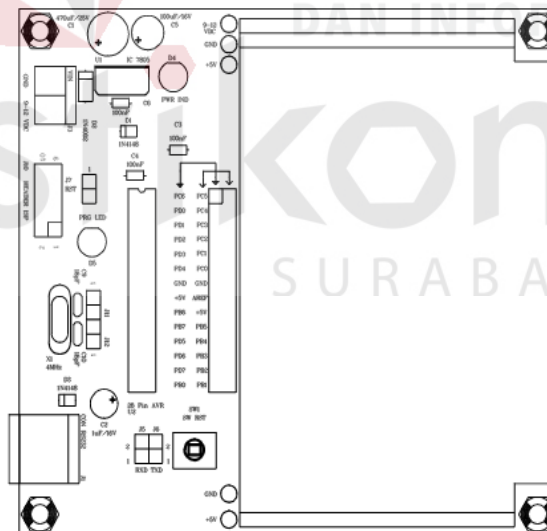
6. **AVCC** : Pin yang digunakan untuk member sumber tegangan pada Port A. Pin ini harus tetap dihubungkan dengan VCC meskipun fitur ADC tidak digunakan. Apabila ADCdigunakan maka, Pin AVCC harus dihubungkan dengan VCC melalui *low-pas filter*.
7. **AREF** merupakan pin yang digunakan sebagai masukan tegangan referensi untuk ADC.

### 2.1.1 DT-PROTO 28 PIN AVR

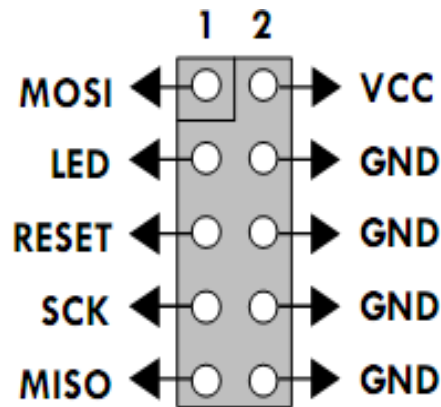
*DT-PROTO 28 PIN AVR* merupakan suatu modul single chip dengan mikrokontroler ATmega8 dan komunikasi serial secara *UART*serta *in-system programming* (ISP).

Spesifikasi:

1. Berbasis ATmega8 (8Kbyte Flash Memory, 512 byte EEPROM, 1Kbyte internal SRAM, dan ADC dengan resolusi 10 bit).
2. Memiliki hingga 23 pin jalur *input/output*.
3. Tersedia sekitar 787 pad array, *through hole*.
4. Terdapat Eksternal *Brown OutDetector* sebagai rangkaian reset.
5. LED *Programming Indicator*.
6. Tersedia *Crystal Oscillator* berfrekuensi 4 MHz.
7. Tersedia jalur komunikasi serial UART RS-232 dengan konektor RJ11.
8. Terdapat port untuk *pemrogramman* ISP.
9. Tegangan input 9-12 VDC pada pin dan memiliki tegangan output +5V (VCC).



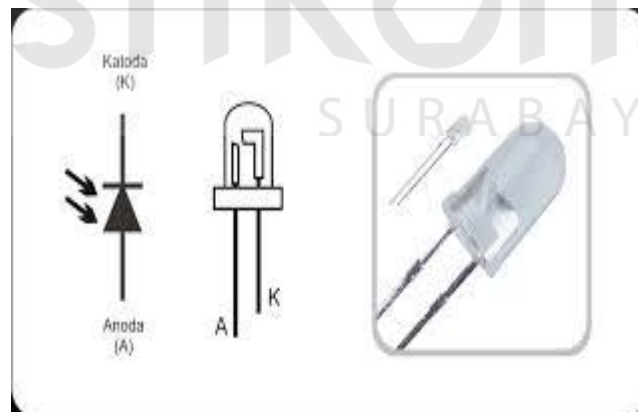
Gambar 2.2. Tata Letak Minsis.  
(Atmel Corporation, 2009)



Gambar 2.3. Pin konektor ISP header.  
(Sumber : *Datasheet . Downloader DT-HiQ AVR-51 USB ISP* )

## 2.2 Sensor Photodioda

Photodioda adalah diode yang bekerja berdasarkan intensitas cahaya, jika photodioda terkena cahaya maka photodioda bekerja seperti biasa, tetapi jika tidak mendapat cahaya photodioda akan berperan seperti resistor dengan nilai tahanan yang besar sehingga arus listrik tidak dapat mengalir, photodioda pada gambar 2.4.



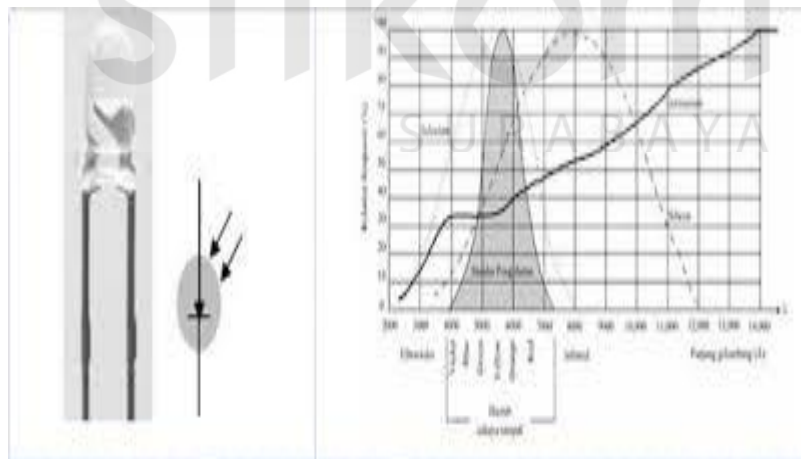
Gambar 2.4. Anoda dan Katoda Photodioda.  
(Sumber : *optekinc.datasheet, 2014*)

Photodioda merupakan sensor cahaya semikonduktor yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Yang merupakan sebuah dioda dengan sambungan P-N yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya. Cahaya yang



dapat dideteksi oleh photodiode ini mulai dari cahaya infra merah, cahaya tampak, ultra ungu sampai dengan sinar-x. (Anjaswati Tri Irma, 2013).

Karena photodiode terbuat dari semikonduktor p-n maka cahaya yang diserap oleh photodiode akan mengakibatkan terjadinya pergeseran foton yang akan menghasilkan pasangan lubang-lubang electron dikedua sisi dari sambungan. Ketika electron-elektron yang dihasilkan itu masuk ke pita konduksi maka electron-elektron itu akan mengalir ke arah positif sumber tegangan sedangkan hole yang dihasilkan mengalir ke arah negatif sumber tegangan sehingga arus akan mengalir di dalam rangkaian. Besarnya pasangan elektron ataupun hole yang dihasilkan tergantung dari besarnya intensitas cahaya yang diserap oleh photodiode. Photodiode digunakan sebagai penangkap gelombang cahaya yang dipancarkan oleh *infrared*. Besarnya tegangan listrik yang dihasilkan oleh photodiode tergantung besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh *infrared*. Berikut adalah gambar 2.5:



Gambar 2.5. Panjang Gelombang Photodiode.  
(Sumber : optekinc.datasheet, 2014)

Prinsip kerja photodiode adalah saat photodiode terkena cahaya, maka akan bersifat sumber tegangan dan nilai resistansinya akan menjadi kecil. Dan saat

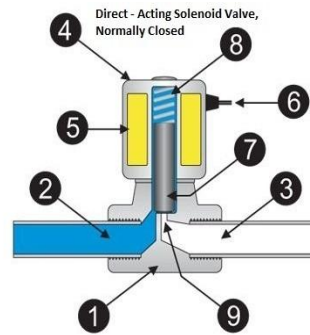
photodiode tidak terkena cahaya, maka nilai resistansinya akan membesar dan besar kecilnya tegangan arus listrik yang dihasilkan tergantung dari besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh *infrared*.

Photodiode memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. Photodiode memiliki respon 100 kali lebih cepat dari phototransistor.
- b. Dikemas dengan plastik transparan yang juga berfungsi sebagai lensa. Lensa tersebut dikenal sebagai *lensa Fresnel* dan *optical filter*.
- c. Penerimaan infra merah juga dipengaruhi oleh *active area* dan *response time* aplikasi.
- d. Diode sebagai kondisi *open circuit* jika dianalogikan seperti sakelar.
- e. Photodiode sebagai *close circuit* jika dianalogikan seperti sakelar.

### 2.3 Solenoid Valve 2/2

*Solenoid valve* adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakkan dengan arus AC maupun DC. *Solenoid valve* mempunyai lubang *output*, lubang *input* dan lubang *exhaust*. Lubang *input*, berfungsi sebagai terminal/tempat udara masuk, sedangkan lubang *output* berfungsi sebagai tempat udara keluar, dan lubang *exhaust* fungsinya sebagai saluran untuk mengeluarkan udara yang tertahan saat *plunger*/piston bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve* bekerja, berikut adalah gambar 2.6:



Gambar 2.6. Solenoid Valve dan Bagiannya  
(Sumber : solenoid-valve-info, 2009)

Berikut adalah bagian dari *solenoid valve*:

1. Bagian body.
2. Lubang *input*.
3. Lubang *output*.
4. Kumparan (*Coil*).
5. Kumparan Gulungan.
6. Kabel Supply Tegangan.
7. Piston (*Plunger*).
8. Spring.
9. *orifice*/Lubang *Exhaust*.

Prinsip kerja solenoid valve adalah bila kumparan (*Coil*) mendapatkan tegangan maka kumparan tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston yang ada didalamnya. Ketika piston tertarik ke atas maka udara akan mengalir dari lubang *input* menuju lubang *output*.

Spesifikasi *solenoid valve 2/2*:

- a. Type valve : Normally Closed.
- b. Tekanan saat digunakan : 28" Hg to 115 PSI.
- c. Tekanan Maksimum : 150 PSI.

d. Piston : Stainless steel.

## 2.4 Relay

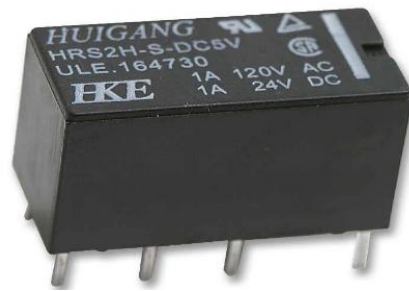
Relay adalah saklar mekanik yang dikendalikan atau dikontrol secara elektronik. Saklar pada relay akan terjadi perubahan posisi OFF ke ON pada saat diberikan tegangan pada *coil*/kumparan terminal relay. Relay pada dasarnya terdiri dari 2 bagian utama yaitu *coil*/kumparan dan *contact*.

Penggunaan relay perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relay men-switch arus/tegangan. Biasanya ukuran tegangan relay berbeda yang tertera pada body relay. Misalnya relay 12VDC/1A24V atau 12VDC/1A120V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12Volt DC dan mampu men-switch arus listrik (maksimal) 1 ampere pada tegangan 12 Volt.

Berikut adalah komponen penyusun relay:

- a. Kumparan/*Coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik.
- b. Input relay merupakan bagian control relay, dimana relay membutuhkan tegangan VDC untuk dapat mengoperasikan kumparan.
- c. Common relay merupakan bagian keluaran relay yang tersambung dengan *Normally Closed*(NC) dalam keadaan normal.
- d. *Normally Closed* (NC) kondisi awal sebelum diaktifkan *Closed*.
- e. *Normally Open* (NO) kondisi awal sebelum diaktifkan *Open*.

Berikut adalah gambar 2.7:



Gambar 2.7. Relay HRS2 Series.  
(Sumber: Farnell datasheet, 2006)

Berikut adalah spesifikasi dari relay:

a. Coil Data:

1. Tegangan Nominal : 3V dc to 24V dc.
2. Kapasitas Nominal : 150 to 360mW.

b. Kontak Data:

1. Pengaturan : 2 From C.
2. Bahan : AuAg.
3. Peringkat : 1A at 24V dc/120V ac.
4. Tegangan *maximum* : 60V dc/120V ac.
5. Arus *maximum* : 2A.
6. Daya *maximum* : 60VA, 24W.
7. Resistansi : 100mΩ at 6Vdc 1A.

c. Data Umum:

1. Resistansi Isolasi *minimum* : 100MΩ, at 500V dc.
2. Kekuatan Tegangan : 1000V ac, 1 menit diantara kontak terbuka  
: 1500V ac, 1 menit diantara kontak dan *coil*
3. Kekuatan Arus : 2000V ac(20Ω).
4. Operasi waktu *maximum* : 6ms.

5. Pelepasan waktu *minimum* : 4ms.
6. Jarak temperature : -30°C to +60°C.
7. Resistansi kejut : 15G.
8. Resistansi getaran : 10 – 15 Hz, Amplitudo 1.5mm.

## 2.5 *Push Button*

Tombol tekan (*Push Button*) merupakan komponen control yang sangat berguna, dan dapat kita lihat pada panel listrik atau di luar panel listrik. Fungsi *push button* adalah untuk mengontrol kondisi off dan on pada rangkaian listrik. Prinsip kerjanya jika tombol ditekan sesaat maka akan kembali pada posisi semula, berikut gambar 2.8:



Gambar 2.8. *Push Button*.  
(Sumber: Azizan Akhdan, 2014)

Berdasarkan fungsinya *push button* terbagi atas 3 type kontak:

- a. Kontak NO (*Normally Open*), tombol jenis ini biasanya digunakan untuk menghubungkan arus pada suatu rangkaian kontrol atau sebagai tombol start.
- b. Kontak NC (*Normally Closed*), tombol jenis ini biasanya digunakan untuk memutus arus dengan cara menekan knop sehingga kontakannya terpisah, biasanya sebagai tombol stop.

- c. Kontak NO dan NC, kontak pada tombol jenis ini merupakan gabungan antara kontak NO dan NC yang bekerja secara bersamaan dalam satu poros. Jika tombol ditekan maka kontak NO yang semula terbuka (*open*) dan kontak NC yang terhubung (*closed*) akan berbalik arah yaitu kontak NO akan menjadi terhubung (*closed*) dan kontak NC akan menjadi terbuka (*open*). Jika knop pada tombol ditekan maka akan kembali seperti semula.

## 2.6 Aki Kering

Aki atau Storage Battery adalah sebuah sel atau elemen sekunder dan merupakan sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energy kimia menjadi energy listrik. Aki termasuk elemen elektrokimia yang mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen sekunder. Kutub positif aki menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng timbale sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat, dan aki kering seperti gambar 2.9



Gambar 2.9. Aki Kering (Khoerunnisya Annisa, 2013)

Cara kerjanya adalah saat aki mengeliarkan arus, oksigen pada pelat tipis terlepas karena bereaksi dengan hydrogen pada cairan elektrolit yang secara perlahan-

lahan keduanya berubah menjadi air. Sedangkan asam pada cairan elektrolit menyatu dengan timah di pelat positif maupun negatif.

Pada saat aki discharge hampir semua asam melekat pada pelat-pelat sel sehingga cairan elektrolit konsentrasinya sangat rendah dan hampir semuanya menjadi air, akibatnya berat jenis cairan menurun menjadi 1,1 kg/dm<sup>3</sup> dan ini hampir mendekati berat jenis air 1 kg/dm<sup>3</sup>. Sedangkan aki yang masih penuh berat jenisnya sekitar 1,285 kg/dm<sup>3</sup>.

## 2.7 *Air Pump* DC 12V

*Air Pump* adalah alat yang dapat menghisap udara dan mengeluarkannya kembali dengan jalan mengekspansi volume ruang oleh pompa sehingga terjadi penurunan tekanan. Selanjutnya pompa melakukan gerakan buang, dan kembali mengekspansi ruang tersebut dan berikut adalah gambar 2.10 (Tubagus, 2013)

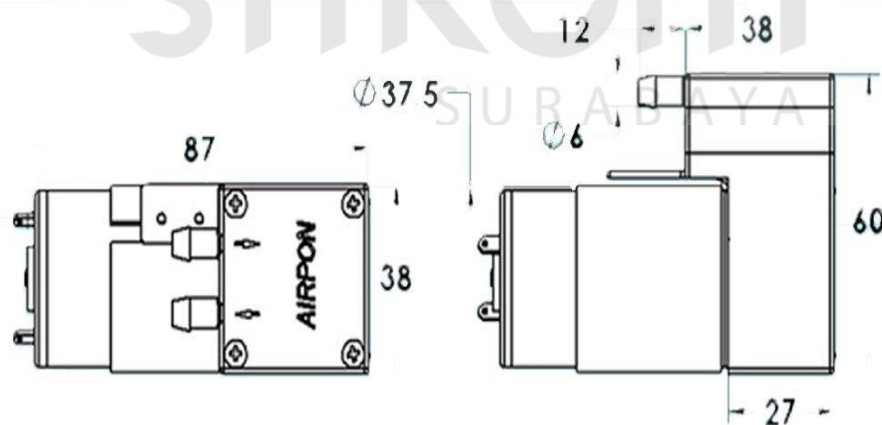


Gambar 2.10. *Air Pump* 12VDC  
(Sumber: Airpo datasheet, 2009)



### 2.7.1 Spesifikasi Air Pump 12VDC:

1. Tegangan : 12VDC
2. Ampere : 1,50 Amps
3. Power : 12 Watt
4. Noise : 75 db/30 cm
5. Tekanan : 0-32 Psi
6. Kisaran udara yang dikeluarkan : 12-15 LPM
7. Outlet : 5,4mm O,D
8. Kisaran Vakum : 0-16”Hg
9. Tekanan minimum : -70KPA
10. Tekanan maksimum : 150 KPA
11. Type : Diaphragm
12. Fungsinya : Memompa udara
13. Material : Plastik



Gambar 2.11. Dimensi Air Pump  
(Sumber: Airpo datasheet, 2009)

## 2.8 Downloader Microcontroller ATmega8

Untuk dapat melakukan proses *downloading* dengan format *.HEX* dari PC ke dalam memori internal *microcontroller*. Penulis menggunakan DT-HiQ AVR-51 USB ISP untuk *downloadernya*. DT – HiQ AVR-51 USB ISP merupakan *insystem programmer (ISP)* untuk *microcontroller* keluaran AVR 16 bit RISC dan MCS-51. *Programmer* ini dapat dihubungkan ke PC melalui antarmuka USB dan mengambil sumber catu daya dari target *board* (rangkaian minimum sistem *microcontroller*). Untuk memprogram IC AVR, DT-HiQ AVR-51 USB ISP dapat digunakan dengan perangkat lunak AVR Studio, CodeVisionAVR, AVRUDE (WinAVR), BASKOM-AVR, serta perangkat lunak lain yang dapat mendukung protocol ATMEL STK500/AVRISP. Untuk memprogram IC MCS-51, DT-HiQ AVR 51 USB ISP juga dilengkapi dengan perangkat lunak berbasis Windows yang menyediakan antarmuka yang sederhana dan juga mudah dimengerti oleh penggunanya. Bentuk fisik dari *downloader microcontroller* seri DT-HiQ AVR-51 USB ISP adalah pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. Downloader DT-HiQ AVR-51 USB ISP.

(Sumber : *Datasheet . Downloader DT-HiQ AVR-51 USB ISP :1-5*)

Spesifikasi *Downloader* DT-HiQ AVR-51 USB ISP adalah sebagai berikut.

1. Dapat digunakan untuk semua tipe AVR dan *Microcontroller* MCS-51 seri AT89 yang memiliki fitur ISP.
2. Beroperasi pada tegangan target 2,7 volt sampai 5,5 volt.
3. Antarmuka USB ke PC.
4. Menganbil daya dari *Board*. Tidak memerlukan catu daya tersendiri dan juga aman bagi PC jika terjadi hubungan singkat pada *Board*.
5. AVR:  
Menggunakan protocol ATMEL STK500/AVRISP dengan *baudrate* 115200 brp.
6. MCS-51:
  - a. Mendukung *Flash*, EEPROM, *Lock bit*, dan *fuse bit programming*.
  - b. Dilengkapi perangkat lunak berbasis Windows.
  - c. Mendukung file dengan format intel.*HEX* atau *BIN*.
7. Tersedia dua pilihan konektor ISP (5x2) standart ATMEL untuk target *Board* dengan *Microcontroller* keluaran AVR dan MCS-51.
8. DT-HiQ AVR-51 USB ISP membutuhkan arus maksimal 50mA @ 5,5 volt.
9. USB *driver* yang kompatibel dengan Windows XP/Vista/7/8.
10. Dilengkapi soket converter DT-HiQ AVR-51 USB ISP 10 to 6 konverter untuk menghubungkan AVR *in-system programmer*.
11. Dilengkapi LED converter untuk power san status dengan warna yang berbeda.

12. Jangan menghubungkan kedua konektor (AVR dan MCS-51) secara bersamaan dan pemrograman AVR dan MCS-51 harus dilakukan secara bergantian.
13. Pin no 1 ditandai dengan warna kabel yang berbeda atau tanda segitiga atau panah pada konektor.

## **2.9 Teori pemerahan**

Sapi perah merupakan salah satu ternak yang dipelihara dengan tujuan memproduksi susu. Pengembangan usaha peternakan sapi perah dengan sasaran peningkatan produksi susu perlu diperhatikan baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Kualitas dan kuantitas susu dapat dipengaruhi oleh faktor fisiologis dan faktor lingkungan. Faktor fisiologis meliputi bangsa, tingkat laktasi, *estrus*, kebuntingan, interval beranak dan umur. Faktor lingkungan meliputi makanan, masa kering, kondisi waktu beranak, frekuensi pemerahan, interval pemerahan, temperatur lingkungan, penyakit dan obat-obatan (*Ensminger, 1971*).

### **2.9.1 Fase Persiapan**

Sebelum pemerahan dimulai, pemerah mencuci tangan bersih-bersih dan mengeringkannya, kuku tangan harus dipotong pendek untuk menghindari luka pada puting sapi saat pemerahan, sapi yang akan diperah dibersihkan dari segala kotoran, tempat dan peralatan disediakan dalam keadaan yang bersih. (Muljana, 1985)

Sebelum diperah sapi dimandikan terlebih dahulu, ekor diikat ke kakinya agar tidak mengibas-ibas ketika diperah pemerah harus dalam keadaan sehat

serta setiap puting sapi harus dicek kesehatannya. Proses pemerahan sebaiknya dilakukan dalam interval yang teratur, cepat, dikerjakan dengan kelembutan, pemerahan dilakukan sampai tuntas.

### 2.9.2 3 Cara Pemerahan Dengan Tangan

#### 1. *Whole Hand* (Tangan Penuh)

Cara ini adalah yang terbaik, karena puting tidak akan menjadi panjang. Cara ini dilakukan pada puting yang agak panjang sehingga dapat depegang dengan penuh oleh tangan. Caranya tangan memegang puting dengan ibu jari dan telunjuk pada pangkalnya. Tekanan dimulai dari atas puting diremas dengan ibu jari dan telunjuk, diikuti dengan jari tengah, jari manis dan kelingking, sehingga air dalam puting susu terdesak ke bawah dan memancar ke luar. Setelah air susu keluar, seluruh jari dikendorkan agar rongga puting terisi lagi dengan air susu. Jika ibu jari dan telunjuk kurang menutupi rongga puting, air susu tidak akan keluar, tetapi akan masuk lagi kedalam ambing dan sapi akan merasa kesakitan. Teknik ini dilakukan dengan cara menggunakan kelima jari, dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13. Pemerahan Tangan Penuh/*Whole Hand*  
(Sumber: Syarief dan harianto, 2011 )

## 2. *Stripping* (Perah Jepit)

Pertama-tama puting diletakkan diantara ibu jari dan telunjuk yang digeserkan dari pangkal puting ke bawah sambil memijat. Dengan demikian air susu tertekan keluar melalui lubang puting. Pijat dikendorkan lagi sambil menyodok puting sedikit ke atas, agar air susu didalam *cistern* (rongga susu) terisi kembali. Cara ini dilakukan hanya untuk pemerahan penghabisan dan untuk puting yang pendek yang sukar dikerjakan, berikut gambar 2.14



Gambar 2.14. Pemerahan Perah Jepit /*Stripping*  
(Sumber: Syarief dan harianto, 2011 )

## 3. *Knevelen* (Perah Pijit)

Cara ini sama dengan pemerahan tangan penuh, tetapi dengan membengkokkan ibu jari, cara ini sering dilakukan jika pemerah merasa lelah. Lama kelamaan ujung ibu jari menebal lunak dan tidak menyakiti puting, teknik ini hanya dilakukan pada sapi yang memiliki puting pendek.

### 2.9.3 Pasca Pemerahan

Selesai diperah, puting dilap dengan menggunakan kain yang telah dibasahi oleh desinfektan. Kemudian dilap kembali dengan kain yang kering. Setelah itu, puting juga dicelupkan kedalam cairan desinfektan selama 4 detik. Semua peralatan yang digunakan untuk pemerah juga harus dibersihkan dan kemudian dikeringkan. Sesudah pemerahan sebaiknya bagian puting dicelupkan dalam larutan desinfektan untuk menghindari terjadinya mastitis. (Syarief dan Sumoprastowo, 2011).

### 2.9.4 Pengaturan Waktu Pemerahan

#### a. Musim

sapi yang melahirkan di musim dingin atau musim gugur umumnya produksi susunya lebih tinggi dibandingkan yang melahirlan di musim panas. Jadi cuaca yang panas produksi susu sapi umumnya menurun. Pada saoi yang digembalakan, umumnya produksi susunya menurun pada musim kemarau dibandingkan musim hujan, ini hubungannya dengan ketersediaan makanan ternak.

#### b. Frekuensi Pemerahan

pada umumnya sapi diperah 2 kali sehari yaitu pagi dan sore hari. Pemerahan dilakukan lebih 2 kali sehari hanya dilakukan pada sapi yang berproduksi susu tinggi, misalnya pada sapi yang produksi susunya 20 liter/hari dapat diperah 3 kali sehari, sedangkan sapi yang berproduksi susu 25 liter/hari dapat diperah 3 kali sehari. Pada sapi yang berproduksi tinggi diperah 3-4 kali sehari produksi susunya lebih tinggi dibandingkan dengan yang hanya

diperah 1-2 kali sehari. Pemerahan 3 kali sehari akan meningkatkan produksi susu sebanyak 10-25 % dibandingkan dengan pemerahan 2 kali sehari. Peningkatan produksi susu tersebut karena pengaruh hormon prolaktin yang lebih banyak dihasilkan dari pada yang diperah 2 kali sehari. Bila sapi diperah 2 kali sehari dengan selang waktu yang sama antara pemerahan tersebut, maka sedikit terjadi perubahan kualitas air susu. Bila sapi diperah 4 kali sehari, kadar lemak akan tinggi pada besok paginya pada pemerahan pertama. Makin sering sapi diperah, produksi susu akan naik seperti yang di tunjukkan oleh penelitian dari Kendrick (1953).







