

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Peneliti terdahulu**

Penulis telah mengamati hasil pada alat sirkumsisi yang telah dibuat sebelumnya oleh Juni Rochmawati dari poltekes surabaya pada tahun 2008 yang berjudul “ Sirkumsisi Dengan Pengaturan Suhu Secara Linier Berbasis *Mikrokontroller*” yang masih merancang sebatas pengaturan linier suhu saja dan alat tersebut juga tidak dilengkapi dengan *safety control* yang dapat beresiko menyebabkan kecelakaan kerja [7]. Kemudian alat yang sama juga dibuat oleh Akhmad Dzulfiqri dari poltekes Surabaya berjudul “perancangan elektrokauter *portable* berbasis *Mikrokontroller* “ merancang menggunakan 5 mata kawat nikelin [11].

#### **2.2. Elektrokauter**

Suatu tehnik untuk memanaskan suatu jaringan dengan menggunakan energi listrik. Tujuannya adalah mengambil atau melenyapkan jaringan yang tidak diinginkan misalnya tumor jinak. Tumor jinak ini bervariasi, mulai yang berasal dari proses infeksi, *kista epidermis*, pembesaran dan pembuntuan kelenjar minyak serta tumpukan kolestrol. Secara klinis, tumor jinak ini akan terlihat sebagai benjolan dengan ukuran yang bervariasi (atau sering kita sebut dengan kutil). Elektrokauter dapat dilakukan di seluruh bagian tubuh [12].

Elektrokauter, juga dikenal sebagai kauter panas, mengacu pada proses dimana arus *AC* atau *DC* yang dilewatkan melalui tahanan elektroda kawat logam, untuk menghasilkan panas. Elektroda dipanaskan kemudian diterapkan pada

jaringan hidup untuk mencapai hemostasis atau berbagai tingkat prosedur bedah minor dalam *dermatologi*, *oftalmologi*, THT, Bedah plastik, dan *urologi*.

## **2.3 Landasan teori**

### **2.3.1 Alat kelamin laki-laki**

Alat kelamin laki manusia adalah organ pada bagian antara pangkal paha yang berfungsi sebagai saluran keluarnya air seni (*urin*) dan air mani (sperma). Dengan demikian, alat kelamin laki-laki adalah bagian dari sistem reproduksi laki-laki (manusia berjenis kelamin jantan) sekaligus bagian dari sistem *ekskresi*. Selain penis, sistem organ reproduksi laki-laki mencakup pula *epididimis* (*pelir*) yang terlindung dalam kantung *pelir* '(buah *zakar* atau *skrotum*) ditambah beberapa kelenjar dan saluran.

### **2.3.2 Fungsi**

Alat kelamin laki-laki manusia memiliki fungsi dan asal usul perkembangan (*ontogeni*) yang sama dengan penis mamalia jantan lainnya. Dalam keadaan tanpa rangsangan, alat kelamin laki-laki lemah dan menggantung. Pada saat demikian fungsi sebagai alat urinasi (membuang *urin*) adalah optimal. Apabila terkena rangsangan yang dikendalikan oleh otak, baik seksual maupun non-seksual, penis membesar ukurannya dan menegang. Keadaan ini dikenal sebagai ereksi. Pada kondisi ereksi penuh, alat kelamin laki-laki tidak siap untuk saluran pembuangan urin dan akan siap sebagai saluran penyaluran cairan sperma. Penis pada saat tidak ereksi (kiri) dan sedang ereksi (kanan).

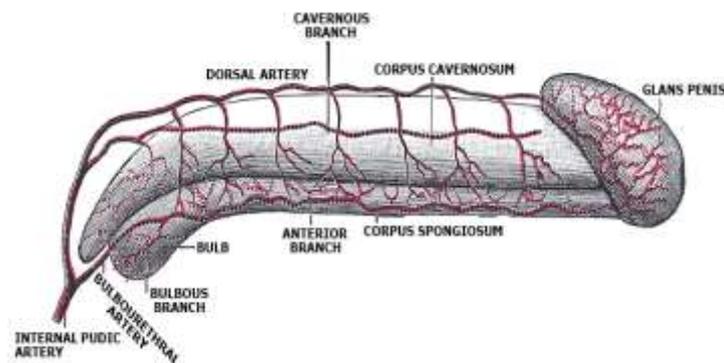
Ada beberapa kekhasan penis manusia. Secara perbandingan, proporsi penis manusia lebih besar daripada mamalia lainnya. Penis manusia tidak

memiliki kulit pelindung yang menyembunyikannya di saat "istirahat". Selain itu, penis manusia sama sekali tidak memiliki baculum atau tulang penis, sehingga untuk penetrasi ke dalam vagina, dalam ereksi penis mengandalkan sepenuhnya pada pasokan darah ke dalam kantung-kantung (*corpora*) yang ada di dalam batang penis.

Manusia juga menyadari bahwa penis memiliki fungsi *rekreasi* (hiburan), namun hal ini juga ditemukan pada sejumlah primata. Tanpa alasan reproduksi, manusia menjadikan penis sebagai objek kesenangan, seperti melalui masturbasi [13].

### 2.3.3 Anatomi

Alat kelamin laki-laki tersusun dari dua bagian utama, yaitu pangkal/akar (*radix*) dan tubuh/batang (*corpus*) seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2. 1 Anatomi batang alat kelamin laki-laki manusia.

( Sumber : *Henry Gray. (1918). Anatomy of the Human Body* )

Pangkal alat kelamin laki-laki terletak di dalam badan, terdiri dari gelembung penis (*bulbus*) dan sepasang *crus* alat kelamin laki-laki di kedua sisinya. Permukaan kulit yang melindungi pangkal penis biasanya memiliki

rambut kemaluan. Tubuh alat kelamin laki-laki memiliki dua sisi permukaan: *dorsal* (bagian yang tampak dari depan jika penis "istirahat") dan ventral atau uretral (mengarah ke dalam/*testis*).

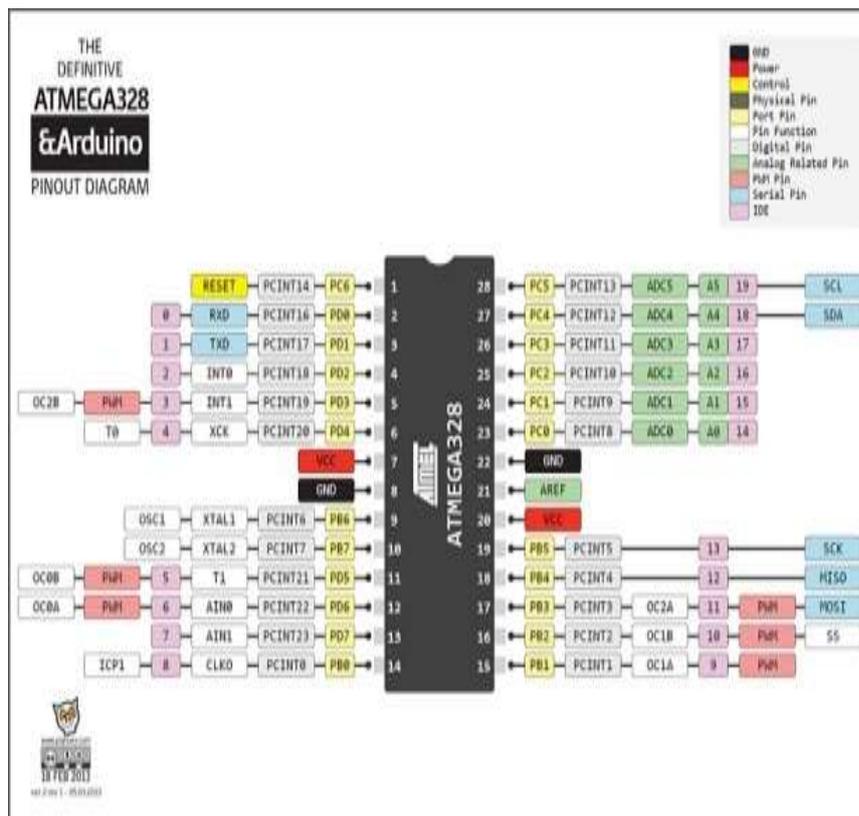
Struktur tubuh alat kelamin laki-laki disokong oleh tiga kantung: sepasang *corpora cavernosus* dan *corpus spongiosus* di antara keduanya, terletak di sisi ventral dan melindungi saluran kemih (*uretra*). Di bagian ujung batang terdapat glans alat kelamin laki-laki yang berbentuk agak meruncing pada ujungnya, yang memudahkan penetrasi di saat hubungan seksual. Apabila seseorang tidak dikhitan (sirkumsisi), *glans* penis tertutup oleh pemanjangan kulit batang alat kelamin laki-laki yang disebut kulup atau preputium. Pada saat *ereksi*, *glans* alat kelamin laki-laki biasanya akan keluar dari kulit penutup tersebut.

*Corpora cavernosa* adalah dua ruangan yang mengisi sebagian besar alat kelamin laki. Ruang-ruang ini terisi jaringan spons yang mencakup otot, ruang terbuka, pembuluh darah dan arteri. *Ereksi* terjadi ketika *corpora cavernosa* terisi dengan darah dan berkembang. *Ereksi* ini mengencangkan pembuluh darah sehingga darah terjebak dan tidak bisa meninggalkan penis, memungkinkan alat kelamin laki-laki untuk tetap tegak selama beberapa menit. Setelah ejakulasi terjadi atau jika gairah seks memudar, proses *detumescence* terjadi, di mana otak akan mengirimkan sinyal yang memungkinkan darah meninggalkan alat kelamin laki-laki, akibatnya alat kelamin laki-laki menjadi lemas kembali.

Selaput *albuginea* adalah sebuah membran yang mengelilingi *corpora cavernosa*. Membran ini berfungsi untuk menjaga darah tetap berada di dalam alat kelamin laki-laki selama *ereksi* terjadi. *Uretra* adalah tabung yang menjadi

saluran tempat urin keluar. Proses ejakulasi juga melalui *uretra*. Letaknya menyusuri batang alat kelamin laki-laki di bawah *corpora cavernosa* dan melebar pada ujung uretra yang disebut meatus. *Meatus* terletak di *glans* (kepala penis) [14].

## 2.4 Mikrokontroler ATmega328



Gambar 2. 2 pin Mikrokontroler Atmega328

### 2.4.1 Konfigurasi Pin ATmega328

ATmega328 merupakan *mikrokontroler* keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe *mikrokontroler* yang sama dengan ATmega8 ini antara lain ATmega8535, ATmega16, ATmega32, ATmega328, yang membedakan antara *mikrokontroler* antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (*pin input/output*), (USART

(*Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter*), *timer*, *counter*, dll).

Dari segi ukuran fisik, ATmega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa *mikrokontroler* diatas. Namun untuk segi memori dan peripheral lainnya ATmega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan peripheralnya relatif sama dengan ATmega8535, ATmega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas.

ATmega328 memiliki 3 buah *PORT* utama yaitu *PORTB*, *PORTC*, dan *PORTD* dengan total *pin input/output* sebanyak 23 *pin*. *PORT* tersebut dapat difungsikan sebagai *input/output* digital atau difungsikan sebagai peripheral lainnya.

a. *Port B*

*Port B* merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai *input/output*.

Selain itu *PORTB* juga dapat memiliki fungsi alternatif seperti di bawah ini.

1. ICP1 (PB0), berfungsi sebagai *Timer Counter 1 input capture* pin.
2. OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (*Pulse Width Modulation*).
3. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.
4. Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemrograman serial (ISP).
5. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk *timer*.
6. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber *clock* utama *mikrokontroler*.

b. *Port C*

*Port C* merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai *input/output* digital. Fungsi alternatif *PORTC* antara lain sebagai berikut.

1. ADC6 *channel* (PC0, PC1, PC2, PC3, PC4, PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah *input* yang berupa tegangan analog menjadi data *digital*
2. I2C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada *PORTC*. I2C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain yang memiliki komunikasi data tipe I2C seperti sensor kompas, *accelerometer nunchuck*.

c. *Port D*

*Port D* merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai *input/output*. Sama seperti *Port B* dan *Port C*, *Port D* juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini.

1. USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi *serial* dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data *serial*, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
2. *Interrupt* (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi *hardware*. *Interupsi* biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi

interupsi *hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.

3. XCK dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan *clock* dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan *external clock*.
4. T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan *counter external* untuk *timer 1* dan *timer 0*.
5. AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan *input* untuk *analog comparator*.

#### **2.4.2 Fitur ATmega328**

ATmega328 adalah *mikrokontroler* keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang mana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain:

- a. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- b. Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB.
- c. Memiliki *pin* I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) *output*.
- d. 32 x 8-bit register serba guna.
- e. Dengan *clock* 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.

- f. 32 KB *Flash memory* dan pada *arduino* memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB.
- g. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.

## **2.5 Filament Heater**

*Heater* atau terkadang disebut *furnace* adalah peralatan proses yang berguna untuk menaikkan temperature suatu material. Energi panas yang dipakai berasal dari hasil pembakaran sehingga disebut juga dengan *fire heater*. Secara garis besar, peralatan ini terbuat dari metal (*metal housing*) yang dilapisi *refractory* pada bagian dalamnya sebagai isolasi panas sehingga panas tidak terbang keluar. Material yang dipanaskan/*charge* bisa berbentuk padat, cair atau gas. Berdasarkan fungsinya, *heater* dikelompokan menjadi:

- a. *Heater* untuk memanaskan dan/atau menguapkan *charge* (misalnya *heater* untuk *distillation charge* atau *reboiler*).
- b. *Heater* untuk memberikan panas reaksi pada *feed reactor*.
- c. *Heater* untuk memanaskan material yang akan diubah bentuk fisiknya.

Panas yang dihasilkan oleh *heater* ini merupakan salah satu bentuk dari energi kalor. Makin besar tegangan dan arus serta waktu pada heater yang dipergunakan, maka akan semakin banyak kalor yang diberikan kepada ruangan dan akan menghasilkan kenaikan suhu yang lebih besar dan begitu pula sebaliknya, jadi dapat diketahui banyak kalor yang diberikan oleh *heater* ruangan ditentukan oleh faktor tegangan, arus dan waktu.

Rumus untuk mengetahui resistansi (hambatan) dalam nikelin hal yang perlu kita ketahui selanjutnya setelah menentukan diameter nikelin adalah mengetahui resistansinya. Rumus untuk mengetahui resistansi dalam nikelin adalah :

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Dimana :

R = Hambatan ( Ohm )

$\rho$  = Rho ( Hambatan Jenis, nikel :  $40 \times 10^{-8}$  )

L = Panjang Kawat ( Meter )

A = Luas Penampang (  $\text{mm}^2$  )

Apabila luas penampangnya masih belum diketahui, maka dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Luas Penampang} = \pi \cdot r^2$$



Gambar 2. 3 *Filament Heater.*

## 2.6 Arduino

*Arduino* adalah sebuah papan microcontroller 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh perusahaan *Atmel Corporation*. *Arduino Uno SMD (Surface Mount Device)* R3 seperti pada gambar 2.8 adalah papan mikrocontroller berdasarkan ATmega328 yang memiliki 14 pin input / output digital (yang 6 dapat digunakan sebagai output *Pulse-width modulation (PWM)* ), 6 input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB (*Universal Serial Bus*), colokan listrik, header ICSP (*In Circuit Serial Programming*), dan tombol reset [17].



Gambar 2.4. *ARduino uno*

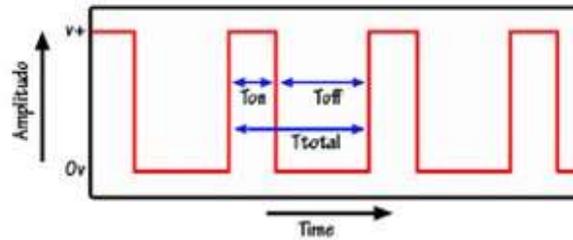
Tabel 2.1 spesifikasi dari *arduino uno smd R3*

<b>Mikrokontroler</b>	<b><u>ATmega328P</u></b>
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input (disarankan)	7-12V
Tegangan Input (batas)	6-20V
Pin Digital I / O	14 (dimana 6 memberikan output PWM)
PWM Digital I / O Pins	6
Pin input analog	6
Arus DC per I / O Pin	20 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Memori flash	32 KB (ATmega328P) dimana 0.5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
<b>Mikrokontroler</b>	<b><u>ATmega328P</u></b>
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Kecepatan jam	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Panjangnya	68,6 mm
Lebar	53,4 mm
Berat	25 g

## 2.7 PWM (*Pulse Width Modulation*)

### 2.7.1 Defenisi

PWM (*Pulse Width Modulation*). Secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa Contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, *audio effect* dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya [15].



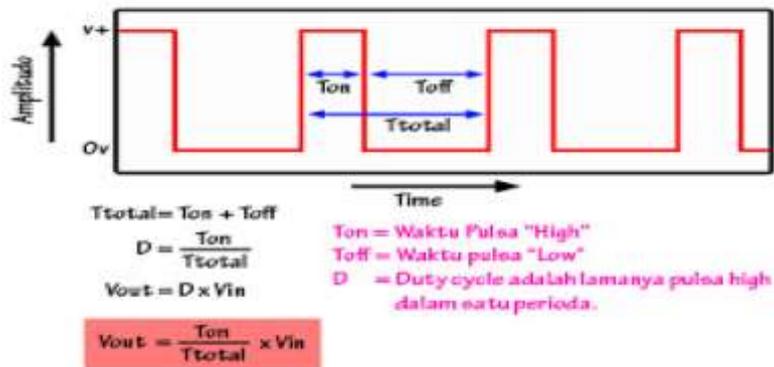
Gambar 2.5 sinyal PWM

(Sumber : <http://ini-robot.blogspot.com>)

PWM (*Pulse Width Modulation*) merupakan salah satu teknik untuk mendapatkan signal analog dari sebuah piranti digital. Sebenarnya Sinyal PWM Teknik Otomasi, dapat dibangkitkan dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog dengan menggunakan rangkaian *op-amp* atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Resolusi adalah jumlah variasi perubahan nilai dalam PWM tersebut [16].

### 2.7.2 Konsep Dasar PWM (*Pulse Width Modulation*)

Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar Pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi (antara 0% hingga 100%) .



Gambar 2.6 sinyal PWM dan pemasangan PWM.

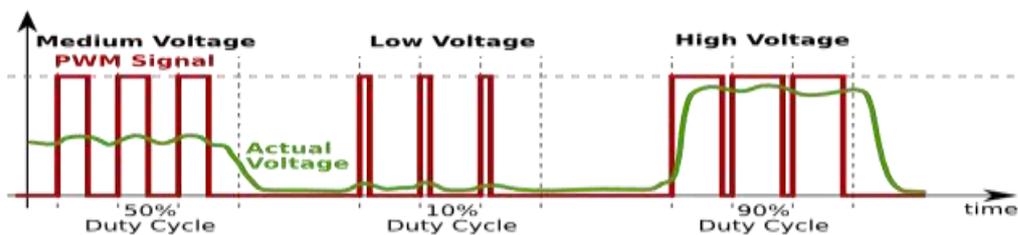
(Sumber : <http://ini-robot.blogspot.com>)

### 2.7.3 Perhitungan *duty cycle* PWM

Dengan cara mengatur lebar pulsa “on” dan “off” dalam satu perioda gelombang melalui pemberian besar sinyal referensi output dari suatu PWM akan didapat *duty cycle* yang diinginkan. *Duty cycle* dari PWM dapat dinyatakan sebagai:

$$Duty\ Cycle = \frac{ton}{(ton+toff)} \times 100\%$$

*Duty cycle* 100% berarti sinyal tegangan pengatur intensitas daya dilewatkan seluruhnya. Jika tegangan catu 100V, maka motor akan mendapat tegangan 100V. pada *duty cycle* 50%, tegangan pada motor hanya akan diberikan 50% dari total tegangan yang ada, begitu seterusnya.



Gambar 2.7 Bentuk perubahan sinyal PWM.

( Sumber : <http://ini-robot.blogspot.com>)

#### **2.7.4 Kelebihan PWM (*Pulse Width Modulation*)**

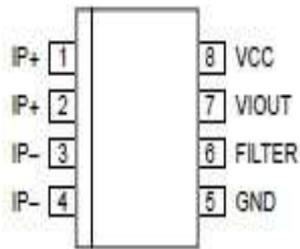
Keuntungan utama dari PWM adalah bahwa daya yang hilang dalam perangkat *switching* sangat rendah sehingga banyak digunakan sebagai pengendalian pemanas/*heater* di industry, praktis dan ekonomis untuk diterapkan (terutama komponen daya yang sangat cepat untuk penyaklaran). PWM juga bekerja dengan baik pada kontrol digital. PWM juga telah digunakan dalam beberapa sistem komunikasi dimana siklus tugasnya telah digunakan untuk menyampaikan informasi melalui saluran komunikasi.

#### **2.8 Sensor ACS712**

Sensor ACS712 adalah merupakan sensor untuk mendeteksi arus. Penggunaan sensor arus ACS712 ini Kebanyakan memiliki kekurangan yakni nilai arus yang di dapatkan dari sensor tidak linear sehingga terkadang kita membutuhkan tingkat linear yang lebih tinggi. Sebelum membahas lebih lanjut, akan di jelaskan terlebih dahulu tentang sensor arus ACS712. ACS712 ini memiliki tipe variasi sesuai dengan arus maksimal yakni 5A, 20A, 30A.



Gambar 2.8 sensor ACS712 5A



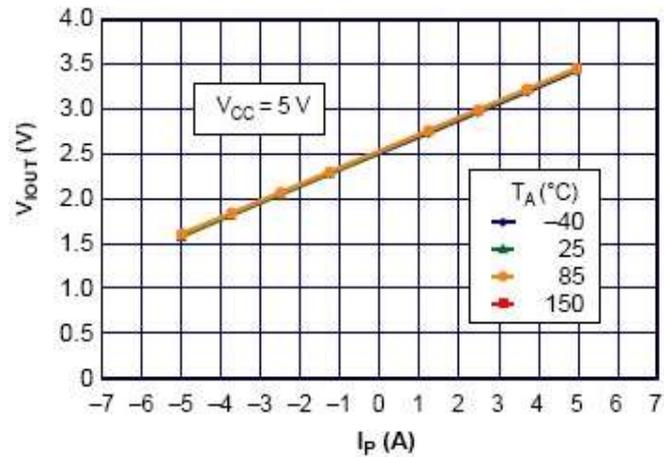
Gambar 2.9 Konfigurasi pin dari ACS712

### 2.8.1 Karakteristik ACS712

- a. Memiliki sinyal analog dengan sinyal-gangguan rendah (*low-noise*)
- b. Memiliki *bandwidth* 80 kHz
- c. Total *output error* 1.5% pada  $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$
- d. Memiliki resistansi dalam  $1.2\text{ m}\Omega$
- e. Tegangan sumber operasi tunggal 5.0 V
- f. *Sensitivitas* keluaran 66 sd 185 mV/A
- g. Tegangan keluaran proporsional terhadap arus *AC* ataupun *DC*
- h. Fabrikasi kalibrasi
- i. Tegangan *offset* keluaran yang sangat stabil
- j. *Hysteresis* akibat medan magnet mendekati nol
- k. Rasio keluaran sesuai tegangan sumber

### 2.8.2. Grafik Kerja ACS712

Sensor ACS712 ini pada saat tidak ada arus yang terdeteksi, maka keluaran sensor adalah 2,5 V. Dan saat arus mengalir dari IP+ ke IP-, maka keluaran akan  $>2,5\text{ V}$ . Sedangkan ketika arus listrik mengalir terbalik dari IP- ke IP+, maka keluaran akan  $<2,5\text{ V}$ :



Gambar 2.10 grafik keluaran sensor ACS712 .

## 2.9 Sensor tegangan

Sensor tegangan merupakan sebuah instrumen yang dapat mengukur tegangan *DC* atau *AC* dalam bentuk angka` diskrit. *Voltmeter* digital terbuat dari rangkaian - rangkaian yang menggunakan *IC* tertentu seperti *ICL7107* / *ICL7106* atau juga bisa menggunakan *IC controller* dengan memanfaatkan *ADC (Analog to Digital Converter)*. Tegangan yang sampai ke *ADC* atau  $V_s$  harus  $< 5 \text{ volt}$  (hati-hati bila  $> 5 \text{ volt}$  akan merusak *mikrokontroler*). Untuk mengukur tegangan *AC* maka tegangan harus diubah menjadi tegangan *DC*. Untuk mengukur tegangan yang besar maka dibutuhkan rangkaian pembagi tegangan sesuai dengan gambar sebelumnya dengan ketentuan tegangan yang masuk ke  $V_s$  harus  $< 5 \text{ volt}$ .



Gambar 2.11 sensor tegangan

Modul ini bekerja berdasarkan prinsip *resistive divider*, membuat tegangan yang akan dideteksi berkurang 5x lipat. Tegangan *input analog* pada *Arduino* 0-5v, sehingga tegangan maximum yang dapat dideteksi oleh sensor adalah  $5 \times 5v = 25v$ . Jika menggunakan sistem tegangan 3.3v, maka tegangan *maximum* yang dapat dideteksi adalah sebesar  $5 \times 3.3v = 16.5v$ .

AVR *Chip* pada *Arduino* memiliki AD 10-bit, jadi modul ini memiliki ketelitian 0.00489v ( $5v/1023$ ). Sehingga nilai tegangan minimum yang dapat dideteksi adalah  $5 \times 0.00489v = 0.02445v$  (bukan 0v)

Modul ini juga dilengkapi dengan terminal baut sehingga pemasangan kabel menjadi lebih mudah dan aman.

**a. Spesifikasi:**

1. Tegangan *input*: 0-25v DC
2. Tegangan deteksi: 0.02445-25v DC
3. Ketelitian pengukuran: 0.00489v
4. Ukuran: 25x13mm

**b. Pemasangan *input* tegangan yang akan dideteksi:**

1. Terminal VCC ke positif
2. Terminal GND ke negatif

**c. Pemasangan *pin* ke *Arduino*:**

1. S (*signal*) ke Pin AD
2. + (positif) ke +5/3.3v
3. 3) - (negatif) ke -GND