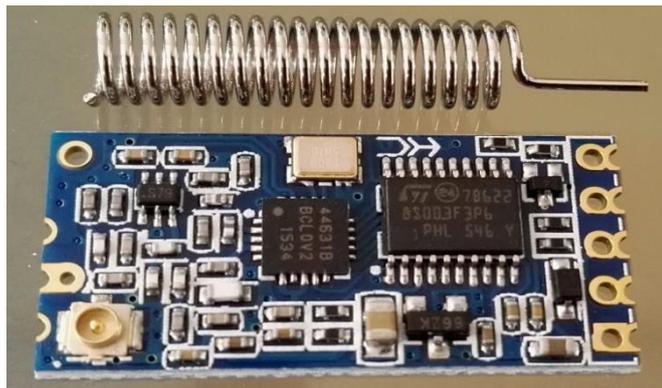


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Modul HC-12

HC-12 adalah modul komunikasi serial nirkabel setengah-dupleks dengan 100 saluran dalam rentang 433,4-473,0 MHz yang mampu mentransmisikan hingga 1 km. Frekuensi kerja dibagi menjadi 100 saluran mulai dari 433,4MHz hingga 473,0MHz dengan pemisahan saluran 400kHz. Daya output maksimum adalah 100mW (20dBm) dan sensitivitas penerima berbeda dari -117dBm hingga -100dBm, tergantung pada kecepatan transmisi. Ini menerima 3,2V-5,5V power supply dan dapat digunakan dengan perangkat tegangan UART 3.3V dan 5V (5V aman).



Gambar 2.1 Modul wireless-serial HC-12

(Sumber <https://quadmeup.com/hc-12-433mhz-wireless-serial-communication-module-configuration/>,2018)

2.1.1 Konfigurasi Produk

Konfigurasi standar modul HC-12 hanya berisi satu pita frekuensi 433MHz modul komunikasi nirkabel dengan soket RF standar IPEX20279-001E-03. Itu aksesoris opsional adalah antena musim semi 433MHz-frekuensi-band, IPEX-ke-BNC kabel koaksial dan pencocokan antena karet *omni-directional* 433MHz-band konektor BNC.

2.1.2 Definisi Pins

Modul HC-12 dapat mengadopsi tempelan pengelasan, atau las pin header 2.54mm-spasi, dan langsung memasukkannya ke PCB pengguna. Modul ini benar-benar memiliki sembilan pin dan satu RF antenna alas ANT1, dan definisi mereka seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2.1 HC-12**

Pin	Definisi	I / O arah	Catatan
1	VCC		Masukan catu daya, DC3.2V-5.5V, dengan kapasitas beban tidak kurang dari 200mA. (Catatan: Jika modul aku kerja di transmisi negara untuk waktu yang lama, itu menyarankan itu 1N4007dioda harus terhubung dalam seri ketika tegangan listrik lebih besar dari 4.5V, ke hindari pemanasan built-in saya bersedia dari modul).
2	GND		Kesamaan.
3	RXD	Masukan,lemah pull-up	Port input URAT,TTL tingkat; 1k resistensi telah terjadi terhubung secara seri dalam.
4	TDX	Keluaran	Port output URAT,TTL tingkat; 1k resistensi telah terjadi terhubung secara seri dalam.
5	SET	Masukan, internal 10k resistensi pull-u	Parameter pengaturan pin kontrol, berlaku untuk rendah tingkat; 1k resistensi telah terjadi terhubung secara seri dalam.
6	SEMUT	Input Output	Pin antenna 433 MHZ.
7	GND		Kesamaan.
8	GND		Kesamaan.
9	NC		Tidak ada koneksi, digunakan dalam memperbaiki, kompatibel dengan modul HC-11 posisi pin.
ANTI 1	SEMUT	Input Output	IPEX20279-001E-03 soket antenna.
ANTI 2	SEMUT	Input Output	433MHz musim semi antenna mata solder.

2.2 Photo Transistor

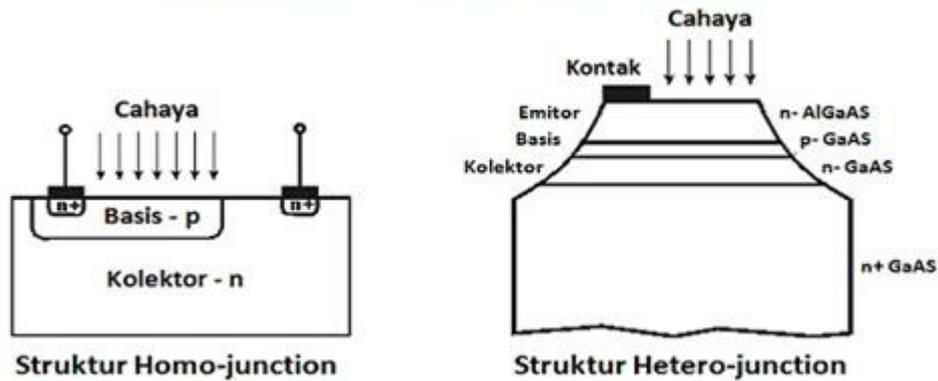
Pengertian Photo Transistor dan Prinsip kerjanya – Photo Transistor adalah Transistor yang dapat mengubah energi cahaya menjadi listrik dan memiliki penguat (gain) Internal. Penguat Internal yang terintegrasi ini menjadikan sensitivitas atau kepekaan Photo Transistor terhadap cahaya jauh lebih baik dari komponen pendeteksi cahaya lainnya seperti Photo Dioda ataupun Photo Resistor. Cahaya yang diterima oleh Photo Transistor akan menimbulkan arus pada daerah basis-nya dan menghasilkan penguatan arus hingga ratusan kali bahkan beberapa ribu kali. Photo Transistor juga merupakan komponen elektronika yang digolongkan sebagai Transduser.

2.2.1 Struktur Photo Transistor

Photo Transistor dirancang khusus untuk aplikasi pendeteksian cahaya sehingga memiliki Wilayah Basis dan Kolektor yang lebih besar dibanding dengan Transistor normal umumnya. Bahan Dasar Photo Transistor pada awalnya terbuat dari bahan semikonduktor seperti Silikon dan Germanium yang membentuk struktur *Homo-junction*.

Namun seiring dengan perkembangannya, Photo Transistor saat ini lebih banyak menggunakan bahan semikonduktor seperti Galium Arsenide yang tergolong dalam kelompok Semikonduktor III-V sehingga membentuk struktur *Hetero-junction* yang memberikan efisiensi konversi lebih tinggi. Yang dimaksud dengan *Hetero-junction* atau *Heterostructure* adalah Struktur yang menggunakan bahan yang berbeda pada kedua sisi persimpangan PN.

Struktur Photo Transistor

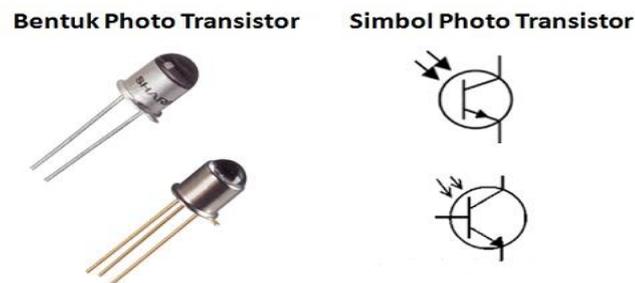


Gambar 2.2 Struktur Photo Transistor

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-photo-transistor-prinsip-kerja-phototransistor/>,2018)

2.2.2 Bentuk dan Simbol Photo Transistor

Photo Transistor pada umumnya dikemas dalam bentuk transparan pada area dimana Photo Transistor tersebut menerima cahaya. Berikut ini adalah bentuk dan simbol Photo Transistor (Transistor Foto).



Gambar 2.3 Bentuk Photo Transistor dan Simbol Photo Transistor

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-photo-transistor-prinsip-kerja-phototransistor/>)

2.2.3 Prinsip Kerja Photo Transistor

Cara kerja Photo Transistor atau Transistor Foto hampir sama dengan Transistor normal pada umumnya, dimana arus pada Basis Transistor dikalikan untuk memberikan arus pada Kolektor. Namun khusus untuk Photo Transistor, arus Basis dikendalikan oleh jumlah cahaya atau inframerah yang diterimanya. Oleh karena itu, pada umumnya secara fisik Photo Transistor hanya memiliki dua kaki yaitu Kolektor dan Emitor sedangkan terminal Basisnya berbentuk lensa yang berfungsi sebagai sensor pendeteksi cahaya. Pada prinsipnya, apabila Terminal Basis pada Photo Transistor menerima intensitas cahaya yang tinggi, maka arus yang mengalir dari Kolektor ke Emitor akan semakin besar.

2.2.4 Kelebihan dan Kelemahan Phototransistor

Meskipun Phototransistor memiliki berbagai kelebihan, namun bukan juga tanpa kelemahan. Berikut ini adalah beberapa Kelebihan dan kelemahan Phototransistor :

- Kelebihan Photo Transistor
 1. Photo Transistor menghasilkan arus yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan Photo Dioda.
 2. Photo Transistor relatif lebih murah, lebih sederhana dan lebih kecil sehingga mudah untuk diintegrasikan ke berbagai rangkaian elektronika.
 3. Photo Transistor memiliki respon yang cepat dan mampu menghasilkan Output yang hampir mendekati instan.
 4. Photo Transistor dapat menghasilkan Tegangan, sedangkan Photoresistor tidak bisa.
- Kelemahan Photo Transistor
 1. Photo Transistor yang terbuat dari Silikon tidak dapat menangani tegangan yang melebihi 1000Volt

2. Photo Transistor sangat rentan terhadap lonjakan listrik yang mendadak (electric surge).
3. Photo Transistor tidak memungkinkan elektron bergerak sebarang perangkat lainnya (contoh: Tabung Elektron).

2.3 Pengertian Dioda Laser dan Aplikasinya

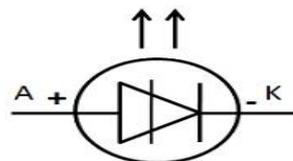
Dioda Laser adalah komponen semikonduktor yang dapat menghasilkan radiasi koheren yang dapat dilihat oleh mata ataupun dalam bentuk spektrum infra merah (Infrared/IR) ketika dialiri arus listrik. Yang dimaksud dengan Radiasi Koheren adalah radiasi dimana semua gelombang berasal dari satu sumber yang sama dan berada pada frekuensi dan fasa yang sama juga. Kata LASER merupakan singkatan dari *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* yang artinya adalah mekanisme dari suatu alat yang memancarkan radiasi elektromagnetik melalui proses pancaran terstimulasi. Radiasi Elektromagnetik tersebut ada yang dapat dilihat oleh mata normal, ada juga yang tidak dapat dilihat. Panjang Gelombang (Wavelength) terlihat yang terbuat dari GaAs Dioda Laser pertama kali diperkenalkan oleh Nick Holonyak Jr yaitu seorang Ilmuwan yang bekerja di *General Electric* pada tahun 1962. Pada dasarnya, Dioda Laser hanyalah salah satu jenis perangkat ataupun teknologi yang dapat menghasilkan sinar Laser. Jenis-jenis perangkat ataupun Teknologi lainnya yang dapat menghasilkan sinar Laser diantaranya adalah Solid-state Laser, Laser Gas, Laser Excimer dan Dye Laser.

Dibawah ini adalah gambar Bentuk dan Simbol Dioda Laser pada Rangkaian.

Bentuk Dioda Laser



Simbol Dioda Laser



Gambar 2.4 Bentuk Dioda Laser dan Simbol Dioda Laser
(Sumber: <https://teknikelektronika.com/pengertian-diodalaseraplikasisimbol-laser-diode/>)

2.3.1 Kelebihan Dioda Laser dibandingkan dengan Laser Konvensional

Berikut ini adalah beberapa kelebihan Dioda Laser jika dibandingkan dengan teknologi konvensional penghasil Laser lainnya :

1. Lebih kecil dan Ringan :

Dioda Laser memiliki ukuran yang kecil, ada jenis Dioda Laser tertentu yang berukuran kurang dari 1mm dengan beratnya kurang dari 1gram. Dengan demikian, Dioda Laser sangat cocok untuk digunakan pada perangkat Elektronika yang berukuran kecil atau portabel.

2. Membutuhkan Arus listrik, Tegangan dan Daya yang rendah :

Kebanyakan Dioda Laser hanya membutuhkan daya beberapa miliWatt dengan tegangan di sekitar 3 Volt hingga 12 Volt DC. Oleh karena itu, Dioda Laser dapat beroperasi dengan menggunakan sumber daya Baterai.

3. Intensitas rendah :

Dioda Laser memiliki intensitas yang sangat rendah dibandingkan dengan perangkat laser lainnya. Namun Dioda Laser memiliki efisiensi output koheren yang tinggi dan kemudahan dalam modulasi untuk komunikasi dan aplikasi pengendalian. Perlu diketahui bahwa, Dioda Laser tidak dapat digunakan untuk memotong kertas ataupun melubangi baja sehingga relatif aman untuk digunakan pada perangkat konsumen atau rumah tangga. Meskipun relatif aman, tetap disarankan untuk tidak melihat langsung sinar Laser yang dipancarkan oleh perangkat-perangkat tersebut karena beresiko untuk merusak bagian-bagian sensitif Mata yaitu selaput Retina pada mata.

4. Sudut Beam yang lebar (*Wide-angle Beam*) :

Bentuk berkas sinar yang lebih lebar dan berbentuk kerucut dan dapat lebih mudah dimodifikasi dengan menggunakan sebuah lensa cembung. Hal ini agak berbeda dengan Laser Konvensional yang hanya berbentuk lurus dan sulit untuk di dimodifikasi kelebarannya.

2.3.2 Aplikasi Dioda Laser

Dioda Laser telah banyak diaplikasikan pada perangkat yang kita gunakan sehari-hari. Beberapa perangkat yang menggunakan Dioda Laser diantaranya adalah sebagai berikut :

- CD/VCD/DVD/Blu-ray Player
- Konsol Games
- Laser Pointer
- Barcode Scanner
- Sistem Fiber Optik
- Laser Printer
- Alat Ukur Jarak
- Remote Control
- dan lain sebagainya.

2.3.3 Jenis Dioda Laser Cara Kerjanya

Pada dasarnya, Dioda Laser hampir sama dengan Lampu LED yaitu dapat mengkonversi energi listrik menjadi energi cahaya, namun Dioda Laser dapat menghasilkan sinar/cahaya atau Beam dengan Intensitas yang lebih tinggi. Berikut ini adalah Struktur Dioda Laser (Laser Dioda) :



Gambar 2.4 Struktur Dioda Laser

(Sumber: <https://teknikelektronika.com/pengertian-diodalaseraplikasisimbol-laser-diode/>)

Berdasarkan cara kerjanya, Dioda Laser dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu *Injection Laser Diode (ILD)* dan *Optically Pumped Semiconductor Laser*.

1) *Injection Laser Diode (ILD)*

Injection Laser Diode memiliki berbagai kemiripan dengan LED (*Light Emitting Diode*). Kedua-duanya dibuat berdasarkan proses dan teknologi yang hampir sama. Perbedaan utama pada Dioda Laser adalah adanya sebuah saluran atau kanal panjang yang sempit dengan ujung yang reflektif. Kanal tersebut berfungsi sebagai penuntun gelombang pada cahaya. Kanal tersebut biasanya disebut dengan *Waveguide*.

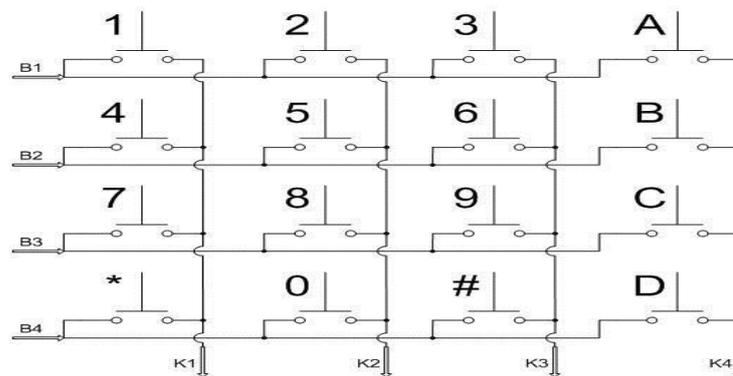
Pada pengoperasiannya, arus mengalir melalui persimpangan PN (PN Junction) dan menghasilkan cahaya seperti pada LED (*Light Emitting Diode*). Pancaran Fotonnya (Photon) disebabkan oleh bergabungnya kembali Elektron dan Lubang (*Holes*) di daerah persimpangan PN. Namun cahaya tersebut hanya dibatasi didalam waveguide (penuntun cahaya) pada Dioda Laser sendiri. Di Waveguide ini cahaya Laser direfleksikan dan kemudian diperkuat sehingga menghasilkan emisi terstimulasi sebelum dipancar keluar.

2) *Optically Pumped Semiconductor Laser*

Optically Pumped Semiconductor Laser atau disingkat dengan OPSL ini menggunakan chip semikonduktor III-V sebagai dasarnya, Chip semikonduktor ini bekerja sebagai media penguat optik. Dioda Laser yang terdapat didalamnya berfungsi sebagai sumber pompa. Terdapat beberapa Keuntungan dari Dioda Laser jenis *Optically Pumped Semiconductor Laser* ini, terutama dalam pemilihan panjang gelombang (*wavelength*) dan mengurangi gangguan dari struktur elektroda internal.

2.4 Modul Keypad Matriks

Keypad Matriks adalah tombol-tombol yang disusun secara matriks (baris x kolom) sehingga dapat mengurangi penggunaan pin input. Sebagai contoh, Keypad Matriks 4x4 cukup menggunakan 8 pin untuk 16 tombol. Hal tersebut dimungkinkan karena rangkaian tombol disusun secara horizontal membentuk baris dan secara vertikal membentuk kolom:

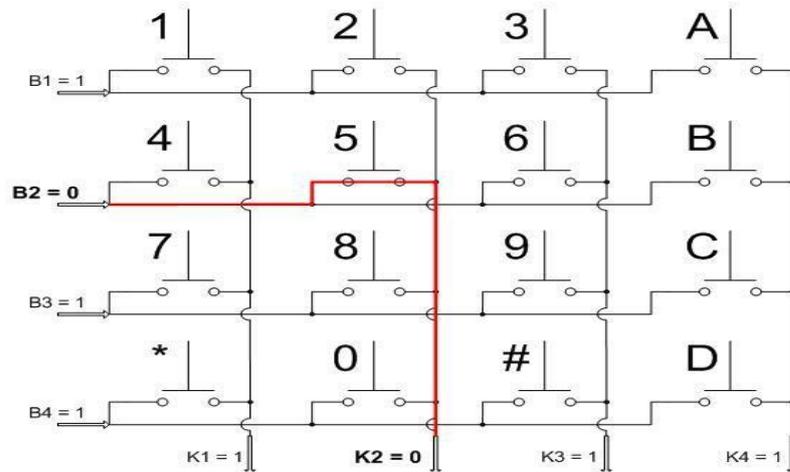


Gambar 2.5 Modul Keyped Matriks

(Sumber: <https://depokinstruments.com/2011/07/27/teori-keypad-matriks-4x4-dan-cara-penggunaannya/>,2018)

Namun demikian, sebagai konsekuensi dari penggunaan bersama satu jalur (semisal baris satu (B1)), maka tidak dimungkinkan pengecekan dua tombol sekaligus dalam satu slot waktu.

Proses pengecekan dari tombol yang dirangkai secara matriks adalah dengan teknik *scanning*, yaitu proses pengecekan yang dilakukan dengan cara memberikan umpan-data pada satu bagian dan mengecek *feedback* (umpan-balik) – nya pada bagian yang lain. Dalam hal ini, pemberian umpan-data dilakukan pada bagian baris dan pengecekan umpan-balik pada bagian kolom. Pada saat pemberian umpan-data pada satu baris, maka baris yang lain harus dalam kondisi inversi-nya. Tombol yang ditekan dapat diketahui dengan melihat asal data dan di kolom mana data tersebut terdeteksi:



Gambar 2.6 Modul Keyped Matriks

(Sumber: <https://depokinstruments.com/2011/07/27/teori-keypad-matriks-4x4-dan-cara-penggunaannya/>,2018)

Pada contoh di atas, tombol yang ditekan adalah tombol “5”. Seperti terlihat bahwa B2 bernilai nol, sedangkan B1, B3, dan B4 adalah satu. Kemudian dengan mengetahui bahwa asal data dari B2, dan umpan-baliknya terdeteksi pada K2, maka dapat disimpulkan bahwa tombol yang ditekan adalah tombol “5”.

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur *Input/Output* (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan

ROM pada PC yang bisa mencapai orde Gbyte, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde byte/Kbyte.

Meskipun kecepatan pengolahan data dan kapasitas memori pada mikrokontroler jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer personal, namun kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi terutama karena ukurannya yang kompak. Mikrokontroler sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi.

Sistem yang menggunakan mikrokontroler sering disebut sebagai *embedded system* atau *dedicated system*. *Embedded system* adalah sistem pengendali yang tertanam pada suatu produk, sedangkan *dedicated system* adalah sistem pengendali yang dimaksudkan hanya untuk suatu fungsi tertentu. Sebagai contoh, printer adalah suatu *embedded system* karena di dalamnya terdapat mikrokontroler sebagai pengendali dan juga *dedicated system* karena fungsi pengendali tersebut berfungsi hanya untuk menerima data dan mencetaknya. Hal ini berbeda dengan suatu PC yang dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, sehingga mikroprosesor pada PC sering disebut sebagai *general purpose microprocessor* (mikroprosesor serba guna). Pada PC berbagai macam software yang disimpan pada media penyimpanan dapat dijalankan, tidak seperti mikrokontroler hanya terdapat satu *software* aplikasi.



Gambar 2.7 Chip Mikrokontroller

(<http://www.duniaelektronika.net/mikrokontroler,2018>)

2.5.1 Atmega128

Merupakan salah satu varian dari mikrokontroler AVR 8-bit. Beberapa fitur yang dimiliki adalah memiliki beberapa memory yang bersifat non-volatile, yaitu 128 Kbytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (128 Kbytes *memory flash* untuk pemrograman), 4 Kbytes memori EEPROM, 4 Kbytes memori internal *SRAM*, write/erase cycles : 10.000 flash/ 100.000 EEPROM (program dalam mikrokontroler dapat diisi dan dihapus berulang kali sampai 10.000 kali untuk flash memori atau 100.000 kali untuk penyimpanan program/data di EEPROM).

Selain memori, fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler atmega128 ini adalah pada perangkat peripheral interface-nya, yaitu memiliki 2 buah 8-bit timer / counter, 2 buah expand 16-bit *timer / counter*, RTC (Real Time Counter) dengan oscillator yang terpisah, 2 buah 8-bit *channel* PWM, 6 PWM channel dengan resolusi pemrograman dari 2 sampai 16 bits, *output compare* modulator, 8-channel 10-bit ADC, 2 buah TWI (*Two Wire Interface*), 2 buah serial USARTs, master / slave SPI *serial* interface, Programmable Watchdog Timer dengan *On-chip* Oscillator, *On-chip* analog *comparator*, dan memiliki 53 programmable I/O. Sedangkan untuk pengoperasiannya sendiri, Mikrokontroler Atmega128 dapat dioperasikan pada *catuan* 4.5 – 5.5 V untuk Atmega128 dengan *clock speed* 0 – 16 MHz.



Gambar 2.8 Mikrokontroler Atmega128

([https://en.wikipedia.org/wiki/Atmel AVR/AVR ATXMEGA 128](https://en.wikipedia.org/wiki/Atmel_AVR/AVR_ATXMEGA_128), 2018)

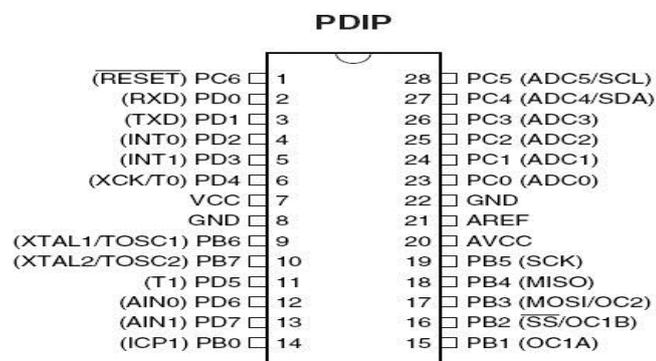
2.5.2 Bahasa pemrograman Atmega128

Bahasa Basic adalah salah satu bahasa pemrograman yang banyak digunakan untuk aplikasi mikrokontroler karena kemudahan dan kompatibel terhadap mikrokontroler jenis AVR dan didukung oleh *compiler software* berupa

Bascom-AVR. Program penerjemah dari bahasa Assembly ke dalam bahasa mesin disebut *assembler*. Sedangkan kompilmer menerjemahkan bahasa tingkat tinggi ke dalam bahasa assembly. Intrepter mempunyai pengertian yang mirip dengan kompilmer. Keuntungan interpreter adalah user dapat cepat memperoleh tanggapan. Dengan menulis satu baris perintah , lalu menulis run, pemakai bisa langsung mengetahui hasilnya. Pada saat kompilasi, kompilmer tidak menerjemahkan semua perintah program sumber menjadi *objek code* , tetapi kompilmer akan menyediakan subroutine khusus yang hanya akan digunakan pada saat program hasil kompilasi dijalankan. Kumpulan subroutine tersebut dinamakan *run time library*.

2.6 Mikrokontroler ATmega8

ATmega8 adalah low power mikrokontroler 8 bit dengan arsitektur RISC. Mikrokontroler ini dapat mengeksekusi perintah dalam satu periode clock untuk setiap instruksi. Mikrokontroler ini diproduksi oleh atmel dari seri AVR. Beberapa fitur yang dimiliki ATmega8 adalah 8 kbyte flash program, 512 kbyte EEPROM, 1 kbyte SRAM, 2 timer 8 bit dan 1 timer 16 bit, analog to digital converter, USART, *Analog comparator*, dan *two wire interface* (I2C). Terdapat dua jenis package di ATmega8 yaitu DIP *package* dan TQFP *package* yang lebih dikenal dengan SMD (*Surface Mount Device*). Untuk jenis DIP *package* sangat mudah dalam *mounting* ke PCB, sedangkan TQFP *package* akan mendapatkan kesulitan selama penyolderannya sehinggabagi pemula disarankan untuk menggunakan DIP *package*.



Gambar 2.9 Data Sheet Atmega8

(Sumber : <http://www.circuitstoday.com/avr-atmega8-microcontroller-an-introduction,2018>)

ATMega8 memiliki 28 pin yang masing – masing pin – nya memiliki fungsi yang berbeda – beda baik sebagai port ataupun sebagai fungsi yang lain. Berikut akan dijelaskan tentang kegunaan dari masing – masing kaki pada ATMega8.

- VCC :

Tegangan supply

- GND :

Ground

- Port B (PB7..PB0) :

Port I/O 8-bit dengan resistor pull-up internal tiap pin. Buffer portB mempunyai kapasitas menyerap (*Sink*) dan mencatu (*source*). Khusus PB6 dapat digunakan sebagai *input* kristal (*inverting oscillator amplifier*) dan input kerangkaian *clock internal*, bergantung pada pengaturan fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Khusus PB7 dapat digunakan *output* kristal (*output inverting oscillator amplifier*) bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Jika sumber clock yang dipilih dari oscillator *internal*, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan Asynchronous *Timer/Counter* maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran *input counter*.

- Port C (PC5..PC0) :

Port I/O 7-bit (PC6, PC5,...PC0) dengan resistor *pull-up internal* tiap pin. Buffer portC mempunyai kapasitas menyerap (*Sink*) dan mencatu (*source*).

- RESET/PC6 :

Jika fuse bit RSTDISBL di “*programed*”, PC6 digunakan sebagai pin I/O. Jika fuse bit RSTDISBL di “*unprogramed*”, PC6 digunakan sebagai pin *RESET (aktif low)*.

- Port D (PD7..PD0) :

Port I/O 8 bit dengan resistor pull-up internal tiap pin. Buffer portC mempunyai kapasitas menyerap (*Sink*) dan mencatu (*source*).

- AVcc :

AVcc adalah pin tegangan catu untuk A/D converter, PC3..PC0, dan ADC(7..6). AVcc harus dihubungkan ke Vcc, walaupun ADC tidak digunakan.

Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke VCC melalui “low pass filter”. Catatan : PC5,PC4 gunakan catu tegangan Vcc digital.

- AREF :

Untuk pin tegangan referensi analog untuk ADC.

- ADC7..6(TQPF,QFN/MLF)

Hanya ada pada kemasan TQPF dan QFN/MLF, ADC7..6 digunakan untuk pin input ADC.

2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*) 4 x 20

LCD (*Liquid Crystal Display*) atau display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD merupakan lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya *vertikal* depan dan polarizer cahaya *horisontal* belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.



Gambar 2.10 LCD 20X4

Pada LCD 4x20 ini sama halnya dengan LCD 2x16 hanya saja ukuran serta jumlah kolom dan baris. Untuk lebih jelas tentang fungsi masing-masing dari LCD 4x20 dapat dilihat pada **Tabel 2.2** Pin Fungsi

Pin Fungsi					
No	Symbol	Fungsi	No	Symbol	Fungsi
1	Vss	GND 0V	10	DB3	Data Bus
2	Vdd	+5V	11	DB4	-
3	Vee	LCD Drive	12	DB5	-
4	RS	Fungsi Select	13	DB6	-
5	R/W	Read/Write	14	DB7	-
6	E	Enable Signal	15	LED A	LED Power Supply
7-9	DB0-DB2	Data Bus Line	16	LED B	

2.7.1 Fungsi Pin LCD (*Liquid Cristal Display*)

Pada LCD terdiri dari pin- pin sebagai berikut:

1. DB0 – DB7 adalah jalur data (data bus) yang berfungsi sebagai jalur komunikasi untuk mengirimkan dan menerima data atau instruksi dari mikrokontroler ke modul LCD.
2. RS adalah pin yang berfungsi sebagai selektor register (*register select*) yaitu dengan memberikan logika *low* (0) sebagai register perintah dan logika *high* (1) sebagai register data.

3. R/W adalah pin yang berfungsi untuk menentukan *mode* baca atau tulis dari data yang terdapat pada DB0 – DB7 yaitu dengan memberikan logika *low* (0) untuk fungsi *read* dan logika *high* (1) untuk *mode write*.
4. *Enable* (E), berfungsi sebagai *Enable Clock* LCD, logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data.

2.7.2 Penulisan Data Register Perintah LCD (*Liquid Cristal Display*)

Penulisan data ke *register* perintah dilakukan dengan tujuan mengatur tampilan LCD, inisialisasi dan mengatur *Address Counter* maupun *Address Data*. Kondisi RS berlogika 0 menunjukkan akses data ke *register* perintah. RW berlogika 0 yang menunjukkan proses penulisan data akan dilakukan. *Nibble* tinggi (bit 7 sampai bit 4) terlebih dahulu dikirimkan dengan diawali pulsa logika 1 pada E *Clock*. Kemudian *Nibble* rendah (bit 3 sampai bit 0) dikirimkan dengan diawali pulsa logika 1 pada E *Clock* lagi. Untuk mode 8 bit *interface*, proses penulisan dapat langsung dilakukan secara 8 bit (bit 7 ... bit 0) dan diawali sebuah pulsa logika 1 pada E *Clock*.

2.7.3 Pembacaan Data Register Perintah LCD (*Liquid Cristal Display*)

Proses pembacaan data pada *register* perintah biasa digunakan untuk melihat status *busy* dari LCD atau membaca *Address Counter*. RS diatur pada logika 0 untuk akses ke *register* perintah, R/W diatur pada logika 1 yang menunjukkan proses pembacaan data. 4 bit *nibble* tinggi dibaca dengan diawali pulsa logika 1 pada E *Clock* dan kemudian 4 bit *nibble* rendah dibaca dengan diawali pulsa logika 1 pada E *Clock*. Untuk Mode 8 bit *interface*, pembacaan 8 bit (*nibble* tinggi dan rendah) dilakukan sekaligus dengan diawali sebuah pulsa logika 1 pada E *Clock*.

2.7.4 Penulisan Data Register Data LCD (*Liquid Cristal Display*)

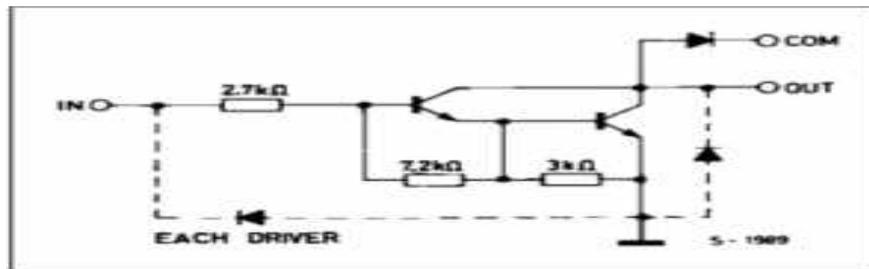
Penulisan data pada *register* data dilakukan untuk mengirimkan data yang akan ditampilkan pada LCD. Proses diawali dengan adanya logika 1 pada RS yang menunjukkan akses ke *register* data, kondisi R/W diatur pada logika 0 yang menunjukkan proses penulisan data. Data 4 bit *nibble* tinggi (bit 7 hingga bit 4) dikirim dengan diawali pulsa logika 1 pada sinyal E *Clock* dan kemudian diikuti 4 bit *nibble* rendah (bit 3 hingga bit 0) yang juga diawali pulsa logika 1 pada sinyal E *Clock*.

2.7.5 Pembacaan Data Register Data LCD (*Liquid Cristal Display*)

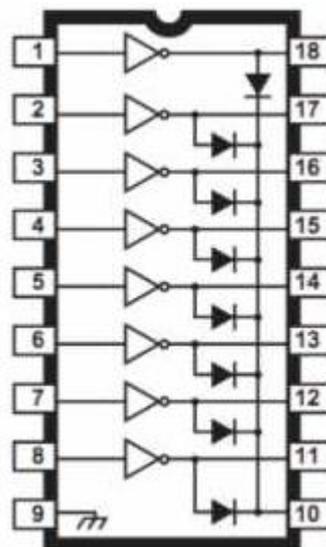
Pembacaan data dari *register* data dilakukan untuk membaca kembali data yang tampil pada LCD. Proses dilakukan dengan mengatur RS pada logika 1 yang menunjukkan adanya akses ke *Register Data*. Kondisi R/W diatur pada logika tinggi yang menunjukkan adanya proses pembacaan data. Data 4 bit *nibble* tinggi (bit 7 hingga bit 4) dibaca dengan diawali adanya pulsa logika 1 pada E *Clock* dan dilanjutkan dengan data 4 bit *nibble* rendah (bit 3 hingga bit 0) yang juga diawali dengan pulsa logika 1 pada E *Clock*.

2.8 ULN 2803

ULN 2803 adalah IC yang didalamnya merupakan susunan transistor yang terpasang secara darlington dan dapat menangani arus sebesar 500 mA. Setiap ULN2803 terdapat delapan buah susunan darlington yang dapat bekerja terpisah sehingga beban yang dapat dipasang pada ULN2803 sebanyak 8 buah. ULN2803 sudah terdapat tahanan masukan sebesar 3,7K sehingga dapat dihubungkan langsung dengan TTL/CMOS tanpa membutuhkan tahanan pembatas arus tambahan. Rangkaian dalam ULN2803 diperlihatkan dibawah ini.



Gambar 2.11 Rangkaian ULN2803



Gambar 2.12 Data Sheet IC ULN2803

2.9 Motor DC

Motor DC (*direct current*) adalah peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang disain awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday lebih dari seabad yang lalu (Pitowarno, 2006: 76). 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.



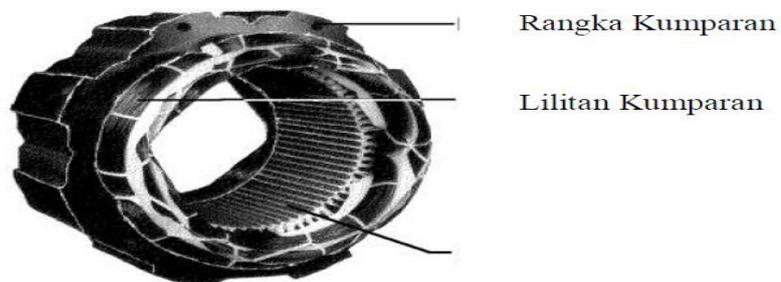
Gambar 2.13 Motor DC

2.9.1 Konstruksi Motor DC

Secara garis besar motor DC mempunyai bagian atau susunan konstruksi sebagai berikut :

1.) Stator

Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektromagnetik) ataupun magnet permanen. Bagian stator terdiri dari bodi motor yang memiliki magnet yang melekat padanya. Untuk motor kecil, magnet tersebut adalah magnet permanen. Fungsi dari stator adalah untuk menghasilkan medan magnet. Stator terdiri dari rumah dengan kutub magnet yang dibuat dari pelat-pelat yang dipejalkan dengan gulungan penguat magnet.



Gambar 2.14 Konstruksi Bagian Stator Motor

(Sumber : *Aplikasi Motor DC dengan Driver H-Bridge pada Alat Pemotong Lenjangan Otomatis, 2018*)

2.) Rotor dan Jangkar Motor DC

Fungsi dari rotor atau jangkar yaitu untuk merubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak putar. Rotor terdiri dari poros baja dimana tumpukan keping-keping inti yang berbentuk silinder dijepit. Pada inti terdapat alur-alur dimana lilitan rotor diletakkan. Suatu kumparan motor akan berfungsi apabila mempunyai kumparan medan, kumparan tersebut berfungsi sebagai penghasil medan magnet. Kumparan jangkar, berfungsi sebagai penghasil medan magnet. Kumparan jangkar, berfungsi sebagai pembangkit GGL pada konduktor yang terletak pada alur-alur jangkar. Celah udara yang memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet.

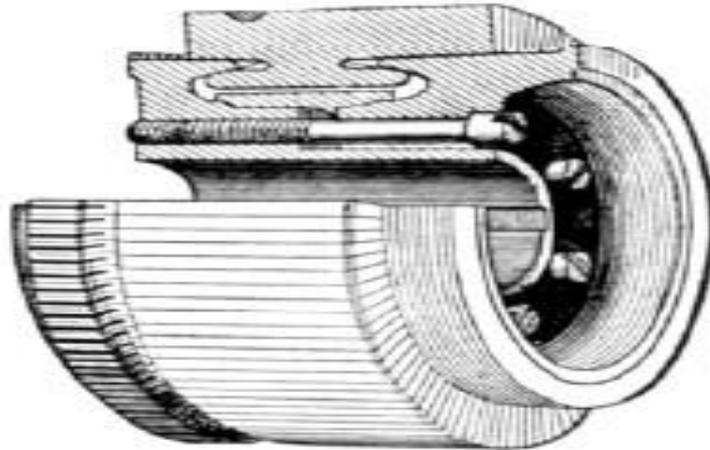


Gambar 2.15 Konstruksi Rotor dan Jangkar Motor

(Sumber : *Aplikasi Motor DC dengan Driver H-Bridge pada Alat Pemetong Lenjangan Otomatis, 2018*)

3.) Komutator

Konstruksi dari komutator terdiri dari lamel-lamel, antar lamel dengan lamel lainnya diisolasi dengan mica. Gambar di bawah ini merupakan gambar komutator pada motor DC



Gambar 2.16 Konstruksi Komutator

(Sumber : *Aplikasi Motor DC dengan Driver H-Bridge pada Alat Pemotong Lenjangan Otomatis, 2018*)

2.9.2 Prinsip Kerja Motor DC

Sesuai dengan namanya, motor DC didayai dengan tegangan DC (*Direct Current* = arus searah). Dengan demikian putaran motor DC akan berbalik arah jika polaritas tegangan yang diberikan juga di ubah.

Apabila motor *disupply* tegangan luar (V) maka pada motor akan mengalir arus listrik sebesar I lewat sikat yang diumpankan ke jangkar melalui komutator. Sehingga pada jangkar akan timbul torsi T yang besarnya berbanding lurus dengan besar arus listrik yang mengumpankan kepadanya. Komutator menyebabkan arah arus selalu tetap pada suatu arah tertentu, dimana arah torsi (kopel) adalah sama dengan arah dari arus tersebut. Karena pengaruh dari torsi ini maka rotor yang berada suatu bantalan yang licin berputar. Karena perputaran jangkar ini berada dalam medan magnet konduktor jangkar dimana arus mengalir sehingga perputaran kopel tersebut memotong medan magnet, sehingga menimbulkan gaya listrik padanya. Gaya gerak listrik ini berlawanan arah dengan arus penyebabnya, sehingga disebut gaya gerak lawan. Pada sebuah motor berlaku hubungan:

$$V = E + IR$$

$$= k\Phi n + IR$$

$$n = \frac{V - IR}{k\Phi}$$

$$k\Phi$$

Dimana:

V = tegangan (Volt)

E = gaya gerak listrik (Volt)

R = tahanan dalam jangkar motor (Ohm)

I = arus jangkar (Ampere)

N = putaran motor (rpm)

k = konstanta

Φ = Fluk magnet yang terbentuk pada motor

Karena tahanan jangkar relatif kecil, maka kenaikan perkalian antara $I R$ jauh lebih kecil di banding dengan kenaikan tegangan (V). Sehingga kecepatan putaran motor akan tergantung dari besarnya tegangan luar (V) yang menyalurkan tegangan ke motor.

2.10 Baterai

Baterai adalah salah satu alat penting untuk penyimpanan dan konversi energi yang bekerja berdasarkan prinsip elektrokimia. Jadi, baterai sebenarnya merupakan sebuah sel elektrokimia. Berdasarkan cara kerjanya, sel elektrokimia dapat dibagi menjadi dua, yaitu: sel galvanis dan sel elektrolisa. Sel galvanis, yang juga disebut sel volta, merubah energi kimia menjadi kerja listrik sedangkan sel elektrolisa merubah kerja listrik untuk menggerakkan reaksi kimia tak spontan. Dalam baterai biasa, komponen kimia terkandung dalam alat itu sendiri. Jika reaktan dipasok dari sumber luar ketika dikonsumsi, alat ini disebut sel bahan bakar (*fuel cell*).

Komponen utama sebuah baterai terdiri dari dua bahan konduktor tak sejenis (elektroda) yang dicelupkan dalam larutan yang mampu menghantarkan listrik (elektrolit). Salah satu elektroda akan bermuatan listrik positif dan yang lain negatif. Ujung elektroda yang menonjol diatas elektrolit dikenal sebagai terminal positif dan terminal negatif. Ketika kedua terminal dihubungkan dengan kawat konduktor (tembaga), arus listrik akan mengalir melalui kawat dari terminal negatif ke positif. Beda potensial atau tekanan listrik antar terminal tergantung pada bahan elektroda dan elektrolit dan diukur dalam volt.

Dalam pemakaiannya, baterai ada yang tidak bisa diisi ulang dan ada yang bisa diisi ulang. Jenis baterai yang tidak bisa diisi ulang disebut baterai primer dan yang bisa diisi ulang disebut baterai sekunder.

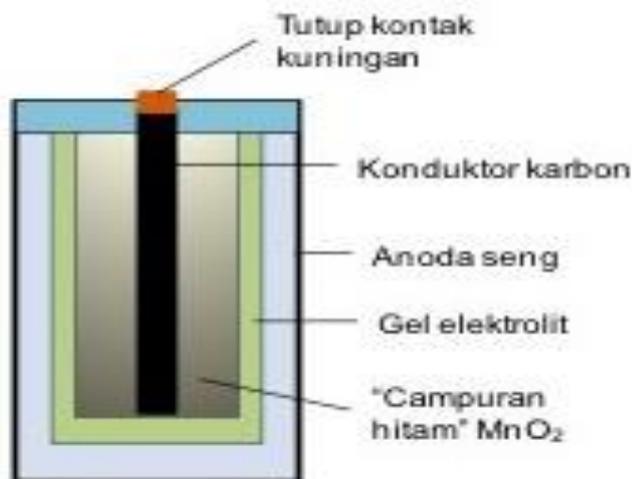
2.10.1 Sel primer

Pada baterai kering yang biasa kita gunakan, elektroda terdiri dari batang karbon positif pada pusat sel dan bejana seng negatif dengan elektrolit jeli ammonium khlorida. Potensial sel kira-kira 1,5 volt. Selama pemakaian, seng secara perlahan-lahan larut ketika arus listrik dihasilkan. Ketika ammonium khlorida jenuh, aliran arus listrik berhenti dan sel harus dibuang. Sel seperti itu dikatakan primer atau tak dapat diisi ulang.

Contoh baterai yang diuraikan diatas adalah baterai tipe karbon-seng. Tipe baterai yang lebih maju adalah baterai alkaline-mangan dioksida. Baterai ini pertama kali diperkenalkan dipasar tahun 1959. Sejak itu, jenis baterai ini telah mendominasi pasar baterai portabel. Hal ini karena sistem alkaline dikenal memiliki beberapa keunggulan dibandingkan baterai tipe karbon-seng. Beberapa keunggulan kimia alkaline dibandingkan kimia karbon-seng dasar adalah:

1. Densitas energi lebih tinggi
2. Kinerja pelayanan lebih unggul pada semua laju pemakaian
3. Kinerja suhu dingin lebih unggul
4. Hambatan internal lebih rendah
5. Umur lebih lama
6. Hambatan lebih besar terhadap kebocoran

Baterai alkaline silinder dibuat dengan anoda seng dengan luas permukaan besar, katoda mangan dioksida dengan densitas tinggi dan elektrolit potasium hidroksida. Potongan melintang baterai silinder alkaline diilustrasikan pada diagram dibawah:



Gambar 2.17 Baterai

(Sumber : <http://elkimkor.com/2013/01/04/baterai-dan-jenisnya/>)

Baterai alkaline menghasilkan listrik ketika katoda mangan dioksida direduksi dan anoda seng dioksidasi. Persamaan untuk reaksi sel alkaline sederhana adalah:

$Zn + 2MnO_2 + H_2O \rightarrow ZnO + 2MnOOH$ Selama reaksi ini, air (H_2O) dikonsumsi dan ion hidroksil (OH^-) dihasilkan oleh katoda MnO_2 menurut reaksi:

$2MnO_2 + 2H_2O + 2e^- \rightarrow 2MnOOH + 2OH^-$ Pada saat yang sama, anoda mengonsumsi ion hidroksil dan menghasilkan air: $Zn + 2OH^- \rightarrow ZnO + H_2O + 2e^-$

Elektron (e^-) yang dihasilkan selama reaksi digunakan untuk memberi daya alat. Laju reaksi tergantung pada kualitas bahan baku dan ketersediaan air dan ion hidroksil selama reaksi. Sebuah baterai dirancang untuk menjaga katoda dan anoda terpisah untuk mencegah terjadinya reaksi. Elektron yang disimpan hanya akan mengalir ketika sirkuit tertutup. Ini terjadi ketika baterai dipasang pada alat dan alat dinyalakan. Prinsip ini sama seperti menyalakan dan mematikan saklar lampu di rumah.

Ketika sirkuit tertutup, tarikan yang lebih kuat pada elektron oleh mangan dioksida akan menarik elektron dari elektroda anoda seng melalui kawat dalam sirkuit ke elektroda katoda. Aliran elektron melalui kawat ini adalah listrik dan dapat digunakan untuk aplikasi daya.