

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Burung Cinta (*Lovebird*)



Gambar 2.1 Burung *Lovebird* [8]

Burung *lovebird* merupakan burung sosial. Di alam bebas, burung ini hidup berkelompok. Setiap kelompok terdiri dari 5-20 ekor. Burung dewasa hidup berpasangan. Disebut “*lovebird*” atau “burung cinta” karena burung ini baru berpisah dari pasangannya bila salah satunya mati.

Burung dari genus *Agapornis* ini ukuran tubuhnya relatif mungil, bila dibanding burung berparuh bengkok lainnya. Sedikit lebih besar dari burung parkit. Panjangnya sekitar 13-17 cm dengan bobot 30-60 gram.

2018 . *Mengenal Jenis burung lovebird* . <https://alamtani.com/burung-lovebird/>

Burung *lovebird* bereproduksi dengan bertelur. Dalam setiap kelahiran menghasilkan 3-6 telur. Lama pengeraman telur berkisar 22 hari. Anak-anak burung akan meninggalkan sarangnya setelah 4-5 minggu sejak menetas. Kondisi alam yang disukai burung *lovebird* adalah lahan kering dan iklim yang terik. Burung ini bersarang di cabang-cabang pohon, lubang lumpur yang mengering dan lubang pohon. Terkadang juga ditemukan di bangunan buatan manusia yang terdapat di tepi hutan atau perkebunan. [10]

Dalam penangkaran, burung *lovebird* bisa beradaptasi di berbagai kondisi iklim. Penyebaran *lovebird* sebagai hewan peliharaan cukup meluas. Burung ini mudah dijinakan dan dipelihara, bahkan bisa dilatih untuk atraksi. Ragam dan jenis burung *lovebird* sangat banyak. Apalagi kalau bila dilihat dari turunan dan hasil silangannya. Namun bila dilihat dengan pendekatan ilmu taksonomi, hanya terdapat 9 spesies burung *lovebird*. [8]

Delapan diantara sembilan spesies tersebut ditemukan di daratan benua Afrika meliputi Angola, Namibia, Kongo, Tanzania, Zambia, Zimbabwe, Etiopia, Malawi dan Afrika Selatan. Satu spesies sisanya ditemukan di kepulauan Madagaskar. Berikut jenis-jenis burung *lovebird* berdasarkan spesiesnya:

- *Agapornis roseicollis*, nama populernya “*Peachfaced*” atau “muka salem”. Burung ini dipercaya sebagai *lovebird* pertama yang berhasil didomestikasi. Tidak heran apabila jenis ini paling banyak dibudidayakan. Persilangan muka salem melahirkan berbagai mutasi warna yang menarik. Konon, ragam warnanya bisa mencapai 100.000 kombinasi. Penyebarannya di wilayah barat daya Afrika.
- *Agapornis personata*, nama populernya “*Masked lovebird*” atau *lovebird* muka topeng. Burung *lovebird* ini memiliki ciri kepala sampai leher berwarna hitam kecoklatan, seperti mengenakan topeng. Hasil mutasi warna burung ini adalah

gradasi biru dan biru muda, sementara warna kepala dan lehernya tetap hitam kecoklatan. Penyebarannya meliputi wilayah Tanzania.

- *Agapornis fischeri*. Burung *lovebird fischeri* memiliki ciri tubuh berwarna hijau, dari kepala sampai dada kemerahan dengan gradasi hingga oranye, lingkaran mata putih. Mutasi warna dari burung ini adalah *fischeri* biru dan albino. Wilayah penyebarannya di Tanzania.
- *Agapornis lilianae*, nama populernya “*Nyasa lovebird*”. Burung *lovebird nyasa* memiliki warna tubuh hijau, kepala sampai muka berwarna merah, bagian kerongkongan hingga leher belakang berwarna kuning. Mutasi warna nyasa adalah biru dan lutino. Penyebarannya meliputi Tanzania, Malawi dan Mozambik.
- *Agapornis nigrigenis*, nama populernya “*Black-cheeked lovebird*” atau *lovebird* pipi hitam. Warna tubuhnya hijau hingga hijau kekuningan terutama bagian bawah. Bagian pipi berwarna hitam kecoklatan. Mutasi warna burung ini adalah hitam biru. Penyebarannya meliputi Zambia dan Zimbabwe.
- *Agapornis cana*, nama populernya “*Madagascar lovebird*”. Burung *lovebird madagaskar* memiliki tubuh yang relatif mungil, bobotnya sekitar 30-35 gram. Warna tubuh bagian atas hijau dan bagian bawah hijau muda. Pada burung jantan, warna kepala hingga dada abu-abu. Sedangkan pada betina berwarna hijau muda. Burung ini jarang ditangkarkan karena keberadaannya terbatas. Penyebarannya hanya ada di Madagaskar.
- *Agapornis taranta*, nama populernya “*Abyssinian lovebird*”. Burung *lovebird abesinia* ini dikenal juga dengan sayap hitam. Karena warna sayap bagian bawah kehitaman. Hampir seluruh warna tubuh burung betina berwarna hijau hingga hijau muda. Sedangkan pada jantan terdapat warna merah di muka bagian atas. Lingkaran mata betina hijau dan jantan merah. Mutasi warna burung ini kuning kecoklatan. Penyebarannya di daerah Etiopia.

- *Agapornis Pullaria*, nama populernya “*Redfaced lovebird*” atau *lovebird* muka merah. Sesuai namanya, burung *lovebird* muka merah ini memiliki dahi dan muka berwarna merah. Pada burung betina dahi dan muka lebih oranye. Warna tubuh hijau hingga hijau kekuningan dan kaki abu-abu. Burung ini sulit ditangkarkan. Penyebarannya meliputi Afrika Barat dan Afrika Tengah.
- *Agapornis Swindernia*, nama populernya “*Black-collared lovebird*” atau *lovebird* kerah hitam. Burung ini mempunyai kekhasan di daerah lehernya. Terdapat warna hitam melingkar seperti kerah. Warna tubuhnya hijau hingga hijau kekuningan. Burung ini sulit ditangkarkan. Wilayah penyebarannya Afrika tengah dan Afrika Barat.

2.1.1 Makanan *lovebird*

Disamping itu, jika bermaksud untuk menangkap burung *lovebird*. Burung *lovebird* memakan biji-bijian.

Lovebird bisa memiliki suara yang panjang, wajar bila saat ini berbagai kelas lomba marak diadakan untuk jenis burung ini. Disamping itu, pemberian pakan *lovebird* juga sangat penting dalam masa-masa perkembangannya. Adapun makanan *lovebird* yang sehat dan rajin berkicau sebagai berikut:

a. Milet Putih dan Merah



Gambar 2.2 Millet putih dan millet merah

Lovebird sangat gemar menyantap millet putih dan merah. Disamping itu, makanan biji-bijian ini merupakan konsumsi pokok yang kerap diberikan pada *lovebird*. Didalam pakan ini terdapat kandungan nutrisi tinggi. Manfaat millet bagi *lovebird* ini antara lain dapat membuatnya lebih sehat, aktif, dan rajin bersuara. Selain itu, millet juga dipercaya mampu menjaga kebutuhan nutrisi burung ketika terjangkit penyakit mata atau snot yang mana kerap melanda *lovebird*. Hal yang perlu diperhatikan adalah pada takaran pemberian pakan *lovebird*. Karena millet juga mempunyai kandungan karbohidrat, maka sangat dianjurkan untuk tidak menyajikan secara berlebihan. Apabila sampai berlebih, lama-kelamaan akan berdampak kurang baik bagi *lovebird*, misalkan ia dapat mengalami obesitas atau kegemukan. Jika itu sampai terjadi, *lovebird* justru cenderung malas-malasan bahkan hingga malas bunyi dan ini kurang bagus bagi *lovebird* yang khusus untuk dilombakan. Jadi, meskipun bijian ini sangat dibutuhkan, tetapi lebih baiknya lagi jika diberikan secara bervariasi, contohnya diselang-seling dengan *canary seed*.

b. Biji Kenari / *Canary Seed* (Kanarium Memmum)



Gambar 2.3 *Canary seed*

Biji kenari atau yang lebih umum disebut *canary seed* adalah pakan utama bagi burung kenari. beberapa unggas yang berkicau pemakan biji-bijian, terutama lovebird juga sangat menyukainya. *Canary seed* yang berkualitas bagus ialah yang tua, kering bersih, tidak berbau, dan berwarna kuning mengkilap. Sedangkan untuk bijian yang masih muda dengan ciri lunak dan berwarna putih kurang bagus bagi burung. Kandungan yang terdapat di dalam pakan biji ini meliputi protein, lemak, dan hidrat arang. Beberapa zat tersebut, mampu menyegarkan tubuh, menambah stamina atau spirit, dan membenahi suara burung terutama untuk yang bersuara serak dan malas bunyi. Disamping itu, lapisan kulit yang ada pada biji kenari, cukup mudah terkelupas sehingga lebih mudah dicerna oleh burung khususnya untuk *lovebird*. Akan tetapi, jika jenis konsumsi bijian ini terlalu ditekankan atau tidak divariasikan dengan makanan lain misalkan millet, maka bisa menyebabkan obesitas atau kegemukan pada burung.

c. **Biji Oat / Haver (*Avena sativa*)**



Gambar 2.4 biji oat/haver

Selain bermanfaat besar bagi manusia, ternyata biji oat juga bagus diberikan kepada *lovebird*. Karena pakan *lovebird* berupa biji oat ini memiliki kandungan kalori, karbohidrat dan protein yang tinggi, maka sangat baik diberikan pada induk burung yang sedang merawat anaknya. Peran dari biji oat juga sangat bermanfaat untuk mempercepat pemulihan burung sehabis sakit dan meningkatkan kegemukan pada burung yang memiliki tubuh cenderung kurus. Selain itu, ada lagi manfaat dari biji tersebut. Semisal memperbaiki sistem kerja organ-organ pencernaan, membenahi struktur jaringan bulu dan kulit agar tidak mudah iritasi, menjadikan tenang dan tidak mudah stress pada *lovebird*.

d. Kangkung



Gambar 2.5 kangkung

Kangkung mempunyai gizi yang tinggi dan cukup lengkap. Untuk bagian kangkung yang bagus diberikan pada *lovebird* adalah daunnya, karena batang mempunyai kadar air yang lebih tinggi sehingga lebih mudah membusuk. Hal yang perlu dilakukan adalah rutin menggantinya dengan sayuran yang lebih segar.

2.1.2 Minuman *lovebird*

Kebutuhan *lovebird* peliharaan akan air sama pentingnya dengan ketersediaan pakan. Selengkap apa pun zat-zat makanan yang dikonsumsinya tidak akan terserap dan tersalurkan dengan baik ke bagian tubuhnya tanpa adanya air. Jadi, air dalam sangkar harus selalu ada sepanjang hari. Adapun fungsi air dalam menjaga kelangsungan hidup dan aktivitas *lovebird* antara lain sebagai berikut:

- 1) Membantu poses pencernaan.
- 2) Mengatur metabolisme dan suhu tubuh.
- 3) Menjadi alat transportasi zat-zat makanan ke seluruh bagian tubuh.
- 4) Melancarkan pembuangan sisa-sisa pakan yang sudah tidak lagi berguna dalam bentuk kotoran.

Dengan fungsinya yang penting, hendaknya jangan sampai terjadi kekosongan air minum. Kekosongan air di sangkar dalam beberapa jam dapat membuat burung menjadi kurang bergairah dan lemas. Bahkan sampai menyebabkan *lovebird* mati. Selain selalu ada, kualitas dan kebersihan air yang diberikan harus dijaga. Adapun air minum yang paling baik untuk *lovebird* adalah air yang sudah dimasak dan dingin.

2.2 Sensor Inframerah (*Infrared*)



Gambar 2.6 Sensor InfraRed

Infrared adalah sensor generasi pertama dari teknologi koneksi nirkabel yang digunakan untuk perangkat mobile. *Infrared* sendiri, merupakan sebuah radiasi gelombang elektromagnetis dengan panjang gelombang lebih panjang dari gelombang merah, namun lebih pendek dari gelombang radio, yakni 0,7 mikrometer sampai dengan 1 milimeter.

Infrared pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh **Sir William Herschell** (1738-1822), astronom kerajaan Inggris ketika ia sedang mengadakan penelitian mencari bahan penyaring optik yang akan digunakan untuk mengurangi kecerahan gambar matahari dalam tata surya. Sinar infra merah memiliki jangkauan frekuensi 10¹¹ Hz sampai 10¹⁴ Hz atau daerah panjang gelombang 10-4 cm. Sedangkan Gelombang Infra merah dekat (*near infrared*) memiliki panjang gelombang sekitar 0,7 mikrometer sampai dengan 2,5 mikrometer.

Infrared sebagai sebuah medium penghantar data, juga memiliki badan yang mengaturnya. Sesuai dengan yang telah ditetapkan oleh konsorsium *Infrared Data Association (IrDA)*, sinar *infrared* dari *Light Emitting Diode (LED)* memiliki panjang gelombang sekitar 875 nm. Hingga kini memiliki dua versi yaitu Versi 1.0 dan 1.1. Standar dari IrDA adalah kedua versi dari *infrared* hanya terletak pada jumlah data yang dapat ditransfer dalam satu paket. Versi 1.0 dari *infrared* memiliki kecepatan dari 2,4 hingga 115,2 Kbps. Sementara versi 2.0 memiliki kecepatan dari 0,576 hingga 1,152 Mbps. *Infrared* memiliki dua kecepatan karena struktur pengiriman data pada interkoneksi ini cukup unik. Untuk menghindari terjadinya perpindahan data apabila koneksi sudah putus dan semacamnya, maka pertama kali protokol *infrared* akan mengirimkan “sinyal percobaan” dengan kecepatan sinyal yang rendah. Dengan percobaan ini, bila kondisi sudah sesuai, maka kecepatan penuh digunakan dalam transfer data. Hal ini tentu berpengaruh pada

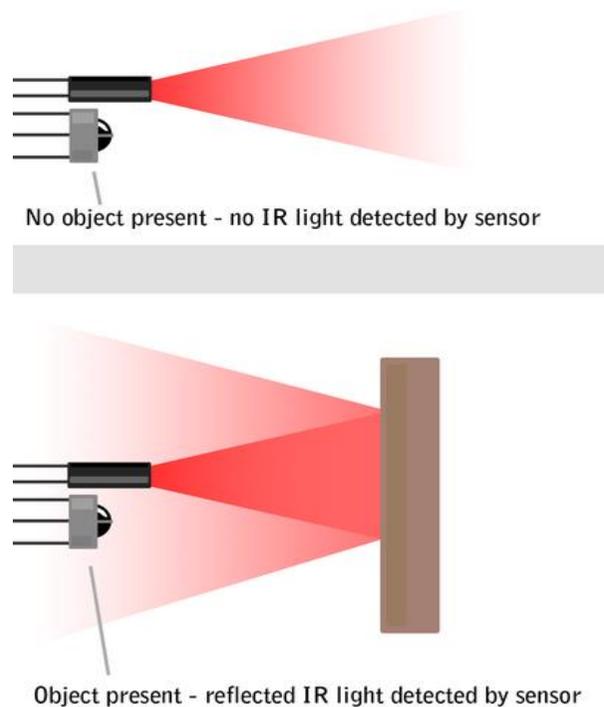
penghematan daya. Proses koneksi *infrared* bekerja dengan cara yang sangat sederhana. Ketika terjadi pertemuan di antara dua buah perangkat dengan interkoneksi tersebut, maka akan terjadi sebuah pengenalan secara anonim diantara kedua perangkat tersebut. Pengenalan ini kemudian berlanjut ke arah yang lebih dalam lagi di mana kedua perangkat tersebut meyetujui untuk memberi “nama sementara” pada masing-masing perangkat sehingga protokol *infrared* mengenali kedua belah pihak dan melakukan transfer data atau untuk sekedar mempertahankan koneksi hingga perintah terakhir dijalankan. Tentunya hal ini memudahkan koneksi untuk perangkat dengan interkoneksi *infrared* karena tidak diperlukannya proses *pairing* yang merepotkan.

Infrared menggunakan teknik pemancaran gelombang *pulse modulation*. Teknik ini digunakan atas dasar bahwa *infrared* tidak menggunakan banyak daya sehingga sinyal cenderung lemah. Meskipun murah dan mudah digunakan, interkoneksi ini juga memiliki beberapa kekurangan. Dikarenakan *infrared* menggunakan sinyal terarah dan bias sinyal yang didefinisikan IrDA adalah 30° maksimum, maka perangkat dengan interkoneksi ini harus “bertatap muka” pada jarak yang dekat. Tentunya bila tidak tersedia tempat yang datar untuk terjadinya kontak fisik tersebut, maka hal ini akan menjadi kendala besar bila anda berniat untuk memindahkan data dalam jumlah yang sangat besar.

Kekurangan, terutama terletak pada alat-alat yang mendukung interkoneksi ini. *Infrared* adalah teknologi yang cukup tua. Rancangan awalnya mendikte bahwa perpindahan data terbatas pada kecepatan 115.2 Kbps. Kecepatan ini sering disebut sebagai kecepatan koneksi Serial. Pengembangan lebih lanjut dapat terjadi apabila *Bluetooth* tidak datang dan

menawarkan interkoneksi baru yang tidak memerlukan kedua perangkat harus bertatap muka. Untuk masalah jarak, IrDA hanya mendefinisikan dua istilah saja, *Low Powered device* dan standar IrDA. *Low Powered device* ini digunakan pada perangkat yang sangat sensitif terhadap penggunaan daya. Karena sifatnya yang sangat hemat daya, maka cakupan jarak pada perangkat ini hanya sekitar 20-30 cm saja. Untuk standar IrDA, *infrared* dapat mencapai jarak 1 meter dengan konsumsi daya yang tidak terlalu besar. Akan tetapi, di luar standar IrDA terdapat juga *infrared* yang memiliki jarak yang sangat jauh. Istilah *Consumer Level infrared* adalah *infrared* yang memiliki jarak lebih dari 5 meter.

Cara kerja sensor infrared. *Infrared* Sensor bekerja dengan menggunakan sensor cahaya khusus untuk mendeteksi panjang gelombang cahaya terpilih dalam spektrum *Infra-Red* (IR). Dengan menggunakan LED yang menghasilkan cahaya pada panjang gelombang yang sama dengan apa yang dicari sensor, Anda dapat melihat intensitas cahaya yang diterima. Ketika sebuah objek dekat dengan sensor, cahaya dari LED memantul dari objek dan masuk ke sensor cahaya. Ini menghasilkan lompatan besar dalam intensitas, yang sudah kita ketahui dapat dideteksi menggunakan ambang batas.

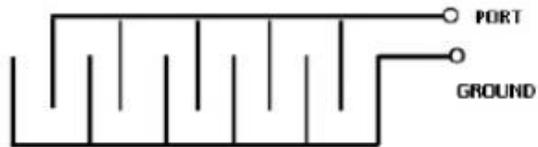


Gambar 2.7 Cara kerja sensor infrared [3]

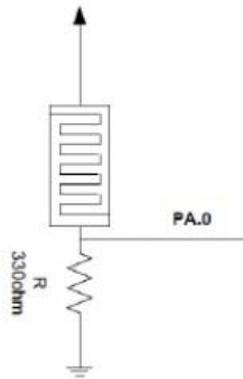
2.3 Sensor Level Air (Water Level)

Sensor water level adalah salah satu jenis sensor yang peka terhadap air. Cara kerja dari sensor ini adalah ketika sensor terkena air maka jalur port dan jalur ground terhubung sehingga tidak ada tegangan karena port langsung terhubung langsung dengan ground. Sensor hujan berfungsi untuk memberikan nilai masukan pada tingkat elektrolisasi air, dimana panel sensor hujan akan tersentuh oleh air. Waterlevel sensor merupakan sebuah modul yang berfungsi seperti tombol yang merubah nilai logika keluarannya, namun sensor ini akan berubah nilainya dipengaruhi dengan

air. Sehingga kedua kutub konduktor pada sensor tersebut terhubung dengan air yang bersifat sebagai konduktor penghantar listrik. [9]



Gambar 2.8 Sensor *water level* [2]



Gambar 2.9 Rangkaian blok *water level* [9]

2.4 Mikrokontroler ATMEGA16

Atmega16 sebagai prosesor dari alat yang akan dibuat ini. AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8 bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Atmel merupakan salah satu vendor yang bergerak dibidang mikroelektronika, telah mengembangkan AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) sekitar tahun 1997. Berbeda dengan mikrokontroler MCS51, AVR menggunakan arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang mempunyai lebar bus data 8 bit, perbedaan ini bisa dilihat dari frekuensi kerjanya. MCS51 memiliki frekuensi kerja 1/12 kali frekuensi *oscillator* sedangkan frekuensi kerja AVR sama dengan frekuensi *oscillator*. Jadi dengan frekuensi *oscillator* yang sama, kecepatan AVR 12 kali lebih cepat dibanding kecepatan MCS51. Secara umum AVR dibagi menjadi 4 kelas, yaitu Attiny, AT90Sxx, ATMega dan AT86RFxx. Perbedaan antar tipe AVR terletak pada fitur-fitur yang ditawarkan, sementara dari segi arsitektur dan set instruksi yang digunakan hampir sama. Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*). [5]

Fitur-fitur yang dimiliki Atmega 16 sebagai berikut :

1. Mikrokontroler AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi, dengan konsumsi daya rendah.
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz.
3. Memiliki kapasitas Flash memori 16 KB, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 KB.

4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
5. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
6. Unit interupsi internal dan eksternal.
7. Port antarmuka SPI dan Port USART sebagai komunikasi serial
8. Fitur Peripheral.
 - a. 3 *Timer/ Counter* dengan kemampuan perbandingan.
 1. 2 *Timer/Counter* 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*.
 2. 1 *Timer/Counter* 16 bit dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*.
 - b. *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri.
 - c. 4 *channel* PWM
 - d. 8 *channel*, 10 bit ADC.
 1. 8 *Single-ended Channel*.
 2. 7 *Differential Channel* hanya pada kemasan TQFP.
 3. 2 *DifferentialChannel* dengan *Programmable Gain* 1x, 10x, atau 200x.
 - e. *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*.
 - f. *Programmable Serial* USART.
 - g. Antarmuka SPI.
 - h. *Watchdog Timer* dengan *oscillator* internal.

i. On-chip analog Comparator

2.4.1 Arsitektur dan organisasi ATMEGA 16

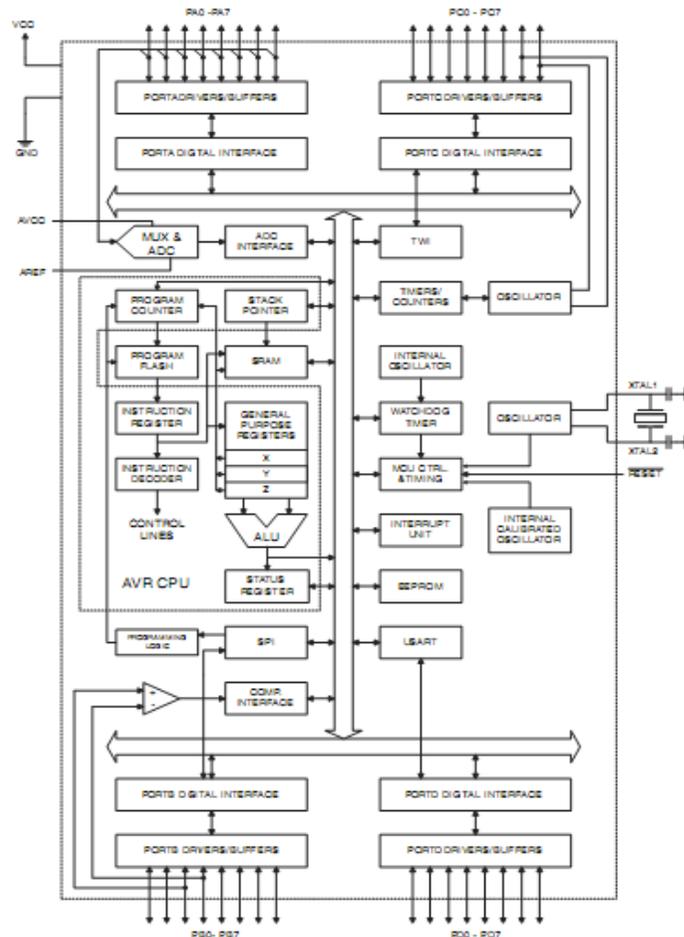


Diagram 2.1 IC ATMEGA16

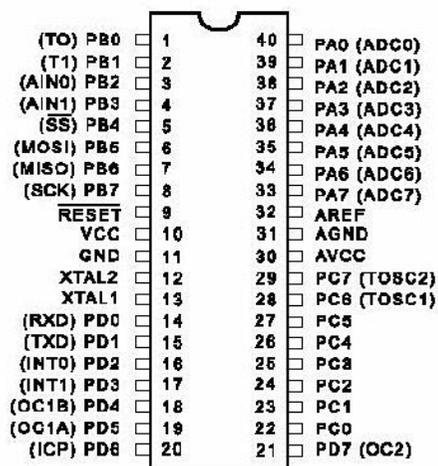
2.4.2 Arsitektur Mikrokontroler AVR RISC

Dari gambar di atas, AVR menggunakan arsitektur Harvard dengan memisahkan antara memori dan bus untuk program dan data untuk

memaksimalkan kemampuan dan kecepatan. Intruksi dalam memori program dieksekusi, intruksi berikutnya diambil dari 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 operasi 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 intruksi dan pengeksekusian intruksi berjalan secara parallel.

2.4.3 Konfigurasi pin ATMEGA16

Mikrokontroller Atmega16 memiliki pin berjumlah 40 , 32 kaki diantaranya digunakan untuk keperluan port parallel. Setiap port terdiri atas 8 pin, sehingga terdapat 4 port, yaitu port 0, port 1, port 2, dan port 3. Dan umumnya dikemas dalam DIP (*Dual Inline Package*).



Gambar 2.10 Konfigurasi kaki pin ICAtmega16.

A. PortB (PB0-PB7) Pin 1-8

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal *pull-up resistor* (dapat diatur per bit). Output buffer Port B dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. *Data Direction Register port B* (DDRB) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port B digunakan. Bit-bit DDRB diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port B yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Pin-pin port B juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Fungsi khusus PortB

Port Pin	Fungsi Khusus
PB0	T0 = timer/counter 0 external counter input
PB1	T1 = timer/counter 0 external counter input
PB2	AIN0 = analog comparator positive input
PB3	AIN1 = analog comparator negative input
PB4	SS = SPI slave select input
PB5	MOSI = SPI bus master output / slave input
PB6	MISO = SPI bus master input / slave output
PB7	SCK = SPI bus serial clock

B. Port D(PD1-PD7) Pin 14-21

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal *pull-up resistor* (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port D dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung.

Data Direction Register port D (DDRD) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port D digunakan. Bit-bit DDRD diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port D yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, pin-pin port D juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 2.2 Fungsi khusus Port D

Port Pin	Fungsi Khusus
PD0	RDX (UART input line)
PD1	TDX (UART output line)
PD2	INT0 (external interrupt 0 input)
PD3	INT1 (external interrupt 1 input)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 output compareB match output)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 output compareA match output)
PD6	ICP (Timer/Counter1 input capture pin)
PD7	OC2 (Timer/Counter2 output compare match output)

C. Port C(PC1-PC7) Pin 22-29

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan *internal pull-up resistor* (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port C dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. *Data Direction Register port C* (DDRC) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port C digunakan. Bit-bit DDRC diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port C yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, dua pin port C (PC6 dan PC7) juga memiliki fungsi alternatif

sebagai *oscillator* untuk *timer/counter*. Pin-pin port C juga memiliki fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 2.3 Fungsi khusus Port C

Port Pin	Fungsi Khusus
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC2	TCK (JTAG Test Clock)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC4	TDO (JTAG Test Data Out)
PC5	TDI (JTAG Test Data In)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin1)
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin2)

D. Port A(PA1-PA7) Pin 33-40

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan *internal pull-up resistor* (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port A dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung.. Selain itu, kedelapan pin port A juga digunakan untuk masukan sinyal analog bagi A/D converter.

E. RESET (RST) Pin 9

RST merupakan reset dari AVR. Jika pada pin ini diberi masukan low selama minimal 2 machine cycle maka system akan di-reset.

F. XTAL1 Pin 13

XTAL1 adalah masukan ke *inverting oscillator amplifier* dan input ke *internal clock operating circuit*.

G. XTAL2 Pin 12

XTAL2 adalah output dari *inverting oscillator amplifier*.

H. AVCC Pin 30

Avcc adalah kaki masukan tegangan bagi A/D Converter. Kaki ini harus secara eksternal terhubung ke Vcc melalui lowpass filter.

I. AREF Pin 32

AREF adalah kaki masukan referensi bagi A/D Converter. Untuk operasionalisasi ADC, suatu level tegangan antara AGND dan Avcc harus dibeikan ke kaki ini.

J. AGND Pin 31

AGND adalah kaki untuk analog ground. Hubungkan kaki ini ke GND, kecuali jika board memiliki analog ground yang terpisah.

2.4.4 Struktur Memori

Struktur AVR mempunyai dua memori utama terdiri dari atas:

- Memori Program, ATMEGA 16 memiliki 16 KB *On-chip In-System Reprogrammable Flash memory* untuk menyimpan program. Karena semua instruksi AVR memiliki format 16 atau 32 bit, Flash diatur dalam 8K x 16 bit. Untuk keamanan program, memori program, flash dibagi ke dalam 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 ke dalam memori prosesor.

- Memori Data (SRAM) Memori data AVR ATMEGA 16 terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah register umum, 64 buah register I/O dan 1 KB SRAM internal. General purpose register menempati alamat data terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sedangkan memori I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari \$20 hingga \$5F. Memori I/O merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai peripheral mikrokontroler seperti *control register*, *timer/counter*, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. 1024 alamat memori berikutnya mulai alamat \$60 hingga \$45F digunakan untuk SRAM internal.
- Memori Data EEPROM ATMEGA16 terdiri dari 512 byte memori data EEPROM 8 bit, data dapat tulis/baca dari memori ini, ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat *nonvolatile*. Alamat EEPROM mulai \$000 sampai \$1F.

2.5 Pemrograman bahasa C Code Vision AVR

Bahasa C luas digunakan untuk pemrograman berbagai jenis perangkat, termasuk mikrokontroler. Bahasa ini sudah merupakan high level language, dimana memudahkan programmer menuangkan algoritmanya. Untuk mengetahui dasar bahasa C dapat dipelajari sebagai berikut.^[1]

2.5.1 Struktur penulisan program

```
#include < [library1.h] >
#include < [library2.h] >
#define [nama1] [nilai];
#define [nama2] [nilai];
[global variables]
```

```

[functions]
void main(void) // Inisialisasi
[Deklarasi local variable/constant]
[Isi Program Utama]
}
While(1) //Program Utama
{.....
    .....}
}

```

Penjelasan

- *Preprocessor(#)* : Digunakan untuk memasukkan (include) text dari file lain, mendefinisikan macro dapat mengurangi beban kerja pemrograman dan meningkatkan *legibility source code* (mudah dibaca).

Contoh : `#include <delay.h>`

- `#define` : digunakan untuk mendefinisikan macro.

Contoh: `#define ALFA 0xff`

```
#define SUM(a,b) a+b
```

```
#define sensor PINA
```

2.5.2 Tipe data

Tabel 2.4 Type data bahasa C.

Type	Size in Bits	Range
char	8	-127 to 127
unsigned char	8	0 to 125
signed char	8	-125 to 127
int	16	-32,767 to 32,767
unsigned int	16	535
signed int	16	-32,767 to 32,767
short int	16	-32,767 to 32,767
unsigned short int	16	0 to 65,535
signed short int	16	-32,767 to 32,767
long int	32	-2,147,483,647 to 2,147,483,647
long long int	64	$-(2^{63} - 1)$ to $2^{63} - 1$ (Added by C99)
signed long int	32	-2,147,483,647 to 2,147,483,647
unsigned long int	32	0 to 4,294,967,295
unsigned long long int	64	$2^{64} - 1$ (Added by C99)
float	32	$1E - 37$ to $1E+37$ with six digits of precision
double	64	$1E - 37$ to $1E+37$ with six digits of precision
long double	80	$1E - 37$ to $1E+37$ with six digits of precision

2.5.3 Deklarasi Variabel & Konstanta

Variabel adalah memori penyimpanan data yang nilainya dapat diubah-ubah.

Penulisan : [tipe data] [nama] = [nilai] ;

Konstanta adalah memori penyimpanan data yang nilainya tidak dapat diubah

Penulisan : const [nama] = [nilai] ;

Tambahan:

Global variabel/konstanta yang dapat diakses di seluruh bagian program.

Local variabel/konstanta yang hanya dapat diakses oleh fungsi tempat dideklarasikannya.

2.5.4 *Statement*

Statement adalah setiap operasi dalam pemrograman, harus diakhiri dengan [;] atau [}]. *Statement* tidak akan dieksekusi bila diawali dengan tanda [//] untuk satu baris. Lebih dari 1 baris gunakan pasangan [/*] dan [*/]. *Statement* yang tidak dieksekusi disebut juga *comments* / komentar.

2.5.5 *Function*

Function adalah bagian program yang dapat dipanggil oleh program utama. Contoh Penulisan :

```
[tipe data hasil] [nama function]([tipe data input 1],[tipe data input 2])
{[statement] ;}
```

2.5.6 *Conditional statement dan looping*

if else : digunakan untuk penyeleksian kondisi

```
if([persyaratan]){[statement1];
[statement2];}
else{[statement3];
[statement4];};
```

for : digunakan untuk looping dengan jumlah yang sudah diketahui

```
for ([nilai awal];[persyaratan];[operasi nilai])
```

```
{[statement1];
```

```
[statement2];}
```

while : digunakan untuk looping jika lama memenuhi syarat tertentu

```
while([persyaratan])
```

```
{[statement1];
```

```
[statement2];}
```

do while : digunakan untuk looping jika dan selama memenuhi syarat tertentu, namun minimal 1 kali

```
do{[statement1];
```

```
[statement2];}
```

```
while ( [persyaratan] )
```

switch case : digunakan untuk seleksi dengan banyak kondisi

```
switch([namavariabel])
```

```
{case[nilai1]:[statement];
```

```
break;
```

```
case[nilai2]:[statement];
```

```
break;}
```

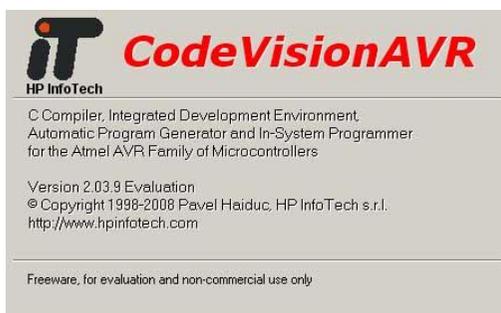
2.5.7 Operator

Operator yang digunakan dalam pemrograman Bahasa C di AVR diberikan pada Tabel.

Tabel 2.5 Operator pemrograman.

Tipe	Simbol	Deskripsi	Contoh
Kalkulasi	+	Penjumlahan	ldi r30, c1+c2
	-	Pengurangan	ldi r17, c1-c2
	*	Perkalian	ldi r30, label*2
	/	Pembagian-Integer	ldi r30, label/2
Biner	&	Bitwise AND	ldi r18, High(c1&c2)
		Bitwise OR	ldi r18, Low(c1 c2)
	^	Bitwise Exclusive-OR	ldi r18, Low(c1^c2)
	~	Bitwise NOT	ldi r16, ~0xf0
	<<	Geser kiri	ldi r17, 1<<bitm
	>>	Geser kanan	ldi r17, c1>>c2
Logika	<	Kurang dari	ori r18, bitmask*(c1<c2)+1
	>	Lebih dari	ori r18, bitmask*(c1>c2)+1
	==	Sama dengan	andi r19, bitmask*(c1==c2)+1
	<=	Kurang dari atau sama dengan	ori r18, bitmask*(c1<=c2)+1
	>=	Lebih dari atau sama dengan	ori r18, bitmask*(c1>=c2)+1
	!=	Tidak sama dengan	.SET flag=(c1!=c2)
	&&	AND	ldi r18, Low(c1&& c2)
		OR	ldi r18, Low(c1 c2)
!	NOT	ldi r1, !0xf0	

2.5.8 Code Vision AVR



Gambar 2.11 Software Code Vison AVR.

CodeVisionAVR adalah sebuah *compiler* C yang telah dilengkapi dengan fasilitas *Integrated Development Environment* (IDE) dan didesain agar dapat menghasilkan kode program secara otomatis untuk mikrokontroler Atmel AVR. Program ini dapat berjalan dengan menggunakan sistem operasi Windows® XP, Vista, Windows 7, dan Windows 8, 32-bit dan 64-bit.

Integrated Development Environment (IDE) telah dilengkapi dengan fasilitas pemrograman chip melalui metode *In-System Programming* sehingga dapat secara otomatis mentransfer file program ke dalam *chip* mikrokontroler AVR setelah sukses dikompilasi.

Software In-System Programmer didesain untuk bekerja ketika dihubungkan dengan development board STK500, STK600, AVRISP mkII, AVR Dragon, AVRProg (AVR910 application note), Atmel JTAGICE mkII, Kanda System STK200+STK300, Dontronics DT006, Vogel Elektronik VTEC-SIP, Futurlec JRAVR and MicroTronics ATCPU, dan Mega2000.

Untuk meningkatkan kehandalan program ini, maka pada *CodeVisionAVR* juga terdapat kumpulan pustaka (library) untuk:

- Modul LCD Alphanumeric
- Philips I2C bus
- National Semiconductor Sensor Temperatur LM75
- Philips PCF8563, PCF8583, dan Maxim/Dallas Semiconductor Real Time Clock DS1302 dan DS1307
- Maxim/Dallas Semiconductor 1 wire protocol
- Maxim/Dallas Semiconductor Sensor Temperatur DS1820, DS18S20, dan DS18B20

- Maxim/Dallas Semiconductor Termometer/Thermostat DS1621
- Maxim/Dallas Semiconductor EEPROMs DS2430 dan DS2433
- SPI
- Power Management
- Delays
- Gray Code Conversion
- MMC/SD/SD HC Flash memory cards low level access
- Akses FAT pada MMC/SD/SD HC Flash memory card

CodeVisionAVR dapat menghasilkan kode program secara otomatis melalui fasilitas *CodeWizardAVR Automatic Program Generator*. Dengan adanya fasilitas ini maka penulisan program dapat dilakukan dengan cepat dan lebih efisien. Seluruh kode dapat diimplementasikan dengan fungsi sebagai berikut:

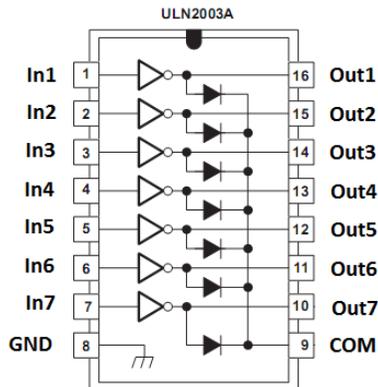
- Identifikasi sumber reset
- Mengatur akses memori eksternal
- Inisialisasi port input/output
- Inisialisasi interupsi eksternal
- Inisialisasi timer/counter dan watchdog timer
- Inisialisasi USART dan interupsi buffer untuk komunikasi serial
- Inisialisasi komparator analog dan ADC
- Inisialisasi interface SPI dan two wire interface (TWI)
- Inisialisasi interface CAN
- Inisialisasi I2C Bus, sensor suhu LM75, thermometer/thermostat DS1621, dan real time clock PCF8563, PCF8583, DS1302, DS1307
- Inisialisasi 1 wire bus dan sensor suhu DS1820/DS18S20

- Inisialisasi modul LCD.

2.6 ULN2003A

IC ULN2003A merupakan suatu komponen yang tersusun dari rangkaian transistor yang dihubungkan secara Darlington dalam satu kemasan. Gambar rangkaian utama IC ULN2003A dapat dilihat pada gambar dibawah. Arus yang diperlukan untuk menggerakkan koil pada relay sekitar 20 – 30 mA. Karena itu pada umumnya untuk menggerakkan relay tidak bisa langsung menghubungkan output suatu IC logic (TTL/CMOS) atau peripheral lain seperti yang dikeluarkan pada saat logic ('1') atau IOLmax (arus maximum yang dibenamkan pada saat logic '0') tidak cukup besar. Karena itu perlu digunakan *driver* untuk penguat yang biasanya berupa transistor, di sini digunakan "*Darlington Array*" ULN2003A yang merupakan sekumpulan transistor dengan konfigurasi Darlington sehingga mempunyai β (penguatan arus) yang besar. Setiap output pada ULN2003A dapat dibebani sampai 500mA, Fenomena ini bisa dianalisa dari rumus berikut :

$$V = -L \frac{di}{dt}$$



Gambar 2.12 Rangkaian ULN2003A [6]

Tabel 2.6 Kaki pin dan fungsi kaki pin IC ULN2003A [6]

Pin No	Function	Name
1	Input for 1st channel	Input 1
2	Input for 2nd channel	Input 2
3	Input for 3rd channel	Input 3
4	Input for 4th channel	Input 4
5	Input for 5th channel	Input 5
6	Input for 6th channel	Input 6
7	Input for 7th channel	Input 7
8	Ground (0V)	Ground
9	Common free wheeling diodes	Common
10	Output for 7th channel	Output 7
11	Output for 6th channel	Output 6
12	Output for 5th channel	Output 5
13	Output for 4th channel	Output 4
14	Output for 3rd channel	Output 3
15	Output for 2nd channel	Output 2
16	Output for 1st channel	Output 1

2.7 Relay



Gambar 2.13 Relay [4]

Relay adalah suatu perangkat yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (on atau off) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik. Relay dapat digolongkan ke dalam:

a. Relay Arus Searah (rata)

Relay arus searah diperkuat dengan arus searah, dapat dikombinasikan dengan rangkaian – rangkaian elektronik. Relay DC merupakan relay yang bekerja jika coilnya mendapat masukan sumber tegangan DC. Penggunaan Relay DC ini banyak digunakan di rangkaian-rangkaian elektronika.

b. Relay arus bolak – balik

Relay arus bolak – balik diperkuat dengan arus bolak – balik. Relay AC merupakan relay yang coilnya akan menjadi medan magnet jika mendapat sumber tegangan –AC. Penggunaan Relay AC ini banyak digunakan dalam panel listrik.

2.7.1 Dasar - Dasar Relay

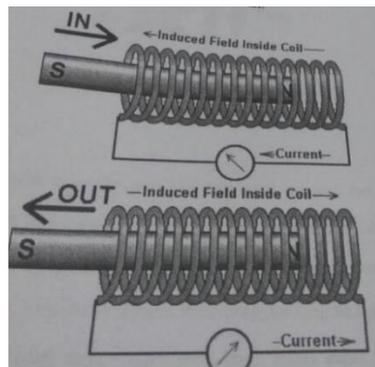
Penemu relay pertama kali adalah **Joseph Henry** pada tahun 1835. Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang diparalel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya. Penggunaan relay perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relay men-switch arus/tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada body relay. Misalnya relay 12VDC/4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12Volt DC dan mampu men-switch arus listrik (maksimal) sebesar 4 ampere pada tegangan 220 Volt. Sebaiknya relay difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman.

2.8 Solenoid



Gambar 2.14 Solenoid

Solenoid adalah suatu peralatan elektronik yang dipakai untuk mengkonversikan signal elektrik atau arus listrik menjadi gerak linear mekanik. Solenoid terbuat dari kumparan, dan inti besi yang dapat digerakkan. Kekuatan untuk menarik dan mendorong ditentukan oleh jumlah lilitan pada kumparan. Sentakan dari solenoid sangat penting, semakin kecil sentakan akan dihasilkan tingkat operasi yang tinggi, dan daya yang dibutuhkan juga akan lebih sedikit. Jika solenoid diberi arus akan tercipta gaya magnet yang akan menyentak plunger yang ada, sehingga terpelantik keluar. Sedangkan jika tegangan dilepaskan maka gaya magnet akan seketika hilang, sehingga pegas akan menyentak batang besi atau plunger keluar kembali. Solenoid ada beberapa jenis menurut arah gerakannya ada solenoid dengan gerakan Tarik (pull) dan ada juga solenoid dengan gerakan dorong (push). Pada jenis solenoid gerakan Tarik (pull) batang besi (plunger) berada di luar solenoid sehingga jika solenoid diberi suatu arus tegangan maka batang besi (plunger) tersebut akan tertarik ke dalam. Sedangkan pada jenis solenoid gerakan dorong (push) batang besi (plunger) berada di dalam solenoid, sehingga jika ada suatu tegangan yang mengalir maka batang besi tersebut akan terdorong keluar.



Gambar 2.15 Sistem kerja solenoid [7]