

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Radio Frequency Identification (RFID)*

RFID merupakan sebuah teknologi *compact wireless* yang diunggulkan untuk mentransformasi dunia komersial. RFID adalah sebuah teknologi yang memanfaatkan frekuensi radio untuk identifikasi otomatis terhadap obyek-obyek atau manusia. Kenyataan bahwa manusia amat terampil dalam mengidentifikasi obyek-obyek dalam kondisi lingkungan yang berbeda-beda menjadi motivasi dari teknologi ini (Supriatna, 2007:1).

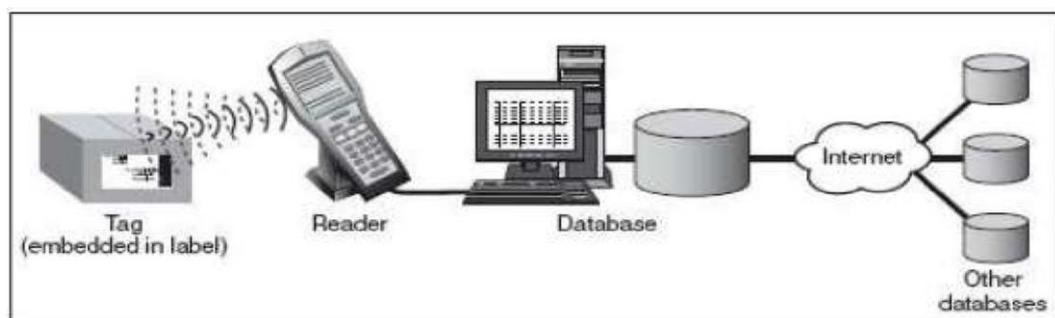
Selama ini sistem otomatis yang dikenal adalah sistem *bar code*. Sistem *bar code* mempunyai keterbatasan dalam penyimpanan data serta tidak dapat dilakukan program ulang atas data yang tersimpan di dalamnya. Namun pada teknologi RFID, proses mengambil atau mengidentifikasi obyek atau data dilakukan secara *contactless* (tanpa kontak langsung) (Tarigan, 2004:136). RFID adalah teknologi penangkapan data yang dapat digunakan secara elektronik untuk mengidentifikasi, melacak dan menyimpan informasi yang tersimpan dalam *tag* RFID (*Unite States Government Accountability Office*, 2005:2).

Para pengamat RFID menganggap RFID sebagai suksesor dari *barcode* optik yang banyak dicetak pada barang-barang dagangan dengan dua keunggulan pembeda (Juels, 2005:1) :

- a. Identifikasi yang unik : Sebuah *barcode* mengindikasikan tipe obyek tempat ia dicetak, misalnya “Ini adalah sebatang coklat merek ABC dengan kadar 70% dan berat 100 gram”. Sebuah *tag* RFID selangkah lebih maju dengan mengemisikan sebuah nomor seri unik di antara jutaan obyek yang identik, sehingga ia dapat mengindikasikan “Ini adalah sebatang coklat merek ABC dengan kadar 70% dan berat 100 gram, nomor seri 897348738” *Identifier* yang unik dalam RFID dapat berperan sebagai pointer terhadap entri basis data yang menyimpan banyak histori transaksi untuk item-item individu.
- b. Otomasi : *Barcode* di-*scan* secara optik, memerlukan kontak *line-of-sight* dengan *reader*, dan tentu saja peletakan fisik yang tepat dari obyek yang

discan. Kecuali pada lingkungan yang benar-benar terkontrol, *scanning* terhadap *barcode* memerlukan campur tangan manusia, sebaliknya *tag-tag* RFID dapat dibaca tanpa kontak *line-of-sight* dan tanpa penempatan yang presisi. *Reader* RFID dapat melakukan *scan* terhadap *tag-tag* sebanyak ratusan perdetik.

Sebagai suksesor dari barcode, RFID dapat melakukan kontrol otomatis untuk banyak hal. Sistem-sistem RFID menawarkan peningkatan efisiensi dalam pengendalian inventaris (*inventory control*), logistik dan manajemen rantai *supply* (*supply chain management*) (Supriatna, 2007:2).



Gambar 2.1 *Komponen Utama Sistem RFID*

(Sumber: *Unite States Government Accountability Office, 2005:2*)

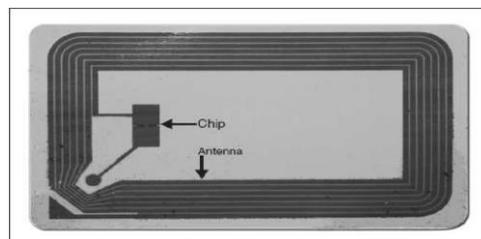
Seperti pada gambar 2.1 bahwa secara garis besar sebuah sistem RFID terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *tag*, *reader* dan *database* (*basis data*) (Supriatna, 2007:2).

2.1.1 *Tag*

Tag adalah sebuah benda kecil, misalnya berupa stiker adesif yang dapat ditempelkan pada suatu barang atau produk. RFID *tag* berisi antenna yang memungkinkan peralatan itu menerima dan merespon terhadap suatu *query* yang dipancarkan oleh suatu RFID *transceiver*. Kebanyakan RFID *tag* mengandung setidaknya dua bagian: satu adalah sebuah sirkuit terpadu untuk menyimpan dan pengolahan informasi, modulasi dan demodulasi sebuah frekuensi sinyal radio (RF), dan fungsi khusus lainnya, yang lain adalah antenna untuk menerima dan mengirimkan sinyal. (Pekalongan.go.id. 2011. *RFID (Radio Frequency*

Identification) sebagai teknologi sistem pengindentifikasian objek otomatis, <http://www.pekalongankab.go.id/informasi/artikel/ipitek/1615-rfid-radio-frekuensi-identification-sebagai-teknologi-sistem-pengindentifikasian-objek-otomatis.html>, diakses 20 November 2015).

Sebuah *tag* RFID atau transponder, terdiri atas sebuah mikro (*microchip*) dan sebuah antena (Gambar 2.2) . Chip mikro itu sendiri dapat berukuran sekecil butiran pasir, seukuran 0.4 mm (Juels, 2005:1). Chip tersebut menyimpan nomor seri yang unik atau informasi lainnya tergantung kepada tipe memorinya. Tipe memori itu sendiri dapat *read-only*, *read-write*, atau *write-once-read-many*. Antena yang terpasang pada chip mikro mengirimkan informasi dari *chip* ke *reader*. Biasanya rentang pembacaan diindikasikan dengan besarnya antena. Antena yang lebih besar mengindikasikan rentang pembacaan yang lebih jauh. *Tag* tersebut terpasang atau tertanam dalam obyek yang akan diidentifikasi. *Tag* dapat discan dengan *reader* bergerak maupun stasioner menggunakan gelombang radio (Unite States Government Accountability Office, 2005:5).



Gambar 2.2 *Tag* RFID

(Sumber: Unite States Government Accountability Office, 2005:6)

Seperti pada gambar 2.2 bahwa *tag* terdiri dari *chip* rangkaian sirkuit yang terintegrasi dan sebuah antena. Rangkaian elektronik dari RFID *tag* umumnya memiliki memori. Memori ini memungkinkan RFID *tag* mempunyai kemampuan untuk menyimpan data. Memori pada *tag* dibagi menjadi sel-sel. Beberapa sel menyimpan data *Read Only*, seperti ID number. Semua RFID tag mendapatkan ID number pada saat *tag* tersebut diproduksi (Sinaga, 2011:7).

RFID *tag* memungkinkan RFID *tag* tersebut dapat ditulis (*Write*) dan dibaca (*Read*) secara berulang. Setiap *tag* dapat membawa informasi yang unik, seperti ID

number, tanggal lahir, alamat, jabatan, dan data lain dari objek yang akan diidentifikasi. Banyaknya informasi yang dapat disimpan oleh RFID *tag* tergantung pada kapasitas memori nya. Semakin banyak fungsi yang dapat dilakukan oleh RFID *tag* maka rangkainnya akan semakin kompleks dan ukurannya akan semakin besar. Berdasarkan catu daya, RFID *tag* digolongkan menjadi 3, yakni:

2.1.1.1 Tag Aktif

Tag ini dapat dibaca (*Read*) dan ditulis (*Write*). Baterai yang terdapat di dalam *tag* ini digunakan untuk memancarkan gelombang radio kepada *reader* sehingga *reader* dapat membaca data yang terdapat pada *tag* ini. Dengan adanya internal baterai, *tag* ini dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang lebih jauh dan *reader* hanya membutuhkan daya yang kecil untuk membaca *tag* ini. Kelemahan dari tipe *tag* ini adalah harganya yang mahal dan ukurannya yang lebih besar (Sinaga, 2011:8).

Tag aktif adalah *tag* yang selain memiliki antena dan chip juga memiliki catu daya dan pemancar serta mengirimkan sinyal kontinyu. *Tag* versi ini biasanya memiliki kemampuan baca tulis, dalam hal ini data *tag* dapat ditulis ulang dan/atau dimodifikasi. *Tag* aktif dapat menginisiasi komunikasi dan dapat berkomunikasi pada jarak yang lebih jauh, hingga 750 kaki, tergantung kepada daya baterainya (Unite States Government Accountability Office, 2005:7).

2.1.1.2 Tag Pasif

Tag ini hanya dapat dibaca saja (*Read*) dan tidak memiliki internal baterai seperti halnya *tag* aktif. Sumber tenaga untuk mengaktifkan *tag* ini didapat dari RFID *reader*. Ketika medan gelombang radio dari *reader* didekati oleh *tag* pasif, koil antena yang terdapat pada *tag* pasif ini akan membentuk suatu medan magnet. Medan magnet ini akan menginduksi suatu tegangan listrik yang memberi tenaga pada *tag* pasif (Sinaga, 2011:8).

Keuntungan dari *tag* ini adalah rangkaiannya lebih sederhana, harganya jauh lebih murah, ukurannya lebih kecil, dan lebih ringan. Kelemahannya adalah *tag* hanya dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang dekat dan untuk membaca *tag* ini, RFID *reader* harus memancarkan gelombang radio yang cukup besar sehingga menggunakan daya yang cukup besar (Sinaga, 2011:9).

Tag Pasif tidak memiliki catu daya sendiri serta tidak dapat menginisiasi komunikasi dengan *reader*. Sebagai gantinya, *tag* merespon emisi frekuensi radio dan menurunkan dayanya dari gelombang-gelombang energi yang dipancarkan oleh *reader*. Sebuah *tag* pasif minimum mengandung sebuah indentifier unik dari sebuah item yang dipasang *tag* tersebut. Data tambahan dimungkinkan untuk ditambahkan pada *tag*, tergantung kepada kapasitas penyimpanannya (*Unite States Government Accountability Office*, 2005:6).

2.1.1.3 Tag Semipasif

Tag semipasif adalah versi *tag* yang memiliki catu daya sendiri (baterai) tetapi tidak dapat menginisiasikan komunikasi dengan *reader*. Dalam hal ini baterai digunakan oleh *tag* sebagai catu daya untuk melakukan fungsi yang lain seperti pemantauan keadaan lingkungan dan mencatu bagian elektronik internal *tag*, serta untuk memfasilitasi penyimpanan informasi. *Tag* versi ini tidak secara aktif memancarkan sinyal ke *reader*. Sebagian *tag* semipasif tetap dorman hingga menerima sinyal dari *reader*. *Tag* semipasif dapat dihubungkan dengan sensor untuk menyimpan informasi untuk peralatan keamanan container (*Unite States Government Accountability Office*, 2005:6).

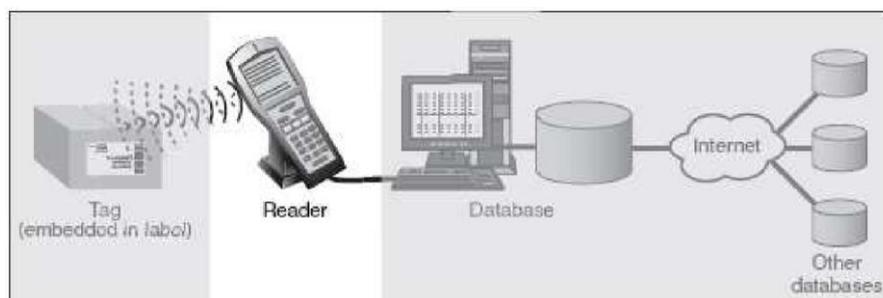
Tag memiliki tipe memori yang bervariasi yang meliputi *read-only*, *read/write*, dan *write-once read-many*.

- a. *Tag read-only* memiliki kapasitas memori minimal (biasanya kurang dari 64 bit) dan mengandung data yang terprogram permanen sehingga tidak dapat diubah. Informasi yang terkandung di dalam *tag* seperti ini terutama adalah informasi identifikasi item. *Tag* dengan tipe memori seperti ini telah banyak digunakan di perpustakaan dan toko persewaan video. *Tag* pasif biasanya memiliki tipe memori seperti ini (*Unite States Government Accountability Office*, 2005:7).
- b. *Tag read/write*, data dapat dimutakhirkan jika diperlukan. Sebagai konsekuensinya kapasitas memorinya lebih besar dan harganya lebih mahal dibandingkan *tag read-only*. *Tag* seperti ini biasanya digunakan ketika data yang tersimpan didalamnya perlu pemutakhiran seiring dengan daur hidup

produk, misalnya di pabrik (*Unite States Government Accountability Office, 2005:7*).

- c. *Tag* dengan tipe memori *write-once read-many* memungkinkan informasi disimpan sekali, tetapi tidak membolehkan perubahan berikutnya terhadap data. *Tag* tipe ini memiliki fitur keamanan *read-only* dengan menambahkan fungsionalitas tambahan dari *tag read/write* (*Unite States Government Accountability Office, 2005:7*).

2.1.2 Reader



Gambar 2.3 Reader RFID

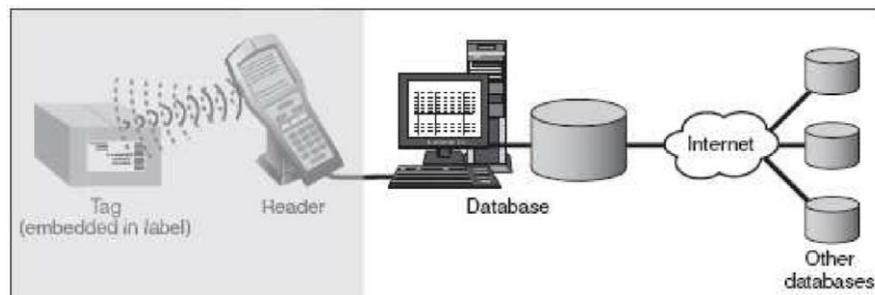
(Sumber: *Unite States Government Accountability Office, 2005:8*)

Reader merupakan penghubung antara *software* aplikasi dengan antena yang akan meradiasikan gelombang radio ke *tag*. Gelombang radio yang ditransmisikan oleh antena berpropagasi pada ruangan disekitarnya. Akibatnya data dapat berpindah secara *wireless* ke *tag* RFID yang berada berdekatan dengan antena. (Sinaga, 2011:11).

Sebuah *reader* menggunakan antenanya sendiri untuk berkomunikasi dengan *tag*. Ketika *reader* memancarkan gelombang radio, seluruh *tag* yang dirancang pada frekuensi tersebut serta berada pada rentang bacanya akan memberikan respon. Sebuah *reader* juga dapat berkomunikasi dengan *tag* tanpa *line of sight* langsung, tergantung kepada frekuensi radio dan tipe *tag* (aktif, pasif atau semipasif) yang digunakan. *Reader* dapat memproses banyak item sekaligus (Supriatna, 2007:5).

2.1.3 Database (Basis Data)

Basis data merupakan sebuah sistem informasi logistik pada posisi *back-end* yang bekerja melacak dan menyimpan informasi tentang item bertag. Informasi yang tersimpan dalam basis data dapat terdiri dari *identifier item*, deskripsi, pembuat, pergerakan dan lokasinya. Tipe informasi yang disimpan dalam basis data dapat bervariasi tergantung kepada aplikasinya (Supriatna, 2007:6).



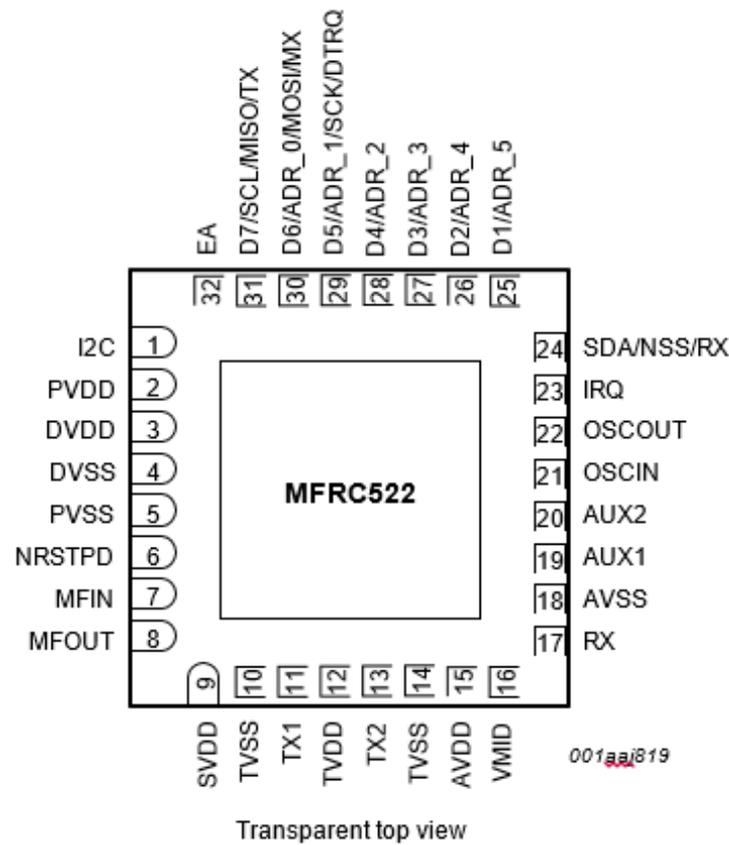
Gambar 2.4 Database

((Sumber: Unite States Government Accountability Office, 2005:9))

2.1.4 Modul RFID MFRC522

MFRC522 *RFID Reader Module* adalah sebuah modul berbasis IC Philips MFRC522 yang dapat membaca RFID dengan penggunaan yang mudah dan harga yang murah, karena modul ini sudah berisi komponen-komponen yang diperlukan oleh MFRC522 untuk dapat bekerja. Modul ini dapat digunakan langsung oleh MCU dengan menggunakan interface SPI, dengan suplai tegangan sebesar 3,3V. (Adam, 2014:2).

MFRC522 merupakan produk dari NXP yang menggunakan *fully integrated 13.56MHz non-contact communication card chip* untuk melakukan pembacaan maupun penulisan. MFRC522 support dengan semua varian MIFARE Mini, MIFARE 1 K, MIFARE 4K, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire EV1 and MIFARE Plus RF identification rotocols (Adam, 2014:2).



Gambar 2.5 Konfigurasi Chip MFRC522

(Sumber: Datasheet NXP MFRC522)

Tabel 2.1 Konfigurasi Pin Chip MFRC522

Pin	Symbol	Description
1	I ² C	I ² C-bus enable input
2	PVDD	pin power supply
3	DVDD	digital power supply
4	DVSS	digital ground
5	PVSS	pin power supply ground
6	NRSTPD	reset and power-down input: power-down: enabled when LOW; internal current sinks are switched off, the oscillator is inhibited and the input pins are disconnected from the outside world reset: enabled by a positive edge

7	MFIN	<i>MIFARE signal input</i>
8	MFOUT	<i>MIFARE signal output</i>
9	SVDD	<i>MFIN and MFOUT pin power supply</i>
10	TVSS	<i>transmitter output stage 1 ground</i>
11	TX1	<i>transmitter 1 modulated 13.56 MHz energy carrier output</i>
12	TVDD	<i>transmitter power supply: supplies the output stage of transmitters 1 and 2</i>
13	TX2	<i>transmitter 2 modulated 13.56 MHz energy carrier output</i>
14	TVSS	<i>transmitter output stage 2 ground</i>
15	AVDD	<i>analog power supply</i>
16	VMID	<i>internal reference voltage</i>
17	RX	<i>RF signal input</i>
18	AVSS	<i>analog ground</i>
19	AUX1	<i>auxiliary outputs for test purposes</i>
20	AUX2	<i>auxiliary outputs for test purposes</i>
21	OSCIN	<i>crystal oscillator inverting amplifier input; also the input for an externally generated clock ($f_{clk} = 27.12$ MHz)</i>
22	OSCOUT	<i>crystal oscillator inverting amplifier output</i>
23	IRQ	<i>interrupt request output: indicates an interrupt event</i>
24	SDA	<i>I²C-bus serial data line input/output</i>
	NSS	<i>SPI signal input</i>
	RX	<i>UART address input</i>
25	D1	<i>test port</i>
	ADR_5	<i>I²C-bus address 5 input</i>
26	D2	<i>test port</i>
27	D3	<i>test port</i>
	ADR_3	<i>I²C-bus address 3 input</i>
28	D4	<i>test port</i>
	ADR_2	<i>I²C-bus address 2 input</i>
29	D5	<i>test port</i>

	ADR_1	<i>I²C-bus address 1 input</i>
	SCK	<i>SPI serial clock input</i>
	DTRQ	<i>UART request to send output to microcontroller</i>
30	D6	<i>test port</i>
	ADR_0	<i>I²C-bus address 0 input</i>
	MOSI	<i>SPI master out, slave in</i>
	MX	<i>UART output to microcontroller</i>
31	D7	<i>test port</i>
	SCL	<i>I²C-bus clock input/output</i>
	MISO	<i>SPI master in, slave out</i>
	TX	<i>UART data output to microcontroller</i>
32	EA	<i>external address input for coding I²C-bus address</i>

Spesifikasi dari modul ini diantaranya:

- *Working current* : 13—26mA/ DC 3.3V
- *Standby current* : 10-13mA/DC 3.3V
- *Sleeping current* : <80uA
- *Peak current* : <30mA
- Frekuensi kerja : 13.56MHz
- Protocol : SPI
- Suhu Kerja : -20 – 80 °C
- Suhu Penyimpanan : -40 – 85 °C
- *Max SPI speed* : 10Mbit/s
- Kecepatan komunikasi data hingga 10Mbit/s

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin Modul *Reader* MFRC522 RFID

NO	Pin
1.	SDA
2.	SCK
3.	MOSI
4.	MISO
5.	IRQ
6.	GND
7.	RST
8.	3.3V

**Gambar 2.6 Modul RFID MFRC522**

(Sumber: <http://www.instructables.com/id/Arduino-RFID-Reader-MFRC522-Tutorial/>)

2.2 Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik adalah sensor yang mengirimkan gelombang suara dan kemudian memantau pantulannya sehingga dapat digunakan untuk mengetahui jarak antara sensor dengan objek yang memantulkan kembali gelombang suara tersebut. Sensor ini bisa dipakai di berbagai aplikasi seperti pada mobil untuk

menghindari tabrakan, untuk membunyikan alarm kalau ada orang mendekati pintu, dan mengukur tinggi orang (Kadir, 2015:200).

Salah satu sensor ultrasonik yang sering dipakai orang dalam melakukan eksperimen adalah seperti pada gambar 2.7 HC-SR04. Jarak berkisar antara 2 cm hingga 400 cm, dengan tingkat presisi sebesar 0,3 cm. Sudut deteksi bisa ditangani tidak lebih dari 15° . Arus yang diperlukan tidak lebih dari 2mA dan tegangan yang dibutuhkan sebesar +5V. Jumlah pin adalah 4. Rincian pin masing-masing dapat dilihat pada tabel 2.7.



Gambar 2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Sumber: <http://www.circuitstoday.com/ultrasonic-range-finder-using-8051>)

Tabel 2.3 Pin-pin HC-SR04

Pin	Keterangan
Pin 1	Vcc (dihubungkan ke tegangan +5V)
Pin 2	Trig (untuk mengirimkan gelombang suara)
Pin 3	Echo (untuk menerima pantulan gelombang suara)
Pin 4	Gnd (dihubungkan ke <i>ground</i>)

Jarak antara sensor dan objek yang memantulkan gelombang suara dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Jarak} = \frac{\text{Kecepatan Suara} \times T}{2}$$

Dalam hal ini, T adalah waktu tempuh dari saat sinyal ultrasonik dipancarkan hingga kembali. Perlu diketahui kecepatan suara adalah 343m/detik (Kadir, 2015:200).

Prinsip pengiriman sinyal oleh Trig dan penerimaan oleh Echo seperti berikut :

1. Trig harus dalam keadaan *HIGH* paling tidak selama 10 mikrodetik.
2. Modul ultrasonik pun akan mengirim gelombang kontak dengan frekuensi 40KHz.
3. Gelombang yang dikirim tersebut akan dipantau dengan sendirinya oleh modul ultrasonic. Dalam hal ini, waktu yang digunakan dari saat pengiriman sinyal hingga diterima balik adalah T. Pada waktu itulah pin Echo akan berada dalam keadaan *HIGH*.
4. Karena T telah diperoleh, jarak dihitung dengan menggunakan:

$$Jarak = \frac{Kecepatan\ Suara \times T}{2}$$

Pembagi 2 diperlukan karena T adalah waktu yang diperlukan untuk menempuh dari sensor ke objek dan dari objek ke sensor (Kadir, 2015:201).

2.3 Arduino UNO

2.3.1 Sejarah Arduino

Proyek arduino berawal dari dilvire, italia pada tahun 2005. Sekarang telah lebih dari 120.000 unit terjual sampai dengan 2010. Pendirinya adalah Massimo Banzi dan David Cuartiellez. Arduino adalah pengendali *mikro single-board* yang bersifat *open-source*, yang di turunkan dari *wiring platform*, yang di rancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardwernya* memiliki prosesor atmel AVR dan *softwernya* memiliki bahasa pemrograman sendiri (Benedictus, Budi. 2013. *Arduino dan Revolusi Teknologi dengan Konsep Open Source*, <http://www.mobgenic.com/2013/03/14/apakah-itu-arduino-bagaimana-arduino-merevolusi-tren-melalui-konsep-open-source/>, diakses tanggal 26 April 2016).

- Secara *software*: *Open source* IDE yang digunakan untuk mendvelop aplikasi mikrokontroller yang berbasis arduino platform.

- Secara *Hardware: Single board* mikrokontroller yang bersifat *open source hardware* yang dikembangkan untuk arsitektur mikrokontroller AVR 8 bit dan ARM 32 bit.

Dari ketiga pengertian diatas , dapat disimpulkan bahwa Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroller dengan jenis AVR. Mikrokontroller itu sendiri adalah chip atau IC (*Integrated Circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroller adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses *input* tersebut dan kemudian menghasilkan *output* seperti yang diinginkan. Jadi , mikrokontroller bertugas sebagai otak yang mengendalikan *input*, proses ,dan *output* sebuah rangkaian elektronik (Effendi, Ilham. 2014. *Pengertian dan Kelebihan Arduino*. <http://www.it-jurnal.com/2014/05/pengertian-dan-kelebihan-arduino.html>, diakses 26 April 2016).

Arduino memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat kontroler lainnya diantaranya adalah :

- Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer.
- Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya.
- Memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* arduino. Contohnya *shield GPS, Ethernet*,dll.

Arduino sendiri telah mengeluarkan bermacam-macam produk dan tipe sesuai dengan kebutuhan para perancang elektronik. Macam-macam arduino tersebut diciptakan berdasarkan *skill* dan keahlian para perancang sampai dimana kemahirannya dalam menggunakan perangkat arduino itu sendiri mulai dari segi pemrograman, dari segi elektronik, dan dari segi seberapa luas pengaplikasiannya terhadap perangkat elektronik. Jenis-jenis arduino tersebut, diantaranya adalah :

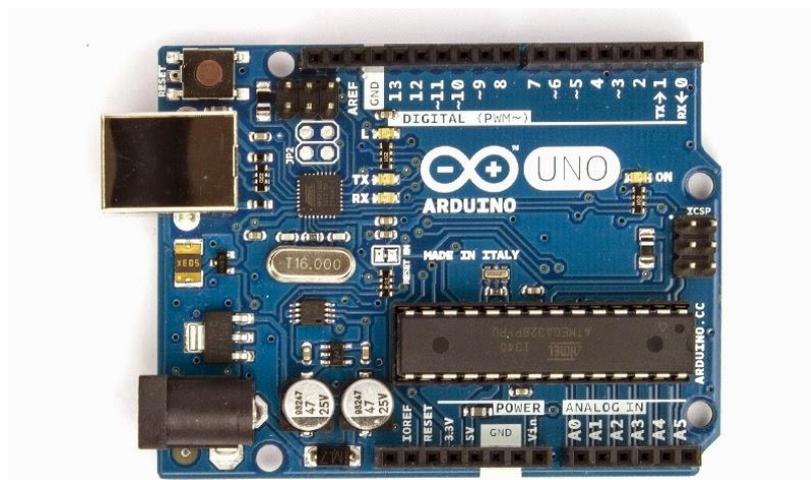
- Arduino UNO
- Arduino MEGA
- Arduino Yun

- Arduino Esplora
- Arduino LilyPad
- Arduino Pro Mini
- Arduino Nano
- Arduino Fio
- Arduino Due

Dari berbagai macam jenis arduino yang telah dijelaskan, arduino yang paling banyak digunakan adalah Arduino UNO, karena di buat dan dirancang untuk pengguna pemula atau yang baru mengenal yang namanya Arduino.

2.3.2 Definisi Arduino UNO

Arduino UNO adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler Atmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan yang berukuran relatif kecil ini. Bahkan, dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan jarak jauh melalui internet, misalnya pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah (Kadir, 2012:16).



Gambar 2.8 Arduino UNO

(Sumber: <http://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>)

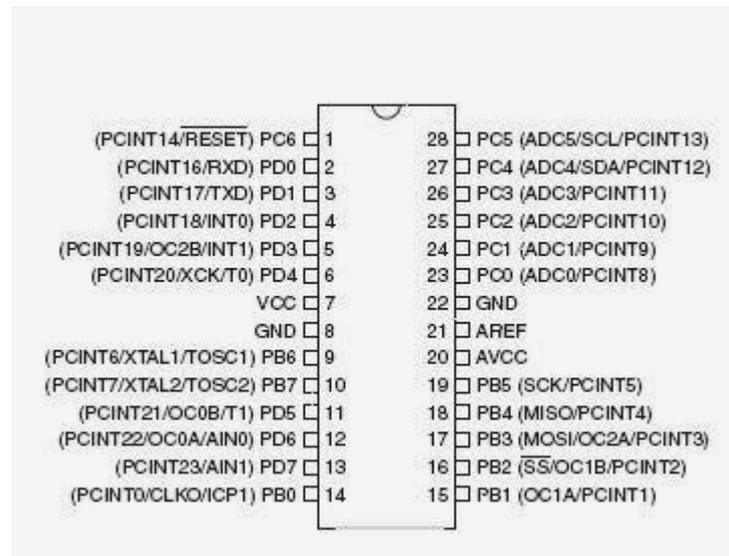
2.3.3 Mikrokontroler Atmega328

Mikrokontroler Atmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur *Reduce Instruction Set Computer* (RISC) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur *Complex Instruction Set Computer* (CISC). Mikrokontroler ATmega328 memiliki arsitektur Harvard, yakni memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. (Ferdynal. 2015)

Fitur-fitur yang terdapat pada mikrokontroler Atmega328 antara lain :

- 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.
- Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB.
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
- 32 x 8-bit *register* serba guna.
- Dengan clock 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.
- 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai *bootloader*.
- 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.

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 periperhal lainnya.



Gambar 2.9 Pin Mikrokontroler Atmega328

(Sumber: Datasheet Atmega328)

2.3.3.1 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.

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

2.3.3.2 Port C

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

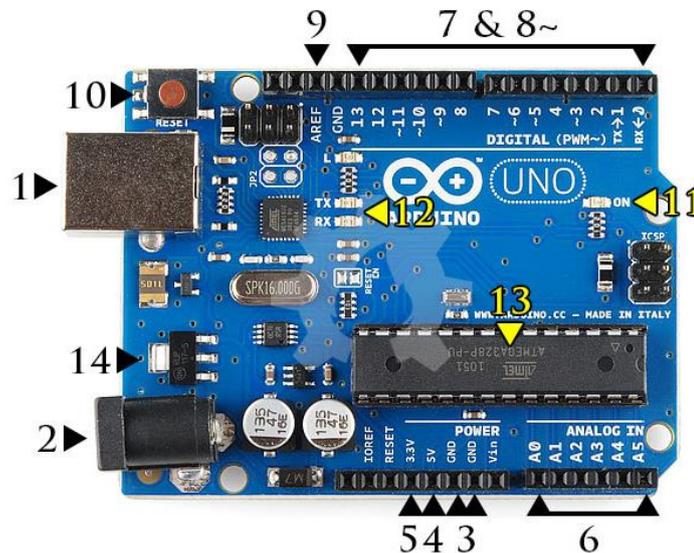
- ADC6 *channel* (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital
- I²C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada PORTC. I²C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain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

2.3.3.3 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.

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

2.3.4 Bagian-bagian Arduino UNO



Gambar 2.10 Bagian-bagian Arduino UNO

(Sumber: <http://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>)

Tabel 2.4 Konfigurasi Pin Arduino UNO

NO	Nama	Deskripsi
1.	USB Female Type-B	Sebagai sumber DC 5V sekaligus untuk jalur pemrograman antara PC dan arduino
2.	Barrel Jack	Sebagai input sumber antara 5-12V
3.	Pin GND	Sebagai sumber pentanahan (Ground)
4.	Pin 5V	Sebagai Sumber tegangan 5V
5.	Pin 3,3V	Sebagai Sumber tegangan 3,3V
6.	A0-A5	Sebagai Analog Input
7.	2-13	Sebagai I/O digital
8.	0-1	Sebagai I/O sekaligus bisa juga sebagai Rx Tx
9.	AREF	Sebagai Analog Referensi untuk fungsi ADC
10.	Tombol RESET	Sebagai perintah Reset Arduino
11.	LED	Sebagai Indikator Daya
12.	LED Rx Tx	Sebagai Indikator Rx Tx saat pengisian program
13.	Mikrokontroler	Sebagai otak arduino dengan menggunakan mikrokontroler AVR Atmega328
14.	Regulator Tegangan	Berfungsi sebagai pembatas atau penurun tegangan yang masuk melalui barrel jack dengan tegangan maksimal input sebesar 20V.

2.4 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan. Salah satu jenisnya memiliki dua baris dengan setiap baris terdiri atas enam belas karakter. (Kadir. 2015:196). LCD seperti itu biasa disebut dengan LCD 16x2 seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 *Liquid Crystal Display (LCD)*

(Sumber: <http://www.instructables.com/id/Connecting-16x2-LCD-with-Raspberry-Pi/>)

Pada gambar 2.11, LCD yang digunakan adalah LCD HD44780 dari HITACHI. LCD ini memiliki 16 pin dengan fungsi pin masing-masing diperlihatkan pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Pin-pin LCD

No. Pin	Nama Pin	I/O	Keterangan
1	VSS	Power	Catu daya, <i>ground</i> (0V)
2	VDD	Power	Catu daya positif (+5V)
3	V0	Power	Pengatur kontras.
4	RS	Input	<i>Register Select</i> <ul style="list-style-type: none"> RS=<i>HIGH</i>: untuk mengirim data RS=<i>LOW</i>: untuk mengirim instruksi
5	R/W	Input	<i>Read/Write Control Bus</i> <ul style="list-style-type: none"> R/W=<i>HIGH</i>: Mode untuk membaca data di LCD R/W=<i>LOW</i>: Mode penulisan ke LCD
6	E	Input	Data <i>Enable</i> , untuk mengontrol ke LCD. Ketika bernilai <i>LOW</i> , LCD tidak dapat diakses.

7	DB0	I/O	Data
8	DB1	I/O	Data
9	DB2	I/O	Data
10	DB3	I/O	Data
11	DB4	I/O	Data
12	DB5	I/O	Data
13	DB6	I/O	Data
14	DB7	I/O	Data
15	BLA	Power	Catu daya layar, positif
16	BLK	Power	Catu daya layar, negatif

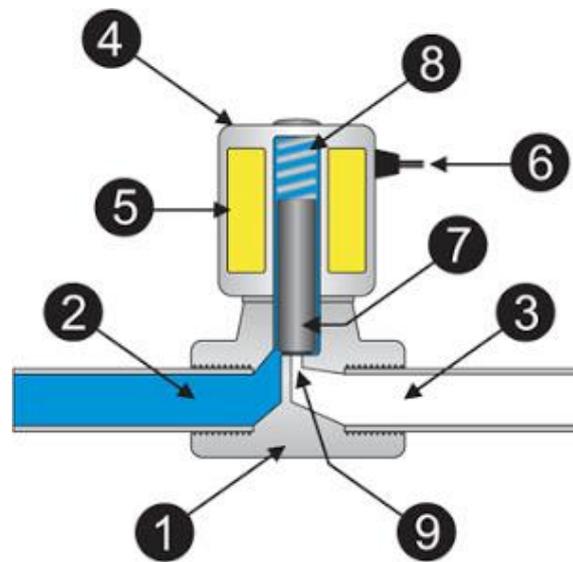
2.5 Solenoid Valve

Solenoid Valve atau katup listrik merupakan elemen *control* yang paling sering digunakan dalam suatu aliran fluida. Tugas mereka adalah *untuk shut off, release*, mengalirkan atau mencampurkan fluida. *Solenoid Valve* ditemukan di banyak area aplikasi dunia industri seperti *Oil & Gas, water, steam*, petrokimia, pengolahan limbah, dan sebagainya. *Solenoid Valve* bekerja secara *electromechanically* dimana mereka mempunyai kumparan (*coil*) sebagai penggerakannya. Ketika kumparan tersebut mendapatkan *supply* tegangan (AC atau DC) maka kumparan tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston (*plunger*) yang berada di dalamnya. (Insinyoer.com. 2015. <http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-solenoid-valve/>, diakses 26 April 2016).



Gambar 2.12 Solenoid valve 12V DC

(Sumber: <https://www.adafruit.com/product/997>)



Gambar 2.13 Struktur Fungsi Solenoid Valve
(Sumber: www.solenoid-valve-info.com)

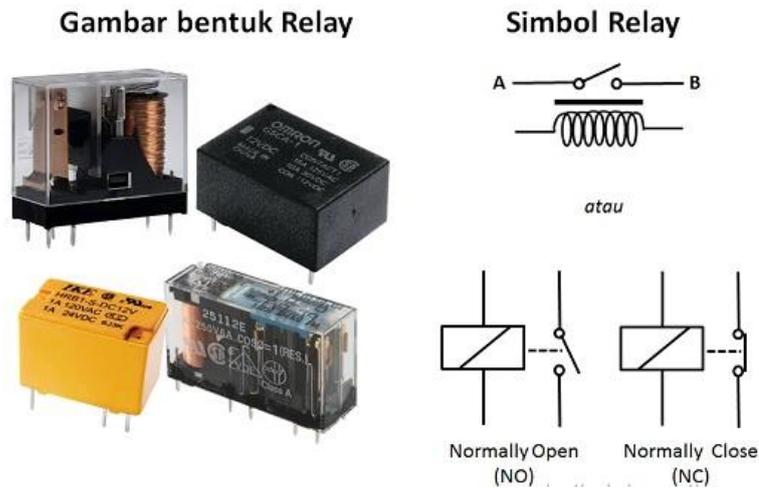
Keterangan :

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. Valve Body | 6. Kabel suplai tegangan |
| 2. Terminal masukan (<i>Inlet Port</i>) | 7. <i>Plunger</i> |
| 3. Terminal keluaran (<i>Outlet Port</i>) | 8. <i>Spring</i> |
| 4. Koil / koil solenoid | 9. Lubang / <i>exhaust</i> |
| 5. Kumparan gulungan | |

2.6 Relay

2.6.1 Definisi Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni *Elektromagnetic (Coil)* dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnetik 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature Relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. (Kho, Dickson. 2013. <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>, 26 April 2016)



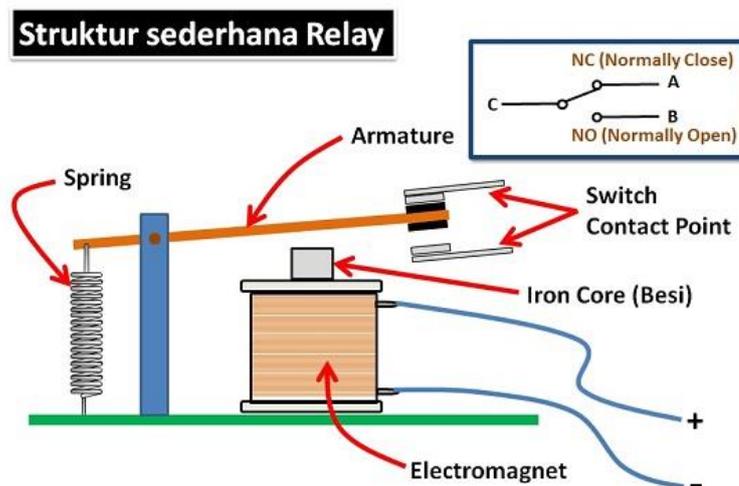
Gambar 2.14 Relay

(Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. *Electromaghnetic (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*
4. *Spring*

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay :



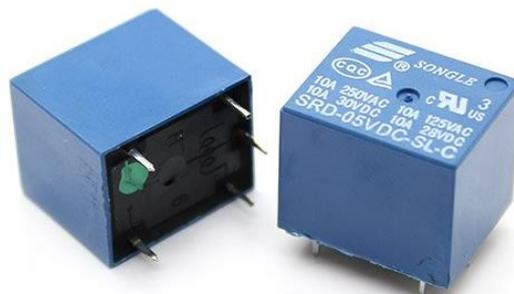
Gambar 2.15 Struktur Sederhana Relay

(<http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup)
- *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka)

Berdasarkan gambar 2.13, sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila Kumparan diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik *Armature* untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *Armature* tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi *OPEN* atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *Armature* akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). *Coil* yang digunakan oleh Relay untuk menarik *Contact Poin* ke Posisi *Close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil. (Kho, Dickson. 2013. <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>, 26 April 2016).



Gambar 2.16 Relay 5VDC

(Sumber: <https://www.fasttech.com/product/1453707-songle-t73-5v-srd-5vdc-sl-c-5-pin-power-relay>)

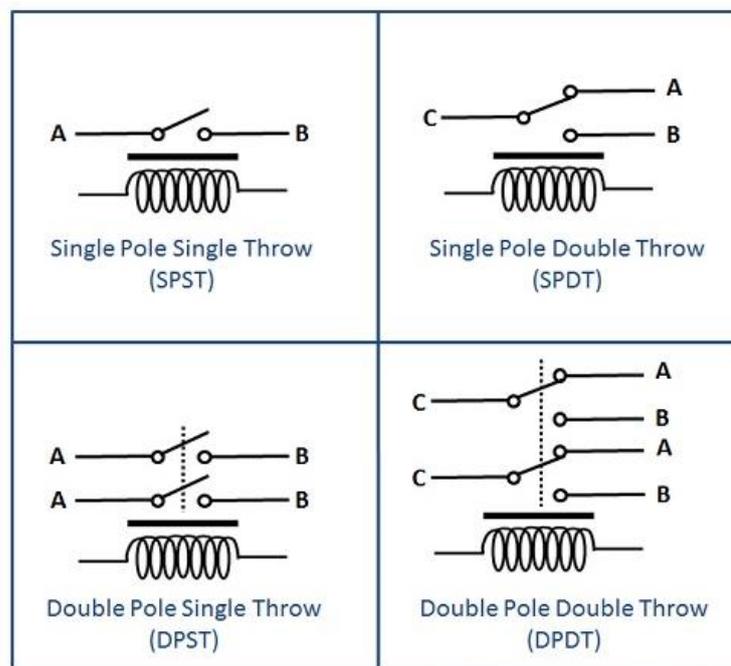
2.6.2 Jenis-jenis Relay

Berdasarkan penggolongan jumlah *Pole* dan *Throw*-nya sebuah relay, maka relay dapat digolongkan menjadi :

- *Single Pole Single Throw* (SPST): Relay golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.

- *Single Pole Double Throw (SPDT)*: Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
- *Double Pole Single Throw (DPST)*: Relay golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 Coil.
- *Double Pole Double Throw (DPDT)*: Relay golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (*single*) Coil. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil.

Selain Golongan Relay yang telah disebutkan sebelumnya, terdapat juga Relay-relay yang *Pole* dan *Throw*-nya melebihi dari dua. Misalnya 3PDT (*Triple Pole Double Throw*) ataupun 4PDT (*Four Pole Double Throw*) dan lain sebagainya. (Kho, Dickson. 2013. <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>, 26 April 2016).



Gambar 2.17 Jenis-jenis Relay

(Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)

2.7 Power Supply

2.7.1 Pengertian Power Supply

Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu Daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya *Power Supply* atau Catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, *power supply* kadang-kadang disebut juga dengan istilah *Electric Power Converter*. (Kho, Dickson. 2014. <http://teknikelektronika.com/pengertian-power-supply-jenis-catu-daya/>. 26 April 2016).



Gambar 2.18 Power Supply DC 3V-12V 1,2A

(Sumber: <http://www.creativeelectro.com/product.php?category=105>)

2.7.2 Klasifikasi Power Supply

Pada umumnya *Power Supply* dapat diklasifikasikan menjadi 3 kelompok besar, yakni berdasarkan fungsinya, berdasarkan bentuk mekanikalnya dan juga berdasarkan metode konversinya. Berikut ini merupakan penjelasan singkat mengenai ketiga kelompok tersebut :

2.7.2.1 Berdasarkan Fungsi

- *Regulated Power Supply* adalah *Power Supply* yang dapat menjaga kestabilan tegangan dan arus listrik meskipun terdapat perubahan atau variasi pada beban atau sumber listrik (Tegangan dan Arus Input).
- *Unregulated Power Supply* adalah *Power Supply* tegangan ataupun arus listriknya dapat berubah ketika beban berubah atau sumber listriknya mengalami perubahan.
- *Adjustable Power Supply* adalah *Power Supply* yang tegangan atau Arusnya dapat diatur sesuai kebutuhan dengan menggunakan Knob Mekanik. Terdapat 2 jenis *Adjustable Power Supply* yaitu *Regulated Adjustable Power Supply* dan *Unregulated Adjustable Power Supply*.

2.7.2.2 Berdasarkan Bentuk

Untuk peralatan Elektronika seperti Televisi, Monitor Komputer, Komputer *Desktop* maupun *DVD Player*, *Power Supply* biasanya ditempatkan di dalam atau menyatu ke dalam perangkat-perangkat tersebut sehingga kita sebagai konsumen tidak dapat melihatnya secara langsung. Jadi hanya sebuah kabel listrik yang dapat kita lihat dari luar. *Power Supply* ini disebut dengan *Power Supply Internal (Built in)*. Namun ada juga *Power Supply* yang berdiri sendiri (*stand alone*) dan berada diluar perangkat elektronika yang kita gunakan seperti *Charger Handphone* dan *Adaptor Laptop*. Ada juga *Power Supply stand alone* yang bentuknya besar dan dapat disetel tegangannya sesuai dengan kebutuhan kita. (Kho, Dickson. 2014. <http://teknikelektronika.com/pengertian-power-supply-jenis-catu-daya/>. 26 April 2016).

2.7.2.3 Berdasarkan Metode Konversi

Berdasarkan Metode Konversinya, *Power supply* dapat dibedakan menjadi *Power Supply Linier* yang mengkonversi tegangan listrik secara langsung dari Inputnya dan *Power Supply Switching* yang harus mengkonversi tegangan input ke pulsa AC atau DC terlebih dahulu. (Kho, Dickson. 2014. <http://teknikelektronika.com/pengertian-power-supply-jenis-catu-daya/>. 26 April 2016).