



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Sumber Listrik PLN

Sumber listrik PLN adalah sumber energi listrik dengan arus bolak-balik atau *alternating current* (AC) yang dihasilkan dari generator AC, baik dari Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) maupun dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) maupun dari generator lain yang menghasilkan sumber listrik dengan arus bolak-balik. saat ini.¹

1. Tegangan Arus Bolak - Balik

Sumber listrik AC menghasilkan tegangan dan polaritas yang selalu berubah dari polaritas positif ke negatif atau sebaliknya secara periodik dengan fungsi waktu, dengan bentuk gelombang sinus. Untuk sumber listrik dari PLN sendiri adalah gelombang sinus, sedangkan untuk gelombang square dan segitiga biasanya banyak pada inverter.

2. Tegangan dan Arus RMS

Tegangan dan arus AC biasanya dinyatakan dalam nilai RMS (*Root Mean Square*). RMS juga dikenal sebagai mean square, yang merupakan pengukuran statistik dari besaran suatu fungsi yang memiliki besaran yang berubah-ubah.

2.2 Arus Listrik

Arus listrik adalah aliran elektron secara terus menerus dalam suatu penghantar karena adanya perbedaan jumlah elektron pada beberapa tempat yang jumlah elektronnya tidak sama. Satuan arus listrik adalah ampere. Arus satu ampere adalah aliran elektron sebanyak 628×10^{16} atau sama dengan satu coulomb per detik melalui suatu penampang penghantar.

¹ Rizal Akbar. 2018. “Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, kWh, Serta Estimasi Biaya Pemakaian Peralatan Listrik Pada Rumah Tangga”

$$I = \frac{q}{t} \text{ (Ampere).....(2.1)}$$

Dimana :

q = Banyaknya Muatan Listrik Dalam Satu *Coulomb*²

I = Kuat Arus Dalam Satuan (Ampere)

t = Waktu Dalam Satuan Detik

Arus listrik ada dua yaitu arus listrik AC dan arus listrik DC. Arus listrik DC (*Direct Current*) adalah arus listrik searah. Pada awalnya aliran arus listrik dikatakan mengalir dari ujung positif ke ujung negatif. Pengamatan yang dilakukan oleh para ahli menunjukkan bahwa arus searah adalah arus yang mengalir dari kutub negatif (*electron*) ke kutub positif. Arus ini menyebabkan lubang bermuatan positif yang tampak mengalir dari positif ke negatif. Arus listrik AC (*Alternating Current*) adalah listrik yang besar dan arahnya selalu berubah-ubah dan bolak-balik. Arus listrik AC akan membentuk gelombang yang disebut sinus atau lebih sinusoidal. Di Indonesia listrik bolak-balik (AC) tetap terjaga dan di bawah naungan PLN, Indonesia menerapkan listrik bolak-balik dengan frekuensi 50Hz. Tegangan yang diterapkan di Indonesia untuk listrik bolak-balik 1 (satu) fasa adalah 220Volt. Tegangan dan frekuensi ini terdapat di dalam rumah, kecuali tidak berlangganan listrik PLN. Perlu kita ingat bahwa ada dua jenis muatan, yaitu muatan positif dan muatan negatif. Arah arus positif didefinisikan sebagai arah aliran muatan positif bersih, mengingat aliran pada sembarang titik dapat melibatkan kedua jenis muatan.

2.3 Tegangan Listrik

Tegangan atau sering orang menyebutnya beda potensial (*voltage*) adalah kerja yang dilakukan untuk memindahkan muatan (sebesar satu *coulomb*) pada suatu elemen atau komponen dari satu terminal atau kutub ke terminal atau kutub yang lain, atau pada kedua terminal atau kutub tersebut akan terdapat beda potensial jika kita memindahkan atau mentransfer muatan satu coulomb dari satu terminal ke

² Ardiata Agus. 2017. Buku Dasar-Dasar Instalasi listrik. Depok: Rajawali Pers.

terminal lainnya.

Hubungan antara usaha yang dilakukan sebenarnya adalah energi yang dilepaskan, sehingga pengertian di atas dapat disederhanakan bahwa tegangan adalah energi per satuan muatan

2.4 Daya Listrik

Daya listrik merupakan jumlah energi listrik yang terpakai untuk melakukan usaha dalam tenaga listrik selama satuan waktu. Daya listrik adalah satuan dalam pemakaian peralatan-peralatan listrik yang kita gunakan sehari-hari. Daya listrik jika ditinjau lebih lanjut terbagi menjadi 3 macam, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu.

1. Daya Aktif (*Active Power*)

Daya aktif adalah daya yang sebenarnya terpakai untuk mengoperasikan peralatan-peralatan listrik. Atau daya yang dikonsumsi oleh pemakaian listrik itu sendiri. Daya aktif juga adalah daya yang dibayarkan oleh pemakai tenaga listrik, dimana

Untuk sumber satu fasa

$$P = V \times I \times \cos \varphi \dots\dots\dots(2.2)$$

Untuk sumber tiga fasa

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

P = Daya Aktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

2. Daya Reaktif (*Reaktif Power*)

Daya reaktif juga dikenal sebagai daya yang tidak dihaburkan oleh beban atau dapat dipahami juga sebagai daya yang diserap namun dikembalikan ke sumbernya. Persamaan daya reaktif dapat dilihat pada persamaan berikut.

Untuk sumber satu fasa

$$Q = V \times I \times \cos \varphi \dots\dots\dots(2.4)$$

Untuk sumber tiga fasa

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

3. Daya Semu (*Apparent Power*)

Daya semu adalah daya sebenarnya yang dihasilkan oleh pembangkit dan tersalurkan ke pelanggan. Daya semu merupakan hasil dari penjumlahan trigonometri daya aktif dan reaktif yang memiliki lambang S. Dengan satuannya adalah VA (Voltampere).

Untuk sumber satu fasa

$$S = V \times I \times \cos \varphi \dots\dots\dots(2.6)$$

Untuk sumber tiga fasa

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Cos φ = Faktor Daya

2.5 *Internet of Things (IOT)*

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen³

Internet Of Things atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung. misalnya CCTV yang terpasang di sepanjang jalan dihubungkan dengan koneksi internet dan disatukan di ruang kontrol yang jaraknya mungkin puluhan kilometer. atau sebuah rumah cerdas yang dapat dikontrol lewat smartphone dengan bantuan koneksi internet. pada dasarnya perangkat IoT terdiri dari sensor sebagai media pengumpul data sambungan internet sebagai media komunikasi dan server sebagai pengumpul informasi yang diterima sensor dan untuk analisa.

Ide awal *Internet of Things* pertama kali dimunculkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 di salah satu presentasinya. Kini banyak perusahaan besar mulai

³ Yoyon Efendi. 2018. "*Internet of Things (IOT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry PI Berbasis Mobile*". Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, Vol. 4, No. 1.

mendalami *Internet of Things* sebut saja Intel, *Microsoft*, *Oracle*, dan banyak lainnya.

Banyak yang memprediksi bahwa pengaruh *Internet of Things* adalah “ the next big thing ” di dunia teknologi informasi, hal ini karena IoT menawarkan banyak potensi yang bisa digali. Contoh sederhana manfaat dan implementasi dari *Internet of Things* misalnya adalah kulkas yang dapat memberitahukan kepada pemiliknya via SMS atau *email* tentang makanan dan minuman apa saja yang sudah habis dan harus distok lagi.

1. Cara Kerja *Internet of Things* (IOT)

Konsep IoT ini sebetulnya cukup sederhana dengan cara kerja mengacu pada 3 elemen utama padaarsitektur IoT, yakni: Barang Fisik yang dilengkapi modul IoT, Perangkat Koneksi ke Internet seperti Modem dan *Router Wireless Speedy* seperti di rumah anda, dan Cloud Data Center tempat untuk menyimpan aplikasi beserta data base.



Gambar 2.1 Konsep IoT

Dasar prinsip kerja perangkat IoT adalah benda di dunia nyata diberikan identitas unik dan dapat dikali di sistem komputer dan dapat di representasikan dalam bentuk data di sebuah sistem komputer. Pada awal-awal implementasi gagasan IoT pengenalan yang digunakan agar benda dapat diidentifikasi dan dibaca oleh komputer adalah dengan menggunakan kode batang (*Barcode*), Kode QR (QR Code) dan Identifikasi Frekuensi Radio (RFID). Dalam perkembangannya sebuah benda dapat diberi pengenalan berupa IP address dan menggunakan jaringan internet untuk bisa berkomunikasi dengan benda lain yang memiliki pengenalan IP address.

Cara Kerja *Internet of Things* yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internetlah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung.

2. Implementasi *Internet of Things* (IoT)

Mesin dibuat agar pekerjaan manusia menjadi lebih mudah, pada awalnya mesin dibuat hanya untuk membantu manusia dan dioperasikan secara manual, lambat laun mesin bisa berjalan sendiri (otomatis) , tetapi dalam perkembangannya pemanfaatan mesin sebagai alat dalam sebuah sistem akan menemui kendala jika sudah menyangkut jarak dan waktu. dengan jarak yang begitu jauh maka mesin tidak akan bisa berinteraksi dengan mesin yang lain, untuk mengatasi hal inilah diterapkan gagasan internet of things dimana semua mesin dengan pengenal IP address dapat menggunakan jaringan internet sebagai media komunikasi (Saling bertukar data).

Tabel 2.1. Penerapan Internet of Things

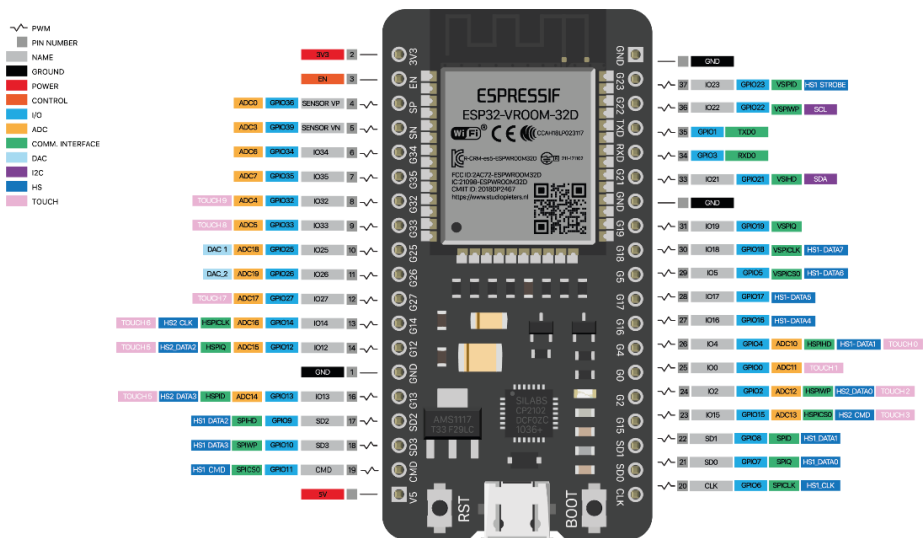
<p>Implementasi IoT Dalam Bidang Keamanan</p>	<p>Pengamanan menggunakan kamera CCTV di rumah, jalan dangedung dapat dikontrol dimana saja</p>
<p>Implementasi IoT Dalam Bidang Property</p>	<p>eskalator, sistem pendingin gedung, sistem keamanan, CCTV, sistem administrasi, kelistrikan, instalasi saluran air dan gas dan lain sebagainya</p>

Implementasi IoT dalam bidang Medis

pemasangan sensor detakjantung dan sensor yang lain pada pasien yang terhubung ke ruang pusat kontrol untuk memonitor keadaan pasien secara otomatis dan memberikan peringatan jika terjadi hal buruk,sistem pembayaran rumah sakit dll.

2.6 Modul ESP32

ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakanpenerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam *chip* sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Terlihat pada gambar 2.2 merupakan pinout dari ESP32. Pin tersebut dapat dijadikan input atau output untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakan motor DC.



Gambar 2.2 Modul ESP32

Tabel 2.2 Perbedaan ESP32 dengan mikrokontroler lain

Spesifikasi	Arduino Uno	ESP8266	ESP32
Tegangan	5 Volt	3.3 Volt	3.3Volt
CPU	ATmega328-16MHz	Xtensa single core L106 - 60 MHz	Xtensa dual core LX6 - 160MHz
Arsitektur	8 bit	32 bit	32 bit
Flash Memory	32kB	16MB	16MB
SRAM	2kB	160kB	512kB
GPIO Pin (ADC/DAC)	14 (6/-)	17 (1/-)	36 (18/2)
Bluetooth	Tidak ada	Tidak ada	Ada
WiFi	Tidak ada	Ada	Ada
SPI/I2C/UART	1/1/1	2/1/2	4/2/2

Terlihat perbedaan yang menjadi keunggulan mikrokontroler ESP32 dibanding dengan mikrokontroler yang lain, mulai dari *pin out* nya yang lebih banyak, *pin* analog lebih banyak, memori yang lebih besar, terdapat bluetooth 4.0 *low energy* serta tersedia WiFi yang memungkinkan untuk mengaplikasikan Internet of Things dengan mikrokontroler ESP32.

2.7 Modul Sensor *Smart Energy Meter*

Sensor adalah sebuah perangkat canggih yang sering digunakan untuk mendeteksi dan merespon sinyal listrik atau optik. Sebuah sensor akan mengkonversi parameter fisik (misalnya: suhu, tekanan darah, kelembapan, kecepatan, dll) menjadi sinyal yang dapat diukur secara elektrik. Sebagai contoh: merkuri dalam termometer kaca dan cairan benang dapat mengkonversi suhu sehingga dapat naik-turun sesuai dengan suhu sensor. Ada beberapa kriteria untuk memilih sensor. Ada fitur tertentu yang harus dipertimbangkan ketika kita memilih sebuah sensor. Kriteria-kriteria tersebut adalah Akurasi, Kondisi Lingkungan, Range atau Batas Pengukuran, Kalibrasi, Resolusi, Biaya dan Pengulangan. Serta

sensor mempunyai berbagai klasifikasi, yaitu kuantitas masukan primer (ukur), prinsip Transduksi, material teknologi, *property* dan aplikasi. Prinsip transduksi adalah kriteria dasar yang diikuti oleh pendekatan yang efisien. Biasanya kriteria bahan dan teknologi dipilih dalam kelompok rekayasa pembangunan.⁴

PZEM-004T adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, daya, *frekuensi*, *energy* dan *power factor*. Dengan kelengkapan fungsi ini, maka modul PZEM-004T sangat ideal untuk digunakan sebagai proyek maupun eksperimen alat pengukur daya pada sebuah jaringan listrik seperti rumah atau gedung. Modul PZEM-004T diproduksi oleh sebuah perusahaan bernama Peacefair, ada yang model 10 ampere dan 100 ampere.



Gambar 2.3 Sensor PZEM-004t

Perbedaan antara PZEM-004T V2.0 dan PZEM-004T V3.0:

1. Pada V2.0 ada tombol untuk *reset energy*.
2. Pada V3.0 fungsi untuk *reset energy* menggunakan *software*, karenanya sudah tidak ada tombol *push button* untuk *reset energy*.
3. V3.0 merupakan *upgrade* versi V2.0 sehingga tingkat akurasi lebih baik.
4. Waktu konversi/pembacaan pada V3.0 lebih cepat dibandingkan V2.0.
5. *Protocol* yang digunakan untuk komunikasi data sudah berbeda antara keduanya

⁴ Christin Thersia Lumbantobing. 2020. "Rancang Bangun Monitoring Pemakaian Energi Listrik Maksimal 1000W Berbasis Smartphone Android Via Wifi"



Gambar 2.4 PZEM-004T V2.0 (Kiri) dan Pzem-004T V3.0 (Kanan)

Selain PZEM-004T V2.0 dan PZEM-004T V3.0 ada juga PZEM-004T 100 ampere yang menggunakan *Current Transformer* model *split core*. Karena menggunakan *split core* maka tentu saja memiliki keunggulan dalam kemudahan penggunaannya karena bisa langsung dipasang pada kabel jaringan listrik yang sudah terpasang tanpa harus melepas kable listrik tersebut.



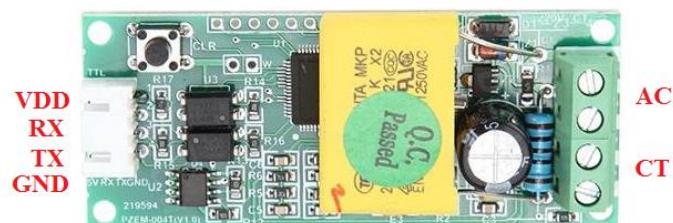
Gambar 2.5 PZEM-004T CT *Split Core*

Untuk spesifikasi PZEM-004T itu sendiri:

1. *Working voltage* : 80 ~ 260VAC.
2. *Rated power* : 100A/22000W.
3. *Working Frequency*: 45-65Hz.

4. *Measurement accuracy:* 1.0.

Sensor PZEM-004T adalah sensor yang dapat mengukur arus, tegangan, *power* dan *energy* dari arus AC. Sensor ini mengeluarkan *output* dengan komunikasi serial. Jika dihubungkan dengan arduino maka komunikasi yang digunakan adalah komunikasi serial. Sensor PZEM-004T cukup mudah digunakan karena outputnya langsung bias dibaca, baik berupa arus, tegangan, power maupun energi. Untuk kekurangan sensor ini sendiri tidak mampu membaca arus AC dengan ketelitian mili Ampere. Modul PZEM-004T adalah sebuah modul sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur daya, tegangan, arus dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Modul ini sudah dilengkapi dengan sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi. Dalam penggunaannya, alat ini khusus penggunaan dalam ruangan (*indoor*) dan beban yang terpasang tidak diperbolehkan melebihi daya yang sudah ditetapkan. PZEM-004T adalah *hardware* berfungsi untuk mengukur parameter dari tegangan, arus, daya aktif dan konsumsi daya (wh). Pengkabelan dari modul ini memiliki 2 bagian, yaitu dari pengkabelan terminal masukan tegangan dan arus, serta pengkabelan komunikasi serial. Berdasarkan pada kebutuhan, modul ini memiliki papan pin TTL untuk mendukung komunikasi data serial antar *hardware*. Jika pengguna ingin mengkomunikasikan PZEM-004T ini dengan perangkat yang memiliki *port* USB atau RS-232 (seperti komputer), diperlukan lagi kabel converter (TTL ke USB, TTL ke RS232).



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Sensor PZEM-004T

Tabel 2.3 Fungsi Pin Sensor PZEM-004t

NO	PIN	FUNGSI
1	VCC	+5V
2	GND	Ground
3	TX	RX (Software Serial/Hardware Serial)
4	RX	TX (Software Serial/Hardware Serial)

1. Fungsi Sensor PZEM-004t

Modul PZEM-004T terutama digunakan untuk mengukur tegangan AC, arus, daya aktif, frekuensi, factor daya dan energy aktif, modul tanpa fungsi tampilan, dan dibaca melalui interface TTL. Interface TTL dari modul ini adalah interface pasif membutuhkan catu daya eksternal 5V, yang berarti ketika berkomunikasi keempat port harus terhubung (5V, RX, TX, GND) jika tidak ia tidak dapat berkomunikasi. PZEM-004T 10A dengan rentang pengukuran 10A (Built-in Shunt). PZEM-004T 100A dengan rentang pengukuran 100A (External Transformer). Fungsi PZEM-004T yaitu:

- Tegangan
 - a. Rentang Pengukuran : 80~260V.
 - b. Resolusi : 0.1V.
 - c. Ketepatan ukur : 0.5%.
- Arus
 - a. Rentang pengukuran : 0~10A (PZEM-004T 10A);0~100A (PZEM-004T100A).
 - b. Mulai mengukur arus : 0.01A (PZEM-004T-10A);0.02A (PZEM-004T-100A).

- c. Resolusi : 0.001A.
- d. Ketepatan ukur : 0.5%.
- Daya
 - a. Rentang pengukuran : 0~2.3kW (PZEM-004T-10A);0~23kW (PZEM-004T100A).
 - b. Mulai mengukur daya : 0.4W.
 - c. Resolusi : 0.1W.
 - d. Format tampilan :
 - <1000W, ini menampilkan satu desimal, seperti: 999.9W
 - ≥1000W, ini hanya menampilkan integer, seperti: 1000W
- Faktor Daya
 - a. Rentang pengukuran : 0.00~1.00
 - b. Resolusi : 0.01
 - c. Ketepatan ukur : 1%.
- Frekuensi
 - a. Rentang pengukuran : 45Hz~65Hz.
 - b. Resolusi : 0.1Hz.
 - c. Ketepatan ukur : 0.5%.
- Energi
 - a. Rentang pengukuran : 0~9999.99kWh.
 - b. Resolusi : 1kWh.
 - c. Ketepatan ukur : 0.5%.
 - d. Format tampilan :
 - <10kWh, unit display adalah Wh (1kWh=1000Wh), seperti :

9999Wh

$\geq 10\text{kWh}$, unit display adalah kWh, seperti : 9999.99kWh.

e. Reset energy : gunakan perangkat lunak untuk mereset.

2. Prinsip Kerja Sensor PZEM-004t

PZEM-004T adalah sensor untuk mengukur tegangan, arus dan daya aktif yang dapat dihubungkan melalui nodemcu ataupun platform opensource lainnya. Dimensi fisik dari papan PZEM-004T adalah 3,1 x 7,4 cm. Modul PZEM-004T dibundel dengan kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100A. Untuk dapat bekerja modul sensor PZEM- 004T dihubungkan dengan sumber tegangan AC sehingga nilai daya dan energy listrik dapat diketahui oleh modul sensor PZEM-004T tersebut. Sesuai *datasheet*, modul sensor PZEM-004T memiliki prinsip kerja yaitu bekerja pada tegangan 80~260VAC, tegangan test yaitu 80~260VAC, daya 100A/22.000W, dan frekuensi 45~65Hz.

2.8 Modul Relay Magnetik

Modul relay pada dasarnya adalah saklar (*switch*) yang menyambungkan atau memutus kontak tegangan sambung secara mekanik jika diberi tegangan listrik maka relay akan bekerja dan relay akan langsung menutup (terhubung), jika relay tidak mendapatkan tegangan maka relay tidak dapat beroperasi (terputus). Karena relay bersifat *normaliclose* (NC) dan normali (NO). Fungsi Relay ialah :

1. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah.
2. Menjalankan fungsi logika(logic function).
3. Memberikan fungsi penundaan waktu (delay time function).
4. Melindungi motor atau komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau korsleting.



Gambar 2.7 Modul Relay 1 Channel 5Volt⁵

Karena Relay merupakan salah satu jenis dari Saklar, maka istilah Pole dan Throw yang dipakai dalam Saklar juga berlaku pada Relay. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai Istilah Pole and Throw :

- Pole : Banyaknya Kontak (Contact) yang dimiliki oleh sebuah relay
- Throw : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak (Contact)

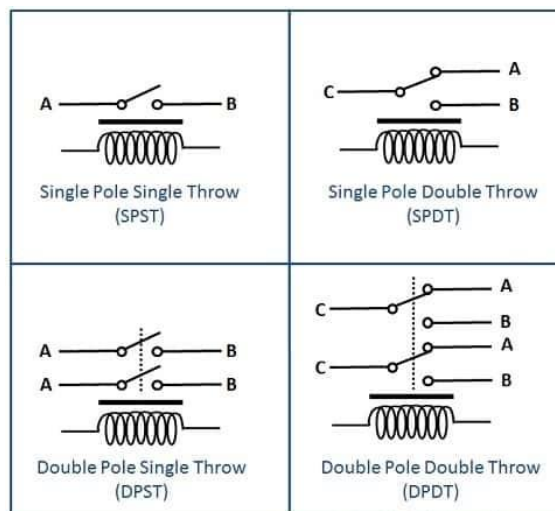
Berdasarkan penggolongan jumlah Pole dan Throw-nya sebuah relay, maka relay dapat digolongkan menjadi :

- *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

⁵ Sumber “<https://www.bibli.com/p/relay-1-channel-5v-for-arduino-raspi/ps--KLR-70002-00001>” Diakses Pada Tanggal 13 Juli 2022 Pukul 01:57 WIB

2 Terminal lainnya untuk Coil.

Selain Golongan Relay diatas, terdapat juga Relay-relay yang Pole dan Throw-nya melebihi dari 2 (dua). Misalnya 3PDT (Triple Pole Double Throw) ataupun 4PDT (Four Pole Double Throw) dan lain sebagainya. Untuk lebih jelas mengenai Penggolongan Relay berdasarkan Jumlah Pole dan Throw, silakan lihat gambar dibawah ini :



Gambar 2.8 Jenis Relay

1. Spesifikasi Relay 1 Channel⁶

Tabel 2.4 Spesifikasi Relay 1 Channel

Relay
1 channel output
Tegangan suplai 5 – 7.5 VDC
Dilengkapi dengan high-current relay: 250VAC 10A; 30VDC 10A
Optocoupler sebagai pengaman
Dilengkapi LED indikator

⁶ IA Nugraha. 2019. “<http://repository.untag-sby.ac.id/9355/3/BAB%202.pdf>”. Diakses Pada Tanggal 13 Juli Pukul 01:20 WIB.

Antarmuka TTL Logic, dapat langsung di koneksi dengan mikrokontroler
Active Low (bekerja pada posisi LOW) low Triggered
Standard interface that can be controlled directly by microcontroller (Arduino, 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, MSP430, TTL logic)

Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan Relay adalah sakelar elektro mekanik yang dioperasikan berdasarkan gaya magnetik yang dihasilkan oleh arus listrik. Perbedaan yang sangat jelas antara sakelar manual dan relay adalah cara pengoperasiannya dimana relay bekerja saat menerima sinyal atau arus listrik pada terminal kontrolnya sehingga relay menghasilkan gaya magnet yang bekerja menggerakkan kontak operasi yang menghubungkan atau memutus aliran listrik yang terhubung dengan relay tersebut, sedangkan sakelar manual juga bekerja untuk menghubungkan atau memutus aliran listrik yang terhubung dengan sakelar namun dioperasikan secara manual atau fisik.

2.9 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan salah satu perangkat penampilyang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil CRT (Cathode Ray Tube), yang sudah berpuluh- puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik monokrom (hitam dan putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan lebih keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya, CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan.

Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah, konsumsi daya yang relatif kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan (menurutku), ketika berlama2 didepan monitor, monitor CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan CRT. LCD (*Liquid Crystal Display*) sendiri merupakan suatu layar pasif, yang didalamnya terdapat kristal cair. Di pasaran sendiri ada dua

macam jenis LCD yaitu jenis monokrom, yang biasa dipakai seperti pada jam digital, berbagai macam alat ukur, dan yang kedua adalah yang jenis warna yang biasa digunakan untuk monitor. Pada alat ini, display yang digunakan adalah LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2. Untuk blok ini tidak ada komponen tambahan karena mikrokontroler dapat memberi data langsung ke LCD, pada LCD Hitachi – M1632 sudah terdapat driver untuk mengubah data ASCII output mikrokontroler menjadi tampilan karakter.



Gambar 2.9 Liquid Crystal Display

LCD memanfaatkan *silicon* atau *gallium* dalam bentuk Kristal cair sebagai pemancar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang latar (*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan.

Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa mikro ampere), sehingga alat atau system menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah di bawah terang sinar matahari. Di bawah sinar cahaya yang remang-remang dalam kondisi gelap, sebuah lampu (berupa LED) harus dipasang

dibelakang layar tampilan. LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 2 baris tampilan pada display.

Keuntungan dari LCD ini adalah :

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.
2. Mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 8bit data dan 3 bit control.
3. Ukuran modul yang proporsional.
4. Daya yang digunakan relative sangat kecil.

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat yaitu :

1. Instruksi mengakses proses internal.
2. Instruksi menulis data.
3. Instruksi membaca kondisi sibuk.
4. Dan instruksi membaca data.

ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah *Display Clear*, *Cursor HOME*, *Display ON/OFF*, *Display Character Blink*, *Cursor Shift*, dan *Display Shift*.

Tabel 2.5 Pinout *Liquid Crsytal Display* (LCD)

Pin No	Keterangan	Konfigurasi Hubung
1	GND	Ground
2	VCC	Tegangan +5VDC
3	VEE	Ground
4	RS	Kendali RS
5	RW	Ground
6	E	Kendali E/Enable

7	D0	Bit 0
8	D1	Bit 1
9	D2	Bit 2
10	D3	Bit 3
11	D4	Bit 4
12	D5	Bit 5
13	D6	Bit 6
14	D7	Bit 7
15	A	Anoda (+5VDC)
16	K	Katoda (Ground)

Lapisan film yang berisi Kristal cair diletakkan di antara dua lempeng kaca yang telah ditanami elektroda logam transparan. Saat tegangan disatukan pada beberapa pasang elektroda, molekul-molekul Kristal cair akan menyusun diri agar cahaya yang mengenainya akan dipantulkan atau diserap. Dari hasil pemantulan ataupun penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk pola huruf, angka, atau gambar sesuai bagian yang diaktifkan. LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sangat populer untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrument elektronika lain seperti *Global Positioning system (GPS)*, multimeter digital. LCD umumnya dikemas dalam bentuk DIP dan mempunyai kemampuan untuk menampilkan beberapa kolom dan baris dalam satu panel. Untuk membentuk pola, baik karakter maupun gambar pada kolom dan baris secara bersamaan digunakan metode *Screening*.

Metode screening adalah mengaktifkan daerah perpotongan suatu kolom dan suatu baris secara bergantian dan cepat sehingga seolah-olah aktif semua. Penggunaan metode ini dimaksudkan untuk menghemat jalur yang digunakan untuk mengaktifkan panel LCD. Saat ini telah dikembangkan berbagai jenis LCD, mulai jenis LCD biasa, *Passive Matrix LCD*, hingga *Thin-Film Transistor Active Matrix (TFT-AMLCD)*.

2.10 Power Supply

Power Supply atau catu daya adalah perangkat elektronik yang berfungsi menyuplai atau menyediakan tegangan yang sudah di transformasikan untuk satu atau lebih perangkat yang dibutuhkan agar dapat beroperasi dengan tegangan yang dihasilkan sesuai dengan yang di perlukan oleh perangkat tersebut.

Power suplai dari jenis tegangan yang dihasilkan memiliki 2 jenis yaitu tegangan bolak balik dan tegangan searah dan tegangan yang dihasilkan juga berbeda-beda disesuaikan dari kebutuhan peralatan yang digunakan. Pada perancangan alat ini digunakan tegangan searah (DC) sebesar 5V disesuaikan dengan spesifikasi masing-masing perangkat.



Gambar 2.10 *Power Supply* 220V AC/5V DC

Power supply bekerja dengan prinsip *converter* dengan *output* yang tetap karena mengubah tegangan bolak balik atau AC menjadi searah atau DC dengan *output* tetap sebesar 5V. Menggunakan transformator 220/12V untuk menurunkan tegangan lalu diubah menggunakan 4 buah diode yang terhubung membentuk rangkaian jembatan mengubah tegangan bolak balik menjadi searah dan keluaran arus searah melewati beberapa kapasitor sebagai kompensasi agar keluaran tegangan searah dapat lebih stabil, kemudian tegangan tersebut melewati regulator tegangan sehingga tegangan keluaran yang dihasilkan bernilai konstan.

2.11 *light Emitting diode* (LED)

LED adalah salah satu jenis dioda dengan fungsi khusus. LED digunakan sebagai lampu indicator pada beberapa aplikasi elektronika. LED memiliki konsumsi tegangan rendah, usia pemakaian panjang dan kecepatan penyaklaran

cepat. LED hampir sama dengan dioda biasa. Bedanya, jika pada dioda biasa energi dikeluarkan dalam bentuk panas (disipasi daya) maka pada LED, energinya dikeluarkan dalam bentuk pancaran cahaya.



Gambar 2.11 *Light Emitting Diode (LED)*

Pada dioda berprategangan maju, elektron bebas melintasi persambungan dan jatuh ke dalam lubang (*hole*). Pada saat elektron ini jatuh dari tingkat energi yang lebih tinggi ke tingkat energi yang lebih rendah, ia memancarkan energi. Pada dioda – dioda biasa, energi ini keluar dalam bentuk panas. Tetapi pada dioda pemancar cahaya (*Light Emitting Diode*) energi memancar sebagai cahaya. LED telah menggantikan lampu – lampu pijar dalam beberapa pemakaian karena tegangannya yang rendah, umurnya yang panjang dan *switch* mati-hidupnya yang cepat. Dioda – dioda biasa dibuat dari silikon, yaitu bahan buram yang menghalangi pengeluaran cahaya. LED berbeda. Dengan menggunakan unsur – unsur seperti gallium, arsen dan fosfor. Pabrik dapat menghasilkan LED yang memancarkan cahaya merah, hijau, kuning, biru, jingga atau infra merah (tak tampak). LED yang menghasilkan pemancaran di daerah cahaya tampak amat berguna dalam instrumentasi dan sebagainya.

2.12 Blynk IoT

Blynk merupakan aplikasi yang dirancang untuk *Internet of Things* (IoT). Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat hardware, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain.



Gambar 2.12 *Software* Blynk

Aplikasi Blynk memiliki tiga komponen utama, yaitu Aplikasi (App), Server, dan Libraries. Blynk server berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara smartphone dan hardware. Jenis server biasa menggunakan Blynk Cloud atau server sendiri (private). Widget yang tersedia pada Blynk diantaranya adalah Button, Value Display, History Graph, Twitter, dan Email.

2.13 Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan sebuah software yang digunakan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan mengunggah ke dalam memori mikrokontroler pada Arduino [21]. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan versi yang telah disederhanakan, sehingga menjadi lebih mudah dalam penggunaan. Sebuah kode program Arduino pada umumnya biasa disebut dengan sketch. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE dilengkapi dengan library C/C++ yang biasanya disebut wiring, sehingga operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE dikembangkan dari software processing yang diubah menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman Arduino.

Pada tampilan arduino IDE terdapat beberapa menu yang dibuat untuk mempermudah dalam pemrograman. Berikut fungsi-fungsi pada menu arduino IDE sebagai berikut :

1. Verify

Berfungsi untuk melakukan kompilasi program yang saat dieditor.

2. New

Berfungsi untuk membuat program baru dengan mengosongkan isi jendela editor saat ini.

3. Open

Berfungsi untuk membuka program yang ada dari sistem file.

4. Save

Berfungsi untuk menyimpan program saat ini.

5. Upload

Berfungsi untuk menyalin hasil pemrograman dari komputer ke memori board arduino. Saat melakukan upload, harus melakukan pengaturan jenis arduino dan port com yang digunakan.

6. Serial monitor

Berfungsi untuk melihat hasil pemrograman yang tersimpan dalam memori arduino.

Berikut beberapa hal yang diperlukan dalam pemrograman arduino IDE, diantaranya adalah:

1. Struktur

Struktur bahasa pemrograman pada arduino, terdiri dari dua bagian yaitu `Void setup () { //statement }` `Void loop () { //statement }` `Void setup ()` berfungsi untuk memanggil satu kali ketika program dijalankan. Sedangkan `void loop()` berfungsi untuk mengeksekusi perintah yang akan dijalankan berulang-ulang selama arduino dinyalakan.

2. Syntax

Syntax merupakan bahasa C yang dibutuhkan untuk format penulisan:

- a. `//` (komentar satu baris) digunakan untuk memberi catatan dari kode kode pemrograman yang telah dituliskan. Dengan menuliskan `//` maka apapun yang ditulis di belakangnya akan diabaikan atau tidak akan dibaca oleh program.
- b. `/*.....*/` (komentar banyak baris) berfungsi untuk memberi catatan beberapa garis sebagai komentar

- c. { } atau kurawal berfungsi untuk mendefinisikan blok diagram saat mulai dan berakhir, digunakan juga pada fungsi pengulangan.
- d. ; atau titik koma berfungsi untuk mengakhiri setiap baris kode program yang ditulis .

3. Variabel

Variabel adalah nama yang dibuat dan disimpan dalam mikrokontroler. Variabel memiliki nilai yang berubah-ubah sewaktu-waktu saat program dijalankan sehingga perlu ditentukan jenis tipe datanya. Deklarasi variabel dapat dilakukan dengan memberi nilai awal ataupun dengan tidak memberi nilai awal. Dalam pemrograman dikenal dengan 2 maca variabel, diantaranya yaitu:

- a. Variabel global, berfungsi untuk mendeklarasikan diluar fungsi, dan berlaku secara umum dan dapat diakses dimana saja.
- b. Variabel lokal, berfungsi untuk mendeklarasikan didalam fungsi dan hanya bisa diakses oleh pernyataan yang ada di dalam fungsi.

4. Tipe data

Tipe data yang digunakan dalam program ada bermacam-macam, diantaranya sebagai berikut:

- a. Int (integer), berfungsi untuk menyimpan angka 2 byte atau 16 bit. Tidak memiliki angka desimal, dan dapat menyimpan nilai dari - 23.767 hingga 32767.
- b. Boolean, berfungsi untuk menyimpan nilai benar atau salah.
- c. Long, berfungsi untuk menyimpan angka 4 byte atau (jika data integer tidak mencukupi) yang mempunyai rentan -2.147.482.648 hingga 2.147.483.648.
- d. Float, berfungsi untuk menyimpan angka desimal 4 byte yang mempunyai rentan -3.4028235E+38 sampai 3,40282335+38.
- e. Char atau karakter berfungsi untuk menyimpan 1 karakter byte dari RAM

5. Operator matematika

Operator matematika yang digunakan untuk memanipulasi angka (seperti matematika sederhana)

- a. Sama dengan ($=$), berfungsi untuk membuat sesuatu menjadi sama dengan nilai yang lain.
- b. Persen ($\%$), berfungsi menghasilkan sisa dari hasil pembagian suatu angka.
- c. Tambah ($+$), sebagai operasi penambahan.
- d. Kurang ($-$), sebagai operasi pengurangan.
- e. Asteris ($*$), sebagai operasi perkalian.
- f. Garis miring ($/$), sebagai operasi pembagian

6. Operasi Pembanding

- a. $==$ (sama dengan)
- b. $!=$ (tidak sama dengan)
- c. $<$ (lebih kecil dari)
- d. $>$ (lebih besar dari)
- e. \leq (lebih kecil sama dengan)
- f. \geq (lebih besar sama dengan)
- g. $!$ (boolean not)
- h. $\&\&$ (boolean and)
- i. $\|\|$ (boolean or)

7. Struktur pengaturan

- a. If....else dengan format seperti dibawah :

If (kondisi) {.....}

Else if (kondisi) {.....}

Else {.....}

Program tersebut dapat digunakan untuk menentukan suatu kondisi, dan saat kondisi telah terpenuhi maka akan dilaksanakan sesuai dengan perintah yang telah ditentukan. Begitu juga saat kondisinya tidak terpenuhi.

b. Switch

Pernyataan switch yaitu sebuah variabel yang beurutan diuji oleh beberapa konstanta bilangan bulat atau karakter sintaks perintah switch

c. Looping

Yaitu pengulangan satu atau bebrapa perintah hingga mencapai keadaan tertentu. Berikut beberapa perintah looping, diantaranya:

- 1) For.....
- 2) While.....
- 3) Do.....while.....

8. Kode digital

Kode digital berfungsi untuk mengatur pin-pin digital pada arduino

a. PinMode (Pin,mode)

Kode ini befungsi untuk mengatur mode pin. Pin disini merupakan nomor pin yang akan digunakan pada board arduino uno, yang terdapat pada pin digital 0 hingga 13, dan mode sendiri dapat berupa input ataupun output.

b. DigitalWrite (pin,value)

Kode ini berfungsi untuk pin input yang membaca nilai sensor yang ada pada pin. Nilai sebatas 1 atau 0, benar atau salah.

c. DigitalRead (pin)

Kode ini digunakan sebagai pin input, dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai HIGH (+5V) atau LOW (ground)

9. Kode analog

Digunakan saat menggunakan pin analog pada arduino. Pin analog dimulai dari A0 hingga A5. Dan hanya dapat digunakan sebagai input. Dalam penulisan program tidak perlu menuliskan pinMode pada avoid setup.

a. analogRead (pin)

Digunakan saat pin analog ditetapkan sebagai input, dapat membaca keluaran voltasenya. Keluaran berupa angka 0 untuk 0V dan 1024 untuk 5V



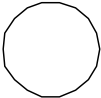
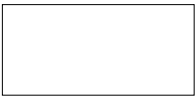
b. `analogWrite` (pin).

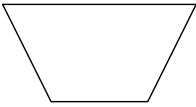
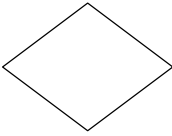
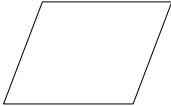
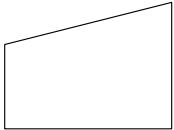
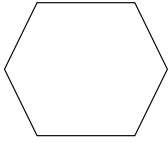

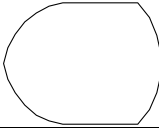
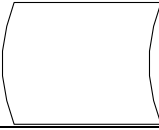
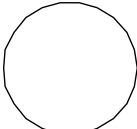
Digunakan untuk beberapa pin arduino yang mendukung PWM yaitu pada pin 3, 5, 6, 9, 10, 11. Dapat merubah pin on atau off dengan cepat sehingga dapat berfungsi layaknya keluaran analog. Nilai pada format kode tersebut adalah angka antara 0 (0% duty cycle ~ 0 V) dan 255 (100% duty cycle ~ 5 V).

2.14 Teori Dasar Flowchart

Flowchart atau diagram alir merupakan sebuah diagram dengan symbol-symbol grafis yang menyatakan aliran algoritma atau proses yang menampilkan langkah-langkah yang disimbolkan dalam bentuk kotak, beserta urutannya dengan menghubungkan masing-masing langkah tersebut menggunakan tanda panah.

Tabel 2.6 Simbol *Flowchart*

No	Simbol	Keterangan
1.		Yaitu simbol yang digunakan untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lain. Simbol ini disebut juga connecting line.
2.		Yaitu simbol untuk permulaan (start) atau akhir (stop) dari suatu kegiatan.
3.		Yaitu simbol untuk keluar – masuk atau penyambungan proses dalam lembar / halaman yang sama.
4.		Simbol yang menunjukkan pengolahan yang dilakukan oleh komputer.

5.		Simbol yang menunjukkan pengolahan yang tidak dilakukan oleh komputer.
6.		Simbol pemilihan proses berdasarkan kondisi yang ada.
7.		Simbol yang menyatakan proses input dan output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya.
8.		Simbol untuk pemasukan data secara manual on-line keyboard.
9.		Simbol untuk mempersiapkan penyimpanan yang akan digunakan sebagai tempat pengolahan di dalam storage.
10.		Simbol untuk pelaksanaan suatu bagian (sub-program)/prosedure.
11.		Simbol yang menyatakan peralatan output yang digunakan yaitu layar, plotter, printer dan sebagainya.
12.		Simbol yang menyatakan input yang berasal dari disk atau disimpan ke disk.
13.		Simbol yang menyatakan input berasal dari pita magnetik atau output disimpan ke pita magnetik.



14.		Simbol yang menyatakan input berasal dari pita magnetik atau output disimpan ke pita magnetik.
15.		Simbol yang menyatakan input berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau output dicetak ke kertas.

Diagram ini memberi solusi selangkah demi selangkah untuk penyelesaian masalah yang ada di dalam proses atau algoritma tersebut. Flowchart disusun dengan symbol - simbol. Simbol ini dipakai sebagai alat bantu menggambarkan proses di dalam program.

