

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah prosesor yang digunakan untuk kepentingan kontrol. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer mainframe, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan intruksi-intruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programmer*. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh *programmer*. Menurut Sumardi (2013:1).

Beberapa fitur yang umumnya ada di dalam mikrokontroler adalah sebagai berikut:

1. ROM (*Read Only Memory*)

ROM berfungsi untuk tempat penyimpanan variabel. Memori ini bersifat *volatile* yang berarti akan kehilangan semua datanya jika tidak mendapat catu daya.

2. RAM (*Random Access Memory*)

RAM digunakan oleh mikrokontroler untuk tempat penyimpanan program yang akan diberikan oleh *user*.

3. Register

Register merupakan tempat penyimpanan nilai-nilai yang akan digunakan dalam proses yang telah disediakan oleh mikrokontroler.

4. *Special Function Register*

Special Function Register merupakan register khusus yang berfungsi untuk mengatur jalannya mikrokontroler. Register ini terletak pada RAM.

5. Input dan Output Pin

Pin input adalah bagian yang berfungsi sebagai penerima signal dari luar, pin ini dapat dihubungkan ke berbagai media inputan seperti *keypad*, sensor, dan sebagainya. Pin output adalah bagian yang berfungsi untuk mengeluarkan signal dari hasil proses algoritma mikrokontroler.

6. Interupt

Interupt adalah bagian mikrokontroler yang berfungsi sebagai bagian yang dapat melakukan interupsi, sehingga ketika program utama sedang berjalan, program utama tersebut dapat di interupsi dan menjalankan program interupsi terlebih dahulu.

Beberapa interupt pada umumnya adalah sebagai berikut:

1. Interupt eksternal

Interupt akan terjadi bila ada inputan dari pin interupt.

2. Interupt timer

Interupt akan terjadi bila waktu tertentu telah tercapai.

3. Interupt serial

Interupt yang terjadi ketika ada penerimaan data dari komunikasi serial.

Rata-rata mikrokontroler memiliki instruksi manipulasi bit, akses ke I/O secara langsung dan mudah, dan proses interupt yang cepat dan efisien. Dengan kata lain mikrokontroler adalah "Solusi satu Chip" yang secara drastis mengurangi jumlah komponen dan biaya desain (harga relatif murah) (bem.ilkom.unsri.ac.id:2011).

2.2 Fitur AVR ATMega328

ATMega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*).

Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain:

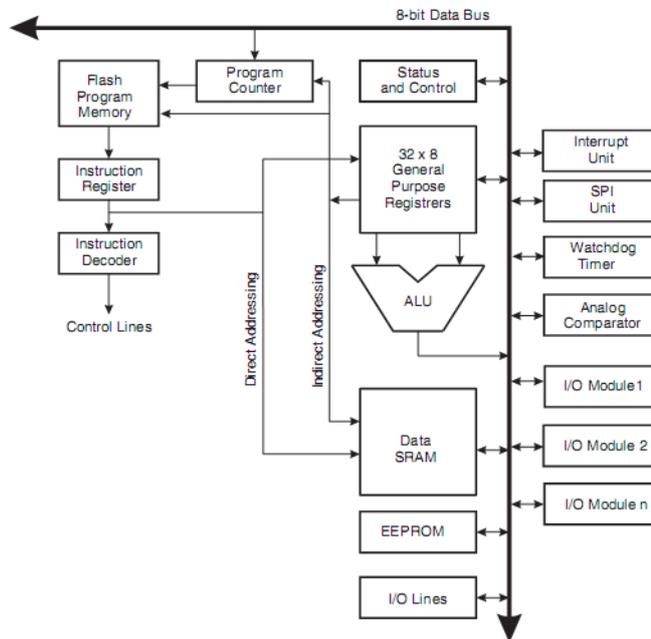
1. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
2. 32 x 8-bit register serba guna.
3. Kecepatan mencapai 16 MPS dengan *clock* 16 MHz.
4. 32 KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2KB dari flash memori sebagai *bootloader*. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1 KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
5. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin, 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
6. *Master / Slave SPI Serial interface*.

Mikrokontroler ATmega328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu 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 satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi-instruksi dapat dieksekusi dalam satu siklus *clock*.

32 x 8-bit register serbaguna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Aritmatika Logic Unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31).

Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register serbaguna diatas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register control Timer / Counter, Interupsi, ADC, USART, SPI,

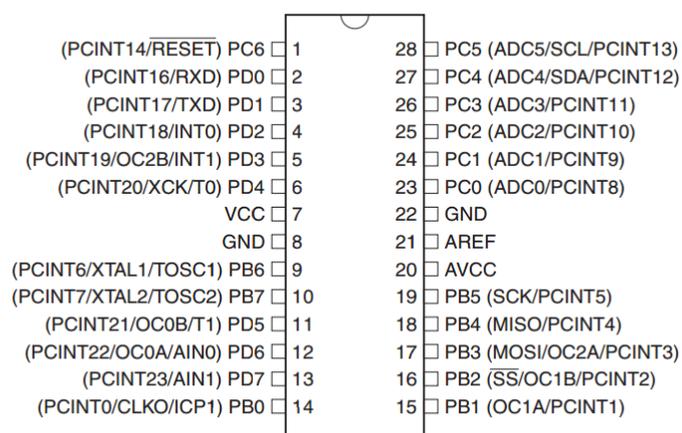
EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register-register ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0xFh. (repository.usu.ac.id:2012).



Gambar 2.1 Architecture ATmega328

(Sumber: ejournal.unsrat.ac.id)

2.3 Konfigurasi PIN ATmega328



Gambar 2.2 Konfigurasi PIN ATmega328

(Sumber: Syahid, 2012 : 34)

Tabel 2.1 Konfigurasi Port B

Port Pin	Alternate Functions
PB7	XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2) PCINT7 (Pin Change Interrupt 7)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1) PCINT6 (Pin Change Interrupt 6)
PB5	SCK (SPI Bus Master clock Input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5)
PB4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) OC2A (Timer/Counter2 Output Compare Match A Output) PCINT3 (Pin Change Interrupt 3)
PB2	\overline{SS} (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output) PCINT2 (Pin Change Interrupt 2)
PB1	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare Match A Output) PCINT1 (Pin Change Interrupt 1)
PB0	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Input) CLKO (Divided System Clock Output) PCINT0 (Pin Change Interrupt 0)

Tabel 2.2 Konfigurasi Port C

Port Pin	Alternate Function
PC6	\overline{RESET} (Reset pin) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14)
PC5	ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (2-wire Serial Bus Clock Line) PCINT13 (Pin Change Interrupt 13)
PC4	ADC4 (ADC Input Channel 4) SDA (2-wire Serial Bus Data Input/Output Line) PCINT12 (Pin Change Interrupt 12)
PC3	ADC3 (ADC Input Channel 3) PCINT11 (Pin Change Interrupt 11)
PC2	ADC2 (ADC Input Channel 2) PCINT10 (Pin Change Interrupt 10)
PC1	ADC1 (ADC Input Channel 1) PCINT9 (Pin Change Interrupt 9)
PC0	ADC0 (ADC Input Channel 0) PCINT8 (Pin Change Interrupt 8)

Tabel 2.3 Konfigurasi Port D

Port Pin	Alternate Function
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) PCINT23 (Pin Change Interrupt 23)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) OC0A (Timer/Counter0 Output Compare Match A Output) PCINT22 (Pin Change Interrupt 22)
PD5	T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input) OC0B (Timer/Counter0 Output Compare Match B Output) PCINT21 (Pin Change Interrupt 21)
PD4	XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input) PCINT20 (Pin Change Interrupt 20)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input) OC2B (Timer/Counter2 Output Compare Match B Output) PCINT19 (Pin Change Interrupt 19)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input) PCINT18 (Pin Change Interrupt 18)
PD1	TXD (USART Output Pin) PCINT17 (Pin Change Interrupt 17)
PD0	RXD (USART Input Pin) PCINT16 (Pin Change Interrupt 16)

2.4 Komunikasi Serial Mikrokontroler

Komunikasi serial adalah komunikasi yang pengiriman data per-bit secara berurutan dan bergantian. Komunikasi ini mempunyai kelebihan yaitu hanya membutuhkan satu jalur dan kabel yang sedikit dibandingkan dengan komunikasi paralel. Pada prinsipnya komunikasi serial merupakan komunikasi dimana pengiriman data dilakukan per-bit sehingga lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel, atau dengan kata lain komunikasi serial merupakan salah satu metode komunikasi data dimana hanya satu bit data yang dikirimkan melalui seuntai kabel pada satu waktu tertentu. Pada dasarnya komunikasi serial adalah kasus khusus komunikasi paralel dengan nilai $n = 1$, atau dengan kata lain adalah suatu bentuk komunikasi paralel dengan jumlah kabel hanya satu dan hanya mengirimkan satu bit data secara simultan. Hal ini dapat disandingkan dengan komunikasi paralel yang sesungguhnya dimana n -bit data dikirimkan bersamaan, dengan nilai umumnya $8 \leq n \leq 128$.

Komunikasi serial ada dua macam, *asynchronous* serial dan *synchronous* serial. *Synchronous* serial adalah komunikasi dimana hanya ada satu pihak (pengirim atau penerima) yang menghasilkan *clock* dan mengirimkan *clock* tersebut bersama-sama dengan data. Contoh penggunaan *synchronous* serial terdapat pada transmisi data keyboard. *Asynchronous* serial adalah komunikasi dimana kedua pihak (pengirim dan penerima) masing-masing menghasilkan *clock* namun hanya data yang ditransmisikan, tanpa *clock*. Agar data yang dikirimkan sama dengan data yang diterima, maka kedua frekuensi *clock* harus sama dan harus terdapat sinkronisasi. Setelah adanya sinkronisasi, pengirim akan mengirimkan datanya sesuai dengan frekuensi *clock* penerima. Contoh penggunaan *asynchronous* serial adalah pada *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART) yang digunakan pada serial port (COM) komputer.

Antarmuka kanal serial lebih kompleks/sulit dibandingkan dengan antarmuka melalui kanal paralel, hal ini disebabkan karena :

1. Dari segi perangkat keras : adanya proses konversi data paralel menjadi serial atau sebaliknya menggunakan piranti tambahan yang disebut UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*).
2. Dari segi perangkat lunak : lebih banyak register yang digunakan atau terlibat.

Namun disisi lain antarmuka kanal serial menawarkan beberapa kelebihan dibandingkan secara paralel, antara lain :

1. Kabel untuk komunikasi serial bisa lebih panjang dibandingkan dengan paralel; data-data dalam komunikasi serial dikirimkan untuk logika '1' sebagai tegangan $-3 \text{ s/d } -25 \text{ volt}$ dan untuk logika '0' sebagai tegangan $+3 \text{ s/d } +25 \text{ volt}$, dengan demikian tegangan dalam komunikasi serial memiliki ayunan tegangan maksimum 50 volt. Hal ini menyebabkan gangguan pada kabel-kabel panjang lebih mudah diatasi dibandingkan pada paralel.
2. Jumlah kabel serial lenih sedikit; Anda bisa menghubungkan dua perangkat komputer yang berjauhan dengan hanya 3 kabel untuk konfigurasi null modem, yaitu TxD (saluran kirim), RxD (saluran terima) dan Ground, bayangkan jika digunakan teknik paralel akan terdapat 20 –

25 kabel. Namun pada masing-masing komputer dengan komunikasi serial harus dibayar "biaya" antarmuka serial yang agak lebih mahal.

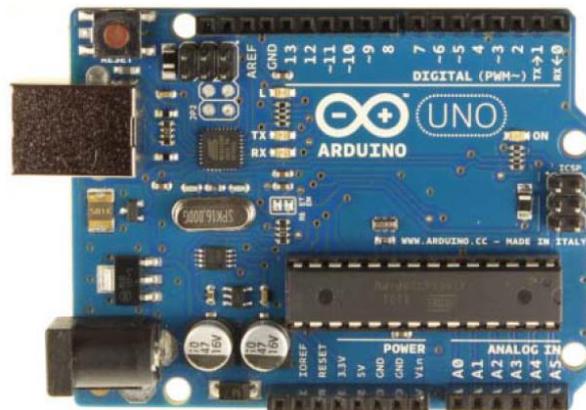
3. Banyaknya piranti saat ini (palmtop, organizer, hand-phone dan lain-lain) menggunakan teknologi inframerah untuk komunikasi data, dalam hal ini peringirman datanya dilakukan secara serial. irDA-1 (spesifikasi inframerah pertama) mampu mengirimkan data dengan laju 115,2 kbps dan konsep komunikasi serial dibantu dengan piranti UART, hanya panjang pulsa berkurang menjadi 3/16 dari standar RS-232 untuk menghemat daya.
4. Untuk teknologi *embedde system*, banyak mikrokontroler yang dilengkapi dengan komunikasi serial (baik seri RISC maupun CISC) atau *Serial Communication Interface* (SCI); dengan adanya SCI yang terpadu pada IC mikrokontroler akan mengurangi jumlah pin keluaran, sehingga hanya dibutuhkan 2 pin utama TxD dan RxD (diluar acuan ground) (arifzakariya:2012).

2.5 Arduino Uno

Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuanya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai USB-to-serial converter untuk komunikasi serial ke computer melalui port USB. Tampak atas dari arduino uno dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Adapun data teknis board Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler : ATmega328
2. Tegangan Operasi : 5V
3. Tegangan Input (recommended) : 7 - 12 V
4. Tegangan Input (limit) : 6-20 V
5. Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
6. Pin Analog input : 6
7. Arus DC per pin I/O : 40 mA
8. Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
9. Flash Memory : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
10. SRAM : 2 KB
11. EEPROM : 1 KB
12. Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz



Gambar 2.3 Arduino Uno

(Sumber: Repository.usu.ac.id)

2.5.1 Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki 10 resistor *pull-up* internal (diputus secara default) sebesar 20-30 KOhm.

Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu:

1. Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data secara serial.
2. External Interrupt: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
3. Pulse-width modulation (PWM): pin 3,5,6,9,10 dan 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.
4. Serial Peripheral Interface (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
5. LED: pin 13, terdapat built-in LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai LOW maka LED akan padam.

Arduino uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara default pin mengukur nilai tegangan dari ground (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated Circuit* (I2C) dengan menggunakan Wire library.

2.5.2 Sumber Daya dan Pin Tegangan Arduino Uno

Arduino uno dapat diberi daya melalui koneksi USB (*Universal Serial Bus*) atau melalui power supply eksternal. Jika arduino uno dihubungkan ke kedua sumber daya tersebut secara bersamaan maka arduino uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. Power supply eksternal dapat berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan ke soket

power pada arduino uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dihubungkan ke baterai dimasukkan kedalam pin GND dan Vin yang berada pada konektor POWER.

Arduino uno dapat beroperasi pada tegangan 6 sampai 20 volt. Jika arduino uno diberi tegangan di bawah 7 volt, maka pin 5V akan menyediakan tegangan di bawah 5 volt dan arduino uno mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak arduino uno. Tegangan rekomendasi yang diberikan ke arduino uno berkisar antara 7 sampai 12 volt.

Pin-pin tegangan pada arduino uno adalah sebagai berikut:

1. Vin adalah pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke arduino uno ketika menggunakan sumber daya eksternal (Selain dari koneksi USB atau sumber daya yang teregulasi lainnya). Sumber tegangan juga dapat disediakan melalui pin ini jika sumber daya yang digunakan untuk arduino uno dialirkan melalui soket power.
2. 5V adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
3. 3V3 adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
4. GND adalah pin ground.

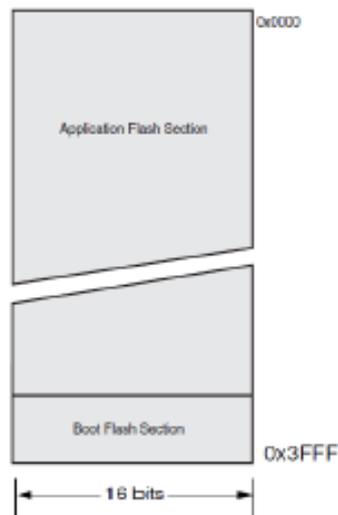
2.5.3 Peta Memori Arduino Uno

Arduino uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Maka peta memori arduino uno sama dengan peta memori pada mikrokontroler ATmega328.

2.5.3.1 Memori Program

ATmega328 memiliki 32K byte *On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Memori *flash* dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program *bootloader* dan aplikasi. *Bootloader* adalah program

kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.

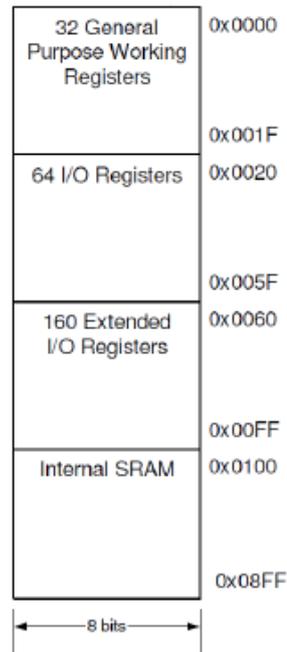


Gambar 2.4 Peta Memori Program ATmega328

(Sumber: Repository.usu.ac.id)

2.5.3.2 Memori Data

Memori data ATmega328 terbagi menjadi 4 bagian, yaitu 32 lokasi untuk register umum, 64 lokasi untuk register I/O, 160 lokasi untuk register I/O tambahan dan sisanya 2048 lokasi untuk data SRAM internal. Register umum menempati alamat data terbawah, yaitu 0x0000 sampai 0x001F. Register I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari 0x0020 hingga 0x005F. Register I/O tambahan menempati 160 alamat berikutnya mulai dari 0x0060 hingga 0x00FF. Sisa alamat berikutnya mulai dari 0x0100 hingga 0x08FF digunakan untuk SRAM internal. Peta memori data dari ATmega 328 dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Peta Memori Program ATmega328

(Sumber: Repository.usu.ac.id)

2.5.3.3 Memori Data EEPROM

Arduino uno terdiri dari 1 Kbyte memori data EEPROM. Pada memori EEPROM, data dapat ditulis/dibaca kembali dan 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 dimulai dari 0x000 hingga 0x3FF.

2.6 Module Wifi ESP8266

ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP.

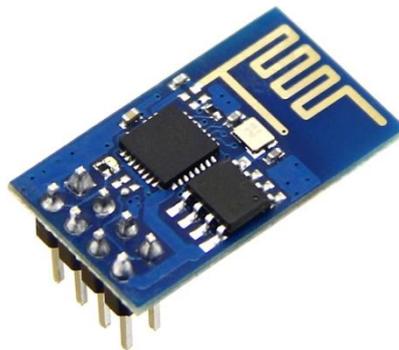
Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dengan memiliki tiga mode wifi yaitu Station, Access Point dan Both (Keduanya). Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang kita gunakan. Sehingga modul ini bisa berdiri sendiri tanpa

menggunakan mikrokontroler apapun karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler.

Firmware default yang digunakan oleh perangkat ini menggunakan AT Command, selain itu ada beberapa Firmware SDK yang digunakan oleh perangkat ini berbasis opensource yang diantaranya adalah sebagai berikut :

1. NodeMCU dengan menggunakan basic programming lua
2. MicroPython dengan menggunakan basic programming python
3. AT Command dengan menggunakan perintah perintah AT command

Untuk pemrogramannya sendiri kita bisa menggunakan ESPlorer untuk Firmware berbasis NodeMCU dan menggunakan putty sebagai terminal control untuk AT Command. Selain itu kita bisa memprogram perangkat ini menggunakan Arduino IDE. Dengan menambahkan *library* ESP8266 pada board manager kita dapat dengan mudah memprogram dengan basic program arduino.



Gambar 2.6 Module Wifi ESP8266

(Sumber: electrician.unila.ac.id)

2.7 Lampu Listrik

Lampu Listrik adalah suatu perangkat yang dapat menghasilkan cahaya saat dialiri arus listrik. Arus listrik yang dimaksud ini dapat berasal tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik terpusat (*Centrally Generated Electric Power*) seperti PLN dan Genset ataupun tenaga listrik yang dihasilkan oleh Baterai dan Aki. Lampu Listrik telah menjadi salah satu alat listrik yang paling penting bagi kehidupan manusia. Dengan adanya lampu listrik, kita dapat

melakukan berbagai kegiatan pada malam hari, memperindah Interior maupun Eksterior rumah, penerang ruangan yang gelap ataupun sebagai Indikator tanda-tanda bahaya. Sebelum ditemukan lampu listrik, manusia pada saat itu menggunakan lilin, lampu minyak dan api unggun sebagai alat penerang pada malam hari.



Gambar 2.7 Lampu Listrik

(Sumber: <http://www.kelistrikanku.com/>)

2.7.1 Jenis-jenis Lampu Listrik

Pada dasarnya lampu listrik dapat dikategorikan dalam tiga jenis yaitu:

1. Lampu Pijar (*Incandescent lamp*)

Lampu Pijar atau disebut juga Incandescent Lamp adalah jenis lampu listrik yang menghasilkan cahaya dengan cara memanaskan Kawat Filamen di dalam bola kaca yang diisi dengan gas tertentu seperti nitrogen, argon, kripton atau hidrogen. Kita dapat menemukan Lampu Pijar dalam berbagai pilihan Tegangan listrik yaitu Tegangan listrik yang berkisar dari 1,5V hingga 300V. Lampu Pijar yang dapat bekerja pada Arus DC maupun Arus AC ini banyak digunakan di Lampu Penerang Jalan, Lampu Rumah dan Kantor, Lampu Mobil, Lampu Flash dan juga Lampu Dekorasi. Pada umumnya Lampu Pijar hanya dapat bertahan sekitar 1000 jam dan memerlukan Energi listrik yang lebih banyak dibandingkan dengan jenis-jenis lampu lainnya. Lampu Halogen juga termasuk dalam kategori jenis Lampu Pijar (*Incandescent lamp*).

2. Lampu Lucutan Gas (*Gas-Discharge Lampu*)

Gas-discharge Lamp atau Lampu Lucutan Gas adalah Lampu Listrik yang dapat menghasilkan cahaya dengan mengirimkan lucutan Elektris melalui gas yang terionisasi. Gas-gas yang digunakan adalah gas mulia seperti argon, neon, kripton dan xenon. Gas-discharge Lamp ini juga memakai bahan-bahan tambahan seperti Merkuri, Natrium dan Halida logam. Lampu jenis ini diantaranya adalah lampu Fluorescent, Lampu Neon, Lampu Xenon Arc dan Mercury Vapor Lamp.

Lampu jenis *Gas-discharge Lamp* yang paling sering kita temukan tentunya adalah Lampu Fluorescent yang dipergunakan sebagai lampu penerang di rumah maupun kantor. Daya tahan lampu Fluorescent adalah sekitar 10.000 jam atau 10 kali lipat lebih tahan daripada Lampu Pijar. Lampu Fluorescent juga lebih hemat Energi jika dibandingkan dengan Lampu Pijar.

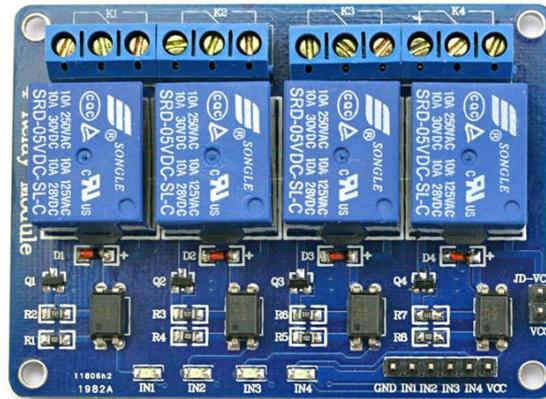
3. Lampu LED (*Light Emitting Diode*)

Lampu LED adalah Lampu listrik yang menggunakan komponen elektronika LED sebagai sumber cahayanya. LED adalah Dioda yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan Tegangan maju. Lampu listrik jenis LED ini memiliki banyak kelebihan seperti lebih hemat energi, lebih tahan lama dan tidak mengandung bahan berbahaya (contohnya Merkuri). Namun Harga Lampu LED lebih mahal jika dibanding dengan Lampu Fluorescent dan Lampu Pijar sehingga penggunaannya masih sangat terbatas. Lampu LED memiliki daya tahan hingga 25.000 jam atau 2,5 kali lipat lebih tahan lama dari Lampu Fluorescent. Jika dibanding dengan Lampu Pijar, Lampu LED lebih tahan lama hingga 25 kali lipat daripada lampu pijar.

2.8 Module Relay

Relay adalah sakelar yang dioperasikan secara elektrik. Relay dipakai ketika sinyal berdaya rendah digunakan untuk mengontrol sebuah rangkaian (isolasi elektrik penuh terjadi antara rangkaian pengontrol dan rangkaian yang dikontrol) atau ketika beberapa sirkuit harus dikontrol oleh satu sinyal. Relay pada mulanya digunakan pada sirkuit telegram jarak jauh, mengulangi sinyal yang

datang dari suatu sirkuit dan mentransmisikan kembali sinyal tersebut ke sirkuit yang lain. Relay digunakan secara luas dalam *switching* telepon dan juga pada komputer mula-mula untuk melakukan operasi logis.

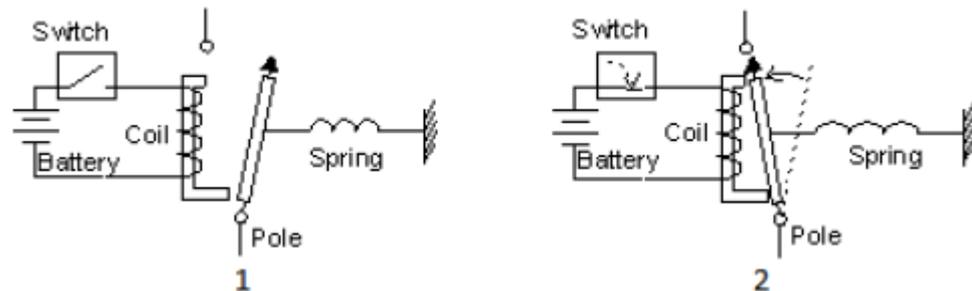


Gambar 2.8 Module Relay 4 Kanal

(Sumber: <https://www.sainsmart.com/>)

Sebuah relay elektromagnetik sederhana terdiri dari kumparan kawat yang membungkus sebuah inti besi, sebuah kuk besi untuk menahan alur flux magnetik, sebuah anker (jangkar) besi yang dapat bergerak dan satu set atau lebih kontak. Anker tergantung pada kuk dan terhubung secara mekanik dengan kontak yang bergerak. Anker ditahan oleh pegas, sehingga ketika relay diputus ada celah udara dalam rangkaian magnetik.

Ketika arus listrik dilewatkan melalui kumparan maka akan dihasilkan medan elektromagnetik yang mengaktifkan anker, dan akibat dari Bergeraknya kontak-yang-bergerak membuat terjadinya penyambungan atau pemutusan (bergantung pada konstruksi) dengan kontak-yang-diam. Ketika arus ke koil diputuskan, anker dikembalikan dengan paksa ke posisi awal, biasanya hal ini dilakukan oleh pegas, tetapi gaya gravitasi juga sering digunakan, umumnya pada starter motor industri. Pada umumnya relay diproduksi agar beroperasi dengan cepat. Pada aplikasi bertegangan rendah hal ini bertujuan untuk mengurangi kebisingan sedangkan pada aplikasi bertegangan tinggi untuk mengurangi terjadinya percikan api.



Gambar 2.9 1. Kumparan tidak diberi arus 2. Kumparan diberi arus

(Sumber: <http://teknikelektronika.com/>)

2.8.1 Fungsi Relay

Fungsi relay, yaitu:

1. Kontrol tegangan tinggi rangkaian dengan sinyal bertegangan rendah, seperti dalam beberapa jenis modem atau audio amplifier.
2. Kontrol sebuah rangkaian arus tinggi dengan sinyal arus rendah, seperti pada solenoid starter pada sebuah mobil.
3. Mendeteksi dan mengisolasi kesalahan pada jalur transmisi dan distribusi dengan membuka dan menutup pemutus rangkaian (perlindungan relay)
4. Isolasi mengendalikan rangkaian dari sebuah rangkaian yang dikontrol ketika kedua rangkaian berada pada potensi yang berbeda, misalnya ketika mengendalikan sebuah perangkat bertenaga utama dari tegangan rendah switch. Yang akhir-akhir sering digunakan untuk mengontrol pencahayaan kantor sebagai kawat tegangan rendah dapat dengan mudah diinstal dan di partisi, yang dapat dipindahkan sesuai kebutuhan sering berubah. Mereka mungkin juga akan dikendalikan oleh hinian kamar detektor dalam upaya untuk menghemat energi listrik.
5. Sebagai logika fungsi. Contohnya sebagai berikut, DAN fungsi boolean direalisasikan dengan menghubungkan relay normal ke kontak terbuka secara seri, maka fungsi ATAU dengan menghubungkan normal kontak terbuka secara paralel. Perubahan atas atau formulir C kontak melakukan

XOR fungsi. Fungsi yang sama untuk NAND dan NOR yang dicapai dengan menggunakan kontak normal tertutup. bahasa pemrograman tangga atau *diagram ladder* biasanya yang sering digunakan untuk merancang jaringan logika relay.

6. Awal komputasi, sebelum tabung vakum dan transistor, relay digunakan sebagai unsur-unsur logis dalam dunia komputer digital.
7. Safeti logika kritis. Karena relay jauh lebih tahan daripada semikonduktor radiasi nuklir, mereka banyak menggunakan relay dalam keselamatan logika kritis, seperti panel kontrol penanganan limbah radioaktif mesin.
8. Waktu tunda fungsi, Relay dapat dimodifikasi untuk menunda pembukaan atau penutupan (sebuah proses) menunda satu set kontak yang sangat singkat (sepersekian detik) penundaan ini akan menggunakan tembaga disk antara angker dan bergerak blade perakitan. Arus yang mengalir dalam disk mempertahankan medan magnet untuk waktu yang sangat singkat, memperpanjang waktu rilis. Untuk sedikit lebih lama (sampai satu menit) keterlambatan, sebuah dashpot dapat digunakan. Sebuah dashpot adalah sebuah piston yang dapat diisi dengan cairan yang diperbolehkan untuk melarikan perlahan-lahan. Jangka waktu dapat divariasikan dengan meningkatkan atau menurunkan laju aliran. Untuk jangka waktu lebih lama lagi, dapat menginstal mesin jam mekanik timer.

2.9 Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino board merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroler dapat bekerja. Arduino board akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya.

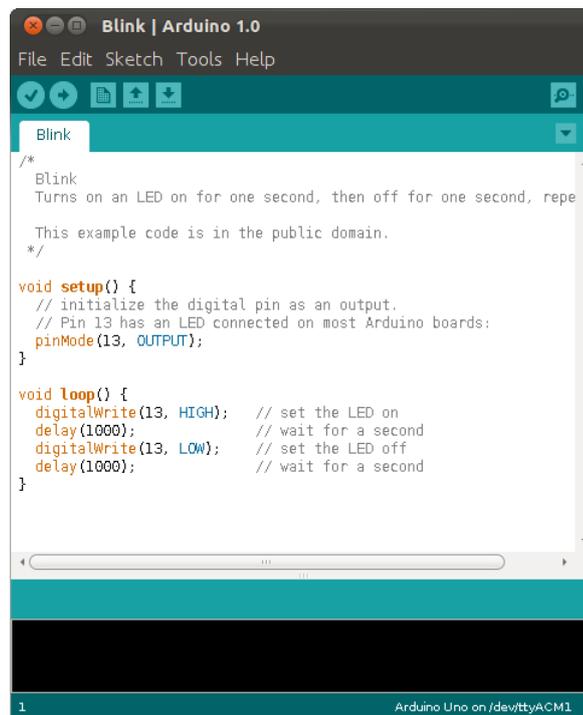
Bahasa Pemrograman Arduino adalah bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk arduino board. Bahasa pemrograman arduino menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya. Karena

menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya, bahasa pemrograman arduino memiliki banyak sekali kemiripan, walaupun beberapa hal telah berubah.

2.10 Arduino Development Environment

Ardunio Development Environment terdiri dari editor teks untuk menulis kode, sebuah area pesan, sebuah konsol, sebuah toolbar dengan tombol-tombol untuk fungsi yang umum dan beberapa menu. Ardunio Development Environment terhubung ke arduino board untuk meng-upload program dan juga untuk berkomunikasi dengan arduino board.

Perangkat lunak yang ditulis menggunakan Ardunio Development Environment disebut sketch. Sketch ditulis pada editor teks. Sketch disimpan dengan file berektensi .ino. area pesan memberikan informasi dan pesan error ketika kita menyimpan atau membuka sketch. Konsol menampilkan output teks dari Ardunio Development Environment dan juga menampilkan pesan error ketika kita mengkompile sketch. Pada sudut kanan bawah dari jendela Ardunio Development Environment menunjukkan jenis board dan port serial yang sedang digunakan. Tombol toolbar digunakan untuk mengecek dan mengupload sketch, membuat, membuka atau menyimpan sketch, dan menampilkan serial monitor.



Gambar 2.10 Arduino Development Environment

(Sumber: <http://www.wikiwand.com/en/Arduino>)

Berikut ini adalah tombol-tombol *toolbar* serta fungsinya:

- *Verify*
mengecek error pada code program.
- *Upload*
meng-*compile* dan meng-upload program ke Arduino board.
- *New*
membuat sketch baru.
- *Open*
menampilkan sebuah menu dari seluruh *sketch* yang berada di dalam *sketchbook*.
- *Save*
menyimpan sketch.
- *Serial Monitor*
membuka serial *monitor*.

Dalam lingkungan arduino digunakan sebuah konsep yang disebut *sketchbook*, yaitu tempat standar untuk menumpan program (*sketch*). *Sketch* yang ada pada *sketchbook* dapat dibuka dari menu **File > Sketchbook** atau dari tombol *open* pada *toolbar*. Ketika pertama kali menjalankan arduino development environment, sebuah direktori akan dibuat secara otomatis untuk tempat penyimpanan *sketchbook*. Kita dapat melihat atau mengganti lokasi dari direktori tersebut dari menu **File > Preferences**.

Serial monitor menampilkan data serial yang sedang dikirim dari arduino board. Untuk mengirim data ke board, masukkan teks dan klik tombol *send* atau tekan *enter* pada *keyboard*.

Sebelum meng-*upload* program, kita perlu mensetting jenis board dan port serial yang sedang kita gunakan melalui menu **Tools > Board** dan **Tools > Serial Port**. Pemilihan board berguna untuk mengeset parameter (contohnya: kecepatan mikrokontroler dan *baud rate*) yang digunakan ketika meng-*compile* dan meng-*upload* sketch.

Setelah memilih board dan port serial yang tepat, tekan tombol *upload* pada *toolbar* atau pilih menu **File > Upload**. Arduino board akan me-*reset* secara otomatis dan proses *upload* akan dimulai. Pada kebanyakan board, LED RX dan TX akan berkedip ketika program sedang di-*upload*. Arduino development environment akan menampilkan pesan ketika proses upload telah selesai, atau menampilkan pesan error.

Ketika sedang meng-*upload* program, arduino bootloader sedang digunakan, Arduinp bootloader adalah sebuah program kecil yang telah ditanamkan pada mikrokontroler yang berada pada arduino board. Bootloader ini mengijinkan kita meng-*upload* program tanpa menggunakan perangkat keras tambahan.

2.11 Android

Android adalah sistem operasi yang berbasis Linux untuk telepon seluler seperti telepon pintar dan komputer tablet. Android menyediakan platform terbuka

bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam peranti bergerak. Awalnya, Google Inc. membeli Android Inc., pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel. Kemudian untuk mengembangkan Android, dibentuklah Open Handset Alliance, konsorsium dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, TMobile, dan Nvidia.

Pada saat perilis perdana Android, 5 November 2007, Android bersama Open Handset Alliance menyatakan mendukung pengembangan standar terbuka pada perangkat seluler. Di lain pihak, Google merilis kode-kode Android di bawah lisensi Apache, sebuah lisensi perangkat lunak dan standar terbuka perangkat seluler.

Di dunia ini terdapat dua jenis distributor sistem operasi Android. Pertama yang mendapat dukungan penuh dari Google atau Google Mail Services (GMS) dan kedua adalah yang benar-benar bebas distribusinya tanpa dukungan langsung Google atau dikenal sebagai Open Handset Distribution (OHD).

2.11.1 Versi Android

Android memiliki banyak versi semenjak dirilis pertama kali. Berikut ini merupakan versi-versi yang dimiliki Android (Safaat, 2012:10):

1. Android versi 1.1
2. Android versi 1.5 (*Cupcake*)
3. Android versi 1.6 (*Donut*)
4. Android versi 2.0/2.1 (*Eclair*)
5. Android versi 2.2 (*Froyo*)
6. Android versi 2.3 (*Gingerbread*)
7. Android versi 3.0/3.1/3.2 (*Honeycomb*)
8. Android versi 4.0 (*Ice Cream Sandwich*)
9. Android versi 4.1/4.2/4.3 (*Jelly Bean*)
10. Android versi 4.4 (*Kitkat*)

2.12 App Inventor

App Inventor adalah aplikasi web sumber terbuka yang awalnya dikembangkan oleh Google, dan saat ini dikelola oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). App Inventor memungkinkan pengguna baru untuk memprogram komputer untuk menciptakan aplikasi perangkat lunak bagi sistem operasi Android.

App Inventor menggunakan antarmuka grafis, serupa dengan antarmuka pengguna pada *Scratch* dan *StarLogo TNG*, yang memungkinkan pengguna untuk *men-drag-and-drop* objek visual untuk menciptakan aplikasi yang bisa dijalankan pada perangkat Android. Dalam menciptakan App Inventor, Google telah melakukan riset yang berhubungan dengan komputasi edukasional dan menyelesaikan lingkungan pengembangan online Google.



Gambar 2.11 App Inventor

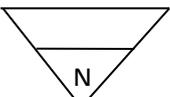
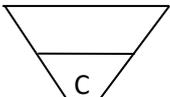
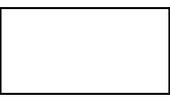
(Sumber : <http://novitstudio.com/>)

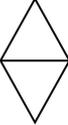
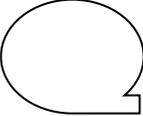
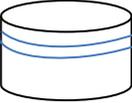
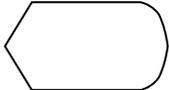
2.13 Flowchart

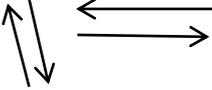
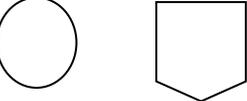
Flowchart atau diagram alir merupakan sebuah diagram dengan simbol-simbol grafis yang menyatakan aliran algoritma atau proses yang menampilkan langkah-langkah yang disimbolkan dalam bentuk kotak, berserta urutannya dengan menghubungkan masing-masing langkah tersebut menggunakan tanda panah. Diagram ini bisa memberi solusi selangkah demi selangkah untuk penyelesaian masalah yang ada di dalam proses atau algoritma tersebut.

Dalam penulisan *Flowchart* dikenal dua model, yaitu *flowchart system* dan *flowchart program*. *flowchart system* adalah bagan yang memperlihatkan urutan procedure dan proses dari beberapa file di dalam media tertentu, sedangkan *flowchart program* adalah bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan proses dalam suatu program.

Tabel 2.4 Simbol-simbol *Flowchart* Standar

Simbol-simbol	Keterangan
Simbol dokumen 	Menunjukkan dokumen input dan output baik untuk proses manual, mekanik atau computer
Simbol kegiatan manual 	Menunjukkan pekerjaan manual
Simbol simpanan offline 	File non-komputer yang diarsip urut angka (<i>numerical</i>)
Simbol simpanan offline 	File non-komputer yang diarsip urut huruf (<i>alphabetical</i>)
Simbol simpanan offline 	File non-komputer yang diarsip urut tanggal (<i>cronological</i>)
Simbol kartu plong 	Menunjukkan input/output yang menggunakan kartu plong (<i>punched card</i>)
Simbol proses 	Menunjukkan kegiatan proses dari operasi program komputer

<p>Simbol operasi luar</p> 	<p>Menunjukkan operasi yang dilakukan di luar proses operasi komputer</p>
<p>Simbol pengurutan offline</p> 	<p>Menunjukkan proses pengurutan data diluar proses komputer</p>
<p>Simbol pita magnetic</p> 	<p>Menunjukkan input/output yang menggunakan pita magnetik</p>
<p>Simbol hard disk</p> 	<p>Menunjukkan input/output menggunakan hard disk</p>
<p>Simbol diskette</p> 	<p>Menunjukkan input/ouput menggunakan diskette</p>
<p>Simbol drum magnetik</p> 	<p>Menunjukkan input/output menggunakan drum magnetik.</p>
<p>Simbol pita kertas berlubang</p> 	<p>Menunjukkan input/output menggunakan pita kertas berlubang</p>
<p>Simbol keyboard</p> 	<p>Menunjukkan input/ouput menggunakan keyboard</p>
<p>Simbol display</p> 	<p>Menunjukkan output yang ditampilkan di monitor</p>

<p>Simbol pitacontrol</p> 	<p>Menunjukkan penggunaan pita kontrol (<i>control tape</i>) dalam <i>batch control total</i> untuk pencocokan di proses <i>batch processing</i></p>
<p>Simbol hubungan komunikasi</p> 	<p>Menunjukkan proses transmisi data melalui <i>channel</i> komunikasi</p>
<p>Simbol garis alir</p> 	<p>Menunjukkan arus dari proses</p>
<p>Simbol penjelasan</p> 	<p>Menunjukkan penjelasan dari suatu proses</p>
<p>Simbol penghubung</p> 	<p>Menunjukkan penghubung ke halaman yang masih sama atau ke halaman lain</p>