

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Uang Kertas Rupiah**

Uang kertas rupiah adalah uang dalam bentuk lembaran yang terbuat dari bahan kertas atau bahan lainnya (yang menyerupai kertas) yang dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia, dalam hal ini Bank Indonesia, dimana penggunaannya dilindungi oleh UU No. 23 tahun 1999 dan sah digunakan sebagai alat tukar pembayaran di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Adapun uang kertas rupiah yang digunakan dalam laporan akhir ini adalah uang dengan pecahan Rp20.000,00; Rp50.000,00; dan Rp100.000,00. Bagian yang digunakan untuk membaca nominal yaitu sisi belakang bawah yang terdapat nominal uang.

#### **2.2 Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya (Widodo, 2004).

Penggunaan mikrokontroler lebih menguntungkan dibandingkan penggunaan mikroprosesor. Hal ini dikarenakan dengan mikrokontroler tidak perlu lagi penambahan memori dan I/O *eksternal* selama memori dan I/O *internal* masih bisa mencukupi. Selain itu proses produksinya secara masal, sehingga harganya menjadi lebih murah dibandingkan mikroprosesor. Pada sebuah *chip* mikrokontroler umumnya memiliki *fitur-fitur* sebagai berikut:

1. *Central processing unit* mulai dari *processor* 4-bit yang sederhana hingga *processor* kinerja tinggi 64-bit.
2. *Input/output* antarmuka jaringan seperti *serial port* (UART).
3. Antarmuka komunikasi serial lain seperti IC, *serial peripheral interface and controller area network* untuk sambungan sistem.
4. *Periferal* seperti *timer* dan *watchdog*.

5. RAM untuk menyimpan data.
6. ROM, EPROM, EEPROM atau *flash memory* untuk menyimpan program dikomputer.
7. Pembangkit *clock* biasanya berupa resonator rangkaian RC.
8. Pengubah analog ke digital.

Secara teknis, hanya ada 2 macam mikrokontroler. Pembagian ini didasarkan pada kompleksitas instruksi-instruksi yang dapat diterapkan pada mikrokontroler tersebut. Pembagian itu yaitu RISC dan CISC.

1. RISC merupakan kependekan dari *Reduced Instruction Set Computer*. Instruksi yang dimiliki terbatas, tetapi memiliki fasilitas yang lebih banyak.
2. Sebaliknya, CISC kependekan dari *Complex Instruction Set Computer*. Instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya.

Masing-masing mempunyai keturunan atau keluarga sendiri-sendiri. jenis-jenis mikrokontroler yang telah umum digunakan:

1. Keluarga MCS51

Mikrokontroler ini termasuk dalam keluarga mikrokontroler CISC. Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus *clock*. Mikrokontroler ini berdasarkan arsitektur Harvard dan meskipun awalnya dirancang untuk aplikasi mikrokontroler *chip* tunggal, sebuah mode perluasan telah mengizinkan sebuah ROM luar 64KB dan RAM luar 64KB diberikan alamat dengan cara jalur pemilihan *chip* yang terpisah untuk akses program dan memori data.

Salah satu kemampuan dari mikrokontroler 8051 adalah pemasangan sebuah mesin pemroses *boolean* yang mengizinkan operasi logika *boolean* tingkatan-bit dapat dilakukan secara langsung dan secara efisien dalam register *internal* dan RAM. Karena itulah MCS51 digunakan dalam rancangan awal PLC (*programmable Logic Control*).

2. PIC (*Programmable Interface Controller*)

Pada awalnya, PIC merupakan kependekan dari *Programmable Interface Controller*. Tetapi pada perkembangannya berubah menjadi *Programmable Intelligent Computer*.

PIC termasuk keluarga mikrokontroler berarsitektur *Harvard* yang dibuat oleh *Microchip Technology*. Awalnya dikembangkan oleh Divisi Mikroelektronik *General Instruments* dengan nama PIC1640. Sekarang *Microhip* telah mengumumkan pembuatan PIC-nya yang keenam. PIC cukup populer digunakan oleh para *developer* dan para penghobi ngoprek karena biayanya yang rendah, ketersediaan dan penggunaan yang luas, *database* aplikasi yang besar, serta pemrograman (dan pemrograman ulang) melalui hubungan *serial* pada komputer.

### 3. AVR (*Alv and Vegard's Risc processor*)

Mikrokontroler *Alv and Vegard's Risc processor* atau sering disingkat AVR merupakan mikrokontroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus *clock*. AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi.

Secara umum, AVR dapat dikelompokkan dalam 4 kelas. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral* dan fungsinya. Keempat kelas tersebut adalah keluarga *ATTiny*, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. Pada pembuatan alat kali ini menggunakan ATmega328.

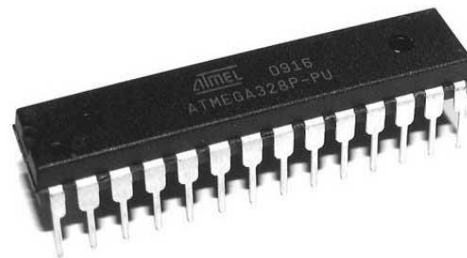
## 2.3 Mikrokontroler ATmega328

ATmega328 adalah chip mikrokontroler 8-bit berbasis AVR-RISC buatan Atmel. Chip ini memiliki 32 KB memori ISP flash dengan kemampuan baca-tulis (read write), 1 KB EEPROM, dan 2 KB SRAM. Dari kapasitas memori Flash nya yang sebesar 32 KB itulah chip ini diberi nama ATmega328. Chip lain yang memiliki memori 8 KB diberi nama ATmega8, dan ATmega16 untuk yang memiliki memori 16 KB.

Chip ATmega328 memiliki banyak fasilitas dan kemewahan untuk sebuah chip mikrokontroler. Chip tersebut memiliki 23 jalur general purpose I/O (input/output), 32 buah register, 3 buah timer/counter dengan mode perbandingan, interrupt internal dan external, serial programmable USART, 2-wire interface serial, serial port SPI, 6 buah channel 10-bit A/D converter, programmable watchdog timer dengan oscilator internal, dan lima power saving mode. Chip bekerja pada tegangan

antara 1.8V ~ 5.5V. Output komputasi bisa mencapai 1 MIPS per Mhz. *Maximum operating frequency* adalah 20 Mhz.

ATmega328 menjadi cukup populer setelah chip ini dipergunakan dalam board Arduino. Dengan adanya Arduino yang didukung oleh software Arduino IDE, pemrograman chip ATmega328 menjadi jauh lebih sederhana dan mudah. Bentuk fisik mikrokontroler ATmega328 dapat dilihat pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Bentuk Fisik Mikrokontroler ATmega328

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

### 2.3.1 Fitur ATmega328

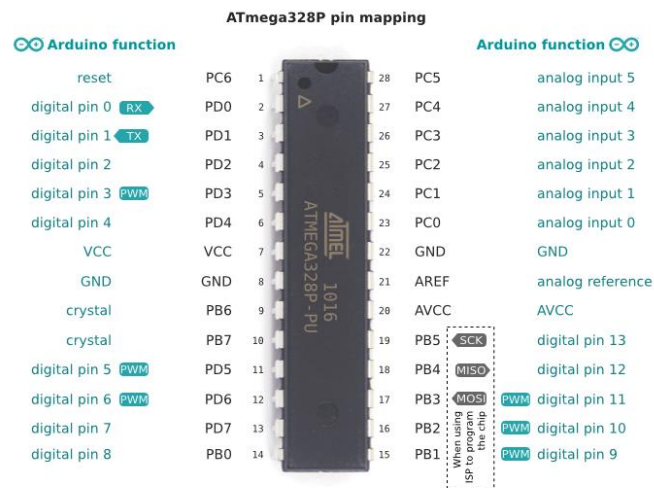
Mikrokontroler ATmega328 memiliki fitur sebagai berikut:

1. Saluran Input/Output (I/O) sebanyak 23 buah.
2. ADC *internal* sebanyak 6 saluran.
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan
4. CPU terdiri atas 32 buah *register*.
5. SRAM sebesar 2 kByte.
6. Memori Flash sebesar 32 kByte dengan kemampuan *Read While Write*.
7. EEPROM sebesar 1 kByte yang dapat diprogram saat operasi.
8. Antarmuka komparator analog.
9. Port USART untuk komunikasi serial.
10. Port antarmuka SPI.
11. Sistem mikroprosesor 8-bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 20 MHz.
12. Lima *mode Sleep* : *Idle*, *ADC Noise Reduction*, *Power-save*, *Power-down*, dan *Standby*.

13. Sumber Interupsi *External* dan *Internal*.

14. Enam buah *channels* PWM.

### 2.3.2 Konfigurasi Pin Atmega328



**Gambar 2.2** Konfigurasi Pin Atmega328

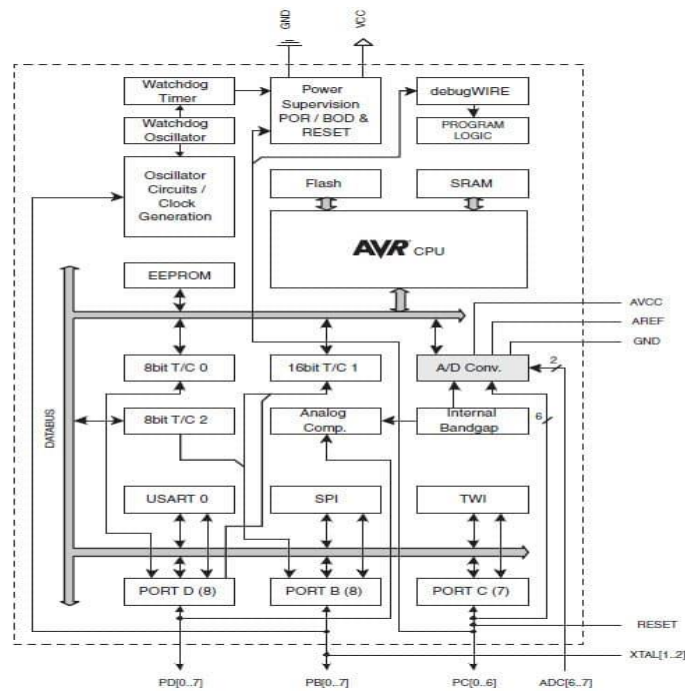
(Sumber: <http://www.chicoree.com>.)

Berikut ini merupakan fungsi dari masing-masing pin pada mikrokontroler Atmega328:

1. VCC terletak pada pin 7, berfungsi untuk *supply* tegangan digital yang akan dihubungkan dengan tegangan 5V.
2. GND terletak pada pin 8, berfungsi sebagai *ground* yang akan dihubungkan dengan *ground*.
3. Port B merupakan jalur data 8 bit dan memiliki 8 pin dari pin B0-B7 yang dapat difungsikan sebagai *input/output*, yaitu:
  - a. PB0 berfungsi sebagai *Timer Counter 1 input capture* pin.
  - b. PB1-PB3 dapat difungsikan sebagai *output* PWM (*Pulse Width Modulation*).
  - c. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.

- d. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) berfungsi sebagai sumber *clock external* untuk *timer*.
4. Port C merupakan jalur data 7 bit masing-masing pinter dapat *pull-up* resistor. Pin C0-C5 sebagai ADC yang berfungsi mengubah *input* analog menjadi digital. Pin C6/*Reset*, jika RSTDISBL *fuse* diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Namun jika RSTDISBL *fuse* tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai *input reset*. Namun jika tegangan yang diterima pin C6 rendah yaitu lebih rendah dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi *reset* meskipun *clock* tidak bekerja.
5. Port D merupakan jalur data 8 bit yang berfungsi sebagai I/O dengan *internal pull-up* resistor. Port D memiliki beberapa pin yaitu:
  - a. PD0-PD1 (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD berfungsi untuk menerima data serial.
  - b. PD2-PD3 (INT0 dan INT1) berfungsi sebagai interupsi yaitu jeda dari program, pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi *hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
  - c. PD4 (T0) dan PD5 (T1) berfungsi sebagai masukan *counter external* untuk *timer 0* dan *timer 1*.
  - d. PD6-PD7 (AIN0 dan AIN1) keduanya merupakan masukan *input* untuk *analog comparator*.
6. AVCC berfungsi sebagai *supply* tegangan untuk ADC. Pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC Karena digunakan untuk analog. Cara menghubungkan AVCC adalah melewati *low-passfilter* setelah itu dihubungkan dengan VCC.
7. AREF merupakan pin referensi analog jika menggunakan ADC.

### 2.3.3 Blok Diagram Atmega328



**Gambar 2.3** Gambar Diagram Blok Atmega328

(Sumber: <http://www.mouser.co.id>)

Penjelasan diagram blok pada gambar 2.3 adalah sebagai berikut:

1. *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART) adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS485.
2. 2KB RAM pada memory kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variable-variabel di dalam program.
3. 32KB RAM flash memory bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, flash memory juga menyimpan *bootloader*. *Bootloader* adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah bootloader selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.
4. 1KB EEPROM bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.

5. *Central Processing Unit* (CPU), bagian dari mikrokontroler untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
6. Port *input/output*, pin-pin untuk menerima data (*input*) digital atau analog, dan mengeluarkan data (*output*) digital atau analog.

### 2.3.4 Peta Memori ATmega328

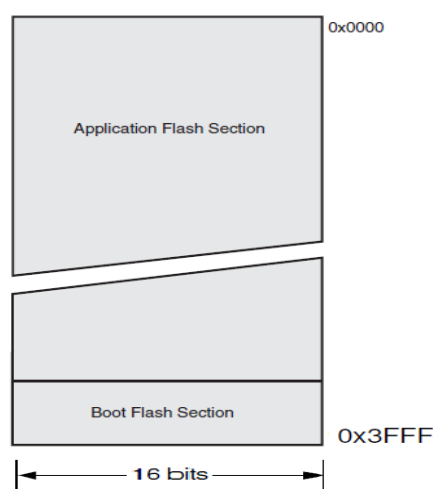
Mikrokontroler ATmega328 memiliki 3 jenis memori, yaitu memori EEPROM, memori program, dan memori data.

#### 1. Memori EEPROM ATmega328

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. Memori Program ATmega328

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 seperti terlihat pada Gambar 2.4. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.



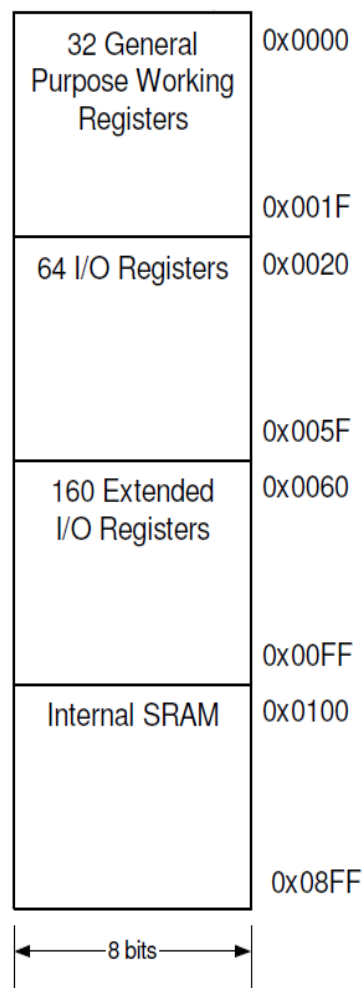
**Gambar 2.4** Peta Memori Program ATmega328

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



### 3. Memori Data ATmega328

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** Gambar Peta Memori Data ATmega328

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

## 2.4 Sensor Warna TCS3200

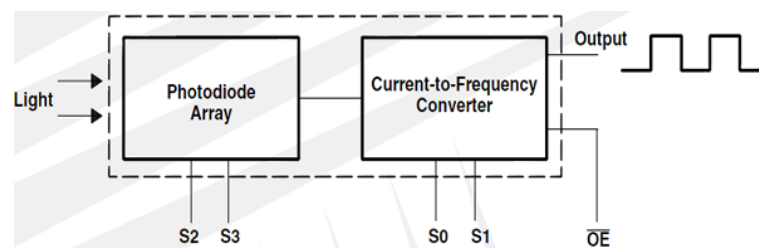
Sensor warna TCS3200 adalah detektor warna lengkap, termasuk chip sensor Taos TCS3200 RGB (Red, Green, dan Blue) dan 4 LED putih. TCS3200 dapat mendeteksi dan mengukur berbagai hampir tak terbatas warna terlihat. Aplikasi termasuk membaca tes strip, menyortir berdasarkan warna, sensor cahaya, kalibrasi, dan pencocokan warna. Modul sensor ini memiliki fasilitas untuk merekam hingga 25 data warna yang akan disimpan dalam EEPROM.

Sensor warna TCS3200 memiliki susunan photodetector, masing-masing dengan baik merah, hijau, atau biru filter, atau ada filter (yang jelas). Filter dari setiap warna yang merata di seluruh susunan untuk menghilangkan lokasi antara warna. Internal untuk perangkat osilator yang menghasilkan output gelombang persegi frekuensi yang sebanding dengan intensitas warna yang dipilih. Lihat gambar dibawah ini. (Dede, 2014)



**Gambar 2.6** Sensor warna TCS3200

(Sumber: “Data sheet TCS3200 programmable colorlight-to-frequency converter” TAOS. [www.taosinc.com](http://www.taosinc.com))



**Gambar 2.7** Blok diagram fungsional TCS3200

(Sumber: “Data sheet TCS3200 programmable colorlight-to-frequency converter” TAOS. [www.taosinc.com](http://www.taosinc.com))

Fitur sensor warna TCS3200 sebagai berikut:

1. Power: (2.7V ke 5.5V )
2. Interface: Digital TTL
3. Resolusi Tinggi Konversi Intensitas Cahaya untuk Frekuensi
4. Programmable Warna dan Full
5. Skala Keluaran Frekuensi
6. Power Down Fitur
7. Berkomunikasi Langsung ke Microcontroller
8. S0 ~ S1: input pilihan output frekuensi skala
9. S2 ~ S3: input Jenis Photodiode pilihan
10. OUT Pin: frekuensi output
11. OE Pin: frekuensi output memungkinkan pin (aktif rendah), dapat akan datang ketika menggunakan Dukungan lampu LED control suplemen cahaya
12. Ukuran: 28.4x28.4mm

Prinsip kerja sensor warna TCS3200 ketika memilih filter warna, dapat memungkinkan hanya satu warna tertentu untuk melewati dan mencegah warna lain. Misalnya, ketika memilih filter merah, Hanya cahaya insiden merah bisa melalui, biru dan hijau akan dicegah. Jadi kita bisa mendapatkan intensitas cahaya merah. Demikian pula, ketika memilih filter lain kita bisa mendapatkan cahaya biru atau hijau.

Sensor warna TCS3200 memiliki empat jenis dioda. Merah, biru, hijau dan jelas, mengurangi amplitude keseragaman cahaya insiden sangat, sehingga untuk meningkatkan akurasi dan menyederhanakan optik. Ketika proyek cahaya ke TCS3200 dapat memilih berbagai jenis dioda oleh kombinasi yang berbeda dari S2 dan S3. Dan output frekuensi gelombang persegi yang berbeda (menempati emptiescompared 50%), warna yang berbeda dan intensitas cahaya sesuai dengan frekuensi yang berbeda dari gelombang persegi. Ada hubungan antara output dan intensitas cahaya. Kisaran frekuensi output khas adalah 2HZ ~ 500kHz. Sehingga bisa mendapatkan factor skala yang berbeda dengan kombinasi yang berbeda dari S0 dan S1.

## 2.5 Arduino Uno

Arduiono Uno adalah sebuah *board* mirkokontroler yang berbasis ATmega328. Arduiono memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-support mikrokontroler, dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. (Perangin, 2013)

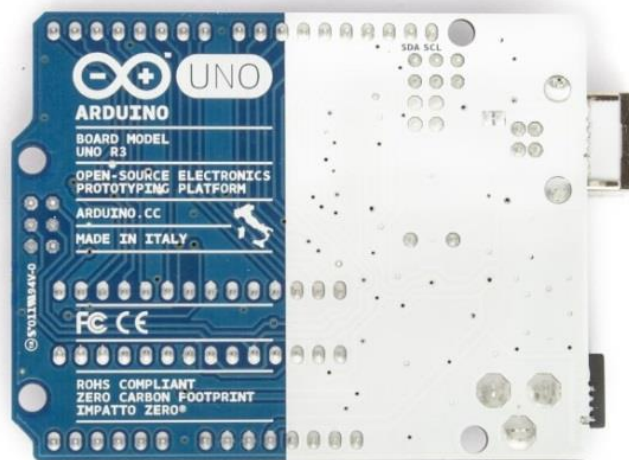
Arduino Uno berbeda dari semua *board* Arduino sebelumnya, Arduino UNO tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Sebaliknya, fitur-fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke serial. Revisi 2 dari *board* Arduino Uno mempunyai sebuah resistor yang menarik garis 8U2 HWB ke ground, yang membuatnya lebih mudah untuk diletakkan ke dalam DFU mode. Revisi 3 dari *board* Arduino UNO memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

1. Pinout 1.0: ditambah pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya yang diletakkan dekat dengan pin RESET, IOREF yang memungkinkan shield-shield untuk menyesuaikan tegangan yang disediakan dari board. Untuk ke depannya, shield akan dijadika kompatibel/cocok dengan board yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan tegangan 5V dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3V.
2. Sirkuit RESET yang lebih kuat.
3. Atmega 16U2 menggantikan 8U2.

“Uno” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO adalah sebuah seri terakhir dari *board* Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino.



**Gambar 2.8** Arduino UNO Tampak Depan  
(Sumber: Dinata, Yuwoono Marta, 2015: 3)



**Gambar 2.9** Arduino UNO Tampak Belakang  
(Sumber: Dinata, Yuwoono Marta, 2015: 3)

### 2.5.1 Spesifikasi Arduino Uno

1. Mikrokontroler ATmega328
2. Tegangan Operasi sebesar 5 V
3. Tegangan input sebesar 6 – 20 V tetapi direkomendasikan untuk ATmega 328 sebesar 7 – 12 V.

4. Pin digital I/O sebanyak 14 pin dimana 6 pin merupakan keluaran dari PWM.
5. Pin input analog sebanyak 6 pin.
6. Arus DC pin I/O sebesar 40 mA sedangkan Arus DC untuk pin 3.3V sebesar 50 mA.
7. Flash memory 328 Kb yang mana 0,5 Kb digunakan oleh bootloader.
8. SRAM 2 Kb.
9. EEPROM 1 Kb.
10. Clock speed sebesar 16MHz.

### 2.5.2 Komunikasi Arduino

Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran *board* ini komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Inf diperlukan.

Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi interface pada sistem.

### 2.5.3 Programming

Arduino UNO dapat diprogram dengan software Arduino Pilih “Arduino Uno dari menu Tools > *Board* (termasuk mikrokontroler pada *board*). ATmega328 pada Arduino Uno hadir dengan sebuah bootloader yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram hardware eksternal. ATmega328 berkomunikasi menggunakan protokol STK500 asli.

## 2.6 Bahasa Pemrograman C

Bahasa pemrograman C merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer. Dibuat pada tahun 1972 oleh Dennis Ritchie untuk Sistem Operasi Unix di Bell Telephone Laboratories. Bahasa C mempunyai kemampuan lebih dibanding dengan bahasa pemrograman lain. Bahasa C merupakan bahasa pemrograman yang bersifat portable yaitu suatu pemrograman yang dibuat dengan bahasa C pada suatu komputer akan dapat dijalankan pada komputer lain dengan sedikit (atau tanpa) ada perubahan yang berarti. (dimasandree: 2013)

Bahasa C merupakan bahasa yang biasa digunakan untuk keperluan pemrograman sistem, antara lain membuat:

1. Assembler
2. Interpreter
3. Compiler
4. Sistem Operasi
5. Program bantu (utility)
6. Editor
7. Paket program aplikasi

Dalam beberapa literatur, bahasa C digolongkan sebagai tingkat menengah (*medium level language*). Penggolongan ini bukan berarti bahasa C kurang ampuh atau lebih sulit dibandingkan dengan bahasa tingkat tinggi (*high level language* seperti Pascal, Basic, Fortran, Java, dan lain-lain). Namun untuk menegaskan bahwa bahasa C bukanlah bahasa yang berorientasi pada mesin, yang merupakan ciri dari bahasa tingkat rendah (*low level language*) yaitu bahasa mesin dan assembly. Pada kenyataannya, bahasa C mengkombinasikan elemen dalam bahasa tingkat tinggi dan bahasa tingkat rendah. Yaitu kemudahan dalam membuat program yang ditawarkan pada bahasa tinggi dan kecepatan eksekusi dari bahasa tingkat rendah.

### **2.6.1 Struktur Pemrograman Bahasa C**

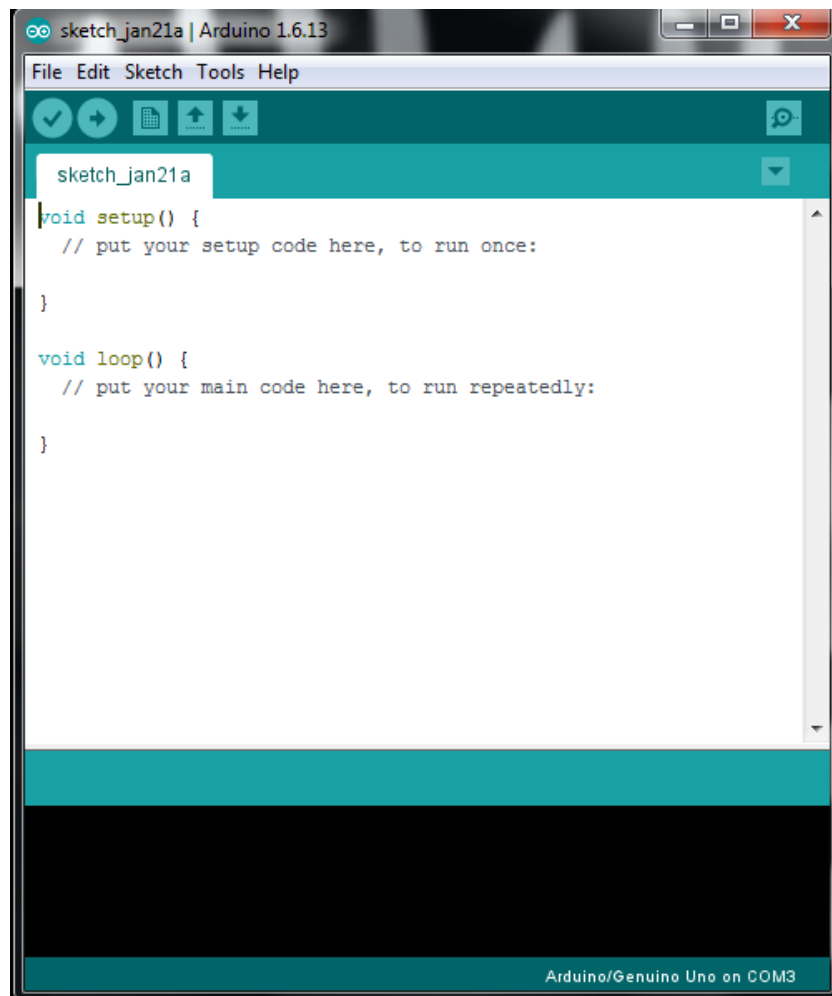
Program C pada hakekatnya tersusun atas sejumlah blok fungsi. Sebuah program minimal mengandung sebuah fungsi. Fungsi pertama yang harus ada dalam program C dan sudah ditentukan namanya adalah `main()`. Setiap fungsi terdiri atas satu atau beberapa pernyataan, yang secara keseluruhan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas khusus kurawal buka (`{`) dan diakhiri dengan tanda kurung kurawal tutup (`}`). Di antara kurung kurawal itu dapat dituliskan statement-statement program C. Namun pada kenyataannya, suatu fungsi bisa saja tidak mengandung pernyataan sama sekali. Walaupun fungsi tidak memiliki pernyataan, kurung kurawal harus tetap ada. Sebab kurung kurawal mengisyaratkan awal dan akhir definisi fungsi. (dimasandree: 2013)

## **2.7 *Arduino Development Environment***

*Arduino 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. *Arduino Development Environment* terhubung ke arduino board untuk meng-*upload* program dan juga untuk berkomunikasi dengan arduino board.

Perangkat lunak yang ditulis menggunakan *Arduino Development Environment* disebut *sketch*. *Sketch* ditulis pada editor teks. *Sketch* disimpan dengan file berekstensi `.ino`. area pesan memberikan informasi dan pesan error ketika kita menyimpan atau membuka *sketch*. Konsol menampilkan output teks dari *Arduino Development Environment* dan juga menampilkan pesan error ketika kita mengkompilasi *sketch*. Pada sudut kanan bawah jendela *Arduino Development Environment* menunjukkan jenis board dan port serial yang sedang digunakan. Tombol *toolbar* digunakan untuk mengecek dan meng-*upload sketch*, membuat, membuka, atau menyimpan *sketch*, dan menampilkan serial monitor. Lingkungan *open-source Arduino* memudahkan untuk menulis kode dan meng-*upload* ke board *Arduino*. Ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan Pengolahan, `avr-gcc`, dan perangkat lunak sumber terbuka lainnya. *Arduino Development Environment* dapat dilihat pada gambar 2.12.





**Gambar 2.10** Tampilan Arduino IDE

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



**Gambar 2.11** Tombol *Verify*

Tombol *Verify* berfungsi untuk mengecek error pada kode program.



**Gambar 2.12** Tombol *Upload*

Tombol *Upload* berfungsi untuk meng-*compile* dan meng-*upload* program ke Arduino board.



**Gambar 2.13** Tombol *New*

Tombol *New* berfungsi untuk membuat *sketch* baru.



**Gambar 2.14** Tombol *Open*

Tombol *Open* berfungsi untuk menampilkan sebuah menu dari seluruh *sketch* yang berada di dalam *sketchbook*.



**Gambar 2.15** Tombol *Save*

Tombol *Save* berfungsi untuk menyimpan *sketch*.

### 2.7.1 Tipe-Tipe Data dalam Arduino

Setiap bagoan dari data yang anda simpan dalam program Arduino memiliki tipe datanya masing-masing. Tergantung pada kebutuhan anda, anda dapat memilih dari tipe-tipe data berikut ini :

1. Tipe data boolean mengambil satu byte memori dan dapat bernilai benar atau salah.
2. Tipe data char mengambil satu byte nomor memori dan menyimpan dari 1 sampai 127. Angka-angka ini biasanya mewakili karakter yang dikodekan dalam ASCII.
3. Tipe data int (integer) membutuhkan dua byte memori. Anda dapat menggunakannya untuk menyimpan angka dari -32.768 ke 32.767. unsigned int juga menghabiskan dua byte memori tetapi menyimpan angka dari 0 sampai 65.535.
4. Untuk angka yang lebih besar, dinakan tipe data long. Mengkonsumsi empat byte memori dan menyimpan nilai dari -214783648 ke 2147483647.

Unsigned long juga perlu empat byte tetapi menyimpan rentang nilai dari 0 sampai 4.294.967.295.

5. Tipe data float dan double adalah tipe data yang sama. Anda dapat menggunakan jenis tipe ini untuk menyimpan angka floating-point. Keduanya menggunakan empat byte memori dan mampu menyimpan nilai-nilai dari  $-3.4028235E+38$  untuk  $3.4028235E+38$ .
6. Tipe data void hanya untuk deklarasi fungsi. Ini menunjukkan bahwa fungsi tersebut tidak mengembalikan nilai.
7. Array menyimpan nilai yang memiliki tipe data yang sama.
8. Sebuah string adalah sebuah array nilai char.

## 2.8 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama, selain itu LCD juga dapat digunakan untuk menampilkan karakter ataupun gambar. (Murethania, 2011)



**Gambar 2.16** Liquid Crystal Display

Tabel 2.1 Fungsi – Fungsi PIN pada LCD

PIN	Nama	Fungsi
1	Vss	GND
2	Vcc	+5v
3	Vee	LCD
4	RS	1 = Input data, 0 = Input Intruksi
5	R/W	1 = Read, 0 = Write
6	E	Enable

7	D0	Data 0
8	D1	Data 1
9	D2	Data 2
10	D3	Data 3
11	D4	Data 4
12	D5	Data 5
13	D6	Data 6
14	D7	Data 7
15	VBL+	4 – 4.2 volt
16	VBL-	GND

Dalam modul LCD terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. Mikrokontroler pada suatu LCD dilengkapi dengan memori dan register, memori yang digunakan adalah:

1. **DDRAM** (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang ditampilkan
2. **CGRAM** (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat berubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. **CGROM** (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD.

Pin, kaki atau jalur input kontrol dalam suatu LCD diantaranya adalah:

1. **Pin data** adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
2. **Pin RS** (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, baik data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk dalam perintah sedangkan logika *high* menunjukkan data.
3. **Pin R/W** (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
4. **Pin E** (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.

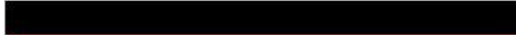




5. **Pin VLCD** berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt

## 2.9 Spektrum Warna

Spektrum kasat mata adalah bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik tepatnya merupakan bagian dari spektrum optik mata normal manusia akan dapat mendeteksi panjang gelombang dari 400 sampai 700 nm, meskipun beberapa orang dapat menerima panjang gelombang dari 380 sampai 780 nm (atau dalam frekuensi 790-400 terahertz). Mata yang telah beradaptasi dengan cahaya biasanya memiliki sensitivitas maksimum di sekitar 555 nm, di wilayah hijau dari spektrum optik. Warna pencampuran seperti pink atau ungu, tidak terdapat dalam spektrum ini karena warna-warna tersebut hanya akan didapatkan dengan mencampurkan beberapa panjang gelombang.

Panjang gelombang yang kasat mata didefinisikan oleh jangkauan spectral jendela optik, wilayah spektrum elektromagnetik yang melewati atmosfer Bumi hampir tanpa mengalami pengurangan intensitas atau sangat sedikit sekali (meskipun cahaya biru dipencarkan lebih banyak dari cahaya merah, salah satu alasan mengapa langit berwarna biru). Radiasi elektromagnetik di luar jangkauan panjang gelombang optik, atau jendela transmisi lainnya, hampir seluruhnya diserap oleh atmosfer. Dikatakan jendela optik karena manusia tidak bisa menjangkau wilayah di luar spektrum optik. Inframerah terletak sedikit di luar jendela optik, namun tidak dapat dilihat oleh mata manusia. RGB adalah suatu model warna yang terdiri atas 3 buah warna: merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue), yang ditambahkan dengan berbagai cara untuk menghasilkan bermacam-macam warna. (Donny, 2013)

Tabel 2.2 Nilai RGB Spektrum Warna

Warna	Warna HEX	Warna RGB
	# 000000	rgb (0,0,0)
	# FF0000	rgb (255,0,0)
	# 00FF00	rgb (0,255,0)
	# 0000FF	rgb (0,0,255)
	# FFFF00	rgb (255,255,0)
	# 00FFFF	rgb (0,255,255)
	# FF00FF	rgb (255,0,255)
	# C0C0C0	rgb (192,192,192)
	# FFFFFFFF	rgb (255,255,255)

Panjang gelombang  $\lambda$  memiliki hubungan inverse terhadap frekuensi  $f$ , jumlah puncak untuk melewati sebuah titik dalam sebuah waktu yang diberikan. Panjang gelombang sama dengan kecepatan jenis gelombang dibagi oleh frekuensi gelombang. Ketika berhadapan dengan radiasi elektromagnetik dalam ruang hampa, kecepatan ini adalah kecepatan cahaya  $c$ , untuku sinyal (gelombang) di udara, ini merupakan kecepatan suara di udara. Hubungannya adalah  $\lambda = Cf$  dimana:  $\lambda$  = panjang gelombang dari sebuah gelombang suara atau gelombang elektromagnetik.

$c$  = kecepatan cahaya dalam vakum = 299,792.458 km/d ~ 300,000 km/d = 300,000,000 m/d atau

$c$  = kecepatan suara dalam udara = 344 m/d pada 20 °C (68 °F)

$f$  = frekuensi gelombang.

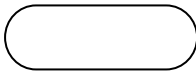



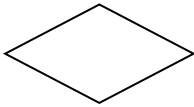
Tabel 2.3 Nilai Frekuensi dan Panjang Gelombang Warna.

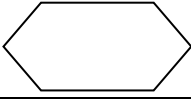
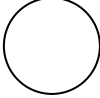
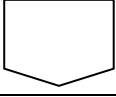
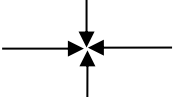

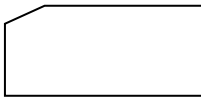

Warna	Frekuensi	Panjang gelombang
<b>nila-ungu</b>	668–789 THz	380–450 nm
<b>biru</b>	606–668 THz	450–495 nm
<b>hijau</b>	526–606 THz	495–570 nm
<b>kuning</b>	508–526 THz	570–590 nm
<b>jingga</b>	484–508 THz	590–620 nm
<b>merah</b>	400–484 THz	620–750 nm

## 2.10 Flowchart

*Flowchart* adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program. *Flowchart* menolong *analyst* dan programmer untuk memecahkan masalah ke dalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian. *Flowchart* biasanya mempermudah penyelesaian suatu masalah khususnya masalah yang perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut. *Flowchart* adalah bentuk gambar/diagram yang mempunyai aliran satu atau dua arah secara sekuensial. *Flowchart* digunakan untuk merepresentasikan maupun mendesain program. Oleh karena itu *flowchart* harus bisa merepresentasikan komponen-komponen dalam bahasa pemrograman. (Adelia, 2011)

**Tabel 2.4** Simbol - Simbol *Flowchart*

No	Simbol	Fungsi
1	Terminal 	Simbol untuk memulai dan mengakhiri suatu program
2	Proses 	Simbol untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang dilakukan oleh computer
3	Manual Operator 	Simbol untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh komputer
4	Input – Output 	Simbol untuk menyatakan proses input atau output tanpa tergantung jenis peralatannya
5	<i>Decision</i> 	Simbol untuk menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban : ya / tidak

6	<i>Predefined Process</i> 	Simbol untuk menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan didalam storage
7	<i>Connector</i> 	Simbol untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama
8	<i>Off Line Connector</i> 	Simbol untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang berbeda
9	Arus atau <i>Flow</i> 	Garis untuk menghubungkan arah tujuan simbol flowchart yang satu dengan yang lainnya
10	<i>Manual Input</i> 	Simbol untuk memasukkan data secara manual dengan menggunakan on-line keyboard
11	<i>Punched Card</i> 	Simbol untuk menyatakan input berasal dari kartu atau output ditulis ke kartu
12	<i>Document</i> 	Simbol untuk mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui printer)