

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arduino Uno

2.1.1 Pengertian Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328P. Uno memiliki 14 pin digital dimana 6 diantaranya menyediakan keluaran PWM (*Pulse width Modulation*), 6 input analog, kecepatan waktu 16 MHz, koneksi USB (*Universal Serial Bus*), jack listrik, dan tombol reset. Uno dibangun berdasarkan apa yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, sumber daya bisa menggunakan power USB (jika terhubung ke komputer dengan kabel USB) dan juga dengan adaptor atau power supply [4]



Gambar 2.1 Arduino Uno

Mikrokontroler dapat berfungsi sebagai pengontrol utama dalam system elektronika digital. Kita dapat mengisikan program ke dalam *flash memory* dari mikrokontroler tersebut. Jadi dengan satu chip saja kita dapat membuat suatu system elektronika canggih karena semua fitur (memori, ADC (*Analog to Digital Converter*), komunikasi serial, ROM (*Read Only Memory*), timer, dll) sudah ada didalam mikrokontroler tersebut. [2]



2.1.2 Sejarah Arduino

Modul *hardware* Arduino diciptakan oleh Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David A. Mellis, dan Nicholas Zambetti di Ivrea, Italia pada tahun 2005. Arduino memakai standar lisensi *open source*, mencakup *hardware* (skema rangkaian, desain PCB atau *Printed Circuit Board*), *firmware bootloader*, dokumen, serta perangkat lunak IDE (*Integrated Development Environment*) sebagai aplikasi programmer *board* Arduino.[4]

Agar mikrokontroler bisa berkomunikasi dengan IDE Arduino, pada mikrokontroler harus sudah terprogram *boot loader* pada blok memori Flash. Semua produk Arduino secara *default* sudah terinstal *boot loader* dan dapat diprogram berulang kali.[4]

Modul Arduino yang dirilis sejak tahun 2009 di antaranya Diecimila, Uno, Duemilanove, Nano, Mega, dan LilyPad. Setiap seri modul menggunakan seri mikrokontroler yang berbeda seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.2

Faktor-faktor lain yang menjadikan Arduino lebih populer yaitu :

1. Berlisensi terbuka, memberikan kemudahan bagi pengembang, khususnya yang berkeinginan untuk memproduksi, dan memodifikasi produk turunan Arduino, atau untuk aplikasi komersial tanpa resiko pelanggaran lisensi.
2. Beragam dan mudah diperoleh, efek lanjutan dari lisensi terbuka adalah terbukanya peluang bagi produsen di berbagai negara untuk mengembangkan produk turunan Arduino sambil terus mengikut perkembangan dan tren pasar.
3. Berkualitas, tiap produsen Arduino memakai desain skema rangkaian yang sama, sehingga tiap produsen akan lebih mengedepankan faktor kualitas produk untuk mendapatkan kepuasan dari konsumen serta untuk memenangkan persaingan.
4. Mudah dipelajari, kini banyak kalangan di luar bidang elektronika yang memanfaatkan Arduino karena kemudahan bahasa pemrograman, yang lebih sederhana dari pada bahasa C, yaitu bahasa Processing dan Wiring Platform yang telah dikembangkan sejak 2001. [4]



Tabel 2.2 Seri Modul Arduino

Arduino	Mikrokontroler	Flash kB	EEPROM kB	SRAM kB	Jumlah PIN			Tipe Antarmuka
					I/O Digital	PMW	Input Analog	
DiecimilaATmega 168	16	0.5	1	14	6	6	USB	Duemilanove
Atmega168/328P	16/32	0.5/ 1	½	14	6	6	USB	Uno
Atmega8/168/328 P	32	1	2	14	6	6	Serial/ USB	
Mega	ATmega 1280	128	4	8	54	14	16	FTDI
Mega 2560Mega 2560	256	4	8	54	14	16	Atmega 8U2	-
Fio	ATmega 328P	32	1	2	14	6	8	
NanoATmega169 Atau 328	16/32	0.5/ 1	½	14	6	8	FTDI	
Bluetooth	Atmega 168 atau 328	16/3 2	0.5/1	½	14	6	6	Bluetooth SPP
LilyATmega168V Atau 328V	16	0.5	1	14	6	6	-	

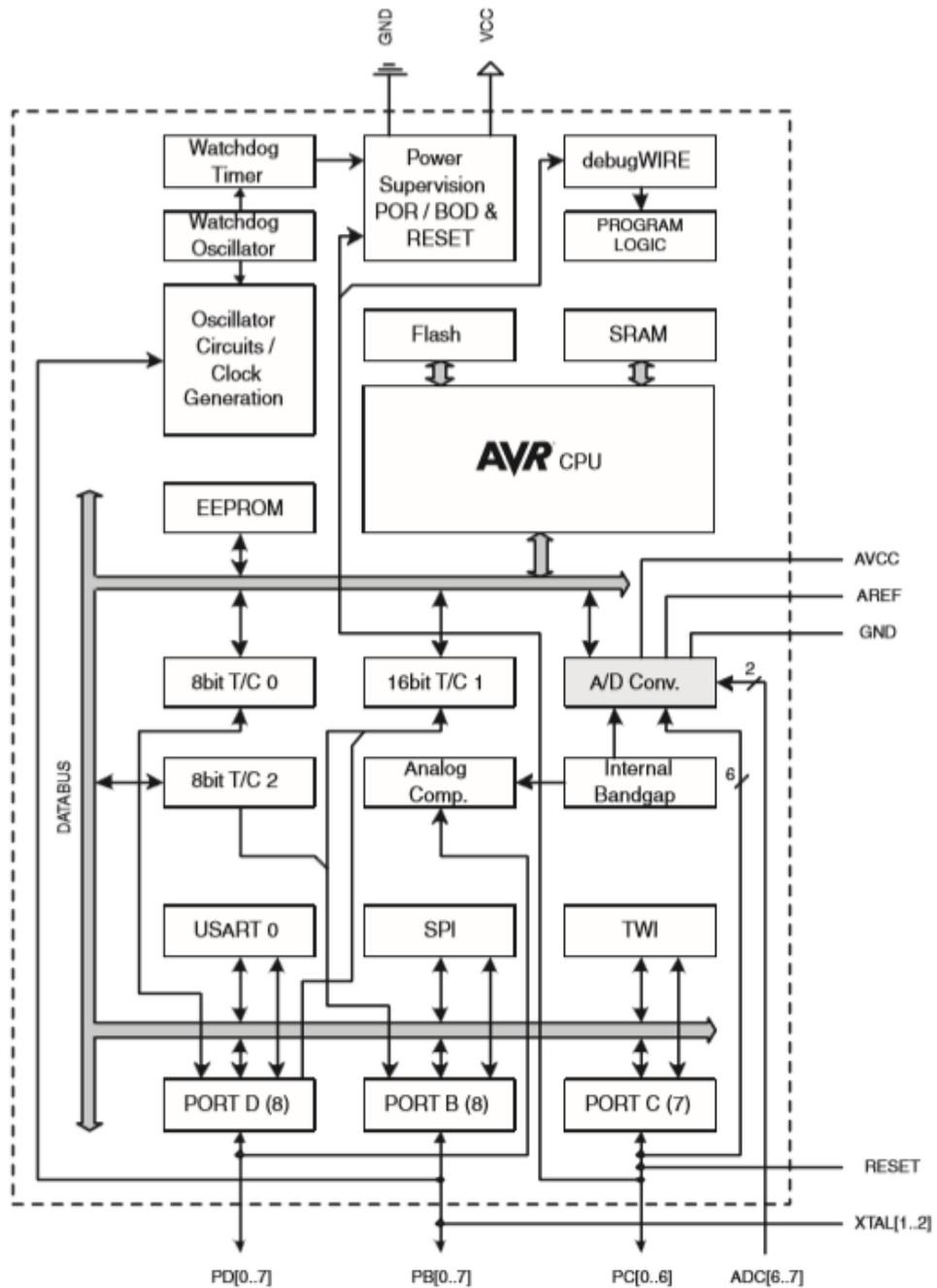
2.1.3 Arsitektur Mikrokontroler ATMega

Seluruh mikrokontroler yang diimplementasikan pada produk Arduino menggunakan ATMega keluarga AVR. Salah satunya, seri ATMega 328 (Gambar 2.3) dengan sejumlah fitur diantaranya *On-Chip System Debug*, 5 ragam tidur (*Mode Sleep*), 6 Saluran ADC yang mendukung reduksi derau, ragam hemat daya (*Mode Power-save, Power-down*), Ragam siaga (*Standby Mode*).

Mikrokontroler ATMega 328 paling banyak umumnya digunakan pada *board* Arduino seperti UNO, Duemilanove, Nano, dll. Pada tipe Arduino Mega, baik ATMega 328 maupun ATMega 1280, keduanya menggunakan kristal 16 MHz sebagai pembangkit clock. Keduanya juga memiliki blok memori flash untuk menyimpan intruksi program, SRAM untuk penyimpanan variabel data



sementara, dan EEPROM sebagai media penyimpanan data yang tetap tersimpan meskipun mikrokontroler dalam keadaan kondisi tidak dicatu. Fitur mikrokontroler AVR seri lainnya, seperti ATmega 168 atau 2560 tidak jauh berbeda dengan 328 atau 1280, kecuali pada ukuran kapasitas blok memori EEPROM, Flash, dan SRAM. [4]

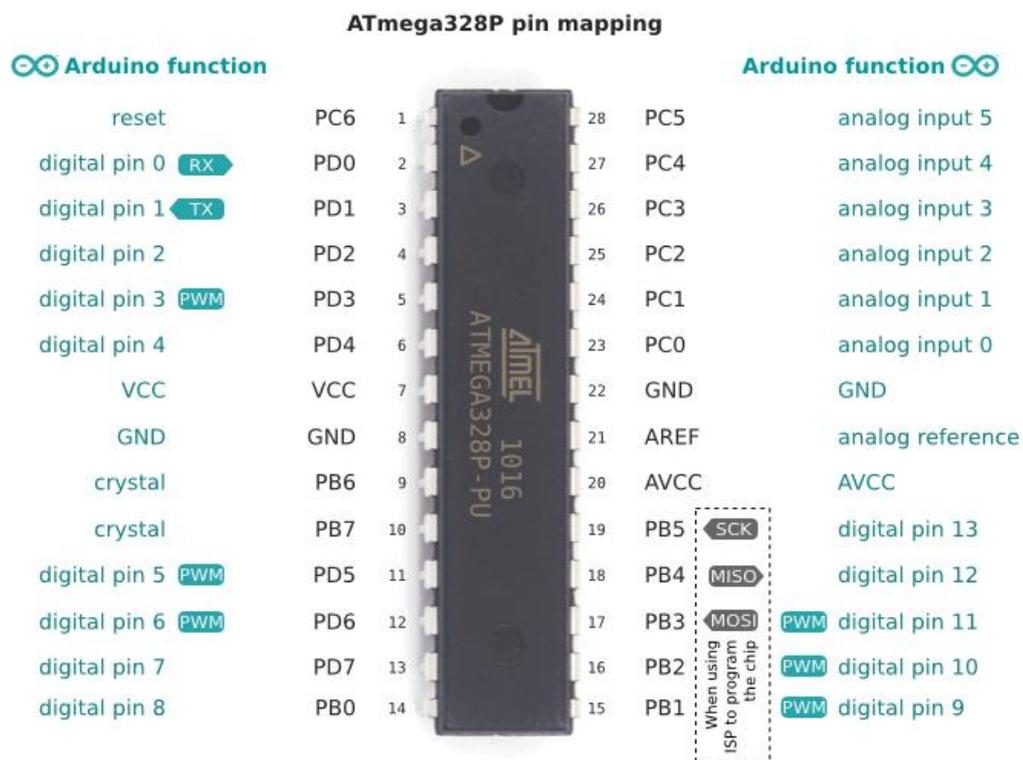


Gambar 2.3 Blok diagram Mikrokontroler ATmega 328P



2.1.4 Mikrokontroler ATmega328P

ATmega328P merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATmega8 ini antara lain ATmega8535, ATmega16, ATmega32, ATmega328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin *input/output*), peripheral (USART, *timer*, *counter*, dll). Dari segi ukuran fisik, ATmega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memori dan peripheral lainnya ATmega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan peripheralnya relatif sama dengan ATmega8535, ATmega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas.[12]



Gambar 2.4 Mikrokontroler Atmega328P

ATmega328P memiliki 3 buah PORT utama yaitu PORTB, PORTC, dan PORTD dengan total pin *input/output* sebanyak 23 pin. PORT tersebut dapat difungsikan sebagai *input/output* digital atau difungsikan sebagai peripheral lainnya.



Fungsi Pin-pin Mikrontroler Atmega328P :

1. Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output. Selain itu PORT B juga dapat memiliki fungsi alternatif seperti di bawah ini.

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

2. Port C

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

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

3. Port D

Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai input/output. Sama seperti *Port B* dan *Port C*, *Port D* juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini.

- a. USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan



RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.

- b. *Interrupt* (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi *hardware*. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi *hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
- c. XCK dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan *clock* dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan *external clock*.
- d. T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan *counter external* untuk *timer 1* dan *timer 0*.
- e. AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan *input* untuk *analog comparator*. [12]

2.1.5 Sumber Daya / Power

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB (*Universal Serial Bus*), Adaptor, atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Untuk sumber daya Eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan memasukkan 2.1mm jack DC ke colokan listrik board. Baterai dapat dimasukkan pada pin header Gnd dan Vin dari konektor daya. Board dapat beroperasi pada pasokan eksternal dari 6 sampai 20 volt. Jika Anda menggunakan tegangan kurang dari 6 volt mungkin tidak akan stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak papan. Rentang yang dianjurkan adalah 7 sampai 12 volt.[5]

Pin listrik yang tersedia adalah sebagai berikut:

1. VIN (*Volt In*) Input tegangan ke board Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal. Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika Anda ingin memasok tegangan melalui colokan listrik, gunakan pin ini.
2. 5V. Pin ini merupakan output 5V yang telah diatur oleh regulator papan Arduino. Board dapat diaktifkan dengan daya, baik dari colokan listrik DC (7 -

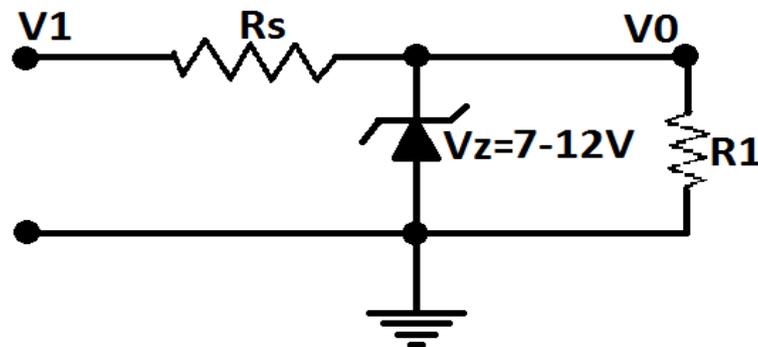


12V), konektor USB (5V), atau pin VIN board (7-12V). Jika Anda memasukan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung (tanpa melewati regulator) dapat merusak papan Arduino. Penulis tidak menyarankan itu.

3. Tegangan pada pin 3V3. 3.3Volt dihasilkan oleh regulator on-board. Menyediakan arus maksimum 50 mA.
4. GND. Pin Ground.
5. IOREF. Pin ini di papan Arduino memberikan tegangan referensi ketika mikrokontroler beroperasi. Sebuah shield yang dikonfigurasi dengan benar dapat membaca pin tegangan IOREF sehingga dapat memilih sumber daya yang tepat agar dapat bekerja dengan 5V atau 3.3V.[5]

2.1.6 Regulator Tegangan (*Voltage Regulator*)

Sebuah *voltage regulator* sederhana terdiri dari atas sebuah sumber tegangan yang di pasang seri dengan resistor dan diode zener yang terpasang paralel dengan beban. Fungsi dari *voltage regulator* adalah untuk menjaga agar tegangan beban tetap atau mendekati konstan walaupun arus beban I_l dan tegangan sumber V_1 berubah-ubah.[2]



Gambar 2.5 Rangkaian Regulator Tegangan

2.1.7 Osilator

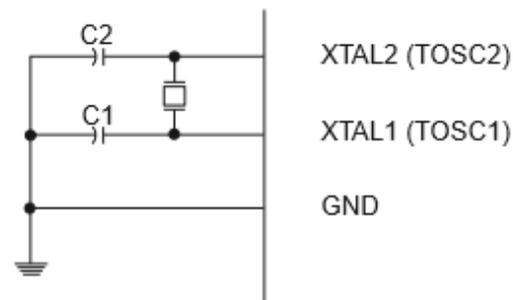
Berfungsi untuk menghasilkan sinyal dengan tingkat kestabilan frekuensi yang sangat tinggi. Kristal pada osilator ini terbuat dari quartz atau Rochelle salt dengan kualitas yang baik. Material ini memiliki kemampuan mengubah energi



listrik menjadi energi mekanik berupa getaran atau sebaliknya. Kemampuan ini lebih dikenal dengan piezoelectric effect.

Besarnya perubahan yang terjadi pada parameter-parameter penguat dapat di kurangi dengan menyediakan dayanya dari sebuah sumber dengan regulasi-tegangan (*voltage-regulated source*) dan dengan penggunaan sebuah penguat penyangga (*buffer*) dengan impedansi masukan yang tinggi untuk mengisolasi osilator dari tingkat-tingkat berikutnya.[10]

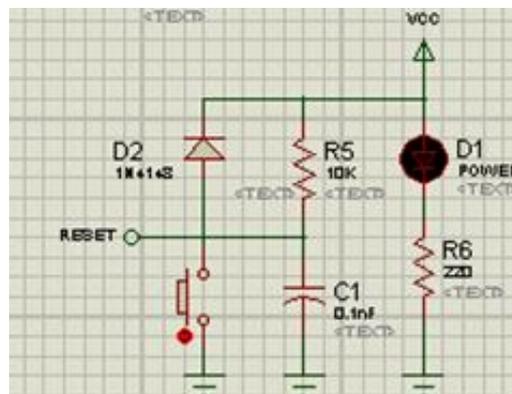
Crystal Oscillator Connections



Gambar 2.5 Rangkaian Osilator

2.1.8 Reset

Rangkaian reset sama fungsinya dengan rangkaian reset pada komputer. Fungsi reset di mikrokontroler yaitu untuk merestart program, sehingga kembali ke program awal. Penggunaan reset pada mikrokontroler opsional, bisa di pakai atau tidak tergantung dengan pengguna.



Gambar 2.7 Rangkaian Reset



2.1.9 Memori

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader). ATmega328 juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM[11]

- SRAM

Memori data yang berukuran 68 byte dan digunakan untuk menyimpan data sementara pada saat run-time. Jika catu daya dimatikan, maka isi memori ini akan hilang [7]

- EEPROM

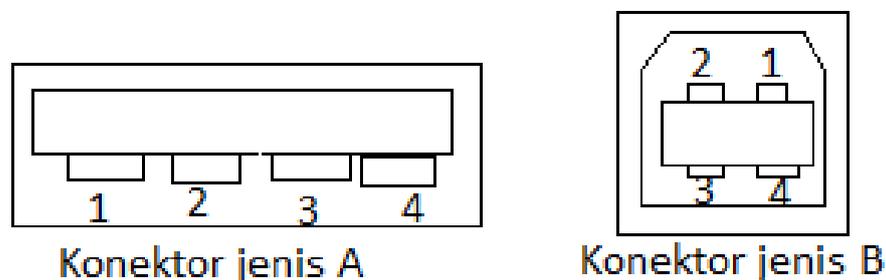
Memori data yang berukuran 64 byte yang digunakan untuk menyimpan data absolut karena data yang terdapat EEPROM ini tidak akan hilang walaupun catu daya dimatikan. [7]

2.1.10 USB (*Universal Serial Bus*)

USB adalah port yang sangat diandalkan, saat ini dengan bentuknya yang kecil dan kecepatan datanya yang tinggi, anda dapat menghubungkan hingga 127 produk USB dalam 1 komputer. USB versi 1.1 mendukung kecepatan, yaitu mode kecepatan penuh 12Mbps/s dan kecepatan rendah 1,5Mbps/s yang dikenal sebagai mode kecepatan tinggi.[2]

- Konektor USB

Ada dua macam konektor USB yaitu konektor A untuk hubungan ke host dan konektor B untuk hubungan ke piranti USB. Secara fisik dapat dibedakan dengan mudah untuk menghindari kesalahan pemasangan.



Gambar 2.8 Konektor USB

Untuk menghubungkan lebih luas seperti menghubungkan ke piranti berukuran kecil layaknya seperti handphone dan sebagainya.



– Fungsi USB

Suatu piranti USB dapat dikatakan sebagai sebuah alat transceiver (pengirim sekaligus penerima), baik host maupun USB itu sendiri. Sebuah istilah baru dikenalkan, yakni USB *function* yang maksudnya adalah peralatan USB yang memiliki kemampuan khusus, seperti printer, scanner, modem, dan lain-lainnya.[2]

– Perlindungan Arus USB

Arduino Uno memiliki polyfuse reset yang melindungi port USB komputer Anda dari arus pendek atau berlebih. Meskipun kebanyakan komputer memberikan perlindungan internal sendiri, sekering menyediakan lapisan perlindungan tambahan. Jika lebih dari 500 mA, sekering otomatis bekerja.[5]

2.1.11 Pemrograman Software Arduino Uno

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino . Pada ATmega328 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-*upload* kode baru untuk itu tanpa menggunakan *programmer hardware eksternal*. [12]

```

sketch_feb02a | Arduino 1.6.6
File Edit Sketch Tools Help
sketch_feb02a $
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
jhamzah apriyanto
Arduino/Genuino Uno on COM1

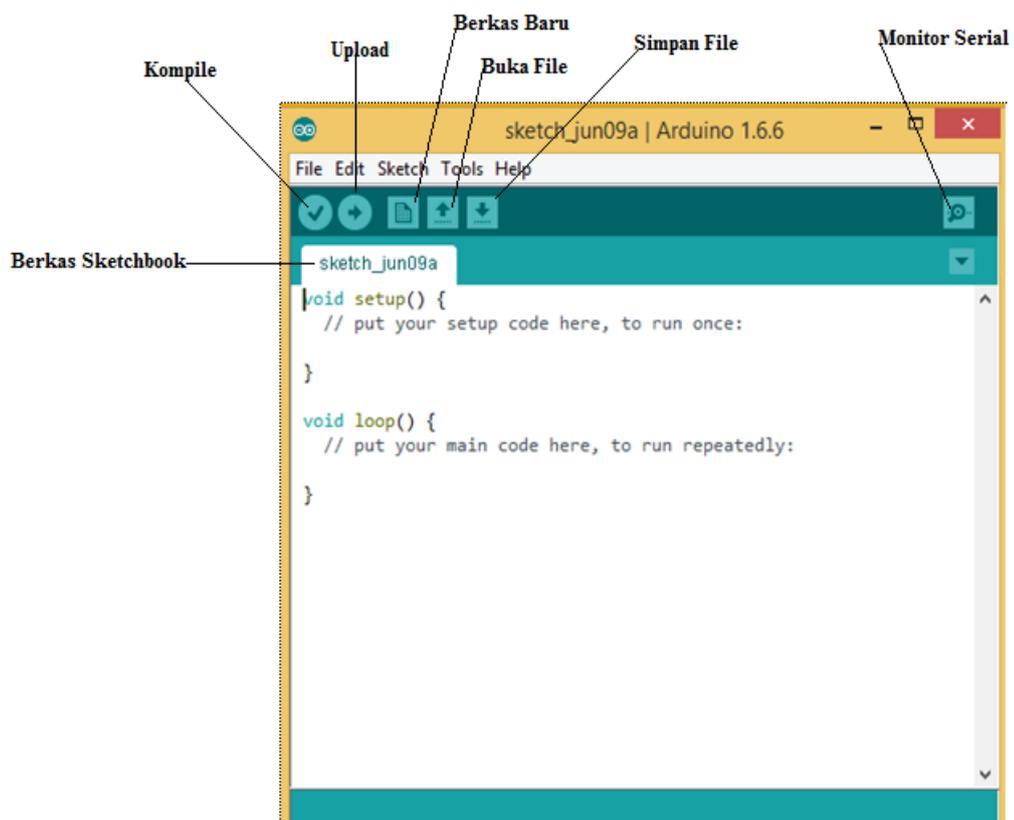
```

Gambar 2.9 Program Arduino Uno



IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

- Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
- Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory didalam papan Arduino. [12]



Gambar 2.10 Menu Ikon IDE Arduino Versi 1.0

Bahasa assembly adalah Bahasa pemrograman tingkat rendah karena ia berinteraksi langsung dengan hardware computer. Dengan berkerjanya CPU menggunakan biner, maka ia dapat berkerja sangat cepat.[2]



Kemudahan yang disediakan untuk pemrogram cukup penting, biasanya menyakut:

- a. Kode operasi pengingat (menomonic operation code)
- b. Pengacuan simbolik dari alamat penyimpan
- c. Representasi data yang memudahkan (convenient data representation)
- d. Daftar program (program listings)
- e. Deteksi kesalahan (error detection) [3]

2.1.12 Bahasa Pemograman Arduino Berbasis Bahasa C

Program Arduino sendiri menggunakan bahasa C. walaupun banyak sekali terdapat bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high level language*) seperti pascal, basic, cobol, dan lainnya. Walaupun demikian, sebagian besar dari paraprogramer profesional masih tetap memilih bahasa C sebagai bahasa yang lebih unggul, berikut alasan-alasannya :

- Bahasa C merupakan bahasa yang *powerful* dan *fleksibel* yang telah terbukti dapat menyelesaikan program-program besar seperti pembuatan sistem operasi, pengolah gambar (seperti pembuatan game) dan juga pembuatan kompilator bahasa pemrograman baru.
- Bahasa C merupakan bahasa yang *portabel* sehingga dapat dijalankan di beberapa sistem operasi yang berbeda. Sebagai contoh program yang kita tulis dalam sistem operasi windows dapat kita kompilasi didalam sistem operasi linux dengan sedikit ataupun tanpa perubahan sama sekali.
- Bahasa C merupakan bahasa yang sangat populer dan banyak digunakan oleh programer berpengalaman sehingga kemungkinan besar *library* pemrograman telah banyak disediakan oelh pihak luar/lain dan dapat diperoleh dengan mudah.
- Bahasa C merupakan bahasa yang bersifat modular, yaitu tersusun atas rutin-rutin tertentu yang dinamakan dengan fungsi (*function*) dan fungsi-fungsi tersebut dapat digunakan kembali untuk pembuatan program-program lainnya tanpa harus menulis ulang implementasinya.



- Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah (*middle level language*) sehingga mudah untuk melakukan interface (pembuatan program antar muka) ke perangkat keras.[12]

Struktur penulisan program dalam bahasa C harus memiliki fungsi utama, yang bernama main. Fungsi inilah yang akan dipanggil pertama kali pada saat proses eksekusi program. Artinya apabila kita mempunyai fungsi lain selain fungsi utama, maka fungsi lain tersebut baru akan dipanggil pada saat digunakan.

Selain itu juga dalam bahasa C kita akan mengenal *file header*, biasa ditulis dengan ekstensi `h(*.h)`, adalah file bantuan yang yang digunakan untuk menyimpan daftar-daftar fungsi yang akan digunakan dalam program. Bagi anda yang sebelumnya pernah mempelajari bahasa pascal, *file header* ini serupa dengan unit. Dalam bahasa C, file header standar yang untuk proses *input/output* adalah `<stdio.h>`.

Perlu sekali untuk diperhatikan bahwa apabila kita menggunakan *file header* yang telah disediakan oleh kompilator, maka kita harus menuliskannya didalam tanda ‘<’ dan ‘>’ (misalnya `<stdio.h>`). Namun apabila menggunakan *file header* yang kita buat sendiri, maka file tersebut ditulis diantara tanda “ dan ” (misalnya “`cobaheader.h`”). perbedaan antara keduanya terletak pada saat pencerian file tersebut. Apabila kita menggunakan tanda `<>`, maka file tersebut dianggap berada pada direktori default yang telah ditentukan oleh kompilator. Sedangkan apabila kita menggunakan tanda “”, maka *file header* dapat kita dapat tentukan sendiri lokasinya.[12]

2.2 Modul GSM

2.2.1 Pengertian Modul GSM (*Global System for Mobile Communications*)

GSM (*Global System for Mobile Communications*) perisai oleh Arduino digunakan untuk mengirim / menerima pesan dan membuat / menerima panggilan hanya seperti ponsel dengan menggunakan kartu SIM oleh penyedia jaringan. Kita dapat melakukan ini dengan cara menghubungkannya perisai GSM ke papan



Arduino dan kemudian mencolokkan kartu SIM dari operator yang menawarkan cakupan GPRS.[1]

Perisai mempekerjakan penggunaan modem radio oleh Simcom. Kita dapat berkomunikasi dengan mudah dengan melindungi menggunakan perintah AT. GSM yang berisi banyak metode komunikasi dengan melindungi.

Modul GSM ini dapat bekerja dengan kartu SIM dari operator jaringan GSM seperti ponsel dengan nomor telepon yang unik. Keuntungan menggunakan modem ini akan menjadi port RS232 dapat digunakan untuk berkomunikasi dan mengembangkan aplikasi embedded. Aplikasi seperti SMS Control, transfer data, remote control dapat dikembangkan dengan mudah menggunakan ini.[1]

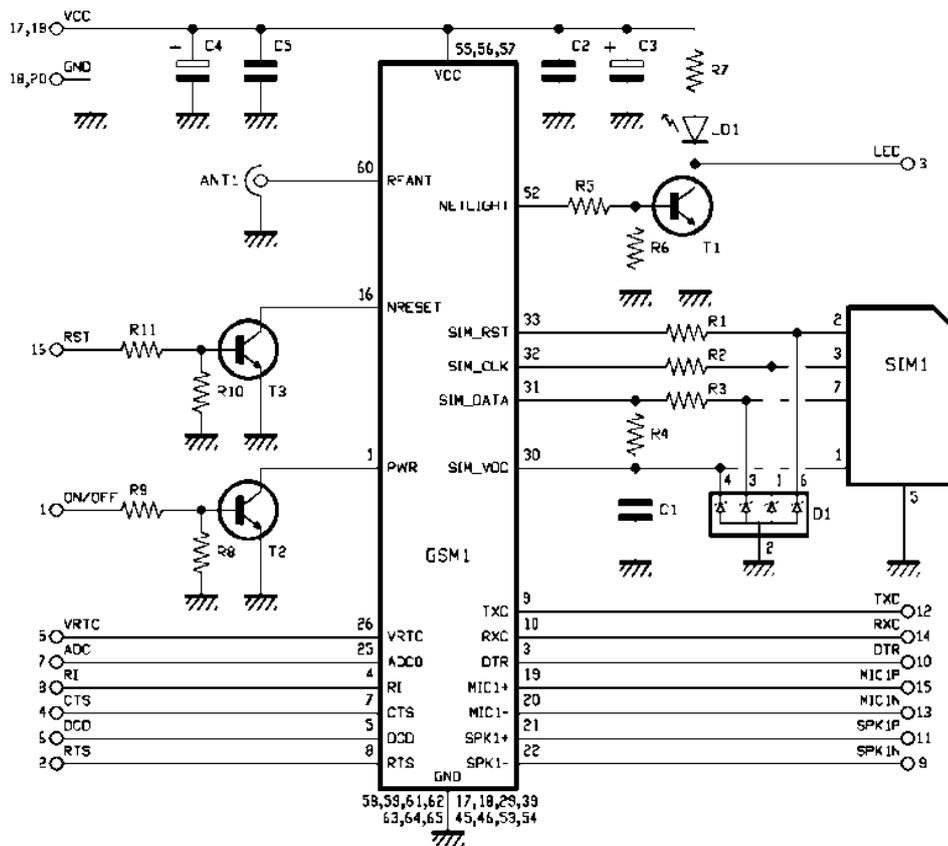
Modulasi kode-pulsa (Pulse-Code Modulation = PCM) digunakan untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi bentuk digital biner. Dalam system PCM, kelompok-kelompok pulsa atau kode yang di pancarkan merepresentasikan angka-angka biner yang bersesuaian dengan tingkat-tingkat tegangan modulasi. Informasi yang dikirimkan itu didapatkan kembali dengan tidak tergantung pada tinggi, lebar, atau isian energy dari masing-masing pulsa, tetapi hanya pada ada atau tidaknya pulsa-pulsa tersebut. [10]



Gambar 2.11 Modul GSM



Perpindahan frekuensi ini dapat diwujudkan melalui proses modulasi. Modulasi didefinisikan sebagai proses mengubah beberapa karakteristik tertentu dari sinyal pembawa (*carrier*), sesuai dengan karakteristik sinyal pemodulasi. Disini *sinyal pemodulasi* adalah sinyal pesan yang akan dibawa, sedangkan hasil dari modulasi (yaitu sinyal pembawa yang telah berubah karakteristiknya) disebut sebagai *sinyal termodulasi*. Dalam kasus *modulasi pulsa*, sinyal berupa serangkaian pulsa-pulsa pendek digunakan sebagai sinyal pembawa. [6]



Gambar 2.12 Rangkaian Modul GSM

2.2.2 Sejarah GSM

Eropa jelas lebih beruntung, mereka telah menyadari bahwa sistem telepon baru tidak dapat mengakomodasi beberapa frekuensi. Karena itu, mereka memutuskan untuk mulai membangun teknologi pada struktur radio selular secara digital penuh. Ternyata pilihan ini adalah pilihan yang sangat tepat pada waktu itu. Mereka telah memetakan standar wireless yang baru setelah jalur telepon



ISDN (integrated services digital network) dibangun. Service baru ini disebut GSM. GSM pada awalnya adalah singkatan dari *Groupe speciale mobile*. Setelah menjadi standar internasional, akhirnya dikenal sebagai *Global system for mobile communications*. Pengembangan GSM dimulai pada tahun 1982 dengan anggota 26 perusahaan nasional telepon Eropa. Pada tahun tersebut, Conference of European Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), mencoba menyeragamkan sistem selular Eropa ke dalam 900MHz.[10]

Pada awal 1980-an Amerika Utara telah melakukan standardisasi jaringan selular yang semakin tumbuh dan berkembang dengan pesat. Pada tahun 1988 dipublikasikannya standar jaringan analog yang disebut dengan TIA-IS-41 atau Interim Standard. IS-41 menyatukan bagian-bagian jaringan yang mempunyai database dan komunikasi switch mobile menggunakan jalur jaringan telepon umum. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang ada di seluruh Amerika digabung menjadi satu sistem yang besar sehingga pengguna antara jaringan dapat melakukan perjalanan dari sistem ke sistem tanpa harus khawatir sambungan terputus, dan menanggulangi penyadapan. Pesawat penerima mempunyai fitur yang dapat mendukung di semua lokasi. [10]

GSM (Global System for Mobile Communications). Standar digital pertama di Eropa, pengembangan ini digunakan untuk memberikan jaminan kompatibilitas selular di seluruh Eropa. Kesuksesan ini ternyata telah menyebar keseluruh dunia sehingga lebih dari 80 jaringan GSM telah dioperasikan. Teknologi ini dioperasikan pada 900 dan 1800 MHz pada seluruh bagian di Eropa dan Inggris. Di beberapa bagian Amerika menggunakan frekuensi 1900 MHz .[10]

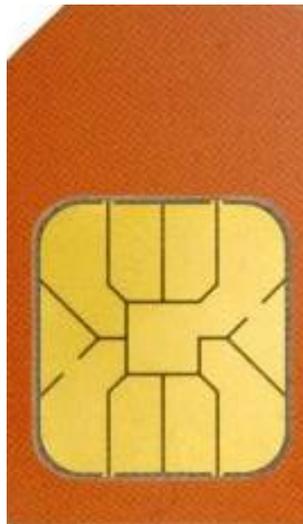
GSM adalah standar internasional di Eropa, Australia, dan beberapa negara di Asia (termasuk Indonesia) dan Afrika. Pada area cakupan layanan GSM, pengguna ponsel dapat membeli sebuah telepon yang dapat digunakan pada standar yang mendukungnya. Untuk melakukan koneksi ke layanan provider yang berlainan negara, pengguna GSM dapat melakukan switch SIM Card-nya saja. SIM Card adalah disk kecil yang removable yang diselipkan pada ponsel GSM



anda. SIM Card ini akan menyimpan data koneksi serta nomor identifikasi yang anda perlukan untuk mengakses layanan provider wireless. Hal yang tidak menguntungkan adalah bahwa telepon GSM 1900-MHz yang digunakan di Amerika Serikat tidak kompatibel dengan sistem internasional.[10]

2.2.3 Kartu GSM

Kartu SIM (*Subscriber Identity Module*) adalah sebuah kartu pintar seukuran prangko yang ditaruh di telepon genggam yang menyimpan kunci pengenalan jasa telekomunikasi. Kartu SIM harus digunakan dalam sistem GSM. Kartu yang mirip dengan SIM dalam UMTS disebut USIM, sedangkan kartu RUIM populer dalam sistem CDMA.



Gambar 2.13 Kartu GSM

Sistem operasi kartu SIM terbagi dalam dua tipe: Native dan Java Card. Kartu SIM Native berdasarkan pada perangkat lunak yang proprietary, dalam artian implementasi berbeda-beda untuk tiap vendor. Berbeda dengan kartu SIM Java Card yang berdasar pada standard, yaitu sekumpulan instruksi bahasa pemrograman Java yang khusus dibuat untuk embedded devices. Dengan teknologi ini, dalam sebuah Java Card, dimungkinkan terdapat program yang tidak tergantung piranti kasar dan interoperable.



Kartu SIM menyimpan informasi yang berkaitan dengan jaringan yang digunakan untuk otentifikasi (authentication) dan identifikasi pengguna. Data yang paling penting adalah: nomer identitas kartu (ICCID, *Integrated Circuit Card ID*), nomer pengguna internasional (IMSI, *International Mobile Subscriber Identity*), kunci autentikasi (AK, *Authentication Key*), kode area (LAI, *Local Area Identity*), dan nomer panggilan darurat operator. SIM juga menyimpan nomer layanan pusat untuk SMS (SMSC, *Short Message Service Center*), nama penyedia layanan (SPN, *Service Provider Name*), dan lainnya..

Salah satu fungsi utama dari jaringan GSM adalah untuk memfasilitasi akses yang lebih mudah pada platform seluler dan satelit di seluruh jalur internasional. Menggunakan teknologi digital, baik melalui suara dan saluran data dalam sistem. Minimal, saluran ini beroperasi pada jaringan generasi kedua (2G), tetapi banyak menggunakan sistem generasi ketiga (3G) atau lebih tinggi untuk menawarkan layanan yang memuaskan kepada klien.

Telepon pada jaringan GSM biasanya menggunakan kartu SIM yang menyimpan data tentang telepon dan pengguna, yang memungkinkan informasi untuk dapat dengan mudah ditransfer ke perangkat yang berbeda. Banyak penyedia GSM menggunakan “penguncian SIM” untuk menjaga di jaringan tertentu selama periode kontrak waktu. Setelah kontrak selesai, maka kartu tersebut dapat digunakan dalam telepon baru atau pada jaringan yang berbeda. Teknologi pesaing yaitu CDMA (*Code division multiple access*), tidak menggunakan kartu ini dan memusnahkan data yang tersimpan pada ponsel yang akan di transfer secara manual atau sambungan.

2.2.4 Komponen Penting Dalam GSM

Komponen penting yang memang sangat berperan dalam menangani aktivitas komunikasi seluler yang berbasis GSM yaitu :

- a. Komponen Jaringan untuk menangani Trafik Pelanggan

BTS (*Base Transceiver Station*) terdiri dari peralatan untuk melakukan transmisi dan menerima sinyal dari pelanggan (MS/Mobile Station), atena



untuk satu atau untuk beberapa sel, peralatan untuk enkripsi/deskripsi untuk menyandikan sinyal suara, pengukuran kuat sinyal dan untuk berkomunikasi dengan BSC.

BSC (*Base Station Controller*) melakukan *switching radio* set up kanal radio untuk trafik dan pensinyalan ke MSC dan memonitor hubungan yang sedang terjadi, BSC juga mengerjakan konsentrasi trafik dan menangani *handover* antar *base station*. BSC hanya dikenal di GSM pada system lain, maka MSC yang melakukan fungsi *switching radio*.

GMSC (*Gateway Mobile Switching Centre*) adalah bagian khusus dari MSC sebagai interface dengan jaringan yang lain. GMSC tidak menanggapi data pelanggan tetapi harus mampu menangani berbagai standar pensinyalan untuk berkomunikasi dengan jaringan lain.

SMSC (*Short Message Service Centre*) adalah system message/pesan dalam bentuk mailbox untuk short message dan fax.

b. Elemen Jaringan untuk Data Base

HLR (*Home Location Register*) adalah register atau tempat penyimpanan data yang permanen dalam satu system GSM dan HLR dapat berdiri sendiri atau menyatu dengan MSC.

VLR (*Visitor Location Register*) bersifat *stand alone* yang dapat diakses oleh beberapa MSC, biasanya setiap MSC mempunyai VLR masing-masing.

AUC (*Authentication Centre*) adalah tempat penyimpanan data-data keamanan pelanggan seperti kunci-kunci enkripsi untuk seluruh pelanggan dalam jaringan.

EIR (*Equipment Identification Register*) adalah tempat penyimpanan data-data identifikasi dari setiap MS

c. Elemen Jaringan untuk Operasi dan Pemeliharaan

Operation and Maintenance Centre (OMC) dilengkapi dengan *Operation Support System (OSS)* dan *Network Management System (NMS)*. OSS dan NMS dihubungkan dengan elemen jaringan lainnya melalui jaringan X.25 atau TCP/IP. [9]



2.3 LCD 16x2

2.3.1 Pengertian LCD 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan tidak hanya menampilkan angka-angka, tetapi juga huruf-huruf, kata-kata dan semua sarana symbol, lebih bagus dan serbaguna daripada penampilan-penampilan yang menggunakan 7-segment LED (*Light Emiting Diode*) yang sudah umum. Modul LCD mempunyai basis *interface* yang cukup baik, yang sesuai dengan system minium AT90S2313. Juga sesuai dengan keluarga mikrokontroler yang lain.[8]



Gambar 2.14 LCD (16x2)

Bentuk dan ukuran modul-modul berbasis karakter banyak ragamnya. salah satu variasi bentuk dan ukuran yang tersedia dan dipergunakan pada peralatan ini adalah 16x2 karakter (panjang 16, baris 2, karakter 32) dan 16 pin.

Akses pin yang tersedia mempunyai delapan jalur hubungan data, tiga jalur hubungan control, tiga jalur catu daya dan pada modul LCD dengan fasilitas *back lighting* terdapat dua jalur catu untuk back lighting sehingga mereka dapat ditampilkan dalam kondisi cahaya yang kecil.

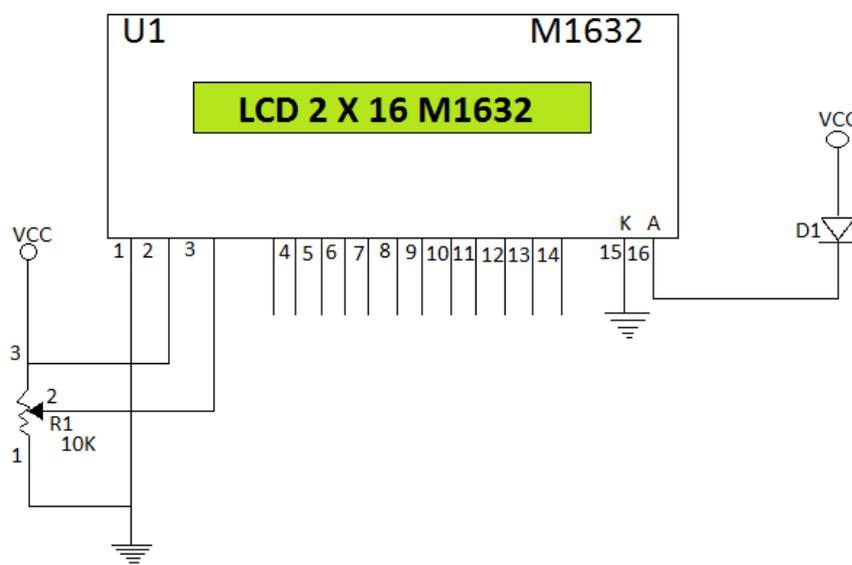
Ketika power dinyalakan, display menampilkan sederet persegi gelap, mungkin hanya paada bagian display. Sel-sel karakter ini sebenarnya merupakan bagian yang mati. Modul display mereset sendiri pada bagian awal ketika power dinyalakan, yang mana layar jadi kosong sehingga karakter-karakter tidak dapat



terlihat. Dengan demikian perlu untuk memberikan perintah pada poin ini untuk menyalakan display.[8]

2.3.2 Fungsi Pin-pin modul LCD

Modul LCD berukuran 16 karakter x2 baris dengan fasilitas back lighting memiliki 16 pin yang terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur control dan jalur-jalur catu daya.



Gambar 2.15 Rangkaian LCD (16x2)

Bagian-bagian Pin-pin modul LCD :

a. Pin 1 dan 2

Merupakan sambungan catu daya, Vss dan Vdd. Pin Vdd dihubungkan dengan tegangan positif catu daya, dan Vss pada 0 volt atau ground. Meskipun data menentukan catu 5 Vdc (hanya beberapa mA), menyediakan 6V dan 4,5V yang keduanya bekerja dengan baik,, bahkan 3V cukup untuk beberapa modul.

b. Pin 3

Merupakan sambungan pin control Vcc yang digunakan untuk mengatur kontras display. Idealnya pin ini dihubungkan dengan tegangan yang bias diubah untuk memungkinkan pengaturan terhadap tingkatan kontras display sesuai dengan kebutuhan.



c. Pin 4

Merupakan RS (*register select*), masukan yang pertama dari tiga command control input. Dengan membuat RS menjadi *high*, data karakter dapat transfer dari dan menuju modulnya.

d. Pin 5

Read/Write (R/W), untuk memfungsikannya sebagai perintah *write* maka R/W low atau menulis karakter ke modul. R/W *high* untuk membaca data karakter atau informasi status dari registernya.

e. Pin 6

Enable (E), input ini digunakan untuk transfer actual dari perintah-perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data. Ketika menulis ke display, data transfer hanya pada perpindahan *high* atau *low*. Tetapi ketika membaca dari display, data akan menjadi lebih cepat tersedia setelah perpindahan dari *low* ke *high* dan tetap tersedia hingga sinyal *low* lagi.

f. Pin 7 sampai 14

Pin 7 sampai 14 adalah delapan jalur data (D0 – D7) dimana data dapat di transfer ke dan dari *display*.

g. Pin 15 dan 16

Pin 15 atau A (+) mempunyai level DC +5V berfungsi sebagai LED *backlight* + sedangkan pin 16 yaitu K(-) memiliki level 0V dan berfungsi sebagai LED *backlight*. [10]

2.3.3 I2C Interface LCD 16x2

I2C singkatan dari *Inter Integrated Circuit* merupakan cara komunikasi data secara serial diantara perangkat I2C dengan dua jalur. Pada protokol I2C, data dikirim melalui jalur SDA, sedangkan untuk *clock* dikirim melalui SCL.[16]

Untuk proses membaca (*read*) dan menulis (*write*) dari perangkat master ke *slave* secara I2C yaitu sebagai berikut :

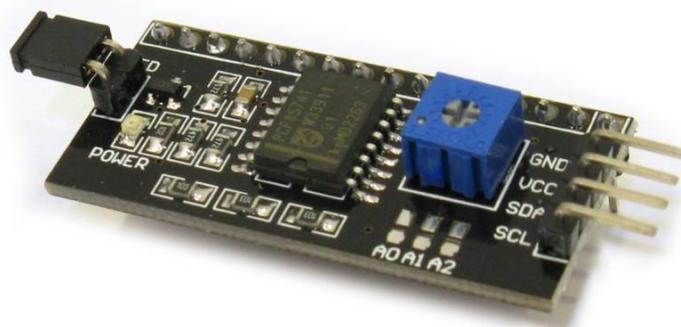
a. Mengirimkan bit STRART (S)

b. Mengirimkan bit baca (READ/R-1) atau bit tulis (WRITE/ W-0)



- c. Mengirimkan alamat slave yang dituju (ADDR)
- d. Menunggu byte data (DATA) sebesar 8 bit
- e. Menunggu bit acknowledge (A)
- f. Mengirimkan byte data (DATA) sebesar 8 bit
- g. Mengirimkan bit acknowledge (A)
- h. Mengirimkan bit STOP (P)

Proses mengirimkan data byte dan bit acknowledge dapat diulang sehingga beberapa blok data dapat ditulis atau dibaca. Perangkat master mengirimkan urutan S, ADDR, W kemudian menunggu bit acknowledge (A) dari slave yang hanya akan diberikan oleh slave jika alamat yang dikirimkan oleh master sesuai dengan alamat pada slave. Jika bit acknowledge (A) dikirim, perangkat master akan mengakhiri proses transfer DATA byte dengan memberikan signal STOP atau mengirim START untuk pengiriman data lagi. Proses yang hampir sama pada saat master membaca byte dari perangkat slave, hanya bedanya kali ini R (READ) yang dikirimkan, setelah data dikirimkan dari slave ke master, master mengirimkan signal acknowledge (A), jika master tidak mau menerima data lagi dari slave, sinyal not-acknowledge (NACK) akan dikirimkan yang berarti slave harus selesai melakukan proses signal STOP atau signal START yang berulang. Untuk setiap komponen dalam bus I2C harus memiliki alamat masing-masing yang unik. Kapasitas maximum dari komponen yang dihubungkan menggunakan jalur I2C dibatasi oleh jumlah alamat maximum dan total kapasitansi bus I2C, yakni 400 pF. Untuk signal START dan STOP merupakan signal unik yang hanya dapat dibuat oleh perangkat master.



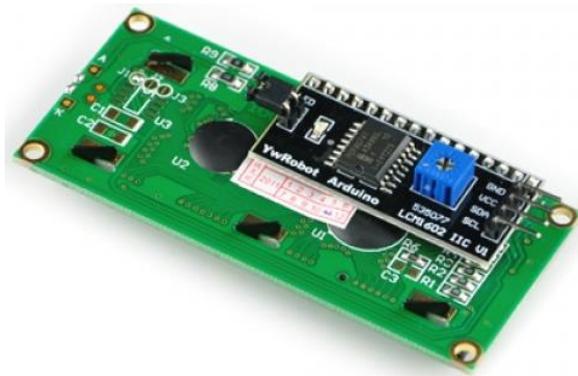
Gambar 2.16 I2C Interface LCD 16x2



Produk ini didesain untuk meminimalkan penggunaan pin pada saat menggunakan display LCD 16x2. Normalnya sebuah LCD 16x2 akan membutuhkan sekurang-kurangnya 8 pin Arduino dan 1 buah potensiometer untuk dapat diaktifkan. Namun LCD tipe ini membuat Anda hanya perlu menyediakan 2 pin saja. Sangat berguna bagi Anda yang memiliki project dan memiliki keterbatasan pin pada board Arduino Anda.

Spesifikasi I2C Interface LCD 16x2

1. I2C Address: 0x20
2. Backlight (Blue with white char color)
3. Supply voltage: 5V
4. Size: 82x35x18 mm
5. Weight: 40 gram



Gambar 2.17 I2C Interface digabung satu LCD 16x2

2.4 Relay

2.4.1 Pengertian Relay



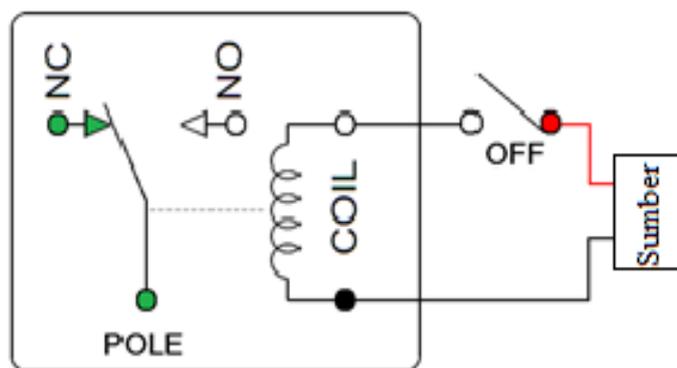
Gambar 2.18 Relay



Relay adalah suatu alat elektromekanik yang mengubah signal elektrik menjadi suatu gerakan mekanik. Pada kemasan relay berisi coil dan kontak yang terbuat dari bahan metal.

2.4.2 Cara Kerja Relay

Cara kerja dari relay yaitu pada saat terdapat arus yang melalui coil pada relay menyebabkan timbulnya medan magnet, dimana medan magnet ini nantinya akan membuat kontak yang tertutup atau menutup kontak yang terbuka. Arus yang keluar dari mikrokontroler tidak mencukupi untuk menggerakkan coil pada relay. Hal ini dikarenakan pada coil relay memerlukan arus sekitar 100mA, sedangkan pada mikrokontroler hanya menyuplai arus sebesar 25mA.[7]



Gambar 2.19 Rangkaian Relay

Transistor tidak dapat berfungsi sebagai *switch* (saklar) tegangan AC atau tegangan tinggi. Selain itu, umumnya tidak digunakan sebagai *switching* untuk arus besar ($>5A$). Dalam hal ini, penggunaan relay sangatlah tepat. Relay berfungsi sebagai saklar yang berkerja berdasarkan input yang dimilikinya.[2]

2.4.3 Keuntungan dan Kekurangan Relay

Keuntungan :

- Dapat switch AC dan DC, transistor hanya switch DC
- Relay dapat switch tegangan tinggi, transistor tidak dapat
- Relay pilihan yang tepat untuk switching arus yang besar
- Relay dapat switch banyak kontak dalam 1 waktu



Kekurangan :

- Relay ukurannya jauh lebih besar dari pada transistor
- Relay tidak dapat switch dengan cepat
- Relay butuh daya lebih besar dibandingkan transistor
- Relay memutuskan arus input yang besar [2]

2.5 Lampu

2.5.1 Pengertian Lampu

Lampu adalah Sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi.

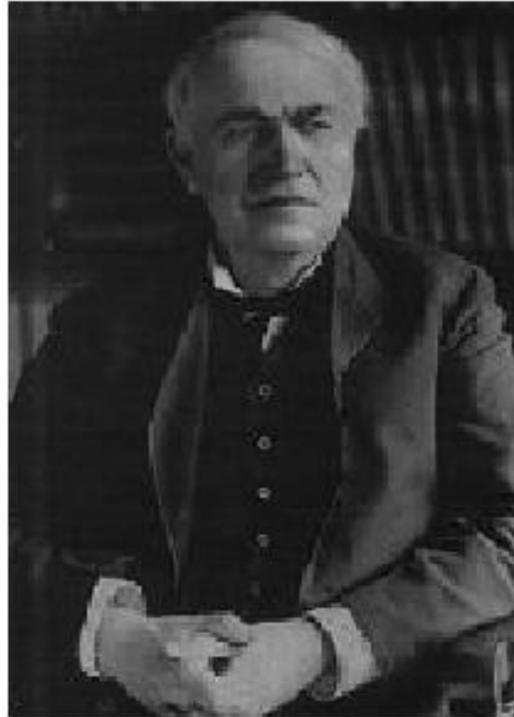
Lampu pijar dipasarkan dalam berbagai macam bentuk dan tersedia untuk tegangan (voltase) kerja yang bervariasi dari mulai 1,25 volt hingga 300 volt. Energi listrik yang diperlukan lampu pijar untuk menghasilkan cahaya yang terang lebih besar dibandingkan dengan sumber cahaya buatan lainnya seperti lampu pendar dan diode cahaya, maka secara bertahap pada beberapa negara peredaran lampu pijar mulai dibatasi.

2.5.2 Sejarah Lampu

Pengembangan lampu pijar sudah dimulai pada awal abad XIX. Sejarah lampu pijar dapat dikatakan telah dimulai dengan ditemukannya tumpukan volta oleh Alessandro Volta. Pada tahun 1802, Sir Humphry Davy menunjukkan bahwa arus listrik dapat memanaskan seuntai logam tipis hingga menyala putih. Lalu, pada tahun 1820, Warren De la Rue merancang sebuah lampu dengan cara menempatkan sebuah kumparan logam mulia platina di dalam sebuah tabung lalu mengalirkan arus listrik melaluinya. Hanya saja, harga logam platina yang sangat tinggi menghalangi pendaaygunaan penemuan ini lebih lanjut.



Elemen karbon juga sempat digunakan, namun karbon dengan cepat dapat teroksidasi di udara. Oleh karena itu, jawabannya adalah dengan menempatkan elemen dalam vakum.



11 February 1847 - 18 Oktober 1931

Gambar 2.20 Thomas Alva Edison

Pada tahun 1870-an, seorang penemu bernama Thomas Alva Edison dari Menlo Park, negara bagian New Jersey, Amerika Serikat, mulai ikut serta dalam usaha merancang lampu pijar. Dengan menggunakan elemen platina, Edison mendapatkan paten pertamanya pada bulan April 1879. Rancangan ini relatif tidak praktis namun Edison tetap berusaha mencari elemen lain yang dapat dipanaskan secara ekonomis dan efisien. Pada tahun yang sama, Sir Joseph Wilson Swan juga menciptakan lampu pijar yang dapat bertahan selama 13,5 jam. Sebagian besar filamen lampu pijar yang diciptakan pada saat itu putus dalam waktu yang sangat singkat sehingga tidak berarti secara komersial. Untuk menyelesaikan masalah ini, Edison kembali mencoba menggunakan untaian karbon yang ditempatkan dalam

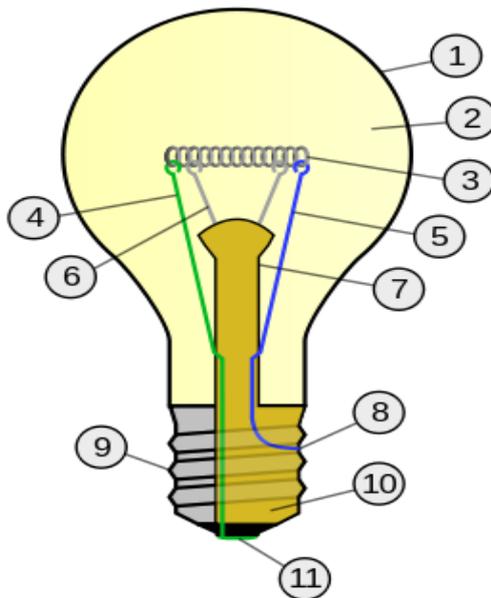


bola lampu hampa udara hingga pada tanggal 19 Oktober 1879 dia berhasil menyalakan lampu yang mampu bertahan selama 40 jam.

2.5.3 Landasan Teori

Jika sepotong kawat logam dipanaskan oleh sebuah lampu bunsen atau lampu temple, dalam waktu yang sangat singkat kawat tadi akan bersinar dengan cahaya merah. Kawat logam yang didalam keadaan seperti ini disebut “memijar”.

Komponen utama dari lampu pijar adalah bola lampu yang terbuat dari kaca, filamen yang terbuat dari wolfram, dasar lampu yang terdiri dari filamen, bola lampu, gas pengisi, dan kaki lampu.



1. Bola lampu
2. Gas bertekanan rendah (argon, neon, nitrogen)
3. Filamen wolfram
4. Kawat penghubung ke kaki tengah
5. Kawat penghubung ke ulir
6. Kawat penyangga
7. Kaca penyangga
8. Kontak listrik di ulir
9. Sekrup ulir
10. Isolator
11. Kontak listrik di kaki tengah

Gambar 2.21 Kontruksi Lampu Pijar

Jika proses pemanasan ini dilanjutkan maka cahaya merah tadi akan menjadi memutih. Untuk tercapainya proses ini diperlukan sejumlah panas yang cukup besar. Proses ini merupakan salah satu konsep dasar pemikiran untuk pembuatan sebuah “lampu pijar listrik biasa”. Sebagaimana kita ketahui jika arus listrik mengalir sepanjang kawat yang memiliki hambatan (tahanan), maka arus ini akan menimbulkan energy panas.

Dengan perhitungan yang teliti terhadap kawat (luas penampang) dan banyaknya jumlah muatan listrik maka proses memijar ini akan tercapai, maka



cahaya putih tadi diubah ke dalam bentuk energi lain yaitu yang biasa disebut Cahaya.[11]



Gambar 2.22 Lampu

Bagian yang terpenting dari lampu pijar ini adalah kaca penutup dan kumparan kecil yang terbuat dari kawat wolfram dimana arus listrik dialirkan. Kumparan ini dinamakan “FILAMEN”. Kadang-kadang filamen tersebut dibuat dari sebuah kawat yang berdiameter sangat kecil dan kemudian ditunjang oleh kawat-kawat yang lebih tebal.

Hal-hal ini yang tidak dapat dilihat oleh mata kita yaitu tidak adanya udara didalam kaca penutup. Sewaktu lampu pijar dibuat, udara tadi dipindahkan yang kemudian lampu pijar tersebut disini dengan gas yang tidak menunjang pemakaran. Gas ini akan membantu untuk mencegah filament tadi dari kerusakan. Dengan demikian lampu-lampu pijar tadi dalam keadaan selesai dikemas dan siap untuk dipasarkan. [11]

2.6 Adaptor

2.6.1 Pengertian Adaptor

Adaptor adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau



rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC). [14]

Fungsi dari adaptor :

1. Adaptor yang kita kenal kebanyakan yaitu mengubah dari listrik PLN 220 Volt (arus AC) menjadi tegangan listrik lebih kecil (arus DC) yaitu menjadi 5 volt DC, 12 volt DC, 19 volt DC, 24 volt DC dan sebagainya tergantung keperluan perangkat apa yang digunakan.
2. Ada juga adaptor yang mengubah dari listrik PLN 220 Volt AC menjadi tegangan listrik lebih kecil namun arusnya tetap AC, misalnya menjadi 9 volt AC , atau 24 Volt AC
3. Adaptor disebut juga charger

2.6.2 Jenis Adaptor

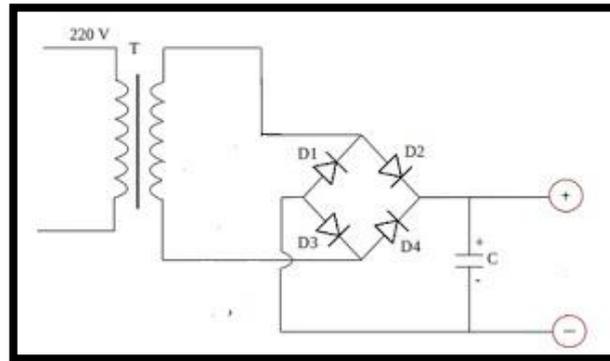
Adapun jenis-jenis Adaptor :

1. Adaptor trafo / transformator atau adaptor konvensional



Gambar 2.23 Trafo

Adaptor Konvensional yaitu adaptor yang menggunakan komponen utama bernama trafo yaitu berupa gulungan kawat dan lempengan logam. Oleh karena itu adaptor jenis ini sangat berat, contoh adaptor untuk radio tape compo, TV mini, alat kesehatan, keyboard / organ dan lainnya.



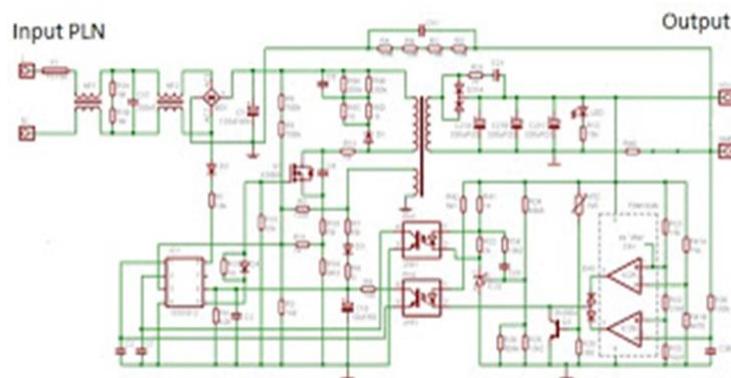
Gambar 2.24 Skema/Rangkaian adaptor konvensional

Gambar di atas adalah rangkaian adaptor konvensional paling sederhana.

Penjelasan :

- 220V adalah tegangan listrik PLN. Listrik PLN termasuk arus bolak-balik (AC).
- Trafo / transformator berfungsi menurunkan tegangan listrik, namun output dari trafo masih berupa arus AC
- Dioda adalah komponen yang berfungsi sebagai penyearah arus listrik (menjadikan arus DC)
- Perangkat elektronik secara umum (laptop, hand phone, dll.) memakai arus DC dengan arus kecil 5 volt, 12 volt, 15 volt, 19 volt dan sebagainya. Jadi arus listrik PLN harus diubah dan diturunkan tegangannya. Di sinilah fungsinya adaptor.

2. Adaptor switching



Gambar 2.25 Skema/Rangkaian Adaptor Switching



Tampak seperti skema diatas, adaptor switching menggunakan rangkaian yang cukup rumit, banyak jenis komponen yang harus dipakai. Tetapi komponen trafo-nya hanya kecil saja namun menghasilkan daya besar



Gambar 2.26 Adaptor 5V/AC

Spesifikasi :

- Input 100-240V, Frekuensi 50/60 Hz dan 0,5 A
- Output 5V dan 1 mA

Seiring perkembangan teknologi lalu ditemukan adaptor switching yaitu adaptor yang menggunakan komponen utama berupa rangkaian elektronika (yang lebih rumit) namun menghasilkan tegangan listrik yang sesuai. (adaptor switching sebenarnya juga terdapat trafo, tetapi ukurannya kecil saja).

Adaptor switching lebih ringan dibanding adaptor trafo. Contohnya adaptor untuk laptop, handphone, monitor lcd/led, komputer all in one, dll.