

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengukuran

2.1.1 Pengertian Pengukuran

Pengukuran adalah usaha menyatakan sifat suatu zat atau benda ke dalam bentuk angka atau harga yang lazim disebut sebagai hasil pengukuran (Basyaruddin, Noor Cholis; 1995; 1)

Pemberian angka tersebut, dalam praktek dapat dicapai dengan membandingkan alat tersebut yang dianggap sebagai standar atau membandingkan besaran yang diukur dengan sebuah skala yang telah diterai atau dikalibrasi

Hasil pengukuran tergantung pada alat yang dipergunakan sebagai perbandingan penunjukkan seseorang yang melakukan pengukuran dan cara melaksanakan pengukuran.

2.1.2 Kesalahan pada Pengukuran

Kesalahan pada pengukuran perlu diperhatikan karena tidak ada hasil pengukuran yang benar-benar tepat dengan mempelajari error kesalahan dapat dikurangi.

2.1.2.1 Kesalahan Mutlak

Diartikan sebagai selisih antara harga pembacaan pengamatan dengan harga yang sebenarnya dengan persamaan sebagai berikut :

$$E = M - T \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

- E = Kesalahan mutlak dari alat ukur
- M = Harga yang didapat dari pengukuran
- T = Harga sebenarnya dari besaran yang diukur

2.1.2.2 Kesalahan Relatif

Merupakan hasil bagi dari kesalahan mutlak terhadap harga sebenarnya, dengan persamaan :

$$Kr = \frac{E}{T} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

2.2 Multimeter

Multimeter adalah alat ukur yang dipakai untuk mengukur tegangan listrik, arus listrik, dan tahanan (resistansi). Itu adalah pengertian multimeter secara umum, sedangkan pada perkembangannya multimeter masih bisa digunakan untuk beberapa fungsi seperti mengukur temperatur, induktansi, frekuensi, dan sebagainya. Ada juga orang yang menyebut multimeter dengan sebutan AVO meter, mungkin maksudnya A (ampere), V(volt), dan O(ohm).

Multimeter dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu multimeter analog dan digital

2.2.1 Multimeter Analog

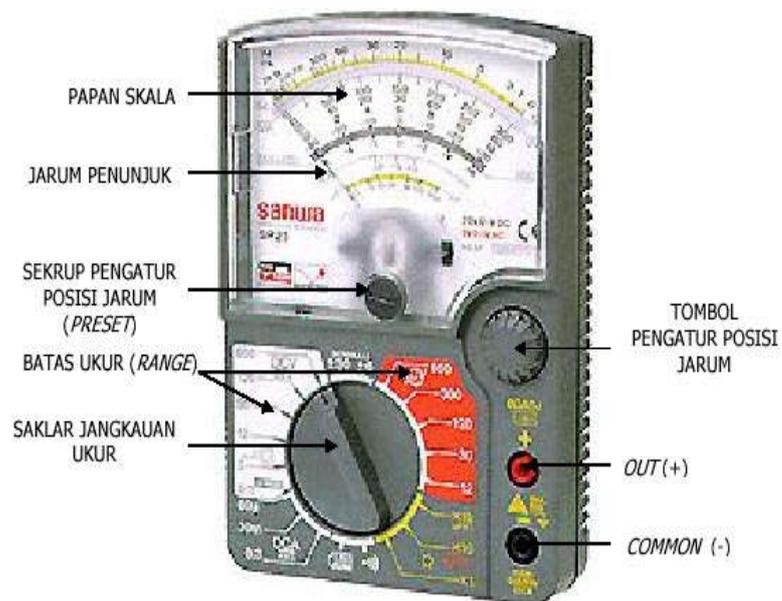
Multimeter Analog atau Multimeter Jarum adalah alat pengukur besaran listrik yang menggunakan tampilan dengan jarum yang bergerak ke range-range yang kita ukur dengan probe.

Analog tidak digunakan untuk mengukur secara detail suatu besaran nilai komponen tetapi kebanyakan hanya di gunakan untuk baik atau jeleknya komponen pada waktu pengukuran atau juga di gunakan untuk memeriksa suatu rangkaian apakah sudah tersambung dengan baik sesuai dengan rangkaian blok yang ada

Multimeter analog menggunakan peraga jarum moving coil dan besaran ukur berdasarkan arus (elektronis dan non elektronis)

2.2.1.1 Bagian-bagian Multimeter Analog

- Sekrup pengatur kedudukan jarum penunjuk
- Tombol pengatur jarum penunjuk pada kedudukan zero
- Saklar pemilih
- Lubang kutub
- Saklar pemilih polaritas
- Kotak meter
- Jarum penunjuk meter
- Skala



Gambar 2.1 Multimeter Analog

(Sumber : www.google.co.id)

2.2.2 Multimeter Digital

Multimeter digital atau sering juga disebut sebagai digital multimeter sama merupakan jenis multimeter yang telah menggunakan display digital sebagai penampil hasil ukurnya. Hasil ukur yang ditampilkan pada multimeter digital merupakan hasil yang telah sesuai, sehingga tidak perlu dilakukan lagi perhitungan antara hasil ukur dan batas ukur.

Multimeter Digital menggunakan peraga bilangan digital dan besaran ukur berdasarkan tegangan yang dikonversi ke sinyal digital

2.2.2.1 Bagian-bagian Multimeter Analog

- Display Digital
- Saklar pemilih
- Lubang kutub
- Saklar pemilih polaritas
- Kotak meter
- Skala



Gambar 2.2 Multimeter Digital

(Sumber : www.google.co.id)

2.2.3 Fungsi Multimeter

Fungsi ukur yang dimiliki setiap multimeter ada beberapa macam tergantung tipe dan merk multimeter. Akan tetapi pada umumnya setiap multimeter / multimeter memiliki 3 fungsi ukur utama yaitu sebagai alat ukur arus, tegangan dan resistansi. Berikut adalah beberapa fungsi ukur yang ada pada multimeter.

- Ampere Meter

Ampere meter adalah salah satu fungsi ukur pada multimeter yang berfungsi untuk mengukur arus listrik. Pada multimeter pada umumnya terdiri dari 2 jenis ampere meter yaitu ampere meter DC dan ampere meter AC. Pada multimeter analog dan digital pada fungsi ampere meter ini saklar selektor berfungsi sebagai batas ukur maksimum, oleh karena itu arus yang akan diukur harus diprediksikan dibawah batas ukur multimeter yang digunakan. Hal ini bertujuan untuk menghindari kerusakan pada multimeter.

- Volt Meter

Volt meter merupakan fungsi ukur untuk mengetahui level tegangan listrik. Sama halnya dengan fungsi multimeter sebagai ampere meter. Pada fungsi volt meter ini saklar selektor yang ada pada multimeter baik digital maupun analog berfungsi sebagai batas ukur maksimum, oleh karena itu harus diprediksikan level tegangan yang akan diukur harus dibawah nilai batas ukur yang dipilih.

- Ohm Meter

Ohm meter merupakan salah satu fungsi multimeter yang berfungsi untuk mengetahui nilai resistansi suatu resistor atau komponen elektronika yang memiliki unsur resistansi. Pada fungsi ohm meter ini untuk multimeter analog saklar selektor berfungsi sebagai multiplier sedangkan pada multimeter digital saklar selektor berfungsi sebagai batas ukur maksimum suatu resistansi yang dapat dihitung oleh multimeter tersebut.

- Kapasitansi Meter

Kapasitansi meter merupakan fungsi yang tidak selalu terdapat pada setiap multimeter. Fungsi kapasitansi meter ini berguna untuk mengetahui nilai kapastansi suatu kapasitor. Pada multi meter analog yang telah memiliki fungsi kapasitansi meter saklar selektor pada fungsi ini berfungsi sebagai multiplier atau faktor pengali dari nilai yang ditunjukkan oleh jarum meter. Sedangkan pada multimeter digital dengan fungsi kapasitansi meter maka saklar selektor berfungsi sebagai batas ukur maksimum.

- Frekuensi Meter

Frekuensi meter hanya terdapat pada tipe multimeter digital tertentu. Fungsi frekuensi meter ini digunakan untuk mengetahui frekuensi suatu sinyal atau isyarat pada suatu rangkaian elektronika.

Kualitas suatu *multimeter* ditentukan dari akurasi hasil ukur dan daya tahan multimeter tersebut. Berapa *merk multimeter* umum dan memiliki kualitas diantaranya adalah multimeter dengan merk sanwa dan heles. Harga jual multimeter analog maupun multimeter digital merk sanwa dan heles tergantung pada tipe multimeter tersebut.

2.2.4 Perbedaan Multimeter Analog dan Multimeter Digital

	Analog	Digital
Kelebihan	Untuk pengecekan kerusakan rangkaian, atau komponen lebih mudah	Penggunaan lebih mudah artinya tidak perlu menghitung nilai yang kita ukur, karena pada multimeter digital langsung keluar hasil pengukuran
	Harga relatif lebih murah	Harga relatif lebih mahal
Kekurangan	Menggunakan rumus tertentu untuk menghitung nilai yang ditunjuk jarum	Sulit digunakan untuk mengukur kerusakan komponen, seperti elco, transistor, dan sebagainya
	Rawan rusak dibagian spul atau penunjuk jarum	Beberapa kasus nilai yang ditunjukkan kurang akurat

Tabel 2.1 Multimeter Kelebihan dan Kekurangan

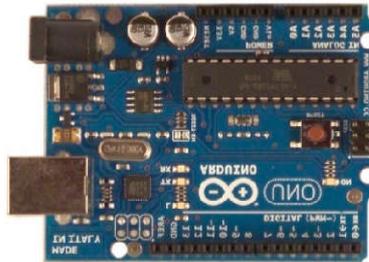
(Sumber : <http://www.masputz.com/2015/11/kelebihan-dan-kekurangan-multimeter.html>)

2.3 Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor *Atmel AVR* dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Arduino juga merupakan *platform* hardware terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema hardware arduino dan membangunnya.

2.3.1 Sejarah Arduino



Gambar 2.3 Arduino UNO

(Sumber : arduino.blogspot.com)

Proyek arduino berawal dilvre, italia pada tahun 2005. Sekarang telah lebih dari 120.000 unit terjual sampai dengan 2010. Pendirinya adalah Massimo Banzi dan David Cuartiellez.

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, yang di turunkan dari wiring platform, yang di rancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwernya memiliki prosesor atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

- Secara software -> Open source IDE yang digunakan untuk mendevlop aplikasi mikrokontroller yang berbasis arduino platform.
- Secara Hardware -> Single board mikrokontroller yang bersifat open source hardware yang dikembangkan untuk arsitektur mikrokontroller AVR 8 bit dan ARM 32 bit.

Dari ke3 pengertian diatas , dapat disimpulkan bahwa Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroller dengan jenis AVR. Mikrokontroller itu sendiri adalah chip atau IC (integrated Circuit) yang bisa diinteraksi menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroller adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output seperti yang diinginkan. Jadi , mikrokontroller bertugas sebagai otak yang mengendalikan input, proses ,dan output sebuah rangkaian elektronik.

Mikrokontroller ada pada perangkat elektronik sekeliling kita, misalnya Handphone, MP3 Player, DVD, Televisi, AC, dll. Mikrokontroller juga dapat mengendalikan robot, baik robot mainan maupun komputer. Karena komponen utama arduino adalah mikrokontroller maka arduino dapat diinteraksi menggunakan komputer sesuai kebutuhan kita.

Arduino memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat kontroler lainnya diantaranya adalah :

- Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer.
- Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS232 bisa menggunakannya.
- Memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya *shield GPS, Ethernet*, dll.

Arduino sendiri telah mengeluarkan bermacam-macam produk dan tipe sesuai dengan kebutuhan para perancang elektronik. Macam-macam arduino tersebut diciptakan berdasarkan *skill* dan keahlian para perancang sampai dimana kemahirannya dalam menggunakan perangkat arduino itu sendiri mulai dari segi

pemrograman, dari segi elektronik, dan dari segi seberapa luas pengaplikasiannya terhadap perangkat elektronik. Jenis-jenis arduino tersebut, diantaranya adalah :

- Arduino UNO
- Arduino MEGA
- Arduino Yun
- Arduino Esplora
- Arduino Lilypad
- Arduino Promini
- Arduino Nano
- Arduino Fio
- Arduino Due

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

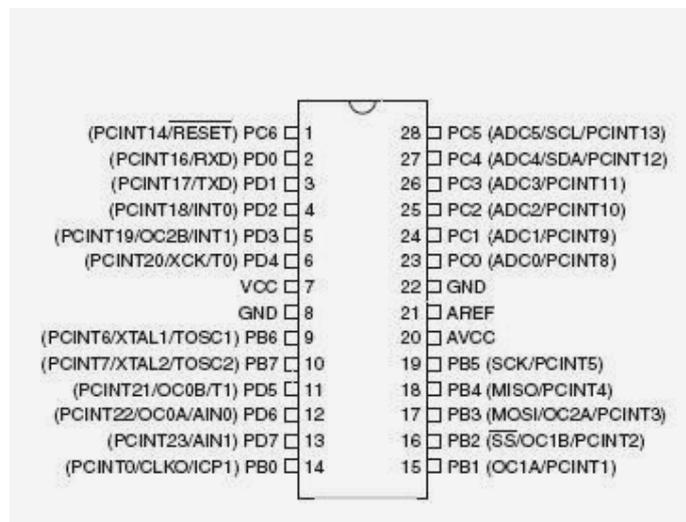
2.3.2 Mikrokontroler ATMEGA 328

Mikrokontroler Atmega328 digunakan pada arduino UNO sebagai otak untuk mengendalikan perangkat elektronik yang kan dirancang. Atmega328 itu sendiri diproduksi oleh ATMEL yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) dimana arsitektur RISC ini adalah suatu arsitektur yang memiliki instruksi yang sederhana namun memiliki banyak fasilitas tambahan. Fitur-fitur yang terdapat pada mikrokontroler Atmega328 antara lain :

- Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2KB.
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (Pulse Width Modulation) output.
- 32 x 8-bit register serba guna.

- Dengan clock 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.
- 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai bootloader.
- 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.

ATMega328 memiliki 3 buah PORT utama yaitu PORTB, PORTC, dan PORTD dengan total pin *input/output* sebanyak 23 pin. PORT tersebut dapat difungsikan sebagai *input/output* digital atau difungsikan sebagai alternatif lainnya.



Gambar 2.4 Pin Mikrokontroler ATMEGA 328

(Sumber : Gravitech_Atmega328_datasheet.pdf)

2.3.2.1 Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai *input/output*. Selain itu PORTB juga dapat memiliki fungsi 15 alternative seperti di bawah ini.

- ICP1 (PB0), berfungsi sebagai *Timer Counter 1 input capture* pin.
- OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (*Pulse Width Modulation*).

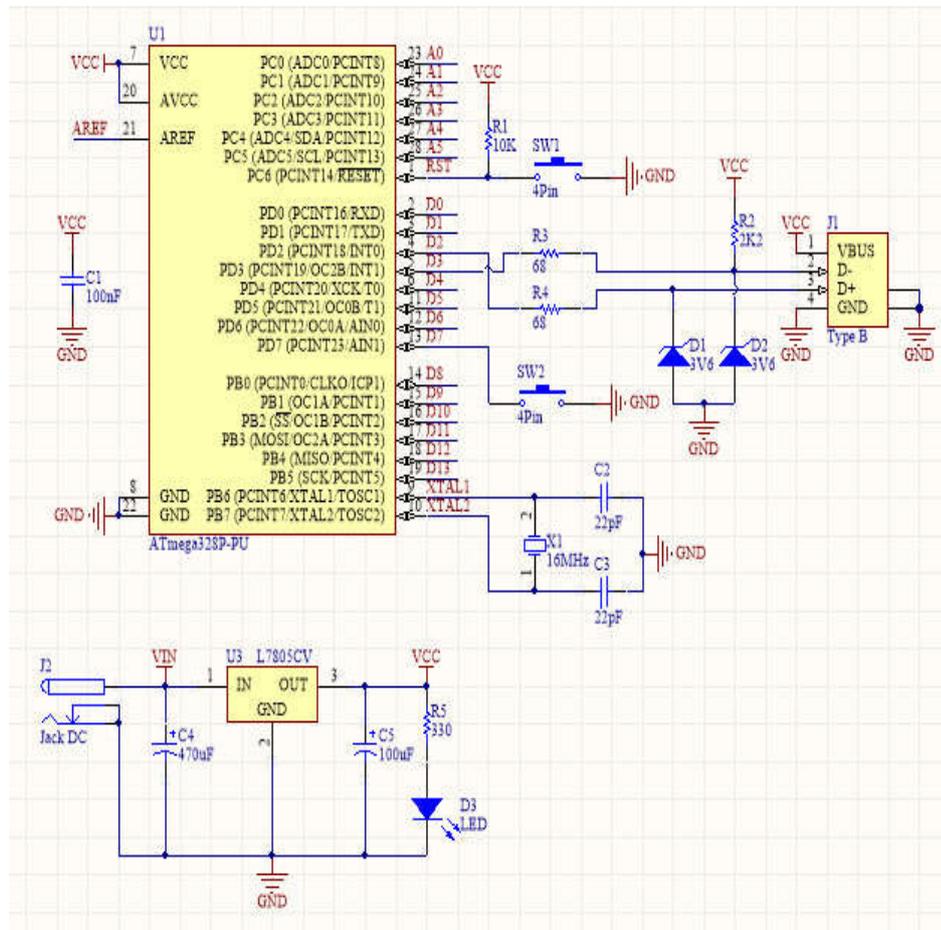
- MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.
- Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemrograman serial (ISP).
- TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber *clock* external untuk *timer*.
- XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber *clock* utama mikrokontroler.

2.3.2.2 Sistem Minimum AtMega 328

Minimum system merupakan rangkaian dasar yang harus dimiliki oleh mikrokontroler supaya dapat diprogram.

Rangkaian minimum system sederhana minimal harus memiliki beberapa bagian berikut ini :

- Rangkaian catu daya DC dengan tegangan sesuai dengan tegangan suplai mikrokontroler. Rangkaian catu daya ini berfungsi untuk mensuplai sumber tegangan ke mikrokontroler, agar mikrokontroler menyala.
- Rangkaian osilator sebagai pembangkit frekuensi eksternal. Rangkaian osilator sifatnya optional, karena beberapa jenis mikrokontroler telah memiliki osilator internal namun frekuensinya lebih rendah.
- Rangkaian antarmuka untuk pemrograman, cukup memasang konektor yang terhubung langsung ke pin-pin mikrokontroler yang berfungsi sebagai jalur pemrograman. Pada mikrokontroler AVR dikenal dengan nama ISP (In System Programming atau ISP)
- Rangkaian antarmuka yang terhubung ke port atau jalur data pada pin mikrokontroler.



Gambar 2.5 Sistem Minimum ATMEGA 328

2.3.2.3 Port C

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

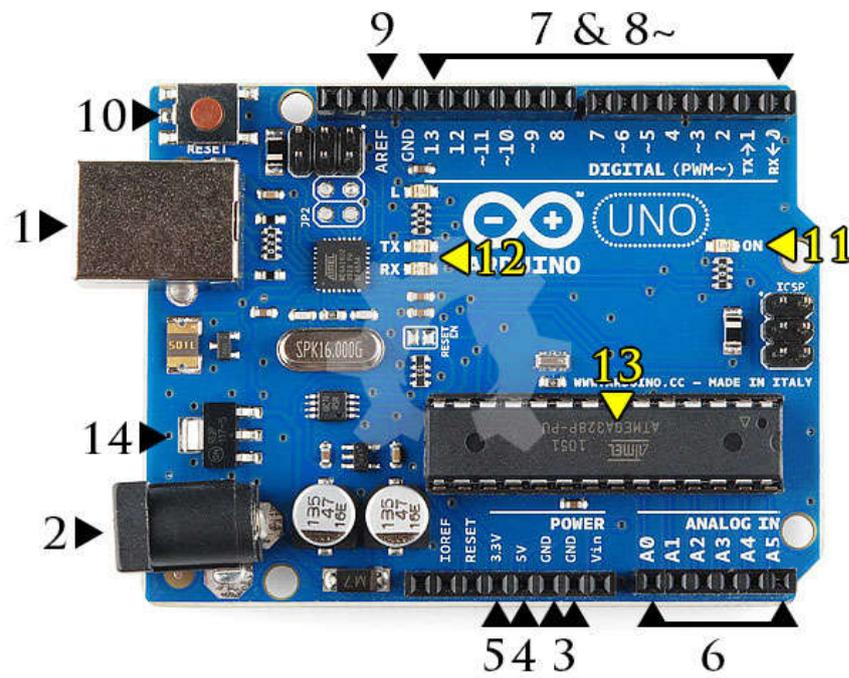
- ADC6 channel (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital
- I²C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada PORTC. I²C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain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

2.3.2.4 Port D

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

- USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
- *Interrupt* (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi *hardware*. Interupsi biasanya digunakan sebagai selanjutnya dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi *hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
- XCK dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan *clock* dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan *external clock*.
- T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan *counter external* untuk *timer 1* dan *timer 0*.
- AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan *input* untuk *analog comparator*.

2.3.3 Bagian-bagian Arduino UNO



Gambar 2.6 Bagian-bagian Arduino UNO

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

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin Arduino UNO

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

(Sumber : <http://www.google.com/koneksi rs232>)

2.4 LCD (*Liquid Crystal Display*)



Gambar 2.7 Bentuk Fisik LCD 20x4

(Sumber : <http://www.gravitech.us/20chylcdwib.html>)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Dipasaran tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan. LCD juga merupakan perangkat display yang paling umum dipasangkan di Mikrokontroler, Mengingat ukurannya yang kecil dan kemampuannya menampilkan karakter atau grafik yang lebih dibandingkan display seven-segmen. Pada pengembangan sistem embedded, LCD mutlak diperlukan sebagai sumber pemberi informasi utama, misalnya alat pengukur kadar gula darah, penampil waktu jam, penampil counter putaran motor industri dan lain-lain. Berdasarkan jenis tampilan, LCD dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

- Segment LCD

LCD ini berbentuk dari beberapa Sevent Segment Display atau Sixteen Segment Display, namun ada juga yang menggabungkan keduanya. LCD ini sering dipakai untuk jam digital.

- Graphic LCD

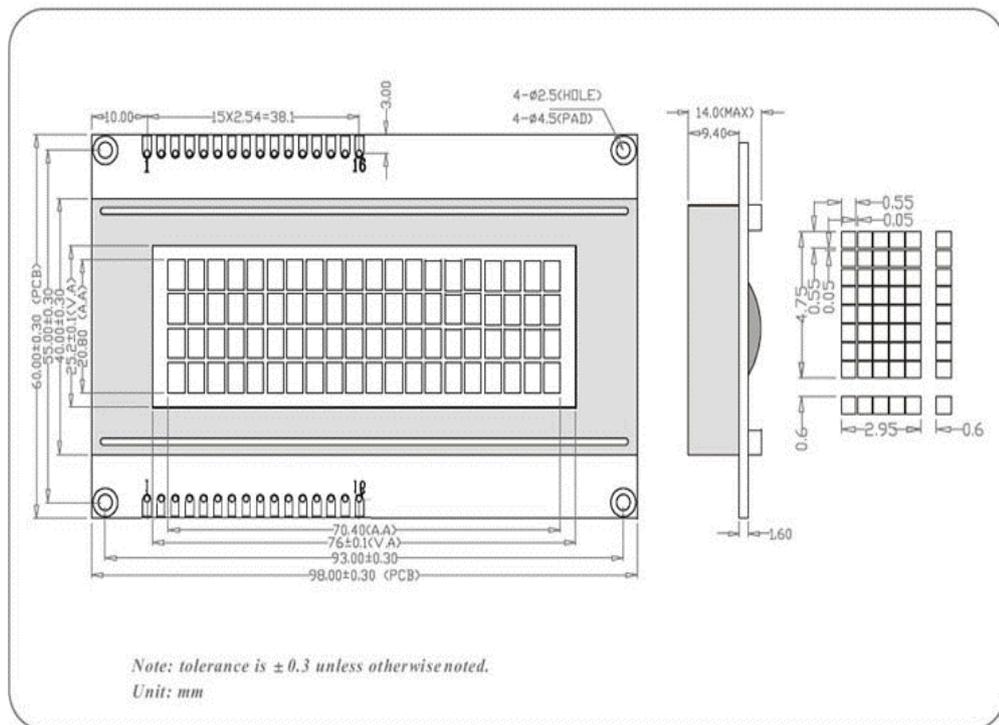
LCD jenis ini masih berkembang saat ini. Resolusi LCD ini bervariasi, diantaranya 128x64, 128x128. Sekarang ini Graphic LCD banyak dipakai pada Handycam, laptop, telpon seluler (cellphone), monitor komputer dan lain sebagainya

2.4.1 Gambar Teknik LCD 20 x 4

Gambar Teknik adalah gambar yang dibuat dengan menggunakan cara-cara, ketentuan-ketentuan, aturan-aturan yang telah disepakati bersama oleh para ahli teknik.

Gambar teknik mengandung maksud tertentu, perintah-perintah atau informasi dari pembuat gambar (perencana) untuk disampaikan kepada pelaksana atau pekerja di lapangan (bengkel) dalam bentuk gambar kerja yang dilengkapi dengan keterangan-keterangan berupa kode-kode, simbol-simbol yang memiliki satu arti, satu maksud, dan satu tujuan.

Untuk membuat gambar yang baik dan memenuhi syarat serta dapat dipahami dengan mudah dan benar oleh orang lain, diperlukan adanya peralatan yang memenuhi syarat dan teknik-teknik menggambar yang benar.



■ PIN CONFIGURATION

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Vss	VDD	V0	RS	R/W	E	DB0	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	LEDA	LEDK

Gambar 2.8 Gambar Teknik LCD 20 x 4

(Sumber : www.google.com)

2.4.2 Register Pada LCD 20 x 4

1. IR (Intruction Register)

Digunakan untuk menentukan fungsi yang harus dikerjakan oleh LCD serta pengalamatan DDRAM atau CGRAM

2. DR (Data Register)

Digunakan sebagai tempat data DDRAM atau CGRAM yang akan ditulis atau dibaca oleh komputer atau sistem minimum. Saat dibaca, DR menyimpan data DDRAM atau CGRAM, setelah itu data alamatnya secara otomatis masuk ke DR. Pada waktu menulis, cukup lakukan inisialisasi DDRAM atau CGRAM, kemudian untuk selanjutnya data dituliskan ke DDRAM atau CGRAM sejak awal alamat tersebut.

3. BF (Busy Flag)

Digunakan untuk bahwa LCD dalam keadaan siap atau sibuk. Apabila LCD sedang melakukan operasi internal, BF diset menjadi 1, sehingga tidak akan menerima perintah dari luar. Jadi, BF harus dicek apakah telah diriset menjadi 0 ketika akan menulis LCD (memberi data pada LCD). Cara untuk menulis LCD adalah dengan mengeset RS menjadi 0 dan mengeset R/W menjadi 1.

4. AC (Adress Counter)

Digunakan untuk menunjukkan alamat pada DDRAM atau CGRAM dibaca atau ditulis, maka AC secara otomatis menunjukkan alamat berikutnya. Alamat yang disimpan AC dapat dibaca bersamaan dengan BF

5. DDRAM (Display Data Random Access Memory)

Digunakan sebagai tempat penyimpanan data yang sebesar 80 byte atau 80 karakter. AC menunjukkan alamat karakter yang sedang ditampilkan

6. CGROM (^Character Generator Read Only Memory)

Pada LCD terdapat ROM untuk menyimpan karakter-karakter ASCII (American Standart Code for Interchage Intruction), sehingga cukup memasukan kode ASCII untuk menampilkanya.

7. CGRAM (Character Generator Random Access Memory)

Sebagai data storage untuk merancang karakter yang dikehendaki. Untuk CGRAM terdapat kode ASCII dari 00h sampai 0Fh, tetapi hanya 8 karakter yang disediakan. Alamat CGRAM hanya 6 bit, 3 bit untuk mengatur tinggi karakter dan 3 bit tinggi

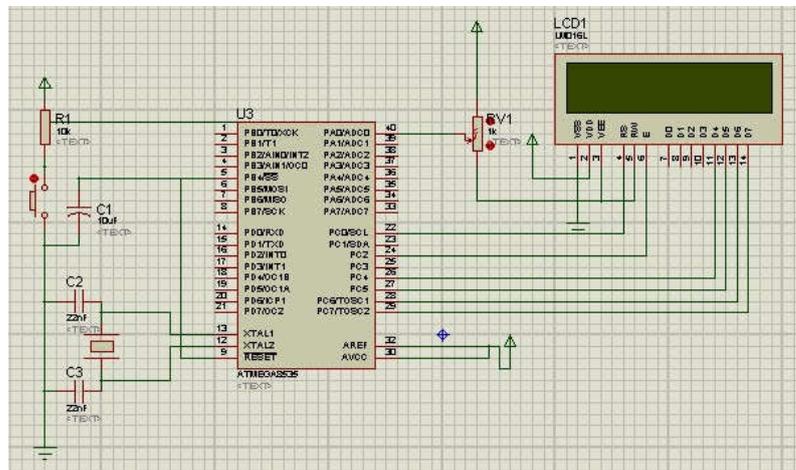
menjadi 3 bit rendah DDRAM yang menunjukkan karakter, sedangkan 3 bit rendah sebagai posisi data CGRAM untuk membuat tampilan baris dalam dotmatriks 5x7 karakter tersebut, dimulai dari atas. Sehingga karakter untuk kode ASCII 00h sama dengan 09h sampai 07h dengan 0Fh. Dengan demikian untuk perancangan 1 karakter memerlukan penulisan data ke CGRAM samapai 8 kali.

8. Cursor and Blink Control circuit

Merupakan rangkaian yang menghasilkan tampilan kursor dan kondisi blink (berkedap-kedip)

2.4.3 Rangkaian Interface LCD

Umumnya, sebuah LCD karakter akan mempunyai 14 pin untuk mengendalikannya. Pin-pin terdiri atas 2 pin catu daya (Vcc dan Vss), 1 pin untuk mengatur kontras LCD (Vee), 3 pin kendali (RS, R/W dan E), 8 pin data (DB0 - DB7). Pada LCD yang mempunyai *backlight*, disediakan 2 pin untuk memberikan tegangan ke dioda *backlight* (disimbolkan dengan A dan K). Tabel 2.2 memperlihatkan pin-pin LCD dan fungsinya.



Gambar 2.9 Rangkaian Interface LCD

Tabel 2.3 Keterangan pin LCD

No	Nama	Fungsi	Keterangan
1	Vss	Catu daya (0 V atau GND)	Ground
2	Vdd	Catu daya +5 V	Supply Voltage for logic
3	VO	Variable	Operating voltage for LCD
4	RS	<i>Register Select</i> , untuk memilih mengirim perintah atau data (Input)	“0” memilih register perintah dan “1” register data
5	R/W	<i>Read/Write</i> , pin untuk pengendali baca atau tulis (Input)	“0” untuk proses tulis dan “1” untuk proses baca, dalam banyak aplikasi tidak ada proses pembacaan data dari LCD, sehingga R/W bisa langsung dihubungkan ke GND
6	E	<i>Enable</i> , untuk mengaktifkan LCD untuk memulai operasi baca tulis	Pulsa: Rendah–Tinggi – Rendah
7–14	DB0 – DB7	Bus data (Input/Output)	Pada operasi 4 bit hanya DB4 - DB7 yang digunakan, yang lain dihubungkan ke GND. DB7 dapat digunakan sebagai bit status sibuk (<i>busy flag</i>)
15	V+	4,2 V	
16	V-	GND	

2.5 Tegangan Listrik (Voltage)

Tegangan listrik atau yang lebih dikenal sebagai beda potensial listrik adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik. Tegangan listrik merupakan ukuran beda potensial yang mampu membangkitkan medan listrik sehingga menyebabkan timbulnya arus listrik dalam sebuah konduktor listrik.

Berdasarkan ukuran perbedaannya, tegangan listrik memiliki empat tingkatan:

- Tegangan ekstra rendah (extra low Voltage)
- Tegangan rendah (low Voltage)
- Tegangan tinggi (high Voltage)
- Tegangan ekstra tinggi (extra high Voltage)

2.5.1 Simbol (Rumus)

Sesuai dengan definisi di atas, bahwa tegangan merupakan perbedaan potensial antara dua titik, yang bisa didefinisikan sebagai jumlah kerja yang diperlukan untuk memindahkan arus dari satu titik ke titik lainnya, maka rumus dasar tegangan antara 2 titik adalah:

$$V_a - V_b = \int E \cdot dI$$

Dimana :

V_a = Potensial di titik a

V_b = Potensial di titik b

E = Medan listrik

I = Arus listrik

2.5.2 Satuan (Unit)

Tegangan listrik memiliki satuan Volt. Simbol untuk tegangan listrik adalah V. namun dalam referensi-referensi akademis lebih sering digunakan simbol E untuk menyebutkan tegangan listrik. Hal ini dilakukan agar tidak tertukar dengan simbol satuan tegangan (Volt) yang juga disimbolkan dengan V.

2.6 Arus Listrik (Electric Current)

Arus listrik merupakan aliran muatan listrik. Aliran ini berupa aliran elektron atau aliran ion. Aliran ini harus melalui media penghantar listrik yang biasa disebut sebagai konduktor. Konduktor yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah kabel logam.

Ketika dua ujung kabel disambungkan pada sumber tegangan, misalnya baterai, maka elektron akan mengalir melalui kabel penghantar dari kutub negatif menuju kutub positif baterai. Aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran listrik.

2.6.1 Simbol (Rumus)

Arus listrik didefinisikan sebagai jumlah muatan listrik (elektron) yang mengalir melalui konduktor dalam tiap satuan waktu. Untuk aliran yang kontinu (steady), arus listrik dirumuskan dalam persamaan berikut:

$$I = \frac{Q}{t}$$

Dimana :

I = Arus Listrik (Ampere)

Q = Jumlah muatan listrik yang mengalir (Coulomb)

t = Waktu (Sekon)

2.6.2 Satuan (Unit)

Satuan untuk besaran arus listrik dalam system (SI) adalah Ampere (A) atau Coulomb/sekon. 1 Coulomb sendiri setara dengan 6.242×10^{18} elektron yang mengalir per detik.

2.7 Daya Listrik (Electric Power)

Daya listrik adalah besar energi listrik yang ditransfer oleh suatu rangkaian listrik tertutup. Daya listrik sebagai bentuk energi listrik yang mampu diubah oleh alat-alat pengubah energi menjadi berbagai bentuk energi lain, misalnya energi gerak, energi panas, energi suara, dan energi cahaya. Selain itu, daya listrik ini

juga mampu disimpan dalam bentuk energi kimia. Baik itu dalam bentuk kering (baterai) maupun dalam bentuk basah (aki).

2.7.1 Simbol (Rumus)

Daya merupakan jumlah energi listrik yang mengalir dalam setiap satuan waktu (detik). Sehingga formula daya listrik bisa dituliskan sebagai berikut:

$$P = \frac{W}{t}$$

Dimana :

P = Daya (Watt atau Joule/Sekon)

W = Energi Listrik (Joule)

t = Waktu (Sekon)

2.7.2 Satuan (Unit)

Satuan dari daya dalam SI adalah Joule/sekon atau Watt.

2.8 Hambatan Listrik

Hambatan listrik adalah sesuatu yang menahan aliran listrik. Hambatan listrik sering disebut juga dengan resistansi, mengacu pada istilah bahasa Inggris *Resistance* yang berarti hambatan.

Pada dasarnya setiap material memiliki hambatan listrik. Sebuah konduktor yang cenderung menghantarkan listrik memiliki hambatan yang kecil dan sebuah isolator yang tidak bisa dialiri listrik memiliki hambatan yang besar.

Analogi hambatan listrik dapat diibaratkan aliran air didalam sebuah pipa, dimana aliran air kita analogikan sebagai aliran listrik. Sebuah pipa yang besar memungkinkan untuk dialiri air dengan debit yang lebih besar dibandingkan pipa yang kecil dalam waktu yang sama. Ini berarti pipa kecil lebih menghambat dibanding pipa besar.

Kemudian jika kita menggunakan ukuran pipa yang sama namun didalam pipa kita beri sesuatu yang sifatnya menahan air seperti spon misalnya, maka aliran airpun akan berkurang. Dalam hal ini spon dianggap sebagai hambatan bagi

air. Dalam elektronika, kerja spon ini diibaratkan sebagai hambatan terhadap arus listrik.

2.8.1 Simbol dan Satuan Hambatan Listrik

Nilai hambatan listrik dinyatakan dalam satuan **Ohm** (Ω). Kata Ohm diambil dari nama fisikawan Jerman **Georg Simon Ohm**, yaitu orang yang menemukan hubungan antara tegangan arus dan hambatan listrik yang dikenal dengan Hukum Ohm. Satuan Ohm juga bisa ditulis dengan tanda Ω , yaitu karakter Omega dalam susunan abjad latin.

Simbol hambatan listrik ditulis dengan huruf **R**, singkatan dari Resistance. Dalam praktek elektronika sehari-hari, huruf "R" juga sering digunakan untuk menyebut komponen resistor, yaitu komponen elektronika yang berfungsi sebagai hambatan.

2.8.2 Hukum Ohm

Hukum Ohm menyatakan bahwa besarnya kuat arus yang mengalir diantara dua titik berbanding lurus dengan beda potensial antara kedua titik tersebut. Karena arus yang mengalir berbanding terbalik dengan hambatan listrik antara dua titik tersebut maka dapat dinyatakan bahwa kuat arus yang mengalir sama dengan tegangan listrik dibagi hambatan listrik.

$$I = \frac{V}{R}$$

Dimana :

I = Kuat Arus

V = Tegangan

R = Hambatan

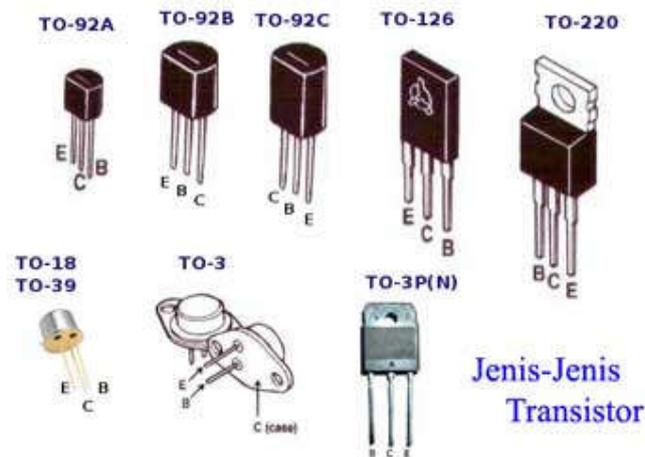
Penerapan hukum Ohm merupakan sesuatu yang paling mendasar saat kita belajar elektronika. Dengan mengacu pada hukum Ohm dapat dilakukan perhitungan-perhitungan lanjut untuk merancang sebuah rangkaian berdasarkan rumus diatas.

2.9 Transistor

Transistor adalah sebuah komponen elektronika yang digunakan untuk penguat, sebagai sirkuit pemutus, sebagai penyambung, sebagai stabilitas tegangan, modulasi sinyal dan lain-lain

Adapun fungsi dari transisitor diantaranya sebagaimana di bawah ini :

- **Transistor sebagai saklar elektronik**, yaitu dengan mengatur bias dari sebuah transistor sampai transistor jenuh maka didapat hubungan singkat antar kaki konektor dan emitor, dengan memanfaatkan kejadian ini maka transistor bisa digunakan sebagai saklar.
- **Transistor sebagai penguat arus**, lalu fungsi dari transistor lainnya adalah dapat di gunakan sebagai penguat arus. Dengan fungsi ini transistor dapat digunakan sebagai rangkaian power supply tentunya dengan tegangan yang di setting. Untuk dapat digunakan sebagai fungsi penguat arus transistor harus dibias tegangan yang constant pada basisnya, agar pada emitor keluar tegangan yang tetap. Umumnya untuk dapat tegangan basis agar tetap digunakan diode zener.
- **Transistor sebagai penguat sinyal AC**, Adapun fungsi transistor yang yang lainnya adalah sebagai penguat sinyal AC, dan lain-lain.



Gambar 2.10 Macam-macam Transistor

(Sumber : <http://www.komponenelektronika.biz>)

2.9.1 Jenis atau Tipe Transistor

- *Transistor Bipolar* dinamakan seperti itu karena kanal konduksi utamanya memakai 2 polaritas pembawa muatan elektron dan lubang, untuk membawa muatan atau arus listrik. Di dalam BJT, arus listrik utamanya harus melewati satu daerah atau lapisan pembatas yang dinamakan depletizon dan juga ketebalan dari lapisan ini bisa diatur dengan kecepatan tinggi dengan maksud untuk mengatur aliran arus utama tersebut.
- *Transistor Nonpolar* yaitu hanya memakai satu jenis pembawa muatan (electron atau hole, tergantung dari tipenya FET) saja. Di dalam FET arus listrik utamanya mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan depletion zone sisinya. Lalu ketebalan dari daerah perbatasan ini bisa diubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk menubah ketebalan kanal konduksi tersebut.

2.9.2 Kategori Transistor

Secara umum, transistor dapat dibeda-bedakan berdasarkan banyak kategori, diantaranya seperti di bawah ini:

- Berdasarkan tipe diantaranya seperti: UJT, BJT, JFET, IGBT, IGFET (MOSFET), HBT, VMOSFET, MISFET, HEMT, MESFET, dan lain sebagainya.
- Berdasarkan materi semikonduktor, diantaranya germanium, silikon dan gallium arsenide
- Berdasarkan kemasan fisiknya, diantaranya seperti: IC, through hole metal, surface mount, through hole plastic dan lain sebagainya.
- Berdasarkan polaritas diantaranya seperti: PNP atau P-channel dan NPN atau N-channel.
- Berdasarkan aplikasi yang diantaranya seperti: Saklar, amplifier, audio, general purpose, tegangan tinggi dan lain sebagainya.