

BAB II
DASAR TEORI

2.1 PERANGKAT PENYUSUN HARDWARE

2.1.1 Sensor Jarak Ultrasonik.^[1]

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang akustik yang memiliki frekuensi mulai 20 kHz hingga sekitar 20 MHz. Frekuensi kerja yang digunakan dalam gelombang ultrasonik bervariasi tergantung pada *medium* yang dilalui, mulai dari kerapatan rendah pada fasa gas, cair hingga padat. Jika gelombang ultrasonik berjalan melalui sebuah *medium*, secara matematis besarnya jarak dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti pada persamaan 2.1.

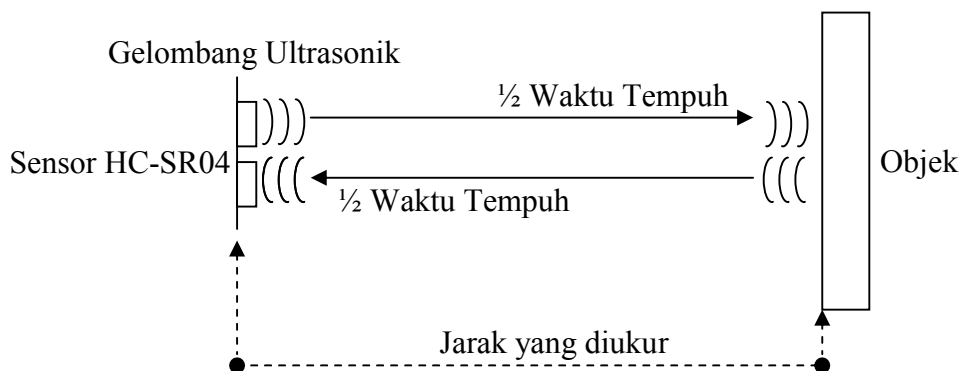
$$s = v \cdot t / 2 \quad [1] \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan : s = Jarak ultrasonik dalam satuan meter (m)

v = Kecepatan suara, yaitu 344 m/detik

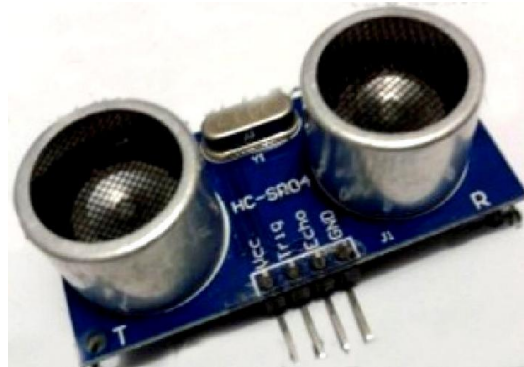
t = Waktu tempuh dalam satuan detik (s)

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik. Pada sensor ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut *piezoelektrik*. *Piezoelektrik* ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz. Sensor ultrasonik secara umum digunakan untuk suatu pengungkapan tak sentuh yang beragam seperti aplikasi pengukuran jarak.



Gambar 2.1. Jarak Tempuh Sensor Jarak Ultrasonik^[1]

Alat ini secara umum memancarkan gelombang suara ultrasonik menuju suatu target yang memantulkan balik gelombang kearah sensor. Kemudian sistem mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang sampai kembali ke sensor dan menghitung jarak target dengan menggunakan kecepatan suara dalam *medium*. Rangkaian penyusun sensor ultrasonik ini terdiri dari *transmitter*, *reiceiver*, dan komparator. Selain itu, gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis bersifat *piezoelektrik*.



Gambar 2.2. Bentuk Fisik Sensor Jarak HC-SR04^[1].

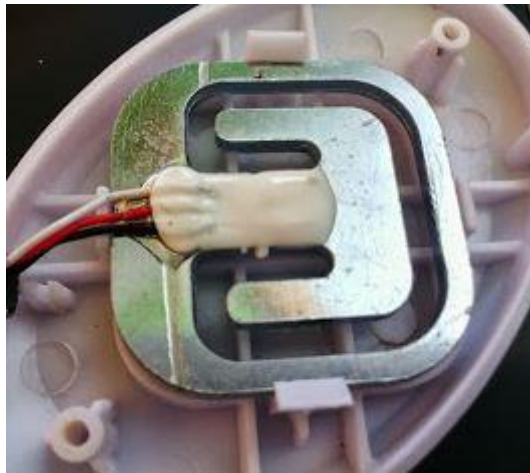
Prinsip kerja sensor ini adalah *transmitter* mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari obyek. Gambar 2.2. menunjukkan salah satu sensor jarak ultrasonik dengan jenis HR-SR04 dengan spesifikasi teknis Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04 ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Spesifikasi Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04.^[3]

Parameter	Nilai Ukur
Tegangan DC	DC 5 Volt
Konsumsi Arus (Statis)	2 mA
Tingkat <i>Output</i> Listrik	5 Volt
Induksi Sudut	Tidak lebih dari 15 derajat
Deteksi Jarak	2 cm s/d 450 cm
Presisi Tinggi	2 mm

2.1.2 Sensor Berat *Load Cell*.^[2]

Load Cell adalah komponen utama disistem Timbangan, Tingkat keakurasian Timbangan tergantung dari Jenis / Type / Merk *LoadCell* yang dipakai, sedangkan keakurasian Timbangan menentukan efisiensi pada dunia industri, dewasa ini setiap transaksi jual beli yang menggunakan satuan Kilogram/LB.



Gambar 2.3. Sensor Berat *Load Cell*

Adapun prinsip pendeteksian yang dilakukan oleh *loadcell* menggunakan prinsip tekanan yang memanfaatkan *Strain Gage* sebagai pengindera (sensor). *Strain Gage* adalah sebuah *transducer pasif* yang merubah suatu pergeseran mekanis menjadi perubahan tahanan, karena adanya tekanan dari beban yang ditimbang, akan menyebabkan tahanan dari foil kawat (timah atau perak yang berukuran tipis) berubah terhadap panjang jika bahan pada mana *gage* disatukan mengalami tarikan atau tekanan. Perubahan tahananannya sebanding dengan perubahan regangan. Perubahan ini kemudian diukur dengan jembatan *wheatstone* dan tegangan keluaran dijadikan referensi beban yang diterima *loadcell*.

2.1.3 Rangkaian Penguat Instrumentasi.^[4]

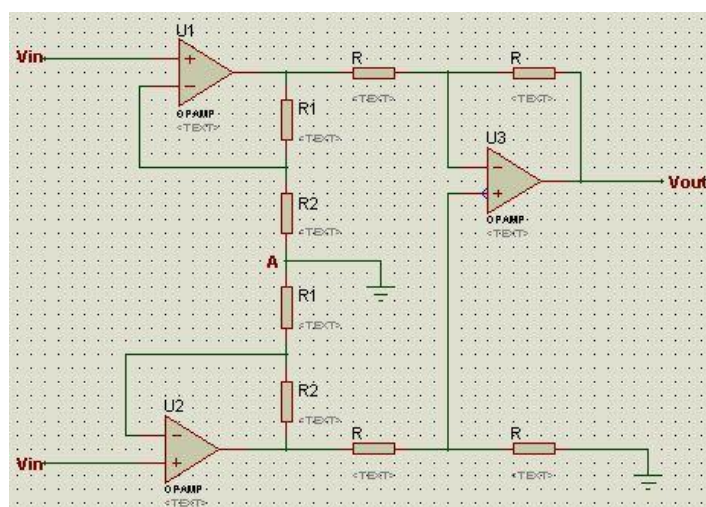
Penguat instrumentasi adalah suatu penguat diferensial yang dioptimalkan karena kinerja dc-nya. Sebuah penguat instrumentasi memiliki

perolehan tegangan yang besar, CMRR yang tinggi, *offset* masukan yang rendah, arus suhu yang rendah, dan impedansi masukan yang tinggi.

Gambar 2.4 menunjukkan rancangan klasik yang digunakan untuk kebanyakan penguat instrumentasi. Penguat operasional keluaran adalah penguat diferensial dengan perolehan tegangan sebesar satu. Resistor yang digunakan pada tingkat keluaran biasanya disesuaikan dengan toleransi $\pm 0,01$ persen atau yang lebih baik. Ini berarti bahwa CMRR tingkat keluaran paling tidak sebesar 54 dB.

Resistor yang presisi tersedia dipasaran dari yang kurang dari 1Ω hingga lebih dari $10 \text{ M}\Omega$, dengan toleransi dari $\pm 0,01$ hingga ± 1 persen. Jika kita menggunakan resistor yang sesuai dalam selang $\pm 0,01$ persen satu sama lain, CMRR tingkat keluaran dapat menjadi setinggi 74 dB. Juga, aliran suhu resistor presisi dapat menjadi serendah $1 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$.

Tingkat pertama terdiri dari dua masukan penguat operasional yang bekerja seperti penguat awal. Ide rancangan tingkat pertama ini sangat cerdas, yang menyebabkannya menjadi begitu cerdas adalah kerja titik A yang merupakan sambungan antara kedua resistor R_1 . Titik A bertindak sebagai *ground virtual* untuk sinyal masukan diferensial dan seperti titik mengambang bagi sinyal *common-mode*. Karena cara kerja inilah, sinyal diferensial diperkuat tetapi sinyal *common-mode* tidak.



Gambar 2.4. Penguat Instrumentasi 3 Op-Amp Standar.^[4]

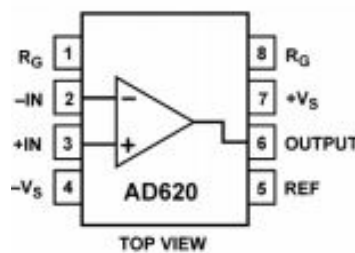
2.1.3.1 IC Instrument Amplifier AD620.^[4]

IC AD620 adalah IC *instrumen amplifier* yang relatif murah harganya, yang hanya membutuhkan satu *resistor* untuk mengatur *gain* antara 1 – 10.000. IC AD620 adalah IC dengan konsumsi arus yang kecil, maksimal 1.3 mA, hal ini sangat bagus digunakan untuk aplikasi dengan baterai sebagai sumber dayanya atau aplikasi *portable* lainnya.

AD620 juga sangat cocok untuk digunakan pada sistem yang membutuhkan ketelitian tinggi misalnya timbangan, aplikasi medikal seperti ECG, dan pemantauan tekanan darah. Fitur – fitur lain menurut *datasheet* adalah sebagai berikut:

1. *Range supply* yang lebar (± 2.3 V to ± 18 V)
2. *High performance* dengan 3 OpAmp
3. *Input offset voltage* sebesar maksimal $50\mu\text{V}$
4. *Input Bias Current* maksimal 10nA
5. *Low noise*
6. $9\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ @kHz *input voltage noise*

Berikut adalah kaki – kaki pin dari IC AD620 dan gambar skematiknya.



Gambar 2.5. IC AD620.^[2]

Secara teori tegangan *output loadcell* yang terukur dapat diketahui dengan melihat *sensitivitas loadcell* yang terdapat pada *datasheet* yaitu *Output sensitivity* besarnya $2\text{mV}/\text{V}$. Rumus untuk menghitung output pada load cell adalah :

$$V_{\text{out}} = \text{output sensitivity} \times \text{tegangan eksitasi}$$

Untuk menguatkan sinyal *output* pada *loadcell* tersebut maka penguatan *amplifier* harus diatur sebesar :

$$G = \text{tegangan masukan} / \text{tegangan output loadcell}$$

Untuk mendapatkan penguatan yang kita harapkan, digunakan paket IC AD620 yang dirangkai dengan sebuah resistor eksternal sebagai *resistor gain*. Untuk mendapatkan penguatan sebesar x kali maka nilai R Gain dapat dicari dengan menggunakan rumus (berdasarkan *datasheet*)

$$R_g = \frac{49.4 \text{ k}\Omega}{G - 1} \dots\dots\dots(2.2)$$

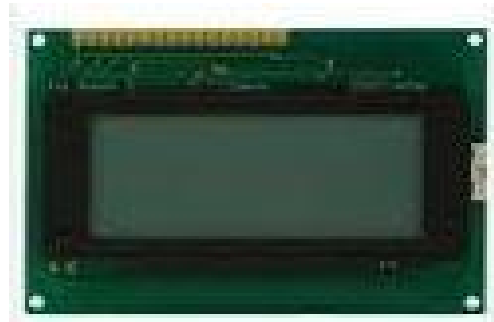
Tabel 2.2. Pin dan Fungsi IC AD620.^[4]

PIN	Name	Function
1 dan 8	RG	Menentukan <i>gain</i>
2 dan 3	-IN dan +IN	Tegangan masukan <i>inverting</i> dan <i>non inverting</i>
7	+Vs	Tegangan catu positif
4	-Vs	Tegangan catu negatif
5	REF	Pin ke tegangan referensi. Pada <i>mode single supply</i> sebagai pin ke <i>ground</i> , Sedangkan pada <i>mode dual supply</i> sebagai pin ke pembagi tegangan terbuffer

2.1.4 LCD.^[5]

LCD merupakan singkatan dari *Liquid Crystal Display*. LCD merupakan suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang, misalnya dalam alat-alat elektronik, seperti televisi, kalkulator ataupun layar komputer. Namun LCD yang lebih sering digunakan untuk komponen penyusun *hardware* alat berbasis mikropengendali adalah LCD 16x4. Modul ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikropengendali. LCD tersebut berarti mempunyai ukuran lebar *display* 4 baris dan 16 kolom atau biasa disebut dengan LCD Karakter 16x4. LCD ini mempunyai 16 buah pin konektor.

Berikut adalah gambar dari LCD 16x4 yang ditunjukkan pada gambar 2.6 dan definisi penggunaan pin dari LCD 16x4 yang ditunjukkan pada tabel 2.3.



Gambar 2.6. Modul LCD Karakter 4 x 16.

Terlihat pada gambar 2.6. terdapat timah yang sudah disolder menunjukkan 16 pin yang terdapat pada modul LCD. Pin-pin tersebut terhubung langsung dengan arduino atau komponen mikropengendali yang digunakan. Berikut adalah *table* pin dan fungsi LCD yang ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Pin dan Fungsi LCD 16x4.^[5]

PIN	Name	Function
1	VSS	Ground voltage
2	VDD	+3V or + 5 V
3	VEE	Contrast adjusment
4	RS	Register select 0 = instruction register 1 = read mode
5	R / W	Read / Write, to choose write or read mode 0 = write mode 1 = read mode
6	E	Enable 0 = start to lacht data to LCD character 1 = disable
7	DB0	Data 0 (LSB)
8	DB1	Data 1

Tabel 2.3. Pin dan Fungsi LCD 16x4.^[5]

PIN	Name	Function
9	DB2	Data 2
10	DB3	Data 3
11	DB4	Data 4
12	DB5	Data 5
13	DB6	Data 6
14	DB7	Data 7 (MSB)
15	Anoda	Backlight lampu background
16	Katoda	Backlight lampu background

Dari tabel 2.3. dapat dijelaskan bahwa pin LCD nomor 4 (RS) merupakan *register selector* yang berfungsi untuk memilih *register control* atau *register data*. *Register control* digunakan untuk mengkonfigurasi LCD. *Register data* digunakan untuk menulis data karakter ke memori *display LCD*. Untuk pin nomor 5 (R/W) digunakan untuk memilih aliran data apakah eksekusi *read* atau *write*. Sebab pada penggunaannya program hanya menggunakan LCD untuk perintah membaca saja atau menulis saja. Kemudian untuk pin nomor 6 (*Enable*) digunakan untuk mengaktifkan LCD pada proses penulisan data ke *register control* dan *register data LCD*. *Display* karakter pada LCD diatur oleh pin EN, RS dan RW. Jalur EN dinamakan *Enable*. Jalur ini digunakan untuk memberitahu LCD bahwa pengguna sedang mengirimkan sebuah data. Modul LCD terdiri dari sejumlah memori yang digunakan untuk *display*. Semua teks yang dituliskan ke modul LCD disimpan di dalam memori ini, dan modul LCD secara berturut-turut membaca memori ini untuk menampilkan teks ke modul LCD itu sendiri.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F

Gambar 2.7. Posisi Kursor LCD 16x4.^[5]

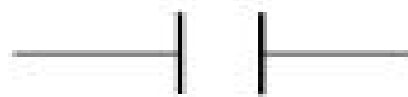
Pada gambar 2.7 dapat dilihat peta memori pada LCD, dimana daerah 00 s/d 0F, 40 s/d 4F, 10 s/d 1F, dan 50 s/d 5F adalah *display* yang tampak.

Jumlah tampilan yang dapat dilihat sebanyak 16 karakter per baris dengan empat baris kebawah. Angka pada setiap kotak adalah alamat memori yang sesuai dengan posisi dari layar menurut letak karakter yang akan ditampilkan. Misal, karakter pertama di sudut kiri atas menempati alamat 00h. Posisi karakter berikutnya adalah alamat 01h dan seterusnya. Akan tetapi, karakter pertama dari baris 2 sebagaimana yang ditunjukkan pada peta memori di gambar 2.6 adalah pada alamat 40h. Sehingga untuk meletakkan kalimat yang akan ditampilkan pada LCD dapat menjadikan gambar 2.7. sebagai acuan yang memudahkan mengatur posisi tulisan yang akan ditampilkan.

2.1.5 *Kapasitor*.^[7]

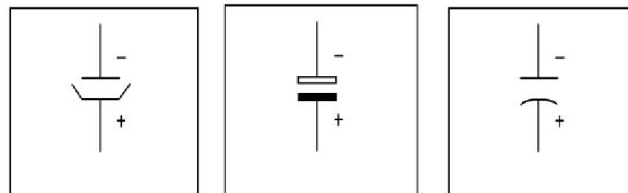
Kapasitor ialah suatu komponen elektronika yang dapat menyimpan dan melepaskan muatan listrik dan energi listrik. Kemampuan untuk menyimpan muatan listrik pada kapasitor disebut dengan kapasitansi atau kapasitas. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Jika kedua plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju kutub negatif dan begitu juga sebaliknya, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini “tersimpan” selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Nama lainnya dari kapasitor adalah kondensator. Adalah komponen yang terdiri dari 2 pelat logam yang dipisahkan dengan isolator. Isolator ini menunjukkan nama dari kapasitor tersebut. Fungsi kapasitor adalah untuk menyimpan arus/tegangan listrik. Untuk arus DC kapasitor berfungsi sebagai isolator/penahan arus listrik, sedangkan untuk arus AC berfungsi sebagai konduktor/melewatkan arus listrik. Dalam penerapannya kapasitor digunakan sebagai filter/penyaring, perata tegangan DC pada pengubah AC ke DC, pembangkit gelombang AC atau oscillator. Ukuran kapasitor adalah Farad. Elektrolit/ELCO (kondensator yang memiliki polaritas, kaki + dan kaki -). Sifat kapasitor adalah dapat menerima arus listrik dan menyimpannya dalam waktu yang relatif.

Diantara jenis-jenis kapasitor, dibedakan menjadi dua golongan antara lain *kapasitor bipolar* dan *kapasitor non-polar*, yang mana *kapasitor* ini mempunyai kapasitansi yang tetap. *Kapasitor* ini juga dapat dibedakan dari bahan yang digunakan sebagai lapisan diantara lempeng-lempeng logam yang disebut *dielektrikum*, seperti keramik, mika, milar, kertas, *polyester*, *film*. Pada umumnya *kapasitor* yang terbuat dari bahan yang tersebut diatas nilainya kurang dari 1 mikro farad.



Gambar 2.8. Simbol *Kapasitor Non Polar*^[7]

Adapun *kapasitor elektrolit* adalah *kapasitor* tetap, yang memiliki nilai lebih besar sama dengan 1 mikro farad, dengan bahan dielektrikurnya terbuat dari cairan *elektrolit*. *Kapasitor elektrolit* ini memiliki polaritas (kutub + dan kutub -). Muatan (nilai) yang digunakan oleh *kapasitor* menggunakan satuan farad, karena kapasitor mempunyai nilai yang besar, maka nilai satuan pada *kapasitor* biasanya dinyatakan dalam mikro farad, nano farad dan *piko farad*.

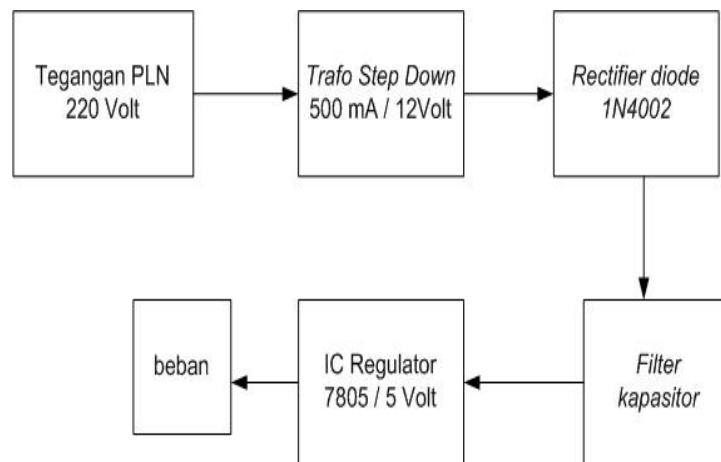


Gambar 2.9. Simbol *Kapasitor Polar*^[7]

2.1.6 Catu Daya.^[6]

Merupakan bagian yang terpenting pada suatu rangkaian karena fungsinya sebagai sumber energi dalam rangkaian. Semua rangkaian elektronika membutuhkan sumber tegangan DC (*Direct Current*) untuk beroperasi sedangkan dalam kehidupan sehari-hari hanya terdapat sumber AC (*Alternating Current*). Oleh karena itu dibutuhkan *power supply* yang berguna untuk mengubah sumber AC menjadi DC.

Power supply merupakan gabungan dari beberapa unit yang terpisah sehingga menjadi satu kesatuan. *power supply* DC terdiri dari beberapa bagian, yaitu *trafo*, penyearah (*rectifier*), *filter* dan *regulator*. Masing-masing bagian memiliki fungsi yang berbeda dan memiliki beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam penggunaannya. *power supply* berfungsi untuk menyediakan tegangan untuk rangkaian elektronik pada sistem pendeteksi suhu otomatis. Blok *power supply* terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut.



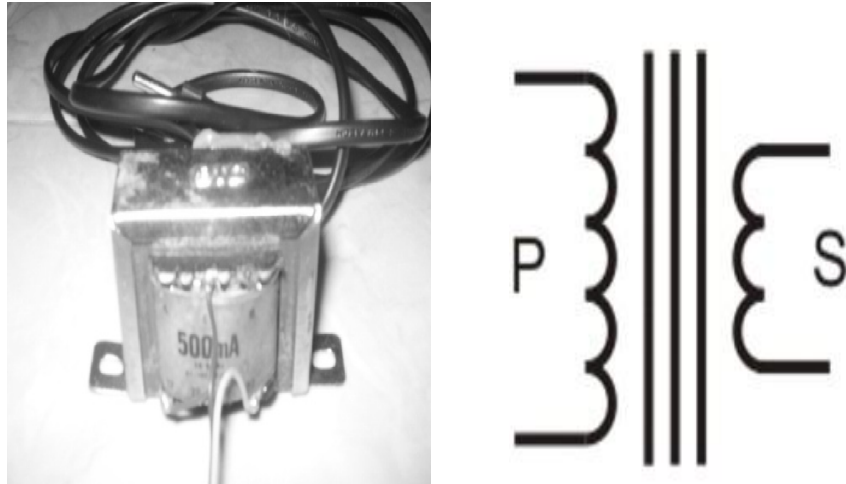
Gambar 2.10. Blok Diagram *Power Supply*

Berikut ini adalah salah satu contoh catudaya. *Power supply* memperoleh sumber tegangan dari PLN sebesar 220 VAC yang kemudian diturunkan menjadi 12 VAC dengan menggunakan *trafo step down*. Tegangan 12 VAC lalu disearahkan dengan menggunakan *dioda bridge* sehingga menghasilkan tegangan DC keluaran dari *dioda bridge* ini masuk ke dalam *IC regulator* yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan. *IC regulator* yang digunakan adalah 7805 yang menghasilkan keluaran sebesar +5 volt.

2.1.7 *Transformer*.^[6]

Transformator merupakan suatu peralatan listrik elektromagnetik statis yang berfungsi untuk memindahkan dan mengubah daya listrik dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya, dengan frekuensi yang sama dan perbandingan transformasi tertentu melalui suatu magnet dan bekerja berdasarkan prinsip *induksi elektromagnetis*, dimana perbandingan tegangan

antara sisi primer dan sisi sekunder berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya. Berikut bentuk fisik *Transformator* dan lilitan primer serta lilitan sekunder pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Bentuk Fisik *Transformator* dan lilitan primer serta sekunder

Pada dasarnya jenis *Transformator* dibedakan menjadi 2 jenis yaitu *Trafo Step Up* dan *Trafo Step Down*. *Trafo Step Up* digunakan untuk menaikkan tegangan listrik sedangkan *Trafo Step Down* digunakan untuk menurunkan tegangan listrik. Selain itu *Trafo Step Up* memiliki ciri-ciri Lilitan kumparan primer lebih sedikit dari pada lilitan kumparan sekunder, Tegangan primer lebih kecil dari tegangan sekunder sedangkan ciri-ciri yang dimiliki oleh *Trafo Step Down* adalah lilitan kumparan primer lebih banyak daripada lilitan kumparan sekunder, kemudian tegangan primer lebih tinggi dari tegangan sekunder. Perbandingan antara lilitan primer (NP) dan lilitan sekunder (NS) disebut dengan K, dimana nilai K dapat dicari dengan rumus berikut ini^[6]:

$$\frac{ES}{EP} = \frac{NS}{NP} = K \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

ES = Tegangan keluaran kumparan sekunder (Volt)

EP=Tegangan Keluaran kumparan primer (Volt)

NS=Jumlah lilitan sekunder (Lilitan)

NP=Jumlah lilitan Primer (Lilitan)

Apabila nilai $K > 1$ maka jenis *trafo* merupakan *trafo step up*, sedangkan jika nilai $K < 1$ maka *trafo* merupakan jenis *trafo step down*. Untuk *trafo* ideal dimana $K = 1$ atau nilai masukan sama dengan nilai keluaran.

$$V_P \cdot I_P = V_S \cdot I_S \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

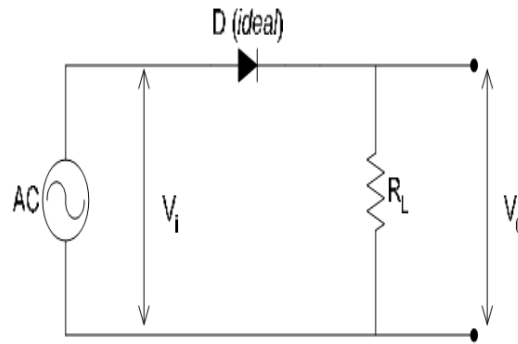
VP = Tegangan pada kumparan Primer	(Volt)
VS =Tegangan pada kumparan sekunder	(Volt)
IS = Arus pada kumparan sekunder	(Ampere)
IP = Arus pada kumparan primer	(Ampere)

2.1.8 *Rectifier*.^[6]

Rectifier merupakan alat yang digunakan untuk mengubah sumber arus bolak-balik (AC) menjadi sumber arus searah (DC). Gelombang AC yang berbentuk gelombang sinus hanya dapat dilihat dengan menggunakan alat ukur CRO. Rangkaian *rectifier* banyak menggunakan *transformator step down* yang digunakan untuk menurunkan tegangan sesuai dengan perbandingan *transformator* yang digunakan. Pada dasarnya penyearah dibedakan menjadi 2 macam yaitu penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh, sedangkan untuk penyearah gelombang penuh dibedakan menjadi penyearah gelombang penuh dengan *center tap* (CT), dan penyearah gelombang penuh dengan menggunakan *diode bridge*.

2.1.9 Penyearah Setengah Gelombang.^[6]

Penyearah setengah gelombang merupakan rangkaian penyearah yang paling sederhana yaitu terdiri dari satu diode saja. Rangkaian penyearah setengah gelombang memperoleh masukan dari sekunder trafo yang berupa tegangan berbentuk sinus. Prinsip kerja dari penyearah setengah gelombang adalah bahwa pada saat sinyal input berupa siklus positif maka dioda mendapat bias maju sehingga arus akan mengalir ke beban dan sebaliknya bila sinyal input berupa siklus negatif maka dioda mendapat bias mundur sehingga arus tidak akan mengalir.



Gambar 2.12. Rangkaian penyearah setengah gelombang^[6]

Pada gambar 2.12. diatas jika *diode* dianggap ideal artinya tidak ada tegangan jatuh sebesar 0,7 V pada kaki anode-katodenya maka tegangan puncak keluaran sama dengan tegangan puncak keluaran.

$$V_{p(out)} = V_{in} \dots\dots\dots(2.5)$$

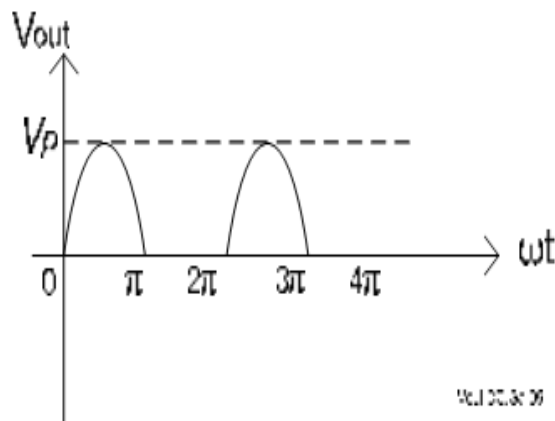
Nilai rerata tegangan keluaran untuk penyearah setengah gelombang (*V_{dc}*) atau nilai tegangan yang terbaca sesuai volt meter arus searah (*DC Voltmeter*) adalah sesuai dengan *formula* berikut^[6]:

$$V_{dc} = \frac{V_p}{\pi} \dots\dots\dots(2.6)$$

Oleh karena $\frac{1}{\pi} = 0,318$ maka rumus diatas dapat diubah menjadi

$$V_{dc} = 0,318 V_p \dots\dots\dots(2.7)$$

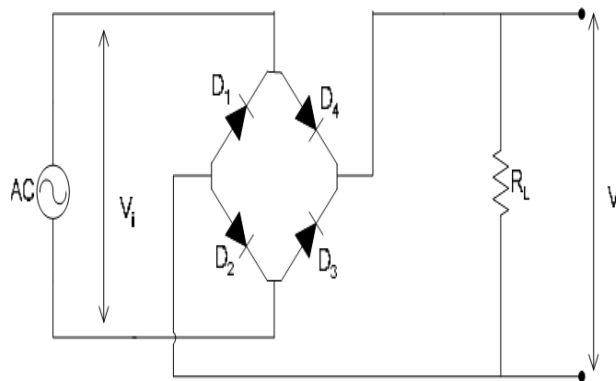
Bentuk penyearah setengah gelombang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.13. Tegangan Output Penyearah setengah gelombang^[6]

2.1.10 Penyearah Gelombang Penuh.^[6]

Kegunaan lain dari dioda yang lebih umum dipakai secara praktis yaitu sebagai penyearah gelombang penuh, dimana bentuk susunan yang paling banyak dipakai adalah susunan penyearah jembatan. Untuk penyearah jembatan ini, jumlah dioda yang akan dipergunakan sebanyak 4 buah dioda. Bentuk rangkaian pada penyearah gelombang penuh dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.14. Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh^[6]

Penyearah gelombang penuh ini menghasilkan dua kali siklus positif lebih banyak dibandingkan dengan penyearah setengah gelombang, maka nilai rerata tegangan keluaran DC (V_{dc}) adalah

$$V_{dc} = \frac{2V_p}{\pi} \dots\dots\dots(2.8)$$

Karena nilai dari $\frac{2}{\pi} = 0,686$ maka rumus diatas dapat diubah menjadi berikut ini :

$$V_{dc} = 0,686 V_p \dots\dots\dots(2.9)$$

Pada penyearah setengah gelombang frekuensi masukan sama dengan frekuensi keluaran. Bila fekuensi masukan sebesar 50 Hz (frekuensi standar jala-jala listrik di Indonesia) maka besarnya nilai periode masukan adalah

$$T_{in} = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ Hz}} = 20 \text{ ms}$$

Sedangkan pada gelombang penyearah penuh, periode sinyal gelombang adalah setengah dari periode masukan, jadi nilai periode keluaran sebesar.

$$T_{out} = \frac{1}{2} 20 \text{ ms} = 10 \text{ ms}$$

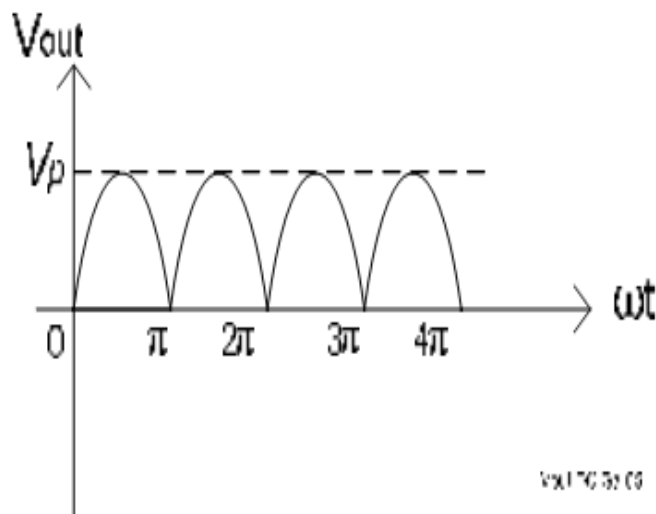
Maka nilai dari frekuensi keluaran pada gelombang penyearah penuh adalah

$$f_{out} = \frac{1}{T_{out}} = \frac{1}{10 \text{ ms}} = 100 \text{ Hz}$$

Sehingga nilai dari frekuensi keluaran adalah dua kali frekuensi masukan.

$$f_{out} = 2 f_{in} \dots\dots\dots(2.10)$$

Bentuk gelombang penyearah penuh dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

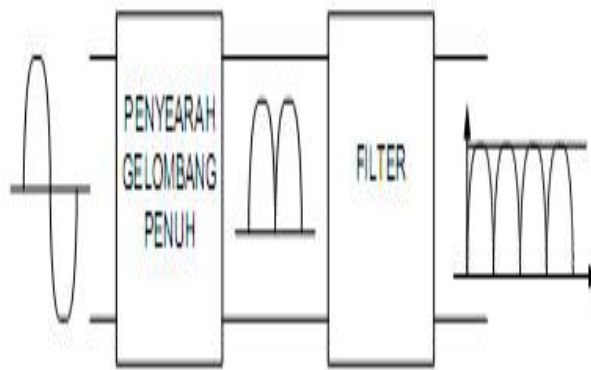


Gambar 2.15. Tegangan output penyearah gelombang penuh^[6]

2.1.11 Filter.^[6]

Filter atau penyaring digunakan untuk mengurangi tegangan kerut (*ripple voltage*) sehingga dapat diperoleh tegangan keluaran yang lebih rata, baik untuk penyearah gelombang setengah maupun gelombang penuh. Filter diperlukan karena rangkaian elektronik memerlukan sumber tegangan DC yang tetap, baik untuk keperluan sumber daya dan pembiasan yang sesuai operasi rangkaian .

Ada dua komponen yang umum digunakan sebagai rangkaian *filter*, yaitu induktor dan kapasitor. Berikut gambaran rangkaian penyearah dengan filter, ditunjukkan oleh gambar 2.16 berikut ini.



Gambar 2.16. Gambaran pemakaian filter pada Penyearah^[6]

Berdasarkan pada gambar diatas bahwa keluaran dari penyearah yang berfilter memiliki dua komponen yaitu komponen bolak-balik (AC) dan komponen searah (DC). Komponen AC pada penyearah disebut juga sebagai kerut (*ripple*). Semakin kecil kerut, semakin baik kualitas rangkaian penyearah tersebut. Tegangan kerut yang lebih kecil terdapat pada filter kapasitor yang terpasang pada penyearah gelombang penuh dibandingkan dengan yang terpasang pada penyearah setengah gelombang. Tegangan kerut atau *ripple* yang dihasilkan pada filter kapasitor masukan dapat diperkirakan besarnya berdasarkan *formula* berikut ini.

$$V_r = I.R.L / f.C \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan :

V_R = Tegangan kerut puncak ke puncak (Volt)

IRL = Arus beban DC (Ampere)

f = frekuensi kerut (Hz)

C = nilai kapasitansi terpasang (farad)

2.1.12 Resistor.^[7]

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian dengan simbolnya R. Sesuai dengan namanya *resistor* bersifat resistif dan umumnya

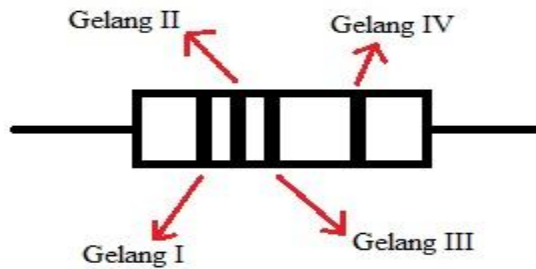
terbuat dari bahan karbon. Satuan resistansi dari suatu *resistor* disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω .

Resistor berbentuk tabung dengan dua kaki tembaga di kiri dan kanan. Pada badannya terdapat lingkaran membentuk gelang kode warna untuk memudahkan pemakai mengenali besar resistansi tanpa mengukur besarnya dengan *Ohmmeter*. Kode warna tersebut adalah standar yang di keluarkan oleh EIA (Electronic Industries Associatin) seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.4. berikut :

Tabel 2.4. Gelang Warna *Resistor*.^[7]

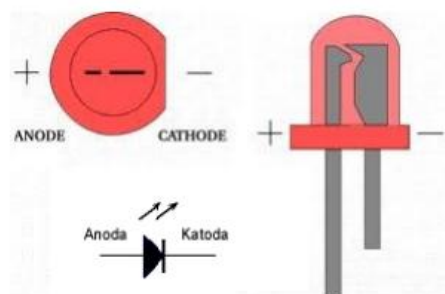
Warna	Gelang I	Gelang II	Gelang III	Gelang IV
Hitam	0	0	-	-
Cokelat	1	1	0	1%
Merah	2	2	00	2%
Jingga	3	3	000	3%
Kuning	4	4	0000	4%
Hijau	5	5	00000	5%
Biru	6	6	000000	6%
Ungu	7	7	0000000	7%
Abu – Abu	8	8	1/100	8%
Putih	9	9	1/10	9%
Emas	-	-	1/10	5%
Perak	-	-	1/100	10%
Tak Berwarna	-	-	-	20%

Setelah mengetahui nilai kode warna pada komponen *resistor* di atas, maka dapat hitung besarnya nilai resistansi yang terdapat pada badan *resistor*. Resistansi dibaca dari cincin atau gelang warna pertama yang paling dekat dengan kawat atau kaki *resistor*. Biasanya warna gelang toleransi ini berada pada badan *resistor* yang paling pojok atau juga dengan lebar yang lebih menonjol dan terpisah dengan tiga gelang sebelumnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.17.

Gambar 2.17. Posisi Gelangan Resistor.^[7]

Misalnya resistor dengan gelang kuning, ungu, merah dan emas. Dengan demikian urutan warna gelang resistor ini adalah gelang pertama berwarna kuning, gelang kedua berwarna ungu dan gelang ke tiga berwarna merah. Gelang ke empat tentu saja yang berwarna emas adalah gelang toleransi. Nilai resistansinya dihitung sesuai dengan urutan warnanya. Dari tabel 2.3 diketahui jika gelang toleransi berwarna emas, berarti resistor ini memiliki toleransi 5%. Pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai satuan dari resistor ini maka nilai satuannya ditentukan oleh gelang pertama dan gelang kedua. Dari tabel 2.3 diketahui gelang kuning nilainya = 4 dan gelang ungu nilainya = 7. Jadi gelang pertama dan kedua nilai satuannya adalah 47. Gelang ketiga adalah faktor pengali, dan jika warna gelangnya hijau berarti faktor pengalinya adalah 100. Sehingga dengan ini diketahui nilai resistansi resistor tersebut adalah nilai satuan x faktor pengali atau $47 \times 100 = 4.7K$ ohm dan toleransinya adalah 5%.

2.1.13 Light Emitting Diode (LED).^[8]

Gambar 2.18. Light Emitting Diode (LED).^[8]

Gambar 2.18. adalah bentuk fisik dari LED. LED atau singkatan dari *Light Emitting Diode* adalah salah satu komponen elektronik yang tidak asing lagi di kehidupan manusia saat ini. LED saat ini sudah banyak dipakai, seperti

untuk penggunaan lampu permainan anak-anak, untuk rambu-rambu lalu lintas, lampu indikator peralatan elektronik hingga ke industri, untuk lampu *emergency*, untuk televisi, komputer, pengeras suara (*speaker*), *harddisk eksternal*, proyektor, LCD, dan berbagai perangkat elektronik lainnya sebagai indikator bahwa sistem sedang berada dalam proses kerja, dan biasanya berwarna merah atau kuning. LED ini banyak digunakan karena konsumsi daya yang dibutuhkan tidak terlalu besar dan beragam warna yang ada dapat memperjelas bentuk atau huruf yang akan ditampilkan. dan banyak lagi Pada dasarnya LED itu merupakan komponen elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor jenis *dioda* yang mampu memancarkan cahaya. LED merupakan produk temuan lain setelah *dioda*. Strukturnya juga sama dengan *dioda*, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, *doping* yang pakai adalah *galium*, *arsenic* dan *phosporus*. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.

Keunggulannya antara lain konsumsi listrik rendah, tersedia dalam berbagai warna, murah dan umur panjang. Keunggulannya ini membuat LED digunakan secara luas sebagai lampu indikator pada peralatan elektronik. Namun LED punya kelemahan, yaitu intensitas cahaya (*Lumen*) yang dihasilkannya termasuk kecil. Kelemahan ini membatasi LED untuk digunakan sebagai lampu penerangan. Namun beberapa tahun belakangan LED mulai dilirik untuk keperluan penerangan, terutama untuk rumah-rumah di kawasan terpencil yang menggunakan listrik dari energi terbarukan (surya, angin, *hidropower*, dll). Alasannya sederhana, konsumsi listrik LED yang kecil sesuai dengan kemampuan sistem pembangkit energi terbarukan yang juga kecil.

2.2 SISTEM OPERASI

2.2.1 Pendahuluan.^[9]

Untuk memahami mengenai Arduino, terlebih dahulu penulis coba untuk menjelaskan mengenai *physical computing*. *Physical computing* adalah proses pembuatan suatu sistem atau perangkat alat dengan menggunakan

perpaduan antara *software* dan *hardware*. *Physical computing* juga dapat dikatakan sebuah konsep yang membantu memahami mengenai hubungan antar sistem kerja *software* dan *hardware* untuk menciptakan suatu perangkat fisik berupa alat berbasis analog digital.

Pada penggunaannya, konsep yang dimiliki *physical computing* diaplikasikan pada *design* atau *project* pembuatan perangkat alat menggunakan sensor serta mikropengendali yang berfungsi sebagai penerjemah masukan analog ke dalam sistem *software* untuk mengontrol gerak atau respon perangkat elektromekanik seperti LED, Motor DC, ataupun *Output Visual*. Perangkat alat yang tersusun menggunakan *software* dan *hardware* berbasis mikropengendali ini biasa disebut dengan *prototype*.

Prototype atau dapat juga disebut dengan *prototyping* adalah suatu kegiatan perancangan dengan melakukan eksperimen yang dilanjutkan dengan uji coba dari beberapa parameter berdasarkan komponen, rangkaian perangkat, serta program hingga ketercapaian hasil yang diharapkan dapat dipenuhi.

Proses *prototyping* dapat menjadi kegiatan yang menyenangkan namun juga dapat menjadi kegiatan yang membuat perancang perangkat berfikir lebih keras dibanding waktu-waktu biasanya. Misalnya pada proses pergantian sebuah komponen pada rangkaian atau merubah ulang rangkaian yang sudah dikerjakan yang disebabkan hasil yang kurang tepat maka dibutuhkan usaha dan pemikiran yang berat serta waktu yang lama karena pada sebuah pengerjaan perangkat dapat dilakukan berulang kali perancangan dan pengukuran untuk hasil yang sempurna.

Pada awal adanya *prototype*, suatu perangkat tersusun dengan beberapa bagian yang tersusun menjadi *hardware*. *Hardware* sendiri dapat diartikan suatu perancangan yang dilakukan pada perangkat fisik. Perangkat fisik yang dimaksud meliputi komponen elektronik seperti resistor, kapasitor, transistor dan sebagainya yang kemudian saling dihubungkan menggunakan kabel maupun jalur tembaga menjadi sebuah rangkaian sehingga untuk mendapatkan hasil *output* yang diinginkan sambungan beberapa komponen pada rangkaian tersebut harus diputus atau disambung kembali beberapa kali

untuk mengubah *output* rangkaian menjadi perangkat yang diinginkan dengan fungsinya. Maka dengan adanya teknologi digital mikroprosesor, dapat difungsikan menjadi pengganti dari pemutusan serta penyambungan kembali beberapa komponen pada rangkaian untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dengan program-program yang memuat perintah pada *software*.

Pada *software* dapat dikatakan lebih mudah dibandingkan *hardware* dalam segi perubahan, perbaikan atau perombakan pada *prototype* dimana hanya dilakukan dengan beberapa proses penekanan tombol untuk perubahan perintah program (*script*) maka logika hasil perangkat dapat diubah sesuai keinginan tanpa mengubah sistem sambungan beberapa komponen pada rangkaian.

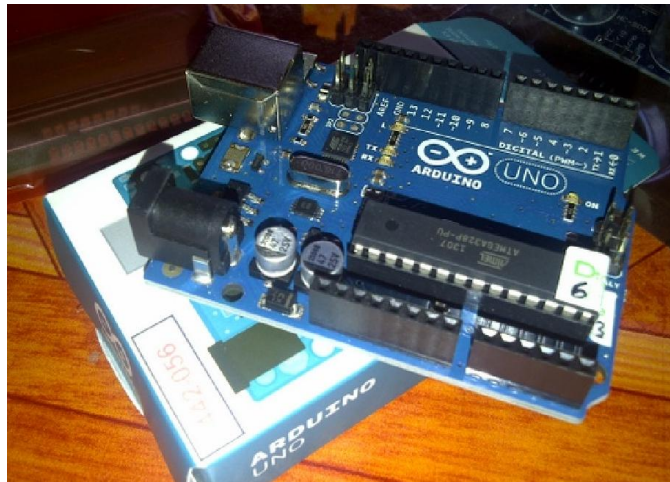
Saat ini terdapat beberapa sistem operasi pengembang *prototype* berbasis *microcontroller* maupun *microprocessor*, misalnya :

1. Arduino
2. I-CubeX
3. EmbeddedLab
4. Gp3
5. RespiBarry
6. Atmel Mikrocontroller

2.2.2 Tentang Arduino ^[9]

Arduino adalah *physical computing* atau *single-board microcontroller* yang bersifat *open source*. Arduino dirancang untuk memudahkan penggunaan elektromekanik dalam berbagai kegiatan. *Microcontroller* yang digunakan pada Arduino berjenis atmel AVR dengan berbagai jenis lainnya. *Software* Arduino dapat dijalankan pada sistem operasi *Windows*, *Macintosh* OSx dan *Linux*.

Dari beberapa jenis Arduino USB tersebut, Arduino UNO adalah jenis terbaru dari keseluruhan jenisnya. Papan atau *Board* dari Arduino UNO sebagai salah satu jenis *board* Arduino USB ditunjukkan pada gambar 2.19.



Gambar 2.19. *Board* Arduino UNO.

Untuk bagian fisik dari Arduino mempunyai beberapa jenis, antara lain Arduino USB, Arduino *Serial*, Arduino *Mega*, Arduino FIO, Arduino LILYPAD, Arduino *Bluetooth*, Arduino *Nano* dan Arduino *Mini*. *Board* Arduino yang sering digunakan adalah jenis USB. Arduino USB mempunyai beberapa jenis, yaitu UNO, Duemilanove, Diecimila, Nuova Generazione, *Extreme* dan USB V.2.

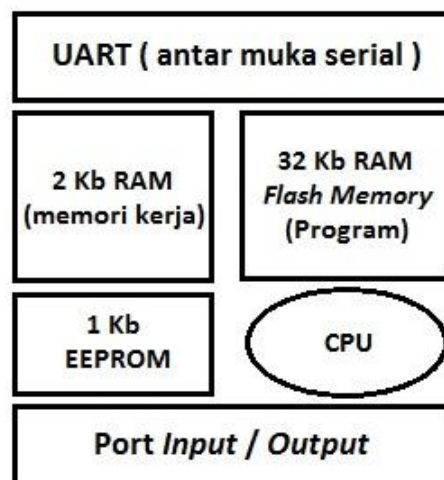
Pada *board* arduino yang dapat dilihat pada gambar 2.19 terdapat beberapa pin masukan, dimana pin tersebut dibagi menjadi dua masukan yaitu masukan digital dan masukan analog. Kelebihan dari Arduino sendiri ada pada bahasa pemrogramannya. Bahasa pemrograman yang dimiliki Arduino mirip dengan bahasa C pada ATMEGA, namun berbeda karena memiliki *library programming language*-nya sendiri. *Processing* adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk menulis program di dalam Arduino. Dari tingkatannya, *processing* adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang pada penggunaannya mempunyai struktur mirip dengan C++ maupun *Java*, sehingga perancang atau pengguna dapat dengan mudah beradaptasi dengan bahasa pemrograman Arduino jika sudah terbiasa dengan bahasa C++ maupun *Java*.

Jika pada ATMEGA, setelah selesai menuliskan *script* program harus dilanjutkan dengan meng-*upload*-nya pada perangkat *hardware* agar program dapat masuk kedalam perangkat sedangkan pada Arduino, di dalam *microcontroller*-nya sudah terdapat *boot loader* dimana penggunaannya

sebagai penghubung antara *microcontroller* dengan *software compiler* Arduino yang membuat *script* program.

2.2.3 Bentuk Fisik Arduino UNO ^[9]

Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah *microcontroller* 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino UNO yang menggunakan ATmega328 sedangkan Arduino Mega2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560. Arduino UNO adalah generasi terakhir setelah Duemilanove dan dari sisi spesifikasi juga memiliki kelebihan dari segi memori dimana untuk *microcontroller* yang digunakan untuk *flash* adalah sebesar 32 Kb dengan ATmega328. Pada gambar 2.20 berikut akan diperlihatkan contoh diagram blok sederhana dari *microcontroller* ATmega328 yang terdapat pada Arduino UNO.



Gambar 2.20. Blok Diagram Arduino UNO. ^[9]

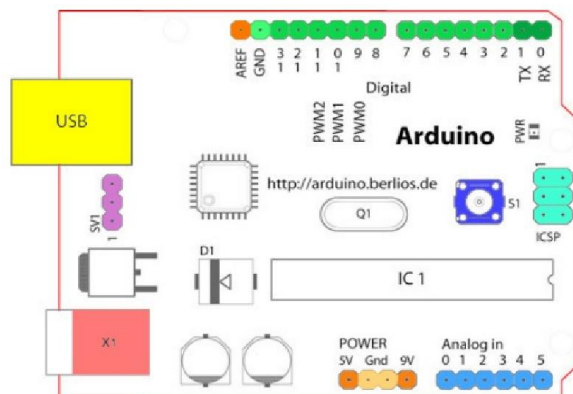
Secara umum Arduino terdiri dari dua bagian yaitu *software* yang terdiri dari IDE yang digunakan untuk menulis program, *driver* untuk koneksi dengan komputer, dan *library* untuk pengembangan program serta *hardware* yang terdiri dari *board input / output* (I/O) dan lebih dikenal dengan bentuk fisik Arduino. Untuk memberikan gambaran mengenai apa saja yang terdapat di dalam sebuah *microcontroller* pada Arduino UNO.

Bagian-bagian dari blok diagram pada gambar 2.20 menunjukkan beberapa bagian yang terdapat pada *microcontroller* ATmega328 pada *board* Arduino UNO. Bagian-bagian tersebut dapat dijelaskan mengenai fungsinya pada kinerja Arduino UNO yang ditunjukkan pada tabel 2.4 berikut :

Tabel 2.5. Bagian Blok Diagram Arduino UNO.^[9]

Nama Bagian	Fungsi
UART	Antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial. <i>Universal Asynchronous Receiver / Transmitter</i> .
2 Kb RAM	Memori kerja yang bersifat <i>volatile</i> (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh beberapa <i>variable</i> diprogram.
32 Kb RAM	Memori ini terpakai untuk <i>flash</i> memori yang bersifat <i>non-volatile</i> , digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer.
1 Kb EEPROM	Bersifat <i>non-volatile</i> , digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan.
CPU)	Bagian dari <i>microcontroller</i> untuk menjalankan setiap intruksi dari program. <i>Central Processing Unit</i> .
<i>Port</i> Arduino	Bagian ini terdapt pin-pin untuk menerima data (<i>input</i>) digital atau analog dan mengeluarkan data (<i>output</i>) digital atau analog.

Bentuk *board* Arduino UNO dapat ditunjukkan pada gambar 2.21, dimana pada gambar tersebut terlihat bagian-bagian yang terdapat pada *board* Arduino UNO.

Gambar 2.21. Bagian-bagian *board* Arduino UNO.^[9]

Tabel 2.6. Keterangan fungsi bagian *board* Arduino UNO.^[9]

Bagian <i>Board</i>	Fungsi
14 pin Digital	Pin 0-13 berfungsi sebagai <i>input</i> atau <i>output</i> , dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11, dapat juga difungsikan sebagai pin analog <i>output</i> .
USB	Berfungsi untuk : <ul style="list-style-type: none"> - Memuat program dari komputer ke dalam <i>board</i>. - Komunikasi serial antara <i>board</i> dan komputer. - Memberi daya listrik pada <i>board</i>.
Sambungan SV1	Sambungan atau <i>jumper</i> untuk memilih sumber daya <i>board</i> , apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB.
Q1-Kristal	Jika <i>microcontroller</i> dianggap sebagai sebuah otak, maka Kristal adalah jantung-nya karena komponen ini dapat menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada <i>microcontroller</i> agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detaknya. (<i>Quartz Crystal Oscillator</i>)
Tombol Reset S1	Untuk me- <i>reset board</i> sehingga program akan memulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol <i>reset</i> ini bukan untuk menghapus program pada <i>microcontroller</i> .
ICSP	<i>Port ICSP</i> memungkinkan pengguna untuk memprogram <i>microcontroller</i> secara langsung, tanpa melalui <i>bootloader</i> . Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu digunakan walaupun disediakan. <i>In-Circuit Serial Programming</i> .
IC 1	<i>Microcontroller ATmega</i> , Komponen utama dari <i>board</i> Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM, dan RAM.
X1	Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, <i>board</i> Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9 sampai 12V.

Tabel 2.6. Keterangan fungsi bagian *board* Arduino UNO.^[9]

Bagian <i>Board</i>	Fungsi
6 Pin Analog (Pin 0-5)	Pin ini digunakan untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin <i>input</i> antara 0-1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0-5 V.

2.3 INDEKS MASA TUBUH (IMT)^[11]

Indeks adalah rasio antara dua unsur kebahasaan tertentu yang mungkin menjadi ukuran atau ciri tertentu, penunjuk. Massa adalah ukuran sejumlah materi yang dimiliki oleh suatu benda yang didefinisikan baik oleh sifat kelembaman benda itu maupun pengaruh gravitasi bumi pada benda-benda lain dalam fisika. Tubuh adalah keseluruhan jasad manusia atau binatang yang kelihatan dari ujung kaki sampai ujung rambut. Jadi dalam penelitian ini yang dimaksud dengan indeks masa tubuh adalah rasio antara berat badan dan tinggi badan yang diukur dari ujung rambut sampai ujung kaki.^[11]

Indeks Massa Tubuh (*Body Mass Index*) merupakan suatu pengukuran yang menghubungkan (membandingkan) berat badan dengan tinggi badan. Walaupun dinamakan “indeks”, IMT sebenarnya adalah rasio atau nisbah yang dinyatakan sebagai berat badan (dalam kilogram) dibagi dengan kuadrat tinggi badan (dalam meter). Rumus penghitungan *Body Mass Index (BMI)* atau Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah

$$BMI = \text{Weight} / (\text{Height})^2$$

Keterangan :

BMI (Body mass index) : Indeks Massa Tubuh (kg.m⁻²)

Weight : Berat badan (kg)

Height : Tinggi badan (m)

Dengan IMT, akan diketahui apakah berat badan seseorang dinyatakan normal, kurus atau gemuk. Penggunaan IMT hanya untuk orang dewasa berumur > 18 tahun dan tidak dapat diterapkan pada bayi, anak, remaja, ibu hamil, dan olahragawan. Batas ambang IMT ditentukan dengan merujuk ketentuan FAO/WHO.

Tabel 2.7. Klasifikasi Indeks Masa Tubuh Berdasarkan WHO^[12]

Classification	BMI (kg/m ²) Principal cut-off points
Underweight	< 18,50
Severe thinness	< 16,00
Moderate thinness	16,00 – 16,99
Mild thinness	17,00 – 18,49
Normal Range	18,50 – 25,99
Pre Obese	25,00 – 29,99
Obese	>30,00
Obese class I	30,00 – 34,99
Obese class II	35,00 – 39,99
Obese class III	>40,00

Pada tahun 1998, *National Institutes of Health* mengeluarkan laporan untuk mengidentifikasi dan menangani masalah mengenai berat badan. Banyak studi ilmiah penelitian yang memberikan rekomendasi untuk paramedis dan masyarakat tentang pentingnya manajemen berat. Dalam mengembangkan penelitian, lebih dari 43.627 artikel penelitian diperoleh dari literatur ilmiah dan ditinjau dari panel para peneliti telah meneliti tentang pentingnya pengurangan berat badan pada orang dengan kolesterol darah tinggi, tekanan darah tinggi, diabetes melitus, kanker, dan osteoarthritis, dimana hasilnya menunjukkan fakta bahwa penurunan berat badan dapat mengurangi risiko penyakit tersebut diatas. Untuk kepentingan Indonesia, batas ambang dimodifikasi lagi berdasarkan pengalaman klinis dan hasil penelitian di beberapa negara berkembang. Pada akhirnya diambil kesimpulan, batas ambang IMT untuk Indonesia adalah sebagai berikut:

Tabel 2.8. Batas Ambang IMT Indonesia

Gender	Kategori IMT (Kg/m ²)			
	Kurus	Normal	Kegemukkan	
			Tingkat Ringan	Tingkat Berat
Pria	<18 kg/m ²	18 – 25 kg/m ²	>25 – 27 kg/m ²	>27 kg/m ²

Tabel 2.8. Batas Ambang IMT Indonesia

Gender	Kategori IMT (Kg/m^2)			
	Kurus	Normal	Kegemukan	
			Tingkat Ringan	Tingkat Berat
Wanita	$<17 \text{ kg}/\text{m}^2$	$17 - 23 \text{ kg}/\text{m}^2$	$>23 - 27 \text{ kg}/\text{m}^2$	$>27 \text{ kg}/\text{m}^2$

Keterangan :

IMT $< 17,0$: keadaan orang tersebut disebut kurus dengan kekurangan berat badan tingkat berat atau Kurang Energi Kronis (KEK) berat.

IMT $17,0 - 18,4$: keadaan orang tersebut disebut kurus dengan kekurangan berat badan tingkat ringan atau KEK ringan.

IMT $18,5 - 25,0$: keadaan orang tersebut termasuk kategori normal.

IMT $25,1 - 27,0$: keadaan orang tersebut disebut gemuk dengan kelebihan berat badan tingkat ringan.

IMT $> 27,0$: keadaan orang tersebut disebut gemuk dengan kelebihan berat badan tingkat berat

2.3.1 Indeks Massa Tubuh (IMT) Kategori Kurus^[10]

Indeks massa tubuh di kategorikan kurus jika pembagian berat per kuadrat tingginya kurang dari $18 \text{ kg}/\text{m}^2$. Penyebabnya rata-rata dikarenakan konsumsi energi lebih rendah dari kebutuhan yang mengakibatkan sebagian cadangan energi tubuh dalam bentuk lemak akan digunakan. Kerugiannya jika seseorang masuk dalam kategori ini antara lain penampilan cenderung kurang menarik, mudah letih, resiko sakit tinggi, beberapa resiko sakit yang dihadapi antara lain : penyakit infeksi, depresi, anemia dan diare, wanita kurus kalau hamil mempunyai resiko tinggi melahirkan bayi dengan berat badan lahir rendah, Kurang mampu bekerja keras.

2.3.2 Indeks Massa Tubuh (IMT) Kategori Normal

Indeks massa tubuh masuk ketegori normal jika pembagian berat per kuadrat tingginya antara 18 sampai $25 \text{ kg}/\text{m}^2$. Kategori ini bisa diwujudkan

dengan mengkonsumsi energi sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan tubuh. Sehingga tidak terjadi penimbunan energi dalam bentuk lemak, maupun penggunaan lemak sebagai sumber energi. Keuntungan dari IMT yang normal ini antara lain penampilan menarik, proporsional, dan lincah, serta resiko penyakit bisa di minimalisir menjadi lebih rendah.

Adapun cara untuk mempertahankan IMT dalam grid yang normal ini adalah mempertahankan kebiasaan makan sehari-hari dengan susunan menu gizi seimbang, perlu kebiasaan olah raga yang teratur dan tetap melakukan kebiasaan fisik sehari-hari.

2.3.3 Indeks Massa Tubuh (IMT) Kategori Berlebihan (Kegemukan)

Menurut Direktorat Gizi Masyarakat RI tahun 2002, kegemukan atau obesitas digolongkan menjadi dua kategori, yaitu kelebihan berat badan tingkat ringan, kelebihan berat badan tingkat berat. Obesitas berpotensi menjadi faktor primer kasus degeneratif dan metabolik sindrom. Beberapa studi menunjukkan bahwa obesitas adalah risiko yang paling tinggi untuk penyakit jantung, DM, dan beberapa jenis kanker.

Adapun kerugian atau resiko dari kategori ini adalah penampilan kurang menarik, gerakan tidak gesit dan lambat, merupakan faktor resiko penyakit: Jantung dan pembuluh darah, Kencing manis (diabetes mellitus), Tekanan darah tinggi, Gangguan sendi dan tulang (degeneratif), Gangguan fungsi ginjal, Kanker, Pada wanita dapat mengakibatkan gangguan haid (haid tidak teratur), faktor penyulit pada saat persalinan.^[10]