

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Referensi

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Zubaidi, 2009). Dalam jurnal yang berjudul “Implementasi Pembuatan Catu Daya Terprogram Berbasis Komputer”. Dalam jurnal tersebut dijelaskan bahwa catu daya terprogram ini menggunakan beberapa rangkaian yaitu, PPI 8255, komputer sebagai pengendali, pengubah isyarat digital ke analog dan rangkaian penguat daya (Op-Amp). Catu daya yang maksimal bisa dihasilkan dari rangkaian ini adalah 10 volt.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh (Nolvensius Ch. Makasenggeh, 2012) dalam jurnal yang berjudul “Perancangan *Power Supply* Digital Berbasis Mikrokontroler Menggunakan *Keypad* Sebagai Pemilih Tegangan”. Adapun cara kerja rangkaian ini adalah Secara umum *Power Supply* digital ini menggunakan mikrokontroller ATmega 16 dan Mini Servo. *Power supply* Digital ini mempunyai batas tegangan sampai dengan 24 V.

Tabel 2.1 Tabel Perbandingan Referensi

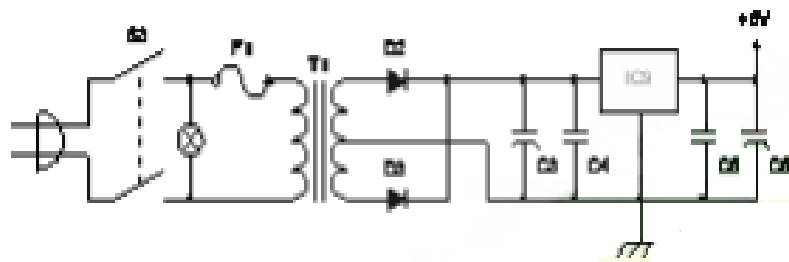
Nama	Judul	Kelebihan	Kekurangan
Zubidi, 2010	Implementasi Pembuatan Catu Daya Terprogram Berbasis Komputer	Menggunakan komputer sebagai pengubah isyarat digital ke analog	Hanya bisa mengatur tegangan sampai dengan 10 volt.
Nolvenius Ch, Makasenggeh, 2012	Perancangan <i>Power Supply</i> Digital Berbasis Mikrokontroler Menggunakan <i>Keypad</i> sebagai pemilih tegangan	Mengatur tegangan dengan <i>keypad</i> sebagai pemilih tegangan	Hanya menampilkan pengaturan tegangan

Dari penelitian sebelumnya penulis merancang catu daya terprogram dengan mengatur tegangan dan arus. Pada rangkaian ini menggunakan mikrokontroler ATmega8 dan tombol *push button* sebagai pemilih tegangan dan arus. Pada rangkaian ini memiliki batas tegangan maksimal sampai dengan 24 V dan arus sampai dengan 3A. Hasil keluaran tegangan dan arus akan tampil di LCD.

2.2 Pengertian Catu Daya

Catu daya adalah suatu unit yang dapat mencatudaya listrik ke unit lain, yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC dan menjaga agar tegangan *output* konstan dalam batas-batas tertentu (Budiman, 1992).

Pada rangkaian catu daya atau *power supply* terdiri dari rangkaian penyearah yang menggunakan metode jembatan atau *bridge rectifier* dan regulasi tegangan dari PLN menggunakan *IC* regulator yang sudah ditentukan. Perangkat elektronika mestinya dicatu oleh *supply* arus searah DC (*direct current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Gambar rangkaian catu daya dapat ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Rangkaian Catu Daya

Komponen dasar yang digunakan pada rangkaian catu daya adalah transformator, penyearah, resistor, dan kapasitor. Transformator (trafo) digunakan untuk mentransformasikan tegangan AC dari 220 volt menjadi lebih kecil sehingga bisa dikelola oleh rangkaian regulator linear. Penyearah yang terdiri dari dioda-dioda mengubah tegangan bolak-balik menjadi tegangan searah, tetapi tegangan hasil penyearah kurang konstan, artinya masih mengalami perubahan

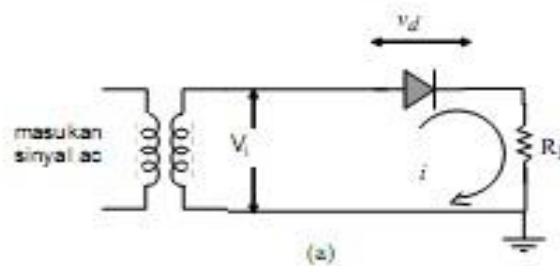
periodik yang besar. Sebab itu diperlukan kapasitor sehingga tegangan tersebut cukup rata untuk diregulasi oleh rangkaian regulasi yang bisa menghasilkan tegangan DC yang baik dan konstan.

Penyearah gelombang (*rectifier*) adalah bagian dari *power supply* / catu daya yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*). Untuk menyearahkan gelombang biasanya digunakan dioda. Rangkaian penyearah dibagi menjadi dua jenis yaitu rangkaian penyearah setengah gelombang dan rangkaian penyearah gelombang penuh.

2.2.1 Penyearah Setengah Gelombang

Berikut ini ditunjukkan rangkaian penyearah setengah gelombang. Artinya hasil penyearah hanya pada bagian positif, yaitu setengah panjang gelombang dari tegangan bolak-balik sebagai sumbernya (Sutanto, 1997).

Untuk mengurangi besarnya tegangan sampai ke dioda digunakan trafo, yang kumparan primernya dapat di hubungkan ke jala-jala listrik. Adapun gambar rangkaian penyearah setengah gelombang dapat ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang

Penyearah setengah gelombang hanya menggunakan 1 buah dioda sebagai komponen utama dalam menyearahkan gelombang AC. Pada saat arus bolak-balik mengalir positif pada setengah panjang gelombang pertama, sesuai arah panah dioda, dioda akan mengalirkan arus. Pada saat arus bolak-balik mengalir negatif pada setengah panjang gelombang berikutnya, berlawanan dengan arah dioda, dioda tidak melewatkan arus.

Keluaran arus yang hanya setengah panjang gelombang ini sudah tentu tidak efisien, karena daya dari setengah gelombang yang lain tidak dapat dimanfaatkan untuk keperluan si pemakai. Setengah gelombang yang lain dengan demikian harus disearahkan pula. Hal ini dapat dilakukan dengan menambah satu dioda lain, yang membentuk rangkaian penyearah gelombang penuh.

Rangkaian penyearah setengah gelombang memperoleh masukan dari sekunder trafo yang berupa tegangan berbentuk sinus, $v_i = V_m \sin \omega t$. V_m merupakan tegangan puncak atau tegangan maksimum. Harga V_m ini hanya bisa diukur dengan CRO, sedangkan harga yang tercantum pada sekunder trafo merupakan tegangan efektif yang dapat diukur dengan menggunakan volt meter. Hubungan antara tegangan puncak V_m dengan tegangan efektif (V_{eff}) atau tegangan rms (V_{rms}) adalah:

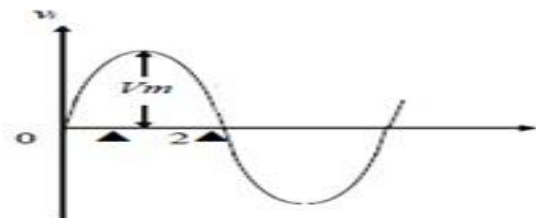
$$V_{rms} = V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \quad (2.1)$$

Prinsip kerja penyearah setengah gelombang yaitu pada saat sinyal input berupa siklus positif maka dioda mendapat bias maju sehingga arus (i) mengalir ke beban (RL), dan sebaliknya jika sinyal input berupa siklus negatif maka dioda mendapat bias mundur sehingga tidak mengalir arus. Bentuk gelombang tegangan input (v_i) ditunjukkan pada gambar 2.3 dan arus beban (i) pada gambar 2.4 dari gambar 2.2. Arus dioda yang mengalir melalui beban RL (i) dinyatakan dengan:

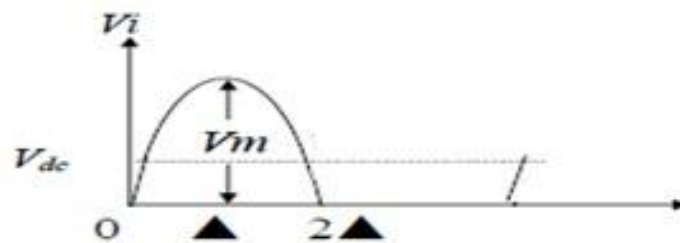
$$i = I_m \sin \omega t \quad \text{untuk siklus positif}$$

$$i = 0 \quad \text{untuk siklus negatif}$$

$$I_m = \frac{V_m}{R_f + R_l} \quad (2.2)$$



Gambar 2.3 Tegangan Keluaran Trafo



Gambar 2.4 Tegangan Beban

Resistansi dioda pada saat ON (mendapat bias maju) adalah R_f , yang umumnya nilainya lebih kecil dari R_L . Pada saat dioda OFF (mendapat bias mundur) resistansinya besar sekali atau dalam pembahasan ini dianggap tidak terhingga, sehingga arus dioda tidak mengalir atau $i = 0$. Arus yang mengalir ke beban (i) terlihat pada gambar (c) bentuknya arus searah (satu arah) yang harga rata-ratanya tidak sama dengan nol seperti pada arus bolak-balik. Arus rata-rata ini (I_{dc} untuk penyearah setengah gelombang) secara matematis dinyatakan:

$$I_{dc} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \times 0,318 \quad (2.3)$$

Tegangan keluaran pada beban :

$$V_{dc} = I_{dc} \cdot R_L$$

Apabila harga R_f jauh lebih kecil dari R_L , yang berarti R_f bias diabaikan, maka

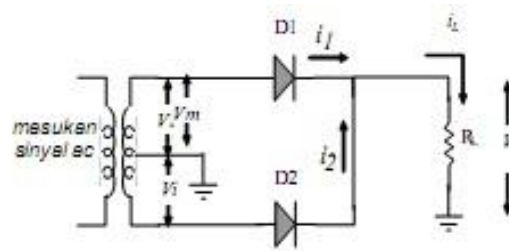
$$V_m = I_m \cdot R_L \text{ sehingga :}$$

$$V_{dc} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \times 0,318 \quad (2.4)$$

Dalam perencanaan rangkaian penyearah, hal penting untuk diketahui adalah harga tegangan maksimum yang diijinkan terhadap dioda. Tegangan maksimum ini sering disebut PIV (*peak-inverse voltage*) atau tegangan puncak balik. Hal ini karena pada saat diode mendapat bias mundur (balik) maka tidak arus yang mengalir dan semua tegangan dari sekunder trafo berada pada dioda. PIV untuk penyearah setengah gelombang, yaitu :

$$PIV = V_m$$

2.2.2 Penyearah Gelombang Penuh



Gambar 2.5 Penyearah Gelombang Penuh

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan menggunakan trafo CT adalah Terminal sekunder dari trafo CT mengeluarkan dua buah tegangan keluaran yang sama tetapi fasanya berlawanan dengan titik CT sebagai titik tengahnya. Kedua keluaran ini masing-masing dihubungkan ke D1 dan D2, sehingga saat D1 mendapat sinyal siklus positif maka D2 mendapat sinyal siklus negatif, dan sebaliknya.

Dengan demikian, D1 dan D2 hidupnya bergantian. Namun karena arus i_1 dan i_2 melewati tahanan beban (R_L) dengan arah yang sama, maka i_L menjadi satu arah. Rangkaian penyearah gelombang penuh ini merupakan gabungan dua buah penyearah setengah gelombang yang hidupnya bergantian setiap setengah siklus, sehingga arus maupun tegangan rata-ratanya adalah dua kali dari penyearah setengah gelombang (Sutanto, 1997).

Rangkaian penyearah gelombang penuh ini merupakan gabungan dua buah penyearah setengah gelombang yang hidupnya bergantian setiap setengah siklus, sehingga arus maupun tegangan rata-ratanya adalah dua kali dari penyearah setengah gelombang, yaitu:

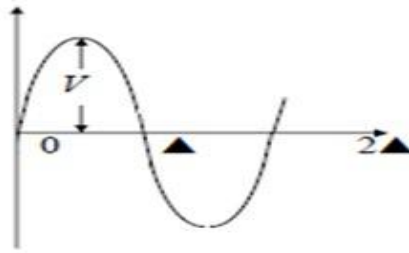
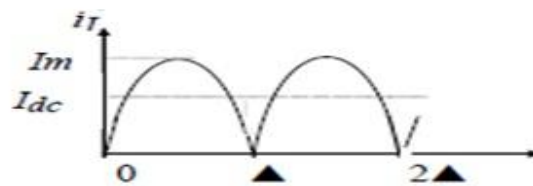
$$I_{dc} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \times 0,636 \quad (2.5)$$

Dan

$$V_{dc} = I_{dc} \times R_L = \frac{2I_m R_L}{\sqrt{2}} \quad (2.6)$$

Apabila harga R_f jauh lebih kecil dari R_L , maka R_f bias diabaikan, sehingga:

$$V_{dc} = \frac{2 V_m}{\sqrt{2}} \times 0,636 \quad (2.7)$$

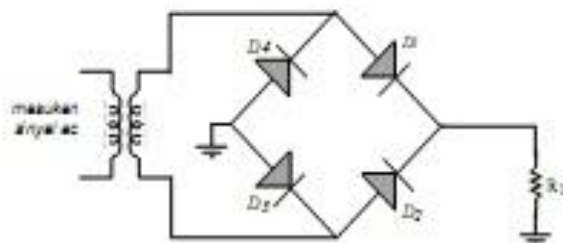
Gambar 2.6 Sinyal *input*

Gambar 2.7 Sinyal Arus Dioda dan Arus Beban

Tegangan puncak inverse yang dirasakan oleh dioda adalah sebesar $2V_m$. Misalnya pada saat siklus positif, dimana D1 sedang hidup (*ON*) dan D2 sedang mati (*OFF*), maka jumlah tegangan yang berada pada dioda D2 yang sedang *OFF* tersebut adalah dua kali dari tegangan sekunder trafo. Sehingga PIV untuk masing-masing dioda dalam rangkaian penyearah dengan trafo CT adalah:

$$PIV = 2V_m$$

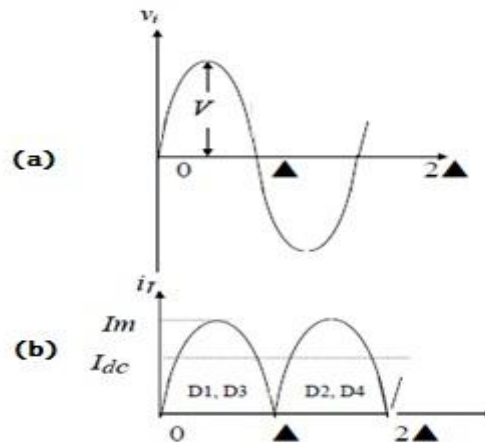
2.2.3 Penyearah Jembatan



Gambar 2.8 Penyearah Jembatan

Prinsip kerja rangkaian penyearah jembatan yaitu pada saat rangkaian jembatan mendapatkan positif dari siklus AC, maka D1 dan D3 hidup (*ON*)

karena mendapat bias maju, sedangkan D2 dan D4 mati (*OFF*) karena mendapat bias mundur sehingga arus i mengalir melalui D1, RL, dan D3. Apabila jembatan memperoleh siklus negatif maka sebaliknya (Sutanto, 1997)



Gambar 2.9 Sinyal *Input* dan Arus Penyearah Jembatan

(a) Sinyal input; (b) Arus dioda dan beban

Dengan demikian arus yang mengalir ke beban (i_L) merupakan penjumlahan dari dua arus i_1 dan i_2 . Besarnya arus rata-rata pada beban adalah sama seperti penyearah gelombang penuh dengan trafo CT, yaitu:

$$I_{dc} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \times 0,636 \quad (2.8)$$

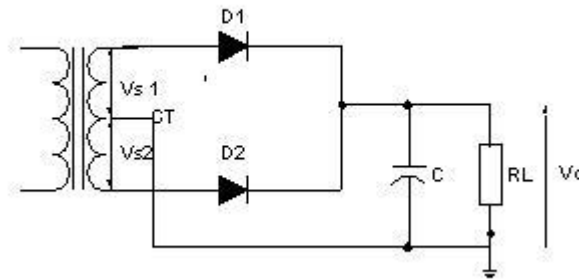
Dan PIV masing-masing diode adalah: $PIV = VM$.

2.2.4 *Filter* atau Penapis

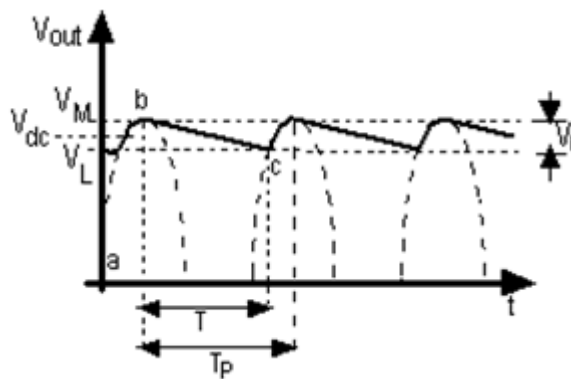
Penapis atau *filter* adalah bagian yang terdiri dari kapasitor atau kondensator yang berfungsi sebagai penapis atau meratakan tegangan listrik yang berasal dari *rectifier*. Secara umum peralatan elektronik membutuhkan sumber arus searah yang halus atau lebih rata. Guna menghilangkan sisa gelombang bolak-balik yang berasal dari *rectifier* tersebut sering digunakan kondensator elektrolit sebagai tapis perata. Penambahan nilai kapasitor yang dipararel dengan beban akan memberikan efek peralatan pulsa DC yang lebih halus. Nilai kapasitor yang lebih besar akan menyimpan muatan pada saat pengisian (Sutanto,1997).

Pada saat arus yang lewat RL dan D2 naik, muatan listrik ditimbun dalam

kapasitor C1. Pada saat arus mulai turun dan lebih rendah dari muatan dalam kapasitor, muatan dari kapasitor mulai mengalir keluar dan menambah besar arus diode D2, sehingga arus diode tersebut tidak turun mendadak, tetapi secara berangsur. Hal ini berlangsung sampai arus mulai naik lagi. Sehingga hasilnya bentuk gelombang yang lebih rata dibanding dengan bentuk gelombang tanpa kapasitor.



Gambar 2.10 Penggunaan Kapasitor Untuk Menghaluskan Keluaran



Gambar 2.11 Bentuk Gelombang Dengan *Filter* Kapasitor

Kemiringan kurva b-c tergantung dari besar arus (I) yang mengalir ke beban R . Jika arus $I = 0$ (tidak ada beban) maka kurva b-c akan membentuk garis horizontal. Namun jika beban arus semakin besar, kemiringan kurva b-c akan semakin tajam. Tegangan yang keluar akan berbentuk gigi gergaji dengan tegangan *ripple* yang besarnya adalah :

$$V_r = V_M - V_L \quad (2.9)$$

dan tegangan dc ke beban adalah

$$V_{dc} = V_M + V_r/2 \quad (2.10)$$

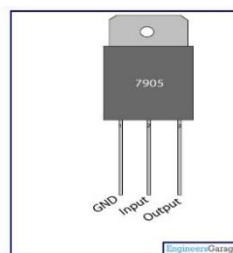
Rangkaian penyearah yang baik adalah rangkaian yang memiliki tegangan *ripple* (V_r) paling kecil.

2.3 Regulator

2.3.1 7905

Tegangan yang tersedia dari suatu sumber tegangan yang ada biasanya tidak sesuai dengan kebutuhan. Untuk itu diperlukan suatu regulator tegangan yang berfungsi untuk menjaga agar tegangan yang ada biasanya tidak sesuai dengan kebutuhan. Untuk itu diperlukan suatu regulator tegangan yang berfungsi untuk menjaga agar tegangan bernilai konstan pada nilai tertentu. Regulator tegangan ini biasanya berupa IC dengan kode 78xx atau 79xx. Untuk seri 78xx digunakan untuk tegangan DC positif.

Pada rangkaian ini digunakan regulator 7905 sebagai regulator DC negatif. Nilai 5 menandakan tegangan yang akan diregulasikan, yaitu sebesar 5 volt. IC regulator ini biasanya terdiri dari tiga pin yaitu *input*, *ground* dan *output* (Clayton, 2007).



Gambar 2.12 Regulator 7905

Regulator 7905 terdapat tiga buah pin yang memiliki fungsi-fungsi yang dapat ditunjukkan pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.2 Fungsi Pin Pada Regulator 7905

Pin	Fungsi	Nama
1	<i>Ground (0V)</i>	<i>Ground</i>
2	<i>input voltage (5V-18V)</i>	<i>Input</i>
3	<i>Regulated output; 5V (4.8V-5.2V)</i>	<i>Output</i>

2.3.2 IC LM317

Rangkaian regulator menggunakan sebuah op-amp sebagai penggerak kaki basis dari sebuah transistor daya yang berfungsi untuk menyalakan transistor tersebut serta melewatkan arus dari sisi masukan (V_{in}) ke sisi keluaran (V_{out}).

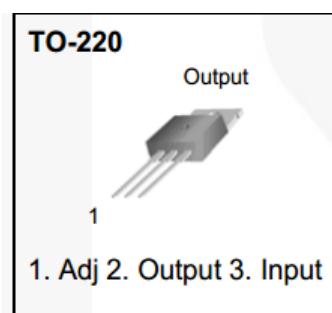
IC regulator tegangan memiliki arus pembatas keluaran serta rangkaian pemadam temperatur lebih yang telah terintegrasi di dalamnya. IC regulator LM317 ini menggunakan komponen resistor eksternal untuk mengendalikan atau mengatur tegangan keluaran. Tegangan keluaran adalah sama dengan tegangan referensi (dibangkitkan pada resistor R_1) ditambah dengan jatuh tegangan pada resistor R_2).

IC LM317 merupakan chip IC regulator tegangan variable untuk tegangan DC positif. Untuk membuat *power supply* dengan tegangan output variabel dapat dibuat dengan sederhana apabila menggunakan IC regulator LM317. (Clayron, 2005).

Fungsi bagian pada regulator tegangan positif LM317 *Voltage Reference* adalah jalur atau bagian yang berfungsi memberikan tegangan referensi kontrol tegangan output pada regulator LM317. Input tegangan referensi diambil dari rangkaian pembagi tegangan variabel. Komparator berfungsi sebagai pembanding antar tegangan output dan tegangan referensi, dimana besarnya tegangan output dapat dihitung dari persamaan dibawah. *Circuit Protection* adalah rangkaian pelindung IC LM317 dari terjadinya arus korsleting dan sebagai pelindung IC dari panas kerlebihan. Power regulator adalah rangkaian darlinto transistor NPN yang berfungsi untuk memperkuat arus output regulator tegangan variabel LM317.

Spesifikasi Regulator Tegangan Variabel LM317 adalah sebagai berikut:

1. Arus maksimum 1,5 Ampere
2. Dapat memberikan perubahan *output* dari 1,25 volt sampai 37 volt DC
3. Dilengkapi dengan proteksi dari hubung singkat (*short circuit*).
4. Dilengkapi dengan proteksi *over heating* (panas berlebih)



Gambar 2.13 IC LM317

2.4 Mikrokontroler AVR ATmega8

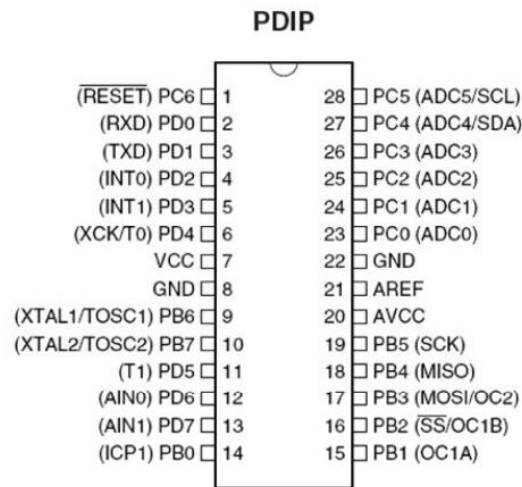
Mikrokontroler adalah mikroprosesor yang dirancang khusus untuk aplikasi kontrol dan dilengkapi dengan ROM, RAM dan fasilitas I/O pada satu chip. (Susilo, 2010).

Perbedaan mendasar antara mikrokontroler dan mikroprosesor adalah mikrokontroler selain memiliki CPU juga dilengkapi dengan memori *input-output* yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokomputer sehingga sebuah mikrokontroler dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal yang dapat berdiri sendiri.

AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya pada mikro yang pada umumnya digunakan seperti MCS51 adalah pada AVR tidak perlu menggunakan *oscillator eksternal* karena di dalamnya sudah terdapat *internal oscillator*. Selain itu kelebihan dari AVR adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu ada tombol reset dari luar karena cukup hanya dengan mematikan supply, maka secara otomatis AVR akan melakukan reset. Untuk beberapa jenis AVR terdapat beberapa fungsi khusus seperti ADC, EEPROM sekitar 128 bytesampai dengan 512 byte.

AVR ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki 8K *byte in-System Programmable Flash*. Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16MHz. Jika dibandingkan dengan ATmega8L perbedaannya hanya terletak pada besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk ATmega8 tipe L, mikrokontroler ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2,7 - 5,5 V sedangkan untuk ATmega8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5 – 5,5 V.

2.4.1 Konfigurasi Pin ATmega8



Gambar 2.14 Konfigurasi Pin ATmega8

ATmega8 memiliki 28 Pin, yang masing-masing pin nya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port maupun fungsi yang lainnya. Berikut akan dijelaskan fungsi dari masing-masing kaki ATmega8.

1. VCC

Merupakan *supply* tegangan digital.

2. GND

Merupakan *ground* untuk semua komponen yang membutuhkan grounding.

3. Port B (PB7...PB0)

Didalam Port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah Port B adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai input maupun output. Port B merupakan sebuah 8-bit bi-directional I/O dengan internal *pull-up* resistor. Sebagai input, pin-pin yang terdapat pada port B yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika *pull-up* resistor diaktifkan. Khusus PB6 dapat digunakan sebagai input Kristal (*inverting oscillator amplifier*) dan input ke rangkaian *clock* internal, bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber clock. Sedangkan untuk PB7 dapat digunakan sebagai output Kristal (*output oscillator amplifier*) bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber

clock. Jika sumber clock yang dipilih dari oscillator internal, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan *Asynchronous Timer/Counter 2* maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran input timer.

4. Port C (PC5...PC0)

Port C merupakan sebuah 7-bit *bi-directional*I/O port yang di dalam masing-masing pin terdapat *pull-up* resistor. Jumlah pin nya hanya 7 buah mulai dari pin C.0 sampai dengan pinC.6. Sebagai keluaran/output port C memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (*sink*) ataupun mengeluarkan arus (*source*).

5. RESET/PC6

Jika RSTDISBL *Fuse* diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pinI/O. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C lainnya. Namun jika RSTDISBL *Fuse* tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai *input* reset. Dan jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi *reset* meskipun *clock*-nya tidak bekerja.

6. Port D (PD7...PD0)

Port D merupakan 8-bit *bi-directional*I/O dengan internal *pull-up*resistor. Fungsi dari port ini sama dengan port-port yang lain. Hanya saja pada port ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada portini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.

7. AVcc

Pin ini berfungsi sebagai *supply* tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke VCC melalui *low pass filter*.

8. AREF

Merupakan pin referensi jika menggunakan ADC.

2.4.2 Memori AVR ATmega

ATmega8 memiliki dua ruang memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain dua memori utama, ATmega8 juga memiliki fitur EEPROM yang dapat digunakan sebagai penyimpan data.

1. *Flash Memory*

Memori flash adalah memori ROM tempat kode-kode program berada. Kata flash menunjukkan jenis ROM yang dapat ditulis dan dihapus secara elektrik. Memori *flash* terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian aplikasi dan bagian *boot*. Bagian aplikasi adalah bagian kode-kode program aplikasi berada. Bagian *boot* adalah bagian yang digunakan khusus untuk booting awal yang dapat diprogram untuk menulis bagian aplikasi tanpa melalui programmer/downloader, misalnya melalui USART.

2. Memori data adalah memori RAM yang digunakan untuk keperluan program. Memori data terbagi menjadi beberapa bagian yaitu :

- 1) 32 GPR (*General Purpose Register*) adalah register khusus yang bertugas untuk membantu eksekusi program oleh ALU (*Arithmetich Logic Unit*), dalam instruksi assembler setiap instruksi harus melibatkan GPR. Dalam bahasa C biasanya digunakan untuk variabel global atau nilai balik fungsi dan nilai-nilai yang dapat memperingan kerja ALU. Dalam istilah processor komputer sehari-hari GPR dikenal sebagai "*chace memory*".
- 2) I/O register dan Aditional I/O register adalah register yang difungsikan khusus untuk mengendalikan berbagai pheripheral dalam mikrokontroler seperti pin port, timer/counter, usart dan lain-lain.
- 3) *Static Random Acces Memory* (SRAM)

ATmega8 memiliki 608 alamat memori data yang terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah register file, 64 buah IO register dan 512 byte internal SRAM. Pada AVR status register mengandung beberapa informasi mengenai hasil dari kebanyakan hasil eksekusi instruksi aritmatik. Informasi ini digunakan untuk altering arus program sebagai kegunaan untuk meningkatkan performa pengoperasian. Register ini di-update setelah operasi ALU (*Arithmetic Logic Unit*) hal tersebut

seperti yang tertulis dalam data sheet khususnya pada bagian *Instruction Set Reference*.

3. EEPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*)

EEPROM adalah memori data yang dapat mengendap ketika *chip* mati (*off*), digunakan untuk keperluan penyimpanan data yang tahan terhadap gangguan catu daya. ATmega8 juga memiliki memori data berupa EEPROM 8 bit sebesar 512 byte.

2.5 Operational Amplifier (Op-Amp)

Operational Amplifier (Op-Amp) atau penguat operasional merupakan salah satu komponen analog yang digunakan dalam berbagai macam rangkaian elektronika. Menurut pengertian nya penguat operasional (op-amp) adalah suatu blok penguat yang mempunyai dua masukan dan satu keluaran, dimana tegangan *output* nya adalah proporsional terhadap perbedaan tegangan antara kedua *input*-nya.(Clayton, 2005).

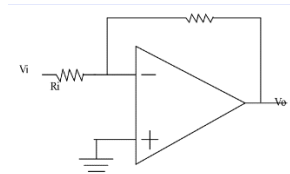
Op-amp sering digunakan sebagai penguat sinyal-sinyal, baik yang *linier* maupun yang non *linier* terutama dalam sistem-sistem pengaturan dan pengendalian, instrumentasi, dan komputasi pemakaian analog. Keuntungan dari penguat operasional ini adalah karakteristiknya yang mendekati ideal sehingga dalam merancang rangkaian yang menggunakan penguat ini lebih mudah dan juga karena penguat ini bekerja pada tingkatan yang cukup dekat dengan karakteristik kerjanya secara teoritis.

Penguat Op-Amp mempunyai karakteristik ideal sebagai berikut:

1. Resistansi masuk tak terhingga besar (*Open-Loop Voltage Gain*), akibatnya tidak ada arus masuk ke kedua terminal masuk ($A_{vol} = -\infty$).
2. Resistansi keluaran $R_o = 0$.
3. Karakteristik tidak berubah dengan perubahan suhu.
4. Penguat Op-Amp menanggapi semua frekuensi sama (lebar pita tak terhingga).
5. Tegangan offset keluaran (*Output offset voltage*, $V_0 = 0$).

Pada Op-Amp memiliki dua jenis ada yang *inverting* (membalik) dan *non inverting* (tak membalik). Pada *inverting amplifier input* dengan outputnya berlawanan polaritas. Jadi ada tanda minus pada rumus penguatannya. Penguatan *inverting amplifier* adalah bisa lebih kecil nilai besaran dari 1, misalnya - 0.2 , - 0.5 , - 0.7 , dst dan selalu negatif. Rumus nya:

$$V_o = - \frac{R_f}{R_i} V_i \quad (2.11)$$



Gambar 2.15 *Inverting*

Rangkaian *non inverting* ini hampir sama dengan rangkaian *inverting* hanya perbedaannya adalah terletak pada tegangan inputnya dari masukan *noninverting*.

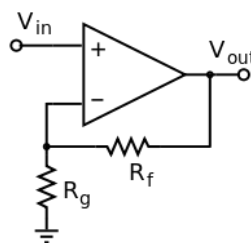
Rumusnya seperti berikut :

$$V_o = \frac{R_f + R_i}{R_i} V_i \quad (2.12)$$

sehingga persamaan menjadi

$$V_o = \left(\frac{R_f}{R_i} + 1 \right) V_i \quad (2.13)$$

Hasil tegangan output *non inverting* ini akan lebih dari satu dan selalu positif. Rangkaian nya adalah seperti pada gambar 2.16 berikut ini :



Gambar 2.16 *Non-Inverting*

Penguat operasional terdiri atas transistor, resistor dan kapasitor yang dirangkai dan dikemas dalam rangkaian terpadu (*integrated circuit*). Simbol op-amp dan bentuk fisik dari IC op-amp. Secara *non inverting* pada IC TL072

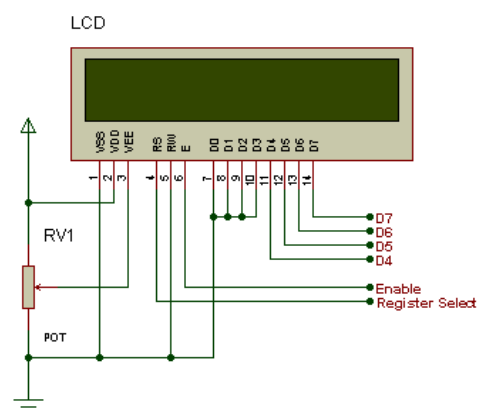
merupakan *integrated circuit* yang di gunakan pada rangkaian penguat op-amp. IC TL072 merupakan *integrated circuit* yang di gunakan pada rangkaian penguat op-amp. IC ini memiliki karakteristik yaitu rendah terhadap gangguan, dan memiliki pelindung ketika rangkaian *short* serta memiliki tegangan temperatur koefesien yang rendah.

2.6 LCD 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu alat yang digunakan sebagai tampilan. LCD menggunakan kristal cair sebagai penampil utama, selain itu LCD juga dapat digunakan untuk menampilkan karakter ataupun simbol (Sumardi, 2013).

LCD memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan
2. Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot matrix + *cursor*.
3. Terdapat 192 macam karakter.
4. Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
5. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
6. Dibangun dengan osilator lokal.
7. Satu sumber tegangan 5 volt.
8. Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.



Gambar 2.17 Pin-pin pada LCD

Adapun Fungsi dari masing-masing Pin LCD adalah sebagai berikut dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel.2.3 Fungsi Pin LCD

Nomor Kaki	Simbol	Fungsi
1	Gnd	<i>Ground</i>
2	Vcc	5 V
3	Vee	Pengatur Kontras
4	RS	Bernilai "1" untuk input berupa Data dan Bernilai "0" untuk input berupa instruksi
5	RW	Bernilai "1" untuk input proses Baca dan Bernilai "0" untuk input proses Tulis
6	E	Sinyal Enable bernilai "1"
7	DB0	Jalur Data
8	DB1	
9	DB2	
10	DB3	
11	DB4	
12	DB5	
13	DB6	
14	DB7	
15	V+BL	4,2 Volt
16	V-BL	<i>Ground</i>

2.7 Push Button

Prinsip kerja *Push Button* adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC (*Normally Close*) akan berfungsi sebagai *stop* (memberhentikan) dan kontak NO (*Normally Open*) akan berfungsi sebagai *start* (menjalankan) biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor-motor induksi untuk menjalankan atau mematikan motor pada industri-industri. (Irfan, 2012).

Gambar 2.18 *Push Button*

Berdasarkan fungsinya tombol tekan terbagi atas 3 tipe kontak :

1. Kontak NO (*Normally Open* = Kondisi terbuka)

Tombol jenis ini biasanya digunakan untuk menghubungkan arus pada suatu rangkaian kontrol atau sebagai tombol start. Fungsi mengalirkan arus pada tombol ini terjadi apabila pada bagian knop nya ditekan sehingga kontakannya saling terhubung dan aliran listrik akan terputus apabila knopnya dilepas karena terdapat pegas.

2. Kontak NC (*Normally Close* = Kondisi Tertutup)

Tombol jenis ini adalah jenis kontak tertutup biasanya di gunakan untuk memutus arus listrik yaitu dengan cara menekan knopnya sehingga kontakannya terpisah, namun kalau knop di lepas maka akan kembali pada posisi semula. Tombol jenis ini digunakan untuk tombol stop.

3. Kontak NO dan NC

Kontak pada tombol tekan jenis ini merupakan gabungan antara kontak NO dan kontak NC, mereka bekerja secara bersamaan dalam satu poros. Jika tombol di tekan maka kontak NO yang semula terbuka (*open*) dan kontak NC yang terhubung (*close*) akan berbalik arah yaitu Kontak NO akan menjadi terhubung (*close*) dan Kontak NC akan menjadi terbuka (*open*). Jika knop pada tombol di lepaskan maka akan kembali ke posisi semula.

2.8 Transformator

Transformator adalah suatu alat untuk mempertinggi atau memperendah suatu tegangan bolak-balik. Pada dasarnya sebuah transformator terdiri dari sebuah kumparan primer dan sebuah kumparan sekunder yang digulung pada sebuah inti besi lunak. Arus bolak-balik pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah-ubah dalam inti besi. Medan magnet ini menginduksi GGL (Gaya Gerak Listrik) bolak-balik dalam kumparan sekunder (Budiman, 1992). Gambar transformator ditunjukkan pada gambar 2.19 berikut ini.



Gambar 2.19 Transformator

Didalam tenaga listrik transformator dikelompokkan menjadi:

1. Transformator daya disebut juga transformator penarik tegangan (*step-up*) digunakan untuk menaikkan tegangan pembangkit menjadi tegangan transmisi.
2. Transformator distribusi disebut juga sebagai transformator penurun tegangan (*step-down*) digunakan untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan yang dapat disalurkan kekonsumen atau pemakai.
3. Transformator pengukuran yang terdiri dari transformator arus dan tegangan.

Prinsip kerja tranformator adalah sebagai berikut:

- 1) Kumparan primer dihubungkan kepada sumber tegangan yang hendak diubah besarnya. Karena tegangan primer itu tegangan bolak-balik, maka besar dan arah tegangan itu berubah-ubah.
- 2) Dalam inti besi timbul medan magnet yang besar dan arahnya berubah-ubah pula. Perubahan medan magnet ini menginduksi tegangan bolak-balik pada kumparan sekunder.

Tegangan pada sisi primer (V_p) dan tegangan sekunder (V_s) ditentukan oleh jumlah lilitan kawat pada kumparan primer dan sekunder. Perbandingan antara lilitan kawat pada kumparan primer (N_p) dan lilitan kawat pada kumparan sekunder (N_s) disebut rasio lilitan (n). Sedangkan perbandingan antara tegangan primer (V_p) dengan tegangan sekunder (V_s) disebut rasio tegangan. Besar rasio tegangan dengan rasio lilitan harus sama. Perbandingan antara arus primer dengan arus sekunder adalah berbanding terbalik dengan perbandingan antara tegangan

induksi primer dan tegangan induksi sekunder ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad (2.14)$$

Dimana :

N_p = Jumlah lilitan primer

N_s = Jumlah lilitan sekunder

V_p = Tegangan *input* (primer)

V_s = Tegangan *output* (sekunder)

2.9 Dioda

Dioda merupakan suatu komponen elektronik yang terdiri dari dua buah elektroda yaitu, anoda dan katoda yang digunakan untuk meratakan/mengarahkan aliran ke satu jurusan, yaitu dari anoda menuju katoda. Bahan untuk dioda yang digunakan yaitu silikon(Si), germanium(Ge) yang merupakan bahan semi konduktor (Budiman, 1992).

Dioda akan bersifat menghantar jika diberikan padanya bias maju (*forward bias*), yaitu ketika anoda mendapat voltase yang lebih positif dari katoda, maka arus mengalir dengan bebas dan sebaliknya tidak dapat menghantar jika dioda diberi bias mundur (*reverse bias*), yaitu ketika voltase dibalikkan, berarti katoda positif terhadap anoda , arus tidak bisa mengalir kecuali suatu arus yang sangat kecil.



Gambar 2.20 Simbol dioda

Arus yang mengalir ketika dioda dibias balik disebut arus balik atau arus bocor dari dioda dan arus itu kecil sehingga dalam kebanyakan rangkaian bisa diabaikan.

2.9.1 Dioda Zener

Dioda zener merupakan suatu jenis dioda khusus yang juga bisa mengalirkan arus ke arah sebaliknya. Sifat dioda zener sama dengan sifat dioda biasa, hanya dioda zener dirancang untuk memiliki voltase *break through* pada voltase tertentu. Voltase *break through* pada dioda zener biasa disebut sebagai voltase Zener. Dioda zener biasanya dipakai pada arah balik sehingga voltase pada dioda ini konstan sebesar voltase zenernya. (Blocher, 2003)

Diode zener merupakan tipe khusus dari diode sambungan silikon yang kerap kali digunakan sebagai pengatur tegangan atau penstabil tegangan. Seperti halnya dengan diode penyearah silikon, maka diode zener pun mempunyai tahanan yang sangat rendah terhadap aliran arus jika ia dibias maju. Jika ia dibilas balik pada tegangan rendah, ia hanya mengizinkan aliran arus yang sangat kecil. Tetapi jika tegangan bias terbalik yang dikenakan dinaikkan secara perlahan-lahan, maka akan tercapai suatu titik dimana diode zener akan dadal (*Breakdown*) dan tiba-tiba mulai melakukan konduksi.

Perubahan yang tajam dari tidak melakukan konduksi menjadi konduksi disebut efek zener. Tingkat tegangan yang mana terjadi pendadalan pada diode zener dapat dikendalikan sampai batas tertentu yang diinginkan selama dalam proses pembuatannya. Oleh sebab itu alat ini dapat dirancang agar mempunyai daerah tegangan dadal yang luas dengan nilai serendah kira-kira 2V dan sampai setinggi beberapa ratus volt. Bila dikenai tegangan yang lebih besar dari tegangan dadalnya, maka penurunan tegangan pada diode zener yang melakukan konduksi pada hakikatnya adalah konstan walaupun arus yang melalui diode bertambah dengan bertambahnya tegangan yang dikenakan. Hal ini menyebabkan alat tersebut sesuai untuk digunakan sebagai elemen acuan tegangan konstan atau elemen kendali.

Besarnya arus zener maksimum adalah :

$$I_{zmax} = P_z \times V_z \quad (2.15)$$

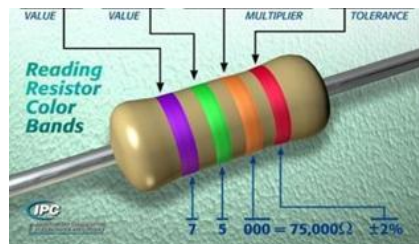
dimana : $I_z \text{ max}$ = Arus zener maksimum

P_z = Daya diode zener

V_z = Tegangan zener

2.10 Resistor

Resistor merupakan suatu benda yang dibuat sebagai penghambat atau penahan arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian listrik dengan tujuan untuk mengatur arus yang mengalir yang dinyatakan dengan satuan ohm (Budiman, 1992).



Gambar 2.21 Resistor

Tabel 2.4 Kode warna resistor

Warna	Ukuran	Faktor Pengali	Toleransi (%)
Hitam	0	1	
Coklat	1	10^1	± 1
Merah	2	10^2	± 2
Jingga	3	10^3	
Kuning	4	10^4	
Hijau	5	10^5	
Biru	6	10^6	
Ungu	7	10^7	
Abu-abu	8	10^8	
Putih	9	10^9	
Emas	-	0,1	± 5
Perak	-	0,01	± 10
Polos	-		± 20

Jenis-jenis Resistor diantaranya adalah :

1. Resistor yang Nilainya Tetap
2. Resistor yang Nilainya dapat diatur, Resistor Jenis ini sering disebut juga dengan Variable Resistor ataupun Potensiometer.
3. Resistor yang Nilainya dapat berubah sesuai dengan intensitas cahaya, Resistor jenis ini disebut dengan LDR atau *Light Dependent Resistor*

4. Resistor yang Nilainya dapat berubah sesuai dengan perubahan suhu, Resistor jenis ini disebut dengan PTC (*Positive Temperature Coefficient*) dan NTC (*Negative Temperature Coefficient*)

Resistor adalah komponen elektronik yang berfungsi menahan arus listrik, dan karena arus listrik berhubungan dengan tegangan listrik, sehingga jika suatu tegangan listrik dilewatkan pada resistor maka akan terjadi penurunan pada tegangan tersebut. Hubungan antara arus listrik, tegangan listrik dan resistor menurut hukum Ohm adalah :

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.16)$$

Dimana

I = Arus (ampere)

V = Tegangan (volt)

R = hambatan (ohm)

2.11 Kapasitor

Kapasitor merupakan suatu alat elektronis yang terdiri dari konduktor dan insulator yang mempunyai sifat sebagai penyimpan muatan listrik (Budiman, 1992).

Kemampuan untuk menyimpan muatan listrik pada kapasitor disebut dengan kapasitansi atau kapasitas. Kapasitansi ini diukur berdasarkan besar muatan yang dapat disimpan pada suatu kenaikan tegangan. Coulombs pada abad 18 menghitung bahwa 1 coulomb = 6.25×10^{18} elektron. Kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulombs.

$$Q = C.V \quad (2.17)$$

Keterangan: C = Kapasitansi (farad)

Q = Muatan (coloumb)

V = tegangan (volt)

Untuk rangkaian elektronik, satuan farad Umumnya kapasitor yang ada di pasaran memiliki satuan : μF , nF dan pF.

1 Farad = 1.000.000 μF (mikro Farad)

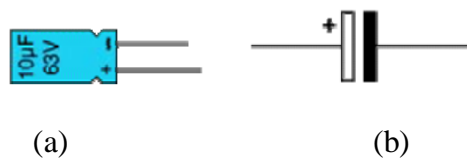
1 μF = 1.000.000 pF (piko Farad)

1 μF = 1.000 nF (nano Farad)

1 nF = 1.000 pF (piko Farad)

Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang *non-konduktif*. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya.

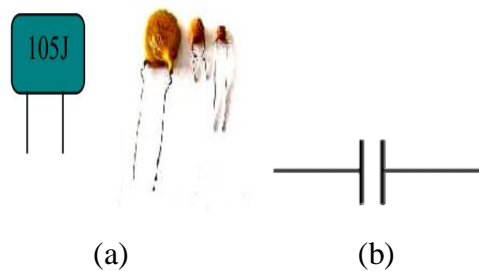
Konversi satuan penting diketahui untuk memudahkan membaca besaran sebuah kapasitor. Misalnya $0.047\mu\text{F}$ dapat juga dibaca sebagai 47nF, atau contoh lain 0.1nF sama dengan 100pF. Kondensator diidentikkan mempunyai dua kaki dan dua kutub yaitu positif dan negatif serta memiliki cairan elektrolit dan biasanya berbentuk tabung.



Gambar 2.22 Kapasitor elco dan Simbol

(a) Kapasitor elco (b) Simbol Kapasitor

Sedangkan jenis kapasitor *non polar* kebanyakan nilai kapasitansya lebih rendah, tidak mempunyai kutub positif atau negatif pada kakinya, kebanyakan berbentuk bulat pipih berwarna coklat, merah, hijau dan lainnya seperti tablet atau kancing baju yang sering disebut kapasitor (*capacitor*). Pada gambar 2.23 berikut merupakan gambar transistor non polar beserta simbolnya.



Gambar 2.23 Kapasitor *non polar* dan simbolnya
(a) Kapasitor *non polar* (b) Simbol Kapasitor

Fungsi kapasitor pada rangkaian elektronika biasanya adalah sebagai berikut:

1. Kapasitor sebagai kopling, dilihat dari sifat dasar kapasitor yaitu dapat dilalui arus ac dan tidak dapat dilalui arus dc dapat dimanfaatkan untuk memisahkan 2 buah rangkaian yang saling tidak berhubungan secara dc tetapi masih berhubungan secara ac (*signal*), artinya sebuah kapasitor berfungsi sebagai kopling atau penghubung antara 2 rangkaian yang berbeda.
2. Kapasitor berfungsi sebagai filter pada sebuah rangkaian *power supply*, maksudnya adalah kapasitor sebagai *ripple filter*, disini sifat dasar kapasitor yaitu dapat menyimpan muatan listrik yang berfungsi untuk memotong tegangan *ripple*.
3. Kapasitor sebagai penggeser fasa.
4. Kapasitor sebagai pembangkit frekuensi pada rangkaian *oscillator*.
5. Kapasitor digunakan juga untuk mencegah percikan bunga api pada sebuah saklar.

2.12 Transistor

Transistor berasal dari dua buah perkataan yaitu dari kata transfer dan resistor. Transfer berarti pemindahan dan resistor berarti penahan. Jadi transistor adalah pemindahan penahan. Elektroda-elektroda pada transistor terdiri dari *emitter*, kolektor dan basis. Elektroda-elektroda ini cukup ditandai oleh huruf mulainya dari masing-masing nama elektroda seperti *emitter* dengan e, basis dengan b, dan kolektor dengan c atau k. Transistor ditemukan pertama kali oleh W.Shockley, W.Brattain dan J Bardeen dari Amerika Serikat (Budiman, 1992).

Transistor adalah suatu komponen yang dapat memperbesar level sinyal keluaran sampai beberapa kali sinyal masukan. Sinyal masukan disini dapat berupa sinyal AC ataupun DC. Prinsip dasar transistor sebagai penguat adalah arus kecil pada basis mengontrol arus yang lebih besar dari kolektor melewati transistor. Transistor berfungsi sebagai penguat ketika arus basis berubah. Perubahan kecil arus basis mengontrol perubahan besar pada arus yang mengalir dari kolektor ke emitter. Pada saat ini transistor berfungsi sebagai penguat.

Dalam pemakaiannya transistor juga bisa berfungsi sebagai saklar dengan memanfaatkan daerah penenuhan (saturasi) dan daerah penyumbatan (*cut-off*). Pada daerah penenuhan nilai resistansi penyambungan kolektor emitter secara ideal sama dengan nol atau kolektor terhubung langsung (*short*). Ini menyebabkan tegangan kolektor emitter $V_{ce} = 0$ pada keadaan ideal. Dan pada daerah *cut off*, nilai resistansi persambungan kolektor emitter secara ideal sama dengan tak terhingga atau terminal kolektor dan emitter terbuka yang menyebabkan tegangan V_{ce} sama dengan tegangan sumber V_{cc} .

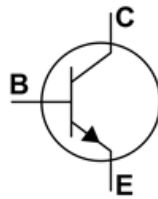
2.12.1 Transistor NPN

Transistor NPN yaitu suatu transistor yang mempunyai substrat positif (P), basis dan kolektor didoping dengan muatan negatif (N) yang berlebihan. (Budiman,1992).

Transistor NPN terbentuk dari semikonduktor Negatif-Positif-Negatif. Pada transistor NPN, basis harus positif terhadap emitor, dan colector harus positif terhadap emitor.

Untuk transistor npn dipakai definisi sebagai berikut:

1. Arus kolektor I_c adalah arus yang masuk ke dalam kolektor.
2. Arus basis I_B adalah arus yang masuk ke dalam basis .
3. Arus emitor I_E adalah arus yang keluar dari emitor.
4. Voltase kolektor atau voltase kolektor-emitor, V_{CE} adalah voltase antara kolektor dan emitor.
5. Voltase basis atau voltase basis-emitor, V_{BE} adalah voltase antara basis dan emitor. (Blocher, 2003). Pada gambar 2.24 berikut merupakan gambar dari transistor jenis NPN.

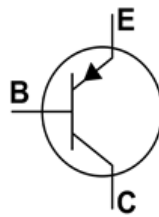


Gambar 2.24 Transistor NPN

2.12.2 Transistor PNP

Transistor PNP yaitu suatu transistor yang mempunyai support jenis N (dengan menggunakan teknologi *MOS*) yang didopinhg dengan elektron yang berlebihan, seperti yang terlihat pada gambar 2.25. (Budiman, 1992).

Transistor PNP terbentuk dari semikonduktor Positif-Negatif-Positif. Pada transistor PNP, basis harus negatif terhadap emitor, dan emitor harus positif terhadap colector.



Gambar 2.25 Transistor PNP

Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal. Tegangan atau arus yang dipasang di satu terminalnya mengatur arus yang lebih besar yang melalui 2 terminal lainnya. Transistor adalah komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam *amplifier* (penguat). Rangkaian analog melingkupi penguat suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori, dan komponen-komponen lainnya.

2.13 Perangkat Lunak (*Software*)

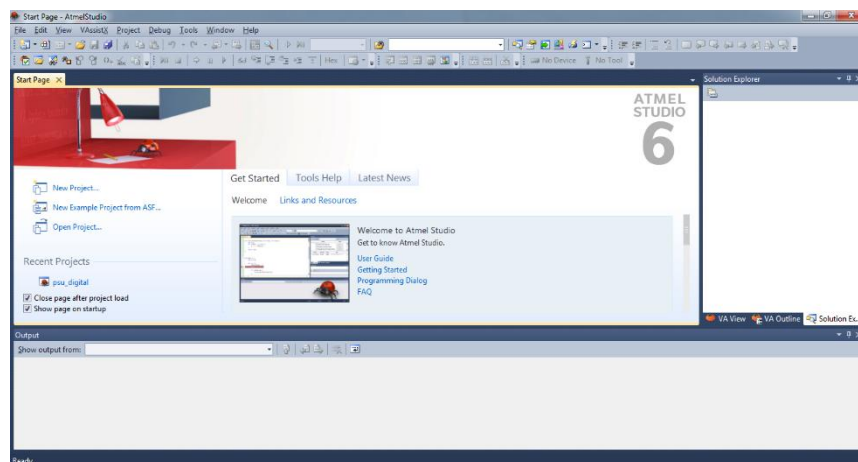
Software merupakan suatu komponen didalam suatu sistem data yang berupa program atau instruksi untuk mengontrol suatu sistem. Pada umumnya

istilah software menyatakan cara-cara yang menghasilkan hubungan yang lebih efisien antara manusia dan komputer. Dalam alat ini software yang digunakan adalah Atmel Studio 6 dengan bahasa pemrograman C.

2.13.1 Atmel Studio 6

Software yang dapat digunakan sebagai program bantu untuk membuat dan mensiulasi program untuk mikrokontroler AVR salah satunya yaitu AVR Studio 6. Program AVR Studio 6 merupakan program yang dapat mensimulasikan proses yang terjadi dalam prosesor AVR dan menampilkan kondisi-kondisi pada memori serta dapat mengkompilasi program yang dapat dibuat dalam bentuk OBJ, LST dan HEX.

Berikut akan dijelaskan beberapa menu yang digunakan pada pembuatan dan simulasi program. Pada bagian atas program aplikasi Atmel Studio 6 terdapat beberapa menu utama, di antara nya: *File, Edit, View, VassistX, Project, Debug, Tools, Window dan Help.*



Gambar 2.26 Tampilan Atmel Studio 6

2.13.2 Tahapan Instalasi Atmel Studio 6

Atmel Studio 6 adalah pengembangan terintegrasi lingkungan yang meliputi *editor, C compiler, assembler, file HEX downloader*, dan mikrokontroler emulator. Adapun tahapan dalam instalasi software Atmel Studio 6 sebagai berikut yaitu:

1. Download Atmel Studio 6 yang disediakan oleh ATMEL.
2. Sebelum menginstal, pastikan didalam komputer telah terinstal Microsoft Visual Studio 10.
3. Jika telah ada, maka lakukan penginstalan. Klik *setup*, maka akan tampil jendela seperti pada gambar:



Gambar 2.27 Jendela Setup Atmel Studio 6.0

4. Kemudian Klik *Next* seperti pada gambar



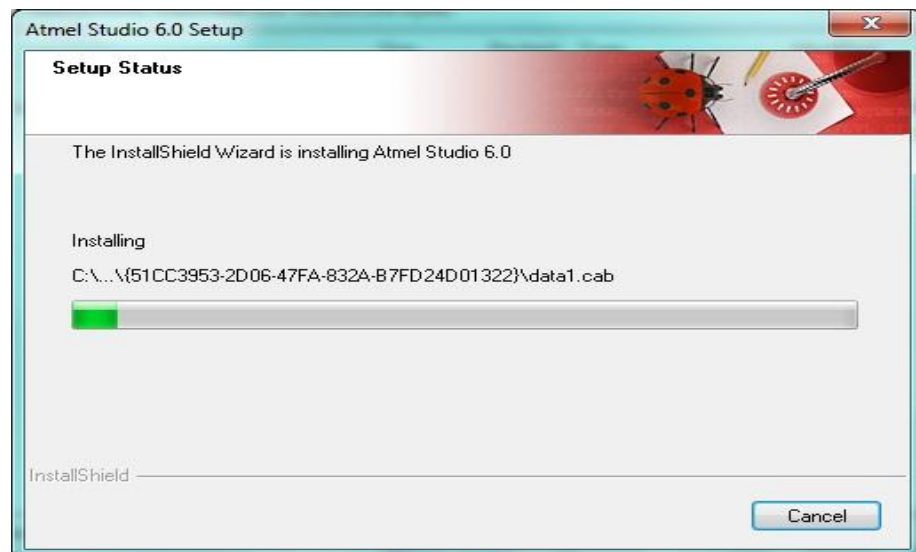
Gambar 2.28 License Agreement

5. Selanjutnya, pilih tempat penyimpanan *software*. Kemudian klik *next*.



Gambar 2.29 Jendela Destination folder

6. Tunggu proses instalasi selesai. Seperti pada gambar 2.30 berikut ini.



Gambar 2.30 Proses instalasi Atmel Studio 6

7. Proses instalasi software Atmel Studio 6 telah selesai. Seperti yang terlihat pada gambar 2.31.



Gambar 2.31 Instalasi Selesai

2.13.3 Bahasa Pemrograman C

Bahasa pemrograman sendiri mengalami perkembangan, diawali dengan *Assembler* (bahasa tingkat rendah) sampai ADA (bahasa tingkat tinggi). Perkembangan bahasa tersebut secara detail adalah sebagai berikut: bahasa tingkat rendah meliputi *Assembler* dan *Macro-Assembler*, bahasa tingkat menengah meliputi FORTH, C, C++ dan Java, sedangkan bahasa tingkat tinggi meliputi BASIC, FORTRAN, COBOL, Pascal, Modula-2 dan ADA (Heryanto, 2008).

Untuk dapat memahami bagaimana suatu program ditulis, maka struktur dari program harus dimengerti terlebih dahulu. Tiap bahasa komputer mempunyai struktur program yang berbeda. Jika struktur dari program tidak diketahui, maka akan sulit bagi pemula untuk memulai menulis suatu program dengan bahasa yang bersangkutan. Struktur dari program memberikan gambaran secara luas, bagaimana bentuk dari program secara umum. Selanjutnya dengan pedoman struktur program ini, penulis program dapat memulai bagaimana seharusnya program tersebut ditulis.

Dalam pembuatan program yang menggunakan fungsi atau aritmatika, Bahasa C menawarkan kemudahan dengan menyediakan fungsi – fungsi khusus, seperti: pembuatan konstanta, operator aritmatika, operator logika, operator *bitwise* dan operator *Assignment*. Selain itu, bahasa C menyediakan Program

kontrol seperti: Percabangan (*if* dan *if...else*), Percabangan *switch*, *Looping* (*for*, *while* dan *do...while*), *Array*, serta fungsi – fungsi lainnya.

Struktur dari program C dapat dilihat sebagai kumpulan dari sebuah atau lebih fungsi-fungsi. Fungsi pertama yang harus ada di program C sudah ditentukan namanya, yaitu bernama `main()`. Suatu fungsi di program C dibuka dengan kurung kurawal (`{`) dan ditutup dengan kurung kurawal tutup (`}`). Diantara kurung-kurung kurawal dapat dituliskan pernyataan- pernyataan program C. Struktur bahasa pemrograman C (Heryanto, 2008), antara lain:

```
<preprosesor directive>
{
<statement>;
<statement>;
}
```

1. *Header File*

adalah berkas yang berisi prototype fungsi. definisi konstanta. dan definisi variable. Fungsi adalah kumpulan code C yang diberi nama dan ketika nama tersebut dipanggil maka kumpulan kode tersebut dijalankan.

Contoh :

```
stdio.h
math.h
conio.h
```

2. *Preprosesor Directive* (`#include`)

Preprosesor directive adalah bagian yang berisi pengikutsertaan file atau berkas-berkas fungsi maupun pendefinisian konstanta.

Contoh:

```
#include <stdio.h>
#include phi 3.14
```

3. *Void*

artinya fungsi yang mengikutinya tidak memiliki nilai kembalian (`return`).

4. *Main ()*

Fungsi `main ()` adalah fungsi yang pertama kali dijalankan ketika program dieksekusi tanpa fungsi `main` suatu program tidak dapat dieksekusi namun dapat dikompilasi.

5. Statemen

Statement adalah instruksi atau perintah kepada suatu program ketika program itu dieksekusi untuk menjalankan suatu aksi. Setiap statement diakhiri dengan titik-koma (;).

Data merupakan suatu nilai yang bisa dinyatakan dalam bentuk konstanta atau variabel. Konstanta menyatakan nilai yang tetap, sedangkan variabel menyatakan nilai yang dapat diubah-ubah selama eksekusi berlangsung.

Tabel 2.5 Tipe Data




Tipe Data	Ukuran (byte)	Format	Keterangan
<i>Char</i>	1	%c	Karakter / <i>String</i>
<i>Int</i>	2	%i %d	Bilangan Bulat (<i>integer</i>)
<i>Float</i>	4	%f	Bilangan Pecahan (<i>float</i>)
<i>Double</i>	8	%lf	Pecahan presisi ganda



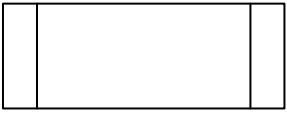
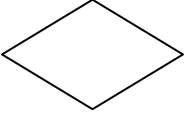
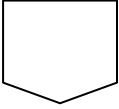
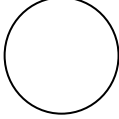
2.14 Flow Chart

Flow Chart merupakan sebuah diagram dengan simbol-simbol grafis yang menyatakan tipe operasi program yang berbeda. Sebagai representasi dari sebuah program, *flow chart* maupun algoritma dapat menjadi alat bantu untuk memudahkan perancangan alur urutan logika suatu program, memudahkan pelacakan sumber kesalahan program, dan alat untuk menerangkan logika program (Sistem Informasi, 2012).

Berikut simbol-simbol yang sering digunakan dalam *Flow Chart* yang terletak pada tabel 2.5.

Tabel 2.6 Simbol-simbol *Flowchart*

Simbol	Nama	Fungsi
	<i>Terminator</i>	Permulaan / akhir program
	<i>Garis Alir</i>	Arah alir program
	<i>Preparation</i>	Proses inisialisasi / pemberian harga awal

	<i>Process</i>	Proses perhitungan / proses pengolahan data
	<i>Input / Output Data</i>	Proses input / output data, parameter, informasi
	<i>Predefined Process</i>	Rincian operasi berada di tempat lain
	<i>Decision</i>	Keputusan dalam program
	<i>Off Page Connector</i>	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada halaman yang berbeda
	<i>On Page Connector</i>	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berbeda pada satu halaman

