

BAB II

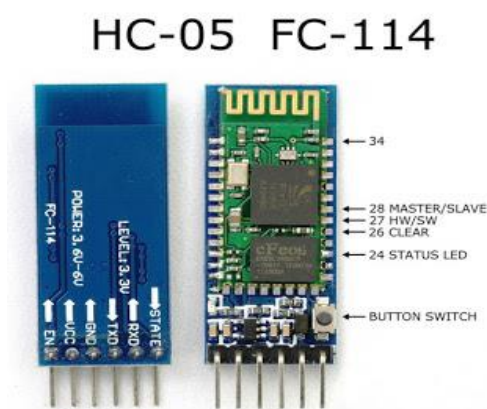
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bluetooth HC-05

Bluetooth HC-05 adalah sebuah modul Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial wireless (nirkabel) yang mengkonversi port serial ke Bluetooth. HC-05 menggunakan modulasi bluetooth V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz. Modul ini dapat digunakan sebagai slave maupun master. HC-05 memiliki 2 mode konfigurasi, yaitu AT mode dan Communication mode. AT mode berfungsi untuk melakukan pengaturan konfigurasi dari HC-05. Sedangkan Communication mode berfungsi untuk melakukan komunikasi bluetooth dengan piranti lain. Dalam penggunaannya, HC-05 dapat beroperasi tanpa menggunakan driver khusus. Untuk berkomunikasi antar Bluetooth, minimal harus memenuhi dua kondisi berikut :

1. Komunikasi harus antara master dan slave.
2. Password harus benar (saat melakukan pairing).

Jarak sinyal dari HC-05 adalah 30 meter, dengan kondisi tanpa halangan.



Gambar 2.1 Modul Bluetooth HC-05

(Sumber : www.artofcircuits.com)

Adapun spesifikasi dari HC-05 adalah :

Hardware :

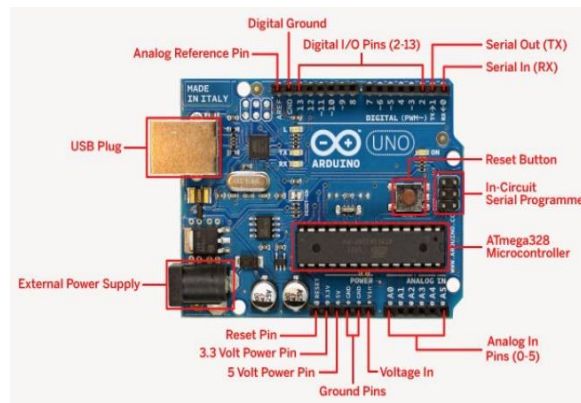
1. Daya transmit RF sampai dengan +4dBm.
2. Sensitivitas -80dBm (Typical)
3. Operasi daya rendah 1,8V – 3,6V I/O
4. Kontrol PIO.
5. Antarmuka UART dengan baudrate yang dapat diprogram.
6. Dengan antena terintegrasi.

Software :

1. Default baudrate 9600, Data bit : 8, Stop bit = 1, Parity : No Parity, Mendukung baudrate : 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400 dan 460800.
2. Auto koneksi pada saat device dinyalakan (default).
3. Auto reconnect pada menit ke 30 ketika hubungan putus karena range koneksi.

2.2 Arduino Uno

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. “Uno” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO adalah sebuah seri terakhir dari board Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino, untuk suatu perbandingan dengan versi sebelumnya,



Gambar 2.2 Bentuk Fisik Arduino Uno

(Sumber :www.elektrokita.com)

2.3 Mikrokontroler Arduino Uno

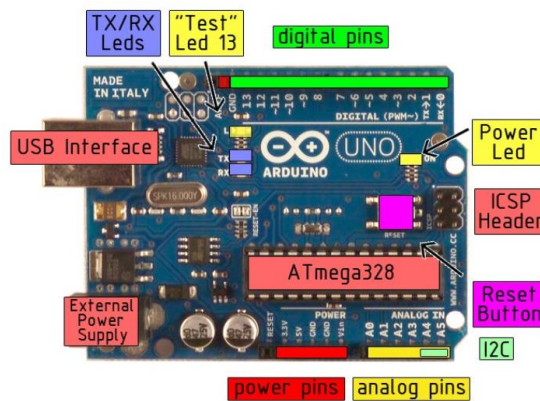
Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Lebih lanjut, mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan PC (*Personal Computer*) yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat berbeda antara komputer dengan mikrokontroler.

Arduino merupakan sebuah *board minimum system* mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel (Feri Djuandi, 2011).

Menurut Sulaiman (2012:1), arduino merupakan *platform* yang terdiri dari *software* dan *hardware*. *Hardware* Arduino sama dengan mikrokontroler pada umumnya hanya pada arduino ditambahkan penamaan pin agar mudah diingat. *Software* Arduino merupakan *software open source* sehingga dapat di download secara gratis. *Software* ini digunakan untuk membuat dan memasukkan program ke dalam Arduino. Pemrograman Arduino tidak sebanyak tahapan mikrokontroler konvensional karena Arduino sudah didesain mudah untuk dipelajari, sehingga para pemula dapat mulai belajar mikrokontroler dengan Arduino.

Menurut Santosa (2012:1), arduino adalah *kit* elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.

Berdasarkan pengertian yang dikemukakan diatas dapat disimpulkan bahwa arduino merupakan *kit* elektronik atau papan rangkaian elektronik yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel serta *software* pemrograman yang berlisensi *open source*.



Gambar 2.3 Bentuk Fisik Arduino Uno

(Sumber :www.elektrokita.com)

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan ketika hendak memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika memprogram mikrokontroler. *Port* USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai *port* komunikasi serial.

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin masukan analog dan 14 pin digital *input/output*. Untuk 6 pin analog bisa difungsikan sebagai *output*(keluaran) digital jika diperlukan *output* digital tambahan selain 14 pin

yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* bisa dilihat pin digital diberi keterangan 0-13, sehingga untuk menggunakan pin analog menjadi *output* digital, pin analog pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin *output* digital 14-16.

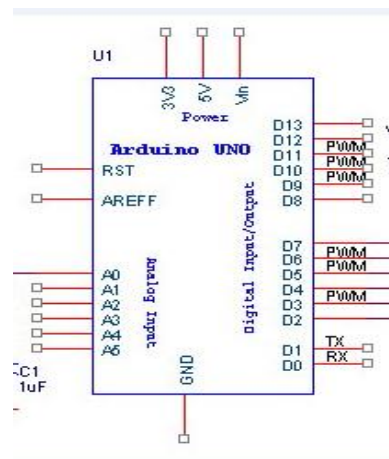
Sifat *open source* arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang dipakai tidak hanya tergantung pada satu *merk*, namun memungkinkan bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran.

Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler. Deskripsi Arduino UNO:

Tabel 2.1 Deskripsi Arduino Uno

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

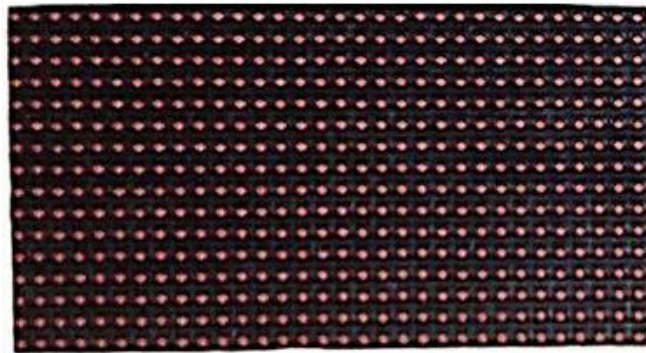
(Sumber : www.insauin.blogspot.com)



Gambar 2.4 Rangkaian Arduino Uno
(Sumber : www.blogadisanjaya.com)

2.4 Dot Matriks

Matrik titik atau *Dot Matrix Display* (DMD) adalah susunan titik-titik dua dimensi yang digunakan untuk menampilkan karakter-karakter, simbol atau gambar. DMD pada dasarnya adalah susunan beberapa LED yang disusun membentuk matrik baris dengan baris dan kolom yang bervariasi sesuai dengan tipenya. Seperti pada *seven segment*, DMD terdiri dari dua *common* yaitu *common anode* dan *common cathode*. Dalam tugas akhir ini DMD yang digunakan adalah *DMD common anode* dengan ukuran 16 x 32 pixel. *DMD* ini terdiri dari *LED* yang tersusun secara matrik berbentuk segi empat sehingga dengan menyalakan atau mematikan *LED* yang diinginkan, teks dapat ditampilkan. Pengendali *DMD* mengkonversi instruksi dari *decoder* ke dalam logik yang dapat menyalakan atau mematikan *LED* sehingga tampilan yang diinginkan dapat ditampilkan.



Gambar 2.5 Dot Matrix 16x32 pixel
(Sumber: www.sparkfun.com)

2.5 Android

Menurut Nazruddin Safaat H, 2014:3 *Android* adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile berbasis linux yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan aplikasi. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka. Awalnya, Google Inc. membeli Android Inc. Yang merupakan pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel/smartphone. Kemudian untuk mengembangkan Android, dibentuk Open Handset Alliance, konsorsium dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-Mobile, dan Nvidia. Pada saat perilis perdana *Android*, 6 November 2007, *Android* bersama *Open Handset Alliance* menyatakan mendukung pengembangan *open source* pada perangkat mobile. Di lain pihak, Google merilis kode-kode Android dibawah lisensi *Apache*, sebuah lisensi perangkat lunak dan *open platform* perangkat seluler.

Di dunia ini terdapat dua jenis distributor sistem operasi Android. Pertama yang mendapat dukungan penuh dari Google atau *Google Mail Services (GMS)* dan kedua adalah yang benar-benar bebas distribusinya tanpa dukungan langsung Google aatau dikenal sebagai *Open Handset Distribution (OHD)*.

Sekitar September 2007 Google mengenalkan Nexus One, salah satu jenis smartphone yang menggunakan Android sebagai sistem operasinya. Telepon seluler ini diproduksi oleh *HTC Corporations* dan tersedia dipasaran pada tanggal 5 Januari 2010. Pada tanggal 9 December 2008, diumumkan anggota baru dalam

program kerja Android *ARM Holdings, Atheros Communications*, diproduksi oleh Asustek Computer Inc, Garmin Ltd, Softbank, Sony Ericsson, Thosiba Corp, dan Vodafone Group Plc. Seiring pembentukan Open Handset Alliance, OHA mengumumkan produk perdana mereka, Android, perangkat mobile yang merupakan modifikasi kernel Linux 2.6. Sejak Android dirilis telah dilakukan berbagai pembaruan berupa perbaikan bug dan penambahan fitur baru.

Pada masa saat ini kebanyakan vendor-vendor smartphone sudah memproduksi smart phone berbasis Android, vendor-vendor itu antara lain HTC, Motorola, Samsung, LG, HKC, Huawei, Archos, Webstation Camangai, Dell, Nexus, Sciphone, WayteQ, Sony Ericsson, Acer, Philips, T-Mobile, Nexian, IMO, Asus, dan masih banyak lagi vendor smart phone didunia yang memproduksi Android. Hal ini karena android itu adalah sistem operasi yang *open source* sehingga bebas didistribusikan dan dipakai oleh vendor manapun.

Tidak hanya menjadi sistem Android di smartphone, saat ini Android menjadi pesaing utama dari Apple pada sistem operasi Table PC. Pesatnya pertumbuhan Android selain faktor yang disebutkan diatas adalah karena Android itu sendiri adalah platform yang sangat lengkap baik itu sistem operasinya, aplikasinya dan tool pengembangan, market aplikasi android serta dukungan yang sangat tinggi dari komunitas *Open Source* di dunia, sehingga Android terus berkembang pesat baik dari segi teknologi maupun dari segi *device* yang ada di dunia.

2.5.1 Karakteristik *Android*

Android memiliki empat karakteristik sebagai berikut :

1. Terbuka

Android dibangun untuk benar-benar terbuka sehingga sebuah aplikasi dapat memanggil salah satu fungsi inti ponsel seperti membuat panggilan, mengirim pesan teks, menggunakan kamera dan lain-lain. *Android* merupakan sebuah mesin virtual yang dirancang khusus untuk mengoptimalkan sumber daya memori dan perangkat keras yang terdapat di dalam perangkat. *Android*

merupakan open source, dapat secara bebas diperluas untuk memasukkan teknologi baru yang lebih maju pada saat teknologi tersebut muncul. Platform ini akan terus berkembang untuk membangun aplikasi mobile yang inovatif.

2. Semua aplikasi dibuat sama

Android tidak memberikan perbedaan terhadap aplikasi utama dari telepon dan aplikasi pihak ketiga (*third-party application*). Semua aplikasi dapat dibangun untuk memiliki akses yang sama terhadap kemampuan sebuah telepon dalam menyediakan layanan dan aplikasi yang luas terhadap para pengguna.

3. Memecahkan hambatan pada aplikasi

Android memecah hambatan untuk membangun aplikasi yang baru dan inovatif. Misalnya, pengembang dapat menggabungkan informasi yang diperoleh dari web dengan data pada ponsel seseorang seperti kontak pengguna, kalender atau lokasi geografis. Pengembangan aplikasi yang cepat dan mudah.

Android menyediakan akses yang sangat luas kepada pengguna untuk menggunakan aplikasi yang semakin baik. *Android* memiliki sekumpulan *tools* yang dapat digunakan sehingga membantu para pengembang dalam meningkatkan produktivitas pada saat membangun aplikasi yang dibuat.

2.5.2 Arsitektur Android

Menurut Nazruddin Safaat H 2014:6-8 Secara garis besar arsitektur android dapat dijelaskan dan digambarkan sebagai berikut :

1. Application dan Widget

Application dan *Widget* ini adalah layer dimana kita berhubungan dengan aplikasi saja. Di layer terdapat aplikasi inti termasuk klien email, program SMS, kalender, peta, browser, kontak, dan lain-lain. Semua aplikasi ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman JAVA.

2. **Application dan Framework**

Application Framework adalah layer untuk melakukan pengembangan pembuatan aplikasi yang akan dijalankan di sistem operasi Android, karena pada layer inilah aplikasi dapat dirancang dan dibuat, seperti content provider yang berupa SMS dan panggilan telepon. Komponen-komponen yang termasuk di dalam Application Framework adalah sebagai berikut:

1. Views
2. Content Provider
3. Resource Manager
4. Notification Manager
5. Activity Manager

3. **Libraries**

Libraries adalah layer tempat fitur-fitur Android berada, biasanya para pengembang aplikasi mengakses *libraries* untuk menjalankan aplikasinya. Berjalan diatas kernel, Layer ini meliputi berbagai library C/C++ inti seperti Libc dan SSL, serta:

1. *Libraries* media untuk pemutaran media audio dan video
2. *Libraries* untuk manajemen tampilan
3. *LibrariesGraphics* mencakup SGL dan OpenGL, untuk grafis 2D da 3D
4. *Libraries* SQLite untuk dukungan database
5. *Libraries* SSL dan WebKit terintegrasi dengan *web browser* dan *security*
6. *Libraries* LiveWebcore mencakup modern web browser dengan *engine embedded web view*
7. *Libraries* 3D yang mencakup implementasi OpenGL ES 1.0 API's

4. **Android Runtime**

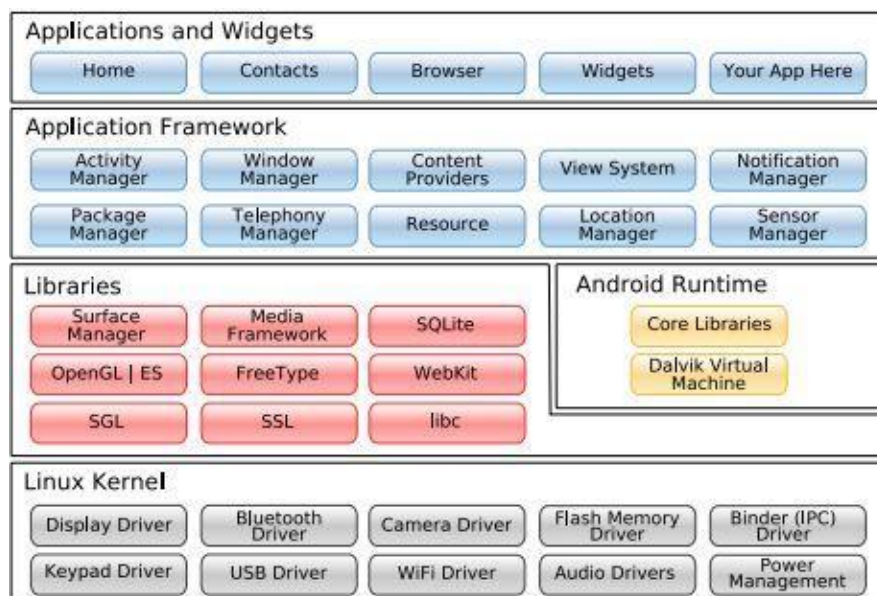
Layer yang membuat aplikasi *Android* dapat dijalankan di mana dalam prosesnya menggunakan implementasi Linux. *Dalvik Virtual Machine*

merupakan mesin yang membentuk dasar kerangka aplikasi *Android*. Di dalam *Android Runtime* dibagi menjadi dua bagian yaitu:

1. *Core Libraries* : Aplikasi *Android* dibangun dalam bahasa Java, sementara DVM bukan merupakan virtual machine untuk Java. Sehingga diperlukan *libraries* yang berfungsi untuk menterjemahkan bahasa Java/C yang ditangani oleh *Core Libraries*
2. *Dalvik Virtual Machine*: Virtual Mesin berbasis register yang dioptimalkan untuk menjalankan fungsi-fungsi secara efisien, dimana merupakan pengembangan yang mampu membuat Linux kernel untuk melakukan threading dan manajemen tingkat rendah.

5. Linux Kernel

Linux Kernel adalah layer dimana inti sistem operasi dari *Android* itu berada. Berisi file sistem yang mengatur sistem *processing*, *memory*, *resource*, *drivers*, dan sistem-sistem operasi *Android* lainnya. Linux Kernel yang digunakan *Android* adalah Linux Kernel release 2.6.



Gambar 2.6 Arsitektur Android
(Sumber : Nazruddin Safaat H 2014:8)

2.6 Sumber Daya (*Power Supply*)

Power supply adalah referensi ke sumber daya listrik. Perangkat atau sistem yang memasok listrik atau jenis energi ke output beban atau kelompok bahan disebut power supply unit PSU. Perangkat elektronika mestinya dicatu oleh suplai arus searah DC (*direct current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai adalah sumber catu daya DC yang paling baik, namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak balik AC (*alternating current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC (Tampubolon, 2010).

2.6.1 *Switching Power Supply*

Switching power supply atau yang lebih dikenal dengan *switched mode power supply* (SMPS), adalah catu daya elektronika yang terdiri dari sebuah regulasi switching yang disediakan sesuai kebutuhan pada tegangan keluaran. Sebuah SMPS adalah daya pengubah yang meneruskan daya dari sebuah sumber untuk beban ideal tanpa rugi-rugi. Fungsi dari pengubah adalah untuk menyediakan tegangan keluaran pada level yang berbeda dibandingkan tegangan masukan (Pressman, 1995).

Sebuah regulator linier mempertahankan tegangan keluaran yang dikehendaki dengan menghilangkan kelebihan daya pada rugi-rugi tahanan (misalnya, dalam sebuah resistor atau daerah kolektor-emitor dari transistor dalam modus aktif). Sebuah regulator linier mengatur keluaran baik tegangan atau arus dengan menghilangkan kelebihan daya listrik dalam bentuk panas sebaliknya, mode yang diaktifkan catu daya untuk mengatur keluaran baik tegangan ataupun arus dengan beralih unsur-unsur switching yang ideal. Seperti induktor dan kapasitor yang masuk dan keluar dari konfigurasi listrik yang berbeda *switching* ideal (misalnya, transistor dioperasikan di luar modus aktif) (Pressman, 1999).

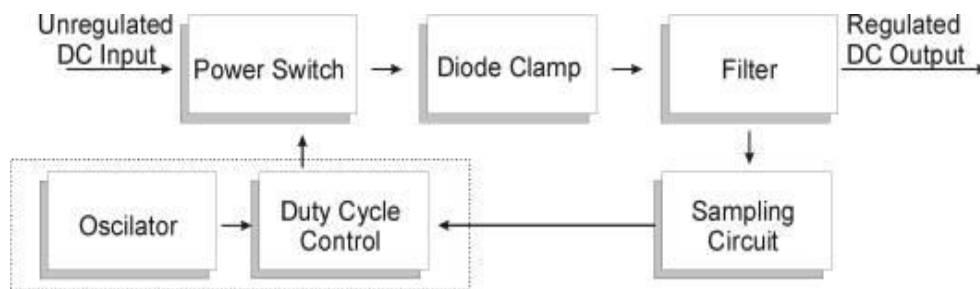
Jika tidak memiliki tahanan ketika “tertutup” dan tidak membawa arus ketika “terbuka”. Sehingga secara teoritis konverter dapat beroperasi dengan

efisiensi 100% (yaitu, semua input daya diberikan beban, dimana tidak ada daya yang terhubung (Pressman, 1999).

Tegangan regulasi dihasilkan dengan cara men-switching transistor seri 'on' atau 'off '. Dengan demikian *duty cycle*-nya menentukan tegangan DC rata-rata. *Duty cycle* dapat diatur melalui *feedback* negatif. Feedback ini dihasilkan dari suatu komparator tegangan yang membandingkan tegangan DC rata-rata dengan tegangan referensi. *Regulator switching* pada dasarnya mempunyai frekuensi yang konstan untuk men-switching transistor seri. Besarnya frekuensi switching tersebut harus lebih besar dari 20KHz agar frekuensi switching tersebut tidak dapat didengar oleh manusia. Frekuensi switching yang terlalu tinggi menyebabkan operasi *switching* transistor tidak efisien dan juga dibutuhkan inti ferrit yang besar atau yang mempunyai permeabilitas tinggi (Koselen, 2007).

Untuk *regulator switching* dengan transistor seri dapat digunakan frekuensi switching (*unibase frequency*) pada 200 KHz. Pada frekuensi ini masih dapat digunakan transistor darlington biasa dengan *bandwidth* minimum pada 1MHz seperti 2N6836 dengan maksimum frekuensi *switching* pada 10MHz atau BDW42 dengan maksimum frekuensi 4MHz. Besarnya *bandwidth* ini sangat berpengaruh pada efisiensi kerja *switching* regulator tersebut (Koselen, 2007).

Untuk dioda *clamp* harus digunakan dioda dengan karakteristik *fast recovery rectifier* atau dikenal dengan dioda *schottky*. Dioda ini berguna untuk mempertahankan titik kerja dari *switching* transistor dengan melakukan 'clamp' (memotong) tegangan spike yang dihasilkan oleh transistor *switching* tersebut. Salah satu dioda *schottky* adalah 1N5819 dengan tegangan *breakdown* pada 40V. Kelebihan dari dioda *schottky* adalah kecepatan responnya terhadap penyerahan tegangan (Koselen, 2007).



Gambar 2.7 Blok Diagram *Switching Regulator*
(Sumber :www.engineersgarage.com)

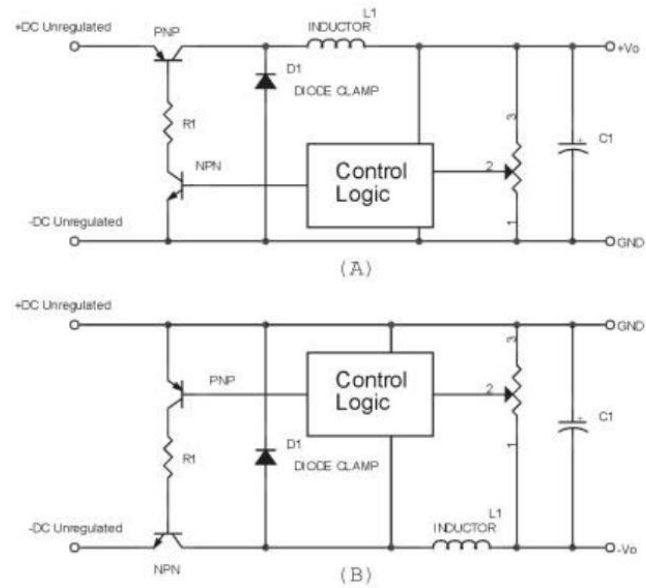
2.6.2 Rangkaian *Regulator Switching*

Terdapat berbagai macam rangkaian *regulator switching* tetapi semua rangkaian regulator tersebut selalu mempunyai 4 elemen dasar:

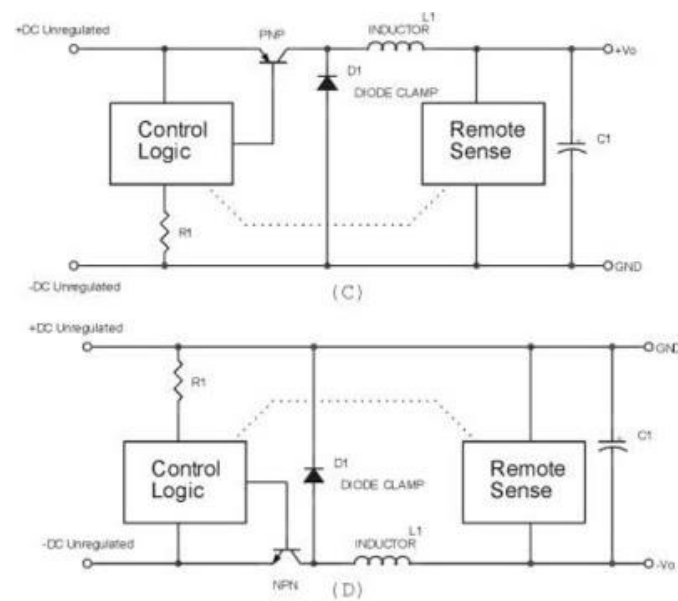
1. *Switching Transistor*
2. *Clamp*
3. *LC Filter*
4. *Rangkaian kontrol*

Ada beberapa variasi dari rangkaian *regulator switching*. Perbedaannya adalah pada posisi transistor switchingnya. Variasi *regulator switching* tersebut dapat dilihat pada gambar 2.9 (Koselen, 2007).

Transistor seri merupakan transistor yang diseri antara tegangan sumber (+DC *Unregulated*) dan tegangan output regulasi (+Vo). Untuk rangkaian pada gambar 2c dan 2d cocok untuk rangkaian kontrol tegangan teregulasi pada industri karena rangkaian kontrolnya terpisah/terisolasi dengan transistor serinya. Biasanya antara rangkaian kontrol dengan transistor serinya dipisahkan dengan menggunakan optoisolator. Pada rangkaian pada gambar 2a dan 2b, rangkaian kontrolnya mendapatkan tegangan dari *output* tegangan teregulasi sehingga rangkaian tidak akan ‘start’ jika tidak diberi tegangan awal. Sedangkan pada rangkaian 2c dan 2d rangkaian kontrolnya mendapatkan tegangan dari +DC *Unregulated* sehingga akan tetap bekerja walaupun terjadi kerusakan/kesalahan pada *Remote Sense* atau Induktor yang menyebabkan tegangan *output* regulasi menjadi nol (Koselen, 2007).



Gambar 2.8.a Variasi *Switching Regulator*
(Sumber : www.elektronika-elektronika.blogspot.co)



Gambar 2.8.b Variasi *Switching Regulator*
(Sumber : www.elektronika-elektronika.blogspot.com)

2.6.3 Filter Input dan Penyearah Input

Penyearah input dan filter input terdiri dari penyearah *bridge* (*full wave rectifier*) dan sebuah filter kapasitor. Untuk meningkatkan efisiensi dari regulasi maka resistor seri tidak digunakan. Perlu diperhatikan dalam memilih dioda *bridge* yang digunakan karena terdapat arus '*surge*' yang besarnya sampai kira-kira 12A. Arus '*surge*' merupakan arus pengisian kapasitor pada saat rangkaian regulator ini dihidupkan pertama kali. Arus '*surge*' ini menjadi besar karena tidak terdapat resistor seri. Rangkaian penyearah dan filter input ini akan menghasilkan tegangan DC yang tidak teregulasi (Koselen, 2007).

2.6.3.1 Output Filter

Rangkaian filter output tidak terlalu rumit. Rangkaian filter *output* hanya terdiri dari induktor (L) dan kapasitor (C). Nilai induktor dan nilai kapasitor yang digunakan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$L = \frac{(V_{in} - V_o)V_o}{[(0.05 \times V_{in})(I_o \times f)]} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$C = \frac{(V_{in} - V_o)V_o}{[(2L \times f^2)(V_{in} \times V_o)]} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

v_o = tegangan *ripple* yang diinginkan.

V_o = tegangan regulasi output.

V_{in} = tegangan DC tak teregulasi.

f = frekuensi *switching*.

Sebuah rangkaian regulator yang baik harus mempunyai tegangan *ripple* harus sekecil mungkin. Tegangan *ripple* harus dalam level puluhan mV bahkan lebih (koselen, 2007).

Sebuah rangkaian regulator yang baik harus mempunyai tegangan *ripple* harus sekecil mungkin. Tegangan *ripple* harus dalam level puluhan mV bahkan lebih (koselen, 2007).

Untuk nilai kapasitor yang digunakan biasanya menggunakan 2 kali nilai yang didapatkan dari persamaan di atas karena faktor disipasi dari kapasitor elektrolit untuk frekuensi tinggi tidak terlalu baik dapat juga digunakan kapasitor tantalum dengan nilai sedikit di atas nilai yang dihasilkan oleh persamaan di atas. Selain itu filter *output* juga berfungsi sebagai filter adanya tegangan *spike* yang ditimbulkan oleh *switching* transistor (kondisi terburuk) agar tidak sampai ke peralatan elektronik (beban). Sehingga di dalam mendesain sebuah regulator *switching* diperlukan parameter-parameter (Koselen, 2007):

1. Tegangan input tak teregulasi
2. Tegangan output teregulasi yang diinginkan
3. kerja dari *switching* transistor
4. Arus output dari regulator *switching*
5. Tegangan *ripple* output teregulasi

2.6.4 Prinsip Kerja Switching Regulator

Tingginya efisiensi dari regulator *switching* dipengaruhi oleh efisiensi kerja dari *switching* transistor seri. Pada saat transistor *switching* ‘ON’ maka semua tegangan input dilewatkan filter LC. Pada saat transistor *switching* ‘OFF’ maka tegangan input tidak akan melewati transistor *switching* sehingga tegangan yang masuk ke filter LC adalah nol. Sehingga dengan *duty cycle* 50% maka Transistor *switching* akan ‘ON’ atau ‘OFF’ dalam sela waktu yang sama dan tegangan rata-rata yang dihasilkan dari kondisi ini dapat ditentukan dengan persamaan (Koselen, 2007).

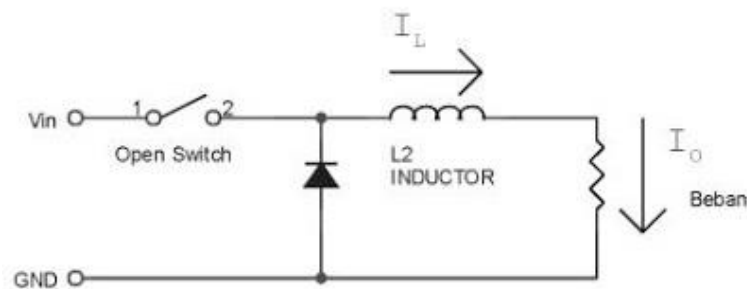
$$V_o = DV_{in} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

D = *Duty Cycle* dari transistor *switching*.

Perubahan dari cycle ini akan mempengaruhi besarnya tegangan output *duty* teregulasi. Sehingga untuk mengkompensasi penurunan/kenaikan tegangan input tidak teregulasi dapat diatur dengan merubah *duty cycle* dari transistor *switching* ini. Kondisi ‘ON’-‘OFF’ dari transistor *switching* ini terjadi

berulang-ulang sehingga dengan *duty cycle* yang tetap akan menghasilkan gelombang kotak yang periodik (Koselen, 2007).



Gambar 2.9 Operasi Dasar *Switching* Regulator

(Sumber : www.elektronika-elektronika.blogspot.com)

Pada saat *switch* tertutup maka I_L akan mengalir dari V_{in} ke beban. Karena terdapat perbedaan tegangan antara tegangan output dan tegangan input maka I_L akan naik. Pada saat *switch* terbuka maka energi yang tersimpan di dalam induktor akan memaksa agar I_L tetap mengalir ke beban, I_L akan turun.

Arus rata-rata yang melewati induktor sama dengan arus beban. Karena tegangan V_o dijaga konstan oleh kapasitor maka I_o akan konstant. Ketika I_L naik di atas I_o maka kapasitor akan diisi dan pada saat I_L turun di bawah I_o maka kapasitor akan *discharge* (Koselen, 2007).

Kondisi ini akan terus berulang sehingga akan menghasilkan suatu gelombang yang periodik dan operasi kerja regulator dalam kondisi *steady state*. Operasi dalam kondisi *steady state* ini akan menghasilkan (Koselen, 2007):

1. Tegangan rata-rata pada induktor akan = 0 sampai V_o .
2. Arus DC yang mengalir dari induktor akan sama dengan arus yang mengalir ke beban, muncul tegangan *ripple* yang kecil
3. Tegangan DC pada kapasitor sama dengan tegangan beban dengan tegangan *ripple* yang kecil.

Perubahan pada arus beban (I_o) sangat sukar dikompensasi dan respon transien dari beban pada umumnya tidak baik. Jadi perubahan pada arus beban

akan menyebabkan perubahan *duty cycle* sementara. Ada beberapa kasus yang terjadi jika arus beban berubah (Koselen, 2007):

1. *Duty cycle* akan naik sampai maksimal (100%) sehingga transistor switching akan selalu 'ON'
2. Induktor memerlukan beberapa waktu untuk menaikkan level tegangan DC yang baru. Kondisi ini dipengaruhi oleh permeabilitas dari inti ferrit yang digunakan.
3. *Duty cycle* kembali pada nilai semula.

Keuntungan utama dari metode ini adalah efisiensi yang lebih besar karena *switching* transistor daya berkurang sedikit ketika berada diluar daerah aktif (yaitu, ketika transistor berfungsi seperti *switch* dan juga mengabaikan jatuh tegangan atau arus yang dilaluinya). Keuntungan lain termasuk ukuran yang lebih kecil dan bobot yang lebih ringan (dari penghapusan transformator frekuensi rendah yang memiliki berat badan yang tinggi) dan panas yang dihasilkan lebih rendah karena efisiensi yang lebih tinggi. Kerugian meliputi kompleksitas yang lebih besar, generasi *amplitude* tinggi, energi frekuensi tinggi yang *low-pass* filter harus blok untuk menghindari gangguan elektromagnetik (EMI), dan riak tegangan pada frekuensi *switching* dan frekuensi harmonik (Tampubolon, 2010)..

Switch-mode power supply (SMPS) menjadi sangat rendah dikarenakan beberapa gangguan listrik yang beralih kembali ke listrik utama, sehingga mengganggu peralatan A/V yang terhubung ke fase yang sama. Faktor daya dikoreksi juga menyebabkan distorsi harmonik (Tampubolon, 2010).

Switch-mode power supply (SMPS) dapat dibagi menjadi 4 bagian sesuai dengan gelombang masukan dan keluarannya yaitu (Tampubolon, 2010):

1. Masuk AC, keluar DC : *rectifier*, pengaruh tahap masukan secara *offline*
2. Masuk DC, keluar DC : pengubah tegangan, arus atau pengubah DC-DC.
3. Masuk AC, keluar AC : *frequency changer*, *cyloconverter transformer*.
4. Masuk DC, keluar AC : *inverter*.