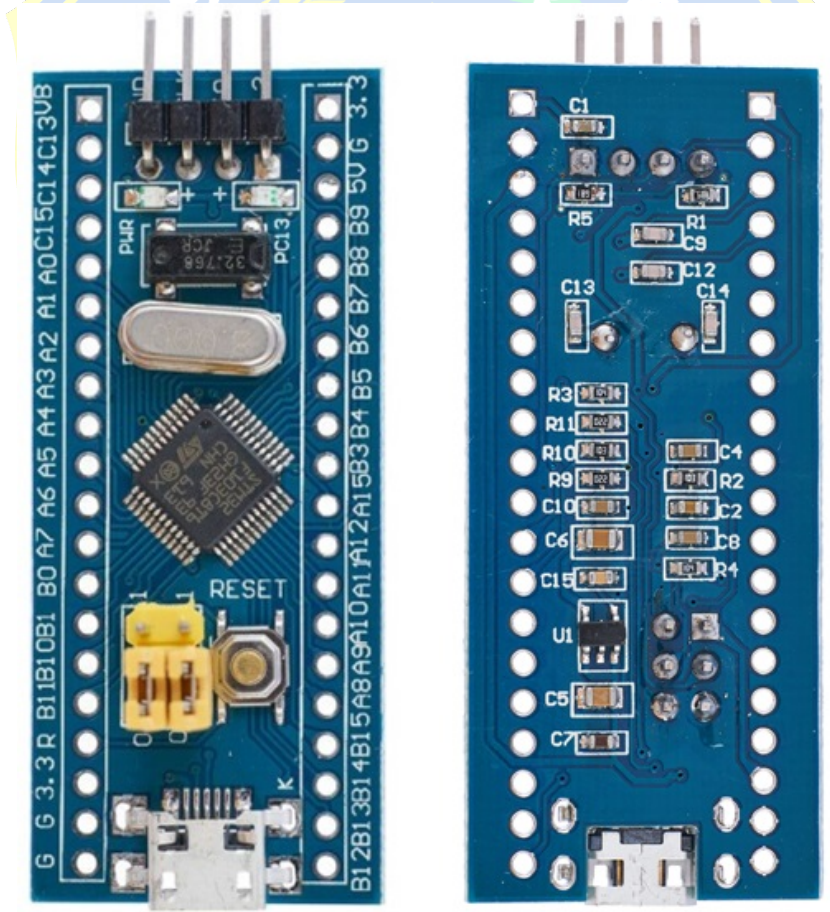


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Mikrokontroler STM32F103C8T6

“Blue Pill” adalah nama panggilan paling populer yang diberikan untuk papan mikrokontroler STM32F103, papan mikrokontroler tersebut sangat murah dan ringkas. Papan mikrokontroler ini memiliki ketersediaan yang lebih baik daripada “Red Pill” dan telah ada lebih lama daripada “Black Pill”. “Blue Pill” sangat mirip dengan “RobotDyn Black Pill” [8].



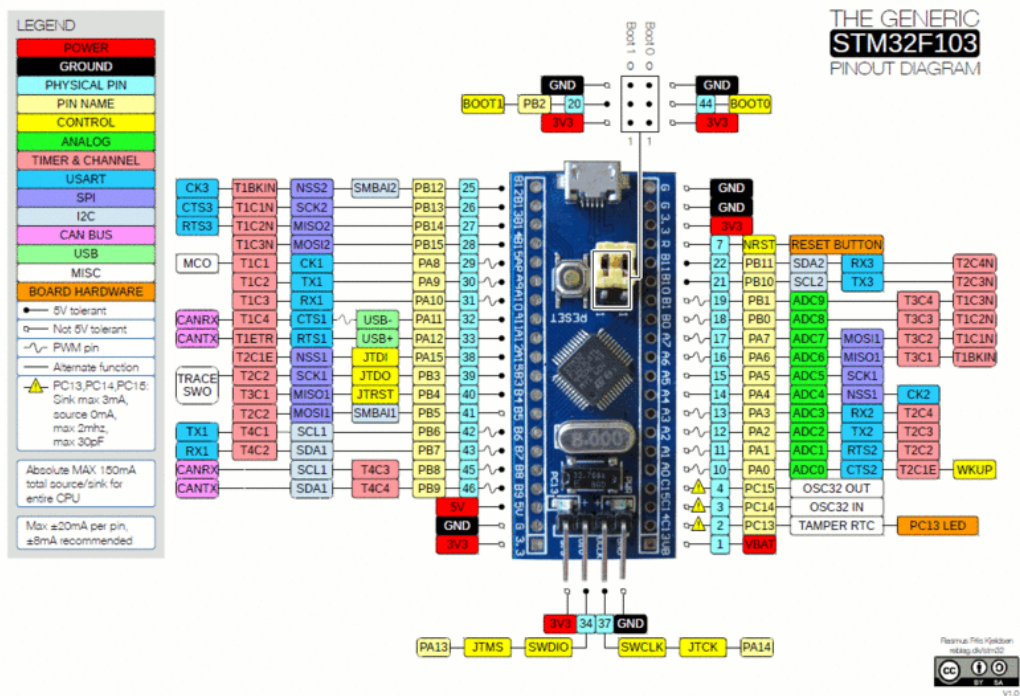
**Gambar 2.1** Papan Mikrokontroler Blue Pill STM32F103C8T6

### 2.1.1 Fitur Blue Pill STM32F103C8T6

Fitur singkat papan mikrokontroler Blue Pill STM32F103C8T6

adalah sebagai berikut :

- ARM Cortex M3.
- 72 MHz.
- 64 KB/128 KB Flash.
- 20 KB RAM.
- Reset button.
- LED on PIN PC13.
- 32 kHz Real time clock crystal.
- Jump links on Boot0 and Boot1.
- Micro USB connector for power and data.
- ST-Link header on the top of the board.
- 32 pin GPIO.
- 10 pin ADC.
- USART, SPI, I2C, CAN BUS, USB.

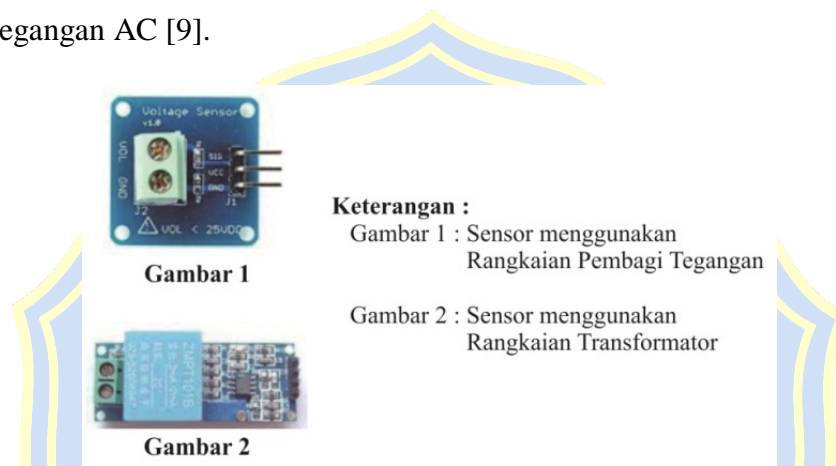


Gambar 2.2 Pin Out Diagram Blue Pill STM32F103C8T6

## 2.2 Sensor Tegangan

Sensor tegangan dapat digunakan untuk mengukur tegangan AC maupun DC, walau demikian algoritma pengukuran yang diterapkan tidaklah sama. Tegangan DC relatif bernilai konstan sehingga mudah untuk diukur, berbeda halnya dengan tegangan AC yang terus berubah sesuai bentuk gelombang sinus dan memiliki magnitudo tegangan dalam wilayah positif dan negatif. Besaran tegangan efektif AC dapat diketahui apabila tegangan maksimum / puncak diketahui. Dengan menggunakan algoritma yang tepat dan persamaan matematis yang berkesesuaian, nilai maksimum dan nilai efektif tegangan AC dapat ditemukan.

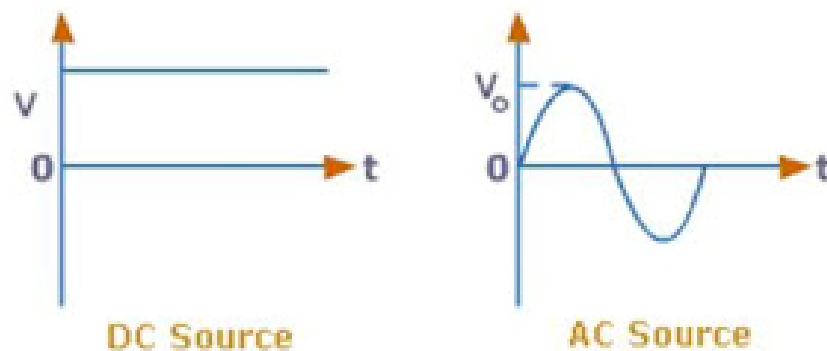
Sensor tegangan merupakan piranti yang umum digunakan pada perangkat elektronik. Secara sederhana sensor tegangan bisa didapatkan melalui perancangan rangkaian pembagi tegangan dan juga dapat didesain menggunakan transformator seperti pada gambar 2.3. Sensor tegangan dengan menggunakan pembagi tegangan dapat digunakan pada tegangan AC maupun DC, sedangkan sensor yang menggunakan transformator hanya dapat digunakan untuk men-sensor tegangan AC [9].



**Gambar 2.3** Jenis Sensor Tegangan

Terlepas dari jenis sensor tegangan yang digunakan, dalam aplikasi berbasis mikroprosesor teknik pembacaan tegangan AC dan DC sangatlah berbeda. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari bentuk gelombang tegangan AC dan DC pada gambar 2.4. Pada umumnya tegangan DC adalah tegangan yang bentuk gelombangnya searah atau hanya berada pada satu kuadran (Kutub positif saja atau kutub negatif saja) dan juga tegangan DC memiliki sifat nilai yang relatif konstan. Dengan sifat / karakteristik tegangan seperti di atas pembacaan tegangan DC menjadi mudah untuk terapkan. Berbeda dengan tegangan DC, tegangan AC memiliki bentuk tegangan yang tidak konstan melainkan mengikuti bentuk sinus (Memiliki gelombang puncak atas dan bawah), sehingga tegangan AC berada

pada dua kuadran (Kutub positif maupun negatif). Maka dengan gelombang yang berubah-ubah membuat pembacaan tegangan AC tidak dapat langsung di proses oleh mikroprosesor melalui pin input, melainkan harus menggunakan bantuan sensor seperti sensor tegangan ZMPT101B atau sensor lainnya yang sesuai.



**Gambar 2.4** Bentuk Gelombang Tegangan DC dan AC

### 2.3 DT-Sense Current Sensor

DT-Sense Current Sensor with OpAmp merupakan suatu modul sensor arus yang menggunakan IC sensor arus linier berbasis Hall-Effect ACS712 produksi Allegro. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Pada modul ini telah ditambahkan rangkaian OpAmp yang berbasis TLC2272A sehingga sensitivitas pengukuran arus dapat lebih ditingkatkan dan dapat mengukur perubahan arus yang lebih kecil. Sensor ini dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi dibidang industri, komersial, maupun komunikasi. Contoh aplikasinya antara lain untuk sensor kontrol motor, deteksi dan manajemen penggunaan daya, sensor untuk switch-mode power supply, sensor proteksi terhadap over current, dan lain sebagainya [6].



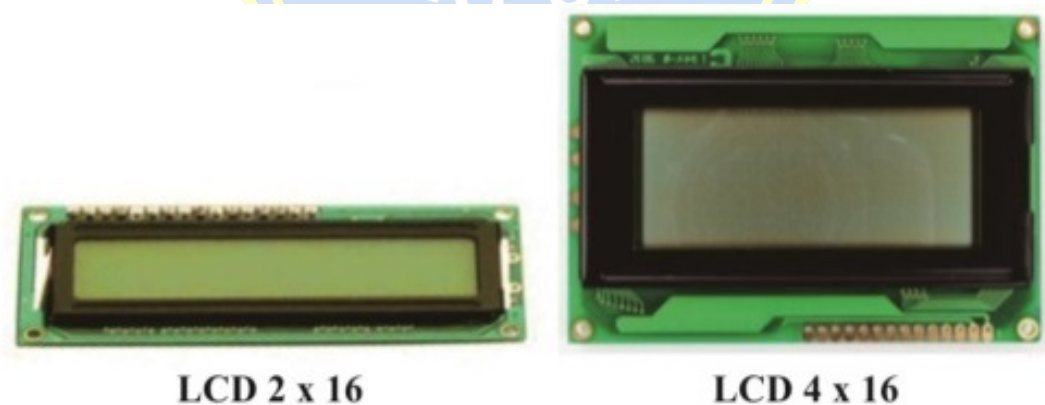
- Bandwidth sampai dengan 80 kHz.
  - Total kesalahan output 1,5% pada suhu kerja  $TA = 25^{\circ}\text{C}$ .
  - Tahanan konduktor internal 1,2 mega Ohm.
  - Tegangan isolasi minimum 2,1 kV RMS antara oin 1-4 dan pin 5-8.
  - Sensitivitas output 185 mV/A.
  - Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.
  - Tegangan output proporsional terhadap input arus AC atau DC.
- Telah dilengkapi dengan Operational Amplifier TLC2272A untul menambah sensitivitas output dan mengubah offset pada tegangan output OpAmp.
  - Sensitivitas atau Gain dapat diatur melalui VR1 sedangkan Offset dapat diatur melalui VR2.
  - Telah dilengkapi pula dengan filter untuk mengurangi noise dengan efek samping bandwidth output menjadi lebih kecil.
  - Bandwidth output dapat dibuat kembali maksimal (menghilangkan filter) dengan melepas jumper F\_SLCT (J1).

## 2.4 LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (Liquid cristal display) adalah suatu jenis tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama dengan menggunakan sistem

dot matrik pada pengoperasiannya. LCD salah satu jenis komponen elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD disebut juga sebagai display elektronik karena sesuai fungsinya yang dapat menampilkan suatu data, baik karakter, huruf maupun grafik [10].

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (Tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. LCD memiliki jumlah segmen yang berbeda-beda seperti pada gambar 2.7 dibawah.



**Gambar 2.7** LCD (Liquid Cristal Display)



### 2.4.1 Memory, Register dan PIN LCD

Dalam modul LCD terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. Dan PIN sebagai penghubung antara LCD dengan modul lainnya. Sedangkan mikrokontroler pada suatu LCD dilengkapi dengan memori dan register. Berikut adalah penjelasan yang berhubungan dengan bagian dari LCD tersebut.

- **Memori**

1. DDRAM (Display data random access memory), merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
2. CGRAM (Character generator random access memory), merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. CGROM (Character generator read only memory), merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrik pembuat LCD tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

- **Register Kontrol**

1. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD dapat dibaca pada saat pembacaan data.
2. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

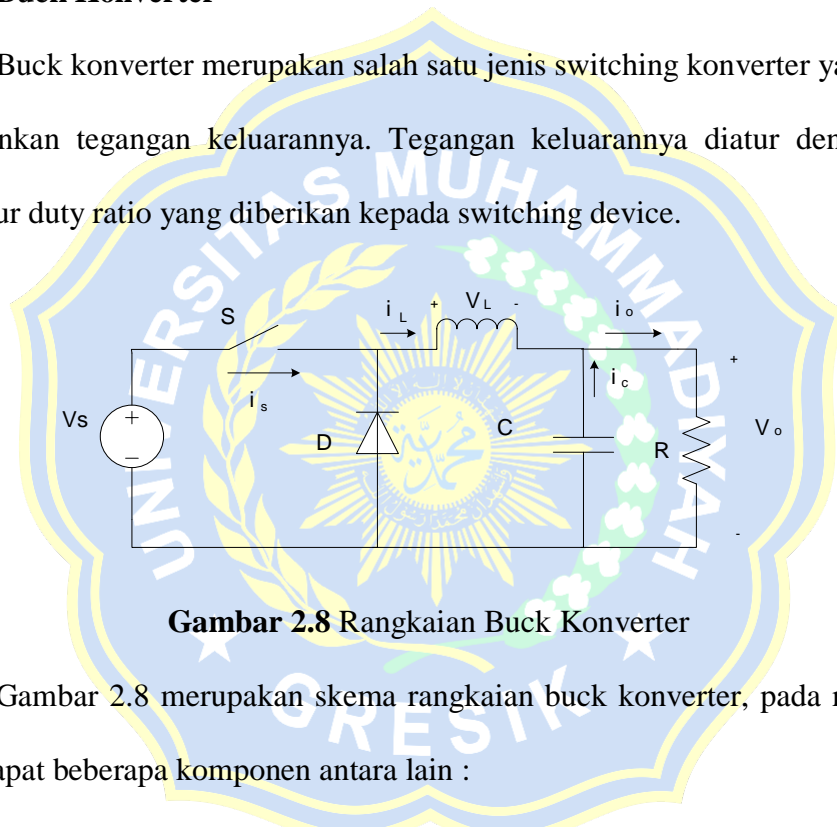
- **PIN**

1. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD, dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
2. Pin RS (Register select) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
3. Pin R/W (Read / write) berfungsi sebagai intruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
4. Pin E (Enable) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.

5. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (Kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 k $\Omega$ . Jika tidak digunakan, dihubungkan ke ground. Sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 V.

## 2.5 Buck Konverter

Buck konverter merupakan salah satu jenis switching konverter yang dapat menurunkan tegangan keluarannya. Tegangan keluarannya diatur dengan cara mengatur duty ratio yang diberikan kepada switching device.



**Gambar 2.8** Rangkaian Buck Konverter

Gambar 2.8 merupakan skema rangkaian buck konverter, pada rangkaian ini terdapat beberapa komponen antara lain :

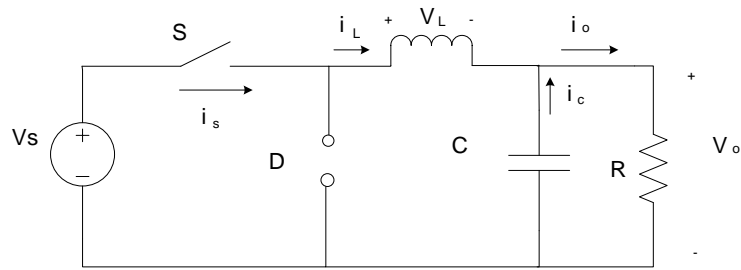
1. Tegangan masukan ( $V_s$ ), merupakan catu daya DC yang ingin diubah tegangannya menjadi lebih tinggi atau lebih rendah.
2. Kontroler switch (S), merupakan semikonduktor switching device yang keadaan membuka dan menutupnya dapat dikendalikan dengan memberikan sinyal pada gate switch. Beberapa contoh jenis ini adalah BJT (Bipolar Junction Transistor), IGBT (Insulated Gated Bipolar

Transistor) dan MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor).

3. Induktor (L), merupakan komponen yang berfungsi untuk menyimpan arus.
4. Dioda (D), merupakan uncontrollable semiconductor switching device, karena membuka atau menutupnya dioda tergantung dari tegangan dan arus yang mengalir pada rangkaian. Dioda akan terbuka jika dalam keadaan forward bias, yaitu tegangan anoda lebih tinggi dari pada tegangan katoda, sebaliknya dioda akan menutup jika dalam keadaan reserve bias, yaitu tegangan anoda lebih rendah dari pada tegangan katoda.
5. Kapasitor (C), merupakan komponen yang berfungsi sebagai low pass filter.
6. Resistor (R), merupakan bebas sistem dan berfungsi pula sebagai bagian dari low pass filter.
7. Tegangan keluaran ( $V_o$ ), merupakan hasil tegangan keluaran yang diinginkan.

### 2.5.1 Analisa Kondisi Tunak

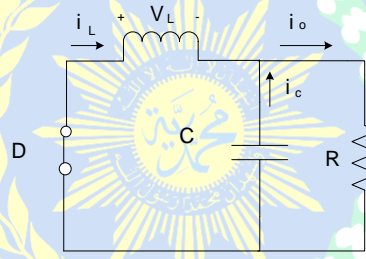
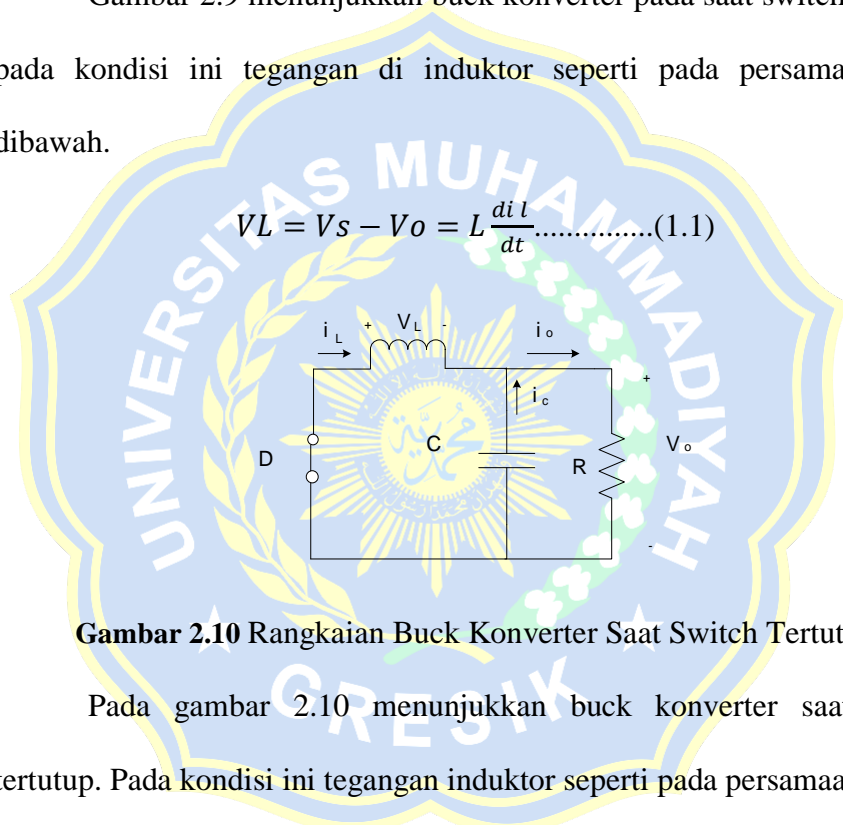
Analisa kondisi tunak (Steady state) bisa didapatkan dengan menganalisa pada saat switch terbuka dan pada saat switch tertutup. Pada analisa ini, switch diasumsikan ideal.



**Gambar 2.9** Rangkaian Buck Konverter Saat Switch Terbuka

Gambar 2.9 menunjukkan buck konverter pada saat switch terbuka, pada kondisi ini tegangan di induktor seperti pada persamaan (1.1) dibawah.

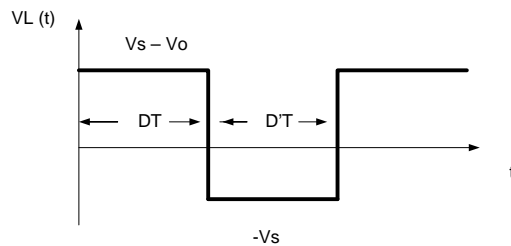
$$V_L = V_s - V_o = L \frac{di_L}{dt} \dots\dots\dots(1.1)$$



**Gambar 2.10** Rangkaian Buck Konverter Saat Switch Tertutup

Pada gambar 2.10 menunjukkan buck konverter saat switch tertutup. Pada kondisi ini tegangan induktor seperti pada persamaan (1.2).

$$V_L = -V_o = L \frac{di_L}{dt} \dots\dots\dots(1.2)$$



**Gambar 2.11** Tegangan Induktor Pada Satu Periode Switching

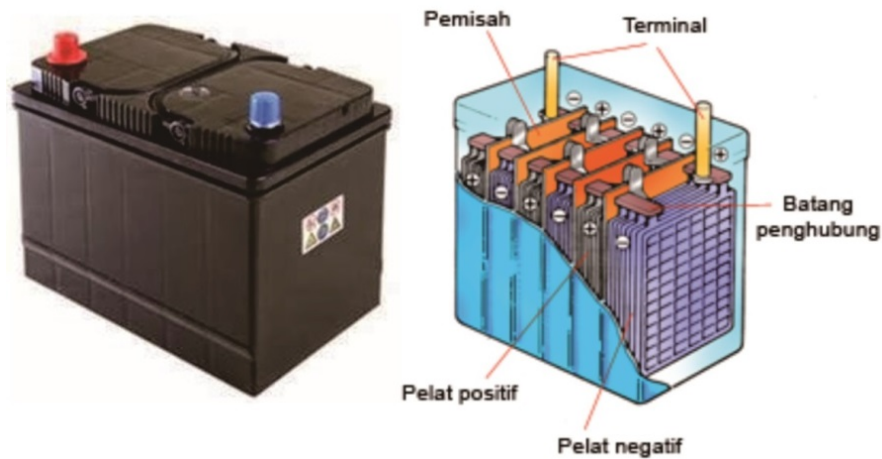
Pada gambar 2.11 merupakan hasil yang didapatkan tegangan induktor dimana DT menunjukkan waktu saat switch tertutup dan D'T menunjukkan waktu saat switch terbuka.

Kondisi tunak tercapai ketika arus yang dilepas induktor sudah sama dengan arus yang diserap induktor dalam satu periode, sehingga tidak ada perubahan bersih arus induktor selama satu periode [4].

## 2.6 Baterai ACCU

Baterai accu (Akumulator / aki) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Contoh-contoh akumulator adalah baterai dan kapasitor. Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau accu) hanya dimengerti sebagai "baterai" mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata akumulator dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsato dan lain-lain. Di dalam standar internasional setiap satu cell akumulator memiliki tegangan sebesar 2 volt, sehingga aki 12 volt memiliki 6 cell sedangkan aki 24 volt memiliki 12 cell [7].

Aki merupakan sel yang banyak kita jumpai karena banyak digunakan pada sepeda motor maupun mobil. Aki termasuk sel sekunder, karena selain menghasilkan arus listrik, aki juga dapat diisi arus listrik kembali. Gambar 2.12 menjelaskan secara sederhana bagian pembentuk dari aki yang merupakan sel yang terdiri dari elektrode Pb sebagai anode dan PbO<sub>2</sub> sebagai katode dengan elektrolit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

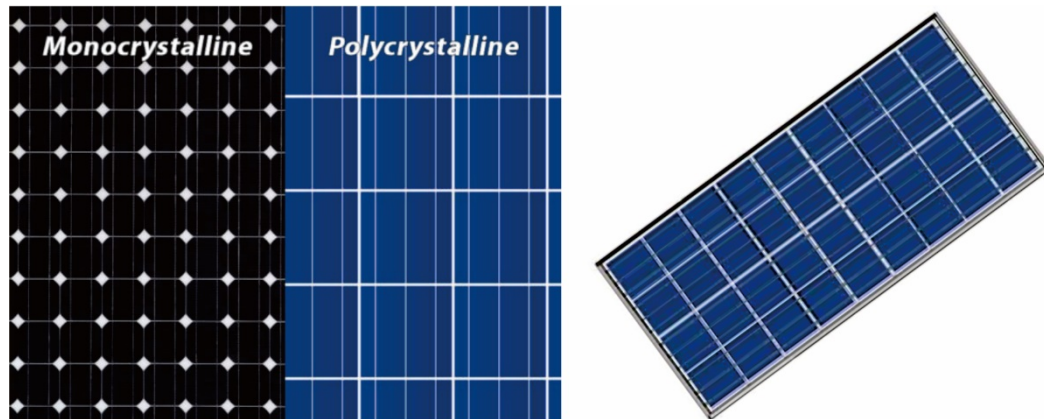


**Gambar 2.12** Baterai ACCU

## 2.7 Panel Sel Surya

Panel sel surya atau solar cell adalah alat untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. Sel surya tersebut dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Tiap sel surya biasanya menghasilkan tegangan 0,5 volt [5].

Posisi ideal panel surya adalah menghadap langsung ke sinar matahari. Panel surya modern memiliki perlindungan overheating yang baik dalam bentuk semen konduktif termal. Perlindungan overheating penting dikarenakan panel surya mengkonversi kurang dari 20% dari energi surya yang ada menjadi listrik, sementara sisanya akan terbuang sebagai panas, dan tanpa perlindungan yang memadai, kejadian overheating dapat menurunkan efisiensi panel surya secara signifikan.



**Gambar 2.13** Panel Sel Surya

Gambar 2.13 menunjukkan ada beberapa jenis dari panel sel surya, yang setiap jenis tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri-sendiri. Penjelasan dari gambar diatas akan di terangkan pada bagian jenis-jenis panel surya dibawah ini.

### 2.7.1 Jenis-jenis Panel Sel Surya

#### 1. Monocrystalline

Jenis ini terbuat dari batangan kristal yang diiris-iris. Karena sel surya berasal dari satu induk batangan Kristal, maka setiap potongan memiliki karakteristik yang identik dengan lainnya, sehingga efisiensi monocrystalline mampu mencapai 15-20%. Kelemahan dari sel surya tipe monocrystalline adalah potongan dari setiap sel suryanya berupa segi 6, 8 atau bulat, sehingga apabila disusun bersama sel surya yang lainnya akan membentuk ruang kosong.



## **2. Polycrystalline**

Jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur kemudian dituang dalam cetakan yang umumnya berbentuk persegi. Kemurnian kristal silikon polycrystalline tidak setinggi monocrystalline. Efisiensinya sekitar 13 – 16% tetapi dengan potongan yang berbentuk persegi, polycrystalline dapat disusun lebih rapat, sehingga menguraing ruang-ruang kosong antar sel surya.

## **3. Amorphous Silicon (a-Si)**

Solar sel jenis ini ada pada mainan anak-anak, jam tangan, kalkulator dan perangkat elektronik yang non vital. Efisiensinya rendah sekitar 6 - 8 %.

## **4. Cadmium Telluride (CdTe)**

Sel surya jenis ini mengandung bahan Cadmium Telluride yang memiliki efisiensi lebih tinggi dari sel surya Amorphous Silicon, yaitu sekitar: 9% - 11%

## **5. Copper Indium Gallium Selenide (CIGS)**

Dibandingkan kedua jenis sel surya thin film di atas, CIGS sel surya memiliki efisiensi paling tinggi yaitu sekitar 10% - 12%.

Selain itu jenis ini tidak mengandung bahan berbahaya Cadmium seperti pada sel surya CdTe.

### **2.7.2 Parameter Panel Sel Surya**

Pengoperasian maksimum panel sel surya tergantung pada :

#### **A. Suhu permukaan panel surya**

Sebuah sel surya dapat beroperasi secara maksimum jika temperatur sel tetap normal (Pada 25 °C), kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperature normal pada PV sel akan melemahkan tegangan. Setiap kenaikan temperatur sel surya 1 °C (Dari 25 °C) akan berkurang sekitar 0,4% pada total tenaga yang dihasilkan atau akan melemah 2X lipat untuk kenaikan temperatur sel per 10 °C.

#### **B. Radiasi matahari**

Radiasi matahari di bumi dan berbagai lokasi bervariasi dan sangat tergantung keadaan spektrum solar ke bumi. Radiasi matahari akan sangat banyak berpengaruh pada arus (I) dan sedikit pada tegangan (V).

#### **C. Kecepatan angin bertiup**

Kecepatan angin disekitar lokasi PV dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca PV.

#### **D. Keadaan atmosfer bumi**

Keadaan atmosfer bumi berawan, mendung, jenis partikel debu, udara, asap, uap air udara dan kabut sangat menentukan hasil maksimum arus listrik dari deretan PV.

