

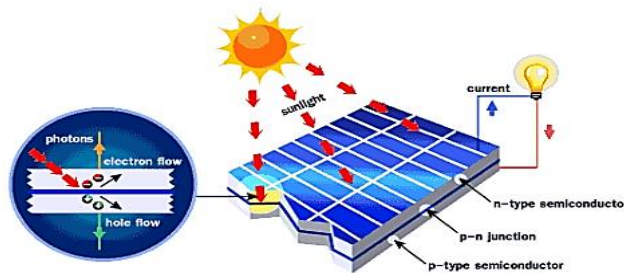
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Surya (*Solar cell*)

2.1.1 Pengertian Panel Surya (*Solar cell*)

Panel Surya atau *Solar cell* adalah komponen elektronika dengan mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* (PV) adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik. PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak *Solar cell* yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek *Photovoltaic*. *Solar cell* mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan energi fosil dan isu *Global Warming*. Energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi (matahari) bisa didapatkan secara gratis. Skema panel surya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Panel Surya

(<http://solarsuryaindonesia.com/tenaga-surya>, 2017)

2.1.2 Karakteristik Panel Surya (*Solar cell*)

Panel Surya pada umumnya memiliki ketebalan 0.3 mm, yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub (+) dan kutub (-). Apabila suatu cahaya jatuh pada permukaannya maka pada kedua kutubnya timbul perbedaan tegangan yang tentunya dapat menyalakan lampu, menggerakkan motor listrik yang berdaya DC. Untuk mendapatkan daya yang lebih besar bisa menghubungkan *Solar cell* secara seri atau paralel tergantung sifat penggunaannya. Prinsip dasar

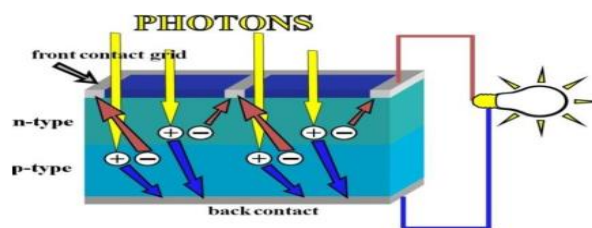
pembuatan *Solar cell* adalah memanfaatkan efek *Photovoltaic* yakni suatu efek yang dapat merubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik (Ady Iswanto, 2008).

Spesifikasi keseluruhan dari *Solar cell* yang digunakan adalah:

- Kekuatan daya maksimal : 50 Watt
 - Kekuatan arus mengalir maksimal : 3.4 Ampere
 - Kekuatan tegangan mengalir maksimal: 21.4 Volt
 - Berat secara fisik : 1.8 Kg
 - Ukuran fisik : 130 X 33 X 3 CM
 - Tegangan maximum dalam sistem : 600 V
 - Kondisi keseluruhan : SM = 50
- $E = 1000 \text{ W/m}^2 \quad T_c = 25^{\circ}\text{C}$

2.1.3 Prinsip Dasar Teknologi Panel Surya (*Solar cell*) Dari Silikon

Panel surya atau *solar cell* merupakan suatu perangkat semi konduktor yang dapat menghasilkan listrik jika diberikan sejumlah energi cahaya. Proses penghasilan energi listrik terjadi jika pemutusan ikatan elektron pada atom-atom yang tersusun dalam kristal semikonduktor ketika diberikan sejumlah energi. Salah satu bahan semikonduktor yang biasa digunakan sebagai *solar cell* adalah kristal *silicon* (Ady Iswanto, 2008).

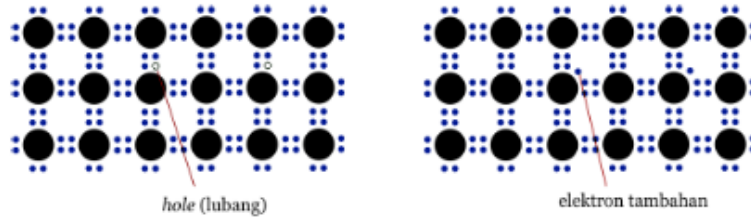


Gambar 2.2 Prinsip Kerja Panel Surya (*Solar cell*)

(Ady Iswanto, 2008)

2.1.3.1 Semikonduktor Tipe-P dan Tipe-N

Ketika suatu kristal Silicon ditambahkan dengan unsur golongan kelima, misalnya arsen, maka atom-atom arsen itu akan menempati ruang diantara atom-atom silikon yang mengakibatkan munculnya elektron bebas pada material campuran tersebut. Elektron bebas tersebut berasal dari kelebihan elektron yang dimiliki oleh arsen terhadap lingkungan sekitarnya, dalam hal ini adalah *silicon*.



Gambar 2.3 Semikonduktor Tipe-P (Kiri) dan Tipe-N (Kanan)

(Ady Iswanto, 2008)

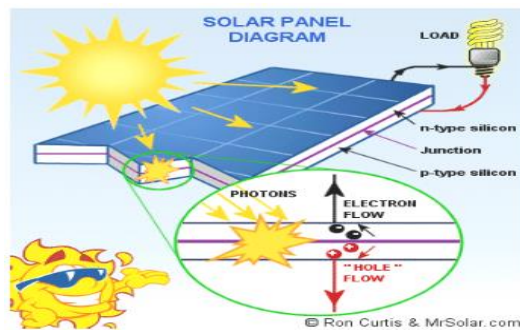
Semikonduktor jenis ini kemudian diberi nama semikonduktor tipe-n. Hal yang sebaliknya terjadi jika kristal *sillicon* ditambahkan oleh unsur golongan ketiga, misalnya boron, maka kurangnya elektron valensi boron dibandingkan dengan *Sillicon* mengakibatkan munculnya *hole* yang bermuatan positif pada semikonduktor tersebut. Semikonduktor ini dinamakan semikonduktor tipe-p. Adanya tambahan pembawa muatan tersebut mengakibatkan semikonduktor ini akan lebih banyak menghasilkan pembawa muatan ketika diberikan sejumlah energi tertentu, baik pada semikonduktor tipe-n maupun tipe-p. gambar 2.4 merupakan gambar semikonduktor tipe-p dan tipe-n (Ady Iswanto, 2008).

2.1.3.2 Sambungan P-N

Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n disambungkan maka akan terjadi *difusi hole* dari tipe-p menuju tipe-n dan *difusi* elektron dari tipe-n menuju tipe-p. *Difusi* tersebut akan meninggalkan daerah yang lebih positif pada batas tipe-n dan daerah lebih negatif pada batas tipe-p. Adanya perbedaan muatan pada sambungan p-n disebut dengan daerah deplesi akan mengakibatkan munculnya medan listrik yang mampu menghentikan laju *difusi* selanjutnya. Medan listrik tersebut mengakibatkan munculnya arus *Drift*. Arus *Drift* yaitu arus yang dihasilkan karena kemunculan medan listrik. Namun arus ini terimbangi oleh arus *difusi* sehingga secara keseluruhan tidak ada arus listrik yang mengalir pada semikonduktor sambungan p-n tersebut (Ady Iswanto, 2008).

Sebagaimana yang kita ketahui bersama, elektron adalah partikel bermuatan yang mampu dipengaruhi oleh medan listrik. kehadiran medan listrik pada elektron dapat mengakibatkan electron bergerak. Hal inilah yang dilakukan pada *Solar cell* sambungan p-n, yaitu dengan menghasilkan medan listrik pada sambungan p-n agar elektron dapat mengalir akibat kehadiran medan listrik tersebut. Ketika *Junction* disinari, *proton* yang mempunyai elektron sama atau lebih

besar dari lebar pita elektron tersebut akan menyebabkan eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi dan akan meninggalkan *hole* pada pita valensi. Elektron dan *Hole* ini dapat bergerak dalam material sehingga menghasilkan pasangan elektron *Hole*. Apabila ditempatkan hambatan pada terminal *solar cell*, maka elektron dari area-n akan kembali ke area-p sehingga menyebabkan perbedaan potensial dan arus akan mengalir.



Gambar 2.4 Struktur *Solar cell* Silikon P-N Junction
(http://solarcell.com.jpg/struktur_solar_cell, 2017)

2.1.4 Prinsip Dasar Panel Surya (*Photovoltaic*) Dari Bahan Tembaga

Photovoltaic berdasarkan bentuk dibagi dua, yaitu *photovoltaic* padat dan *photovoltaic* cair. *photovoltaic* cair prinsip kerjanya hampir sama dengan prinsip elektrolisis, ketika terjadinya pelepasan elektron pada saat penyinaran oleh cahaya matahari dari pita valensi (keadaan dasar) ke pita konduksi (keadaan elektron bebas) yang mengakibatkan terjadinya perbedaan potensial dan akhirnya menimbulkan arus. Pada *solar cell* cair dari bahan tembaga terdapat dua buah tembaga yaitu tembaga konduktor dan tembaga semikonduktor. Tembaga semikonduktor akan menghasilkan muatan elektron negatif jika terkena cahaya matahari, sedangkan tembaga konduktor akan menghasilkan muatan elektron positif. Karena adanya perbedaan potensial akhirnya akan menimbulkan arus.

2.2 *Accumulator*

Accumulator atau sering disebut *accu*, adalah salah satu komponen utama dalam kendaraan bermotor, baik mobil atau motor, semua memerlukan *Accu* untuk dapat menghidupkan mesin mobil (mencatu arus pada dinamo stater kendaraan). *Accu* mampu mengubah tenaga kimia

menjadi tenaga listrik. Dikenal dua jenis elemen yang merupakan sumber arus searah (DC) dari proses kimiawi, yaitu elemen primer dan elemen sekunder. Elemen primer terdiri dari elemen basah dan elemen kering. Reaksi kimia pada elemen primer yang menyebabkan elektron mengalir dari elektroda negatif (*katoda*) ke elektroda positif (*anoda*) tidak dapat dibalik arahnya. Maka jika muatannya habis, maka elemen primer tidak dapat dimuati kembali dan memerlukan penggantian bahan pereaksinya (elemen kering). Sehingga dilihat dari sisi ekonomis elemen primer dapat dikatakan cukup boros. Contoh elemen primer adalah batu baterai (*dry cells*).

Allesandro Volta, seorang ilmuwan fisika mengetahui, gaya gerak listrik (ggl) dapat dibangkitkan dua logam yang berbeda dan dipisahkan larutan elektrolit. volta mendapatkan pasangan logam tembaga (Cu) dan seng (Zn) dapat membangkitkan ggl yang lebih besar dibandingkan pasangan logam lainnya (kelak disebut elemen volta). Hal ini menjadi prinsip dasar bagi pembuatan dan penggunaan elemen sekunder. Elemen sekunder harus diberi muatan terlebih dahulu sebelum digunakan, yaitu dengan cara mengalirkan arus listrik melaluinya (secara umum dikenal dengan istilah disetrum).

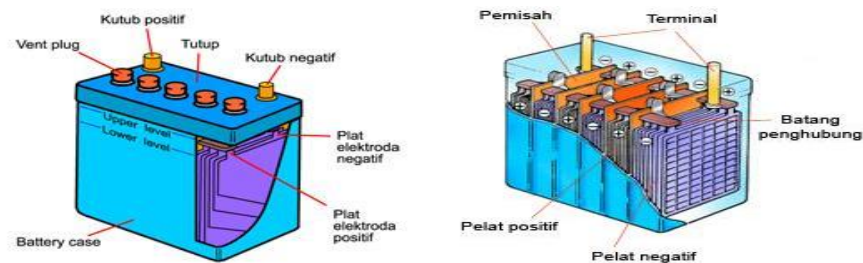
Akan tetapi, tidak seperti elemen primer, elemen sekunder dapat dimuati kembali berulang kali. Elemen sekunder ini lebih dikenal dengan *accu*. Dalam sebuah *accu* berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* (bolak-balik) dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia *reversibel* yaitu di dalam *accu* saat dipakai berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (*Discharging*), sedangkan saat diisi atau dimuati, terjadi proses tenaga listrik menjadi tenaga kimia (*Charging*). Letak pelat positif dan negatif sangat berdekatan tetapi dibuat untuk tidak saling menyentuh dengan adanya lapisan pemisah yang berfungsi sebagai *isolator* (bahan penyekat).

2.2.1 Jenis dan Cara Kerja Accumulator

Accumulator yang ada di pasaran ada 2 jenis yaitu *accumulator* basah dan *accumulator* kering. *Accumulator* basah media penyimpan arus listrik ini merupakan jenis paling umum digunakan *accumulator* jenis ini masih perlu diberi air *accumulator* yang dikenal dengan sebutan *accumulator zuur*. Sedangkan *accumulator* kering merupakan jenis *accumulator* yang tidak memakai cairan, mirip seperti baterai telepon selular. *Accumulator* ini tahan terhadap getaran dan suhu rendah (Gambar 2.5).

Dalam *Accumulator* terdapat elemen dan sel untuk penyimpan arus yang mengandung

asam sulfat (H_2SO_4). Tiap sel berisikan pelat positif dan pelat negatif. Pada pelat positif terkandung oksid timbal coklat (PbO_2), sedangkan pelat negatif mengandung timbal (Pb). Pelat-pelat ditempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau *separator* menjadi isolasi diantara pelat itu, dibuat agar baterai acid mudah beredar disekeliling pelat. Bila ketiga unsur kimia ini berinteraksi, munculah arus listrik. *Accumulator* memiliki 2 kutub/terminal, kutub positif dan kutub negatif. Biasanya kutub positif (+) lebih besar dari kutub negatif (-), untuk menghindarkan kelalaian bila *accumulator* hendak dihubungkan dengan kabel-kabelnya. Pada *accumulator* terdapat batas minimum dan maksimum tinggi permukaan air *accumulator* untuk masing-masing sel. Bila permukaan air *accumulator* di bawah level minimum akan merusak fungsi sel *accumulator*. Jika air *accumulator* melebihi level maksimum, mengakibatkan air *accumulator* menjadi panas dan meluap keluar melalui tutup sel.



Gambar 2.5 Sel *Accumulator*

(id.m.wikipedia.org/akumulator, 2017)

2.3 Mikrokontroler Arduino

Arduino merupakan sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat *open source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata "*platform*" disini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*. Ada banyak proyek dan alat-alat yang dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi.

Salah satu yang membuat arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya *open source*, baik untuk hardware maupun *software*-nya. Komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah microcontroller 8 bit dengan merk Atmega yang dibuat oleh perusahaan *Atmel Corporation*. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe Atmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan Atmega328, Arduino Mega 2560 menggunakan Atmega2560 dan yang paling canggih Arduino mega RobotDyn yang dilengkapi dengan modul wifi yaitu chip Esp8266 yang dapat difungsikan untuk mengkoneksikan mikrokontroler ke internet. (Feri Djuandi, 2011: 2).

2.3.1 Arduino Mega RobotDyn

Arduino Mega RobotDyn adalah papan mikrokontroler Pengembangan dari Arduino Mega 2560. Arduino Mega RobotDyn dilengkapi dengan modul wifi yaitu *chip* Esp8266 yang dapat difungsikan untuk mengkoneksikan mikrokontroler ke internet. *Board* ini memiliki pin I/O yang sama dengan Arduino Mega 2560 hanya terletak perbedaan pada modul wifi dan kecepatan CPU *Speed* serta beberapa keunggulan lainnya yang dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

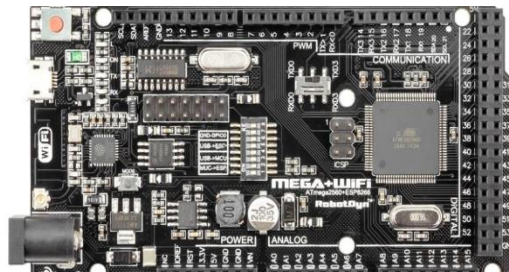
Tabel 2.1 Perbandingan Mikrokontroler Arduino

Arduino	Processor	Operating/Input Voltage	CPU Speed	Analog In/Out	Digital IO/PWM	EEPROM [kB]	SRAM	Flash [kB]	USB	UART
Uno	ATmega328P	5 V / 7-12 V	16 MHz	6/0	14/6	1kb	2kb	32kb	Regular	1
Mega 2560	ATmega2560	5 V / 7-12 V	16 MHz	16/0	54/15	4kb	8kb	256kb	Regular	4
RobotDyn	ATmega2560 Esp8266	5 V / 7-12 V 3v3	16 MHz 80 MHz	16/0 1/0	54/15	4kb	8kb 64kb	32Mb 8Mb	CH340G	4 1/wifi

Arduino Mega Robotdyn dapat ditenagai dengan *power* yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau melalui *power supply* eksternal. Pilihan *power* yang digunakan akan dilakukan secara otomatis. *External power supply* dapat diperoleh dari adaptor AC-DC atau bahkan baterai, melalui *jack* DC yang tersedia, atau menghubungkan langsung GND dan pin Vin yang ada di *board*. *Board* dapat beroperasi dengan *power* dari *external power supply* yang memiliki tegangan antara 6V

hingga 20V. Namun ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberi tegangan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberi tegangan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa *over heat* yang pada akhirnya bisa merusak *board*. Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V. Beberapa pin *power* pada Arduino Mega:

- a. GND. Ini adalah *ground* atau negatif.
- b. Vin. Ini adalah pin yang digunakan jika ingin memberikan *power* langsung ke *board* Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V – 12V.
- c. Pin 5V. Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator.
- d. V3. Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator.
- e. IOREF. Ini adalah pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroler. Biasanya digunakan pada *board shield* untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V.



Gambar 2.6 Bentuk Fisik Arduino Mega RobotDyn

(<https://robotdyn-mega-wifi-r3-atmega2560-esp8266/25792>)

2.3.1.1 Software Arduino Mega RobotDyn

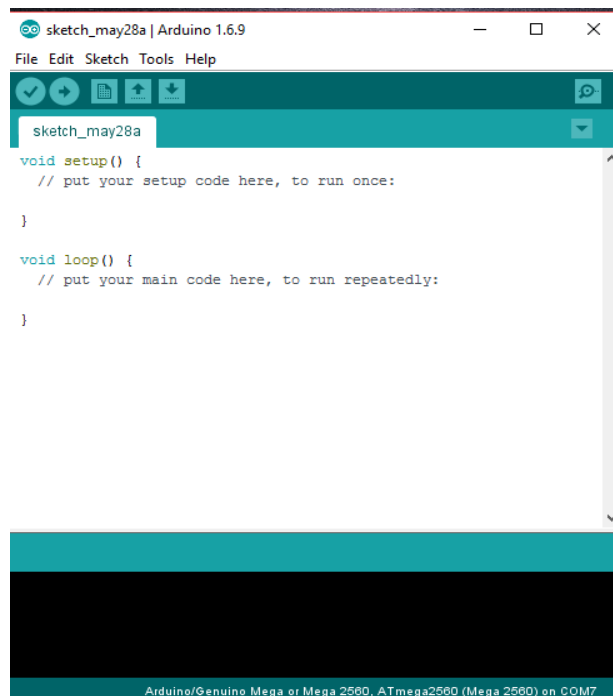
Sehubungan dengan pembahasan untuk saat ini *software* arduino yang akan digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino.

IDE arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. IDE Arduino terdiri dari :

- Editor program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit

program dalam bahasa *Processing*.

- *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing* menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah *microcontroller* tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Yang bisa dipahami oleh *microcontroller* adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari computer ke dalam memory dalam papan arduino.



Gambar 2.7 Tampilan Arduino IDE

(<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=125908.0>, 2017)

Pada gambar 2.17, merupakan toolbar IDE yang memberikan akses instan ke fungsi-fungsi yang penting :

- Dengan tombol *Verify*, dapat mengkompilasi program yang di editor.
- Tombol *New* menciptakan program baru dengan mengosongkan isi dari jendela *editor*.
- Dengan *Open* anda dapat membuka program yang ada dari sistem file.
- Tombol *Save* menyimpan program.

- Ketika anda mengklik tombol *Upload*, IDE mengkompilasi program dan upload ke papan Arduino yang telah dipilih di IDE menu *Tools > Serial port*.
- Arduino dapat berkomunikasi dengan komputer melalui koneksi serial. Mengklik tombol serial monitor akan membuka jendela serial monitor yang dapat melihat data yang dikirimkan oleh arduino dan juga untuk mengirim data kembali.
- Tombol stop menghentikan serial monitor.

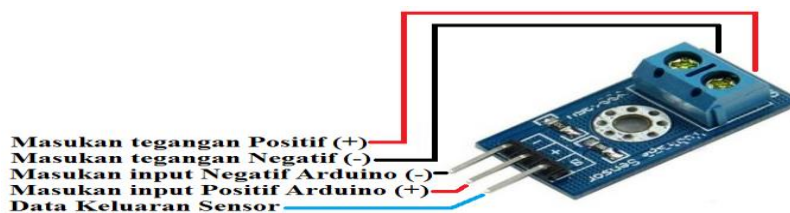


Gambar 2.8 Toolbar Arduino IDE

(<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=125908.0>, 2017)

Pada saat mengalami masalah dalam memprogram dengan arduino IDE. Menu *Help* dapat membantu mengatasi masalah. Menu *Help* menunjukkan banyak sumber daya yang berguna di website arduino yang menyediakan solusi cepat tidak hanya untuk semua masalah tetapi juga untuk referensi materi dan tutorial.

2.4 Sensor Tegangan DC



Gambar 2.9 Sensor Tegangan DC

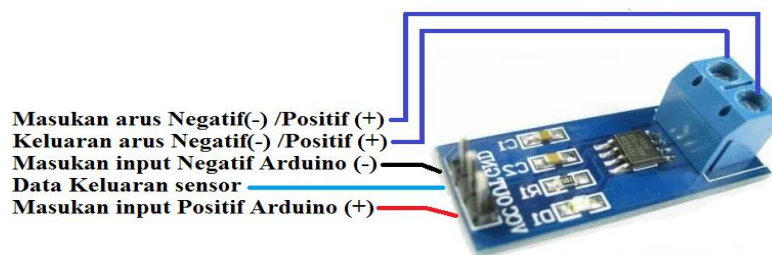
(<http://www.emartee.com/product/42082/>, 2017)

Sensor tegangan pada alat kali ini menggunakan sensor pembagi tegangan DC. dengan mengeluarkan tegangan pada akumulator. Ketika proses pengisian arus dari *solar cell* menuju ke baterai terputus atau dalam kondisi break maka sensor tegangan ini berfungsi untuk mendeteksi tegangan dari akumulator tanpa terhubung ke panel surya. Prinsip kerja sensor tegangan sendiri dapat membuat tegangan input dikurangi hingga 5 kali dari tegangan asli. Sehingga, sensor hanya mampu membaca tegangan maksimal 25V bila diinginkan Arduino analog

input dengan tegangan 5V, dan jika untuk tegangan 3.3V, tegangan input harus tidak lebih dari 16.5V.

2.5 Sensor Arus ACS712

Sensor arus adalah sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Sensor arus ini juga digunakan untuk mengukur kuat arus listrik. Sensor arus ini menggunakan metode *Hall Effect Sensor*. *Hall Effect Sensor* merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi medan magnet.



Gambar 2.10 Sensor arus ACS712

(<http://jurnal.usu.ac.id/index.php/sfisika/article/download/4599/2163>, 2017)

Hall Effect Sensor akan menghasilkan sebuah tegangan yang proporsional dengan kekuatan medan magnet yang diterima oleh sensor tersebut. Pendeteksian perubahan kekuatan medan magnet cukup mudah dan tidak memerlukan apapun selain sebuah induktor yang berfungsi sebagai sensornya. Kelemahan dari detektor dengan menggunakan induktor adalah kekuatan medan magnet yang statis (kekuatan medan magnetnya tidak berubah) tidak dapat dideteksi. Sensor ini terdiri dari sebuah lapisan silikon yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik.

2.6 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22

DHT22 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program *memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. DHT22 termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal

hingga 20 meter, membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.

Berikut bentuk fisik dari Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22 :



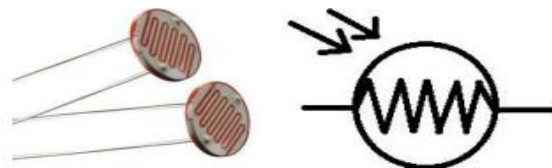
Gambar 2.11 Sensor DHT 22

(<http://www.labelektronika.com/dht22-sensor-suhu-dan-kelembaban-arduino.html>)

2.7 LDR (*Light Dependent Resistor*)

Light Dependent Resistor (LDR) ialah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. Bila cahaya gelap nilai tahanannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil. LDR adalah jenis resistor yang biasa digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. LDR terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya.

Resistansi LDR berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar $10\text{ M}\Omega$ dan dalam keadaan terang sebesar $1\text{ K}\Omega$ atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti senyawa kimia cadmium sulfide. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat, artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan. Seperti halnya resistor konvensional, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa. Simbol LDR dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar 2.12 LDR (*Light Dependent Resistor*)

(data sheet CDS Light-Dependent Photoresistors, 2010)

Karakteristik LDR (*Light Dependent Resistor*) terdiri dari dua macam yaitu laju *recovery* dan *respon spektral* sebagai berikut :

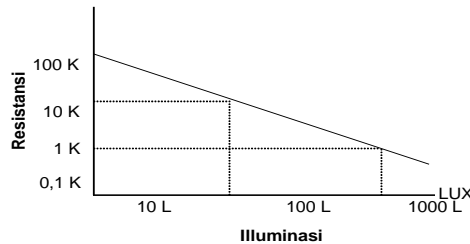
1. Laju *Recovery*

Jika sebuah LDR (*Light Dependent Resistor*) dibawa dari suatu ruangan dengan level intensitas cahaya tertentu ke dalam suatu ruangan yang gelap, maka bias kita amati nilai resistansi tidak akan segera berubah pada keadaan ruangan gelap tersebut, namun hanya akan bias mencapai nilai di kegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Sehingga laju *recovery* merupakan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Nilai level intensitas cahaya dalam lux yaitu :

Perkantoran	= 200 - 500 Lux
Apartemen / Rumah	= 100 - 250 Lux
Rumah sakit / Sekolah	= 200 - 800 Lux
Basement / Toilet / Coridor / Hall / Gudang / Lobby	= 100 - 200 Lux
Restaurant / Store / Toko	= 200 - 500 Lux

2. *Respon Spektral*

LDR (*Light Dependent Resistor*) tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (warna).



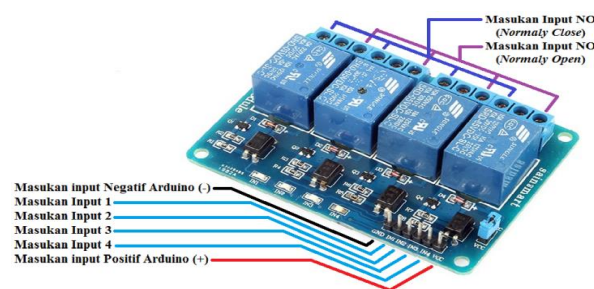
Gambar 2.13 Karakteristik LDR (*Light Dependent Resistor*)

(Pengantar Ilmu Teknik Instrumentasi, Malcolm Plant, Dr. Jan Stuart, 2012)

2.8 Driver Relay

Driver relay adalah komponen elektronik berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) di dekatnya, ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya

magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali keposisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 A/AC 220V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 A/12 volt DC). Relay adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka disekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam *ferromagnetis*. Penemu relay pertama kali adalah Joseph Henry pada tahun 1835 (Elangskrafti,2013).



Gambar 2.14 Driver Relay

(<https://www.sainsmart.com/4-channel-5v-relay-module-arduino-logic.html>. 2017)

2.9 Modul StepDown LM 2596

Modul stepdown LM2596 adalah modul yang sangat praktis digunakan untuk menurunkan tegangan dari catudaya sumber menjadi tegangan keluaran yang lebih rendah. Modul ini dibekali dengan sebuah IC LM2596 sebagai komponen utamanya. Chip LM2596 bekerja pada switching frequency 150 kHz, memungkinkan komponen penyangkal berukuran lebih kecil dibanding komponen penyangkal yang biasa dibutuhkan oleh *switching* regulator berfrekuensi rendah. Fitur proteksi termasuk pembatas arus pengurang frekuensi dua tahap (*two stage frequency reducing current limit*) untuk output switch dan fitur mematikan chip secara otomatis pada kondisi kelebihan panas (*over temperature*). berikut spesifikasi sederhana nya sebagai berikut :

- Input voltage : DC 4V – 40V
- Output Voltage : DC 1.5V – 35V (tegangan output harus lebih rendah dengan selisih minimal 1.5V)
- Arus Max 2 A

Berikut bentuk fisik dari modul stepdown LM2596 pada gambar 2.15 :



Gambar 2.15 *Module Stepdown LM2596*

(<https://klinikrobot.com/dc-to-dc-voltage-converter/lm2596-dc-step-down.html>)

2.10 *Solar Charger Controller*

Solar charger controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian baterai terisi sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya/ solar cell. Kelebihan *voltase* dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya/ solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt. Jadi tanpa solar charge *controller*, baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charger pada tegangan 14 - 14.7 Volt.

Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

- Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging*, dan *overvoltage*.
- Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak *full discharger*, dan *overloading*.
- *Monitoring* temperatur baterai.

Berikut ini tampak bentuk fisik dari *solar charger controller*:



Gambar 2.16 *Solar Charger Controller*

(<http://www.panelsurya.com/charge-controller/cara-kerja-solar-controller>)

2.11 *Inverter*

Inverter adalah suatu rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversi atau mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). *Inverter* merupakan kebalikan dari *converter* (adaptor) yang memiliki fungsi mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC) dengan menggunakan *transformator* yang tepat, *witching*, *sirkuit control* dan *frekuensi* tertentu. *Switching* itu sendiri adalah proses perpindahan antara kondisi *ON* dan *OFF* ataupun sebaliknya. Pencacahan arus DC dengan proses *switching* ini dimaksudkan agar terbentuk gelombang AC yang dapat diterima oleh peralatan/beban listrik AC. Komponen utama yang digunakan dalam proses *switching* sebuah *inverter* haruslah sangat cepat, sehingga tidak memungkinkan bila digunakan saklar *ON-OFF*, *relay*, kontaktor dan sejenisnya. Akhirnya dipilihlah peralatan-peralatan semi-konduktor yang mampu berfungsi sebagai saklar/pencacah tegangan, selain itu juga mampu melakukan.

Dalam fungsi lain *power inverter* adalah suatu alat elektronik yang bisa merubah arus/tenaga baterai DC menjadi arus listrik PLN (Arus AC), sehingga fungsi *power inverter* adalah sebagai listrik cadangan karena apabila arus /tenaga dari baterai sudah habis/kosong maka baterai yang sudah kosong perlu diisi ulang kembali dengan alat yang bernama *charger* baterai atau bisa juga mengecaskan baterai dengan *solar panels*. *Power inverter* juga ada 2 macam, yaitu :

1. *Power inverter* dengan *charger* baterai
 2. *Power inverter* tanpa *charger* baterai
- *Power inverter* dengan *charger* baterai

Power inverter yang dilengkapi *charger* baterai ini sudah satu paket dengan *charger* baterai sehingga selain bisa merubah arus baterai DC menjadi arus PLN (Arus AC) maka juga bisa untuk mengecaskan baterai. Namun perlu diingat *power inverter* yang dilengkapi *charger* baterai ini tetap membutuhkan listrik PLN untuk mengecaskan baterai karena memang *power inverter* yang dilengkapi *charger* baterai ini bukanlah pembangkit listrik.

Bagi orang awam biasanya *output inverter* dimasukkan *input charger* baterai dengan tujuan agar bisa mengecaskan tanpa listrik PLN dan tanpa panel surya, namun yang terjadi adalah *power inverter* akhirnya meletus/meledak karena kesalahan berpikir orang awam tersebut. Perlu dicatat bahwa *power inverter* bukanlah pembangkit listrik. fungsi *power inverter* hanyalah merubah arus

baterai DC menjadi PLN Arus AC dan untuk mengecras baterai tetap membutuhkan *charger* baterai yang dialiri dari arus PLN.

- *Power inverter* tanpa *charger* baterai

Jenis ini banyak digunakan untuk di mobil dan untuk panel surya atau *solar cell* Tipenya pun bermacam macam sesuai untuk kebutuhan.



Gambar 2.17 *Inverter Power*

(<https://www.scribd.com/doc/119601631/Inverter-Dc-Bima>, 2017)

2.12 Adaptor

Adaptor adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC). Adaptor/ *power supply* merupakan komponen inti dari peralatan elektronik. Adaptor digunakan untuk menurunkan tegangan AC 22 Volt menjadi kecil antara 3 volt sampai 12 volt sesuai kebutuhan alat elektronik. Terdapat 2 jenis adaptor berdasarkan sistem kerjanya, adaptor sistem trafo *step down* dan adaptor sistem *switching*.

Dalam prinsip kerjanya kedua sistem adaptor tersebut berbeda, adaptor *step-down* menggunakan teknik induksi medan magnet, komponen utamanya adalah kawat email yang di lilit pada teras besi, terdapat 2 lilitan yaitu lilitan primer dan lilitan skunder, ketika listrik masuk kelilitan primer maka akan terjadi induksi pada kawat email sehingga akan terjadi gaya medan magnet pada teras besi kemudian akan menginduksi lilitan skunder.



Gambar 2.18 Adaptor

(Sumber : tecnoarnel.com.ve, diakses pada tanggal 20 juni 2019, Pukul 13:34)

Sedangkan sistem *switching* menggunakan teknik transistor maupun IC *switching*, adaptor ini lebih baik dari pada adaptor teknik induksi, tegangan yang di keluarkan lebih stabil dan komponennya suhunya tidak terlalu panas sehingga mengurangi tingkat resiko kerusakan karena suhu berlebih, biasanya regulator ini di gunakan pada peralatan elektronik digital.

2.13 Motor Servo MG996R

Motor servo adalah sebuah perangkat sebagai aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang dan terdapat di pasaran, yaitu motor servo rotation 180° dan servo rotation continuous 360°.

- a. Motor servo standard (servo *rotation* 180°) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90° kearah kanan dan 90° kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180°.
- b. Motor servo *rotation continuous* 360° merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo *standard*, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.



Gambar 2.19 Motor Servo MG996 360°

(<http://www.servodatabase.com/servo/towerpro/mg996r>)

Keunggulan dari penggunaan motor servo adalah :

- a. Tidak bergetar dan tidak ber-resonansi saat beroperasi.
- b. Daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor.
- c. Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan.
- d. Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti encoder yang dipakai.
- e. Tidak berisik saat beroperasi dengan kecepatan tinggi.

Motor servo pada dasarnya dibuat menggunakan motor DC yang dilengkapi dengan *controler* dan sensor posisi sehingga dapat memiliki gerakan 0° , 90° , 120° , 180° atau 360° . Tiap komponen pada motor servo diatas masing- masing memiliki fungsi sebagai *controller*, *driver*, sensor, *gearbox* dan aktuator. Motor pada sebuah motor servo adalah motor DC yang dikendalikan oleh bagian *controller*, kemudian komponen yang berfungsi sebagai sensor adalah potensiometer yang terhubung pada sistem *gearbox* pada motor servo.

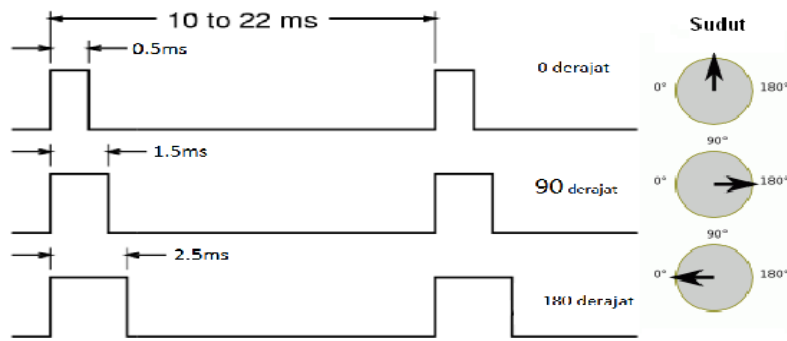
2.13.1 PWM (*Pulse width modulation*)

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, *audio effect* dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya. Aplikasi PWM berbasis mikrokontroler biasanya berupa pengendalian kecepatan motor DC, pengendalian motor servo, pengaturan nyala terang LED dan lain sebagainya.

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan salah satu teknik untuk mendapatkan signal analog dari sebuah piranti digital. Sebenarnya Sinyal PWM dapat dibangkitkan dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog dengan menggunakan rangkaian *op-amp* atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus.

PWM pada Arduino, sinyal PWM beroperasi pada frekuensi 500Hz. PWM pada arduino bekerja pada frekuensi 500Hz, artinya 500 siklus/ ketukan dalam satu detik. Untuk setiap siklus, bisa diberi nilai dari 0 hingga 255. Ketika diberikan angka 0, berarti pada pin tersebut tidak akan pernah bernilai 5 volt (pin selalu bernilai 0 volt). Sedangkan jika diberikan nilai 255, maka

sepanjang siklus akan bernilai 5 volt (tidak pernah 0 volt). Jika diberikan nilai 127 (anggap setengah dari 0 hingga 255, atau 50% dari 255), maka setengah siklus akan bernilai 5 volt, dan setengah siklus lagi akan bernilai 0 volt. Sedangkan jika memberikan 25% dari 255 ($1/4 * 255$ atau 64), maka $1/4$ siklus akan bernilai 5 volt, dan $3/4$ sisanya akan bernilai 0 volt, dan ini akan terjadi 500 kali dalam 1 detik.



Gambar 2.20 Bentuk Sinyal Masukan Kontrol Motor Servo

(<http://www.servodatabase.com/servo/towerpro/mg996r>)

Besarnya sumber tegangan tergantung dari spesifikasi motor servo yang digunakan. Sedangkan untuk mengendalikan putaran motor servo MG996R dilakukan dengan mengirimkan pulsa kontrol dengan frekuensi 50 Hz dengan periode 20ms dan *duty cycle* yang berbeda. Dimana untuk menggerakkan motor servo sebesar 90° diperlukan pulsa dengan ton *duty cycle* pulsa positif 1,5ms dan untuk bergerak sebesar 180° diperlukan lebar pulsa 2.5ms.

2.14 Internet of things (IoT)

Internet of Things (IoT) atau yang dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas *internet* yang tersambung terus-menerus. Dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, maka kita menuju kebabak berikutnya, dimana bukan *smartphone* atau komputer saja yang dapat terkoneksi dengan *internet*. Namun berbagai macam benda nyata akan terkoneksi dengan internet.

IoT merupakan segala aktifitas yang pelakunya saling berinteraksi dan dilakukan dengan memanfaatkan *internet*. Dalam penggunaannya *internet of things* banyak ditemui dalam berbagai aktifitas, contohnya : banyaknya transportasi online, *e-commerce*, pemesanan tiket secara online, *live streaming*, *e-learning* dan lain lain bahkan sampai alat-alat untuk membantu dibidang tertentu



Gambar 2.22 Handphone Android

(<http://androidmobile.com/2018/10/04/pengertian-android/>)

2.16 Blynk

Blynk adalah sebuah layanan server yang digunakan untuk mendukung project *Internet of Things*. Layanan server ini memiliki lingkungan mobile user baik Android maupun iOS. *Blynk* Aplikasi sebagai pendukung IoT dapat diunduh melalui Google play. *Blynk* mendukung bermacam hardware yang dapat digunakan untuk project *Internet of Things*. *Blynk* adalah dashboard digital dengan fasilitas antarmuka grafis dalam pembuatan projectnya. Penambahan komponen pada *Blynk* Apps dengan cara Drag and Drop sehingga memudahkan dalam penambahan komponen Input/output tanpa perlu kemampuan pemrograman Android maupun iOS. *Blynk* diciptakan dengan tujuan untuk control dan monitoring hardware secara jarak jauh menggunakan komunikasi data internet ataupun intranet (jaringan LAN). Kemampuannya untuk menyimpan data dan menampilkan data secara visual baik menggunakan angka, warna ataupun grafis semakin memudahkan dalam pembuatan project dibidang *Internet of Things*. Terdapat 3 komponen utama *Blynk*

a. Blynk Apps

Blynk Apps memungkinkan untuk membuat project interface dengan berbagai macam komponen input output yang mendukung untuk pengiriman maupun penerimaan data serta merepresentasikan data sesuai dengan komponen yang dipilih. Representasi data dapat berbentuk visual angka maupun grafik.

Terdapat 4 jenis category komponen yang berdatang pada Aplikasi *Blynk*

- a. Controller digunakan untuk mengirimkan data atau perintah ke Hardware
- b. Display digunakan untuk menampilkan data yang berasal dari hardware ke smartphone
- c. Notification digunakan untuk mengirim pesan dan notifikasi.
- d. Interface Pengaturan tampilan pada aplikasi *Blynk* dapat berupa menu ataupun tab
- e. Others beberapa komponen yang tidak masuk dalam 3 kategori sebelumnya diantaranya Bridge, RTC, Bluetooth.

b. *Blynk* Server

Blynk server merupakan fasilitas *Backend Service* berbasis *cloud* yang bertanggung jawab untuk mengatur komunikasi antara aplikasi *smartphone* dengan lingkungan *hardware*. Kemampuannya untuk menangani puluhan hardware pada saat yang bersamaan semakin memudahkan bagi para pengembang sistem IoT. *Blynk* server juga tersedia dalam bentuk *local server* apabila digunakan pada lingkungan tanpa internet. *Blynk* server local bersifat *open source* dan dapat diimplementasikan pada *Hardware Raspberry Pi*.

c. *Blynk* Library

Blynk Library dapat digunakan untuk membantu pengembangan code. *Blynk library* tersedia pada banyak *platform* perangkat keras sehingga semakin memudahkan para pengembang IoT dengan fleksibilitas *hardware* yang didukung oleh lingkungan *Blynk*.



Gambar 2.23 Logo *Blynk*

(http://wiki.xinabox.cc/Blynk_functionality)