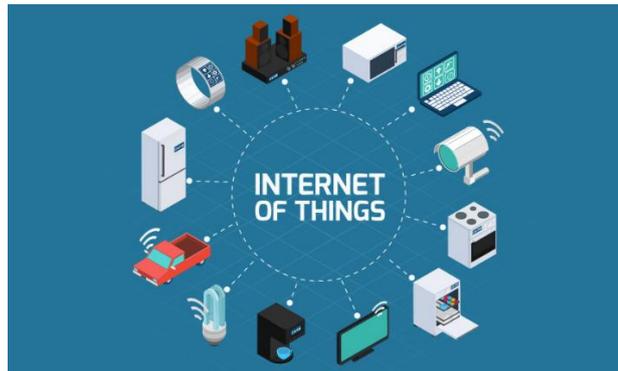


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Internet of Things (IoT)

*Internet of Things* (IoT) adalah suatu jaringan yang dapat terhubung dengan berbagai objek yang memiliki identitas pengenal atau alamat IP pada dirinya, sehingga objek dapat saling berkomunikasi maupun bertukar informasi baik mengenai dirinya sendiri maupun lingkungan yang diinderakannya. Objek-objek yang terdapat dalam IoT dapat menghasilkan layanan-layanan dan dapat saling bekerja sama untuk mencapai tujuan Bersama. IoT bisa disebut juga konsep perangkat lunak yang memungkinkan objek untuk berkomunikasi atau mengirimkan data fakta melalui jaringan tanpa bantuan computer atau manusia. Contoh yang sederhana dari Internet of Things (IoT) adalah pengguna dapat menyalakan atau mematikan lampu dari kejauhan jarak melalui internet. Pada perancangan ini penulis menggunakan aplikasi telegram untuk mengatur komunikasi antara aplikasi smart phone dengan lingkungan hardware sebagai pengembangan source kode yang digunakan.



**Gambar 2.1** Aliran Informasi IoT

( Sumber :blaberize.com )

## 2.2 Pengertian Panel Surya

Panel surya adalah sejumlah sel surya yang dihubungkan secara seri dan paralel untuk mendapatkan tegangan dan arus tertentu. Cara kerja panel surya adalah dengan prinsip p-n junction ditunjukkan dalam Gambar 3. Sel surya konvensional umumnya menggunakan prinsip p-n junction untuk melakukan konversi energi, yaitu antara junction antara semikonduktor tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari beberapa ikatan atom yang terdapat elektron sebagai penyusun dasar.

Semikonduktor tipe-n memiliki kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p memiliki kelebihan hole (muatan positif) didalam struktur atomnya. Kondisi kelebihan elektron dan hole dapat terjadi dengan melakukan doping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silicon tipe-p, silicon didoping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan material silicon tipe-n, silicon didoping oleh atom fosfor.[1]

## 2.3. Sel Surya

Sel Surya merupakan teknologi yang berfungsi untuk merubah energi matahari menjadi listrik secara langsung. Peristiwa berubahnya energi matahari menjadi energi listrik ini disebut dengan istilah efek fotolistrik. Sebuah panel surya terdiri dari beberapa sel surya. Saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, mendung) arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya, juga akan berkurang. Jadi, panel surya adalah teknologi yang berfungsi untuk merubah energi dari sinar matahari menjadi arus listrik. Sel surya merupakan sambungan dari bahan semikonduktor tipe n dan p Semikonduktor tipe n adalah semikonduktor yang kaya akan elektron, sedangkan semikonduktor tipe p adalah semikonduktor yang banyak mengandung proton (hole). Medan listrik timbul dekat permukaan diaman [2]kedua lapisan p-n tersebut bersentuhan. Ketika foton matahari menyentuh permukaan sel surya tersebut, mengakibatkan elektron – elektron dari semikonduktor tipe n bergerak ke semikonduktor tipe p, sehingga menimbulkan arus listrik. Agar sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dapat bekerja dengan optimum dan umur pemakaian sistem ini bertahan lama, maka penentuan kapasitas komponenkomponen dalam perancangan sistem PLTS harus dipersiapkan dengan baik, berikut ini adalah beberapa cara menentukan kapasitas

komponen pada sistem pembangkit listrik tenaga surya. Dengan menghitung berapa watt daya yang dibutuhkan oleh masing-masing peralatan yang akan disupply oleh PV system dan berapa jam perhari pemakaiannya. Hasil dari perhitungan ini menghasilkan daya dalam satuan watt jam per hari.[2]



**Gambar 2.2** Solar Cells

( Sumber :[www.kibrispdr.org](http://www.kibrispdr.org))

### **2.3.1 Prinsip Kerja Sel Surya**

Cara kerja Sel Surya mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam. Sumber daya alam matahari ini sudah banyak digunakan untuk memasok daya listrik di satelit komunikasi melalui sel surya. Sel surya ini dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari, tanpa ada bagian yang berputar dan tidak memerlukan bahan bakar. Sehingga sistem sel surya sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Bandingkan dengan sebuah generator listrik, ada bagian yang berputar dan memerlukan bahan bakar untuk dapat menghasilkan listrik. Suaranya bising. Selain itu gas buang yang dihasilkan dapat menimbulkan efek gas rumah kaca (green house gas) yang pengaruhnya dapat merusak ekosistem planet bumi kita. Sistem sel surya yang digunakan di permukaan bumi terdiri dari panel sel surya, rangkaian kontroler pengisian (charge controller), dan aki (batere) 12 volt yang maintenance free. Panel sel surya merupakan modul yang terdiri beberapa sel surya yang digabung dalam hubungan seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan.

Yang sering digunakan adalah modul sel surya 20 watt atau 30 watt. Modul sel surya itu menghasilkan energi listrik yang proporsional dengan luas permukaan panel yang terkena sinar matahari. Rangkaian kontroler pengisian aki dalam sistem sel surya itu merupakan rangkaian elektronik yang mengatur proses pengisian akinya. Kontroler ini dapat mengatur tegangan aki dalam selang tegangan 12 volt plus minus 10 persen. Bila tegangan turun sampai 10,8 volt, maka kontroler akan mengisi aki dengan panel surya sebagai sumber dayanya. Tentu saja proses pengisian itu akan terjadi bila berlangsung pada saat ada cahaya matahari. Jika penurunan tegangan itu terjadi pada malam hari, maka kontroler akan memutuskan pemasokan energi listrik. Setelah proses pengisian itu berlangsung selama beberapa jam, tegangan aki itu akan naik. Bila tegangan aki itu mencapai 13,2 volt, maka kontroler akan menghentikan proses pengisian aki itu.[3]

### 2.3.2. Jenis-jenis Prinsip Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Terdapat tiga jenis PLTS yang sering ditemui, yaitu PLTS off-grid, PLTS on-grid, serta PLTS Hybrid dengan teknologi lainnya; yang dibedakan berdasarkan karakteristik penyimpanan dayanya.

	<b>PLTS Off- grid</b>	<b>PLTS On-grid</b>	<b>PLTS Hybrid</b>
Deskripsi	Sistem PLTS yang output daya listriknya secara mandiri mensuplai listrik ke jaringan distribusi pelanggan atau tidak terhuung dengan jaringan listrik PLN.	Bisa beroperasi tanpa baterai karena output listriknya disalurkan ke jaringan distribusi yang telah disuplai pembangkit lainnya (missal: jaringan PLN)	Gabungan dari sistem PLTS dengan pembangkit yang lain (mis, PLTD/ Pusat Listrik Tenaga Diesel), PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu)
Baterai	Dibutuhkan. Agar bisa memberikan suplai sesuai kebutuhan beban	Tidak dibutuhkan	Bisa off-grid (dengan baterai) atau on-grid (tanpa baterai)

Manfaat	Menjangkau daerah yang belum ada jaringan PLN	Berbagi beban atau mengurangi beban pembangkit lain yang terhubung pada jaringan yang sama	Memaksimalkan penyediaan energy dan berbagai potensi sumber daya yang ada
---------	---	--	---

### 2.3.3 Jenis-Jenis Panel Surya

- *Monocrystalline Silicon*

Monocrystalline silicon merupakan salah satu jenis solar cell yang paling banyak digunakan karena memiliki banyak kelebihan. Jenis solar cell yang satu ini dibuat dari bahan silikon yang dirilis tipis-tipis dengan menggunakan teknologi khusus. Dengan teknologi tersebut maka bisa menghasilkan kepingan sel surya yang identik antara satu sama lain dengan kinerja tinggi. Ciri-ciri monocrystalline silicone yaitu memiliki warna hitam dengan bentuk yang memang sangat tipis. Sedangkan untuk kelebihanannya yang paling menonjol adalah sangat efisien jika digunakan. Ini karena penampangnya mampu menyerap sinar matahari secara lebih baik daripada bahan solar cell yang lainnya. Efisiensi konversi sinar matahari menjadi listrik yang dimiliki oleh bahan solar cell ini kurang lebih sekitar 15%. Jumlah tersebut bisa dibilang paling besar daripada bahan penyusun solar cell yang lainnya meskipun memiliki ukuran penampang yang sama



**Gambar 2.3** *Monocrystalline*  
 ( Sumber : [www.sollatek.com](http://www.sollatek.com) )

- *Polycrystalline Silicon*

Merupakan panel surya / solar cell yang memiliki susunan kristal acak. Type polikristal memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik pada saat mendung.



**Gambar 2.4** *Pollycrystalline Silicon*

( Sumber : [www.okorder.com](http://www.okorder.com))

#### **2.4. Keuntungan dan Kerugian PLTS**

Kuntungan menggunakan PLTS di Indonesia adalah, sebagai berikut:

- Sumber energy tersedia sepanjang tahun dan gratis
- Bebas polusi udara
- Tidak bising
- Tidak memerlukan 22ltern transmisi yang rumit
- Tidak menyebabkan efek pemanasan global
- Dapat ditempatkan didaerah terpencil
- Umur pakainya anjang kurang lebih 20 tahun
- Perawatannya sangat mudah dan 22ltern tanpa biaya

Kerugian menggunakan PLTS di Indonesia adalah, sebagai berikut:

- Biaya/harga pengadaan (investasi) PLTS tinggi
- Biaya distribusi dan pelayanan tinggi
- Harapan konsumen melebihi kemampuan teknologi PLTS, karena carapandang konsumen sangat dipengaruhi oleh sifat listrik konvensional (PLN)

- Pengetahuan dan kesadaran masyarakat tentang peranan PLTS dalam memberikan energy listrik Alternative ramah lingkungan terbatas.

## 2.5. Faktor Pengoperasian Panel Surya

- Temperatur

Sebuah Solar Panel dapat beroperasi secara maksimum jika temperatur yang diterimanya tetap normal pada temperature  $25^{\circ}\text{C}$  kenaikan temperatur dari temperatur normal pada Solar Panel akan melemahkan tegangan (Voc) yang dihasilkan. Setiap kenaikan temperatur Solar Panel  $1^{\circ}\text{C}$  dari  $25^{\circ}\text{C}$  akan menghitung besarnya daya yang berkurang pada saat temperature mengalami kenaikan dari temperatur standarnya.

- Radiasi Matahari

Intensitas radiasi matahari akan berpengaruh pada daya keluaran Solar Panel Semakin rendah intensitas cahaya yang diterima oleh Solar Panel maka arus (Isc) akan semakin rendah

- Kecepatan Angin

Kecepatan tiup angin disekitar lokasi Solar Panel dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca Solar Panel yang terkena panas sinar matahari.

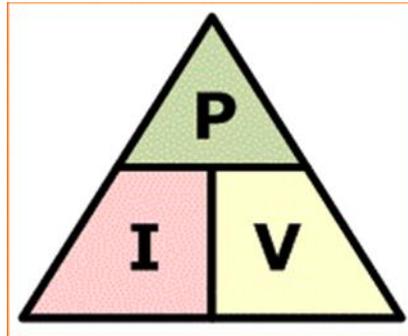
- Keadaan Atmosfir Bumi.

Keadaan atmosfir bumi seperti berawan, mendung, partikel debu udara, asap uar air udara, kabut dan polusi sangat menentukan hasil maksimum arus listrik dari deretan Solar Panel.

- Sudut Orientasi Matahari (*Tilt Angle*) dan peletakan Solar Panel

Agar energi tetap berada pada nilai yang optimal maka permukaan Solar Panel harus dipertahankan tegak lurus terhadap sinar matahari yang jatuh ke permukaan Solar Panel, oleh karena itu penentuan *tilt angle* sangat penting untuk mempertahankan energi matahari yang di hasilkan.

## 2.6. Daya Output (Hukum Segitiga Daya)



Satuan dasar beda potensial adalah volt (V). karena satuan inilah beda potensial V sering disebut sebagai voltage atau tegangan. Daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya merupakan hasil perkalian dari tegangan keluaran dengan banyaknya electron yang mengalir atau besarnya arus, sedangkan nilai rata-rata daya dihasilkan selama titik pengujian

$$P = V.I \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

P = Daya keluaran (Watt)

V = Tegangan keluaran (Volt)

I = Arus (Ampere)

## 2.7. Intensitas Cahaya Matahari

Intensitas cahaya matahari yaitu besar kecilnya sudut datang sinar Matahari pada permukaan bumi. Jumlah yang diterima berbanding lurus dengan sudut besarnya sudut datang. Sinar dengan sudut datang yang miring kurang memberikan energi pada permukaan bumi disebabkan karena energinya tersebar pada permukaan yang luas dan juga karena sinar tersebut harus menempuh lapisan atmosfir yang lebih jauh ketimbang jika sinar dengan sudut datang yang tegak lurus.

## 2.8. Jenis-Jenis Solar Charge Controller

### 2.8.1. SCC PWM

PWM adalah singkatan dari *Pulse Width Modulation* yang menunjukkan bahwa pengontrol pengisian daya bekerja dengan memancarkan pulsa listrik ke baterai (*accu*) dengan panjang gelombang yang bervariasi. Di akhir setiap pulsa, pengontrol pengisian daya mati sebentar untuk mengukur kapasitas baterai dan menyesuaikan nilai keluaran output agar sesuai. Pengontrol muatan PWM pada dasarnya bertindak sebagai saklar cerdas antara baterai dan panel surya yang mengontrol tegangan dan arus yang mengalir ke baterai. Nominal tegangan baterai dapat menjadi 11V ketika kosong hingga lebih dari 14V saat mengisi daya. Ini adalah tugas solar charge controller untuk mengambil nilai tegangan 17-19V dari panel surya dan melakukan pengisian daya dengan aman pada baterai. solar charge controller PWM pada umumnya memiliki tiga tahap pengisian berbeda pada baterai (Accu), yaitu : tahap Massal (Bulk Stage), tahap Penyerapan (Absorption), dan tahap Float.

Pada tahap pengisian daya Massal (Bulk Stage), pengontrol pengisian daya secara langsung menghubungkan panel surya ke baterai. Tegangan panel surya ditarik turun agar sesuai dengan tegangan baterai dan output arus penuh dari panel surya dibuang ke baterai. Tahap ini memiliki peran besar dalam pengisian baterai atau biasa disebut juga tahap arus konstan. Saat baterai dalam proses pengisian daya, tegangan akan perlahan-lahan dinaikkan hingga mencapai 14,4V. Pada kondisi ini, baterai telah terisi sekitar 80%, pengisian pada tegangan tersebut dengan arus maksimal dapat merusak baterai maka dari itu perlu tahap selanjutnya, sehingga pengendali muatan bergerak ke tahap berikutnya[4]



**Gambar 2.5** *Solar Charge Control PWM*

(Sumber: 2betrading.com)

**Tabel 2.1** Spesifikasi Solar Charge Controller

Nilai Tegangan	12 / 24 Vdc
Nilai Arus	30 A
Max. Tegangan PV	50 V
Max. Daya Masukan	750/1200 Watt

#### **Kelebihan SCC PWM**

- Controller PWM memiliki harga lebih murah dibanding jenis MPPT
- PWM cocok untuk PLTS rumahan yang dibangun dalam skala kecil dengan suhu panel surya sedang hingga tinggi (45°C dan 75°C)
- Controller PWM dibuat berdasarkan basis teknologi yang lebih dulu sehingga sudah matang dan teruji
- Tegangan yang dihasilkan panel surya dengan PWM tidak berbeda jauh dari tegangan baterai.
- Bekerja lebih baik pada sistem off-grid dengan kisaran tegangan panel surya 17 – 19 Volt untuk setiap nominal tegangan baterai 12 V

#### **Kekurangan SCC PWM**

- Untuk menggunakan PWM, panel surya dan baterai harus berada pada tegangan yang sama
- Cocok dipakai saat kapasitas baterai 80%
- Panel surya dihitung pada Ampere saat panel surya bekerja sesuai dengan tegangan baterai
- Efisiensi hanya sekitar 75%, ketika cuaca mendung tegangan keluaran Controller PWM akan mengikuti panel surya. Jika panel surya 24v menggunakan baterai 12v maka kelebihan tegangan pengisian akan terbuang
- PWM membutuhkan kabel diameter lebih besar sebab cenderung memakai sistem paralel

### 2.8.2. SCC MPPT (Maximum Power Point Tracking)

MPPT atau Maximum Power Point Tracking adalah algoritma yang termasuk dalam pengontrol daya yang digunakan untuk mengekstraksi daya maksimum yang tersedia dari modul PV dalam kondisi tertentu. MPPT atau Maximum Power Point Tracking adalah converter DC ke DC yang beroperasi dengan mengambil input DC dari modul PV, mengubahnya ke AC dan mengubahnya Kembali ke tegangan dan arus DC yang berbeda untuk secara tepat mencocokkan modul PV ke baterai.

Tegangan di mana modul PV dapat menghasilkan daya maksimum disebut titik daya maksimum (atau tegangan daya puncak). Daya maksimum bervariasi dengan radiasi matahari, suhu lingkungan, dan suhu sel surya. Modul PV menghasilkan daya dengan tegangan daya maksimum sekitar 17 V bila diukur pada suhu sel 25°C, dapat turun hingga sekitar 15 V pada hari yang diukur pada suhu sel 25°C, dapat turun hingga sekitar 15 V pada cuaca terik dan juga dapat naik hingga 18 V pada hari yang sangat dingin.[5]



**Gambar 2.6** Solar Charge Control MPPT

(Sumber: [www.recreationid.com](http://www.recreationid.com))

**Tabel 2.2** Spesifikasi Solar Charge Controller MPPT

<b>Spesifikasi</b>	<b>Fitur</b>
Rated Voltage	12/24V
Rated Current	30A
Mximum PV Voltage	50v
Maximum PV input power	7500W(12V)/1200(24V)

### **Kelebihan SCC MPPT**

- Panel surya dan baterai tidak harus punya tegangan yang sama, bahkan bisa menggunakan panel surya dengan tegangan lebih tinggi daripada tegangan baterai
- Lebih cepat mengisi baterai meski kapasitas baterai masih rendah atau cuaca sedang mendung dengan mengubah kelebihan tegangan menjadi arus
- Menghasilkan tegangan yang dapat menyesuaikan kebutuhan baterai dan beban
- Controller MPPT bisa bekerja maksimal meski suhu sel surya di bawah 45°C atau di atas 75°C.
- Lebih efisien untuk mengisi ulang baterai dengan adanya fitur pembatasan output, sehingga menghindari terjadinya baterai overcharging dapat memantau dan menyesuaikan input untuk mengatur arus/current, misalnya dengan menurunkan tegangan dan menaikkan arus
- Efisiensi lebih dari 90% untuk mengecras baterai

### **Kekurangan SCC MPPT**

- Harga Controller MPPT lebih mahal daripada PWM
- Bekerja lebih baik pada kapasitas sistem diatas 200W
- Dapat dipakai untuk sistem on grid walaupun kapasitasnya kecil
- MPPT memakai pengkabelan lebih kecil sebab banyak menggunakan sistem seri

## **2.9. Aki**

Aki memenuhi dua tujuan penting dalam sistem *fotovoltaik*, yaitu untuk memberikan daya listrik kepada sistem ketika daya tidak disediakan oleh *array* panel – panel surya, dan untuk menyimpan kelebihan daya yang ditimbulkan oleh panel – panel setiap kali daya itu melebihi beban. Baterai tersebut mengalami proses siklus menyimpan dan mengeluarkan, tergantung pada ada atau tidak adanya matahari, *array* panel menghasilkan daya listrik. Daya yang tidak digunakan

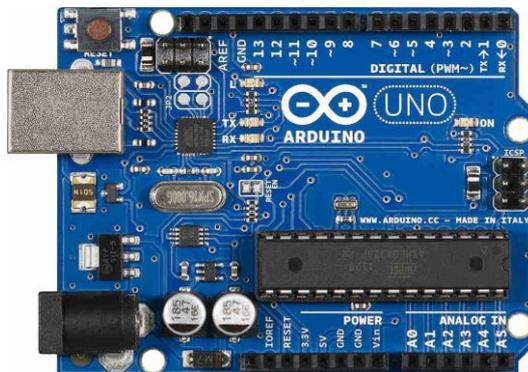
dengan segera dipergunakan untuk mengisi baterai. Selama waktu tidak adanya matahari, permintaan daya listrik disediakan oleh baterai.[6]



**Gambar 2.7** Aki

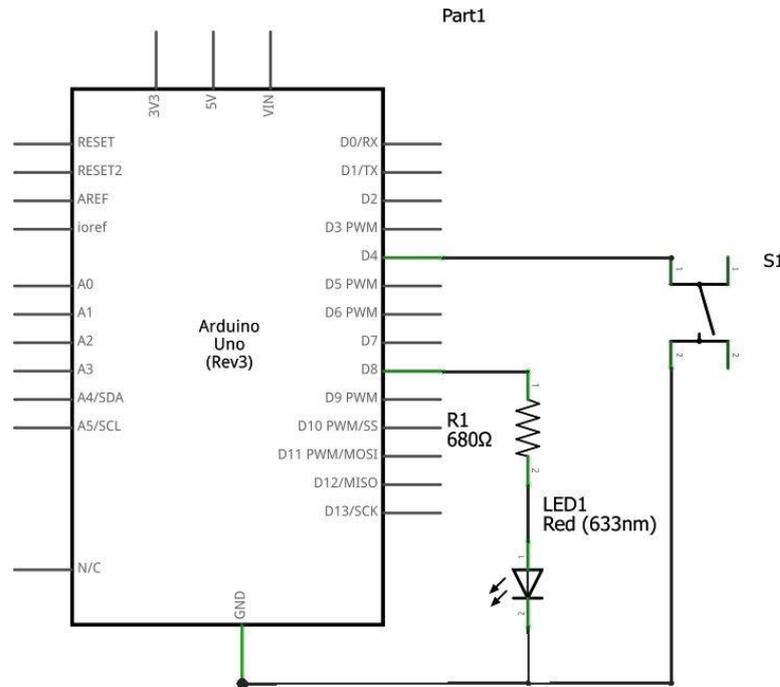
### 2.10. Mikrokontroler Arduino Mega

Arduino adalah papan rangkaian elektronika (*electronic board*) open source yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler berbasis ATmega 328. Mikrokontroler itu sendiri adalah suatu chip atau IC yang bisa diprogram menggunakan komputer. Program yang direkam bertujuan agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Outputnya berupa sinyal, besar tegangan, lampu, suara, getaran, gerakan dan sebagainya.[7]



**Gambar 2.8** Arduino Uno

( Sumber : [articulo.mercadolibre.com.mx](http://articulo.mercadolibre.com.mx) )



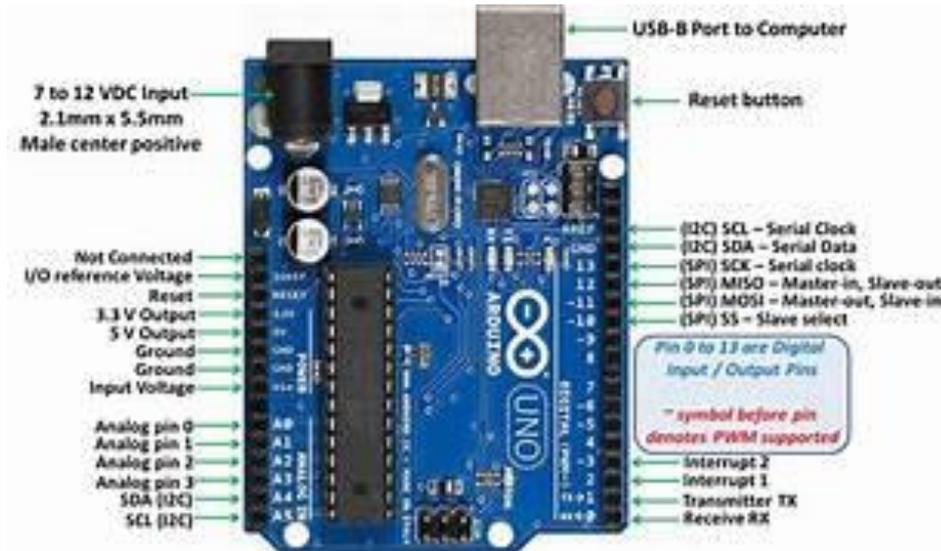
**Gambar 2.9** Skematik Arudino Uno

( Sumber : <https://lopiay.weebly.com/blog/arduino-uno-board-schematic> )

**Tabel 2.3** Spesifikasi Arduino Uno

<b>Spesifikasi</b>	<b>Fitur</b>
Microkontroler	ATmega 328
Operating Voltage	5 Volt
Mximum Supply Voltage	20 Volt
Supply Voltage	7 – 12 Volt
<i>Analog Input Pins</i>	6
<i>Digital Input/Output pins</i>	14
<i>DC Current per input/output pin</i>	40mA
<i>DC Current in 3.3V Pin</i>	50 mA
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Flash Memory	32KB (0,5 KB used by boot loader)

( Sumber : [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) )



**Gambar 2.10** Skematik Posisi Pin Arduino Uno

(Sumber: Paiduakan.com)

### 2.10.1. Analog Input dan Output pada Arduino

Pada dasarnya dalam menggunakan komponen yang dihubungkan dengan Arduino. Arduino hanya mengeluarkan tegangan 0 volt dan 5 volt saja kepada komponen tersebut. Kondisi input yang demikian dikenal sebagai digital input dengan logika 1 dan 0, dimana 1 untuk tegangan HIGH atau 5 volt dan 0 untuk tegangan LOW atau 0 volt.

#### a. Analog Input

Arduino khusus menyediakan 6 kanal (8 kanal pada model Mini dan Nano, dan 16 pada model Mega) untuk difungsikan sebagai analog input. Analog ke digital konverternya menggunakan resolusi 10 bit yang berarti range nilai analog dari 0 volt sampai 5 volt akan diubah kenilai integer 0 sampai 1023, atau resolusinya adalah  $5 \text{ volt} / 1024 = 4,9 \text{ mV}$  per unit dimana itu berarti nilai digital yang dihasilkan akan berubah setiap perubahan 4,9mV dari tegangan input analognya. Akan tetapi range input analog dan resolusi tersebut dapat diubah dengan fungsi `analogReference()`.

- `analogRead(pin)`: berfungsi untuk membaca nilai analog pada input pin yang akan menghasilkan nilai integer antara 0-1023.

- `analogReference(parameter)`: berfungsi untuk menentukan referensi yang digunakan.

#### b. Analog Output

Arduino menggunakan cara *Pulse Wide Modulation* (PWM) atau modulasi lebar pulsa untuk menghasilkan analog output yang dikehendaki. Metode PWM ini menggunakan pendekatan perubahan lebar pulsa untuk menghasilkan nilai tegangan analog yang diinginkan. Pin yang difungsikan sebagai PWM analog output akan mengeluarkan sinyal pulsa digital dengan frekwensi 490 Hz dimana nilai tegangan analog diperoleh dengan merubah *Duty Cycle* atau perbandingan lamanya pulsa HIGH terhadap periode (T) dari sinyal digital tersebut. Jika pulsa HIGH muncul selama setengah dari periode sinyal maka akan menghasilkan *Duty Cycle* 50% yang berarti sinyal analog yang dihasilkan sebesar setengah dari tegangan analog maksimal yaitu  $1/2$  dari 5 v atau sama dengan 2,5 v begitu juga halnya jika pulsa HIGH hanya seperempat bagian dari periode sinyal maka tegangan analog identik yang dihasilkan adalah  $1/4$  dari 5 v = 1,25 v dan seterusnya.

### 2.10.2. Pin Tegangan pada Arduino

- `VIN` : Adalah input tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai ‘saingan’ tegangan 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- `5v` : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (built-in) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari jack power DC (7-12 volt), konektor USB (5 volt), atau pin VIN pada board (7-12 volt). Memberikan tegangan melalui pin 5 v atau 3.3 v secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.
- `3V3` : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- `GND` : Pin Ground atau Massa.

- **IOREF** : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 volt atau 3,3 volt.

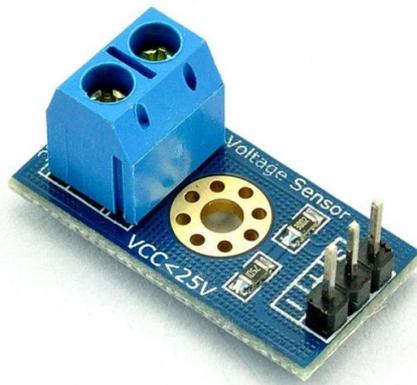
### 2.10.3. Software Arduino

Arduino diciptakan untuk para pemula bahkan yang tidak memiliki basic bahasa pemrograman sama sekali karena menggunakan bahasa C++ yang telah dipermudah melalui library. Arduino menggunakan Software Processing yang digunakan untuk menulis program kedalam Arduino. Processing sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan Java. Software Arduino ini dapat di-install di berbagai *operating system* (OS) seperti: *LINUX, Mac OS, Windows*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi 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*. Software IDE Arduino terdiri dari 3 (tiga) bagian:

- Editor program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa processing. Listing program pada Arduino disebut sketch.
- Compiler, modul yang berfungsi mengubah bahasa processing (kode program) kedalam kode biner karena kode biner adalah satu-satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrocontroller.
- Uploader, modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrocontroller.
- New, membuat sebuah sketch baru.
- Open, membuka daftar sketch pada sketchbook Arduino.
- Save, menyimpan kode sketch pada sketchbook.
- Serial Monitor, menampilkan data serial yang dikirimkan dari board Arduino.

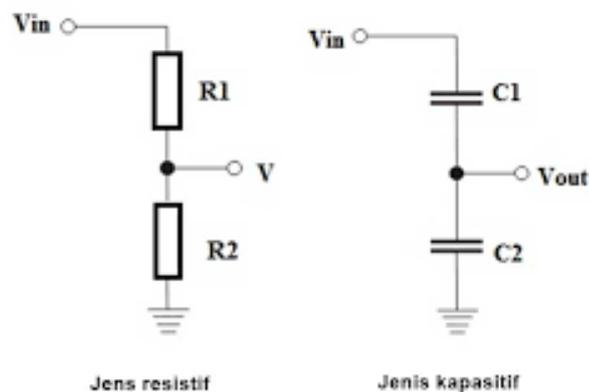
## 2.11. Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan modul yang berguna untuk mendeteksi dan mengukur tegangan. Modul ini bekerja menggunakan prinsip pembagi tegangan resistor, dimana tegangan input yang dibaca pada output modul ini pembagian 5 terhadap tegangan input. Modul ini bekerja berdasarkan prinsip *resistive divider*, membuat tegangan yang akan dideteksi berkurang 5x lipat. Tegangan input analog pada Arduino 0-5 v, sehingga tegangan maksimum yang dapat dideteksi oleh sensor adalah  $5 \times 5 \text{ v} = 25 \text{ v}$ . Jika menggunakan sistem tegangan 3,3v, maka tegangan maksimum yang dapat dideteksi adalah sebesar  $5 \times 3.3 \text{ v} = 16.5 \text{ v}$  [8]



**Gambar 2.11** Sensor Tegangan

( Sumber: [ecadio.com](http://ecadio.com) )



**Gambar 2.12** Skematik Sensor Tegangan

( Sumber : <https://tapanuli.delinewstv.com/2021/01/49-rangkaian-sensor-tegangan-dc/> )

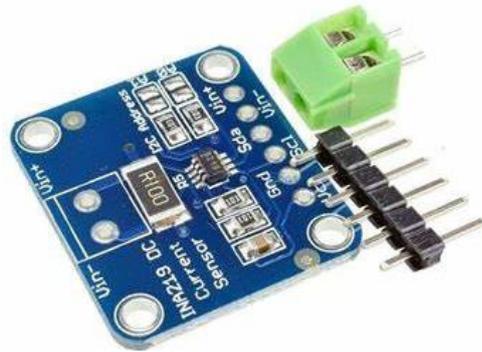
**Tabel 2.4** Spesifikasi Sensor Tegangan

<b>Spesifikasi</b>	<b>Fitur</b>
Tegangan Input	0-25v DC
Tegangan deteksi	0.02445-25v DC
Ketelitian Pengukuran	0.00489v
Ukuran	25x13mm

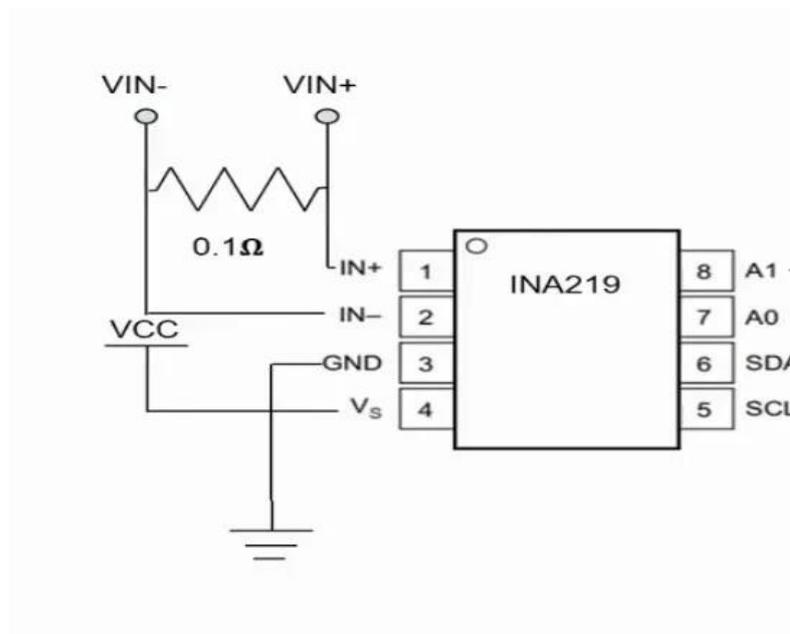
( Sumber :[https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/4660/8/UNIKOM\\_ARFAN%20AMIN%20HARAHAP\\_Bab%20II.pdf](https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/4660/8/UNIKOM_ARFAN%20AMIN%20HARAHAP_Bab%20II.pdf) )

### **2.12. Sensor Arus INA219**

INA219 merupakan sensor arus yang cukup peka, sehingga cocok diimplementasikan untuk membaca arus DC yang kecil dengan akurasi maksimum 0,5%. Sensor INA219 mampu membaca arus dari satuan mili ampere sampai 3,2 A dan dengan tegangan 0 sampai 26VDC. Penggunaan sensor arus adalah dengan dipasang secara seri antara sumber daya dengan beban yang ingin diukur arusnya. Perangkat memonitor tegangan drop dan tegangan suplay bus, dengan waktu konversi dan proses filter yang dapat di program. Nilai kalibrasi yang dapat diprogram, dikombinasikan dengan pengganda internal, memungkinkan pembacaan arus langsung dalam bentuk ampere. Sensor ini dengan sistem antar muka yang kompatibel dengan I2C atau SMBUS memiliki 16 alamat yang dapat di program. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan membaca tegangan drop pada resistor shunt (resistor dengan presisi yang digunakan untuk mengalirkan arus pada suatu rangkaian) dan kemudian untuk mendapatkan nilai arus, tegangan yang terbaca tersebut dikalikan dengan nilai dari resistor shunt tersebut. Semua proses tersebut dilakukan dalam modul sensor dan data hasil konversi tersebut dikirim ke mikrokontroler melalui komunikasi I2C.[9]



**Gambar 2.13** Sensor Arus INA219  
 ( Sumber : [microsolution.com.pk](http://microsolution.com.pk) )



**Gambar 2.14** Skematik Sensor Arus INA219

( Sumber : <https://www.electronicclinic.com/ina219-current-sensor-with-arduino-circuit-and-code-explained/> )

**Tabel 2.5** Spesifikasi Sensor Arus INA219

Spesifikasi	Fitur
Supply Voltage	3.0-5.5V
Voltage Measurement Range	0-26V

Current Measurement Range	0-3.2A
Power Measurement Range	0-83.2W
Interface Protocol	TWI/I2C

(Sumber :[https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/16248/1/1608026029\\_](https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/16248/1/1608026029_))

### 2.13 Kabel

Kabel merupakan komponen penghantar yang terisolasi yang berfungsi untuk menghubungkan antara komponen satu dengan yang lainnya pada sebuah rangkaian kelistrikan pada pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)



**Gambar 2.15 Kabel**

(Sumber: [Gudviral.com](http://Gudviral.com))

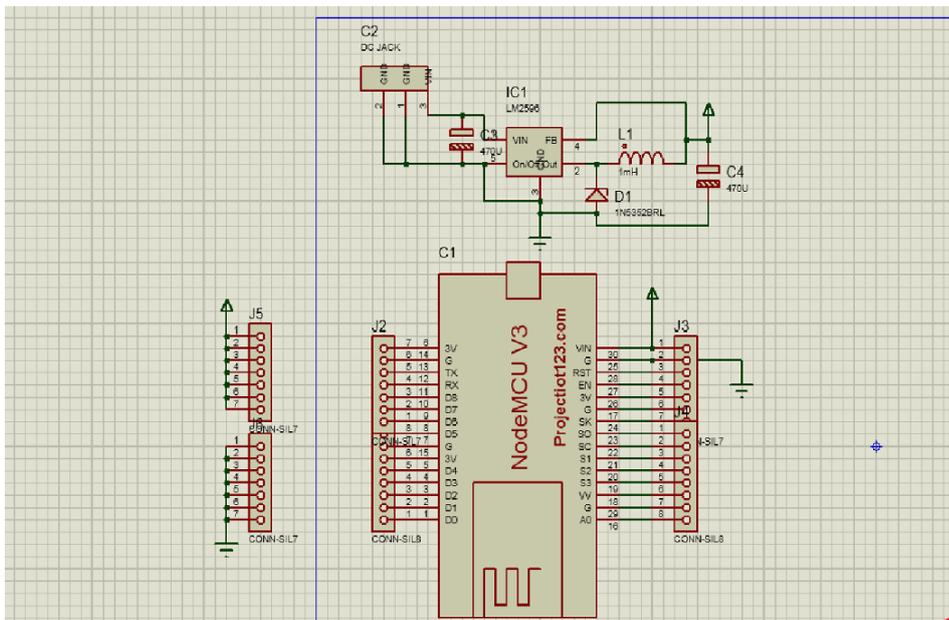
### 2.14. NodeMCU ESP8266

ESP8266 adalah modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3,3v dengan memiliki 3 metode wifi yaitu station, access point, dan both (keduanya). Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memory dan GPIO. Sehingga modul ini dapat berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler apapun karena sudah memiliki perlengkapan seperti mikrokontroler. Mikrokontroler NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat opensource. Terdiri dari perangkat keras berupa *system on chip* ESP8266 dari ESP8266 buatan *espressif system*. [10]



**Gambar 2.16** NodeMCU ESP8266

( Sumber : [www.arduino.biz.id](http://www.arduino.biz.id) )



**Gambar 2.17** Skematik NodeMCU ESP8266

( Sumber : <https://projectiot123.com/2020/09/07/nodemcu-esp8266-library-for-proteus> )

**Tabel 2.6** Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Spesifikasi	Fitur
Microcontroller	Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa LX106
Operating Voltage	3,3 V
Input Voltage	7 – 12V



aplikasi pesan massal tercepat dan teraman yang berada di pasar. Selain itu Telegram juga menyediakan wadah bagi pengembang yang ingin memanfaatkan Open API dan Protocol yang disediakan melalui pengembangan Telegram Bot yang didokumentasikan pada web resminya Bot itu bisa kita artikan sebagai program yang bekerja secara otomatis. Telegram Bot merupakan akun Telegram khusus yang didesain dapat meng-handle pesan secara otomatis. Pengguna dapat berinteraksi dengan Bot dengan mengirimkan pesan perintah (*Command*) melalui pesan private maupun group. Akun Telegram Bot tidak memerlukan tambahan nomor telepon pada penbuatannya.[12]



**Gambar 2.19** Telegram

( *Sumber : [www.malavida.com](http://www.malavida.com)* )