

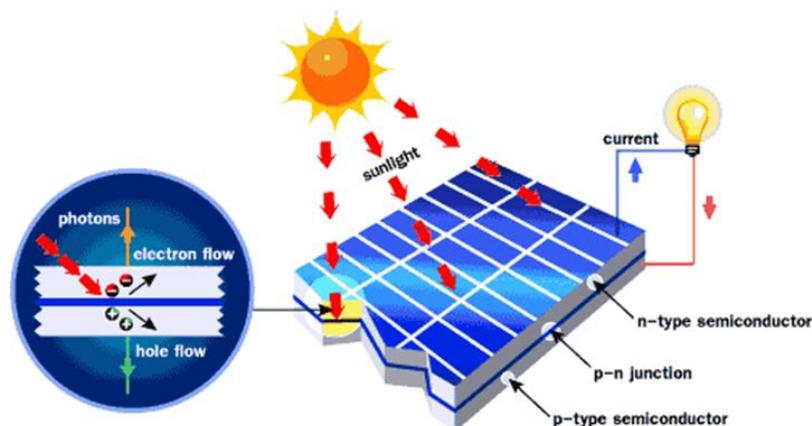
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Solar Cell (*Photovoltaic*)

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atau matahari atau "sol" karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya listrik". Sel surya bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi. Pada umumnya, solar cell merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi 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. Pada sel surya terdapat sambungan (function) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing - masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis "P" (positif) dan semikonduktor jenis "N" (Negatif). Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai junction. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif . Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negatif.

Solar cell atau panel surya adalah alat untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya 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 fotovoltaiik. Solarcell mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan enegi fosil dan isu global warming. energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi (matahari) bisa didapatkan secara gratis. Solar cell dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema solar cell

(Sumber : <http://trebuchet-magazine.com/wp-content/uploads/2013/02/solar-cells.jpg>)

Sebelumnya pernah dilakukan penelitian semikonduktor dengan metode yang sama namun hanya dapat menghasilkan arus maksimal 50 mA. Melalui penelitian sederhana ini kami melakukan penelitian lanjutan dengan mengembangkan rangkaian seri dan paralel dan variasi terhadap jarak antar tembaga hingga dapat mengetahui peluang pemanfaatan solarcell tembaga ini.

2.1.1 Semikonduktor dan Sel Surya

Sebuah semikonduktor adalah sebuah elemen dengan kemampuan listrik di antara sebuah konduktor dan isolator. (Albert Paul Malvino, 2003: 35). Sel surya adalah suatu perangkat yang memiliki kemampuan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan mengikuti prinsip *photovoltaic*, adanya energi dari cahaya (foton) pada panjang gelombang tertentu akan mengeksitasi sebagian elektron pada suatu material ke pita energi yang ditemukan oleh Alexandre Edmond Becquerel (Belgia) pada 1894. Efek ini dapat timbul terutama pada semikonduktor listrik yang memiliki konduktivitas menengah dikarenakan sifat elektron di dalam material yang terpisah dalam pita-pita energi tertentu yang disebut pita konduksi dan pita valensi.

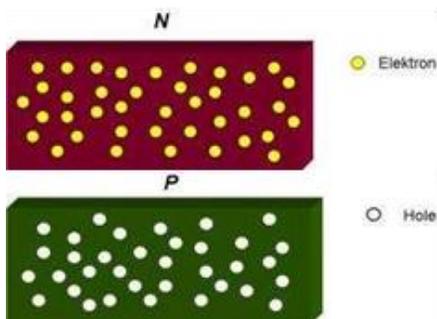
Kedua pita energi tersebut berturut-turut dari yang berenergi lebih rendah adalah pita valensi dan pita konduksi, sedangkan keadaan tanpa elektron disebut dengan celah pita. Celah pita ini besarnya berbeda-beda untuk setiap material semikonduktor, tapi disyaratkan tidak melebihi 3 atau 4 eV ($1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$).

2.1.2 Proses Konversi Solar Cell

Proses pengubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor. Lebih tepatnya tersusun atas dua jenis semikonduktor, yakni jenis n dan jenis p. Semikonduktor jenis n merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan elektron, sehingga kelebihan muatan negatif, ($n = \text{negatif}$). Sedangkan semikonduktor jenis p memiliki kelebihan hole, sehingga disebut dengan p ($p = \text{positif}$) karena kelebihan muatan positif.

Pada awalnya, pembuatan dua jenis semikonduktor ini dimaksudkan untuk meningkatkan tingkat konduktifitas atau tingkat kemampuan daya hantar listrik dan panas semikonduktor alami. Di dalam semikonduktor alami ini, elektron maupun hole memiliki jumlah yang sama. Kelebihan elektron atau hole dapat meningkatkan daya hantar listrik maupun panas dari sebuah semikonduktor. Dua jenis semikonduktor n dan p ini jika disatukan akan membentuk sambungan p-n atau dioda p-n. Istilah lain menyebutnya dengan sambungan metalurgi (metallurgical junction) yang dapat digambarkan sebagai berikut :

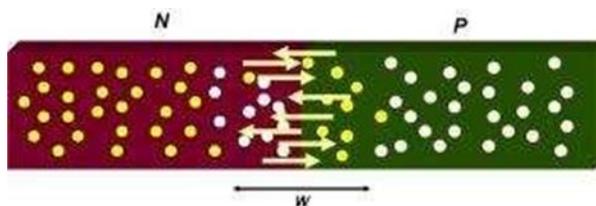
1. Semikonduktor jenis p dan n sebelum disambung



Gambar 2.2 Semikonduktor jenis p dan n Sebelum Disambung

(Sumber: <http://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>)

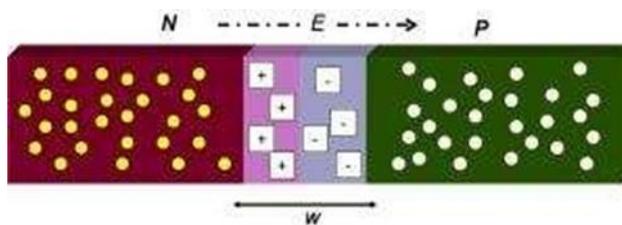
2. Sesaat setelah dua jenis semikonduktor ini disambung, terjadi perpindahan elektron-elektron dari semikonduktor n menuju semikonduktor p, dan perpindahan hole dari semikonduktor p menuju semikonduktor n.



Gambar 2.3 Perpindahan elektron dan hole pada semikonduktor

(Sumber: <http://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat>)

3. Daerah negatif dan positif ini disebut dengan daerah deplesi (depletion region) ditandai dengan huruf W.
4. Baik elektron maupun hole yang ada pada daerah deplesi disebut dengan pembawa muatan minoritas (minority charge carriers) karena keberadaannya di jenis semikonduktor yang berbeda.
5. Dikarenakan adanya perbedaan muatan positif dan negatif di daerah deplesi, maka timbul dengan sendirinya medan listrik internal E dari sisi positif ke sisi negatif, yang mencoba menarik kembali hole ke semikonduktor p dan elektron ke semikonduktor n. Medan listrik ini cenderung berlawanan dengan perpindahan hole maupun elektron pada awal terjadinya daerah deplesi.



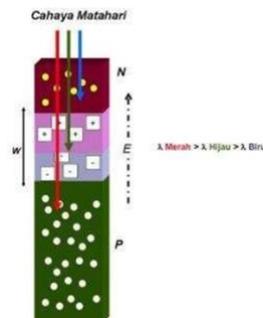
Gambar 2.4 Timbulnya Medan Listrik Internal E

(Sumber: <http://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat>)

6. Adanya medan listrik mengakibatkan sambungan pn berada pada titik setimbang, yakni saat di mana jumlah hole yang berpindah dari semikonduktor p ke n dikompensasi dengan jumlah hole yang tertarik kembali ke arah semikonduktor p akibat medan listrik E. Begitu pula dengan jumlah elektron yang berpindah dari

semikonduktor n ke p, dikompensasi dengan mengalirnya kembali elektron ke semikonduktor n akibat tarikan medan listrik E.

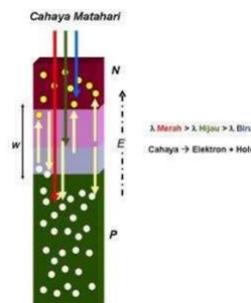
Pada sambungan p-n inilah proses konversi cahaya matahari menjadi listrik terjadi. Untuk keperluan sel surya, semikonduktor n berada pada lapisan atas sambungan p yang menghadap ke arah datangnya cahaya matahari, dan dibuat jauh lebih tipis dari semikonduktor p, sehingga cahaya matahari yang jatuh ke permukaan sel surya dapat terus terserap dan masuk ke daerah deplesi dan semikonduktor p.



Gambar 2.5 Sambungan Semikonduktor Terkena Cahaya Matahari

(Sumber: <http://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat>)

Ketika sambungan semikonduktor ini terkena cahaya matahari, maka elektron mendapat energi dari cahaya matahari untuk melepaskan dirinya dari semikonduktor n, daerah deplesi maupun semikonduktor. Terlepasnya elektron ini meninggalkan hole pada daerah yang ditinggalkan oleh elektron yang disebut dengan fotogenerasi electron hole yakni, terbentuknya pasangan elektron dan hole akibat cahaya matahari.



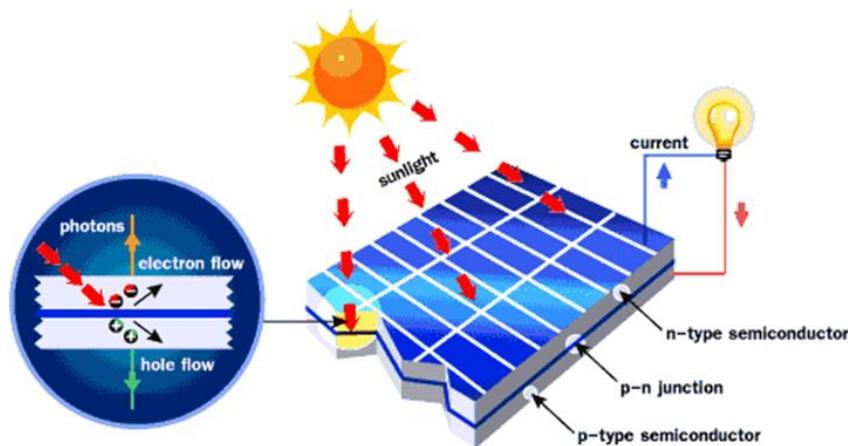
Gambar 2.6 Sambungan Semikonduktor Ditembus Cahaya Matahari

(Sumber: <http://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat>)

Cahaya matahari dengan panjang gelombang (dilambangkan dengan simbol “ λ ” sebagian di gambar atas) yang berbeda, membuat fotogenerasi pada sambungan pn berada pada bagian sambungan pn yang berbeda pula. Spektrum merah dari cahaya matahari yang memiliki panjang gelombang lebih panjang, mampu menembus daerah deplesi hingga terserap di semikonduktor p yang akhirnya menghasilkan proses fotogenerasi di sana. Spektrum biru dengan panjang gelombang yang jauh lebih pendek hanya terserap di daerah semikonduktor n.

Selanjutnya, dikarenakan pada sambungan pn terdapat medan listrik E, elektron hasil fotogenerasi tertarik ke arah semikonduktor n, begitu pula dengan hole yang tertarik ke arah semikonduktor p. Apabila rangkaian kabel dihubungkan ke dua bagian semikonduktor, maka elektron akan mengalir melalui kabel. Jika sebuah lampu kecil dihubungkan ke kabel, lampu tersebut menyala dikarenakan mendapat arus listrik, dimana arus listrik ini timbul akibat pergerakan elektron.

2.1.3 Prinsip Kerja Solar Panel



Gambar 2.7 Skema Proses Kerja Solar Cell

(Sumber: <https://teknologisurya.wordpress.com/dasar-teknologi-sel-surya/prinsip-kerja-sel-surya/>)

Prinsip kerja Solar panel ini juga masih berkaitan dengan efek *photovoltaic*. Sinar matahari saat sampai di bumi memiliki partikel yang sangat kecil yang biasa disebut dengan foton. Dalam sel surya sendiri terdapat berbagai rangkaian semikonduktor yang

terdiri dari atom-atom. Ketika foton menghantam atom tersebut maka energinya mampu memisahkan elektron dari atom tersebut. Pada akhirnya, elektron yang memiliki muatan negatif akan bergerak pada daerah pita konduksi dan material semikonduktor. Atom akan kehilangan elektron dan bisa disebut dengan hole dengan muatan positif. Karena terjadi kekosongan sebab kehilangan elektron.

Pada daerah semikonduktor yang memiliki elektron bebas ini memiliki sifat negatif dan memiliki tugas untuk mendonor elektron. Pada daerah ini dinamakan dengan semikonduktor dengan tipe N. Sedangkan untuk semikonduktor dengan hole yang memiliki sifat positif ini memiliki tugas untuk menerima elektron yang dinamakan dengan semikonduktor tipe P.

Pada pertemuan antara daerah positif dan juga daerah positif ini akan menimbulkan suatu energi yang mana akan mendorong elektron dan hole untuk melakukan gerakan yang berlawanan. Elektron akan menjauhi daerah negatif dan hole akan menjauhi daerah positif.

Sehingga ketika diberikan sebuah beban dengan menggunakan perangkat listrik maka akan menimbulkan arus listrik. Pada dasarnya panel surya ini merupakan suatu diode foto yang memiliki permukaan yang sangat besar sehingga dapat menangkap sinar matahari lebih banyak sehingga dapat menghasilkan energi listrik yang lebih besar pula.

2.1.4 Jenis-Jenis Panel Surya (Solar Cell)

Panel surya/ solar panel merupakan salah satu teknologi penghasil listrik yang sangat populer belakangan ini. Bagi yang tertarik menggunakannya teknologi solar panel perlu mengetahui jenis-jenis panel surya yang bisa anda dapatkan di pasaran. Hal ini disebabkan karena solar panel memiliki beberapa dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Bagi Anda yang ingin mengetahui lebih dalam mengenai jenis-jenis panel surya beserta kelebihan dan kekurangannya, berikut ini adalah ulasannya.

1. *Monocrystalline Silicon*



Gambar2.8 *Monocrystalline Silicon*

(Sumber: www.indiamart.com)

Solar panel *monocrystalline silicon*. Jenis komponen sel surya yang satu ini merupakan jenis yang paling banyak digunakan karena kelebihan yang dimilikinya. Sel surya ini terbuat dari silikon yang diiris tipis-tipis dengan menggunakan mesin. Irisan bisa menjadi lebih tipis dan juga karakteristiknya identik karena penggunaan mesin potong ini.

Untuk kelebihanannya, jenis sel surya satu ini ini bisa disebut sebagai salah satu sel surya yang paling efisien digunakan. Hal ini disebabkan karena penampangnya dapat menyerap cahaya matahari dengan lebih efisien dibandingkan dengan bahan sel surya yang lainnya.

Efisiensi konversi cahaya matahari menjadi listrik yang dimiliki oleh bahan sel surya ini adalah sekitar 15%. Jumlah ini merupakan salah satu jumlah yang cukup besar jika dibandingkan dengan bahan penyusun sel surya yang lain meski dengan ukuran penampang yang sama.

Panel surya yang satu ini juga menjadi salah satu yang paling banyak digunakan karena paling cocok untuk kebutuhan sehari-hari. Anda bisa menggunakan berbagai peralatan listrik termasuk Pompa Submersible dengan panel surya ini.

Sayangnya jenis solar panel yang satu ini akan membutuhkan cahaya yang sangat terang ketika beroperasi. Ia akan mengalami pengurangan efisiensi jika berada pada cuaca yang berawan dan mendung. Untuk ciri-ciri panel surya *monocrystalline silicon* ini memiliki warna hitam dan juga bentuk yang tipis seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

2. *Polycrystalline Silikon*



Gambar 2.9 *Polycrystalline silikon*

(Sumber :www.alibaba.com)

Jenis solar panel selanjutnya yang bisa digunakan adalah *polycrystalline silicon*. Teknologi panel surya ini merupakan teknologi panel yang terbuat dari batang silikon yang kemudian dicairkan.

Teknologi panel ini memiliki kelebihan dari segi susunannya yang lebih rapi dan lebih rapat. Untuk cirinya, biasanya solar panel ini memiliki penampilan yang unik karena terkesan seperti ada retakan-retakan di dalam sel surya yang dimilikinya.

Teknologi panel surya yang satu ini juga memiliki kekurangan yang cukup mirip dengan *monocrystalline silicon* yang telah disebutkan sebelumnya. Panel surya *polycrystalline* memiliki kekurangan ketika digunakan pada daerah yang rawan dan sering mendung. Ketika diletakkan atau digunakan pada area seperti ini, maka efisiensi yang dimilikinya akan turun.

Jika dibandingkan dengan efisiensi *monocrystalline*, polikristalin silikon ini memiliki efisiensi yang lebih rendah. Oleh karena itu untuk menghasilkan tenaga listrik

dengan jumlah yang sama, jenis panel tenaga surya yang satu ini akan diperlukan penampang yang lebih besar.

3. *Thin Film Solar Cell*



Gambar 2.10 *Thin Film Solar Cell*

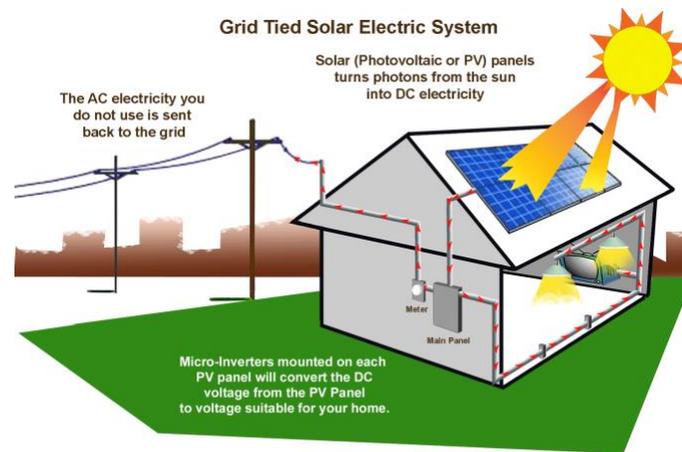
(Sumber:<https://www.indiamart.com/>)

Teknologi Panel surya yang akan dibahas selanjutnya adalah teknologi thin film solar cell. Ini merupakan sebuah teknologi panel solar yang dibuat dengan menggunakan sel surya yang tipis yang kemudian dipasangkan pada sebuah lapisan dasar. Dengan begitu jika dilihat secara fisik, solar panel ini merupakan film solar sel yang memiliki dua lapisan

Kelebihan yang dimiliki oleh teknologi solar panel yang satu ini bisa dilihat dari kondisi fisiknya. Sesuai dengan nama yang dimilikinya teknologi solar panel yang satu ini memiliki ukuran yang sangat tipis, hal ini menyebabkan solar panel yang satu ini memiliki bobot yang lebih ringan dan memiliki sifat yang lebih fleksibel. Selain itu teknologi solar panel yang satu ini merupakan teknologi yang dapat bekerja dengan sangat baik ketika berada pada cahaya *fluorescent*.

Untuk kekurangannya, efisiensi yang dimiliki oleh panel surya yang satu ini memang cukup rendah. Anda hanya bisa mendapatkan penangkapan sebesar 8,5% untuk penampang yang sama luasnya dengan monocrystalline yang sudah disebutkan sebelumnya. Untuk penggunaannya, jenis panel yang satu ini memang lebih cocok digunakan untuk kebutuhan komersil.

2.1.5 Cara Kerja Panel Surya Secara Sederhana



Gambar 2.11 Ilustrasi Proses Kerja dari Panel Surya Secara Sederhana
(sumber: www.solarcellsurya.com)

Panel surya adalah perangkat yang dapat mengubah energi cahaya menjadi arus listrik. Solar cell bisa disebut sebagai pemeran utama untuk memaksimalkan potensi energi cahaya matahari yang sampai ke bumi, walaupun selain dipergunakan untuk menghasilkan listrik, energi dari matahari juga bisa dimaksimalkan energi panasnya melalui sistem solar thermal.

Panel surya terdiri dari kumpulan sel-sel surya. Setiap sel surya terdiri dari dua lapisan silikon yang saling menempel, yaitu lapisan silikon tipe-n dan lapisan silikon tipe-p.

Lapisan silikon tipe-n dan tipe-p terbentuk dari lapisan silikon murni yang disebut semikonduktor intrinsik. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan atom di mana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Dalam semikonduktor tipe-n, terdapat muatan negatif yang berlebih, sedangkan dalam semikonduktor tipe-p, terdapat muatan positif yang berlebih di dalam struktur atomnya.

Cara kerja panel surya diwakili oleh lapisan silikon tipe-n dan tipe-p yang digunakan untuk membentuk suatu medan listrik sehingga elektron bisa diolah untuk menghasilkan listrik. Saat semikonduktor tipe-p dan tipe-n terhubung, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p, dari hal tersebut maka akan membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya akan terjadi kutub negatif pada semikonduktor tipe-p.

Akibat dari aliran elektron dan hole ini, terbentuklah medan listrik di mana ketika cahaya matahari mengenai susunan lapisan silikon tipe-n dan tipe-p, maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang.

Secara mudahnya, cara kerja panel surya ini antara lain :

1. Cara kerja panel surya yang pertama adalah panel surya dapat menghasilkan listrik dengan menggunakan sistem *fotovoltaik*. *Fotovoltaik* adalah fenomena yang mengubah energi matahari menjadi arus listrik.
2. Listrik yang dihasilkan oleh sistem panel surya dapat digunakan secara langsung. Misalnya lampu, pompa, radio, dan lain sebagainya.
3. Listrik yang dihasilkan oleh sistem panel surya juga dapat digunakan untuk peralatan rumah tangga, seperti lemari pendingin, air conditioner, televisi, dan lainnya dengan menggunakan inverter atau sistem VAC.
4. Cara kerja panel surya yang terakhir adalah kita dapat menggunakan panel surya selama 24 jam dengan bantuan penggunaan baterai.

2.2 Pengertian Sensor Ultrasonik

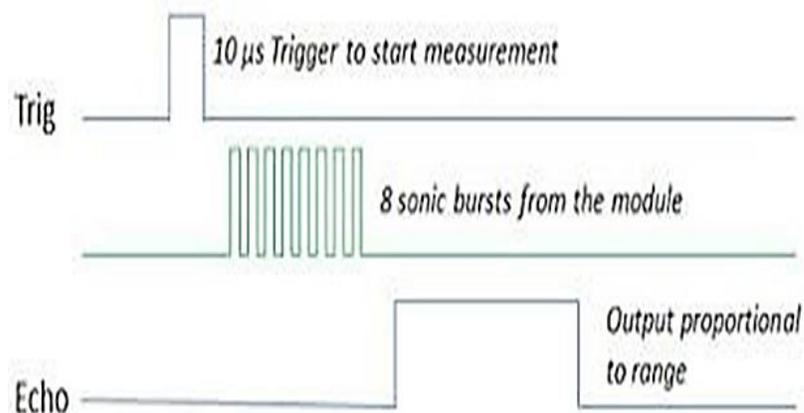
Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran fisis atau bunyi menjadi besaran listrik dan juga sebaliknya. Cara kerja pada sensor ini adalah dengan cara pantulan suatu gelombang suara yang dapat digunakan untuk menafsirkan eksistensi atau jarak suatu pada benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik) dalam mendeteksi suatu jarak benda . Berikut adalah gambar 2.12. bentuk dari sensor ultrasonik HC- SR04



Gambar 2.12 Bentuk Sensor Ultrasonic HC-SR04

(sumber:www.hackster.io)

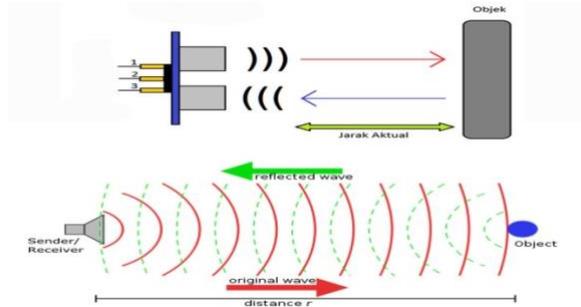
Gelombang ultrasonik merupakan gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik ini tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh binatang seperti anjing, kucing, kelelawar, dan lumba- lumba. Bunyi ultrasonik dapat merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik pada permukaan zat cair. Jika, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa. Berikut adalah visualisasi dari sinyal yang dikirimkan oleh sensor HC-SR04



Gambar 2.13 sistem pewaktu pada sensor HC-SR04

(Sumber:www.elangsakti.com)

2.2.1 Cara kerja Sensor Ultrasonic



Gambar 2.14 Cara kerja sensor ultrasonik.

(sumber:www.elangsakti.com)

Pada sensor ultrasonik ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik dapat menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut.

Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu ke area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target yang selanjutnya akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor akan menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima. Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut :

- a. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan menggunakan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
- b. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal akan dipantulkan oleh benda tersebut.
- c. Setelah gelombang pantulan sampai pada alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda. Jarak benda dihitung menggunakan rumus :

$$S = 340 \cdot t/2 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

S = merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul).

t = adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver.

2.2.2 Konfigurasi PIN Sensor Ultrasonik HC-SR04

Untuk melakukan sebuah unjuk kerja, Sensor Ultrasonik tipe HC-SR04 harus dikonfigurasi menggunakan pin-pinnya. Dimana konfigurasi pinnya ditunjukkan pada tabel 2.1 di bawah ini :

Tabel 2.1 Konfigurasi PIN Sensor Ultrasonik HC-SR04

No. PIN	Nama PIN	Fungsi dan konfigurasi
1	VCC	Terhubung ke tegangan 5V DC
2	Trig	Untuk mengirim gelombang Ultrasonik
3	Echo	Untuk menerima pantulan gelombang Ultrasonik
4	GND	Terhubung ke ground

Sensor Ultrasonik merupakan sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan dari gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu obyek tertentu yang ada di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah diatas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz.

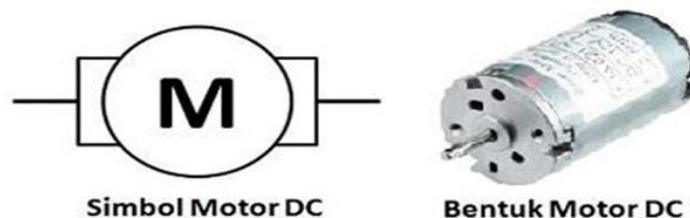
Sensor Ultrasonik ini terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Di dalam robotik sensor ini memiliki tiga tujuan yang berbeda tetapi saling terhubung satu sama lain yaitu: penghindaran rintangan (*obstacleavoidance*), pemetaan sonar (*sonar mapping*), dan pengelaan objek (*object recognition*).

2.3 Pengertian Motor DC (*Direct Current*)

Motor Listrik DC atau DC Motor adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor mempunyai dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya suatu benda. Motor listrik DC ini pada umumnya digunakan pada perangkat-perangkat elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti contoh Vibrator Ponsel, Kipas DC dan Bor Listrik DC.

Motor Listrik DC atau DC Motor ini menghasilkan sejumlah putaran per menit yang biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per minute*) dan dapat dibuat berputar dengan searah jarum jam ataupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada Motor DC tersebut dibalik. Motor Listrik DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk yang berbeda. Kebanyakan Motor Listrik DC memberikan kecepatan rotasi atau perputaran sekitar 3000 rpm hingga 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V. Apabila tegangan yang diberikan pada Motor Listrik DC lebih rendah dari tegangan operasionalnya maka dapat memperlambat rotasi motor DC tersebut. Sedangkan tegangan yang makin tinggi dari pada tegangan operasional akan menjadikan rotasi motor DC menjadi lebih cepat.

Apabila tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut akan turun menjadi dibawah 50% dari tegangan operasional yang ditentukan maka Motor DC tersebut tidak dapat berputar atau terhenti. Kemudian, apabila tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut lebih tinggi antara 30% dari tegangan operasional yang ditentukan, maka motor DC tersebut akan menjadi sangat panas dan akhirnya akan menjadi rusak. Berikut gambar 2.15 Simbol motor DC dan bentuk dari motor DC :



Gambar 2.15 Simbol motor DC dan bentuk dari motor DC

(Sumber: www.webstudi.site)

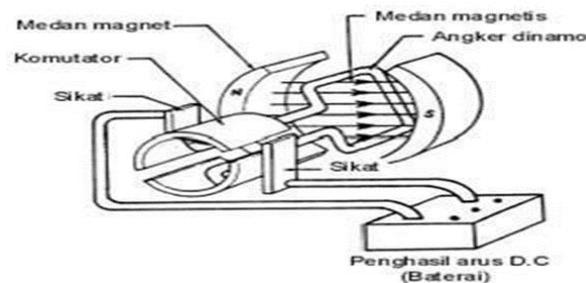
Pada waktu Motor listrik DC berputar tanpa ada beban, hanya sedikit arus listrik atau daya yang digunakannya, namun pada saat diberikan beban, jumlah arus yang digunakan akan meningkat mencapai ratusan persen maupun hingga 1000% atau lebih (tergantung jenis beban yang diberikan). Oleh karena itu, produsen Motor DC biasanya akan mencantumkan *Stall Current* pada Motor DC. Stall Current merupakan arus pada saat poros motor berhenti karena mengalami beban maksimal.

2.3.1 Prinsip kerja dari Motor DC

Terdapat dua bagian utama pada sebuah Motor DC, yakni Stator dan Rotor. Stator merupakan bagian motor yang tidak berputar, bagian yang statis ini terdiri dari rangka dan kumparan medan. Sedangkan Rotor merupakan bagian yang berputar, bagian rotor ini terdiri dari kumparan Jangkar. Dua bagian utama ini dapat dibagi lagi menjadi beberapa komponen penting yakni diantaranya merupakan *Yoke* (kerangka magnet), *Poles* (kutub motor), *Field winding* (kumparan medan magnet), *Armature Winding* (Kumparan Jangkar), *Commutator* (Komutator) dan *Brushes* (kuas/sikat arang).

Pada prinsip kerja motor listrik DC menggunakan fenomena elektromagnet yang digunakan untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan maka akan bergerak menghadap ke utara magnet. Karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet maupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan bergeraknya kumparan berhenti.

Berikut adalah gambar 2.16 Prinsip kerja dari motor DC :



Gambar 2.16 Prinsip kerja dari Motor DC

(Sumber:<https://elektronika-dasar.web.id>)

Untuk menggerakkan motor DC lagi, tepat pada waktu kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus pada kumparan akan dibalik. Maka dengan demikian, kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatannya akan berubah menjadi kutub utara. Pada waktu perubahan kutub terjadi, kutub selatan kumparan akan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub utara kumparan akan berhadapan dengan kutub utara magnet. Karena kutubnya sama, maka akan menjadikan tolak menolak

sehingga kumparan bergerak memutar hingga utara kumparan berhadapan dengan selatan magnet dan selatan kumparan berhadapan dengan utara magnet. Pada saat ini, arus yang mengalir ke kumparan dibalik kembali dan kumparan akan berputar lagi karena adanya pe Arduino adalah sebuah rangkaian elektronik yang bersifat open source, dan mempunyai piranti keras dan lunak yang mana mudah untuk digunakan. Arduino mampu mengenali lingkungan sekitar melalui berbagai jenis sensor serta dapat mengontrol lampu, motor, dan berbagai jenis actuator lainnya. rubahan kutub. Siklus ini akan berulang-ulang hingga arus listrik pada kumparan diputuskan.

2.4 Pengertian Arduino UNO R3

Arduino adalah sebuah rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, dan mempunyai piranti keras dan lunak yang mana mudah untuk digunakan. Arduino mampu mengenali lingkungan sekitar melalui berbagai jenis sensor serta dapat mengontrol lampu, motor, dan berbagai jenis actuator lainnya. Mikrokontroler adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang dapat diprogram menggunakan komputer. Tujuan memasang program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. jadi mikrokontroler bertugas sebagai „otak“ yang dapat mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik. Berikut ini adalah gambar 2.17 bentuk dari Arduino UNO R3 :



Gambar 2.17 Bentuk dari Arduino UNO R3

(Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno)

Arduino UNO R3 merupakan papan mikrokontroler berbasis ATmega328 yang mempunyai 14 pin digital input/output (atau bisa ditulis I/O, dimana 6 pin bisa di pakai

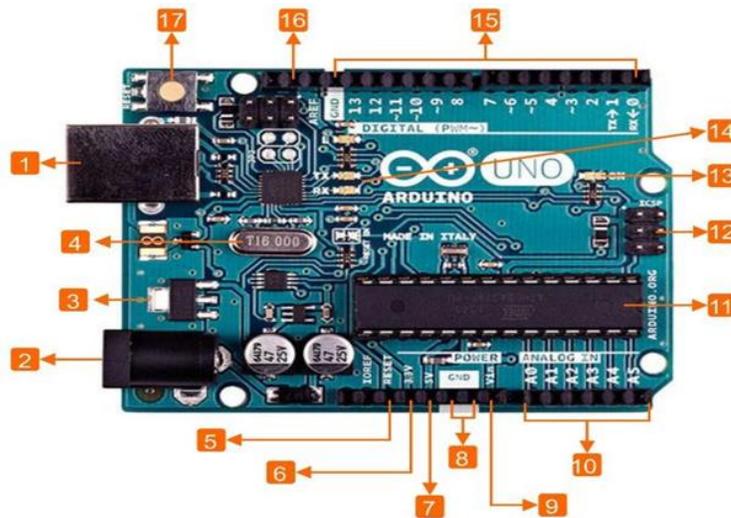
untuk output PWM), 6 pin input analog, menggunakan *crystal /clock speed* 16 MHZ, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset sebagai program awal. Hal tersebut merupakan semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler. Hanya dengan menyambungkan ke komputer dengan kabel USB atau diberi power dengan adaptor AC-DC atau baterai, alat sudah bisa digunakan tanpa khawatir akan melakukan sesuatu yang salah. Board ini, ya eksternal dengan adaptor AC-DC maupun baterai untuk menjalankannya (Arduino, Inc., 2009). membutuhkan daya yang terhubung dengan komputer dan juga kabel USB atau da

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino UNO R3 :

<i>Chip Kontrol</i>	<i>ATmega 328P</i>
<i>Tegangan Input</i>	<i>(disarankan) 7-12 V</i>
<i>Batas tegangan Input</i>	<i>6-20 V</i>
<i>Pin Digital I/O</i>	<i>14 (dimana 6 pin output PWM)</i>
<i>Pin Analog Input pin</i>	<i>6 buah</i>
<i>Arus DC per I/O</i>	<i>40 Ma</i>
<i>Arus DC untuk pin</i>	<i>3,3 V 50 Ma</i>
<i>Flash Memory</i>	<i>32 KB (ATmega328), yang dimana 0,5 KB digunakan oleh bootloader</i>
<i>SRAM</i>	<i>2 KB (ATmega328)</i>
<i>EERPROM</i>	<i>1 KB (ATmega328)</i>
<i>Clock Speed</i>	<i>16 MHz</i>
<i>Dimensi</i>	<i>Berukuran 68,6 mm x 53,4 mm</i>
<i>Berat</i>	<i>25 g</i>

2.4.1 Bagian papan Arduino UNO R3

Sebelum menggunakan Arduino, ada baiknya melakukan pengenalan terlebih dahulu terhadap bagian-bagian dari papan Arduino. Mengingat banyaknya jenis papan Arduino, dalam tulisan ini akan dipaparkan papan Arduino UNO, yang merupakan papan arduino yang paling populer dan papan arduino terbaik untuk memulai belajar elektronika dan pemrograman. Dengan mengenal dari bagian-bagian dari papan Arduino UNO diharapkan akan mempermudah dalam mempelajari jenis papan arduino yang lain. Secara garis besar bentuk dan komponen dasar dari papan Arduino akan menyerupai dengan gambar 2.18 di bawah ini :



Gambar2.18 Bagian-bagian papan Arduino UNO R3

(Sumber:<https://fungkynotes.blogspot.com>)

Power USB :Power USB dipakai untuk memberikan catu daya ke papan Arduino dengan menggunakan kabel USB dari komputer.

1. Power (*Barrel Jack*) :Papan Arduino juga dapat diberi catu daya secara langsung dari sumber daya AC dengan menyambungkan ke Barrel Jack.
2. *Voltage Regulator* : Fungsi dari voltage regulator merupakan untuk mengendalikan tegangan yang akan diberikan ke papan Arduino dan menstabilkan tegangan DC yang digunakan oleh prosesor dan elemen-elemen lainnya.

3. *Crystal Oscillator* : *Crystal oscillator* membantu Arduino dalam hal yang berhubungan dengan waktu. Bagaimana Arduino menghitung waktu? Jawabannya adalah, dengan menggunakan crystal oscillator. Angka yang tertulis pada bagian atas crystal 16.000H9H yang berarti bahwa frekuensi dari oscillator tersebut merupakan 16.000.000 Hertz atau 16 MHz.
4. 5, 17 Arduino Reset : Kita dapat mereset papan arduino, seperti contoh memulai program dari awal. Terdapat dua cara untuk mereset Arduino UNO. Pertama, dengan menggunakan reset button (17) pada papan arduino. Kedua, dengan menambahkan reset eksternal ke pin Arduino yang mempunyai label RESET (5).

6, 7, 8, 9 Pins (3.3, 5, GND, Vin) :

3.3V (6) – Supply 3.3 sebagai output volt

5V (7) – Supply 5 sebagai output volt

Sebagian besar komponen yang digunakan papan Arduino bekerja dengan baik pada tegangan 3.3 volt dan 5 volt.

GND (8) (Ground) – Akan ada beberapa pin GND pada Arduino, salah satunya dapat dipakai untuk menyambungkan ground rangkaian.

Vin (9) – Pin ini juga bisa digunakan untuk memberi daya ke papan Arduino dari sumber daya eksternal, seperti sumber daya AC.

10. Analog pins : Papan Arduino UNO memiliki lima pin input analog A0 sampai A5. Pin-pin ini dapat membaca sinyal dari sensor analog seperti sensor kelembaban atau temperatur dan mengubahnya menjadi nilai digital yang dapat dibaca oleh mikroprosesor.
11. *Main microcontroller* : Setiap papan Arduino mempunyai Mikrokontroler (11). Kita dapat menganggapnya sebagai otak dari papan Arduino. IC (integrated circuit) utama pada Arduino sedikit berbeda diantara papan arduino yang satu dengan yang lainnya. Mikrokontroler yang sering digunakan adalah ATMEL. Kita harus memahami IC apa yang dimiliki oleh papan arduino sebelum melewati memprogram arduino melalui arduino IDE. Informasi tentang IC terdapat pada bagian atas IC. Untuk mengetahui

kontruksi detail dari suatu IC, kita dapat memahami lembar data dari IC yang bersangkutan.

12. ICSP pin : Kebanyakan, ICSP (12) merupakan AVR, suatu programming header kecil untuk Arduino yang berisi tentang MOSI, MISO, SCK, RESET, VCC, dan GND. Hal ini sering dirujuk sebagai SPI (Serial Peripheral Interface), yang dapat dipertimbangkan sebagai “expansion” dari output. Sesungguhnya, kita memasang perangkat output ke master bus SPI.
13. Power LED indicator : LED ini harus menyala jika terhubung dengan Arduino ke sumber daya. Jika LED tidak akan menyala, maka terdapat sesuatu yang salah dengan sambungan.
14. TX dan RX LED : Pada papan Arduino, kita akan menemukan label : TX (transmit) dan RX (receive). TX dan RX akan memunculkan dua tempat pada papan Arduino Uno. Pertama, di pin digital 0 dan 1, yang dapat digunakan untuk menunjukkan pin yang bertanggung jawab untuk komunikasi serial. Kedua, TX dan RX led (13). TX led akan mulai berkedip dengan kecepatan yang berbeda pada saat mengirim data serial. Kecepatan kedip tergantung pada baut rate yang digunakan pada oleh papan arduino. RX berkedip pada waktu menerima proses.
15. Digital I/O : Papan Arduino Uno memiliki 14 pin I/O digital (15), 6 pin output menyediakan PWM (Pulse Width Modulation). Pin-pin ini dapat dikonfigurasi sebagai pin digital input untuk membaca nilai logika (0 atau 1) atau sebagai pin digital output untuk mengendalikan modul-modul seperti LED, relay, dan lain-lain. Pin yang berlabel “~” dapat digunakan untuk membangkitkan PWM.
16. AREF : AREF merupakan singkatan dari Analog Reference.

2.5 Transformator Step Down

Trafo step down adalah transformator yang mengurangi tegangan output. Transformator step-down memiliki lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC.

2.5.1 Fungsi Transformator Step Down

Fungsi transformator step down adalah mengubah tegangan tinggi dengan arus rendah menjadi tegangan rendah dengan arus tinggi. Fungsi utama transformator step down adalah menurunkan tegangan listrik dan menyesuaikan dengan kebutuhan elektronika. Daya pada transformator diukur menggunakan produk dari tegangan dan arus. Daya pada transformator dinilai dalam Volt - Amps VA. Idealnya, daya pada setiap transformator adalah konstan, yaitu daya yang tersedia pada sekunder transformator sama dengan daya pada primer transformator.

2.5.2 Cara Kerja Transformator Step Down

Transformer bekerja pada prinsip “hukum induksi elektromagnetik Faraday”. Faraday menyatakan “ketika fluks magnetik yang menghubungkan suatu perubahan sirkuit, gaya gerak listrik yang diinduksi dalam rangkaian sedang proporsional dengan laju perubahan dalam hubungan fluks”. Tindakan transmisi dalam transformator dilakukan dengan saling induksi antar belitan. Jumlah belitan dalam belitan primer dan sekunder masing-masing menentukan Gaya Motor Elektro yang diinduksi antara dua belitan dan rasio ini disebut sebagai Rasio.



Gambar 2.19 Step Down

(Sumber: www.amazon.com)

2.6 Pengertian Baterai Lithium 18650

Baterai (*Battery*) lithium 18650 adalah baterai sel khusus yang dapat di isi ulang dengan kemampuan yang tinggi. Ia merupakan satu dari sederetan baterai berbahan lithium ion. Sebagaimana umumnya baterai sel lithium ion, tegangan yang dihasilkannya sebesar 3,6V dan 3,7V.

2.6.1 Tegangan dan Kapasitas

Tegangan kerja *Battery Lithium-Ion* 18650 adalah 3,7 Volt. Maksimum dapat di cas 4,2 Volt dan battery dianggap kosong pada tegangan 2,8 – 3,0 Volt. Jadi ketika anda mengukur tegangan battery-nya 2,8 – 3,0 V, berarti battery tersebut sudah kosong, alias perlu di cas kembali.

2.6.2 Cara Tes Kapasitas Baterai Lithium 18650 dengan Akurat

Cara Tes Kapasitas Baterai Lithium 18650 dengan Akurat. Banyak sekali baterai lithium ion yang beredar dipasaran dengan spesifikasi yang fantastis. bahkan ada yang mengklaim sampai 10.000 mah. Bisa dipastikan klaim tersebut sangat jauh dari kenyataan. Sebagai contoh berbagai merek berkualitas seperti LG (yang menyupply baterai untuk mobil tesla) maupun Panasonic rata-rata memproduksi dengan kapasitas 2200-3000 mah.

Cara Tes Kapasitas Baterai memang bukan hal yang mudah karena harus ada proses Charge (pengisian daya) lalu di Discharge (Pengurasan Daya) sehingga diketahui kapasitas riil baterai yang diuji.



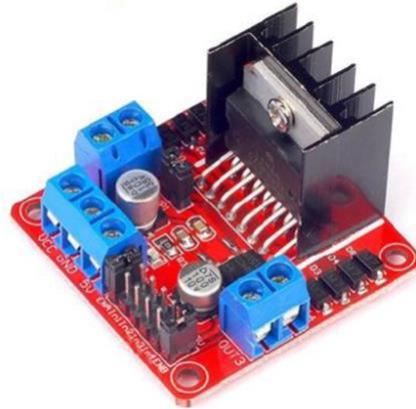
Gambar 2.20 Baterai lithium-ion 18650

(Sumber:www.tokopedia.com)

2.7 *Driver Motor* L298N

Driver Motor adalah rangkaian yang digunakan untuk mengatur arah putaran dari motor DC. Rangkaian terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor DC. Tetapi dipasaran telah disediakan IC L298N sebagai driver motor DC yang dapat mengatur arah putar dan disediakan pin untuk input yang berasal dari PWM untuk mengatur kecepatan motor DC. Motor DC tidak dapat dikendalikan secara langsung oleh mikrokontroler, karena

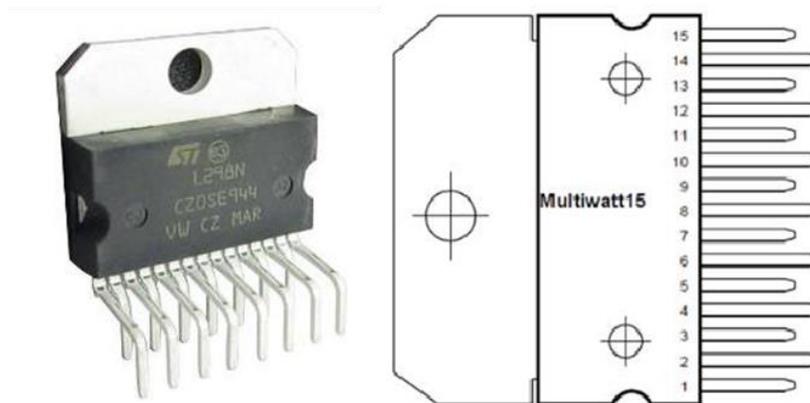
kebutuhan arus listrik yang besar pada motor DC sedangkan arus keluaran pada mikro sangat kecil. Driver motor merupakan pilihan alternatif yang harus digunakan untuk mengendalikan motor DC pada robot beroda. (<http://kedairobot.com/components/35-l298-motor-driver.html>).



Gambar 2.21 Module Driver L298N

(sumber: nyebarilmu, 2017)

L298N adalah driver motor yang memiliki dua buah rangkaian H-Bridge didalamnya, sehingga dapat digunakan untuk men-drive dua buah motor DC. H- Bridge driver motor DC L298N masing-masing dapat menghantarkan arus hingga 2A. IC L298N memiliki 15 kaki yang memiliki fungsi tersendiri. Konfigurasi kaki- kaki IC L298N dapat kita lihat pada gambar 2.4 berikut ini, sedangkan keterangan fungsi untuk setiap kakinya dapat dilihat pada tabel 2.3.



Gambar 2.22 IC Driver motor L298N

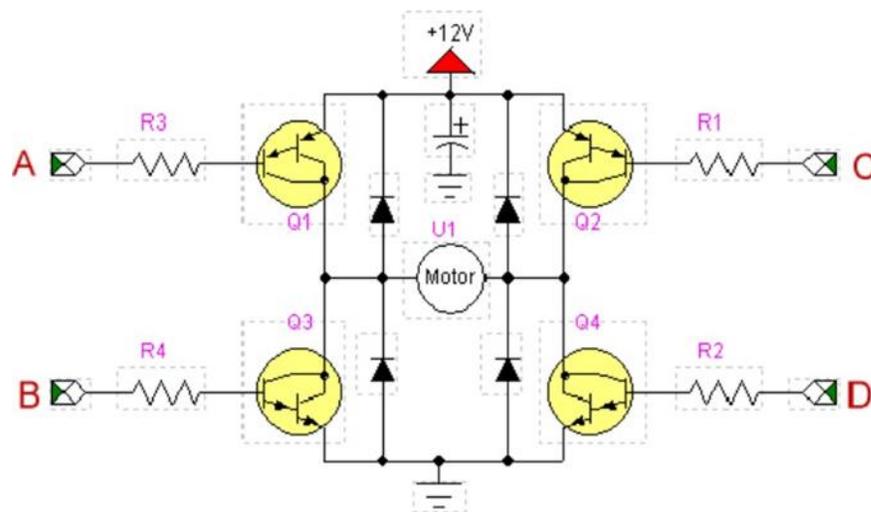
(Sumber: www.robotics-university.com)

Tabel 2.3 Keterangan pin IC L298

Pin	Nama pin	Pin	Nama pin
1	Current Sensing A	9	Vss (tegangan supply IC)
2	Output 1	10	Input 3
3	Output 2	11	Enable B
4	Vs (tegangan supply motor)	12	Input 4
5	Input 1	13	Output 3
6	Enable A	14	Output 4
7	Input 2	15	Current Sensing B
8	Ground		

2.7.1 Cara Kerja *Driver Motor L298N*

Prinsip kerja motor driver ini sesuai dengan bentuk rangkaian transistornya yang berupa H-bridge.

**Gambar 2.23 H-Bridge Transistor**

(Sumber : Repository UMY, 2017)

Motor driver ini bekerja untuk menggerakkan maksimal 2 motor DC terpisah atau bisa digunakan untuk 1 motor stepper bipolar 2 fasa, menggunakan masukan logic-level dari Arduino atau jenis kit mikrokontroler yang lain.

2.7.2 Konfigurasi Pin Motor Driver L298N

Tabel 2. 4 Konfigurasi Pin Motor Driver L298N

5 V	Sumber suplai tegangan 5V ke modul
GND	Penghubung ground
Out 1, Out 2	Mengatur motor DC A
Out 3, Out 4	Mengatur motor DC B
En A	Mengaktifkan PWM untuk motor DC A
En B	Mengaktifkan PWM untuk motor DC B
In 1, In 2	Mengatur masukan ke motor DC A
In 3, in 4	Mengatur masukan ke motor DC B

(Sumber : Nyebarilmu, 2017)

2.8 BMS *Battery Protection Board* (3S)

Battery management system (BMS) adalah perangkat yang digunakan untuk menyeimbang, pemantauan dan proteksi pada baterai yang disusun secara seri atau baterai susun. BMS dilengkapi dengan *passive cell balancing*, sensor tegangan setiap baterai, sensor arus, sensor suhu, Rangkaian proteksi untuk memutus arus.

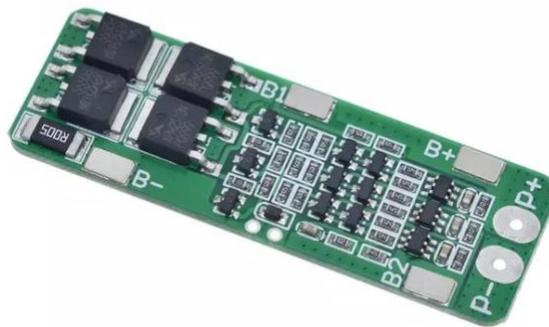
Beberapa fungsi spesial sistem manajemen baterai meliputi:

- Penyeimbangan muatan (*charge balancing*), untuk memastikan semua sel menyelesaikan pengisian pada waktu yang sama lalu untuk mencegah kerusakan melalui pengisian berlebih.
- Penyeimbangan aktif (*active balancing*), di mana energi dialihkan dari sel lebih kuat ke sel lebih lemah, untuk memastikan semua sel mencapai titik pembuangan maksimum pada saat bersamaan.
- Pemantauan suhu (*temperature monitoring*), untuk menghindari kerusakan karena terlalu panas.
- Cut-off tegangan rendah (*low-voltage cut-off*), cara mengisolasi baterai ketika sel mana pun mencapai tegangan minimum yang disarankan, serta untuk menghindari kerusakan karena pemakaian berlebih.

- Pemantauan *state of charge* (SOC) semua sel baterai untuk mobil listrik. Melalui pemantauan tegangan dan arus, sisa kapasitas masing-masing sel dapat dihitung.

Battery protection board ini digunakan untuk *over charge protection*, *over-discharge protection*, *short circuit protection*, *overcurrent protection* dan disertai dengan balance pada jenis baterai li-on lithium 18650 ketika melakukan pengisian sehingga baterai anda terlindungi.

- 1) Dibuat dengan sirkuit yang mampu mendeteksi tegangan dengan presisi tinggi.
- 2) Dibuat dengan tiga sirkuit deteksi arus (1 over current, 2 over current, load short circuit)
- 3) Melalui tabung MOS, sehingga dapat mengendalikan pengisian dan pemakaian baterai;
- 4) Konsumsi arus ketika standby rendah



Gambar 2.24 3S battery protection board

(Sumber: <https://www.aliexpress.com/item/32808058921.html>)

Main function: over charging protection, over discharge protection, short circuit protection, over current protection function. Usage: 2 string 7.4V lithium Lipo Li-ion 18650 battery phosphate rechargeable battery pack. Stable performance.

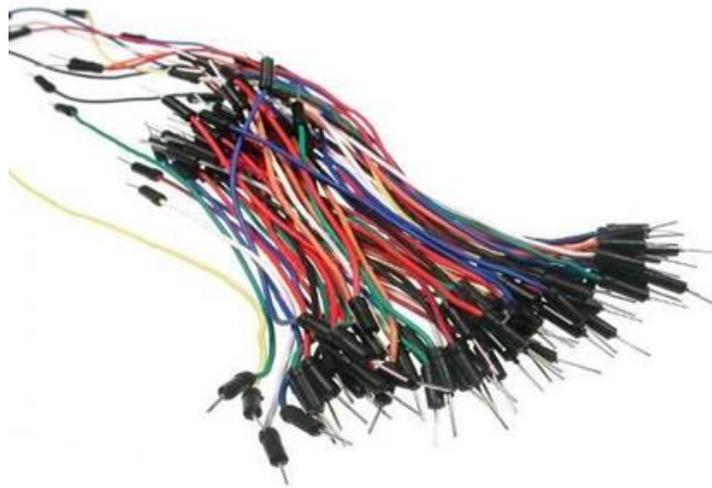
2.9 Kabel Jumper

Jumper pada sebuah komputer sebenarnya adalah connector penghubung sirkuit elektrik yang digunakan untuk menghubungkan atau memutus hubungan pada suatu sirkuit. Jumper juga digunakan untuk melakukan setting pada papan Motherboard elektrik seperti *motherboard* komputer.

Kabel jumper adalah kabel yang lazimnya di gunakan sebagai penghubung antara Arduino Uno dengan board atau Arduino Uno dengan sensor yang akan digunakan. Kabel

jumper menghantarkan listrik atau sinyal. Kabel jumper menghantarkan listrik atau sinyal melalui logam di dalamnya yang bersifat konduktor. Ada tiga jenis kabel jumper yang dapat dilihat dari ujungnya, yaitu:

- a. *Male-Male*
- b. *Male-Female*
- c. *Female-Female*



Gambar 2.25 Kabel Jumper yang memiliki beberapa macam warna

(Sumber: Kedairobot, 2017)

2.10 Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino board merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroler dapat bekerja. Arduino board akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya.

Bahasa Pemrograman Arduino adalah bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk arduino board. Bahasa pemrograman arduino menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya.

Karena menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya, bahasa pemrograman arduino memiliki banyak sekali kemiripan, walaupun beberapa hal telah berubah.