

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh helly andry (2010) tentang *study* desain *power bank* dengan menggunakan panel surya sebagai sumber energi *alternative*.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Deddy Susilo (2013) energi getaran adalah sumber energi baru dan terbarukan yang dapat diperoleh di alam secara berkelanjutan dan sangat berpotensi untuk dikembangkan. Getaran tersebut dapat dipanen energinya dengan menggunakan teknologi *piezoelectric* yang akan mengubah getaran mekanis menjadi arus listrik. Melalui kajian pustaka dari beberapa jurnal internasional dan buku, pemanfaatan teknologi *piezoelectric* yang utama adalah sebagai sensor dan penghasil energi. Sistem pemanen energi yang diteliti terdiri dari beberapa bagian yaitu transduser *piezoelectric*, dioda penyearah bertingkat sebagai pengubah arus bolak-balik menjadi arus searah, superkapasitor sebagai penyimpan energi.

Di katakan oleh hasan (2012) berdasarkan penelitian dalam jurnal riset dan teknologi dengan judul “ Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya” dengan hasil untuk pengisian *Accumulator* kapasitas 33 Ah maka dibutuhkan 2 kali panel solar sell 100 WP, dengan pengisian/penyimpanan 5 jam (penyinaran optimal) per hari, maka kapasitas ke *Accumulator* adalah sebesar 3 ah.

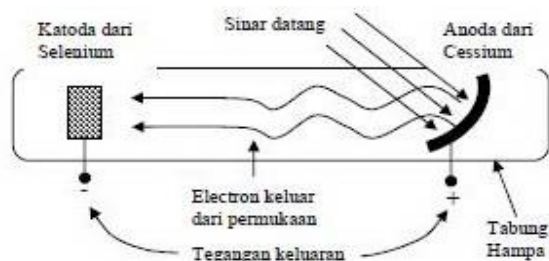
2.2 DASAR TEORI

2.2.1. Solar Cell



Gambar 2.1 Solar cell

Solar Cell adalah salah satu jenis sensor cahaya photovoltaic, yaitu sensor yang dapat mengubah intensitas cahaya menjadi perubahan tegangan pada outputnya. Apabila “*solar cell*” menerima pancaran cahaya maka pada kedua terminal outputnya akan keluar tegangan DC sebesar 0,5 volt hingga 9 volt. Dalam aplikasinya *solar cell* lebih sering digunakan sebagai pembangkit listrik DC tenaga surya (matahari). Dalam skala kecil *solar cell* sering kita jumpai sebagai sumber tegangan DC pada peralatan elektronika seperti kalkulator atau jam.



Gambar 2.2 Proses Pembangkitan Tegangan Pada Solar Cell

2.2.1.1 Prinsip Kerja Solar Cell

Prinsip Kerja *Solar Cell* Efek cell photovoltaik terjadi akibat lepasnya elektron yang disebabkan adanya cahaya yang mengenai logam. Logam-logam yang tergolong golongan 1 pada sistem periodik unsur-unsur seperti Lithium, Natrium, Kalium, dan Cesium sangat mudah melepaskan elektron valensinya. Selain karena reaksi redoks, elektron valensi logam-logam tersebut juga mudah lepas oleh adanya cahaya yang mengenai permukaan logam tersebut. Di antara logam-logam di atas Cesium adalah logam yang paling mudah melepaskan elektronnya, sehingga lazim digunakan sebagai foto detektor.

Tegangan yang dihasilkan oleh sensor foto voltaik adalah sebanding dengan frekuensi gelombang cahaya (sesuai konstanta Planck $E = h \cdot f$). Semakin ke arah warna cahaya biru, makin tinggi tegangan yang dihasilkan. Tingginya intensitas listrik akan berpengaruh terhadap arus listrik. Bila foto voltaik diberi beban maka arus listrik dapat dihasilkan adalah tergantung dari intensitas cahaya yang mengenai permukaan semikonduktor.

Solar Cell secara umum terdiri dari :

a. Substrat/Metal backing

Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen *solar cell*. Material substrat juga harus mempunyai konduktifitas listrik yang baik karena juga berfungsi sebagai kontak terminal positif *solar cell*, sehingga umumnya digunakan material metal atau logam seperti aluminium atau molybdenum.

Untuk *solar cell* dye-sensitized (DSSC) dan *solar cell* organik, substrat juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya sehingga material yang digunakan yaitu material yang konduktif tapi juga transparan seperti indium tin oxide (ITO) dan flourine doped tin oxide (FTO).

b. Material semikonduktor

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari *solar cell* yang biasanya mempunyai tebal sampai beberapa ratus mikrometer untuk *solar cell* generasi pertama (silikon), dan 1-3 mikrometer untuk *solar cell* lapisan tipis. Material semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari. Sedangkan untuk *solar cell* lapisan tipis, material semikonduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu contohnya material Cu(In,Ga)(S,Se)_2 (CIGS), CdTe (kadmium telluride), dan amorphous silikon.

Bagian semikonduktor tersebut terdiri dari junction atau gabungan dari dua material semikonduktor yaitu semikonduktor tipe-p (material-material yang disebutkan diatas) dan tipe-n (silikon tipe-n, CdS,dll) yang membentuk p-n junction. P-n junction ini menjadi kunci dari prinsip kerja solar cell.

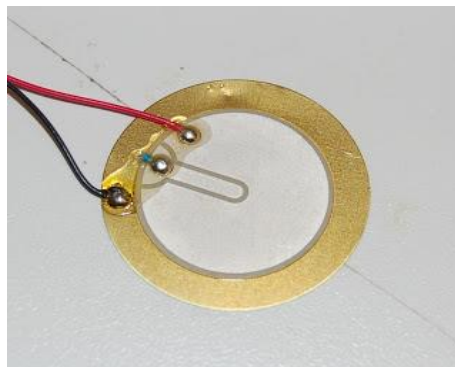
c. Kontak metal / contact grid

Selain substrat sebagai kontak positif, sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

d. Lapisan antireflektif

Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya *solar cell* dilapisi oleh lapisan anti-refleksi. Material anti-refleksi ini adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semikonduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali.

2.2.2 Piezoelectric



Gambar 2.3 *Piezoelectric*

Piezoelectric adalah suatu material yang dapat menghasilkan perbedaan muatan listrik antara kedua sisinya apabila mengalami deformasi atau perubahan dimensi. Dengan menghubungkan kedua sisi ini dengan konduktor listrik, maka dapat dihasilkan beda potensial atau tegangan listrik, selain itu juga dapat dihasilkan arus listrik.

Material *piezoelectric* umumnya berbentuk kristal, yaitu material yang atom-atom penyusunnya tersusun sangat rapi yaitu memiliki pola geometri 3D

yang pasti. Material *piezoelectric* yang umum digunakan adalah quartz Kristal (SiO_2). SiO_2 sangat melimpah di alam yaitu banyak ditemukan dalam bentuk pasir dengan struktur non-kristal atau amorphous. Quartz Kristal terdiri dari atom-atom silicon dan oksigen yang tersusun rapi. Susunan atom-atom ini memiliki muatan yang netral karena posisi atom-atomnya berada pada kondisi kesetimbangan (muatan). Ketika kondisi kesetimbangan ini terganggu karena deformasi Kristal, maka pada sisi Kristal yang berseberangan akan muncul perbedaan muatan listrik. Sehingga ketika kedua sisi Kristal dihubungkan oleh konduktor listrik, akan timbul gaya gerak listrik (Kristal yang mengalami deformasi = dua kutub yang berbeda muatan listrik).

Efek *piezoelectric* terjadi jika medan listrik terbentuk ketika material dikenai tekanan mekanik. Pada saat medan listrik melewati material, molekul yang terpolarisasi akan menyesuaikan dengan medan listrik, penyesuaian molekul akan mengakibatkan material berubah dimensi. Fenomena tersebut disebut dengan *electrostriction*.

Karakteristik bahan *piezoelectric* terbentuk oleh keramik yang terpolarisasi sehingga beberapa bagian molekul bermuatan positif dan sebagian yang lain bermuatan negatif membentuk elektroda – elektroda yang menempel pada dua sisi berlawanan dan menghasilkan medan listrik material yang dapat berubah akibat gaya mekanik. Pada saat medan listrik melewati material molekul yang terpolarisasi akan menyesuaikan dengan medan listrik.

Pemanfaatan bahan *piezoelectric* :

a. Penghasil energi listrik

Bahan *piezoelectric* dapat menghasilkan beda potensial hingga beberapa volt sehingga sering dimanfaatkan sebagai energi alternatif.

b. Transducer

Transducer adalah alat yang mengubah suatu bentuk energi ke dalam bentuk energi yang lain. Transducer ultrasonik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk suara dan juga sebaliknya. Transducer akan mengeluarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi di atas 20 KHz. Transducer ultrasonik terbuat dari material piezoelektrik, yaitu (SiO_3) atau barium titanat (BaTiO_3) yang akan menghasilkan medan listrik pada saat berubah bentuk dimensinya sebagai akibat gaya mekanik.

2.2.3 LM2596

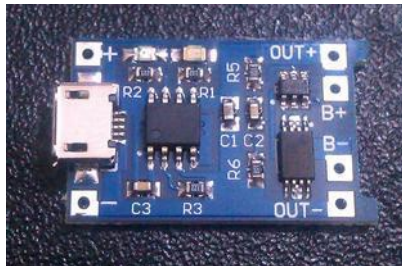
LM2596 merupakan sebuah regulator yang dapat digunakan sebagai penyetabil tegangan. Regulator seri LM ini memiliki beberapa variasi tegangan output tetap 3,3 Volt, 5 Volt, 12 Volt dan versi output yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan.



Gambar 2.4 Modul LM 2596

Seri LM2596 beroperasi pada frekuensi *switching* 150 Khz, sehingga memungkinkan komponen berukuran lebih kecil dari apa yang diperlukan dengan regulator beralih ke frekuensi lebih rendah.

2.2.4 TP4056



Gambar 2.5 Modul TP4056

TP4056 adalah sebuah *charger* linier arus-konstan/ tegangan konstan lengkap digunakan untuk baterai berjenis lithium-ion sel tunggal. Jumlah komponen eksternal yang rendah membuat TP4056 ideal untuk diaplikasikan pada perangkat portabel. TP4056 ini juga dapat bekerja menggunakan USB (*Universal Serial Bus*) dan adapter termal yang sudah terdapat pada rangkaian tersebut untuk membatasi suhu ketika terjadi daya berlebih atau suhu lingkungan yang meningkat. Regulator TP4056 ini juga dapat memutus arus jika daya pada baterai telah terisi dengan penuh sehingga aman saat akan digunakan untuk pengisian alat elektronik.

2.2.5 Baterai

Baterai adalah alat listrik – kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkan tenaganya dalam bentuk listrik. Sebuah baterai biasanya terdiri dari tiga komponen penting, yaitu:

1. Batang karbon sebagai anoda (kutub positif baterai)
2. Seng (Zn) sebagai katoda (kutub negatif baterai)
3. Pasta sebagai elektrolit (penghantar)

Baterai yang biasa dijual (*disposable*/sekali pakai) mempunyai tegangan listrik 1,5 volt. Baterai ada yang berbentuk tabung atau kotak. Ada juga yang dinamakan *rechargeable battery*, yaitu baterai yang dapat diisi ulang, seperti yang biasa terdapat pada telpon genggam. Baterai sekali pakai disebut juga dengan baterai primer, sedangkan baterai isi ulang disebut dengan baterai sekunder.



Gambar 2.6 baterai

Baik baterai primer maupun baterai sekunder, kedua-duanya bersifat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai primer hanya bisa dipakai sekali, karena menggunakan reaksi kimia yang bersifat tidak bisa dibalik (*irreversible reaction*). Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang karena reaksi kimianya bersifat bisa dibalik (*reversible reaction*).

Jenis-jenis baterai

1. Baterai Primer (Baterai Sekali Pakai/Single Use)

Baterai Primer atau Baterai sekali pakai ini merupakan baterai yang paling sering ditemukan di pasaran, hampir semua toko dan supermarket menjualnya. Hal ini dikarenakan penggunaannya yang luas dengan harga yang lebih terjangkau. Baterai jenis ini pada umumnya memberikan tegangan 1,5 Volt dan terdiri dari berbagai jenis ukuran seperti AAA (sangat kecil), AA (kecil) dan C (medium) dan D (besar). Disamping itu, terdapat juga Baterai Primer (sekali pakai) yang berbentuk kotak dengan tegangan 6 Volt ataupun 9 Volt.

Jenis-jenis Baterai yang tergolong dalam Kategori Baterai Primer (sekali Pakai / *Single use*) diantaranya adalah :

a. Baterai Zinc-Carbon (Seng-Karbon)

Merupakan jenis baterai primer yang terbuat dari bahan zinc sebagai terminal negatif dan karbon sebagai terminal positifnya. Baterai jenis ini banyak dipakai untuk kebutuhan daya pada mainan, jam dinding, remot tv dan sebagainya. Baterai jenis ini tergolong baterai yang paling murah dan memiliki ketahanan yang paling rendah.

b. Baterai Alkaline (Alkali)

Baterai Alkaline ini memiliki daya tahan yang lebih lama dengan harga yang lebih mahal dibanding dengan Baterai Zinc-Carbon. Elektrolit yang digunakannya adalah Potassium hydroxide yang merupakan Zat Alkali (Alkaline)

sehingga namanya juga disebut dengan Baterai Alkaline. Saat ini, banyak Baterai yang menggunakan Alkaline sebagai Elektrolit, tetapi mereka menggunakan bahan aktif lainnya sebagai Elektrodanya.

c. Baterai Lithium

Merupakan baterai paling yang kuat diantara baterai sekali pakai lainnya. Baterai ini mampu bekerja pada suhu yang rendah oleh karena itu jenis baterai ini sering dipakai pada memori backup komputer dan juga jam tangan. Baterai Lithium biasanya dibuat seperti bentuk Uang Logam atau disebut juga dengan Baterai Koin (*Coin Battery*). Ada juga yang memanggilnya Button Cell atau Baterai Kancing.

d. Baterai *Silver Oxide*

Baterai Silver Oxide merupakan jenis baterai yang tergolong mahal dalam harganya. Hal ini dikarenakan tingginya harga Perak (*Silver*). Baterai *Silver Oxide* dapat dibuat untuk menghasilkan Energi yang tinggi tetapi dengan bentuk yang relatif kecil dan ringan. Baterai jenis *Silver Oxide* ini sering dibuat dalam bentuk Baterai Koin (*Coin Battery*) / Baterai Kancing (*Button Cell*). Baterai jenis *Silver Oxide* ini sering dipergunakan pada Jam Tangan, Kalkulator maupun aplikasi militer.

2. Baterai Sekunder (Baterai Isi Ulang/*Rechargeable*)

Baterai Sekunder adalah jenis baterai yang dapat di isi ulang atau *Rechargeable Battery*. Pada prinsipnya, cara baterai sekunder menghasilkan arus

listrik adalah sama dengan baterai primer. Hanya saja, reaksi kimia pada baterai sekunder ini dapat berbalik (*Reversible*). Pada saat baterai digunakan dengan menghubungkan beban pada terminal baterai (*discharge*), Elektron akan mengalir dari Negatif ke Positif. Sedangkan pada saat sumber energi luar (*Charger*) dihubungkan ke baterai sekunder, elektron akan mengalir dari Positif ke Negatif sehingga terjadi pengisian muatan pada baterai. Jenis-jenis baterai yang dapat diisi ulang (*rechargeable Battery*) yang sering kita temukan antara lain seperti Baterai Ni-cd (*Nickel-Cadmium*), Ni-MH (*Nickel-Metal Hydride*) dan Li-Ion (*Lithium-Ion*).

Jenis-jenis baterai yang tergolong dalam kategori baterai sekunder (Baterai Isi Ulang) diantaranya adalah :

a. Baterai Ni-Cd (*Nickel-Cadmium*)

Baterai Ni-Cd (*Nicket-Cadmium*) adalah jenis baterai sekunder (isi ulang) yang menggunakan *Nickel Oxide Hydroxide* dan *Metallic Cadmium* sebagai bahan Elektrolitnya. Baterai Ni-Cd memiliki kemampuan beroperasi dalam jangkauan suhu yang luas dan siklus daya tahan yang lama. Di satu sisi, Baterai Ni-Cd akan melakukan discharge sendiri (*self discharge*) sekitar 30% per bulan saat tidak digunakan. Baterai Ni-Cd juga mengandung 15% *Toxic*/racun yaitu bahan *Carcinogenic Cadmium* yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan Lingkungan Hidup. Saat ini, Penggunaan dan penjualan Baterai Ni-Cd (*Nickel-Cadmiun*) dalam perangkat Portabel Konsumen telah dilarang oleh EU (*European*

Union) berdasarkan peraturan “*Directive 2006/66/EC*” atau dikenal dengan “*Battery Directive*”.

b. Baterai Ni-MH (*Nickel-Metal Hydride*)

Baterai Ni-MH (*Nickel-Metal Hydride*) memiliki keunggulan yang hampir sama dengan Ni-Cd, tetapi baterai Ni-MH mempunyai kapasitas 30% lebih tinggi dibandingkan dengan Baterai Ni-Cd serta tidak memiliki zat berbahaya Cadmium yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan manusia. Baterai Ni-MH dapat diisi ulang hingga ratusan kali sehingga dapat menghemat biaya dalam pembelian baterai. Baterai Ni-MH memiliki Self-discharge sekitar 40% setiap bulan jika tidak digunakan. Saat ini Baterai Ni-MH banyak digunakan dalam Kamera dan Radio Komunikasi. Meskipun tidak memiliki zat berbahaya Cadmium, baterai Ni-MH tetap mengandung sedikit zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan manusia dan Lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dan tidak boleh dibuang di sembarang tempat.

c. Baterai Li-Ion (*Lithium-Ion*)

Baterai jenis Li-Ion (*Lithium-Ion*) merupakan jenis baterai yang paling banyak digunakan pada peralatan Elektronika portabel seperti Digital Kamera, Handphone, Video Kamera ataupun Laptop. Baterai Li-Ion memiliki daya tahan siklus yang tinggi dan juga lebih ringan sekitar 30% serta menyediakan kapasitas yang lebih tinggi sekitar 30% jika dibandingkan dengan Baterai Ni-MH. Rasio *Self-discharge* adalah sekitar 20% per bulan. Baterai Li-Ion lebih ramah

lingkungan karena tidak mengandung zat berbahaya Cadmium. Sama seperti Baterai Ni-MH (*Nickel- Metal Hydride*), Meskipun tidak memiliki zat berbahaya Cadmium, Baterai Li-Ion tetap mengandung sedikit zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan manusia dan Lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dan tidak boleh dibuang di sembarang tempat.

2.2.4. Resistor



Gambar 2.7 resistor

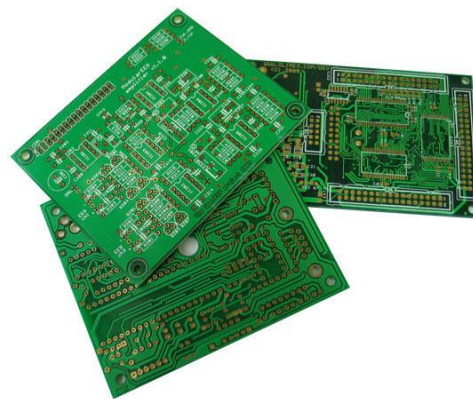
Resistor merupakan komponen elektronik yang memiliki dua pin dan didesain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik, dengan resistansi tertentu (tahanan) dapat memproduksi tegangan listrik di antara kedua pin, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding lurus dengan arus yang mengalir, berdasarkan hukum ohm:

$$V = IR$$
$$I = \frac{V}{R}$$

Resistor digunakan sebagai bagian dari rangkaian elektronik dan sirkuit elektronik, dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan.

Resistor dapat dibuat dari bermacam-macam kompon dan film, bahkan kawat resistansi (kawat yang dibuat dari paduan resistivitas tinggi seperti nikel-kromium). Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan. Karakteristik lain termasuk koefisien suhu, derau listrik (*noise*), dan induktansi. Resistor dapat diintegrasikan kedalam sirkuit hibrida dan papan sirkuit cetak, bahkan sirkuit terpadu. Ukuran dan letak kaki bergantung pada desain sirkuit, kebutuhan daya resistor harus cukup dan disesuaikan dengan kebutuhan arus rangkaian agar tidak terbakar.

2.2.5. PCB



Gambar 2.8 PCB

PCB adalah papan dasar yang secara fisik mendukung dan menghubungkan komponen-komponen pada hampir semua barang elektronik. "*Printed circuit board*" merupakan kepanjangan dari PCB, atau "papan sirkuit cetak" dalam bahasa indonesia. Kebanyakan PCB dibuat dengan fiberglass atau plastik yang diperkuat kaca, dengan jalur-jalur konduktor (*conductive trace*) berbahan

tembaga. Jalur konduktor tembaga menghubungkan komponen-komponen pada PCB, dengan membentuk suatu sirkuit.

PCB digunakan dalam komputer, baik laptop maupun desktop. PCB berperan sebagai fondasi untuk berbagai macam komponen internal yang ada dalam komputer seperti graphics card, controller card, network interface card, dan expansion card. Semua komponen ini terhubung ke motherboard, yang juga merupakan PCB.

PCB dapat berupa satu lapisan saja (*single-layer*) untuk perangkat-perangkat elektronik sederhana. Sedangkan, PCB untuk perangkat keras (*hardware*) yang kompleks seperti motherboard, dapat memiliki sampai sebanyak 12 lapisan. PCB biasanya memiliki warna hijau, akan tetapi PCB dapat dibuat dengan warna apapun.

Meski PCB biasa dikaitkan dengan komputer pribadi atau laptop, sebenarnya PCB juga digunakan di banyak perangkat-perangkat elektronik lain. Kebanyakan televisi, kamera digital, radio, ponsel, dan tablet memiliki satu atau lebih PCB. Meski PCB yang ditemukan di perangkat-perangkat mobile terlihat mirip dengan yang ditemukan di perangkat elektronik dengan ukuran yang lebih besar, PCB pada perangkat mobile biasanya lebih tipis dan memiliki sirkuit yang lebih rapi.

2.2.6. Kabel

Kabel, media untuk mengantarkan arus listrik atau informasi. Bahan dari kabel ini beraneka ragam, khusus sebagai pengantar arus listrik, umumnya terbuat dari tembaga dan umumnya di lapiasi dengan pelindung. Selain tembaga, ada juga kabel yang terbuat dari serat optik, yang di sebut dengan faiber optic cable. Belum di masukingambar kabel Kabel ini merupakan jenis kabel fleksibel dengan penghantar tembaga serabut berisolasi PVC. Di gunakan untuk instalasi panel panel yang memerlukan fleksibilitas yang tinggi.