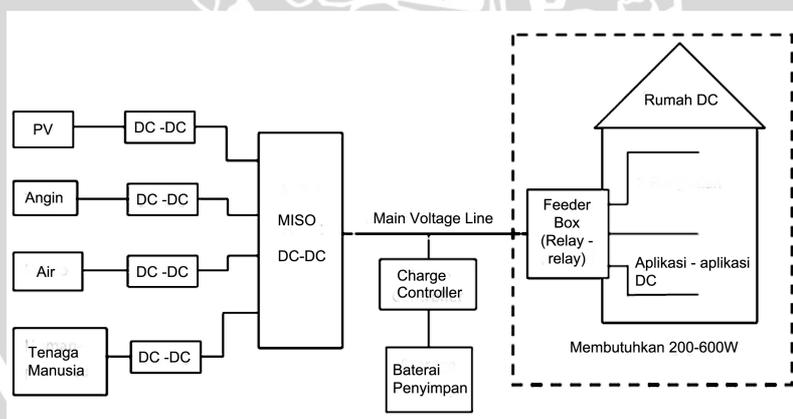


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 1.1. Sistem Rumah DC

Rumah DC adalah sebuah rumah yang dapat menyediakan kebutuhan listriknya sendiri dengan cara pengonversian berbagai bentuk energi terbarukan yang berada di sekitar rumah tersebut. Tujuan rumah DC ini adalah untuk menemukan metode penyediaan listrik dengan biaya rendah sehingga dapat digunakan di daerah terpencil di negara – negara berkembang di mana listrik tidak tersedia atau tidak terjangkau. Dengan demikian, komponen spesifik untuk rumah DC harus dipilih dengan teliti demi mengakomodasi permintaan energi warga. Sehingga, rumah DC juga memiliki potensi untuk dapat meningkatkan gaya hidup para warga di desa terpencil yang tidak terjangkau listrik. Desain dasar rumah DC ditunjukkan pada gambar 2.1 yang mengilustrasikan berbagai tipe pembangkitan energi DC, antara lain panel surya, energi angin, *micro-hydroelectric*, dan energi yang dibangkitkan dari manusia[Cabaj,2012].



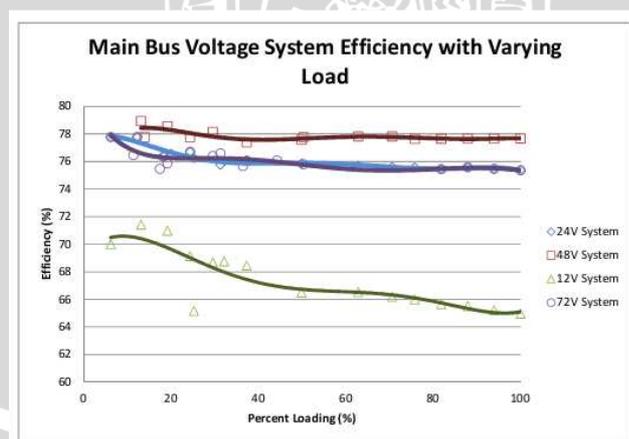
Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem Desain Rumah DC[Cabaj,2012].

Seperti yang terlihat pada gambar 2.1 terdapat empat sumber daya terbarukan yang terhubung pada *boost DC – DC converter* masing – masing yang menaikkan tegangan dari  $\pm 12V$  hingga  $24V$ . Tegangan ini kemudian menjadi input ke *Multiple-Input-Single-Output (MISO) DC – DC Converter* yang menjumlahkan total daya

yang dihasilkan pada sisi pembangkit. MISO ini juga menaikkan tegangan tersebut pada outputnya pada efisiensi tertentu. *Main voltage line* terhubung ke *charge controller* dan sebuah baterai penyimpanan dengan kapasitas tertentu. Baterai penyimpan ini berfungsi sebagai penyimpan kelebihan energi terbarukan yang telah diproduksi dan tidak dipergunakan langsung di rumah DC. Kelebihan energi dalam baterai penyimpan dapat digunakan sebagai cadangan energi saat sumber DC tidak dapat beroperasi (misalnya: panel surya tidak bekerja pada saat malam hari). Baterai ini dikontrol oleh *charge controller* yang menentukan waktu pengisian dan penggunaan bergantung pada produksi energi dan kebutuhan arus untuk konsumsi.

*Main voltage line* juga terhubung ke *Feeder box* yang terdiri atas relay – relay seperti beberapa *circuit breaker* dan *fuse* untuk mengontrol distribusi energi dan melindungi dari *ground faults* pada rumah DC[Cabaj,2012].

Pada sistem rumah DC, tegangan bus utama yang digunakan adalah 48V. Tegangan ini merupakan tegangan yang paling efisien pada sistem ini. Hal ini telah disebutkan pada penelitian Jessica E. Chaidez. Pada gambar 2.2 merupakan grafik hasil penelitian tersebut yang dapat menggambarkan efisiensi sistem tegangan bus utama.



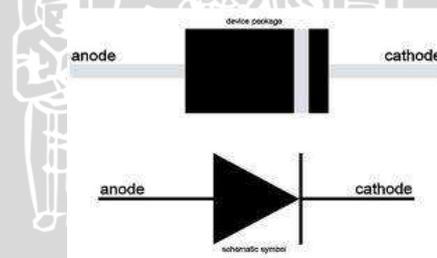
Gambar 2.2 Grafik Efisiensi Sistem Tegangan Bus Utama dengan Mengubah – ubah Beban[Chaidez,2011].

Gambar 2.2 menunjukkan peningkatan efisiensi sistem mulai saat persen beban rendah hingga persen beban tinggi,[Chaidez,2011].

## 1.2. LED (Light-Emitting Dioda)

### 1.2.1. Karakteristik Dioda

Dioda merupakan komponen elektronika yang aktif yang dapat melewatkan arus dari sisi anoda ke katodanya. Dalam pendekatan dioda ideal, dioda dianggap sebagai sebuah saklar tertutup jika dibias maju dan sebagai saklar terbuka jika dibias mundur. Untuk pendekatan kedua, sebelum dioda aktif membutuhkan  $V_{knee}$  sebesar 0,7 volt untuk konduksi dengan baik. Jika tegangan sumber lebih besar dari 0,7 volt maka saklar tertutup dan tegangan dioda adalah 0,7 volt. Sebaliknya jika sumber negatif atau kurang dari 0,7 volt maka saklar akan terbuka. Pada pendekatan ketiga, perhitungkan resistansi Bulk ( $r_B$ ) dioda silicon konduksi, arus menghasilkan tegangan pada  $r_B$ . Karena  $r_B$  linier, tegangan naik secara linier mengikuti kenaikan arus. Tegangan dimana naik secara drastis pada saat dibias maju disebut  $V_{knee}$ , sedangkan tegangan yang mengakibatkan arus naik secara drastis saat dibias *reverse* (mundur) disebut  $V_{breakdown}$ . Resistor  $R_v$  digunakan sebagai pembatas arus agar arus yang mengalir ke dioda tidak merusaknya [Elektronika,2010].



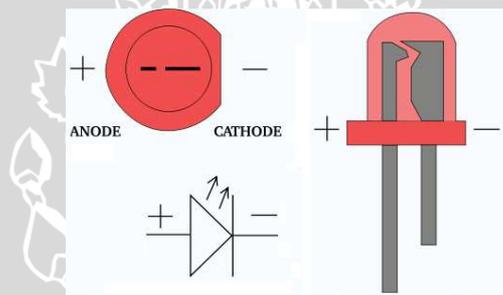
Gambar 2.3 Gambar Rangkaian Pengganti Dioda dan Bentuk Fisik Dioda [Wikipedia,2013].

Dioda ini dapat berfungsi sebagai penyearah arus, penyetabil tegangan, indikator, dan saklar .

### 1.2.2. LED

Dioda cahaya atau lebih dikenal dengan sebutan LED (*Light-Emitting Diode*) adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju. LED adalah sejenis dioda semikonduktor istimewa. Seperti sebuah dioda normal, LED terdiri atas sebuah chip bahan semikonduktor bertipe P dan N yang digabung. Hal ini menyebabkan arus listrik hanya bisa mengalir satu arah. Apabila LED diberikan arus terbalik, hanya akan ada sedikit arus yang melewatinya dan menyebabkan chip LED tidak akan mengeluarkan emisi cahaya.

Berikut ini adalah gambar tampak dari LED secara umum.



Gambar 2.4 Penampakan LED Indikator[Anonim1,2013]

LED indikator seperti pada gambar 2.4 biasanya digunakan pada alat – alat elektronik seperti telepon genggam, *handycam*, televisi, dan sebagainya. LED ini dapat menyala ketika diberi arus maju seperti diode pada umumnya dan tidak membutuhkan *driver* untuk menjaganya agar tetap menyala. Berbeda dengan *High-Power* LED yang untuk menyalakannya membutuhkan suatu *driver*.

*High-power* LED adalah lampu LED dengan teknologi terbaru yang mampu menghasilkan *luminous efficacy* yang tinggi(hingga 80 – 100 lumen/W) dengan konsumsi daya yang kecil. Lampu LED ini sudah dipergunakan secara luas untuk menggantikan lampu pijar di rumah, pabrik, jalan, dan sebagainya[Dwi, 2013].

Disamping banyaknya kelebihan *High-Power LED*, lampu ini menghasilkan panas yang cukup tinggi (*High Heat*). Akan tetapi, panasnya bukan berasal dari cahayanya melainkan dari bagian belakang LED tersebut. Sehingga lampu ini membutuhkan *heatsink* (sirip pendingin) [Dwi, 2013].

*Heatsink* adalah alat yang digunakan untuk mengurangi panas suatu peralatan dengan cara memindahkannya ke medium lain seperti udara [Dwi, 2013]. Untuk menghubungkan *High-Power LED* ini dengan *heatsink* cara yang paling baik adalah menyolder *High-Power LED* ini ke suatu PCB yang diberi *silicone grease* dan ditempelkan pada *heatsink* tersebut.

*High-Power LED* tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai dengan kegunaannya (Gambar 2.5a).



Gambar 2.5 *High-Power LED* (a) Berbagai macam (b) *High-Power 1W LED White* [Anonim2,2011]

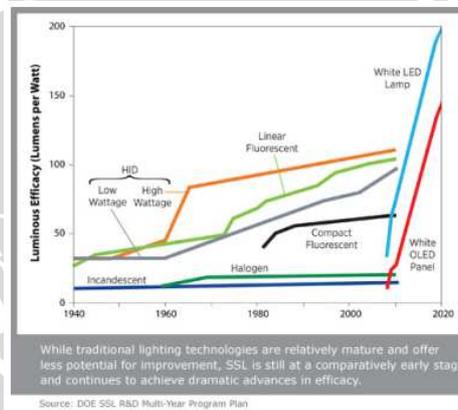
Pada lampu bohlam LED DC ini akan menggunakan *high-power 1Watt LED White* (Gambar 2.5b) sebanyak 3 buah. Karena pada skripsi ini menggunakan *high-power LED* milik EPistar, maka perlu acuan spesifikasi *high-power LED* yang umum seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel Spesifikasi *High-power 1W LED EPistar* [Epistar,2011]

<b>Part No.</b>	FD-1W120-N1	<b>Color</b>	White
<b>Luminous Intensity</b>	100-120lm	<b>Viewing Angle</b>	120degree
<b>Forward Current</b>	350mA	<b>Forward Voltage</b>	3.0-3.4V
<b>Color Temperature</b>	2800-10000K	<b>Lens Color</b>	Transparent PC

Tabel spesifikasi diatas dapat dijadikan acuan untuk menentukan bagaimana desain lampu yang akan dibuat pada skripsi ini. Seperti bagaimana desain untuk mendapatkan lumen, *luminous efficacy*, dan temperatur warna.

*Luminous efficacy* adalah sebuah tolak ukur seberapa baik sumber cahaya dapat menghasilkan cahaya per watt (lumen/watt). Gambar 2.6 merupakan *efficacy* LED yang diajukan oleh Departemen Energi Amerika Serikat.



Gambar 2.6 Grafik *Luminous Efficacy* yang Diperhitungkan[U.S Department, 2012]

Seperi pada gambar 2.6 dijelaskan bahwa tingkat penerangan LED terhadap rasio kebutuhan daya diperhitungkan akan naik hampir secara linear hingga tahun 2020. Hal ini berarti LED akan terus semakin terang pada *supply* daya yang lebih rendah[Liang, 2012].

Untuk kuat pencahayaan (lux) pada suatu ruangan disesuaikan dengan tinggi langit – langit, panjang dan lebar ruangan. Untuk mendapatkan jarak lux meter dengan lampu, pada skripsi ini akan diambil kuat pencahayaan rata – rata seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2,

Tabel 2.2 Kuat Pencahayaan rata – rata Pada Suatu Ruang dan Aktivitas[HSE, 1997]

<i>Aktivitas</i>	<i>Macam Lokasi</i>	<i>Kuat Pencahayaan Rata - rata (lux)</i>	<i>Kuat Pencahayaan Minimal (lux)</i>
Gerakan manusia, mesin, dan kendaraan	Tempat parkir truk, koridor, dan daerah sirkulasi	20	5
Gerakan manusia, mesin, dan kendaraan di daerah yang berbahaya; pekerjaan berat yang tidak membutuhkan persepsi detail	Lokasi pembangunan, tempat penggalian, tempat pengalengan	50	20
Pekerjaan yang membutuhkan persepsi detail tertentu.	Dapur, pabrik perakitan komponen besar, pabrik keramik	100	50
Pekerjaan yang membutuhkan persepsi detail.	Perkantoran, lokasi pekerjaan logam	200	100
Pekerjaan yang membutuhkan persepsi yang sangat detail.	Kantor untuk menggambar, pabrik perakitan komponen elektronik, produksi tekstil	500	200

Berdasarkan tabel 2.2 bahwa lampu bohlam LED DC ini diharapkan dapat menghasilkan kuat pencahayaan minimal 50 lux yaitu merupakan kuat pencahayaan minimal untuk ruang untuk pekerjaan visual.

Temperatur warna (dalam Kelvin) pada LED memperhitungkan warna dari lampu bohlam LED ini. Temperatur warna itu akan mengartikan jumlah warna putih terang, kuning, merah, dan biru pada cahaya.

Pada suhu Kelvin yang lebih tinggi dari 5000K adalah yang kita sebut dengan “cool” sedangkan untuk temperatur warna yang lebih rendah (2700-3000K) adalah yang kita sebut “warm”. Temperatur warna bukan sebuah indikator panas lampu[Von Goethe, 2009].

Tabel 2.3 Spektrum *Color Temperature* \*[Stevens, 1951]

Temperatur	Sumber
1700K	Api dari korek api
1850K	Api dari lilin, matahari tenggelam/terbit
2700 – 3300K	Lampu incandescent
3000K	Lampu fluorescent soft white compact
3200K	Lampu studio, photofloods
3350K	Cahaya studio “CP”
4100 – 4150K	Cahaya bulan
5000K	Cahaya siang horizon
5500K	Turbular fluorescent lamps atau cool white/daylight CFL
5500 – 6000K	Cahaya siang vertical, electronic flash
6500K	Cahaya siang
6500 – 10500K	Layar LCD atau CRT
15000 – 27000K	Langit biru cerah

\*temperatur ini adalah hanya sebuah karakteristik, pertimbangan variasi lain mungkin tersedia.

Telah dijelaskan bahwa warna “cool white” berada pada *color temperature* lebih dari 5000K. Pada tabel 2.3 menunjukkan bahwa *color temperature* antara 5500 – 6000K yang paling sesuai untuk menghasilkan cahaya yang digunakan pada ruangan yang digunakan untuk pekerjaan

khususnya visual karena dapat menghasilkan kontras yang lebih tinggi daripada *warm light*. Lampu bohlam LED ini akan dirancang menggunakan 3 buah *high-power* LED yang dapat menghasilkan *color temperature* antara 5500 – 6000K.

Untuk mendapatkan penerangan yang maksimal kita perlu mempertimbangkan letak *High-Power* LED. Karena lampu ini dimaksudkan memakai 3 buah LED dan seperti yang telah diketahui bahwa *viewing angle* LED adalah 120°, maka posisi terbaik adalah berbentuk segitiga agar penyebaran cahaya merata.

### 1.3. *Switched-Mode Power Supply (SMPS)*

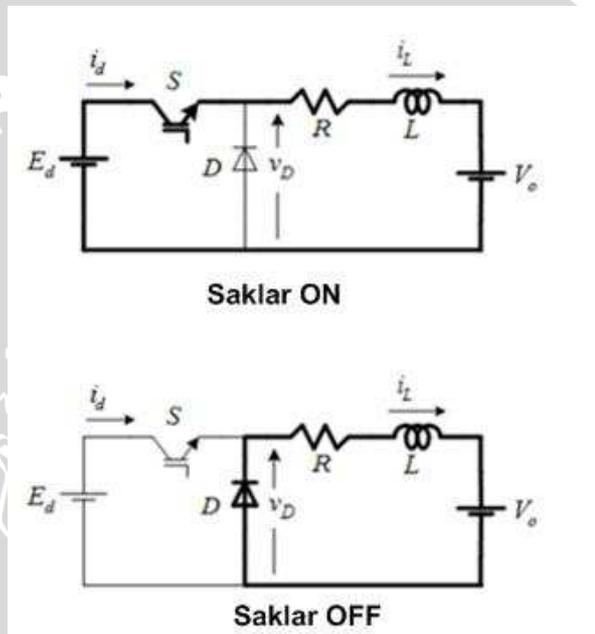
SMPS adalah suatu peralatan untuk memberikan sumber DC dengan metode *switching* (penyaklaran) tegangan pada frekuensi tertentu. *Power supply* ini melakukan konversi daya melalui komponen – komponen yang bersifat rendah rugi dayanya (*low loss component*) seperti kapasitor, induktor, dan transformator. Keuntungan menggunakan SMPS adalah hasil konversi dayanya berefisiensi tinggi dibandingkan dengan *power supply* konvensional yang efisiensinya rendah[Wikipedia, 2013].

Pada SMPS ini, sinyal AC dan tegangan jala – jala disearahkan dahulu menjadi tegangan DC melalui sebuah rangkaian diode penyearah dan elektrolit kondensator. Kemudian hasil penyearahan tegangan ini disaklar *on – off* secara terus menerus pada frekuensi tertentu[Wikipedia. 2013].

### 1.4. DC – DC *Buck Converter*

*Buck converter* adalah salah satu topologi DC – DC konverter yang digunakan untuk menurunkan tegangan DC. Prinsip kerja rangkaian ini adalah dengan kendali penyaklaran. Komponen utama pada topologi *buck* adalah saklar elektronik, *diode freewheel*, induktor, dan kapasitor[Riwi, 2010].

Saklar dapat berupa transistor, MOSFET, atau IGBT. Kondisi saklar dapat terbuka dan tertutup sehingga arus dapat dikendalikan sesuai dengan *duty cycle* yang diinginkan. Pada saat saklar terhubung, maka induktor, kapasitor, dan beban akan terhubung dengan sumber tegangan. Kondisi semacam ini disebut dengan keadaan ON (*ON state*). Saat kondisi ON maka dioda akan *reverse bias* (Gambar 2.7).



Gambar 2.7 Gambar Skema Rangkaian Buck Converter Dalam Keadaan *ON* dan *OFF* [Riwi, 2010]

Sedangkan saat saklar terbuka maka seluruh komponen tadi akan terisolasi dari sumber tegangan. Keadaan ini disebut dengan kondisi OFF (*OFF state*). Saat kondisi OFF ini dioda menyediakan jalur untuk arus induktor. *Buck Converter* disebut juga *down converter* karena nilai tegangan keluaran selalu lebih kecil dari inputnya [Riwi, 2010].