

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Dasar - Dasar Teori**

##### **2.1.1. Umum**

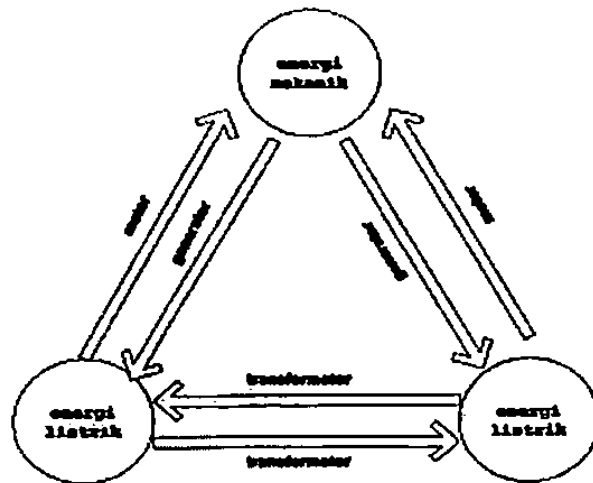
Dalam usaha mencukupi kebutuhan hidup, manusia berusaha agar setiap pekerjaannya dapat dilaksanakan dengan mudah. Oleh karena itu manusia membutuhkan bantuan, baik berbentuk alat maupun tenaga untuk melakukan pekerjaannya. Semula manusia memakai peralatan sederhana yang terbuat dari bahan-bahan yang ada di sekitarnya seperti: batu, kayu, bambu atau logam. Seiring dengan perkembangan jaman, peralatan itu pun berkembang kegunaannya untuk mencukupi kebutuhan manusia. Tenaga manusia pun akhirnya memiliki keterbatasan untuk melakukan segala aktifitasnya, kemudian manusia memanfaatkan tenaga disekitarnya yaitu baik tenaga dari hewan ataupun dari alam.

Tenaga dari alam tersebut antara lain tenaga sinar matahari, tenaga air, tenaga angin, tenaga panas bumi, tenaga uap dan masih banyak lagi yang lainnya. Tenaga tersebut tidak semua dapat dimanfaatkan secara langsung, namun harus diubah dahulu ke dalam bentuk tenaga lain agar dapat dimanfaatkan secara maksimal

Dengan membuat sumber energi alternatif lain merupakan suatu kenyataan bahwa kebutuhan akan energi, menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari seiring dengan pesatnya peningkatan pembangunan di bidang teknologi, industri dan informasi. Namun pelaksanaan penyediaan energi listrik yang dilakukan oleh PT.PLN (Persero), selaku lembaga resmi yang ditunjuk oleh pemerintah untuk mengelola masalah kelistrikan di Indonesia, sampai saat ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi listrik secara keseluruhan.

### **2.1.2. Konversi Energi**

Melalui media medan magnet, energi mekanik dapat diubah menjadi energi listrik. Alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator, sedangkan alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik disebut motor. Melalui media medan magnet, energi listrik dapat juga dipindahkan. Pemindahan ini biasanya disertai dengan perubahan tegangan, arus maupun frekuensi. Alat ini disebut transformator.



Gambar 2.5 Diagram blok *konversi energi*

Sesuai dengan jenis arus listrik yang digunakan ataupun yang dihasilkan, dikenal beberapa mesin listrik sebagai berikut:

1. Generator Arus Bolak-balik (Generator AC)
2. Generator Arus Searah (Generator DC)
3. Motor Arus Bolak-balik (Motor AC)
4. Motor Arus Searah (Motor DC)
5. *Transformer*.

Hukum yang mendasari konversi energi pada generator, motor dan *transformator* adalah Hukum *Faraday*. Hukum *Faraday* menyatakan bahwa apabila kawat penghantar bergerak memotong medan magnet, maka pada kawat penghantar dibangkitkan gaya gerak listrik (ggl) atau emf (*electromotive force*). Gaya gerak listrik ini disebut gaya gerak listrik induksi (ggl induksi).

Berdasarkan hukum *faraday*, dapat dinyatakan bahwa mesin

1. Medan magnet
2. Kawat penghantar
3. Gerakan *relatif*

Pada konstruksi sebenarnya, kawat penghantar tidak hanya terdiri dari 1 (satu) batang saja, tetapi terdiri dari banyak kawat penghantar yang dililit pada stator ataupun rotor (untuk gerator dan motor) atau dililit pada inti (untuk *transformator*). Demikian pula kutub magnet, dapat terdiri lebih dari sepasang kutub. Untuk generator yang besar, kutub magnet dikuatkan dengan lilitan penguat magnet.

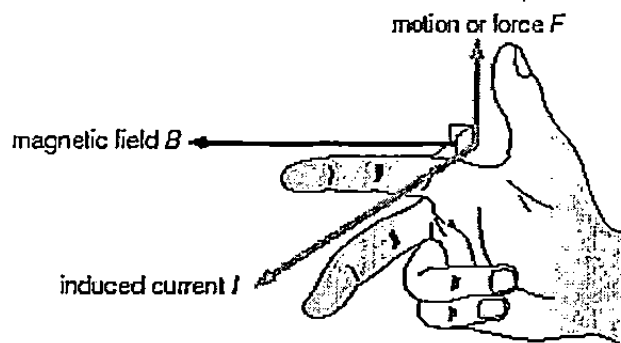
Hukum *Faraday* dapat juga diterapkan pada motor listrik. Bila kawat penghantar yang terletak di medan magnet dialiri arus, maka kawat penghantar akan ditolak/didorong. Pada motor listrik terdapat kawat penghantar yang jumlahnya banyak dan melingkar pada jangkar, sehingga dorongan pada kawat penghantar akan menyebabkan jangkar berputar.

Pada *transformator*, ada 2 kelompok kumparan kawat yang memiliki satu inti yang tertutup. Kumparan pertama disebut kumparan *primer* dan kumparan kedua disebut kumparan *sekunder*. Bila pada kumparan primer mengalir arus bolak-balik, maka pada inti terbangkit garis-garis gaya magnet yang berbolak-balik pula. Garis-garis gaya magnet yang berbolak-balik memotong kumparan *sekunder*, sehingga pada kumparan *sekunder* timbul gal

### 2.1.3. Generator

Generator merupakan sumber utama energi listrik yang dipakai sekarang ini dan merupakan *converter* terbesar di dunia. Pada prinsipnya tegangan yang dihasilkan generator bersifat bolak-balik, sedangkan generator yang menghasilkan tegangan searah karena telah mengalami proses penyearahan.

Generator adalah suatu mesin yang menggunakan magnet untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Prinsip generator secara sederhana dapat dikatakan bahwa tegangan diinduksikan pada *konduktor* apabila *konduktor* tersebut bergerak pada medan magnet sehingga memotong garis-garis gaya. Hukum tangan kanan *Fleming* berlaku pada generator dimana menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara penghantar bergerak, arah medan magnet dan arah resultan dari aliran arus yang terinduksi. Apabila ibu jari menunjukkan arah gerakan penghantar, telunjuk menunjukkan arah *fluks*, jari tengah menunjukkan arah aliran *elektron* yang terinduksi.



Gambar 2.6 Keideh Tangan Kanan Fleming

Hukum ini juga berlaku apabila magnet sebagai pengganti penghantar yang digerakkan. Jumlah tegangan yang diinduksikan pada penghantar saat penghantar bergerak pada medan magnet tergantung pada :

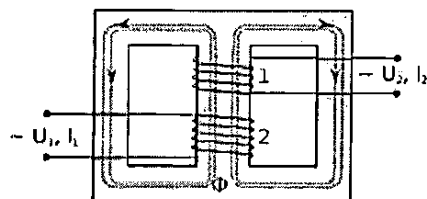
1. Kekuatan medan magnet, makin kuat medan magnet makin besar tegangan yang diinduksikan.
2. Kecepatan penghantar dalam memotong *fluks*, makin cepat maka semakin besar tegangan yang diinduksikan.
3. Sudut perpotongan, pada sudut 90 derajat tegangan induksi maksimum dan tegangan kurang bila kurang dari 90 derajat.
4. Panjang penghantar pada medan magnet.

Terdapat dua jenis *konstruksi* dari generator (AC), jenis medan diam atau medan magnet dan medan magnet dibuat berputar. Pada medan magnet diam secara umum *kapasitas ampere relatif* kecil dan ukuran tegangan kerja rendah, jenis ini mirip dengan generator DC kecuali terdapat slips ring sebagai alat untuk pengganti *komutator*. Sedangkan pada generator jenis medan magnet berputar dapat menyederhanakan masalah pengisolasian tegangan yang dibangkitkan secara umum sebesar 18.000 volt sampai 24.000 volt, generator medan berputar mempunyai jangkar diam yang disebut stator. *Siklus* tegangan yang dibangkitkan tergantung pada jumlah kutub yang digunakan pada magnet, pada generator yang menggunakan dua kutub dapat membangkitkan satu *siklus* tegangan

sedangkan pada generator dengan empat kutub dapat menghasilkan dua siklus tegangan. Sehingga terdapat perbedaan antara derajat mekanis dan derajat listrik. Derajat mekanis adalah apabila kumparan atau penghantar jangkar berputar satu kali penuh atau 360 derajat mekanis sedangkan derajat listrik adalah jika GGL atau arus bolak-balik melewati satu siklus berarti telah melewati 360 derajat waktu.

#### 2.1.4. Transformator

*Transformator* atau trafo adalah komponen *elektromagnet* yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Prinsip Kerja *Transformator* bekerja berdasarkan prinsip induksi *elektromagnetik*. Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi *primer* menimbulkan *fluks* magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan *sekunder*. Fluks bolak-balik ini menginduksikan GGL dalam lilitan *sekunder*. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan *primer* akan dilimpahkan ke lilitan *sekunder*.



Gambar 2.7 Transformator

Rumus dasar transformator :

$$\frac{N1}{N2} = \frac{V1}{V2}$$

Keterangan :

V1 = Tegangan *primer* (Volt)

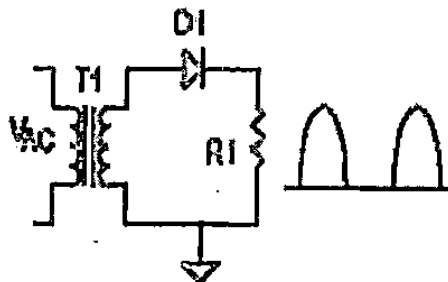
V2 = Tegangan *sekunder* (Volt)

N1 = Lilitan *primer* (Lilitan)

N2 = Lilitan *sekunder* (Lilitan)

### 2.1.5. Penyearah

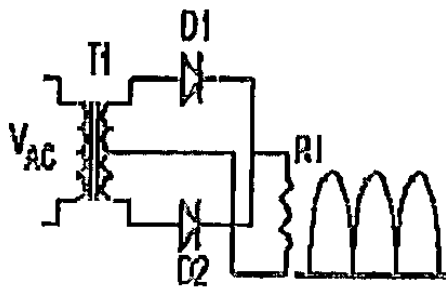
Prinsip penyearah (*rectifier*) yang paling sederhana ditunjukkan pada gambar-1 berikut ini. *Transformator* (T1) diperlukan untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik pada kumparan *primernya* menjadi tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan *sekundernya*.



Gambar 2 & Gambar Penyearah Setengah Gelombang



Pada rangkaian ini, dioda (D1) berperan hanya untuk merubah dari arus AC menjadi DC dan meneruskan tegangan *positif* ke beban R1. Ini yang disebut dengan penyearah setengah gelombang (*half wave*). Untuk mendapatkan penyearah gelombang penuh (*full wave*) diperlukan *transformator* dengan *center tap* (CT) seperti pada gambar Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Gambar Penyearah Gelombang Penuh

Tegangan *positif phasa* yang pertama diteruskan oleh D1 sedangkan phasa yang berikutnya dilewatkan melalui D2 ke beban R1 dengan *CT transformator* sebagai *common ground*. Dengan demikian beban R1 mendapat *suplai* tegangan gelombang penuh seperti gambar di atas. Untuk beberapa aplikasi seperti misalnya untuk men-catu motor *dc* yang kecil atau lampu pijar *dc*, bentuk tegangan seperti ini sudah cukup memadai. Walaupun terlihat di sini tegangan *ripple* dari kedua

rangkain di atas masih sangat besar

### 2.1.6. Charger

*Charger* merupakan alat untuk mengisi baterai dengan arus konstan hingga mencapai tegangan yang ditentukan. Bila *level* tegangan yang ditentukan itu telah tercapai, maka arus pengisian akan turun secara otomatis ke *level* aman tepatnya yang telah ditentukan dan menahan arus pengisian hingga menjadi lebih lambat sehingga *indikator* menandakan baterai telah terisi penuh. Pada dasarnya rangkaian *charger* dirancang supaya tidak terjadi *short circuit* atau hubungan pendek antara tegangan supply dengan baterai yang akan di-*charger*. Dengan demikian, melalui *charger* energi listrik dialirkan ke dalam baterai. Rangkaian *charger* sendiri mempunyai jenis yang beraneka ragam, sesuai dengan *spesifikasi* baterai yang digunakan.

### 2.1.7. Baterai

Baterai adalah alat listrik-kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkannya dalam bentuk listrik. Baterai 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* (pembantar)

## Macam-macam Baterai :

- 1) *Nickel Cadmium*, atau *NiCad*, Baterai ini merupakan jenis tertua, paling tahan banting, namun berat dan *volumenya* paling besar. Baterai jenis ini sudah tidak lagi banyak digunakan pada *gadget* karena dianggap tidak praktis. Baterai NiCad sangat rentan *efek memori*. Maksudnya, baterai hanya mengisi ke tingkat dimana baterai terakhir di-*discharge*, akibat proses akumulasi gas yang terperangkap dalam *plat sel* baterai. Jika baterai di-*discharge* hingga 30 persen dan di *recharge*, maka baterai hanya akan mengisi energi yang terpakai tadi (30 persen) yang dilanjutkan dengan penyusutan *volume "gas"* yang terperangkap. Cara terbaik untuk menghilangkan *efek memori* dan membuang sisa gas terperangkap adalah dengan melakukan "*burping*", atau mengkondisikannya. Maksudnya, menghabiskan seluruh isi baterai pada *gadget* hingga benar-benar kamerea mati dan melakukan *re-charging*. Selain itu kendati tidak dipakai, baterai akan kehabisan seluruh dayanya setelah sekitar 90 hari.
- 2) *Nickel Metal Hydride*, atau *NiMH*, menggantikan *kadmium* dalam *NiCad* dengan campuran yang membuatnya mampu menahan lebih banyak energi (40%) pada ruang yang sama dibandingkan *NiCad*. *NiMH* merupakan pengembangan dari

*NiCd*, dibanding *NiCd* dengan volume sama, kapasitasnya jauh lebih besar. Namun, seperti halnya *NiCd*, *NiMH* juga rawan terhadap *memory effect* meski tidak sebesar *NiCd*. Beberapa *produsen* baterai bahkan menyatakan *NiMH* produknya bebas *memory effect*. Seperti *sanyo eneloop*, daya yang ada perlahan-lahan akan habis walaupun baterai tidak dipakai. *Fenomena* ini muncul saat baterai yang belum habis dipakai sudah di-*charger* ulang. Bila dilakukan berkali-kali baterai dapat kehilangan *kapasitasnya* dan hanya mampu menampung sedikit daya saja sebelum dengan cepat habis. *Memory effect* dapat dihilangkan dengan mengosongkan baterai sampai habis sebelum mengisi ulang. Setiap 10-15 kali siklus isi ulang baterai *NiMH*, kosongkanlah baterai hingga habis sama sekali sebelum mengisi ulang. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan "bibit-bibit" *memory effect* yang mungkin timbul. Jangan sekali-kali mengosongkan baterai dengan bola lampu dan kabel hingga lampu mati. Ini akan dapat merusak sel baterai yang paling lemah (*reversal effect*), dan pada gilirannya merusak semua sel. Sisakan setidaknya 1V per sel baterai, pantau terus-menerus karena *voltase* baterai akan turun dengan tiba-tiba. Bila Anda tidak memiliki alat untuk itu, lebih baik jangan lakukan.

Mengosongkan dengan *gadget* adalah cara terbaik karena

ambang batas aman pasti tidak kelebihan. Beberapa produsen baterai *NiMH* menyatakan bahwa baterainya bisa di *recharge* lebih dari 500 kali, namun bila baterai *NiMH* telah mencapai 400 kali siklus isi ulang, perlu dipersiapkan untuk penggantian baterai tersebut, karena walaupun masih bisa digunakan, biasanya kapasitasnya sudah menurun dan berarti masa pakai sebelum diisi ulang sudah berkurang.. Baterai *Li-ion* dapat rusak dengan mendadak jika rangkaian di dalamnya rusak.

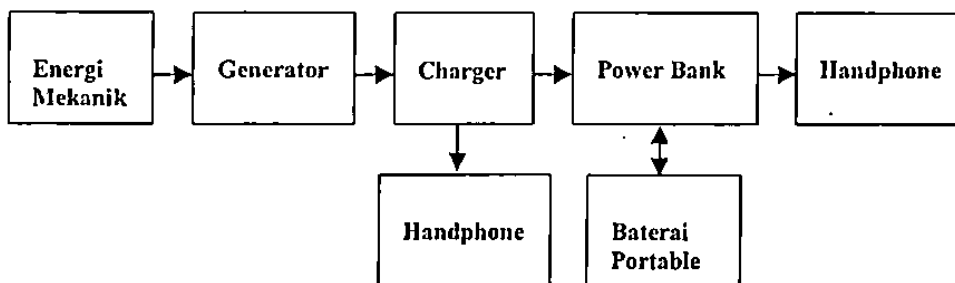
- 3) ***Lithium ion atau Li-ion*** menjadi baterai standar pada *gadget* masa kini. Dibandingkan baterai dengan bahan nikel, *Li-Ion* lebih *efisien* energi dan tidak memiliki *efek memori*, tetapi juga lebih mahal harganya. Namun batere tipe ini tidak boleh dibuang sembarangan karena bisa meledak (walaupun hanya terjadi beberapa kali per satu juta baterai). Dibandingkan *NiMH*, *siklus* isi ulang baterai *Li-ion* lebih pendek setengahnya (1000 vs. 500 kali). Ada kelemahan lain. Jika daya batere benar-benar habis dan voltase-nya turun di bawah ambang tertentu, kapasitas energi baterai *Li-ion* akan menciut secara permanen. Karena itulah baterai dirancang untuk mati jika dipasang setelah waktu tertentu.

### 2.1.8. Spesifikasi dari Penelitian yang Direncanakan

Berdasarkan informasi yang telah diperoleh dan beberapa pertimbangan berikut adalah spesifikasi garis besar penelitian yang direncanakan:

1. Pengisi *Power Bank Portable* untuk *Handphone* yang dirancang dapat *diimplementasikan* untuk pengisian baterai *handphone*.
2. Mengingat putaran tangan tidak stabil menyebabkan tegangan dari generator berubah atau tidak stabil, maka energi listrik yang dihasilkan oleh generator tersebut harus disimpan kedalam *Power Bank Portable* supaya stabil sehingga dapat digunakan untuk melayani beban-beban tertentu ataupun pengembangan lebih lanjut.

Berdasarkan dari *spesifikasi* alat maka gambaran umum dari alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Blok Pengisi *Power Bank Portable* untuk *Handphone*

Blok Pengisi *Power Bank Portable* untuk *Handphone* ini memanfaatkan energi mekanik menjadi energi listrik. Adapun konversi energi mekanik ini menggunakan engkol tangan untuk memutar rotor pada generator, sehingga generator akan menghasilkan energi listrik. Berhubung energi listrik yang dihasilkan tidak stabil, maka energi listrik tersebut harus disimpan dalam sebuah *Power Bank Portable* sebelum digunakan melalui beban