

# **Pemanfaatan Gaya Tolak Menolak Magnet Sebagai Generator Alternatif Bertenaga Gelombang Air**

**Kuncoro Asih Nugroho**  
Jurusan Pendidikan Fisika, FMIPA, UNY

## **ABSTRAK**

Kebutuhan energi listrik terus bertambah seiring dengan pemenuhan kebutuhan hidup. Penyediaan sumber energi listrik yang ada di Indonesia pada saat ini sudah mulai mengalami keterbatasan. Pada saat-saat tertentu pembangkit listrik yang ada tidak lagi mampu mensuplay energi listrik. Pemadanan listrik bergantianpun dilakukan. Pemenuhan energi listrik dari pembangkit bertenaga nuklir masih mengalami pro dan kontra bagi masyarakat. Alternatif pembangkit listrik dapat diciptakan dengan pemanfaatan gaya tolak menolak magnet. Magnet dengan kutub senama yang ditempatkan pada selongsong tegak akan terjadi keseimbangan gaya. Besar gaya gravitasi dan gaya tolak magnet adalah sama. Keseimbangan ini akan berubah apa bila ada energi penggerak yang mengganggu keseimbangan. Magnet akan bergerak disekitar keseimbangan saat terjadi gangguan. Bergeraknya magnet akan menimbulkan perubahan fluk magnet. Perubahan fluk disekitar kumparan akan menyebabkan arus induksi pada kumparan sehingga dapat digunakan sebagai sumber arus listrik.

Gangguan keseimbangan dua magnet yang saling tolak-menolak dapat diperoleh dari gelombang air laut. Indonesia sebagian besar wilayahnya adalah lautan jadi ketersediaan gelombang air laut cukup melimpah. Gelombang air laut ini belum banyak dimanfaatkan. Pada pembangkit listrik yang memanfaatkan gaya tolak menolak magnet gelombang air sebagai penggerak magnet agar disekitar kumparan timbul fluk listrik.

**Kata kunci:** magnet, gaya tolak-menolak

## **A. Pendahuluan**

Pemanfaat energi listrik pada saat ini sangat besar. Banyak daerah yang dapat dialiri listrik. Pemenuhan kebutuhan manusia menuntut penambahan energi listrik baik pada perusahaan maupun pada rumah tangga. Pentas hiburan yang sifatnya isidental baik skala rumah tangga ataupun konser spektakuler membutuhkan energi listrik yang besar. Kebutuhan energi listrik ini menuntut penambahan daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik. Peningkatan kebutuhan energi listrik belum sebanding dengan peningkatan kapasitas pembangkit listrik.

Di Indonesia pembangkit listrik masih sangat tergantung pada pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). PLTA digerakan oleh aliran air sehingga debit air sangat berpengaruh pada kekuatan

memutar turbin. Pada musim kemarau debit air menurun sehingga mengganggu penyediaan energi listrik. Kedua pembangkit (PLTA dan PLTU) pada saat ini sudah mulai terasa keterbatasannya. Pemadaman bergatian dilakukan untuk mengatasi kurang supply energi listrik. Kedepan penggunaan energi listrik akan terus meningkat sehingga PLTA dan PLTU tidak akan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik.

Pada saat ini di Indonesia mulai dikembangkan pembangkit listrik selain PLTA. Sel surya mulai dikembangkan di daerah tertentu. Kelemahan dari pembangkit ini adalah tergantung pada cahaya matahari, tidak semua orang dapat membuat sel surya. Pada saat mendung dan malam hari sel surya tidak mampu menghasilkan energi listrik. Pemanfaatan energi nuklir sebagai pembangkit listrik mulai dimunculkan untuk mengatasi kekurangan energi listrik. Pro dan kontra terhadap pemanfaatan energi nuklir masih menjadi perdebatan. Masyarakat mengkhawatirkan bahaya radiasi nuklir yang ditimbulkan. Penggunaan pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar minyak (solar) pada saat ini semakin banyak. Pembangkit ini terkendala oleh mahalanya bahan bakar dan ketersediaan bahan bakar yang semakin menipis.

Pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan energi listrik perlu ditingkatkan. Pembangkit listrik atau generator sederhana memanfaatkan energi yang belum dimanfaatkan dapat digunakan sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan energi listrik. Pembangkit yang mudah dibuat, ramah lingkungan, ketersediaan melimpah, dapat digunakan setiap saat akan sangat bermanfaat untuk pemenuhan kebutuhan energi listrik.

Generator penghasil energi listrik yang digerakan oleh aliran air, mesin disel, tenaga uap dan tenaga nuklir menggunakan prinsip kerja hukum faraday. Percobaan faraday menghasilkan perubahan medan magnet disekitar kumparan atau solenoid akan menghasilkan gaya gerak listrik induksi. Pada pembangkit listrik yang menjadi masalah adalah energi penggerak kumparan atau magnet. Energi penggerak yang murah namun menghasilkan energi listrik besar yang akan menjadi pilihan.

Alam Indonesia menyediakan banyak energi yang belum dimanfaatkan. Energi angin dan energi gelombang air sebagai contoh energi yang belum dimanfaatkan. Energi gelombang air sangat melimpah karena sebagian besar wilayah Indonesia adalah lautan dan banyak sungai yang airnya mengalir sehingga timbul gelombang. Kekuatan gelombang air ini dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan magnet pada generator listrik.

Generator listrik agar magnetnya mudah bergerak-gerak menggunakan prinsip keseimbangan. Sedikit gaya yang mengenai magnet sudah akan mengganggu posisi keseimbangan magnet sehingga magnet bergerak disekitar kumparan. Generator ini terdiri dari kumparan yang posisinya permanen dan dua magnet yang dapat bergerak mendekati dan menjahui kumparan. Posisi kutub magnet yang sejenis saling berhadapan. Kutub senama jika didekatkan akan tolak menolak sehingga dalam keadaan diam akan terjadi keseimbangan dan jika ada getaran akan mudah bergerak.

Magnet yang mudah diatur gerakannya segaris (mendekat dan menjahui kumparan) adalah magnet batang. Beberapa bentuk magnet batang diantaranya adalah silindris (tabung), prisma (balok), cincin (silindris berlubang tengah). Magnet ini mudah digerakan segaris karena mudah dibuatkan selongsongnya.

Magnet limbah bentuknya bermacam-macam. Salah satunya berbentuk cincin. Magnet berbentuk cincin digunakan salah satunya pada speaker. Pemanfaatan limbah speaker belum bernilai ekonomi tinggi. Magnet pada speaker yang sudah rusak dapat diambil kemudian dimanfaatkan untuk bahan generator.

Pembuatan generator dengan memanfaatkan hukum gaya tolak menolak magnet dapat meningkatkan nilai guna limbah. Magnet speaker dianggap barang rongsok seperi logam besi biasa. Pemanfaatan limbah magnet dapat digunakan sebagai generator sehingga generator yang terbentuk harganya murah. Generator ini juga dapat mengurangi limbah karena limbah speaker termafaatkan.

Generator dengan memanfaatkan hukum gaya tolak menolak magnet dan gelombang air mudah dibuat, biaya operasioanal murah, dapat digunakan didaerah yang ada getaran atau gelombang. Generator ini untuk menghasilkan energi listrik

diantaranya menggunakan penggetar dari gelombang aliran sungai atau gelombang air laut. Gelombang air akan mengganggu posisi keseimbangan magnet sehingga magnet akan bergerak.

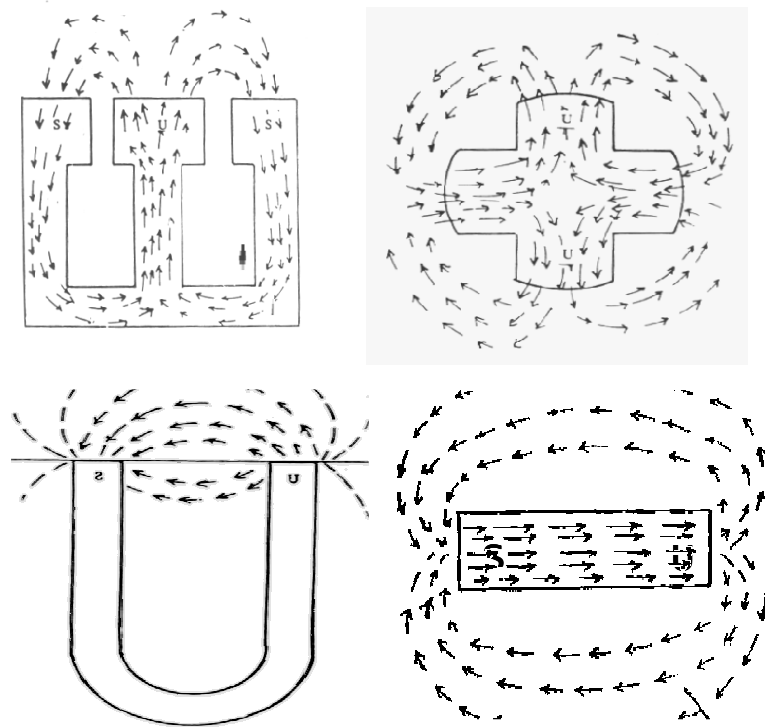
## **B. Pembahasan**

### **1. Magnet**

Magnet permanen bentuknya bermacam-macam. Macam magnet berdasarkan bentuknya diantaranya adalah magnet batang, magnet U. Apapun bentuk magnetnya pada bagian ujung atau sisi tertentu akan mempunyai medan magnet paling besar. Pada bagian ujung atau sisi yang mempunyai medan magnet paling besar disebut kutub magnet.

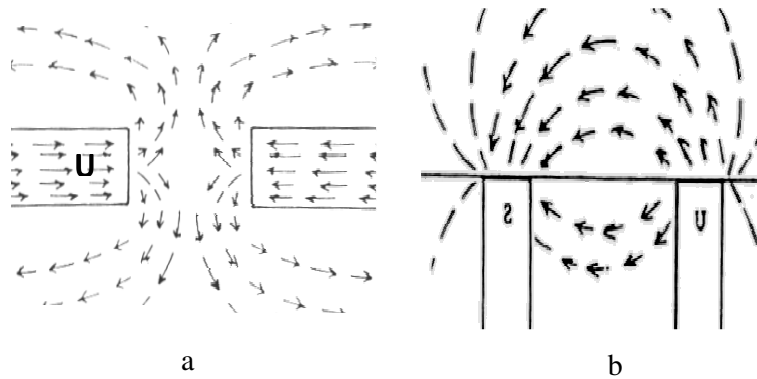
Menurut Suryatmo (1995:155) menyatakan bahwa beberapa tempat dari batang magnet jika disentuhkan logam lain akan terasa tenaga tarik yang berbeda. Semakin ketengah batang tenaga tarik semakin berkurang. Tenaga tarik yang paling kuat ialah pada kutub sedang pada tengah-tengah kutub U-S tenaga hampir hilang atau tidak ada.

Disekitar magnet terdapat garis-garis gaya magnet. Arah garis-garis gaya magnet dari kutub utara ke kutub selatan. Berbagai bentuk magnet arah garis gayanya sama yaitu dari kutub utara ke kutub selatan. Pada magnet yang mempunyai lebih dari satu kutub arah garis gaya dari kutub utara ke kutub selatan yang saling bedekatan. Berikut ini beberapa contoh garis gaya pada beberapa bentuk magnet:



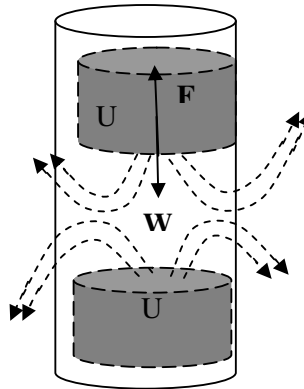
**Gambar 1:** garis garis gaya magnet dari beberapa bentuk magnet  
Sumber: suryatmo (1995: 118-120)

Dua buah magnet yang saling berdekatan akan terjadi gaya interaksi antara dua magnet tersebut. Kutub magnet yang senama apabila berdekatan akan menghasilkan interaksi gaya yang tolak menolak, sedangkan kutub magnet yang tidak senama akan menghasilkan interaksi gaya yang tarik menarik. Berikut gambar interaksi dua buah magnet:



**Gambar 2:** Interaksi dua buah magnet Sumber: suryatmo (1995: 118-120)

Dua buah magnet yang ditempatkan pada suatu tempat dengan kutub sejenis akan tidak bersinggungan asalkan magnet tidak dapat berputar dan gaya tolak magnet lebih besar dari gaya berat magnet. Pada jarak tertentu gaya berat akan sama dengan gaya tolak menolak magnet sehingga terjadi keseimbangan. Berikut ini gambar interaksi gaya magnet yang membentuk keseimbangan dengan gaya berat:



**Gambar 4:** keseimbangan antara gaya berat dan gaya tolak-menolak magnet

Pada daerah atau titik tertentu akan mengalami perubahan medan magnet apabila magnet digerakan menjahui atau mendekati titik tersebut. Medan magnet pada suatu titik akan semakin bertambah besar apabila magnet bergerak mendekati titik, sedangkan medan magnet pada suatu titik akan semakin berkurang apabila magnet digerakan menjahui titik.

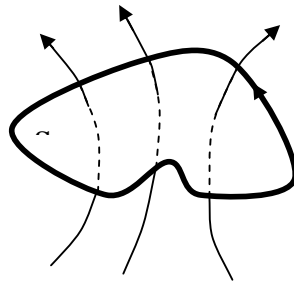
Apa bila daerah disekitar magnet berupa luasan maka banyak medan magnet yang melalui luasan. Besarnya medan magnet yang melalui luasan disebut fluk magnet. Gerakan magnet yang menjahui atau mendekati luasan mengakibatkan besar fluk magnet yang berbeda-beda.

## 2. Hukum Faraday

Sebuah penghantar yang tertutup berada pada medan magnet akan ada fluk magnet ( $\phi$ ) pada luasan penghantar tersebut. Apabila medan magnet yang ada konstan maka fluk magnet yang terjadi nilainya konstan atau  $\frac{d\phi}{dt} = 0$ , sedangkan

medan magnet yang berubah-ubah maka fluk magnet pada luasan penghantar juga berubah-ubah atau  $\frac{d\phi}{dt} \neq 0$ . Fluk yang berubah-ubah akan mengakibatkan terjadinya arus listrik induksi pada penghantar tersebut.

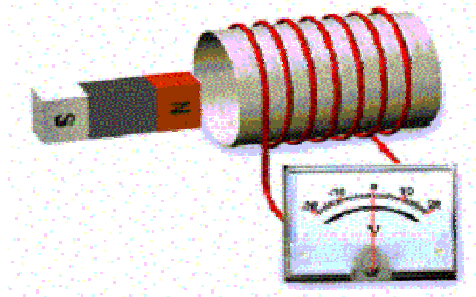
Menurut Faraday (Suyoso, 2003:134-135) bahwa jika fluk yang melalui permukaan S tidak konstan maka  $\frac{d\phi}{dt} \neq 0$  akibatnya pada rangkaian dihasilkan arus. Arus ini merupakan induksi akibat perubahan fluk magnet dan disebut arus induksi. Fluk magnet yang melalui permukaan digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 5:** Fluk magnet melalui rangkaian (Suyoso, 2003:135)

Solenoida yang ujungnya berada pada medan magnet yang berubah-ubah maka akan terjadi perubahan fluk magnet pada solenoida. Perubahan fluk magnet ini akan mengakibatkan pada solenoida muncul arus induksi. Nilai fluk magnet yang kadang maksimum kadang minimum akan menghasilkan besar arus yang kadang maksimum kadang minimum atau arus bolak-balik.

Perubahan fluk magnet pada kumparan ini yang dijadikan dasar percobaan Faraday. Berikut ini percobaan Faraday untuk membuktikan adanya induksi elektromagnetik:



**Gambar 6:** Percobaan Faraday Untuk Membuktikan Adanya Induksi Elektromagnetik . Sumber: Danang, (2007:2)

Pada kedudukan magnet seperti pada gambar 4 posisi keseimbangan mudah berubah (magnet akan bergerak) apabila ada gaya yang diberikan ke sistem keseimbangan magnet. Bergeraknya magnet akan merubah nilai medan magnet pada titik tertentu. Jika pada ujung gambar 4 diberi kumparan maka gambar 4 mirip gambar 6 yaitu magnet akan bergerak mendekati dan menjahui kumparan. Gerakan magnet memanfaatkan gaya yang mengganggu keseimbangan magnet. Gaya pengganggu keseimbangan ini memanfaatkan energi gelombang air laut. Energi gelombang ini akan mengganggu terus menerus karena gelombang air laut tak henti-henti bergerak.

Magnet yang bergerak menjahui dan mendekati kumparan akan menuju keseimbangan lagi. Perubahan posisi magnet akibat gaya mengganggu keseimbangan mengakibatkan magnet dapat saling mendekat atau menjauh dan magnet akan menuju ke keseimbangan kembali. Apabila sumber penggerak mengganggu sistem keseimbangan magnet secara terus menerus maka magnet akan bergerak terus menerus. Bergeraknya magnet yang terus menerus akan menghasilkan GGL induksi pada kumparan.

### **3. Rangkaian RL**

Kumparan yang berada disekitar medan magnet yang berubah-ubah akan timbul arus pada kumparan. Gejala ini merupakan prinsip kerja generator. Arus yang dihasilkan generator ini adalah arus bolak-balik. Seperti gambar 6 apabila magnet bergerak keluar masuk kumpara galvanometer akan bergerak kekiri atau kanan angka nol (0).

Generator yang ujung-ujung kumparannya dihubungkan oleh hambatan murni maka rangkaian yang terjadi adalah rangkaian RL. Selain pada kumparan timbul arus juga menghasilkan induktansi sehingga dalam rangkaian seolah-olah ada sumber tegangan, hambatan, dan induktor.

Besar daya yang didisipasi oleh hambatan murni adalah  $P = VI \cos \emptyset$ . Ada perbedaan fase antara V dan I pada rangkaian RL sehingga faktor daya bernilai tidak sama dengan 1 ( $\cos \emptyset \neq 1$ ). Penggunaan V dan I adalah nilai rms-nya bukan



nilai maksimumnya karena yang terbaca alat ukur adalah nilai rms dan untuk nilai rms pada arus bolak-balik dapat menggunakan hubungan dengan arus searah.

Halliday ( 2005: 493) menyatakan bahwa suatu alasan untuk menggunakan nilai-nilai rms di dalam rangkaian arus bolak-balik adalah untuk membolehkan kita menggunakan hubungan-hubungan daya arus searah. Hubungan nilai rms dengan nilai maksimum dari variable sebagai berikut:

$$\epsilon_{rms} = \frac{\epsilon_m}{\sqrt{2}}, V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}, \text{ dan } I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

Persamaan  $P = VI \cos \phi$  untuk arus bolak balik menjadi  $P = V_{rms} I_{rms} \cos \phi$ . Persamaan ini diperoleh dengan mengkonversikan nilai maksimum ke nilai rms.  $\phi$  merupakan sudut fase antara V dan I pada rangkaian yang mengandung induktor. Halliday (2005: 485) menyatakan bahwa sudut fase diantara V dan I adalah +90 sehingga nilai  $I = I_m \cos \omega t$ .

### **C. Penutup**

Pemafaat gaya tolak menolak magnet sebagai pembangkit listrik membutuhkan energi penggerak yang terus menerus. Energi ini dapat memanfaatkan energi gelombang air laut atau sungai. Energi gelombang akan mengganggu keseimbangan gaya gravitasi dan gaya tolak menolak magnet. Gangguan yang berulang-ulang akan mengakibatkan magnet bergerak berulang-ulang disekitar titik keseimbangan. Gerakan magnet berulang-ulang disekitar kumparan akan menghasilkan arus induksi pada kumparan. Arus induksi dari kumparan dapat langsung dihubungkan ke beban atau rangkaian pengisian battery.

### **D. Daftar Pustaka**

- Halliday,D., & Resnick, R. (2005). Fisika Jilid 3. Jakarta: Erlangga.
- Suryatmo. (1995). *Teknik Listrik Arus Searah*. Jakarta: Bumi Aksara
- Suyoso. (2003). *Common Textbook Listrik Magnet*. Jakarta: JICA IMSTEP
- Danang Widiyatmoko, dkk.(2007) *Listrik Magnet*. Diambil pada tanggal 26 Januari 2007, dari <http://kebo.vlsm.org/~danang/index.html>