

# GENERATOR LISTRIK 100 WATT PUTARAN RENDAH UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR DAN ANGIN MIKRO : DISAIN, PERENCANAAN DAN PEMBUATAN

**Diding Suhardi**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang  
Alamat Korespondensi : Jl. Tirta Utomo 4/42b Landungsari Malang  
Telpon : 0341-464022, Hp: 085234239998, Email: diding@umm.ac.id

## ABSTRACT

The more and more expensive oils from fossil to end in price electric energy more expensive because almost all electric station still use fossil fuel, impossible to happen because stock of fossil fuel more and more small and no renewable again. Energy source drawer for to multiply is electric energy from nature renewable energy exercise sun energy, win energy and water energy, and more small scala, and obstacle stock small generator for water energy and win energy with small scala with low turn not to be available.

In research make to design, planning and making small generator 100 watts with low turning 300 rpm, for produce electric power 2,4 kWh/ unit/ day.

Key words : Small Generator, Low Turning.

## PENDAHULUAN

Krisis moneter berkepanjangan yang menimpa Negara Republik Indonesia, menyentuh sendi-sendi perekonomian terutama masyarakat lapisan bawah. Kenaikan tarif BBM, air dan energi listrik membuat masyarakat semakin sulit, dilain pihak kemampuan pemerintah untuk memberikan subsidi semakin terbatas.

Sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk dan perkembangan industri serta semakin besar subsidi pemerintah yang harus disediakan melalui Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai Badan Usaha Milik Negara. Sejak tahun 2003 kebutuhan listrik di Pulau Jawa, Madura dan Bali pada jam puncak sama dengan kapasitas terpasang pusat pembangkit listrik yang dimiliki oleh PLN dan mulai tahun 2004 PLN perlu menambah sumber energi listrik baru untuk memenuhi kebutuhan listrik pada beban puncak, untuk mencegah krisis energi listrik. Guna mengantisipasi kelangkaan energi listrik, PLN menawarkan kerjasama dengan swasta / masyarakat untuk membangun pusat-pusat pembangkit listrik skala kecil (Pembangkit Skala Kecil) dibawah 1 Mega Watt dan PLN sanggup membeli senilai 80 % dari harga jual PLN (Dirjen Listrik dan

Pemanfaatan Energi, Jawa Pos, 23 September 2002), dan merencanakan pembangunan beberapa pembangkit listrik skala besar berbahan bakar non minyak bumi, terutama PLTU dengan bahan bakar batu bara.

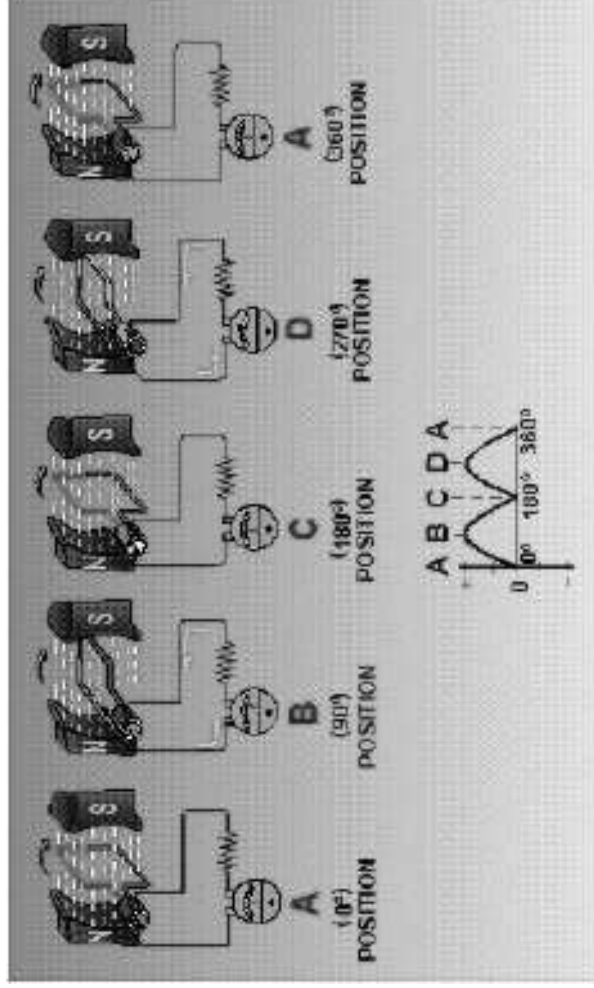
Pembangkit listrik swasta secara langsung maupun tidak langsung akan membantu pemerintah dalam pengurangan besarnya subsidi biaya listrik melalui PLN, yang pada akhirnya akan meringankan beban masyarakat. Sehubungan dengan pemikiran tersebut diatas maka segala potensi yang ada diusahakan pengembangannya secara optimal, salah satu potensi / sumber daya yang ada, mudah, bersih dan murah adalah potensi sumber daya air dan angin.

Selama ini masyarakat selalu kesulitan untuk mendapatkan generator pembangkit energi listrik dalam ukuran kecil, mengingat potensi air dan angin di Indonesia lebih banyak mempunyai skala kecil dibandingkan yang besar. Sehingga penelitian ini diperlukan untuk menjawab kendala tersebut jika disain, perencanaan dan pembuatan generator 100 Watt pada putaran rendah 300 Rpm dapat segera diwujudkan.

Generator pembangkit energi listrik memerlukan energi mekanik berupa putaran untuk memutar rotor, besar energi mekanik putaran disesuaikan dengan

besar rotor yang akan diputar pada kecepatan tertentu. Sehingga disain rotor, celah udara dan stator

akan sangat penting untuk menentukan besar daya mekanik yang harus diberikan pada generator.



**Gambar 1. Efek Komutasi Gerak Rotor**

Penelitian ini merupakan penelitian tahap pertama, pada tahap ini akan dilakukan disain generator pembangkit tenaga listrik dengan daya 100 Watt pada putaran sekitar 300 Rpm, terutama disain pada bagian Rotor dan Kumparan, Celah Udara, Stator dan Kumparan. Bentuk dan ukuran generator mengikuti hasil disain dan perhitungan daya keluaran rotor, celah udara dan stator.

- Melakukan pengambilan data dari generator besar yang telah ada dan disesuaikan menurut rencana dan tahapan , tentang disain generator kecil putaran rendah..
- Melakukan disain dan perencanaan sesuai teori, tentang generator kecil putaran rendah.
- Melakukan pengolahan data-data disain dan membuat gambar detail perencanaan generator kecil putaran rendah, pada skala 1 : 1.

## METODELOGI PENELITIAN

### Pada tahap awal

Untuk dapat melakukan penelitian hingga mendapatkan hasil yang baik, maka penelitian ini dilakukan dalam 4 (empat) tahap dalam 4 semester, dengan masing-masing tahap dilakukan dalam 5 bulan, adapun tahapan yang telah dilakukan sebagai berikut :

### Penelitian Tahap Pertama ( disain ) :

- Menentukan langkah-langkah disain sesuai hipotesa yang didapat dari literatur, jurnal penelitian dan proseding terdahulu.
- Melakukan disain sesuai literatur dan melakukan perencanaan sesuai hipotesa.

### Hasil yang telah dicapai :

- Memperoleh data lengkap dari generator besar, untuk kemudian dilakukan
- Memperoleh disain rotor dan perhitungannya.
- Memperoleh disain celah udara dan perhitungannya.
- Memperoleh disain stator dan perhitungannya.

### Pada tahap pengujian

Prinsip Kerja Generator Arus Searah

Prinsip kerja suatu generator arus searah berdasarkan hukum Faraday :

$$e = - N \frac{d\phi}{dt}$$

dimana :

N : jumlah lilitan

ö : fluksi magnet

e : Tegangan imbas, ggl(gaya gerak listrik)

Dengan lain perkataan, apabila suatu konduktor memotong garis-garis fluksi magnetik yang berubah-ubah, maka ggl akan dibangkitkan dalam konduktor itu.

**Jadi syarat untuk dapat dibangkitkan ggl adalah**

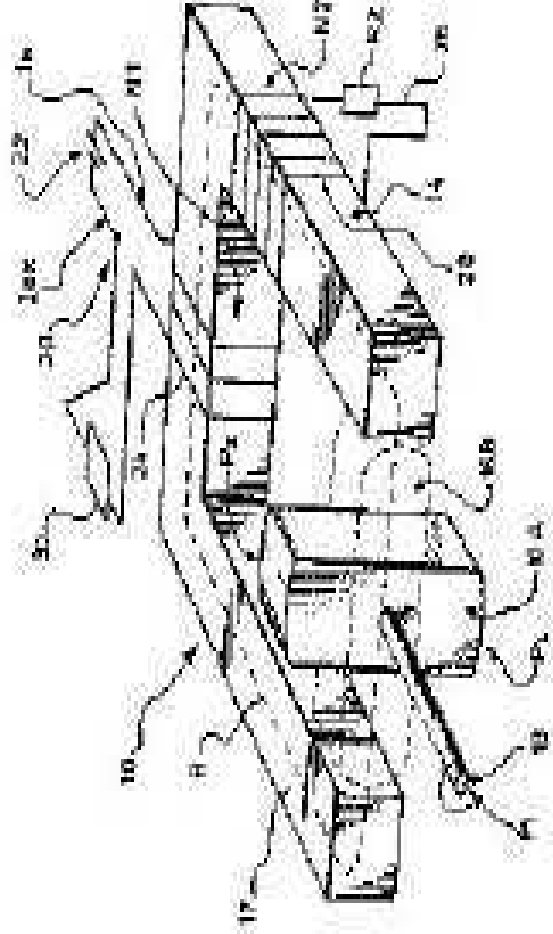
- harus ada konduktor ( hantaran kawat )
- harus ada medan magnetik

- harus ada gerak atau perputaran dari konduktor dalam medan, atau ada fluksi yang berubah yang memotong konduktor itu.

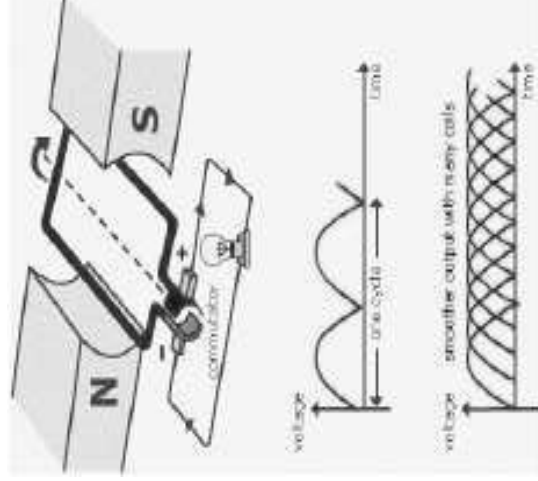
Untuk perolehan arus searah dari tegangan bolak balik, meskipun tujuan utamanya adalah pembangkitan tegangan searah, tampak bahwa tegangan kecepatan yang dibangkitkan pada kumparan jangkar merupakan tegangan bolak-balik. Bentuk gelombang yang berubah-ubah tersebut karenanya harus disearahkan.

Untuk mendapatkan **arus searah** dari **arus bolak balik** dengan menggunakan perbandingan :

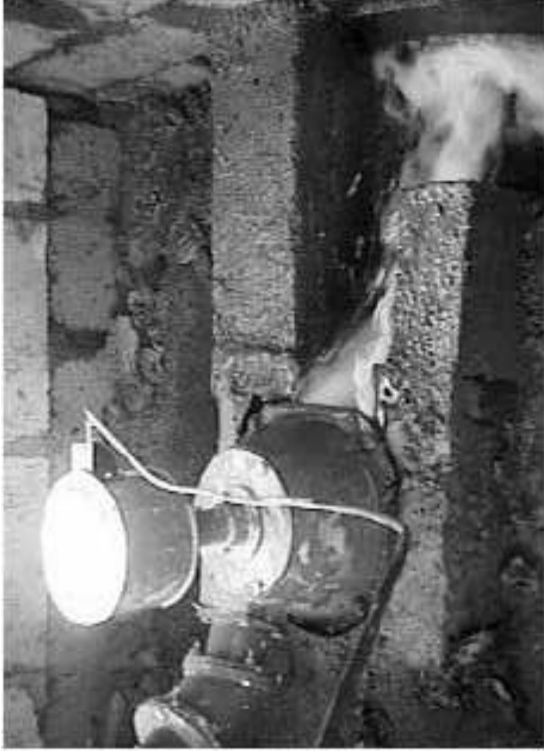
- Saklar.
- Komutator.
- Dioda.



Gambar 2. Peta Sambungan Pada Gulungan Stator dan Rotor



Gambar 3. Gelombang Arus dan Tegangan



**Gambar 4 . Pengujian Generator Kecil 25 Watt Hasil Penelitian ini**

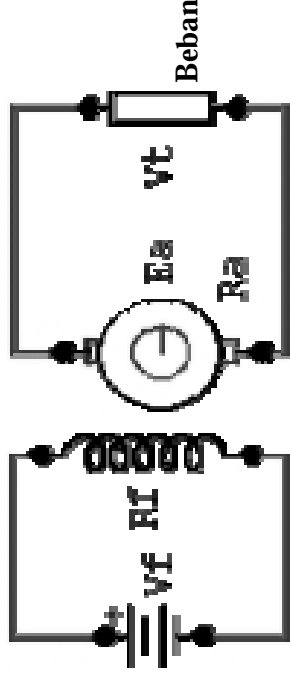
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil pengujian

kelemahan dan kekurangan generator dalam keadaan tanpa beban dan berbeban penuh.

Sebagai bahan pertimbangan, berikut ini dilakukan beberapa tahap pengujian untuk mengetahui

### Generator berpenguatan bebas



**Gambar 5. Generator berpenguatan besar**

Jika generator dihubungkan dengan beban, dan  $R_a$  adalah tahanan dalam generator, maka hubungan yang dapat dinyatakan adalah :

$$V_f = I_f R_f$$

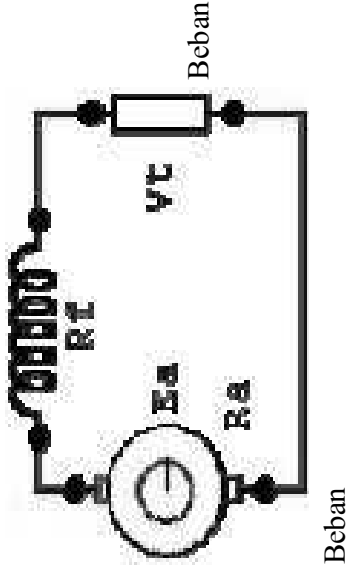
$$E_a = V_t + I_a R_a$$

**Tabel 1. Hasil Pengujian Penguatan Bebas**

No	$V_f$ (Volt)	$I_f$ (Amp)	$I_a$ (Amp)	$R_f$ (Ohm)	$E_a$ (Volt)	$R_a$ (Ohm)	$V_t$ (Volt)
1	0,18	0,45	0,4	0,4	12,8	2	12
2	0,275	0,55	0,5	0,5	13	2	12
3	0,39	0,65	0,6	0,6	13,2	2	12

**Generator berpenguatan sendiri**

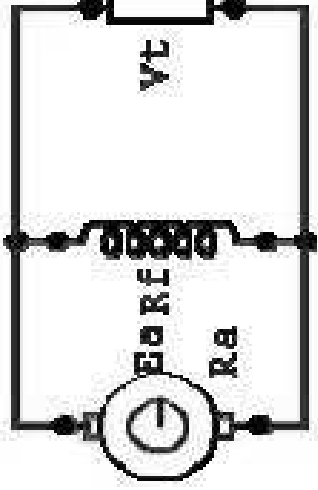
(a) *Generator searah seri*



$$V_t = I_a R_a$$

$$E_a = I_a (R_a + R_f) + V_t + V_{si}$$

(b) *Generator Shunt*



$$V_t = I_f R_f$$

$$E_a = I_a R_a + V_t + V_{si}$$

**Gambar 6. Generator Searah Seri**

**Gambar 7. Generator Shunt**

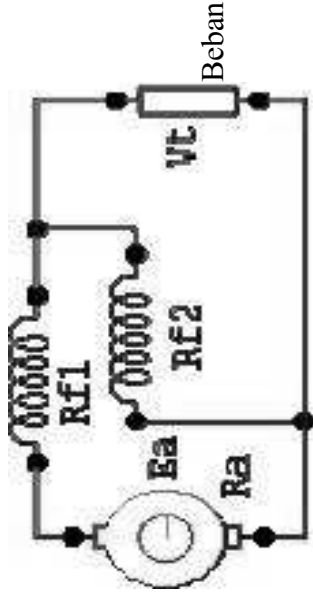
**Tabel 2. Hasil Pengujian Penguatan Sendiri**

No	Rf (Ohm)	Ea (Volt)	Ra (Ohm)	Vt (Volt)
1	0,4	12,8	2	12
2	0,5	13	2	12
3	0,6	13,2	2	12

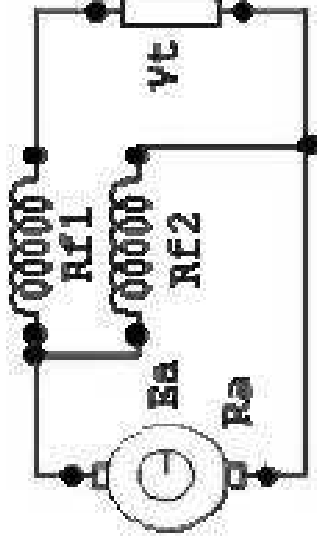
**3.1.3 Generator kompon**

**Generator kompon**

(a) *Kompon panjang*



(b) *Kompon pendek*



**Gambar 8. Generator Komponen Panjang**

**Gambar 9. Generator Komponen Pendek**

$$I_a = I_{f1} + I_{f2} = I_L + I_{f2}$$

$$E_a = V_t + I_L R_{f1} + I_a R_a + V_{si}$$

**Tabel 3. Hasil Pengujian Generator Kompon**

No	Rf-1 (Ohm)	If-2 (Amp)	If-1 (Amp)	Ia (Amp)	Ea (Volt)	Ra (Ohm)	Vt (Volt)
1	0,4	0,5	0,5	1	12,8	2	12
2	0,5	0,5	0,5	1	13	2	12
3	0,6	0,5	0,5	1	13,2	2	12

### Pembahasan

#### Generator berpenguatan bebas

Generator tipe penguat bebas dan terpisah adalah generator yang lilitan medannya dapat dihubungkan ke sumber dc yang secara listrik tidak tergantung dari mesin.

Tegangan searah yang dipasangkan pada kumparan medan yang mempunyai tahanan Rf akan menghasilkan arus If dan menimbulkan fluks pada kedua kutub. Tegangan induksi akan dibangkitkan pada generator.

#### Generator berpenguatan sendiri

Pada generator shunt, untuk mendapatkan penguatan sendiri diperlukan :

- Adanya sisa magnetik pada sistem penguat
- Hubungan dari rangkaian medan pada jangkar harus sedemikian, hingga arah medan yang terjadi, memperkuat medan yang sudah ada.

Mesin shunt akan gagal membangkitkan tegangannya kalau :

- Hubungan medan terbalik,

karena generator diputar oleh arah yang salah dan dijalkansalahan, sehingga arus medan tidak memperbesar nilai fluksi. Untuk memperbaikinya dengan hubungan- hubungan perlu diubah dan diberi kembali sisa magnetik, seperti cara untuk memberikan sisa magnetik

- Tahanan rangkaian penguat terlalu besar.

Hal ini terjadi misalnya pada hubungan terbuka dalam rangkaian medan, hingga Rf tidak berhingga

atau tahanan kontak sikat terlalu besar atau komutator kotor.

#### Generator kompon

Generator kompon merupakan gabungan dari generator shunt dan generator seri, yang dilengkapi dengan kumparan shunt dan seri dengan sifat yang dimiliki merupakan gabungan dari keduanya. Generator kompon bisa dihubungkan sebagai kompon pendek atau dalam kompon panjang. Perbedaan dari kedua hubungan ini hampir tidak ada, karena tahanan kumparan seri kecil, sehingga tegangan drop pada kumparan ini ditinjau dari dari tegangan terminal kecil sekali dan terpengaruh.

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

- Daya keluaran generator 100 watt yang diinginkan belum tercapai, daya yang keluar saat ini hanya 25 watt, tetapi putaran rotor saat ini hanya 180 rpm.
- Generator berpenguatan bebas, arus fluks dan tahanan fluks sangat mempengaruhi perubahan tegangan fluks, sedangkan arus jangkar dan tahanan jangkar sangat berpengaruh terhadap besarnya tegangan keluaran.
- Generator berpenguatan sendiri, pada generator seri, arus penguat dan tahanan penguat sangat berpengaruh terhadap tegangan keluaran, sedangkan generator shunt arus penguat dan tahanan penguat sangat berpengaruh terhadap besarnya tegangan keluaran.

## Saran

- Untuk memperbesar daya keluaran generator maka harus dilakukan desain ulang terhadap tahanan kumparan stator ( jumlah lilitan kumparan stator ) dan jumlah putaran rotor menjadi 300 rpm sesuai target proposal penelitian.
- Pada generator penguatan bebas, untuk memperbesar tegangan keluaran sebaiknya tahanan fluks diperkecil tetapi arus fluks dinaikkan sesuai batas kemampuan kawat terhadap arus.
- Pada generator berpenguatan sendiri, untuk memperbesar tegangan keluaran sebaiknya arus penguat dan tahanan penguat dikendalikan bersama atau diubah secara bersamaan.

Pada kesempatan ini, peneliti menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat Bapak DR. Muhadjir Effendy, MAP, Rektor yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melakukan penelitian ini. Bapak DR. Ir. Wahyu Widodo, MS, Kepala Pusat Penelitian yang telah memberi ijin kepada kami untuk melakukan penelitian ini. Ibu Ir. Lailis Syafa'ah, MT dan Bapak Drs. M. Jufri., ST., MT, Reviewer yang banyak memberikan masukan untuk perbaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- A.Arismunandar & S.Kuwahara. 2004. " *Teknik Tenaga Listrik* ". PT. Pradnya Paramita, Jakarta. Edisi-2. Cetakan pertama.
- Athur. E. Fitzgerald, Pantur Silaban, 2001. " *Dasar-dasar Elektroteknik* ". Penerbit Erlangga, Jakarta 2001. 454 hal.
- Arvin Grabel at al. 2003. " *Problem in magnetic induction for full voltage production* ". IEEE Trans. on Industry Applications, Vol.7 No.2 June 2003. p 433 – 438.
- Charles W at al. 2003. " *Current and voltage force in small electric generator* ". IEEE Trans On PWRD Vol.4. No. 2. p. 329. 2003.

Durbin C at al. 2002. " *Coil induction and optimum induction in coil and core* ". IEEE Trans. On PWRD. Jan/Febr. 2002. Vol. 6. No. 4. p.566.

Dally, James W. 1999. " *Instrumentation for Engineering Measurements* ". John Wiley & Sons, Inc. p.605.

Hayt Kemmerly at al. 2002. " *RLC characteristic serie in over load electric generator* ". IEEE Trans. On Industry Appl. Vol.6. No. 1. Jan. 2002. p 213 – 217.

Margunadi AR, 1996. " *Pengantar Umum Elektroteknik* ". PT. Dian Rakyat, Juni 1996.

Peter G at al. 2000. " *Design small electric generation and Low Excitation* ". IEEE Trans. On PWRD. Jun/Jul. 2000. Vol.3. No.2. p. 132

Suhardi, Diding. 2006. " *Pemanfaatan Minyak Goreng Sawit Sebagai Media Pendingin Transformator Catu Daya* ". Lemlit UMM. Desember 2006.