

ISBN : 978-602-97094-4-5

# PROSIDING

## Seminar Nasional RiTekTra 2013 Riset & Teknologi Terapan

26-27 September 2013

*Sinergi Ilmu dalam Inovasi Teknologi  
Untuk Peningkatan Kualitas Hidup  
Masyarakat*

Kampus Universitas Indonesia Atma Jaya  
Jl. Jenderal Sudirman 51, Jakarta

Diselenggarakan oleh



## Susunan Kepanitian

### Ketua

Ir. Harlianto Tanudjaja M. Kom.

### Wakil Ketua

Ir. Sandra Octaviani, BW, M.T.

### Komite Pengarah

Prof. Hadi Sutanto  
Paulina Heruningsih Prima Rosa, S.Si., M.Sc.  
B. Wuri Harini, S.T., M.T  
Prof. Wegie Ruslan  
Prof. Lanny Panjaitan  
Prof. Maria Angela K  
Dr. Prita Dewi  
Dr. Lukas  
Dr. Henry Kartarahardja  
Ir. Isdaryanto Iskandar, M.sc.  
Ir. Hotma Antoni Hutahaeen, MT  
Ir. Harlianto Tanudjaja, M.Kom.  
Harjadi Gunawan, S.T., M.Eng.  
Ir. Melisa Mulyadi, M.T.

### Komite Pelaksana

Catherine Olivia, MT  
Dr. Lydia Sari  
Iwan Binanto S.Si., M.Cs.  
Vivi Triyanti, M.Sc  
Veronica Windha, MT  
Stevanus Ivan, MT  
Augustina Asih, MT  
Elisabeth Heti Hutami, S.Sos  
Trifenaus Prabu, MT  
Ir. V Budi Kartadinata, MT  
Ir. Frederikus Wenehenubun, MAsc.  
Ir. P. Tahir Ursam, Msc.  
Marsellinus Bachtiar, ST, MM.  
Dra. Enny Widawati, MT  
Ir. Linda Wijayati, M.sc.  
Dr. Adya Pramudita  
Riccy Kurniawan, ST., M.Sc, DIC.  
Karel Oktavianus, ST., MT.  
Yanto, ST., M.sc.  
Ir. Anthon de Fretes, M.Sc  
Drs. Agustinus Silalahi, M.Si  
Feliks Prasepta, ST., MT  
Dra. Kumala Indriati, M.Si  
Ir. Theresia Ghozali, M.Sc  
Ir. Sri Mulyanti, M.Kom.  
Ferry Rippun, ST., MT  
Djoko Santoso  
Robi, A.Md

## Generator Radial Magnet permanen ND-35 Phasa Tunggal Dengan Rangka Akrilik Knock

A. Prasetyadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta  
pras@usd.ac.id

**Abstrak** — Studi tentang generator radial dengan magnet permanen ND-35 dilakukan. Generator memiliki 8 buah kutub sehingga dapat bekerja pada putaran yang relatif rendah. Generator bekerja pada fasa tunggal. Tegangan keluaran diuji dalam keadaan tanpa beban, beban 5 watt, 10 watt dan 15 watt. Variasi putaran dilakukan pada 125, 205, 345, 530 dan 860 rpm. Diperoleh rapat fluks 0,167 tesla

**Kata kunci** — Generator radial, generator putaran rendah, generator knockdown.

Untuk mengatasi persoalan pembuatan kerangka generator, dicoba dilakukan disain kerangka dari akrilik secara knock down. Generator didisain mempunyai 8 buah kutub yang diletakkan pada aksis. Generator bekerja pada fasa tunggal. Jumlah slot lilitan ada 8 dengan lilitan dilakukan antar slot dan tanpa inti. Performa generator yang dihasilkan akan diuji untuk mengetahui perilaku hubungan medan magnet dengan ggl yang dihasilkannya.

### I. PENDAHULUAN

Generator merupakan salah satu piranti vital dalam pengembangan sistem energi alternatif. Sistem energi alternatif biasanya membutuhkan generator dengan putaran rendah dengan efisiensi yang tinggi. Selain itu, mesin pembangkit listrik dalam skala yang kecil ini juga diharapkan mudah dirawat. Generator konvensional biasanya bekerja pada putaran 1500 rpm atau lebih. Untuk mendapatkan daerah kerja yang ideal tersebut, seringkali diperlukan tambahan piranti pengubah kecepatan berupa gearbox atau sistem roda gigi. Jika sistem energi alternatif hanyalah sistem dengan daya yang kecil, penambahan piranti ini justru akan mengurangi efisiensi total yang dipunyainya [1],[2],[5].

Generator putaran rendah untuk energi alternatif biasa dibuat dengan kutub – kutub dari magnet permanen. Kutub dari magnet permanen menjadikan disain lebih sederhana. Di sisi lain, pengembangan generator magnet permanen terkendala oleh ukuran dan bentuk magnet yang tersedia di pasaran [3].

Ada 2 tipe generator yang biasanya dikembangkan. Yang pertama adalah generator dengan fluks radial (generator radial). Sedangkan yang kedua adalah generator fluks axial (generator axial). Generator axial mempunyai bentuk dan disain yang sederhana. Pembuatan lilitan dapat dilakukan secara terpisah dan baru disatukan saat perakitan. Kelemahan generator dengan tipe ini adalah adanya persambungan antar lilitan. Persambungan yang dilakukan dengan pensolderan punya kelemahan ketika harus bekerja pada temperatur tinggi. Selain itu, generator jenis ini juga punya tantangan dalam perakitan, karena melibatkan dua buah piringan aksial yang saling berhadapan, sehingga terjadi tarikan antar 2 piringan yang sangat kuat. Bekerja dalam kondisi ini mempunyai risiko yang tidak sedikit [6].

Pengembangan generator radial terkendala oleh pembuatan kerangka. Produksi dalam jumlah kecil akan mengakibatkan biaya yang sangat mahal. Tantangan lainnya adalah proses melakukan lilitan yang dikerjakan bersamaan dengan proses perakitan.

### II. DASAR TEORI

Suatu generator memiliki 2 bagian utama, yaitu kutub, jangkar. Kutub merupakan bagian yang menghasilkan medan magnet. Jangkar merupakan bagian yang menghasilkan gaya gerak listrik.

Gaya gerak listrik suatu generator ditentukan oleh rapat fluks magnetik yang dihasilkan oleh kutub – kutubnya (B), laju putaran generator per-menit (n), banyaknya kutub (N). Karena dibuat bagian jangkar lebih panjang daripada panjang kutub ( $l_p$ ), persamaan ggl ini dinyatakan oleh

$$E_0 = \frac{4BN_p l_p n}{60} \quad (1)$$

Dengan jumlah kumparan jangkar sebanyak kutub, maka persamaan (1) akan berbentuk menjadi

$$E_0 = \frac{4BN_p P l_p n}{60} \quad (2)$$

dengan P menyatakan jumlah kutub.

Persamaan (1) dan (2) menyatakan bahwa rapat fluks merupakan sebanding dengan ggl yang dihasilkan oleh generator pada keadaan rangkaian tanpa beban. Persamaan ini sekaligus juga menunjukkan bahwa ggl merupakan fungsi kecepatan putar (rpm).

Jika suatu generator diberi beban, sistem dapat dipandang sebagai suatu rangkaian ekuivalen Thevenin, sehingga

$$E_0 = E + IZ_T \quad (3)$$

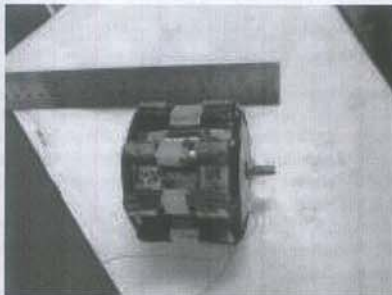
### III. METODE

Generator dibuat dengan memanfaatkan akrilik sebagai rangka. Akrilik dengan ketebalan 3 mm dipotong menjadi bagian – bagian penyusun rangka jangkar dan rangka kutub. Bagian – bagian dirakit dengan menggunakan lem epoxy. Yang pertama – tama dirakit adalah rangka kutub. Setelah bagian kutub selesai, magnet permanen dipasang pada rangka kutub. Setelah itu rangka jangkar disusun, baru kemudian lilitan dibuat terakhir.

Jumlah kumparan jangkar dibuat sama dengan jumlah kutub yaitu 8. Jumlah lilitan tiap kumparannya adalah 200 buah. Sehingga total lilitan adalah 1600. Lilitan dibuat dari kawat email 0.33 mm.

Untuk menyederhanakan proses pembuatan jangkar, stopper segmen dibuat di luar. Stopper segmen dibuat dengan mendisain bagian sisi atas rangka jangkar dan sisi bawah mempunyai tambahan seperti sirip ke arah luar. Posisi stopper juga dipergunakan untuk menempatkan rangka penghubung bagian atas dan bawah jangkar ini.

Bearing dipasang pada sisi atas dan bawah jangkar. Bearing yang dipakai mempunyai ukuran diameter dalam 6 mm dan diameter luar 15 mm. Axle dibuat dengan memanfaatkan baut 6 mm.



Gambar 1. Bentuk generator radial dengan rangka akrilik.

Setelah generator selesai, generator diuji dengan diputar pada mesin bor dengan putaran 125, 205, 345, 530 dan 860 rpm. Gaya gerak listrik diukur dalam keadaan tanpa beban, beban lampu 5 watt, 10 watt dan 15 watt.

Analisis dilakukan dengan membuat plot grafik antara ggl yang dihasilkan dengan putaran generator untuk mengetahui linearitas ggl. Selanjutnya hendak dicari pula besar rapat

medan yang bekerja pada generator. Rapat medan ini dihitung dengan memanfaatkan keadaan tanpa beban pada persamaan (2). Model Thevenin dipakai untuk melihat linearitas jangkar pada kawasan yang ditinjau.

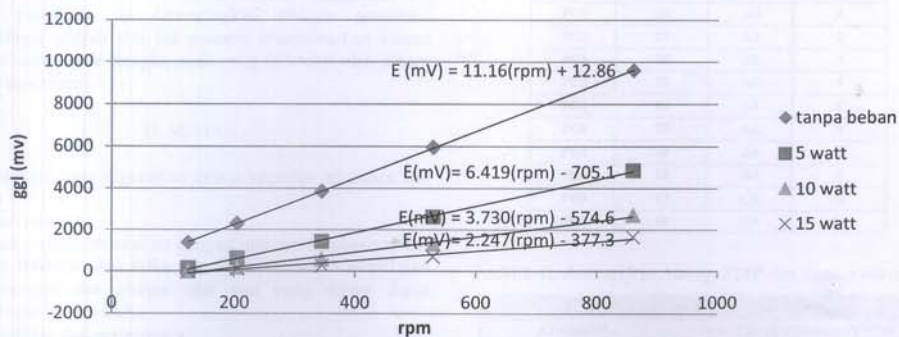
#### IV. HASIL DAN DISKUSI

Generator dengan pola fluks radial berhasil dibuat dengan rangka akrilik yang disatukan dengan lem epoxy. Generator mempunyai 8 buah kutub yang terbuat dari magnet permanen ND-35 dan memiliki 8 buah kumparan segmen jangkar berupa lilitan. Masing – masing segmen memiliki 200 buah lilitan.

Ggl keluaran generator bersifat linear terhadap putaran. Dalam keadaan terbuka, ggl terhadap rpm adalah 11 mV/rpm. Pemberian beban membuat keluaran menurun menjadi 6,4 mV/rpm, 3,7 mV/rpm, dan 2,5 mV/rpm untuk beban 5 watt, 10 watt dan 15 watt.

Dengan menerapkan selisih ggl keadaan tanpa beban dan ggl dengan beban, diperoleh juga relasi linear. Hal ini menunjukkan juga bahwa  $I Z_T$  merupakan fungsi yang linear terhadap putaran. Hal ini menunjukkan juga bahwa arus tegangan Thevenin merupakan fungsi yang linear juga terhadap putaran. Karenanya, pada putaran yang ditinjau, pengaruh putaran tidaklah signifikan pada impedansi kumparan. Linearitas hubungan antara putaran dengan arus Thevinin beban menjadi pula indikator bahwa rugi – rugi yang dominan pada sistem ini adalah rugi – rugi pengkawatan dan ketidaksempurnaan pekerjaan.

Sekalipun demikian, adanya pengaruh putaran terhadap arus Thevenin beban menunjukkan juga bahwa kumparan jangkar yang dibuat belum cukup baik. Dengan keadaan kumparan jangkar tanpa inti, diperkirakan persoalan terletak pada posisi lilitan kumparan. Proses pelilitan dilakukan pada stopper yang memiliki selang sekitar 5 mm. Dengan demikian untuk ada selisih yang cukup besar antara lilitan kiri dan kanan. Penempatan lilitan ini juga berpotensi



Gambar 2. Grafik hubungan ggl dalam milivolt dan rpm pada masing – masing beban. GGL yang dihasilkan linear pada keadaan tanpa beban maupun dalam keadaan dengan beban.

membuat ggl keluaran tidak optimal.

Rapat medan pada keadaan tanpa beban rata – ratanya adalah 0,167 T. Rapat medan ini cukup besar dan mempunyai potensi yang baik untuk dikembangkan. Nilai rapat medan ini lebih besar daripada generator yang dikembangkan oleh Irasari [4] dan Prasetyadi [7] sebelumnya.

Generator yang dibuat juga mampu bekerja pada torsi yang rendah. Hal ini terjadi karena ketiadaan inti pada jangkar [7]. Kelemahan tanpanya inti adalah fluks magnetik yang bekerja menjadi kecil dan ggl yang dihasilkan juga lebih kecil daripada ggl dengan menggunakan inti. Dengan mampu bekerja pada torsi yang rendah, generator akan cocok pada sistem energi alternatif skala kecil.

#### VI. KESIMPULAN

Telah berhasil dikembangkan generator dengan fluks medan radial dengan menggunakan rangka akrilik. Generator ini mempunyai disain yang sederhana dan mungkin untuk dibuat secara *customized*. Generator ini juga dapat dikembangkan untuk sistem energi alternatif karena memiliki jumlah kutub yang dapat bekerja pada putaran yang rendah.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan untuk Universitas Sanata Dharma yang memberikan biaya penelitian bagi pengembangan generator dengan rangka akrilik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Diding Suhardi, " Generator Listrik 100 watt Putaran Rendah untuk Pembangkit Listrik dan Angin Mikro : Disain, Perencanaan, dan Pembuatan", *Laporan Penelitian Universitas Negeri Malang*, 2007.
- [2] Fauzi Suleiman, TA., P. Tandian, Nathanael., Rosidin, Nanang., "Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Prototipe SKEA Menggunakan Rotor Savonius dan Windside untuk Penerangan Jalan Tol", Riset ITB No 0010/K01.03.2/PL2.1.5/1/2007
- [3] Haryotojo Pujowidodo, Jeri Helian, Gatot Eka Pramono, Abrar Ridwan, "Pengembangan Generator Mini dengan Menggunakan Magnet Permanen", [abraridwan.wordpress.com](http://abraridwan.wordpress.com).
- [4] Irasari, Pudji., Dwi Hidayati, Nurafni., , " Analisis Prototipe Generator Kecepatan Rendah untuk Pembangkit Listrik Skala Kecil", *Teknologi Indonesia*, 2006, LIPI.
- [5] Prasetyadi, dkk., "Membuat Sendiri Kincir Listrik Tenaga Angin Model Horizontal", Modul Pelatihan. 2009
- [6] Prasetyadi, " Pelatihan Pembuatan Perangkat Kincir Angin Sederhana dari Pipa PVC bagi Masyarakat Petani – Nelayan Pantai Drini ", Laporan Pengabdian Pada Masyarakat. 2011
- [7] Prasetyadi, "Generator Axial Magnet Permanen ND-35", *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, Kupang, 2012