

# Rancang Bangun Generator *Portable* Fluks Aksial Magnet Permanen Jenis Neodymium (NdFeB)

Fithri Muliawati<sup>1</sup>, Taufiq Ramadhan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen Tetap Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos 16162

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos 16162

E-mail: taura220508@gmail.com  
fithri.muliawati@ft.uika-bogor.ac.id

## ABSTRAK

**RANCANG BANGUN GENERATOR PORTABLE FLUKS AKSIAL MAGNET PERMANEN JENIS NEODYMIUM (NdFeB).** Telah dibuat sebuah generator yang bersifat *portable*, jenis generator yang dirancang yaitu generator fluks aksial, cakram ganda dengan 10 magnet permanen jenis Neodymium (NdFeB) pada masing-masing cakraannya, cakram rotor dan frame generator terbuat dari aluminium dan menggunakan jenis stator tanpa inti besi. Tegangan keluaran AC satu fasa, kumparan stator hubung seri non overlapping, putaran generator maksimum 600 rpm. Agar energi listrik yang dihasilkan bisa disimpan pada baterai maka tegangan AC generator dirubah ke tegangan DC dengan penyearah tegangan (rectifier). Tegangan induksi tanpa beban yang dihasilkan dari delapan variasi pengujian rpm yang dilakukan pada putaran 10 rpm sampai dengan putaran 600 rpm adalah 0,7 V sampai 6,4 V untuk tegangan AC dan 0 V sampai 5,7 V untuk tegangan DC. Sedangkan tegangan induksi dengan beban yang dihasilkan pada putaran 100 rpm sampai dengan putaran 600 rpm adalah 0,3 V sampai dengan 6,2 V untuk tegangan AC dan 0 V sampai 5,5 V untuk tegangan DC. Deviasi dari generator *portable* yang dibuat sebesar 76,38% terjadi pada putaran 200 rpm. Pada keadaan berbeban digunakan rangkaian baterai li-ion sebanyak 4 buah yang dipasang paralel dengan kapasitas masing-masing baterai yaitu 2900 mAh dan tegangan 3,6 volt beserta rangkaian pengisian baterai. Hasil pengujian generator *portable* diketahui bahwa rangkaian pengisian baterai baru bekerja pada saat kecepatan putaran 400 rpm dan tegangan DC sebesar 4,2 volt sehingga kecepatan putaran ideal untuk pengisian daya baterai yaitu dari 400 rpm sampai 600 rpm atau saat tegangan DC mencapai 4,2 volt sampai 5,5 volt.

**Kata kunci:** fluks aksial, generator, magnet permanen, neodymium, *portable*.

## 1. PENDAHULUAN

Berkembang pesatnya teknologi berbagai peralatan elektronik berukuran kecil atau yang biasa disebut dengan *gadget* saat ini secara langsung maupun tidak langsung membuat beberapa pekerjaan dengan tingkat mobilitas tinggi membutuhkan *gadget* sebagai sarana penunjang aktifitas. Penggunaan teknologi *gadget* ini tentu saja membutuhkan ketersediaan tenaga listrik sebagai pengisi daya.

Pemanfaatan energi angin sangat cocok diterapkan pada alat pembangkit listrik *portable* karena energi angin ini tersedia secara alami di alam tanpa ada batas habisnya[1], dibandingkan dengan energi alam lainnya seperti energi air dan energi sinar matahari, energi angin lebih kontinyu karena tidak terpengaruh oleh musim maupun cuaca[2].

Komponen utama dari pembangkit listrik tenaga angin *portable* ini adalah generator turbin angin yang berfungsi mengkonversi energi angin menjadi energi listrik dan memiliki karakter yang spesifik dibandingkan dengan generator lainnya, yakni

beroperasi pada putaran rendah[3].

Generator fluks aksial merupakan generator yang kompatibel pada pembangkit listrik tenaga angin *portable* karena memiliki karakteristik dapat beroperasi pada putaran rendah.

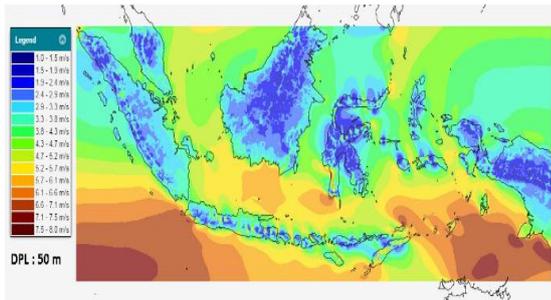
Rancang bangun generator ini meliputi: (a) pembuatan generator *portable* fluks aksial magnet permanen jenis neodymium (NdFeB) serta proses pengolahan data output yaitu tegangan (V), arus (A) dan daya (Watt) yang dihasilkan oleh generator *portable* fluks aksial magnet permanen jenis neodymium (NdFeB).

Berdasarkan latar belakang tersebut telah dilakukan pembuatan generator *Portable* melalui perolehan tujuan Penelitian yaitu: (a) generator *portable* fluks aksial magnet permanen jenis neodymium (NdFeB) yang akan diaplikasikan sebagai pembangkit listrik tenaga angin *portable* dan (b) data output yaitu tegangan (V), arus (A) dan daya (Watt) yang dihasilkan oleh generator *portable* fluks aksial magnet permanen jenis neodymium (NdFeB).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Energi Angin

Energi angin adalah salah satu jenis sumber energi terbarukan yang potensial untuk menghasilkan energi listrik maupun mekanik melalui proses konversi energi kinetik ke mekanik dan selanjutnya ke listrik. Energi kinetik yang terdapat pada angin dapat diubah menjadi energi mekanik untuk memutar peralatan (pompa piston, generator, penggilingan, dan lain-lain) [4]. Pada Gambar 2.1 memperlihatkan potensi angin di Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik.



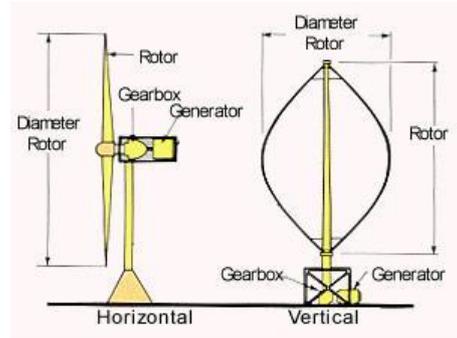
Gambar 2.1 Pemetaan Potensi angin di Indonesia

Tabel 2.1 memperlihatkan ringkasan data potensi energi angin Indonesia sehingga bisa diketahui daerah mana saja di Indonesia yang memiliki potensi energi angina yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit energi listrik.

Tabel 2. 1 Ringkasan Data Potensi Energi Angin Indonesia[6]  
( level : 50 meter agl)

Kelas	Kec. Angin ( m/s)	Daya Spesifik (W/m <sup>2</sup> )	Jumlah Lokasi	Daerah / Wilayah
Kurang Potensi al	< 3,0	< 45	55	Maluku, Papua, Sumba, mentawai, Bengkulu, Jambi, NTT, NTB, Sultra, Sulut, Sumut
Potensi rendah (Skala Kecil)	3,0 – 4,0	< 75	29	Jateng, Maluku, DIY, Lampung, Kalsel, NTT, NTB, Sultra, Sulteng, Sulut, Sumut
Potensi Menengah/ Skala Menengah	4,0 – 5,0	75 - 150	34	Jateng, DIY, Jatim, Bali, Bengkulu, NTT, NTB, Sulsel, Sulteng
Potensi Bagus /Tinggi, Skala Besar	> 5,0	> 150	35	Banten, DKI, Jateng, DIY, NTT, NTB, Sultra, Sulut, Sulsel

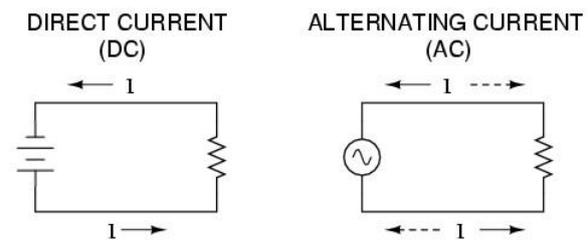
Pembangkit Listrik Tenaga Angin mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Secara sederhana sketsa kincir angin dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2. Sketsa kincir angin

### 2.2 Generator

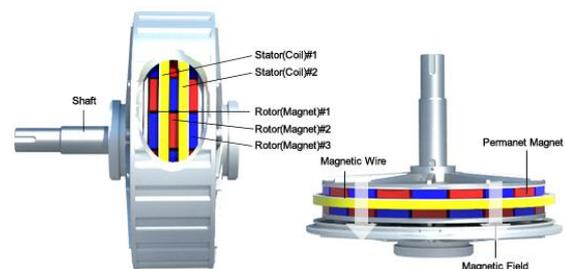
Generator adalah salah satu mesin listrik yang dapat mengubah energi gerak atau mekanik menjadi energi listrik. Prinsip kerja generator berdasarkan pada teori induksi medan elektromagnetik. Bagian utama generator terdiri dari kumparan medan dan kumparan jangkar yang diletakan di rotor dan stator. Rotor adalah bagian generator yang berputar sedangkan stator adalah bagian generator yang diam[8]. Berdasarkan tegangan dan arus listrik yang dibangkitkan generator dibedakan menjadi dua jenis, yaitu generator arus listrik AC dan DC seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.1 Perbedaan Arus Listrik AC dan DC

### 2.3 Generator Fluks Aksial Magnet Permanen

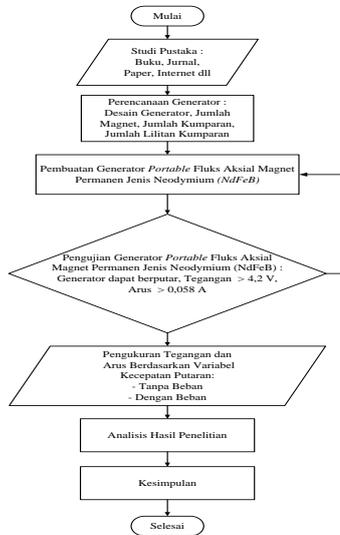
Generator Fluks Aksial Magnet Permanen adalah jenis generator yang memiliki arah aliran fluks rotor yang memotong stator secara tegak lurus atau aksial. Generator jenis ini menggunakan magnet permanen pada bagian rotornya untuk menghasilkan medan magnet yang digunakan sebagai penginduksi lilitan kawat kumparan pada stator, seperti pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4.** Generator Aksial Magnet Permanen

## 2.4 Metode Penelitian

Diagram alir metode penelitian, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.5.



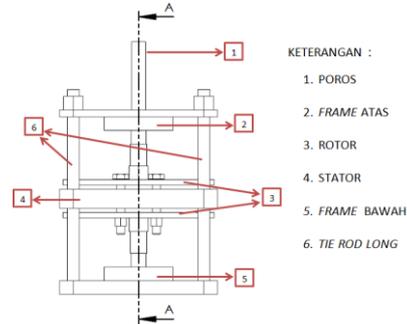
**Gambar 2.5.** Diagram alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 2.5 menunjukkan, bahwa diagram alir metode penelitian adalah tahapan yang dilakukan untuk perolehan setiap tujuan penelitian berupa pembuatan generator *Portable* fluks aksial magnet permanen jenis Neodymium (*NdFeB*), pengujian generator generator *Portable* fluks aksial magnet permanen jenis Neodymium (*NdFeB*) dan pengukuran tegangan dan arus berdasarkan variabel kecepatan putaran tanpa beban dan dengan beban.

## 3 TATA KERJA

### 3.1 Perancangan dan pembuatan Generator Portable

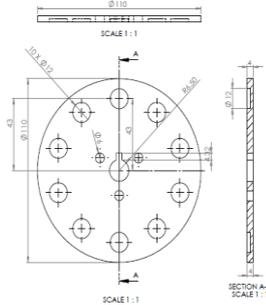
Penelitian ini membuat sebuah generator *portable* fluks aksial magnet permanen jenis neodimum (*NdFeB*). Generator ini dirancang untuk dapat mengisi tenaga baterai jenis Li-ion berkapasitas 2900 mAh dengan tegangan 3,6 volt sebanyak 4 buah yang disusun secara paralel dan seri. Oleh sebab itu *range* tegangan yang dibutuhkan untuk pengisian tenaga baterai tersebut yaitu sebesar 4,2 VDC sampai 8,4 VDC dengan arus sebesar 0,058 ampere sampai 2,9 ampere. Dengan memperhitungkan rugi tegangan pada saat tegangan Induksi disearahkan menjadi tegangan DC yaitu sebesar 0.9 Vrms maka generator ini dirancang dapat mengeluarkan tegangan sebesar 10 V. Rancangan generator *portable* seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1.** Rancangan Generator *Portable*

### 3.2 Pembuatan Rotor

Bahan dasar pembuatan *flange* rotor menggunakan material aluminium dengan diameter 110 mm dan tebal 5 mm.



**Gambar 3.2** Rancangan flange rotor



**Gambar 3.1** Pembuatan *Flange* Rotor menggunakan

Mesin Bubut

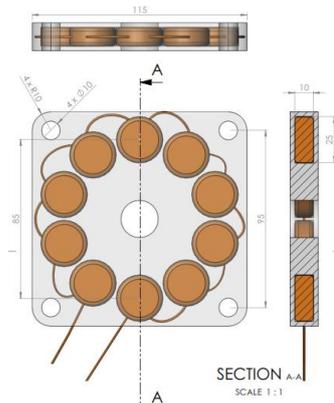
### 3.3 Pembuatan stator

Stator yang dibuat memiliki 10 buah gulungan yang masing-masing terdiri dari 200 lilitan kawat tembaga. Pembuatan stator ini diawali dengan menggulung kawat tembaga menggunakan alat penggulung dinamo seperti tampak pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Proses Penggulungan Kawat Tembaga

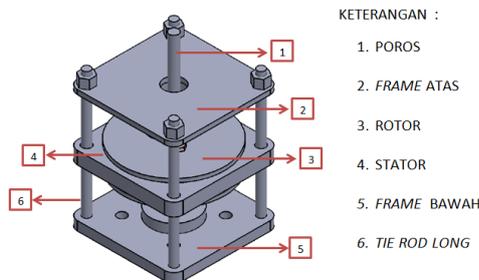
Generator yang dibuat memiliki tegangan *output* 1 fasa sehingga masing-masing gulungan dirangkai seri. seperti ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Pengawatan Gulungan Stator

### 3.4 Perakitan Generator *Portable*

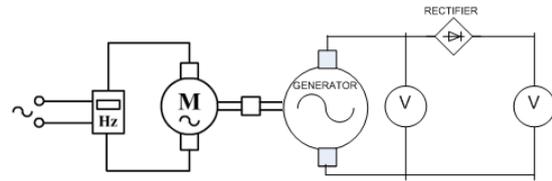
Pada tahap perakitan generator *portable* fluks aksial magnet permanen jenis neodymium (NdFeB) ini, semua komponen yang sudah selesai dibuat akan disatukan menjadi sebuah generator yang kompak sehingga dapat dioperasikan dengan turbin angin jenis vertikal untuk menghasilkan energi listrik. Gambar rancangan generator *portable* 3 dimensi seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Rancangan Generator *Portable*

### 3.5 Pengujian Generator tanpa beban

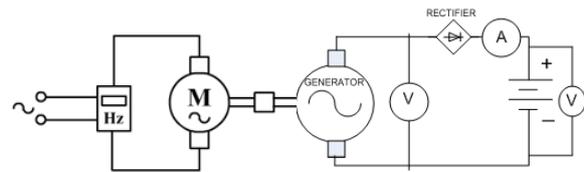
Rangkaian pengujian generator tanpa beban seperti tampak pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Rangkaian pengujian generator tanpa beban

### 3.6 Pengujian Generator Berbeban

Pengujian generator berbeban menggunakan rangkaian *loop* tertutup dengan memakai baterai Li-ion sebanyak 4 buah yang disusun secara paralel sebagai beban. Rangkaian pengujian generator berbeban seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3.2 Rangkaian Pengujian Generator Dengan Beban Baterai Li-ion

Pada Gambar 3.9 tersebut menunjukkan bahwa lampu indikator akan menyala apabila tegangan yang masuk ke dalam rangkaian mencapai tegangan minimum pengisian baterai.

## 4 HASIL DAN BAHASAN

### 4.1 Hasil Perancangan dan Pembuatan Generator

Generator yang telah dirakit tampak pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Generator yang telah dibuat

Pada hasil perancangan dan pembuatan generator dibedakan menjadi dua bagian antara lain sebagai berikut:

### 4.2.1 Bagian Rotor

Untuk bagian rotor dari generator terdiri dari beberapa komponen antara lain sebagai berikut:

#### A. Poros



Gambar 4.2 Poros

Pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa Poros atau *shaft* berfungsi sebagai dukungan dari *flange* rotor dan memiliki peran penting untuk memutar dari sumber gerak atau mekanik. Pada saat pengujian digunakan motor 3 fasa sebagai alat bantu untuk memutar poros pada generator. Poros terbuat dari material baja yang mana umumnya digunakan dalam pembuatan poros atau *shaft*.

#### B. Flange rotor



Gambar 4.1 Flange Rotor

Pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa kebutuhan *flange* rotor pada generator ini adalah dua buah, dimana untuk masing-masing satu buah terdapat 10 magnet permanen.

#### C. Bushing Stopper



Gambar 4.2 Bushing Stopper

Pada generator ini, bushing dibuat dengan tebal sebesar 20 mm. *Bushing stopper* adalah *bushing* atau *ring* baja yang berfungsi sebagai *stopper* atau pembatas agar ada jarak antara rotor dengan stator.

#### D. Frame generator



Gambar 4.3 Frame Generator

Pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa *Frame* generator yang dimaksud disini adalah kerangka atau rumah generator, *Frame* generator yang dibuat berjumlah dua buah dimana pada bagian dalam (*inside diameter*) terdapat bearing pada setiap *frame* generator. Material yang digunakan yaitu aluminium.

#### G. Tie rod long



Gambar 4.4 Tie Rod Long

Pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa *Tie rod long* merupakan komponen yang berfungsi menjaga generator agar stabil dan menempatkan stator di antara rotor dengan rotor. *Tie rod long* terbuat dari baja S45C dengan thread luar M08 x 1.5 dan jumlahnya ada empat buah.

### 4.2.2 Bagian Stator

Untuk bagian stator dari generator *portable* yang sudah dibuat seperti tampak pada Gambar 4.7.



Gambar 4.5 Hasil Pembuatan Stator

Pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa generator tersebut adalah stator tanpa inti besi yang telah dibuat dalam sebuah generator *portable* fluks aksial magnet permanen jenis neodymium (NdFeB).

Stator ini memiliki 10 buah gulungan kawat tembaga yang masing-masing terdiri dari 200 lilitan. Stator menggunakan kawat tembaga berdiameter 0,5 mm.

$$f = \frac{n \cdot p}{120}$$

$$n = 100, f = \frac{100 \cdot 10}{120} = 8,33 \text{ Hz}$$

$$n = 150, f = \frac{150 \cdot 10}{120} = 12,50 \text{ Hz}$$

$$n = 200, f = \frac{200 \cdot 10}{120} = 16,67 \text{ Hz}$$

$$n = 250, f = \frac{250 \cdot 10}{120} = 20,83 \text{ Hz}$$

$$n = 300, f = \frac{300 \cdot 10}{120} = 25,00 \text{ Hz}$$

$$n = 400, f = \frac{400 \cdot 10}{120} = 33,33 \text{ Hz}$$

$$n = 500, f = \frac{500 \cdot 10}{120} = 41,67 \text{ Hz}$$

$$n = 600, f = \frac{600 \cdot 10}{120} = 50,00 \text{ Hz}$$

## 4.2 Hasil Pengujian Tanpa Beban

### A. Data Hasil Perhitungan

#### 1. Menghitung luas penampang permukaan magnet ( $A_{magn}$ )

Untuk menghitung seberapa besar luas penampang permukaan dari medan magnet yang terdapat pada generator, diketahui parameter seperti  $r_0 = 0,0485$  m,  $r_i = 0,0365$  m,  $\tau_f = 0,01425$  m, dan  $N_m = 10$ . Sehingga luas area magnet dapat dicari menggunakan persamaan (2.6) sebagai berikut:

$$A_{magn} = \frac{\pi(r_o^2 - r_i^2) - \tau_f(r_o - r_i)N_m}{N_m}$$

$$A_{magn} = \frac{3,14(0,0485^2 - 0,0365^2) - 0,01425(0,0485 - 0,0365)10}{10}$$

$$A_{magn} = 1,4928 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

#### 2. Menghitung kuat medan maksimum ( $B_{max}$ )

Diketahui bahwa densitas fluks magnet ( $B_r$ ) = 0,2 T, panjang magnet ( $l_m$ ) = 0,003 m dan jarak antara rotor dengan stator atau *airgap* ( $\delta$ ) = 0,002 m. Maka ( $B_{max}$ ) dapat dihitung dengan persamaan (2.7) sebagai berikut:

$$B_{max} = B_r \cdot \frac{l_m}{l_m + \delta}$$

$$B_{max} = 0,2 \cdot \frac{0,004}{0,004 + 0,001}$$

$$B_{max} = 0,16 \text{ T}$$

#### 3. Menghitung fluks magnet maksimal ( $\Phi_{max}$ )

Pada perhitungan fluks magnet maksimal sudah diketahui bahwa area magnet sebesar yang dimiliki adalah ( $A_{magn} = 1,5090 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ) dan densitas fluks magnet maksimum ( $B_{max} = 0,15 \text{ T}$ ). Berdasarkan persamaan (2.5), maka akan dihasilkan data sebagai berikut:

$$\Phi_{max} = A_{magn} \cdot B_{max}$$

$$\Phi_{max} = 1,4928 \times 10^{-4} \cdot 0,16$$

$$\Phi_{max} = 2,38848 \times 10^{-5}$$

#### 4. Menghitung Frekuensi Generator

Generator diuji dengan 8 variabel kecepatan putaran yaitu 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500 dan 600 rpm. Dengan jumlah pasang kutub sebanyak 10 buah maka dapat diketahui frekuensi generator pada masing-masing kecepatan menggunakan rumus persamaan (2.4) yaitu :

$$n = \frac{120 \cdot f}{p}$$

### 5. Menghitung Tegangan Induksi

Setelah mendapatkan frekuensi, tegangan induksi yang dihasilkan pada generator *portable* ini dapat dihitung melalui persamaan (2.3) yaitu sebagai berikut :

$$E_{rms} = 4,44 \cdot N \cdot f \cdot \Phi_{max} \cdot \frac{N_s}{N_{ph}}$$

$$f = 8,33 \text{ Hz}, E_{rms} = (4,44) \cdot (200) \cdot (8,33) \cdot (2,38848 \times 10^{-5}) \cdot \left(\frac{10}{1}\right) = 1,77 \text{ volt}$$

$$f = 12,50 \text{ Hz}, E_{rms} = (4,44) \cdot (200) \cdot (12,50) \cdot (2,38848 \times 10^{-5}) \cdot \left(\frac{10}{1}\right) = 2,65 \text{ volt}$$

$$f = 16,67 \text{ Hz}, E_{rms} = (4,44) \cdot (200) \cdot (16,67) \cdot (2,38848 \times 10^{-5}) \cdot \left(\frac{10}{1}\right) = 3,53 \text{ volt}$$

$$f = 20,83 \text{ Hz}, E_{rms} = (4,44) \cdot (200) \cdot (20,83) \cdot (2,38848 \times 10^{-5}) \cdot \left(\frac{10}{1}\right) = 4,42 \text{ volt}$$

$$f = 25,00 \text{ Hz}, E_{rms} = (4,44) \cdot (200) \cdot (25,00) \cdot (2,38848 \times 10^{-5}) \cdot \left(\frac{10}{1}\right) = 5,30 \text{ volt}$$

$$f = 33,33 \text{ Hz}, E_{rms} = (4,44) \cdot (200) \cdot (33,33) \cdot (2,38848 \times 10^{-5}) \cdot \left(\frac{10}{1}\right) = 7,07 \text{ volt}$$

$$f = 41,67 \text{ Hz}, E_{rms} = (4,44) \cdot (200) \cdot (41,67) \cdot (2,38848 \times 10^{-5}) \cdot \left(\frac{10}{1}\right) = 8,84 \text{ volt}$$

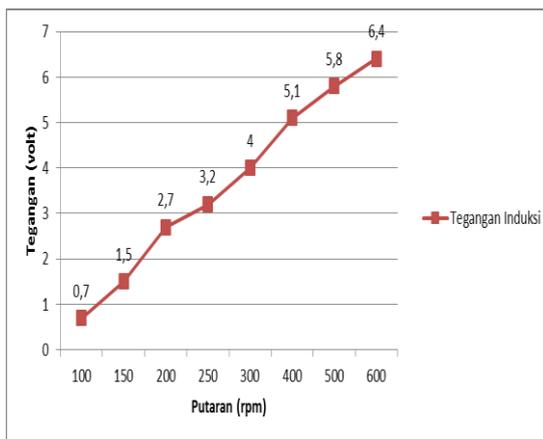
$$f = 50,00 \text{ Hz}, E_{rms} = (4,44) \cdot (200) \cdot (50,00) \cdot (2,38848 \times 10^{-5}) \cdot \left(\frac{10}{1}\right) = 10,60 \text{ volt}$$

### B. Data Hasil Pengukuran

Data hasil pengukuran tegangan induksi dari delapan variabel pengujian yang dilakukan pada putaran 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500 dan 600 rpm seperti pada Tabel 4.1, dan Grafik perbandingan putaran rotor terhadap tegangan keluaran generator ditunjukkan pada Gambar 4.8.

**Tabel 4.1** Hasil Perhitungan induksi Tanpa Beban

No	Putaran (rpm)	Tegangan induksi (V)
1	100	0,7
2	150	1,5
3	200	2,7
4	250	3,2
5	300	4
6	400	5,1
7	500	5,8
8	600	6,4

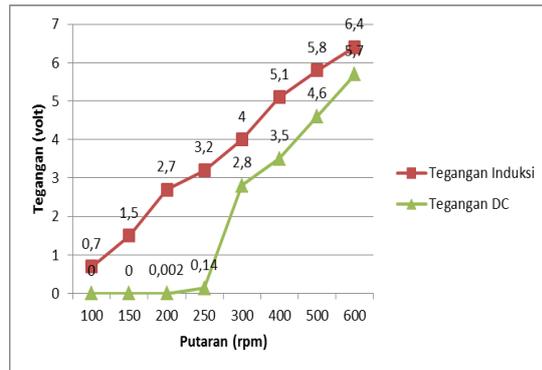


**Gambar 4.6** Grafik Perbandingan Putaran Rotor dan Tegangan

Pada Gambar 4.8 diatas menunjukkan bahwa hubungan antara putaran dan pengukuran tegangan induksi tanpa beban berbanding lurus, dimana semakin cepat putarannya maka tegangan induksi yang dihasilkan juga semakin besar. Tegangan pada saat kecepatan putaran rotor 600 rpm menghasilkan tegangan sebesar 6,4 volt. Tegangan induksi generator pada saat tanpa beban berupa tegangan AC disearahkan menggunakan *rectifier* jembatan penuh sehingga menghasilkan tegangan DC yang hasilnya dapat dilihat seperti pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.1** Hasil Perhitungan Tegangan DC tanpa Beban

No	Tegangan induksi (V)	Tegangan DC (V)
1	0,7	0
2	1,5	0
3	2,7	0,002
4	3,2	0,14
5	4	2,8
6	5,1	3,5
7	5,8	4,6
8	6,4	5,7



**Gambar 4.7** Grafik Perbandingan Tegangan Induksi dan Tegangan DC Pada Saat Tanpa Beban

Pada gambar 4.9 di atas diketahui bahwa nilai tegangan DC lebih rendah dari tegangan induksi generator. Hal ini dikarenakan adanya rugi tegangan pada saat arus listrik disearahkan menggunakan *rectifier* jembatan penuh. Untuk tegangan DC pada keadaan tanpa beban saat kecepatan putaran 600 rpm tegangan DC yang terbaca sebesar 5,7 volt.

### C. Perbandingan perhitungan dan pengukuran tegangan induksi ( $E_{rms}$ )

Untuk mengetahui seberapa besar deviasi (%) dari selisih yang dihasilkan antara perhitungan dan pengukuran tegangan induksi tanpa beban maka dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut:

**Tabel 4.3** Hasil Perbandingan Perhitungan dan Pengujian Tegangan Induksi Tanpa Beban

No	Putaran (rpm)	Perhitungan (V)	Pengukuran (V)	Deviasi (%)
1	100	1,77	0,7	39,60
2	150	2,65	1,5	56,58
3	200	3,53	2,7	76,38
4	250	4,42	3,2	72,42
5	300	5,30	4	75,44
6	400	7,07	5,1	72,14
7	500	8,84	5,8	65,63
8	600	10,60	6,4	60,35

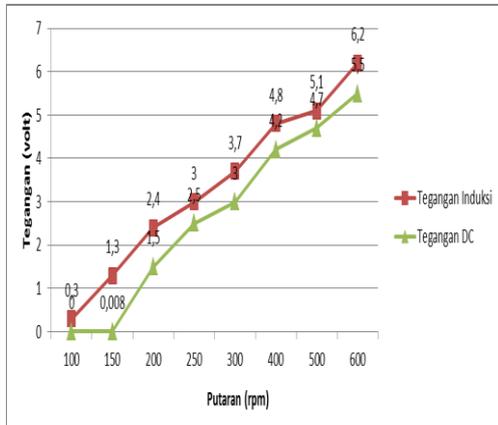
Dari data pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa ada perbedaan antara hasil perhitungan dengan pengukuran. Pada putaran 100 rpm besar deviasi adalah 39,60%, sedangkan pada putaran 600 rpm yang mana jumlah tegangan paling besar hanya 60,35% untuk deviasinya. Hal ini menunjukkan bahwa tidak selamanya deviasi berbanding lurus antara putaran dengan tegangan yang dihasilkan. Deviasi rata-rata secara keseluruhan adalah sebesar 64,82%.

### 4.3 Pengujian Dengan Beban

Hasil pengukuran tegangan induksi dan tegangan DC pada keadaan berbeban dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

**Tabel 4.4** Hasil Pengukuran Tegangan Induksi dan Tegangan DC Pada Keadaan Berbeban

No	Putaran (rpm)	Tegangan Induksi (V)	Tegangan DC (V)
1	100	0,3	0
2	150	1,3	0,008
3	200	2,4	1,5
4	250	3	2,5
5	300	3,7	3
6	400	4,8	4,2
7	500	5,1	4,7
8	600	6,2	5,5

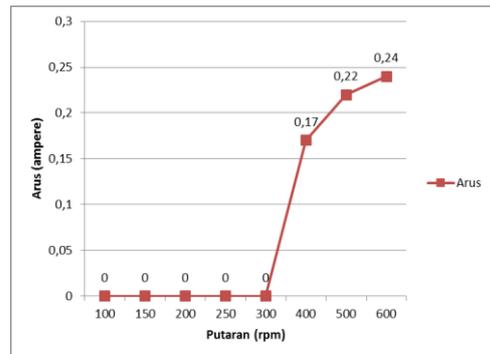


**Gambar 4.8** Grafik Perbandingan Tegangan Induksi dan Tegangan DC Pada Keadaan Berbeban

Gambar 4.10 menunjukkan hubungan yang berbanding lurus antara putaran dengan tegangan induksi maupun tegangan DC yang dihasilkan. Semakin besar putarannya maka akan semakin besar nilai tegangan yang dihasilkan. Tegangan Induksi maksimal pada pengujian dengan beban ini terjadi pada putaran 600 rpm sebesar 6,2 V dan 5,5 V setelah disearahkan menjadi tegangan DC. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini:

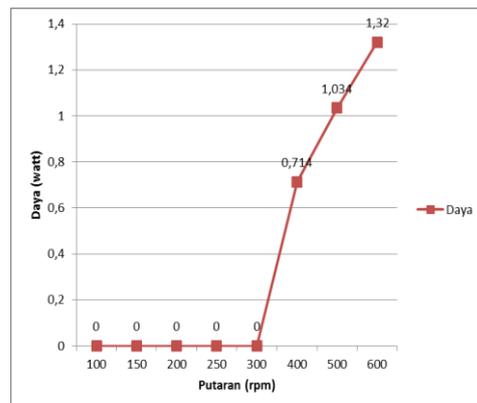
**Tabel 4.5** Hasil Pengukuran Arus Generator

No	Putaran (rpm)	Tegangan DC (V)	Kuat arus (A)	Daya (W)
1	100	0	0	0
2	150	0,008	0	0
3	200	1,5	0	0
4	250	2,5	0	0
5	300	3	0	0
6	400	4,2	0,17	0,714
7	500	4,7	0,22	1,034
8	600	5,5	0,24	1,32



**Gambar 4.9** Grafik Arus Terhadap Kecepatan Putaran Rotor

Dari gambar 4.11 di atas diketahui bahwa arus dari generator baru terbaca saat kecepatan putaran rotor mencapai 400 rpm dikarenakan pada beban terpasang rangkaian pengisian baterai yang hanya bekerja pada saat tegangan DC mencapai 4,2 volt. Hal ini ditandai dengan menyalnya lampu indikator rangkaian pengisian baterai pada saat tegangan DC yang terbaca oleh multimeter mencapai 4,2 volt dengan arus sebesar 0,17 ampere. Pada kecepatan putaran 600 rpm arus generator adalah 0,24 ampere. Untuk daya yang dihasilkan generator pada kecepatan putaran 100 sampai 600 rpm dapat dilihat pada gambar 4.12 dibawah ini.



**Gambar 4. 10** Grafik Hubungan Daya Terhadap Kecepatan Putaran

## 5 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini telah menghasilkan sebuah generator *portable* fluks aksial magnet permanen jenis neodymium (NdFeB) dengan desain 2 buah *flange* rotor yang masing-masing terdiri atas 10 kutub magnet permanen dan desain stator 10 kumparan tanpa inti besi. Konstruksi generator memiliki dimensi yaitu tinggi 20 cm, lebar 12 cm dan panjang 11,5 cm serta berat total sebesar 2 kg. Desain generator dirancang agar dapat dengan mudah dipindah tempatkan dan dibongkar pasang.

Tegangan induksi tanpa beban yang dihasilkan dari delapan variasi pengujian rpm yang dilakukan pada putaran 10 rpm sampai dengan putaran 600 rpm adalah 0,7V sampai 6,4V dan 0 V sampai 5,7 V setelah disearahkan menjadi tegangan DC.

## UCAPAN TERIMAKASIH

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Manfaat Energi Angin Sebagai Energi Alternatif.  
Internet:<http://benergi.com/manfaat-energi-angin-sebagai-energi-alternatif> . di akses 17 juli 2016
- [2] Arti kata *Portable* dalam bahasa inggris.  
Internet.Internet:  
<http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/portable>. Di akses 20 juli 2016
- [3] Nurtjahjomulyo. Rancang Bangun Generator Turbin Angin Tipe Aksial Kapasitas 200W. Peneliti Bidang Konversi Energi Dirgantara. LAPAN. 2012.
- [4] Farhan M. Nur , Dhiyaul , Ramdhan Halid Siregar, Mahdi Syukri, “Perancangan Prototype Generator Magnet Permanen Fluks Aksial Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Penerangan Lampu Jalan”. Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala . Aceh, 2013..
- [5] Potensi Energi Angin Di Indonesia. Internet:  
<http://aplikasi.ebtke.esdm.go.id/lintasebtke/aneka-energi/id/masyarakat-umum/view/1/31-potensi-energi-angin-di-indonesia> di akses 25 juli 2016
- [6] MS. Soeripno.” Potensi Dan Pengembangan Energi Angin Di Indonesia”. Seminar Energi Baru Dan Terbarukan, Jakarta,2011.
- [7] Menghitung Energi Dari Kincir Angin.  
Internet:  
<https://miskardi.wordpress.com/2010/08/28/menghitung-energi-dari-kincir-angin/> .di akses 25 juli 2016
- [8] Mustofa, “Perancangan Pembangkit Listrik Menggunakan Generator Magnet Permanen Dengan Motor Dc Sebagai *Prime Mover*”, Universitas Pakuan Bogor, 2014.