

RANCANG BANGUN GENERATOR LINIER MAGNET PERMANEN PUTARAN RENDAH UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK SKALA KECIL

Sandhigo Paza Peritan, Yusuf Ismail Nakhoda, Ni Putu Agustini
Institut Teknologi Nasional Malang, Malang, Indonesia
sandhigopazaperitan@gmail.com, yusuf_nakhoda@lecturer.itn.ac.id,
ni_putu_agustini@lecturer.itn.ac.id

Abstract— *Generator Linier Magnet Permanen sebagai penghasil listrik putaran rendah .karna pada umumnya generator dengan putaran tinggi maka Pada perancangan Generator Linier Magnet Permanen memiliki putaran rendah dengan konstruksi yang berbentuk persegi sehingga magnet permanen serta kumpuaran dengan memiliki persegi ganda sebagai arah kutub yang memakai magnet batangan, magnet neodmium-iron-boron NdFeB yang ditempelkan di bahan yang sudah di bentuk translator persegi bahan akrilik dan alumunium sebagai alas yang ringan dari gerak berputar berubah menjadi gerak linier dengan di porosnya menimbulkan fluks magnet yang menghasilkan energi listrik dengan perencanaan yang di keluarkan sebesar 12 volt di harapkan dalam pembuatan dan hasilnya juga memiliki hasil yang tidak jauh dari perencanaan dengan keluaran 1 fasa maka masing-masing rotor bisa di pakai dan bisa pula di sambung dengan sambungan seri supaya volt naik dengan sambungan seri dalam pengujian data meghasilkan 10 volt.*

Kata Kunci: *Generator Linier, Magnet Permanen, Putaran Rendah.*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini pertumbuhan penduduk sangat pesat di dan sertai pertumbuhan perumahan membuat penyedia listrik harus menambah kapisitas daya dari yang ada saat ini, maka dari itu muncul inovasi generator atau pembangkit skala kecil yang di anggap membantu dalam suatu kalanagan.

Generator sebagai pembangkit listrik putaran rendah masih sangat sedikit dalam pemanfaatan.Terutama di pelosok daerah di indonesia yang banyak tenaga atau sumber energi terbarukan yang kurang pemanfaatan yang maksimal.

Karena indonesia yang beragam kondisi yang perlu perhatian dalam pemanfaat an energi terbarukan lebih dari pemerintah supaya daerah pelosok atau pedalaman yang susah di jangkau oleh PLN dapat memanfaatkan energi terbarukan lebih baik.

Karna ada banyak desa di belahan indonesia yang belum teraliri listrik dan banyak desa yang belum memiliki penerangan .dengan generator yang dapat di fungsikan dalam berbagai implementasi maka mudah untuk di buat sendiri.

Generator yang berskala kecil dianggap sangat membantu bila di kembangkan dengan baik karena mudah dalam perawatan serta pengontrolan yang mudah dan bahan mudah di dapatkan .

Renewable sebagai energi alternatif yang ada sebagai sumber energi listrik skala kecil memerlukan generator yang sesuai dengan geografis suatu wilayah terutama indonesia yang beragam geografis nya.

Generator yang ada pada pasaran saat ini adalah generator yang memiliki RPM yang tinggi dan membutuhkan energi listrik awal ,untuk membuat medan megnetnya (Muhammad Mansoor ASHRAF*, Tahir NADEEM MALIK. .2016.)

Generator yang dibuat untuk sekaranag adalah murah dan mudah perawatannya.Generator tipe linier adalah yang ingin di kembangkan.

Meskipun energi yang di dapat hanya kecil tidak sebesar PLTN,PLTU,PLTB,PLTA Generator kecepatan rendah merupakan solusi yang paling murah dan rendah resiko yang cocok di implementasikan di indonesia.Dengan pemberdayaan pembangkit dengan skala kecil menjadi sumber alternatif dalam menyambut datang nya krisis energi .

Salah satu contoh generator linier menggunakan magnet permanen ini dapat membantu dalam pembangkitan energi karena di gerakan dengan satu poros serta mengeluarkan satu fasa di setiap satu sisi stator.

Dalam penggunaan dapat di implementasikan pada macam –macam alat atau turbin dan renewsable energi yang saat ini sangat banyak variasi dalam pengembangan dan pembuatan macam- macam alat.

Design bentuk persegi memudahkan pembuatan dengan variasi magnet *Neodymium* dan banyak lilitan semakin banyak magnet dan jumlah lilitan maka tegangan akan semakin bagus.

Jumlah banyak stator dan rotor akan mempengaruhi dari hasil output generator yang di buat dan semakin banyak stator dan rotor yang ada hasil output juga semakin banyak serta satu generator memiliki banyak output yang bisa di gunakan dalam implementasi.

Salah satu contoh generator linier dengan magnet permanen ini dapat membantu dalam pembangkitan enenrgi karena di gerakan dengan satu poros serta mengeluarkan satu fasa di setiap satu sisi stator.

Dalam penulisan sekripsi akan menjelaskan pengerjaan generator, dalam pembuatan alat ini , untuk membuat generator yang memiliki out put satu fasa dalam kedua sisi , *output* bisa di gunakan untuk ke beban langsung karena satu fasa.

B. Rumusan Masalah

Dengan latar belakang yang telah diutarakan diatas, maka dapat disimpulkan permasalahan yang dituangkan dalam sekripsi ini, yaitu :

1. Bagaimana merancang bangun generator linier magnet permanen putaran rendah untuk pembangkit listrik skala kecil ?
2. Bagaimana cara membuat generator linier magnet permanen putaran rendah untuk pembangkit listrik skala kecil ?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Pembuatan alat ini bermaksud untuk melihat output dari generator linier magnet permanen yang menggunakan satu poros. Output keluaran generator di buat untuk satu fasa di setiap sisi yang keluar dari generator.

D. Batasan Masalah

Agar tidak penyimpangan maksud dan tujuan awal dalam pengerjaan skripsi ini maka penulis memberi batasan sebagai berikut :

1. Tidak membahas tentang kontrol
2. Keluaran satu fasa
3. Percobaan di laksanakan di lab.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Teori Dasar

Dalam bab ini akan membahas dari perencanaan dan pembuatan keseluruhan generator Linier Magnet Permanen Putaran Rendah Untuk Pembangkit Listrik Skala Kecil. Dan bahan serta proses yang akan di lakukan sesuai perhitungan dan perencanaan yang di laksanakan , pada saat melakukan pembuatan tidak mengalami kesalahan dan hasil yang sama atau hampir mendekati anatara perencanaan dan pembuatan.

B. Perencanaan Fluks Generator Linier Magnet Permanen

Generator ini dirancang untuk bekerja pada frekuensi 50 Hz dan berputar pada kecepatan 1000 ratio permenit. Tegangan keluaran dirancang 12 volt pada kondisi tanpa beban. Tegangan induksi generator dapat dihitung.

1) Perencanaan Kecepatan Putar

Hubungan antara kecepatan medan putar stator (rpm) dan frekuensi generator yang berbanding terbalik dengan jumlah kutub berdasarkan putaran permenit hal ini dapat di tentukan dengan cara sebagai berikut :

Diketahui :

f = frekuensi 50 Hz

p = jumlah kutub 6

$$n_g = \frac{120 \times f}{p} \text{ (rpm)}$$

$$n_g = \frac{120 \times 50}{6}$$

$$n_g = 1000 \text{ rpm}$$

2) Perencanaan Rotor Magnet Permanen

Pada perancangan rotor ini menggunakan rotor dari bahan akrilik berlapis aluminium dengan panjang 20cm, rotor yang dirancang dapat menghasilkan 6 buah kutub dengan magnet neodnyium, maka rotor tersebut di bentuk supaya dapat dimasukkan magnet permanen.



Gambar 1. Magnet Permanen Neodymium

Perancangan rotor generator fluks linier ini menggunakan magnet neodymium permanen dengan cara menentukan besaran-besaran sebagai berikut :

a) *Menentukan Nilai Kerapatan Fluks Magnet*

Diketahui :

$B_r = 1,42$ T (Magnet NdFeB tipe N52)

p = panjang 50 mm

l = lebar 25 mm

L_m = tebal 10 mm

δ = celah udara minimal 5 mm

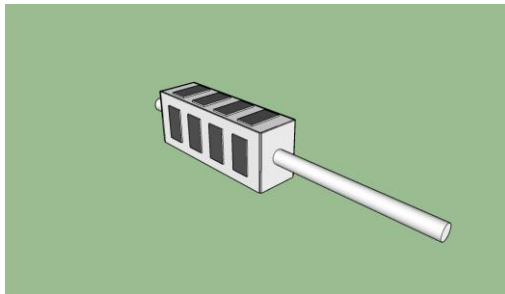
$$B_{max} = B_r \times \frac{L_m}{L_m + \delta} \text{ (T)}$$

$$= 1,42 \cdot \frac{0,01}{0,01 + 0,005}$$

$$B_{max} = 0.946572T$$

b) *Menentukan luasan Magnet Permanen*

Luas area magnet dan menentukan luasan persegi rotor dengan selanjutnya adanya syarat bahwa luasan persegi stator mengikuti luasan rotor dengan tujuan untuk mensinkronkan antara kutub magnet permanen dengan kumparan pada stator. Skema rotor dalam perancangan PMG ini dapat dilihat di gambar dibawa ini



Gambar 2. Rotor Magnet Permanen Linier

Dalam perancangan rotor ini dengan bentuk persegi maka dalam mencari luas area magnet menggunakan persamaan dibawah ini (A_{magn}) .

Diketahui :

r_o = radius luar magnet 4 cm

r_i = radius dalam magnet 2 cm

r_f = jarak antar magnet 2 cm

N_m = jumlah magnet 16 buah

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

$$= \frac{(0,04^2 - 0,02^2) - 2(0,04 - 0,02) \cdot 16}{16}$$

$$= 0,0475875528 \text{ m}^2$$

c) *Menentukan Fluks Maksimal Magnet Permanen*

Dalam perancangan rotor ini dengan bentuk persegi maka dalam mencari Fluks magnetik menggunakan persamaan:

Diketahui :

A_{magn} = luasan magnet 0.0475875528 m

B_{max} = kerapatan fluks 0,946572 T

Maka fluks maksimal adalah :

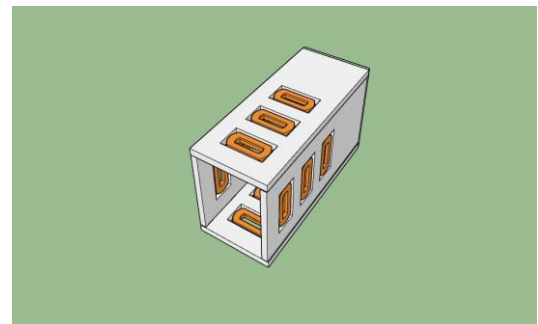
$$\Phi_{max} = A_{magn} \times B_{max} \text{ (Wb)}$$

$$= 0,0475875528 \times 0.946572$$

$$Q_{max} = 0,045045045$$

C. *Perencanaan Kumparan Stator*

Jumlah kumparan 12 buah. Nilai ini didapatkan dari besarnya jumlah magnet pada rotor, agar keliling stator menyesuaikan keliling rotor. Pertimbangan lain adalah agar kumparan dapat sepenuhnya terlewati oleh fluks magnetik.



Gambar 3. Tempat Kumparan Stator Linier

Sedangkan jumlah kumparan stator (N_s) yang dibutuhkan untuk statornya menggunakan persamaan berikut ini.

N_{ph} = jumlah fasa 2 (Fasa dan Netral)

p = jumlah kutub magnet 6

maka jumlah kumparan stator adalah:

$$N_s = p \times \frac{N_{ph}}{2}$$

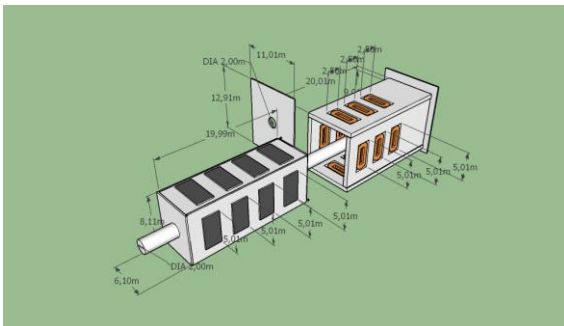
$$= 6 \times \frac{2}{2}$$

$$N_s = 6 \text{ kumparan}$$

D. Perencanaan Jumlah Lilitan

Jumlah kumparan 12 buah. Nilai ini didapatkan dari besarnya jumlah magnet pada rotor, agar keliling stator menyesuaikan keliling rotor. Pertimbangan lain adalah agar kumparan dapat sepenuhnya terlewati oleh fluks magnetik. Diketahui :

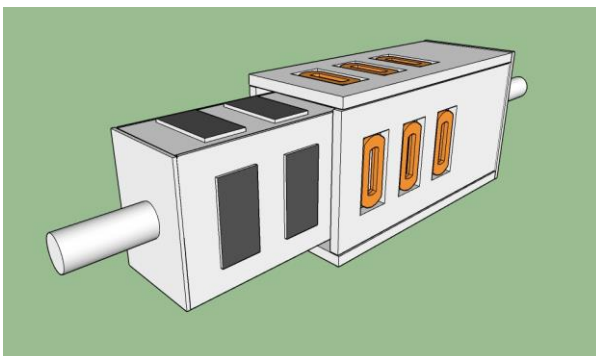
N = jumlah lilitan
 f = frekuensi 50 Hz
 Φ_{max} = fluks maksimum 0.000411000 Wb
 N_s = jumlah kumparan 12
 N_{ph} = jumlah fasa 2
 $E_{rms} = 4.44 \times N \times f \times \Phi_{max} \times \frac{N_s}{N_{ph}}$
 $= 4.44 \times 200 \times 50 \times 0.045045 \times 12/2$
 $E_{rms} = 200$ lilitan



Gambar 4. Dimensi generator linier rotor dan stator

E. Perencanaan Tegangan Keluaran

Generator yang dirancang memiliki 6 buah pasang kutub 1 fasa. Kutub-kutub disusun dari magnet permanen NDFeB-52 berdimensi 50 mm x 25mm x 10 mm. Magnet –magnet ini di susun pada poros nilon yang dipasang pada puli untuk membentuk rotor magnet. Magnet-magnet ini disusun secara berjajar dengan kutub utara berhimpitan dengan kutub selatan yang saling tarik menarik. Generator uji memiliki 12 buah kumparan yang diseri dalam satu fasa.



Gambar 5. Generator Linier Magnet Permanen

Tegangan induksi pada generator yang dibangkitkan dengan rumus sebagai berikut :
 Diketahui :

N = jumlah lilitan 200
 f = frekuensi 50 Hz
 Φ_{max} = fluks maksimum 0,045045 Wb
 N_s = jumlah kumparan 12
 N_{ph} = jumlah fasa 2
 $E_{rms} = 4.44 \times N \times f \times \Phi_{max} \times \frac{N_s}{N_{ph}}$ (Volt)
 $= 4.44 \times 200 \times 50 \times 0.045045 \times 12/2$
 $E_{rms} = 11,999988$ Volt
 $E_{rms} = 12$ Volt

Arus yang di inginkan dari keluaran generator linier magnet permanen.

$S = V \times I$

Dimana:
 S = daya
 V = tegangan
 I = arus
 $S = 12 \times 0,849$
 $= 10$
 $I_{total} = I_a + I_a + I_a$
 $= 0,849 + 0,849 + 0,849$
 $= 2,5$ A

F. Perencanaan Daya Generator Satu Fasa

Spesifikasi daya yang direncanakan sebesar dengan tegangan 12 Volt, faktor daya diasumsikan 0.8, dan arus 0,849 Amper maka daya yang akan dihasilkan menggunakan persamaan berikut :

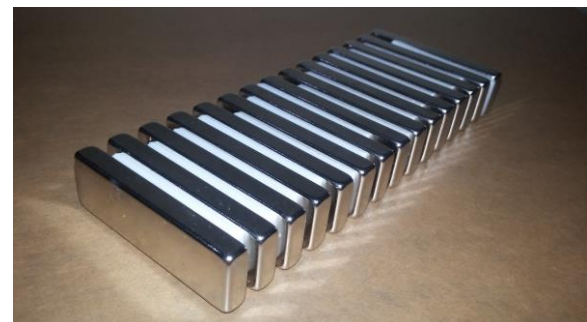
Diketahui :

V_{L-N} = tegangan generator 12 Volt
 I = arus 0,849 Ampere
 $= 12 \times 0,849 \times 0.8$
 $S_{10} = 8,15$ VA

G. Pembuatan generator

Pembuatan di mulai dengan pengumpulan bahan-bahan yang digunakan serta pemotongan bahan yang di gunakan untuk stator dan rotor.

1). Pembelian magnet permanen



Gambar 6. Magnet permanen neodymium yang berjumlah 16 batang

2). Pemotongan di lakukan menggunakan lazer dan pemotongan di lakukan sesuai dengan ukuran perencanaan yang sudah ada.



Gambar 7. Akrilik sebagai rumah stator dan rotor yang sudah di *cutting lazer*.

3). Penggulungan kumparan sesuai perencanaan yang berjumlah 200 lilitan yang berjumlah 12 lilitan yang akan di pasang di stator.



Gambar 8. Hasil gulungan yang berjumlah 200 lilitan.

4). Pemasangan kumparan ke akrilik yang sudah di *cutting*. Pemasangan kumparan ke akrilik sebagai rumah stator.



Gambar 9. Memasang kumparan ke akrilik sebagai stator

5). Pengelasan sambungan kumparan supaya kumparan tidak ada fom atau kumparan benar-benar sambung antara kumparan yang di hubngkan.



Gambar 10. Pemasangan translator rotor ke dalam rumah stator

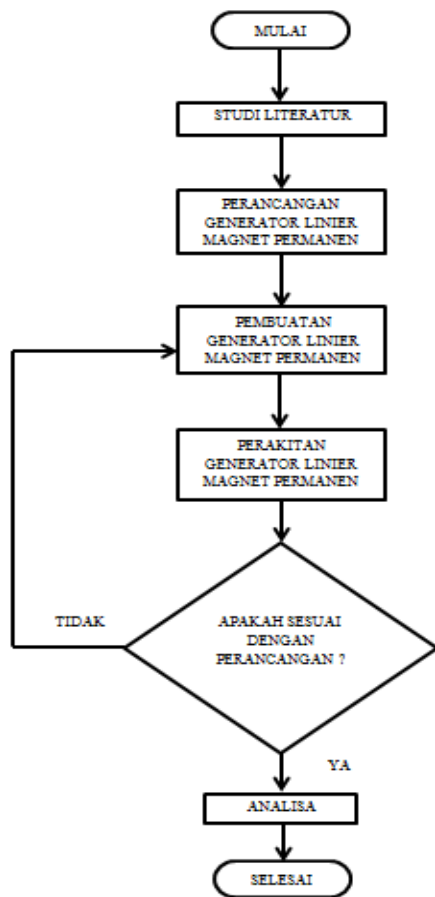
6). Pemasangan rotor dengan satu poros yang di letakan dalam translator aluminium.



Gambar 11. Penggabungan antara translator rotor dengan rumah stator

7). Pemasangan antara rotor dan stator Generator Linier Magnet Permanen Putaran Rendah yang sudah di sambung kumparannya dan terlihat memiliki 3 keluaran antara rotor.

H. Perencanaan Pembuatan Generator Linier Magnet Permanen



Gambar 12. Gambar Flowchart Pengerjaan

Perencanaan pembuatan generator linier magnet permanen dengan menggambar bentuk dan *design* rotor dan stator dan pemilihan bahan sebagai

III. PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

A. Pendahuluan

Dalam bab ini akan membahas tentang hasil dari perencanaan dan pengujian generator linier magnet permanen putaran rendah berapa besar keluaran tegangan yang keluar dari generator.

B. Tahapan pengujian

Pengujian lab di lakukan dengan menggunakan lampu dc untuk mengetahui drop tegangan saat generator di bebani menggunakan lampu dc.

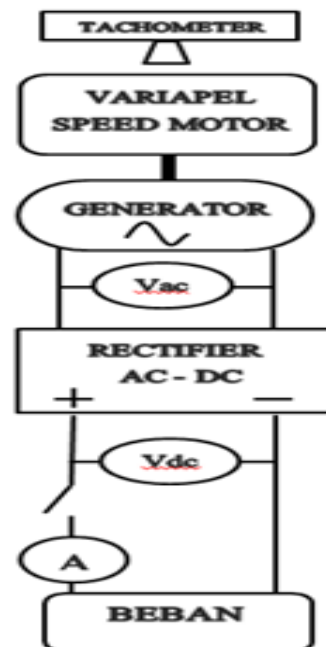
1). Pengujian dan pengukuran generator

a. pengujian generator dilakukan dengan sambungan seri dan parallel serta berbeban dan tanpa beban agar dapat di bedakan antara sambungan antar stator pada saat di bebani

b. menghubungkan generator dengan kopel untuk memutar mula di tempat pengujian agar pengujian bisa di lakukan dengan aman saat generator bergerak, dengan menggunakan variabel speed motor yang di diubah-ubah sesuai rpm yang di inginkan

c. menghubungkan multimeter ke keluaran generator untuk mengukur tegangan dan arus yang keluar dari generator,serta mencatat hasil dari pengujian pengukuran keluaran generator.

d. menganalisa pengujian dan perencanaan generator sudah sesuai dengan perencanaan yang di lakukan kan apakah alat tersebut bisa menghasilkan dengan rpm yang di tentukan dan tercapai hasil nya.



Gambar 13. Blok Diagram Pengujian Generator

C. Pengujian Generator

Pengujian Genenrator linier magnet permanen putaran rendah satu fasa untuk mengetahui barapa hasil perencanaan dengan hasil pengujian pengukuran yang di lakukan dengan alat ukur yang baik atau dengan tingkat akurasi yang tinggi maka akan semakin akurat juga hasil pengujian.

1) Pengujian Tanpa beban

Pengujian yang di lakukan pada Rabu 16 Januari 2019.pengujian yang di lakukan selama 3 jam untuk pengambilan data tenggangan ,arus,dan rpm untuk pengujian di lakukan di kampus 2 gedung lab elektro ITN Malang lantai 1,Labolatorium Konversi Energi Listrik.



Gambar 14. Hasil percobaan tanpa beban dengan rpm 900 yang dapat menghasilkan tegangan sebesar 9,4 volt

TABEL 1 PENGUKURAN TANPA BEBAN

NO	KECEPATAN PUTAR (RPM)	M/s	TEGANGAN AC STATOR
1	50	0,13	0
2	100	0,26	1
3	150	0,39	1,6
4	200	0,52	2
5	250	0,65	2,4
6	300	0,78	3,1
7	350	0,91	3,8
8	400	1,04	4,3
9	450	1,17	4,8
10	500	1,30	5,2
11	550	1,43	5,9
12	600	1,57	6,4
13	650	1,70	7
14	700	1,83	7,4
15	750	1,96	7,9
16	800	2,09	8,3
17	850	2,22	8,9
18	900	2,35	9,4
19	950	2,48	9,9
20	1000	2,61	10,7

1). Menghitung efisiensi generator

Dimana :

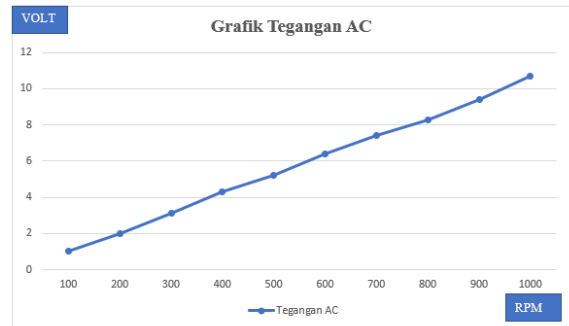
P in = 12 volt

P out = 10.7

$$\text{efisiensi (in \%)} = \frac{\text{out}}{\text{in}^2} \times 100\%$$

=89,1 %

Data yang diambil dari pengukuran hari rabu 16 Januari 2019, Dapat di peroleh kecepatan putar pada 1000 RPM ,dengan rpm tersebut dapat di hasilkan sebesar 10,7 volt pada tegangan AC.



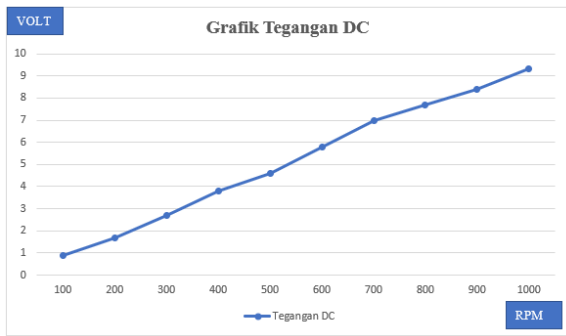
Gambar 15. Grafik percobaan tegangan ac

Hasil pengukuran dari stator tanpa beban dapat di lihat dari 0 Rpm sampai 1000 Rpm tegangan naik sampai 10,7 volt

TABEL 2 PENGUKURAN TANPA BEBAN

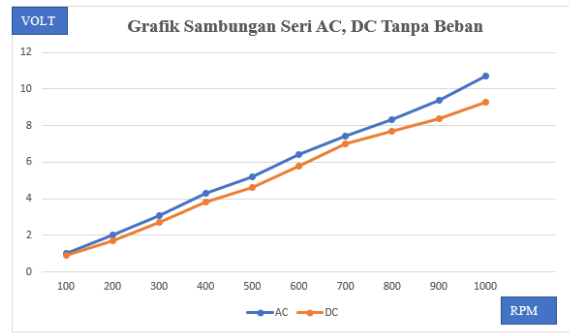
NO	KECEPATAN PUTAR (RPM)	M/s	TEGANGAN DC STATOR
1	50	0,13	0
2	100	0,26	0,9
3	150	0,39	1,3
4	200	0,52	1,7
5	250	0,65	2,1
6	300	0,78	2,7
7	350	0,91	3,2
8	400	1,04	3,8
9	450	1,17	4,3
10	500	1,30	4,6
11	550	1,43	5,3
12	600	1,57	5,8
13	650	1,70	6,7
14	700	1,83	7
15	750	1,96	7,2
16	800	2,09	7,7
17	850	2,22	8,1
18	900	2,35	8,4
19	950	2,48	8,7
20	1000	2,61	9,3

Data yang diambil dari pengukuran hari rabu 16 Januari 2019, Dapat di peroleh kecepatan putar pada 1000 RPM, dengan rpm tersebut dapat di hasilkan sebesar 9,3 volt pada tegangan DC.



Gambar 16. Grafik percobaan tegangan dc

Percobaan diatas diambil sampai rpm tertinggi karena belum ada beban maka putaran generator akan ringan dan belum menimbulkan panas karena belum di bebani .Dari grafik yang keluar dari stator terlihat perbedaan tegangan yang di keluarkan oleh masing-masing stator.

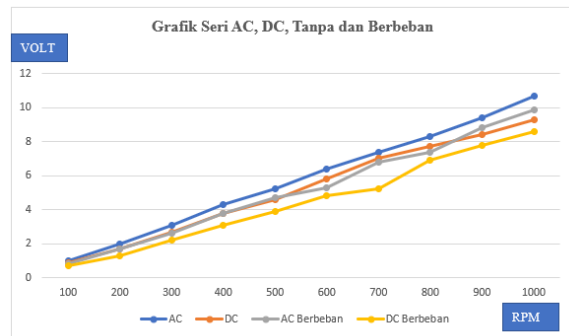


Gambar 17. Grafik sambungan seri AC,DC tanpa beban

TABEL 3 PERCOBAAN SAMBUNGAN SERI AC DAN DC TANPA BEBAN DAN BERBEBAN

NO	RPM	SAMBUNGAN SERI					KEADAAN LAMPU
		AC TANPA BEBAN	DC TANPA BEBAN	AC BERBEBAN	DC BERBEBAN	A	
1	100	1	0,9	0,8	0,7	-	M
2	200	2	1,7	1,7	1,3	-	M
3	300	3,1	2,7	2,6	2,2	-	M
4	400	4,3	3,8	3,8	3,1	-	M
5	500	5,2	4,6	4,7	3,9	0,01	R
6	600	6,4	5,8	5,3	4,8	0,01	R
7	700	7,4	7	6,8	5,2	0,01	R
8	800	8,3	7,7	7,4	6,9	0,02	R
9	900	9,4	8,4	8,8	7,8	0,02	T
10	1000	10,7	9,3	9,9	8,6	0,03	T

KETERANGAN : M = M ATI
R =Redup
T =Terang



Gambar 18. Grafik perbedaan tegangan saat di bebani antara AC dan DC

HASIL PERCOBAAN SAMBUNGAN SERI AC DAN DC BEBAN DAN TANPA BEBAN

Percobaan di atas dengan keluaran yang belum di bebani dan sudah di bebani maka akan terlihat perbedaan dan jatuh tegangan pada generator dengan RPM yang sudah di tentukan dengan lampu dc 12 volt 21 watt, generator yang bergerak konstan akan di bebani generator akan melambat dan tegangan dan rpm akan turun. Dari uji berbeban di atas dapat di lihat bahwa perbandingan drop tegangan sangat berbeda sekali antara tanpa beban dan berbeban, dari pernyataan diatas dapat dibuktikan dengan melihat tabel antara AC tanpa beban dan AC berbeban yang menggunakan lampu 12 Volt 21 Watt..dapat dilihat dari grafik juga arus (biru) juga mulai muncul saat rpm sudah mencapai 100 Rpm dan saat AC berbeban (Abu-Abu) tegangan mengalami kenaikan tegangan dengan sangat pelan, daripada tegangan DC yang terus naik sampai dengan rpm 1000 kenaikan DC sangat sedikit sekali dari tegangan AC.

PENUTUPAN

Kesimpulan

Dari Penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Generator Linier Magnet Permanen Putaran Rendah sebagai generator prototipe sebagai pembangkit energi terbarukan dengan skala kecil.
2. Generator Linier Magnet Permanen Putaran Rendah yang memiliki 1000 Rpm pada nominal putaran dan pada perencanaan yang di buat

menghasilkan 12 Volt AC murni dan untuk hasil pengukuran pembuatan menghasilkan 10,7 Volt dengan Efisiensi 89,1%.

Dari perancangan generator linier magnet permanen putaran rendah dapat di simpulkan bahwa hasil perhitungan dan hasil pembuatan mengalami perbedaan .

IV. REFERENSI

- [1] Muhammad Mansoor ASHRAF*, Tahir NADEEM MALIK. 17.01.2016. Design of a three-phase multistage axial flux permanent magnet generator for wind turbine applications, diakses tanggal 2 februari 2018
- [2] Nugroho, Wahyudianto Bagus, Indra Ranu Kusuma, and Sardono Sarwitto. 2014. "Kajian Teknis Gejala Magnetisasi Pada Linear Generator Untuk Alternatif Pembangkit

Listrik." *Teknik Pomits* 3 (1): 95–98.

- [3] Prasetyo, Septian Heri. Ilmiah, Publikasi. 2016. "Desain Prototipe Generator Linier Magnet Permanen." Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [4] Santosh Kumar, M, M Krishna, Alekh Ranjan, and Manisha Dubey. 2015. "Permanent Magnet Linear Generator Design." *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering Ver. II* 10 (6): 2278–1676.
- [5] Asyari, Hasyim, Bana Handaga, Abdul Basith, Muh Aziz Himawan, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, and Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2016. "Pengaruh Perbandingan Konstruksi Stator Terhadap Tegangan Keluaran Generator Linier" 16 (1).
- [6] Arof, H., Wijono, and K. M. Nor. 2003. "Linear Generator: Design and Simulation." *National Power Engineering Conference, PECon 2003 - Proceedings*, no. October 2015: 306–11.

V. BIODATA PENULIS



Sandhigo Paza Peritan lahir di Malang 11 Juli 1996 merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara dari pasangan Hadi Supriyo Utomo dan Tutik Sri Wardani. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Kartika IV-6 Kota Malang pada tahun 2008 dilanjutkan dengan pendidikan tingkat menengah di SMP Shalahuddin Malang pada 2011 dan SMKN 5 Kota

Malang pada tahun 2014. Penulis memulai pendidikan di Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2014. Selama mengenyam pendidikan di ITN, penulis mengikuti kegiatan Komunitas Energi Terbarukan di ITN

Email :

sandhigopazaperitan@gmail.com