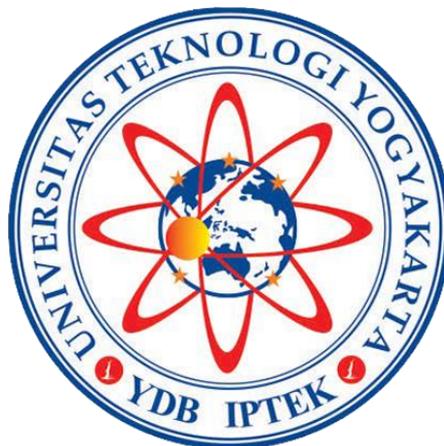


**PERANCANGAN GENERATOR DENGAN VARIASI SLOT,  
POLE, DAN LILITAN MENGGUNAKAN SOFTWARE  
MAGNET**

**NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
Mencapai derajat Sarjana S-1 Program Studi Teknik Elektro



Disusun oleh  
**MUHAMMAD ADE IRAWAN**  
5150711122

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN ELEKTRO  
UNIVERSITAS TEKNOLOGI YOGYAKARTA  
2019**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR MAHASISWA**

Judul Tugas Akhir

**PERANCANGAN GENERATOR DENGAN VARIASI SLOT, POLE, DAN  
LILITAN MENGGUNAKAN SOFTWARE MAGNET**

Judul Naskah Publikasi

**PERANCANGAN GENERATOR DENGAN VARIASI SLOT, POLE, DAN  
LILITAN MENGGUNAKAN SOFTWARE MAGNET**

Disusun oleh

**MUHAMMAD ADE IRAWAN**

**5150711122**

Mengetahui,

<b>Nama</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Tanda Tangan</b>	<b>Tanggal</b>
Satyo Nuryadi, S.T., M.Eng	Pembimbing	.....	.....

Naskah Publikasi Tugas akhir ini telah diterima sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana S-1 Program Studi Teknik Elektro

Yogyakarta ,.....

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro, Universitas Teknologi Yogyakarta

**M.S Hendriyawan Achmad,S.T.,M.Eng**

**NIK. 110810056**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

N a m a : Muhammad Ade Irawan

NIM : 5150711122

Program Studi : Teknik Elektro

### **“Perancangan Generator Dengan Variasi Slot, Pole, Dan Lilitan Menggunakan Software MagNet”**

Menyatakan bahwa Naskah Publikasi ini hanya akan dipublikasikan di JURNAL TeknoSAINS FTIE UTY, dan tidak dipublikasikan di jurnal yang lain.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta

Pada tanggal :

Yang menyatakan

Muhammad Ade Irawan

5150711122

# PERANCANGAN GENERATOR DENGAN VARIASI SLOT, POLE, DAN LILITAN MENGGUNAKAN SOFTWARE MAGNET

**Muhammad Ade Irawan, Satyo Nuryadi**

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Informatika dan Elektro  
Universitas Teknologi Yogyakarta*

*Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta*

*E-mail : rumahbagus394@gmail.com, satyo.nuryadi@uty.ac.id*

Kebutuhan akan energi listrik yang terus meningkat dan kondisi sumber daya alam yang semakin menipis, membuat para peneliti untuk dapat menghasilkan energi terbarukan yang dapat diperoleh dari lingkungan sekitar, misalnya air, gelombang laut, radiasi matahari, panas bumi, angin dan lainnya. Energi angin adalah salah satu energi yang dapat dikembangkan di Indonesia. Kecepatan angin di Indonesia yang selalu berubah ubah bukan berarti tidak memiliki kesempatan untuk dikembangkan. Pemanfaatan energi angin itu sendiri bisa dikembangkan dengan pembuatan PLTB mikro. Wind turbin pun tak lepas menjadi salah satu komponen penting dengan pemanfaatan energi angin, dimana komponen generator yang mengubah energi gerak angin menjadi listrik. Ada beberapa Jenis generator yang digunakan dalam sistem PLTB salah satunya yaitu *Permannent Magnet Synchronous Genrator(PMSG)* adalah salah satu jenis generator yang memiliki tingkat efisiensi tinggi karena tidak ada rugi-rugi eksitasi yang dihasilkan sehingga banyak digunakan pada pembangkit listrik tenaga angin. Perancangan generator magnet permanent sendiri bisa dilakukan dengan menggunakan Software MagNet Infolytica, dimana perancangan dengan Sotware MagNet sendiri kita bisa mengetahui karakteristik dari generator yang telah kita buat. Pada penelitian ini dilakukan perancangan variasi slot 12,15,18, variasi pole 8,10,16, dan varias lilitan 20,40,60,80,100. Dimana pada pengujian ini dilakukan dengan skenario berikut yaitu mengetahui efisiensi generator berdasar variable slot, pole, dan lilitan, mengetahui rata-rata tegangan yang dikeluarkan. Pada simulasi ini pengambilan data pada generator dilakukan setiap variasi slot,pole, dan lilitan. Hasil selama pengujian kemudian dianalisa dengan mengolah data dan melihat grafik dari besaran tegangan pada generator dan nilai efisiensi. Generator yang menghasilkan tegangan yang tinggi di 18 Slot 16 Pole 100 Lilitan sebesar 176.9 V. Semakin banyak jumlah Lilitan semakin besar nilai tegangan yang dihasilkan. nilai Efisiensi yang terbesar terdapat di 2 Generator yaitu 12 Slot 16 Pole 60 Lilitan dan 12 Slot 16 Pole 80 Lilitan yang dimana masing-masing mempunyai nilai Efisiensi 89%.

**Kata kunci :** Wind Turbin, Slot, Pole, Lilitan, Generator Magnet Permanent

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik yang terus meningkat dan kondisi sumber daya alam yang semakin menipis, membuat para peneliti untuk dapat menghasilkan energi terbarukan yang dapat diperoleh dari lingkungan sekitar, misalnya air, gelombang laut, radiasi matahari, panas bumi, angin dan lainnya. Energi angin adalah salah satu energi yang dapat dikembangkan di Indonesia. Kecepatan angin di Indonesia yang selalu berubah ubah bukan berarti tidak memiliki kesempatan untuk dikembangkan. Pemanfaatan energi angin itu sendiri bisa

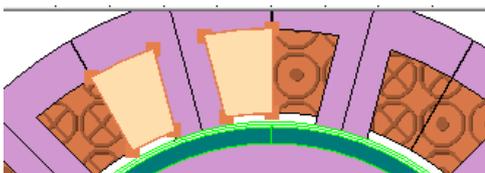
dikembangkan dengan pembuatan PLTB mikro. Wind turbine pun tak lepas menjadi salah satu komponen penting dengan pemanfaatan energi angin, dimana komponen generator yang mengubah energi gerak angin menjadi listrik.

Penelitian tentang perancangan generator menggunakan *Software* untuk mendapatkan hasil keluaran generator yang baik sudah mulai banyak dilakukan, Penelitian tentang bagaimana merancang generator 12 slot 8 pole dengan variabel variasi pembebanan menggunakan software MagNet (Iqbal Fajar S, 2018), penelitian tentang bagaimana merancang generator

menggunakan software coreldraw dan solidworks serta variabel berupa variasi putaran (Pebri Hendrawan A, 2016), Penelitian tentang bagaimana merancang menggunakan software solidwork serta variabel berupa variasi putaran (M. Choirul A, 2017), Penelitian tersebut membahas desain variasi geometri, variasi stator, dan variasi rotor (Muhammad Rangga H, 2018), penelitian tersebut membahas desain variasi beban dan analisa efisiensi (Indrawan Arifianto, 2018).

Generator merupakan mesin listrik yang berfungsi mengubah energi mekanik(gerak) menjadi energi listrik. Generator dapat menghasilkan gaya gerak listrik dengan induksi elektro magnetik yang diubah menjadi tenaga listrik. Maka dari itu generator merupakan komponen utama pada pembangkit listrik. Sedangkan komponen utama dari sebuah generator adalah, stator dan rotor.

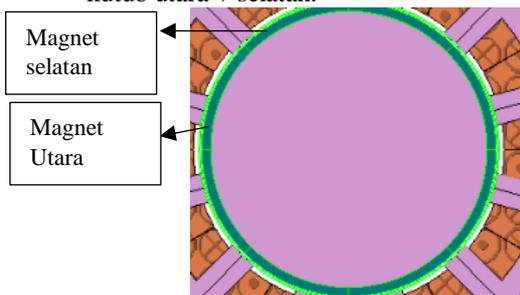
Slot yang dimaksud disini adalah coil tempat untuk melilitkan kawat pada stator core stator dengan jumlah lilitan sebanyak 5 macam lilitan.



Gambar 1 Slot/Coil pada Generator

Jumlah lilitan coil/kumparan mempengaruhi tegangan dan cogging, dimana semakin banyak jumlah lilitan maka semakin besar tegangan yang dihasilkan dan semakin besar cogging yang terjadi

Pole yang dimaksud disini adalah kutub magnet pada generator. Minimal satu pasang kutub utara + selatan.



Gambar 2 Pole/Magnet pada Generator

Aplikasi MagNet 7.5 adalah laboratorium virtual untuk memodelkan perangkat elektromagnetik pada komputer pribadi.



Gambar 3 Aplikasi MagNet 7.5

Pada aplikasi ini dapat memodelkan dari bahan magnetik, memodifikasi desain, dan menganalisa hubungan fluks dan gaya. Pada aplikasi ini dapat menghasilkan pemodelan 3D dan pemodelan 2D, namun untuk pemodelan 3D akan memakan waktu sangat lama pada saat solving berjalan karena grafik untuk 3D lebih besar dari 2D.

## II. METODELOGI PENELITIAN

Adapun tahap penelitian yang dilakukan Studi Literatur, Observasi, Studi Dokumentasi, dan Bimbingan.

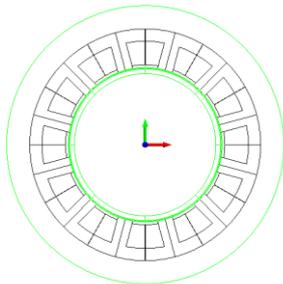
Proses yang pertama adalah penentuan spesifikasi generator. Dalam tahapan ini ada beberapa langkah yang akan dilakukan seperti penentuan ukuran generator, menentukan ukuran *mesh* yang akan digunakan untuk setiap komponen, menentukan jenis material setiap komponen sehingga generator bisa berjalan ketika disimulasikan.

Selanjutnya dilakukan penambahan penambahan parameter yang digunakan dalam sistem generator sehingga generator bisa melakukan pengujian dengan baik. Dalam hal ini parameter yang digunakan antara lain penambahan slot, pole, serta lilitan.

Analisa data dan kesimpulan adalah tahap akhir dari penelitian. Data yang dihasilkan oleh ketiga generator Permanent Magnet yang telah disimulasikan tadi akan dicatat dan diolah dengan bantuan *Microsoft Excel* yang selanjutnya akan dianalisis dan dilihat nilai efisiensi yang besar dengan penambahan parameter variasi slot, pole, dan lilitan

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan merupakan proses awal dalam suatu pembuatan generator digunakan *software* MagNet. Penggambaran model pada *software* MagNet dapat menggunakan toolbar  atau pada menu "Draw". Toolbar tersebut dapat digunakan untuk menggambar garis, lingkaran dan busur. Hasil model garis generator 12 slot 8 pole ditunjukkan pada Gambar 4 kemudian dibuat komponen-komponennya berdasarkan garis yang telah dibuat.



Gambar 4 Model generator dalam garis

Parameter tetap untuk perancangan generator magnet dengan variasi slot, pole, dan lilitan ini berdasarkan data rancangan generator pada LAN (LAN,2015) seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 parameter tetap pada Generator Magnet

No	Keterangan	Ukuran
1	Diameter Luar Stator	90 mm
2	Diameter Core Stator	75 mm
3	Diameter Dalam Stator	67 mm
4	Diameter Rotor	46 mm
5	Diameter Luar Magnet	49 mm
6	Diameter Dalam Magnet	46 mm
7	Tebal Magnet	3 mm
8	Air Gap	1 mm
9	Tebal Generator	40 mm

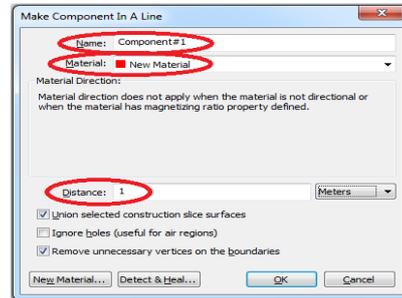
Jenis bahan yang digunakan dalam perancangan permanen magnet generator dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Material Komponen Generator Magnet

No	Komponen	Material
1	Stator	TR52: USS Transformer 52 -- 29 Gage
2	Rotor	TR52: USS Transformer 52 -- 29 Gage
3	Coil	Copper: 5.77e7 Siemens/meter
4	Magnet	Neodymium Iron Boron: 48/11
5	Airbox	AIR

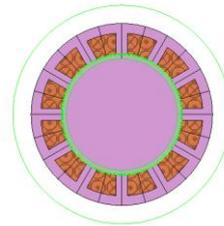
Pembuatan komponen dilakukan dengan menyeleksi bagian komponen dengan menggunakan  (*Select Construction Slice Surfaces*) kemudian klik ikon  untuk membuat komponen. Selanjutnya akan muncul kotak dialog seperti yang ditunjukkan

oleh Gambar 5. Pada kotak dialog tersebut diisikan nama komponen, jenis material komponen dan ketebalan komponen tersebut. Ketebalan komponen semua sama diisikan 40 milimeter.



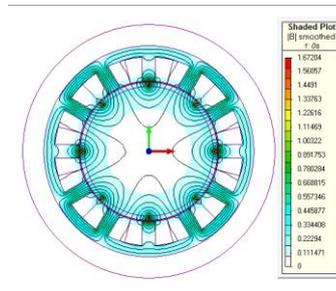
Gambar 5 Kotak dialog pembuatan komponen

Salah satu contoh hasil perancangan generator dengan menggunakan data-data tersebut adalah seperti gambar berikut.



Gambar 6 Generator Magnet Permanen

Kemudian untuk mendapatkan hasil perhitungan dari perancangan generator adalah dengan mengklik *solve* pada menu bar, setelah itu mengklik *Transient 2D with Motion* untuk mensimulasikan hasil rancangan, yang nantinya hasil data simulasi yang didapatkan akan dimasukkan ke Microsoft Excel untuk diolah lebih lanjut.



Gambar 7 Distribusi kerapatan medan magnet

Gambar 7 merupakan hasil perhitungan medan magnet (B) dalam bentuk visualisasi gambar. Gradasi warna yang ditunjukkan pada gambar menunjukkan nilai medan magnet di titik tersebut, medan magnet terbesar ditandai dengan warna merah sampai

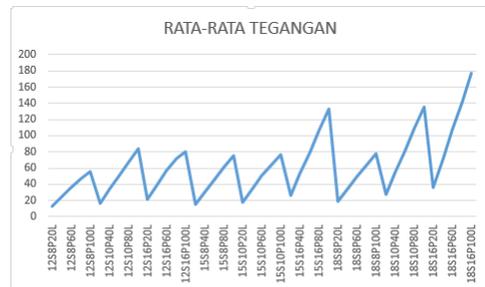
medan magnet terkecil ditandai warna putih. Warna lainnya memiliki nilai medan magnet diantara rentang tersebut, yang detailnya dapat dilihat pada indeks di samping gambar. Sedangkan garis-garis menunjukkan lintasan fluks magnet, terlihat bahwa fluks magnet mengalir dari kutub utara menuju ke kutub selatan yang lintasannya melalui stator. Fluks magnet yang mengalir di stator inilah yang akan menimbulkan arus listrik pada belitan yang ada di stator.

Nilai keluaran dari proses perhitung kemudian dimasukkan Microsoft Excel agar dapat diolah menjadi data tegangan dan efisiensi. Pada Tabel 3 merupakan data tegangan rata-rata dan efisiensi hasil simulasi dari perancangan generator yang dilakukan dengan variasi slot, pole, dan lilitan.

Tabel 3 Data keseluruhan dari simulasi variasi slot, pole, dan lilitan

NO	SLOT	POLE	LILITAN	RATA-RATA TEGANGAN	EFISIENSI	
1		8	20	12.624246	10%	
			40	24.761981	41%	
			60	35.960393	76%	
			80	46.993111	85%	
			100	55.712034	84%	
		12	10	20	16.752417	0%
				40	33.504836	0%
				60	50.257257	0%
				80	67.009679	0%
			16	20	83.762101	0%
				40	20.949307	69%
				60	40.255939	86%
2		8	20	15.170914	0%	
			40	30.378424	1%	
			60	45.368915	2%	
			80	60.209336	4%	
			100	74.876085	5%	
		15	10	20	17.719318	20%
				40	34.688469	59%
				60	50.568231	80%
				80	64.380431	81%
			16	20	76.918171	81%
				40	26.348499	7%
				60	52.92905	7%
3		8	20	18.704848	68%	
			40	34.919578	84%	
			60	50.143305	83%	
			80	63.75386	79%	
			100	78.198654	74%	
		18	10	20	27.172794	0%
				40	54.34558	0%
				60	81.51836	0%
				80	108.69114	0%
			16	20	135.86391	0%
				40	36.136936	35%
				60	72.241029	60%
16	20	107.40104	54%			
	40	142.1618	43%			
	60	176.95703	34%			

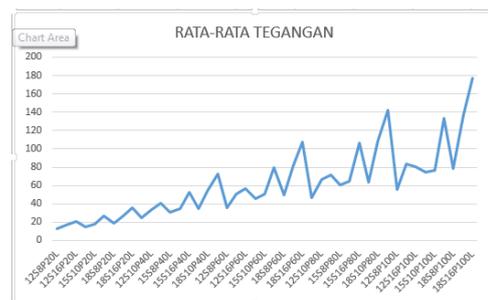
Dari data pada Tabel 3 didapatkan sebuah grafik tegangan rata-rata berdasarkan Slot, Pole, dan lilitan seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Grafik tegangan vs slot, pole, dan lilitan

Dari data grafik diatas setiap slot, pole, dan lilitan yang jumlahnya besar terdapat kenaikan nilai tegangan yang besar. Begitu juga sebaliknya slot, pole, dan lilitan kecil nilai tegangan yang dihasilkan kecil.

Kemudian dari data pada Tabel 3 juga didapatkan sebuah grafik tegangan rata-rata berdasarkan lilitan, slot, dan pole seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Grafik tegangan vs lilitan, slot, dan pole

Dari data grafik diatas yang dimana semakin banyak jumlah lilitan diperslotnya nilai tegangan yang dihasilkan semakin besar.

Setelah membuat data tegangan selanjutnya membuat data efisiensi dapat dilihat Tabel 4.

Tabel 4 Data nilai efisiensi

NO	SLOT	POLE	LILITAN	Jenis	RATA-RATA TEGANGAN	EFISIENSI
	12	16	60	12S16P60L	57.062869	89%
	12	16	80	12S16P80L	71.547181	89%
	12	16	40	12S16P40L	40.255939	86%
	12	8	80	12S8P80L	46.993111	85%
2	18	8	40	18S8P40L	34.919578	84%
	12	8	100	12S8P100L	55.712034	84%
	18	8	60	18S8P60L	50.143305	83%
	15	10	80	15S10P80L	64.380431	81%
	15	10	100	15S10P100L	76.918171	81%
	15	10	60	15S10P60L	50.568231	80%

Pada tabel diatas bahwa nilai Efisiensi yang terbesar terdapat di 2 Generator yaitu 12 Slot 16 Pole 60 Lilitan dan 12 Slot 16 Pole 80 Lilitan yang dimana masing-masing mempunyai nilai Efisiensi 89%.

#### IV. PENUTUP

Setelah melakukan pengujian pada masing-masing variasi Slot, Pole, dan Lilitan. Ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil antara lain :

1. Generator yang mempunyai nilai Efisiensi yang besar dan tegangan yang besar terdapat di 12 Slot 16 Pole menggunakan 80 Lilitan nilai tegangan sebesar 71.5V dan nilai Efisiensi 89%

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alnur, H, P .(2016). Perancangan Dan Pembuatan Generator Tipe Magnet Permanen Fluks Axial, Skripsi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- [2] Anam, Choirul,M., Nurhadi., Irfan, M., (2017). Perancangan Generator 100 Watt Menggunakan Software Elektromagnetik Infolytica, Universitas Muhammadiyah Malang, KINETIK Vol 2(1)
- [3] Arifianto, H., dan HS, R, M., (2018). Analisa Efisiensi dan Rancangan Generator Permanent Magnet 12 Slot 8 Pole Menggunakan Software Magnet 7.5, Universitas Al Azhar Indonesia
- [4] Hadisiswoyo,R,M.,Arifianto,I.,Rahmatia, S., Elson,R.,(2018), Variasi Geometri Pemodelan PM Generator Sinkron 12 Slot 8 Pole ¼ Model, Universitas Al Azhar Indonesia

[5]Lentera Angin Nusantara. (2015). Tutorial Perancangan Motor Dengan Software Magnet. Tasikmalaya

[6]Sumantri,M.,(2018). Perancangan Generator Permanen Magnet 12 Slot 8 Pole Full Model Menggunakan Aplikasi MagNet 7.5, Laporan Kerja Praktik, Universitas Teknologi Yogyakarta

[7] Syahbana, F, I .(2018). Analisa simulasi variasi pembebanan pada generator permanent magnet 12 slot 8 pole dengan menggunakan software MagNet, Laporan Kerja Praktik, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta