

PENGAPLIKASIAN GENERATOR UNTUK TURBIN ANGIN SAVONIUS SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK MEDIAN PENERANGAN JALAN

Syaiful Mustopa¹, Gusti Rusydi Furqon² Abdurahim Sidiq³

Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammad Arsyad Al Banjari

Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammad Arsyad Al Banjari

Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammad Arsyad Al Banjari

ABSTRAK

Pemanfaatan energi angin buatan di Indonesia untuk saat ini sangat rendah namun mempunyai potensi, penyebab salah satunya yaitu kecepatan angin hasil hembusan transportasi mencapai 2,5 m/s sampai 4 m/s tergolong sangatlah rendah sehingga kesulitan menghasilkan energi listrik skala besar. Namun potensi pemanfaatan angin tersebut sangatlah besar di karenakan hampir di sepanjang waktu transportasi melintas dikarnakan wilayah banjar masin dan banjarbaru pada penduduk sehingga memungkinkan mengembangkan generator yang memerlukan puratan rendah. Mengaplikasikan generator magnet permanen ke turbin angin savonius untuk memanfaatkan hembusan angin buatan pada trotoar jalan. karya ilmiah ini merupakan penelitian eksperimen. Data di dapat melalui observasi. Data yang di peroleh melalui wawancara dan membaca refrensi dengan resiko kegagalan pembuatan. Hasil rotor mrmpunyai 4 kutup yang menggunakan magnet neodymium dengan ukuran 40x20x4 mm, dan stator memiliki 9 slod setiap slod memiliki 72 belitan. Selama pengaplikasian, generator memiliki tingkat kerugian 2 banding 1 putaran. Pengujian generator pada saat output menghasilkan rata-rata 3,6886 volt. Pengujian selama 9 kali dalam kurun waktu 3 hari menunjukkan bahwa generator magnet permanen bisa diaplikasikan turbin angin savonius.

Kata kunci : Pengaplikasian generator magnet permanen,turbin angin savinius.

1. LATAR BELAKANG

Negara Indonesia, sebagai negara padat penduduk, banyak akan kekayaan sumber daya alam yang bisa di manfaatkan sebagai pembangkit listrik yang bisa di manfaatkan sebagai trobosan permasalahan pada jalan-jalan yang masih gelap gulita, khususnya Kalimantan Selatan yang kaya lalulintas dan cukup tinggi. Generator maget permanen adalah generator yang paling cocok di aplikasikan pada turbin angin atau pun turbin air dengan fariasi rotor pada generator ada dua jenis tipe axial dan radial dimana rotor tipe axial berbentuk piringan sedangkan tipe radial berbentuk shaf tetapi dua jenis rotor itu pemasangan magnet permanen sama dengan menempelkan magnet permanen dengan

berselingan kutup di lambangkan S dan N sehingga GLL mempunyai titik maksimum dan titik minimum dari gesekan antra rotor dan stator.

Manusia beraktifitas untuk berpindah dan kegiatan pendistribusian barang dari tempat satu ketempat lain dengan menggunakan transportasi yang dilakukan selama 24 jam setiap harinya. Pengembangan kegiatan sosial dan peningkatan ekonomi nasional suatu negara sangat berpengaruh pada transportasi (chai et al,2016 & Pane, 2017). Kegiatan operasi barang atau aktifitas masyarakat dari dan kesuatu tempat sangat cepat pada siang dan malam hari sehingga mampu mengurangi penurunan biaya, merupakan kegiatan yang paling banyak dilakukan menggunakan media

transportasi (Rayes & Hyari, 2005) dan (Pane 2017). Peningkatan transportasi pada malam hari dapat dijadikan media pendukung penerangan jalan. Penerangan jalan sangat membantu tingkat kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan untuk keamanan jalan – jalan di dalam kota yang memiliki nilai rata – rata lalu lintas cukup tinggi (Widodo n.d.). Pada umumnya, penerangan jalan banyak menggunakan panel surya matahari dengan memanfaatkan penyerapan energi radiasi matahari yang dikonfermasikan *solar cell* menjadi energi listrik. Bahan utama solar cell adalah silikon yang merupakan pengembangan dari semikonduktor elektronik (Subadro, 2012) dan Teknologi solar cell dengan bahan silikon memiliki kekurangan yaitu rendahnya penyerapan spektrum radiasi matahari dikarenakan silikon membutuhkan ketebalan matrial yang cukup besar (ketebalan 200 μm) dan untuk meningkatkan daya serap solar cell maka diperlukan proses pemurnian untuk meningkatkan efisiensi dan bahan silikon dengan biaya yang mahal (Yu Peng et al,2017), dengan adanya kekurangan tersebut maka di perlukan teknologi alternatif yang lain untuk sistem penerangan median jalan tersebut, dan penelitian ini menitik beratkan ke pembuatan generator axial savonius untuk penerangan median jalan. Ada tiga model rotor pada turbin angin jenis ini, yaitu: Savonius, Darrieus, dan H rotor.

Generator di pasaran biasanya banyak tersedia berjenis *high speed induction generator* dan juga membutuhkan energi listrik awal dengan putaran putaran tinggi untuk membuat medan magnetnya. Sedangkan kincir angin/listrik membutuhkan generator yang berjenis tanpa energi listrik awal *low speed* dan *low speed*, karena ditempatkan di trotoar jalan tengah.(Ardiyatmoko et al. 2012) Oleh sebab itulah, penulis berinisiatif mencoba trobosan membuat generator mini yang

bisa digunakan pada kincir angin/air ataupun sumber penggerak yang lain. Generator yang dibuat haruslah murah, mudah dibuat, mudah perawatannya, *low speed*, *high torque* serta bisa dikembangkan (*scaled up*).

2. Magnet

Suatu gaya yang mengalami pemagnetan yang kuat domainnya akan menyusun secara teratur pada arah yang sama. Jika gaya pemagnetan tidak dihilangkan, maka sebagian kecil domain tetap dalam kedudukan tidak teratur dan tidak menghasilkan suatu magnet permanen. Kutub selatan merupakan tempat garis masuk ke magnet dan kutub utara tempat keluar garis magnetik dari magnet.

3. Generator

Generator magnet adalah generator yang dihasilkan dari magnet permanen yang bukan berupa kumparan. Sehingga, generator ini menghasilkan energi fluks magnetik dengan medan magnet permanen (Hyprowira,2020:13,feb)

Generator AC terdiri atas magnet permanen (tetap), kumparan (selenoida), Cincin geser, dan sikat.Pada generator. Memutar kumparan di dalam medan magnet permanen dengan perubahan garis gaya magnet.Dengan dihubungkan dengan cincin geser, kumparan kumparan menimbulkan GGL induksi AC. Karena itu,

Yang menimbulkan arus AC yaitu arus induksi. Lampu pijar yang disusun seri akan nyala ketika adanya arus AC dengan dua sikat. Sebagai percobaan faraday,Generator AC menimbulkan GGL induksi dapat diperbesar dengan cara:

- a) Lilitan kumparan di perbanyak
- b) Yang lebih kuat menggunakan magnet permanen
- c) Perputaran kumparan di percepat, inti besi lunak menyiapkan kedalam kumparan.kehidupan

sehari - hari sering menjumpai generator AC adalah kumparan yang disisipi besi lunak dan sebuah magnet tetap.

Yang jarang kita jumpai generator ac dalam kehidupan sehari – hari adalah generator permanen savonius .generator ini mempunyai bagian utama yaitu magnet tetap dan kumparan yang di sisipkan besi lunak. Jika magnet tetap di putar, maka GGI induksi pada putaran di timbulkan dari putaran tersebut. Jika dua kabel yang menghubungkan kedua ujung kumparan dipasang sebuah lampu pijar, maka arus induksi AC akan melalui lampu tersebut. Sehingga lampu menyala. putaran magnet tetap cepat (laju putaran kincir turbin savonius) nyala lampu semakin terang.

Menentukan jumlah kutup pada rotor dilandasi perancangan yang di landasi rumus dasar. Dengan mengetahui beberapa nilai yang telah di ketahui adalah frekuensi dan jumlah putaran.

$$f = \frac{p}{2} \times \frac{n}{60} \dots\dots\dots 3.1$$

$$f = \frac{12}{2} \times \frac{500}{60}$$

$$= 50 \text{ Hz}$$

n = kecepatan putaran rotor (rpm)

p = jumlah kutup rotor

f = frekuensi (Hz).

b. Jarak antar magnet keliling rotor

Jarak antar magnet menentukan daya tarik magnet yang di sesuaikan dengan keliling rotor dan disusun berselingan S dan N. Menghitung jarak magnet pada rotor yaitu:

$$T_f = \sin 30^\circ \times b = \dots\dots\dots 3.2$$

$$T_f = \frac{1}{2} \times 3 = 1,5 \text{ mm}$$

$$T_f = 1,5 \text{ mm}$$

• Keliling rotor

$$k_r = (T_f \times p) + (a \times p) = \dots\dots\dots 3.3$$

$$k_r = (1,5 \times 12) + (0,8 \times 12) = 27,8 \text{ cm}$$

Rumus radius (kr)dalam dan radius luar (ro)

$$r_o = k_r / 2\pi = \dots\dots\dots 3.4$$

$$r_o = 27,8 / 2.3,14$$

$$r_o = 45 \text{ mm}$$

$$r_d = r_o - b = \dots\dots\dots 3.5$$

$$r_d = 4,5 - 3$$

$$r_d = 15 \text{ mm}$$

• Menentukan berat rotor

Berat rotor mempengaruhi berat putaran dan kuat daya tarik magnet dapat dihitung dalam persamaan rumus yaitu:

$$B_{pr} = K_r \times T_{pr} \times p \dots\dots\dots 3.6$$

$$B_{pr} = 27,8 \times 0,4 \times 0,0786$$

$$B_{pr} = 0,874032 \text{ kg}$$

• Luas area magnet yang dapat di jangkau

$$A_{magn} = \frac{\pi(r_o^2 - r_d^2) - T_f(r_o - r_d)}{p} \dots\dots\dots 3.7$$

$$A_{magn} = \frac{3,14(4,5^2 - 1,5^2) - 1,5(4,5 - 1,5)}{12}$$

$$A_{magn} = 59,085/12$$

$$A_{magn} = 4,92375 \text{ cm}^2$$

• Menentukan Densitas fluks maksimum

$$B_{max} = Br \frac{lm}{lm + \varrho} \dots\dots\dots 3.8$$

$$B_{max} = 1,3 \frac{0,3}{0,3+0,2}$$

$$B_{max} = 0,78 \text{ T}$$

• Menentukan Kerapatan Fluks Magnetik

$$\Phi_{max} = A_{magn} \cdot B_{max} \dots \dots \dots 3.9$$

$$\Phi_{max} = 4,92375 \times 0,78$$

$$\Phi_{max} = 3,840525 \text{ Webber}$$

• Menentukan jumlah kumparan

Jumlah kumparan = 8 buah. Nilai ini di dapat dari menyesuaikan jumlah magnet pada rotor, agar keliling rotor menyesuaikan keliling rotor. Pertimbangannya dapat sepenuhnya tersapu oleh fliks magnetik.

• Menentukan semua Jumlah Lilitan Stator

$$N = N_s \times n \dots \dots \dots 3.10$$

$$N = 72 \times 9$$

$$N = 648 \text{ lilitan}$$

Menentukan tegangan volt

$$E = N \frac{d\Phi}{dt} \dots \dots \dots 3.11$$

$$E = 68 \frac{3,840525}{21}$$

$$E = 12 \text{ VOLT}$$

• Mehitung Daya Keluaran

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3} \dots \dots \dots 3.12$$

$$P = 12 \cdot 19,0,8 \cdot \sqrt{3}$$

$$P = 300 \text{ wat}$$

4. Metode Penelitian

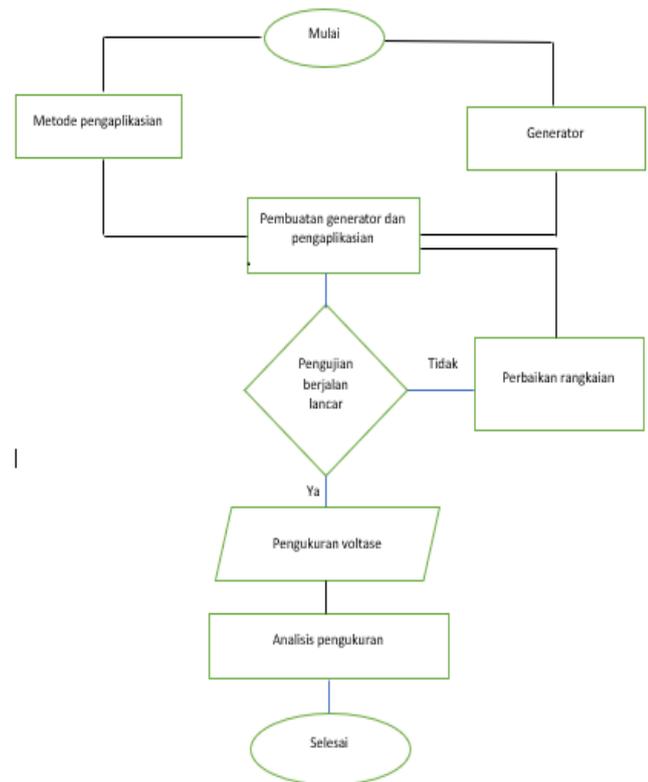
• Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pemanfaatan hembusan angin yang di hasilkan transportasi umum,peribadi atau ekspidisi. Setelah menentukan

masalah, menyusun teori, dan untuk mempermudah dalam perancangan penelitian dapat terlebih dahulu menentukan variabel masalahnya.

Penelitian ini diawali dengan menentukan magnet, ukuran medan magnet, jumlah belitan dan diameter stator, jarak rotor dan stator.

Diagram aliran ditunjukkan pada gambar sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram aliran penelitian

1.1.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian perancangan generator magnet permanen savonius median jalan di dilaksanakan di labolatorium teknik alat berat SMKN 1 BINUANG dan akan di uji di jalan lingkar selatan trotoar trikora kab banjar, dilakukan pada bulan Mei sampai bulan juli 2021.

No	Tahapan persiapan	April				Mei				Juni				Juli				Agustus	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
1	Judul	√																	
2	Pembuatan proposal	√	√																
3	Pemilihan fasa				√	√													
4	Pemilihan bahan generator					√	√												
5	Pengujian proposal							√											
6	Pengumpulan data								√										
7	Analisis data								√	√	√								
8	Uji alat penelitian										√	√	√						
9	Seminar hasil penelitian																√		
10	Sidang hasil penelitian																	√	

1.2. Bahan Dan Alat

1.2.1. Bahan

1. Lampu penerang jalan 10 what let
2. Magnet permanen
3. Turbin savonius
4. Tembaga (kawat email)
5. Rotor DC/dinamo DC

1.2.2. Alat

1. Obeng -/+
2. Kunci pas
3. Tang potong
4. Tang lancip
5. Tang combinations
6. Grinda tangan
7. Multimeter (Mengukur tegangan atau arus)

• Menentukan generator

Metode perancangan perubahan rotor menjadi sebuah generator RPM putaran rendah yaitu dengan menentukan sebuah rotor Dc



Dari gambar rotor di atas tantangan yang di hadapi adalah merubah rotor menjadi generator magnet permanen (RPM) rendah.

• Spesifikasi Rotor Dc/dinamo Dc

No	Parameter	Lambang	Nilai
1	Radius luar magnet	R_o	45 mm
2	Radius dalam magnet	R_i	1,5 mm
3	Berat rotor	B_{pr}	0,874032 kg
4	Luas area magnet yang dapat di jangkau	A_{magn}	$4,92375 \text{ cm}^2$
5	Densitas fluks maksimum	B_{max}	0,78 T
6	Kerapatan Fluks Magnetik	$\phi \text{ max}$	3,840525 Webber
7	Jumlah kumparan	N_s	8
8	Jumlah Lilitan Stator	N	576 lilitan
9	Diameter kawat	D	$0,4 \text{ mm}^2$
13	Dimensi generator	L	90 mm
		T	100 mm
		P	145 mm

• Perancangan Stator

Generator stator memiliki 9 buah belitan kumparan dalam 3 fasa yang dirakit seri. Sedangkan lilitan kumparan masing-masing di buat dengan diameter 3 cm dan 5 cm. Kumparan yang dililit tersebut di buat dari bahan kawat email dengan ukuran 0,04 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 72 lilitan dan di buat rangkaian star. Agar dapat berfungsi kawat email di susun membentuk lingkaran pada suatu media dengan reluktansi (tahanan aliran fluks) rendah.

• Perancangan Rotor

Generator rotor dirancanng dengan memiliki 4 kutup magnet. Kutup dipasang dan disusun dari magnet permanen. Magnet di tempelkan pada shaf menggunakan lem alteco sehingga membentuk likaran/shaf.



Gambar 3. 3 Diesen rotor modifikasi



Gambar 4.2 rotor modifikasi/setelah di rubah

Stator, salah satu komponen utama yaitu menggunakan kawat email yang di lilit se arah jarum jam, dan belitan ini di rubah menjadi 3 fasa yang memuat 8 kutup belitan email. Perancangan keluaran arus menggunakan metode (star) yang ujung kumparan fasa R dengan pangkal kumparan fasa S, ujung kumparan fasa S dengan kumparan fasa T dengan pangkal kumparan fasa T dengan pangkal kumparan fasa R,



Gambar 4.3 stator (belitan)



Gambar 4.4 pengaplikasian dengan taiming bell

Pengaplikasian ini menggunakan Bell mesinjahit tidak maksimal di karnakan penggerak yang menggunakan bel di haruskan kencang baru bisa berputar maksimal jika tidak kencang akan terjadi slip dan tidak berputar.

Sedangkan metode dengan taiming caine kurang maksimal karna posisi generator berdiri mengakibatkan slep dari gear rantainya.

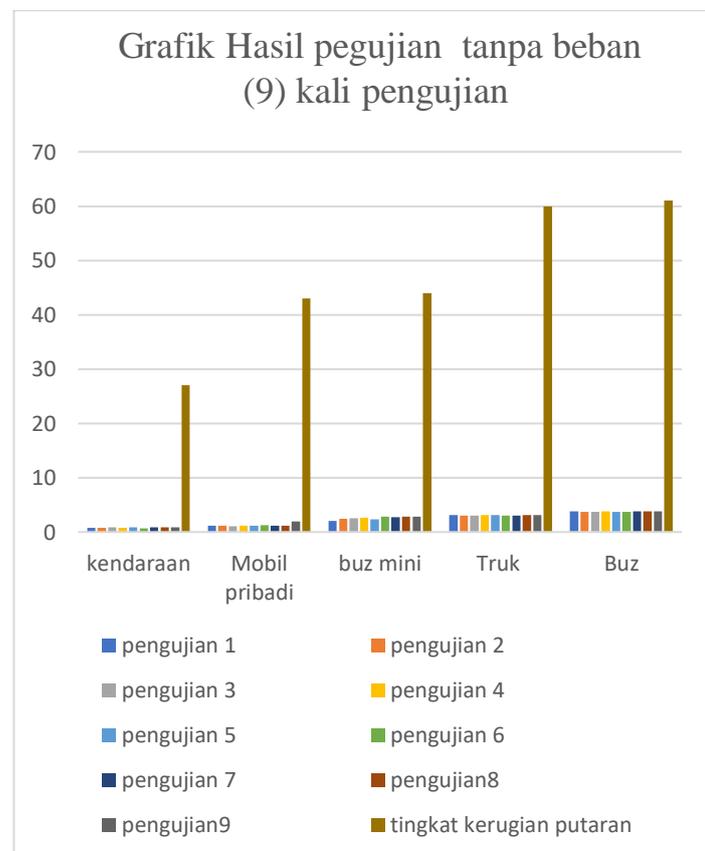


Gambar 4.4 Pengaplikasian generator dengan taiming gear

Pengaplikasian dengan metode taiming gear dari pengaplikasian ini sangat maksimal karna gear ketemu gear. Tingkat kerugian pengaplikasian dapat dilihat pada tabel pengujian di bawah ini.

No	Jenis transportasi Yang melintas	Kecepatan angin (m/s)								Tingkat kerugian pengaplikasian generator dan turbin savonius(rpm)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		9
1	kendaraan	0,789	0,772	0,822	0,812	0,878	0,698	0,853	0,824	0,899	27
	Mobil pribadi	1,123	1,188	1,099	1,178	1,145	1,220	1,167	1,121	1,978	43
2	Buz mini										
		2,012	2,390	2,487	2,677	2,321	2,792	2,742	2,799	2,820	44
3	Truk	3,078	3,067	3,051	3,099	3,087	3,042	3,063	3,092	3,105	60
4	Buz	3,799	3,689	3,753	3,793	3,738	3,723	3,776	3,759	3,810	61

Tabel 4.1 Hasil pegujian tanpa beban (9) kali pegujian



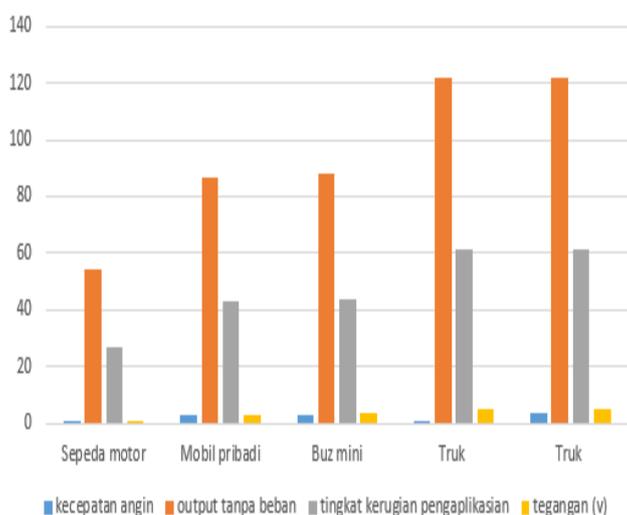
Dari grafik di atas dapat disimpulkan dari pengujian 1,2,3,4,5,6,7,8,dan 9 kecepatan angin rata – rata menghasilkan 3,83 m/s dan tingkat kerugian pengaplikasiannya rata-rata menghasilkan 59 rpm yang awalnya tanpa beban menghasilkan 96 rpm han ini dikarnakan gear pengaplikasiannya 1 banding 2. Yang mana turbin

1 dan generator 2 dengan ini putaran generator kurang maksimal.

Jenis transportasi	Kecepatan angin (m/s)	Output putaran turbin tanpa beban(rpm)	Tingkat kerugian pengaplikasian generator dan turbin savonius(rpm)	Tegangan (v)
Sepeda motor	1,0	54	27	1,084
Mobil pribadi	2,8	87	43	3,190
Buz mini	2,9	88	44	3,422
Truk	3,8	122	60	4,950
Buz	3,810	122	61	5,393
Rata-rata	3,83	96	59	3,6885

Tabel 4.2 Hasil peujian

Grafik hasil pengujian



Dari hasil uji coba di dapat 4 jenis transportasi yang melintas yang di uji di trotoar median jalan lianggang, untuk setiap jenis transportasi menghasilkan perbedaan kecepatan angin.

Transportasi pribadi menghembuskan angin berkisar 0,899-1,239 m/s menghasilkan kecepatan output 45 -87 (rpm) jika diaplikasikan pada generator akan mengalami penurunan (rpm) dikarenakan pengaplikasian menggunakan metode taming gear dengan gear turbin 2 banding 1 gear generator dan daya tegangan yang dihasilkan kisaran 1,084-3,190 (v).

Transportasi buz mini menghembuskan angin berkisar 2,123-2,820 m/s s menghasilkan kecepatan output 88 -101 (rpm) jika diaplikasikan pada generator akan mengalami penurunan (rpm) dikarenakan pengaplikasian menggunakan metode taming gear dengan gear turbin 2 banding 1 gear generator dan daya tegangan yang dihasilkan kisaran 3,422-4,092 (v).

Transportasi truk menghembuskan angin berkisar 3.8 m/ menghasilkan kecepatan output 122 (rpm) jika diaplikasikan pada generator akan mengalami penurunan (rpm) dikarenakan pengaplikasian menggunakan metode taming gear dengan gear turbin 2 banding 1 gear generator dan daya tegangan yang dihasilkan kisaran 4,950 (v).

Transportasi buz menghembuskan angin berkisar 3,810 m/s menghasilkan kecepatan output 122 (rpm) jika diaplikasikan pada generator akan mengalami penurunan (rpm) dikarenakan pengaplikasian menggunakan metode taming gear dengan gear turbin 2 banding 1 gear generator dan daya tegangan yang dihasilkan kisaran 5,393(v)

Dari keseluruhan data tersebut dapat di simpulkan hasil tegangan output tergantung pada besar kecepatan angin hembusan transportasi dan perbandingan pengaplikasian gear pada turbin dan generator sehingga menghasilkan nilai rata- rata kecepatan angin yang maksimal: 3.83 (m/s), output tanpa beban : 96 (rpm) output di beeri beban generator :56 (rpm), tegangan yang di hasilkan rata -rata : 3,6885 (v).

Dari keseluruhan data tersebut dapat di simpulkan untuk pengaplikasian generator dengan turbin seharusnya gear turbin lebih besar dari gear generator supaya satu kali putaran generator bisa menghasilkan dua kali putaran yang di hasilkan, tegangan output tergantung pada besar kecepatan angin hembusan transportasi yang melintas dan angin alam di sekitar tempat tersebut.

• Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang aplikasi generator untuk turbin angin savonius sebagai pembangkit listrik median jalan, berikut penulisan beberapa kesimpulan atas permasalahan yang di bahas, yaitu:

1. Dalam menjalankan kegiatan perancangan pengaplikasian generator belum pernah melakukan kegiatan pengaplikasian generator pada turbin angin savonius di trotoar jalan secara baik dan terarah, yang mengakibatkan ketidak setabilan volum tegangan arus keluaran.
2. Tegangan generator dipengaruhi oleh kerapatan fluks yang di hasilkan magnet permanen dan jumlah lilitan stator.
3. Dalam perancangan generator di capai dengan menentukan jumlah kutub rotor.
4. Generator di pengaruhi kerapatan fluks yang di hasilkan magnet permanen Neodymeum dan jumlah lilitan stator.
5. Perancangan generator magnet permanen menghasilkan spesifikasi generator 3 fase hubungan belitan (delta), tegangan 12,1vac, daya aktif 300 wat, frekuensi 50 HZ pada putaran nominal 250rpm

DAFTAR PUSTAKA

Ardiyatmoko, Azis, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, and Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2012. "DESAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH UNTUK." 2012(Snati):15–16.

Bianchi, N., and M. Dai Pre. 2003. "Active Power Filter Control Using Neural Network Technologies." *IEE Proceedings-Electric Power Applications* 150(2):139–45. doi: 10.1049/ip-epa.

Chan, T. F., and L. L. Lai. 2007. "An Axial-Flux Permanent-Magnet Synchronous Generator for a Direct-Coupled Wind-Turbine System." *IEEE Transactions on Energy Conversion* 22(1):86–94. doi: 10.1109/TEC.2006.889546.

Etanol, Ekstrak, Daun Waru, and Gunung Hibiscus. 2017. "Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Bacillus Cereus Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember."

Fajar, Abdul. 2017. "Rancang Bangun Generator Sinkron Axial Flux Permanent Magnet Axial Flux Permanent Magnet 1500 Watt." (December).

Fiqhar, Emir El, F. Danang Wijaya, and Harnoko St. 2014. "Resistif Generator Sinkron Magnet Permanen Fluks Aksial Putaran Rendah." *Jurnal Penelitian Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi* 1(2):72–76.

Fisika, Berkala. 2014. "Prototype Generator Magnet Permanen Menggunakan Kumputan Stator Ganda." *Berkala Fisika* 17(4):115-120–120.

Pane, Erlanda. 2017. "Optimasi Perancangan Turbin Angin Vertikal Tipe Darrieus Untuk Penerangan Di Jalan Tol." (November):1–2.

Rusydi, Gusti, Furqon Syahrillah, and Eko Haryanto. 2019. "RUANGAN LABORATORIUM KOMPUTER TEKNIK MESIN." 4(2):71–74.

Widodo, Aris. n.d. "KAJIAN MANAJEMEN OPTIMALISASI PENERANGAN JALAN UMUM." (024):41–50.