

SKRIPSI
DESAIN PENGEMBANGAN GENERATOR MAGNET PERMANEN
BERBAHAN MAGNET NEODYMIUM UNTUK ENERGI ALTERNATIF
DARI KUBAH PUTAR MASJID



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
14 Agustus 2020

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
MUHAMMAD ROZI
132016150

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2020

SKRIPSI
DESAIN PENGEMBANGAN GENERATOR MAGNET
PERMANEN BERBAHAN MAGNET NEODYMIUM UNTUK
ENERGI ALTERNATIF DARI KUBAH PUTAR MASJID



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
14 Agustus 2020

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
Muhammad Rozi
(132016150)

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc
NIDN. 0002107302

Penguji 1

Ir. Eliza., M.T
NIDN. 0209026201

Pembimbing 2

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

Penguji 2

Muhammad Hurairah, S.T., M.T
NIDN. 0228098702

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T
NIDN. 0227077004

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 14 Agustus 2020

Yang Membuat Pernyataan


METERAI
TEMPEL
TEL.
CE0E4AHF563246852
6000
ENAM RIBURUPIAH
Muhammad Rozi

ABSTRAK

Pemanfaatan energi terbarukan sebagai energi alternatif untuk penggerak mula generator masih belum terlalu banyak. Namun akhir-akhir ini menunjukkan perkembangan yang cukup baik, salah satunya energi angin. Pada umumnya generator pada pembangkit saat ini menggunakan putaran tinggi, sehingga bagi daerah yang memiliki karakteristik kecepatan angin yang rendah generator ini tidak dapat digunakan. Untuk mengatasinya diperlukan suatu desain generator Axial Flux Permanent Magnet (AFPM) dengan putaran rendah, agar bisa digunakan dengan karakteristik kecepatan angin yang rendah. Kekhasan dari generator yang dirancang pada penelitian ini terletak pada turbinnya, karena menggunakan kubah putar masjid sebagai penggerakannya.

Dalam prosedur penelitian ini, tahap paling awal adalah mengumpulkan data data untuk melakukan perhitungan, selanjutnya pembuatan desain dari generator axial fluks, kemudian melakukan pengamatan yang dilakukan pada waktu yang ditentukan, Selanjutnya menganalisis terhadap data hasil pengujian.

Dalam penelitian ini dilakukan peningkatan jumlah kumparan dan jumlah lilitan dari penelitian sebelumnya, dengan jumlah kumparan dari 8 kumparan menjadi 12 kumparan, dan lilitan dari 601 lilitan menjadi 1.183 lilitan dengan penambahan tersebut dapat meningkatkan tegangan output sebesar 59 %. Hasil penelitian menyatakan jumlah kumparan dan jumlah lilitan menjadi faktor utama dalam meningkatnya tegangan output generator.

Kata kunci : Generator Magnet Permanen, Fluks aksial, Neodymium, Energi Alternatif, Energi Kinetik.

ABSTRAC

The use of renewable energy as an alternative energy for starting generators is still not too much. However, recently it has shown that the development is quite good, one of which is wind energy. In general, generators at this time use high rotation, so for areas that have low wind speed this generator cannot be used. To overcome this, a low rotation Axial Flux Permanent Magnet (AFPM) generator design is needed, so that it can be used with low wind speeds. The uniqueness of the generator designed in this study lies in the turbine, because it uses a rotary dome as its driving force.

In this research procedure, the initial stage is to collect data to perform calculations, then design the axial flux generator, then observe at the specified time, then analyze the test data.

In this research, an increase in the number of coils and the number of turns from previous research was carried out, with the number of coils from 8 to 12, and from 601 turns to 1.183 turns with these additions can increase the output voltage by 59%. The results showed that the number of coils and the number of turns are the main factors in the sway of the generator output voltage.

Keywords: Permanent Magnet Generator, Axial Flux, Neodymium, Alternative Energy , Kinetic Energy.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **DESAIN PENGEMBANGAN GENERATOR MAGNET PERMANEN BERBAHAN MAGNET NEODYMIUM UNTUK ENERGI ALTERNATIF DARI KUBAH PUTAR MASJID** yang disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Wiwin. A. Oktaviani, S.T., M.Sc, selaku Pembimbing I
2. Taufik Barlian, S.T., M.Eng selaku Pembimbing II

Yang telah bersusah payah dan meluangkan banyak waktunya dalam mengoreksi, membimbing serta memberikan saran-saran yang bisa penulis jadikan acuan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Disamping itu penulis menyampaikan rasa terima kasih atas kesempatan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T, Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T, Pembimbing Akademik
5. Bapak dan Ibu Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Semua pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, 14 Agustus 2020

Penulis,

Muhammad Rozi

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.

(QS. Ar Ra'ad : 11)

- ❖ Dan bahwasannya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya.

(An Najm : 39)

- ❖ Barangsiapa yang mempelajari suatu ilmu yang seharusnya diharap adalah wajah Allah, tetapi ia mempelajarinya hanyalah untuk mencari harta benda dunia, maka dia tidak akan mendapatkan wangi surga di hari kiamat.”

(HR. Abu Daud, Ibnu Majah, dan Ahmad)

PERSEMBAHAN

- ❖ Ayah dan Ibu, terima kasih atas kasih sayang, semangat dan do'a yang tiada henti-hentinya selalu kau berikan kepada anakmu ini.
- ❖ Ibu Wiwin, Pak Taufik Barlian, dan Pak Taufik Himalaya, saya ucapkan banyak terima kasih karena senantiasa membimbing, memberikan arahan, semangat dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
- ❖ Terima kasih untuk rekan seperjuangan Kelas D Teknik Elektro angkatan 2016.
- ❖ Dan terima kasih untuk teman-teman Teknik Elektro angkatan 2016.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Sistematik Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Energi angin	5
2.2. Turbin Angin	6
2.2.1. Daya yang dihasilkan Turbin Angin	7
2.2.2. Turbin Kubah Putar Masjid	7
2.2.3. Prinsip Kerja Turbin Kubah Putar Masjid	8
2.3. Komponen-Komponen Pembangkit Listrik Kubah Putar Masjid	10
2.3.1. Kubah Putar Masjid	10
2.3.2. Generator Magnet Permanen	10
2.3.3. Magnet Permanen Pada Generator	12
2.3.4. <i>Box Panel</i>	15
2.3.5. Terminal Kabel	15

2.3.6. Kabel NYAF	15
2.3.7.Saklar	16
2.3.8.Baterai	16
2.3.9.Inverter	17
2.3.10.Konverter DC-DC <i>Step Up</i>	17
2.3.11.Kapasitor	18
2.3.12.Dioda <i>Bridge Rectifier</i> 3 Ampere	18
2.4. Perancangan Generator <i>Axial Flux</i> Permanen Magnet	19
2.4.1.Perancangan Stator	20
BAB 3 METODE PENELITIAN	25
3.1. Tempat dan Waktu	25
3.2. Diagram Alir Penelitian	25
3.3. Prosedur Penelitian	25
3.4. Pengolahan Data	25
3.5. Bahan dan Alat	25
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA	27
4.1. Perhitungan Desain Generator <i>Axial Flux</i> Permanent Magnet	27
4.1.1.Perhitungan Desain Stator	27
4.1.2 Desain Rotor Pada Generator	29
4.1.3 Kerugian dan Effisiensi Pada Generator	30
4.2. Spesifikasi Generator	32
4.3. Analisa	33
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Turbin Angin Sumbu Tipe Darrieus	6
Gambar 2.2.	Kubah Putar Masjid	8
Gambar 2.3.	Prinsip Kerja Turbin Angin Sumbu Vertikal	9
Gambar 2.4.	Turbin Darrieus Dan Turbin Kubah Putar Masjid	9
Gambar 2.5.	Kubah Putar Masjid	10
Gambar 2.6.	Generator Magnet Permanen	10
Gambar 2.7.	Skema Rancangan Generator Axial Flux	11
Gambar 2.8.	Rotor Generator Berbahan Magnet Neodymium	12
Gambar 2.9.	Stator Generator	12
Gambar 2.10.	Medan Magnet Disekitar Magnet	13
Gambar 2.11.	Kutub-Kutub Magnet	13
Gambar 2.12.	Tolak Menolak Antar Magnet	14
Gambar 2.13.	Tarik Menarik Antar Magnet	14
Gambar 2.14.	Magnet Neodymium	14
Gambar 2.15.	Box Panel	15
Gambar 2.16.	Terminal Kabel	15
Gambar 2.17.	Kabel NYAF	16
Gambar 2.18.	Saklar	16
Gambar 2.19.	Baterai	17
Gambar 2.20.	Inverter 350 Watt	17
Gambar 2.21.	Rangkaian Dasar Konverter DC Ke Dc	18
Gambar 2.22.	Kapasitor	18
Gambar 2.23.	Dioda Bridge Rectifier 3 Ampere	19
Gambar 2.24.	Skema Rancangan Generator Axial Flux Permanen Magnet	19
Gambar. 2.25	Konstruksi Belitan Stator 1 Fasa	20
Gambar 2.26	Konstruksi Generator Flux Axial 2 Rotor	22
Gambar 3.1	Diagram Alir pelaksanaan penelitian	24

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Hasil Survei Kecepatan Angin di Tanjung Api-Api SumSel	2
Tabel 3.1. Nama Bahan	25
Tabel 3.2. Nama Peralatan	26
Tabel 4.1 Data Spesifikasi Generator	32
Tabel 4.2 Perbandingan Spesifikasi Generator Dengan Penelitian Sebelumnya	32
Tabel 4.3 Data Tegangan dan RPM Dari Penelitian Sebelumnya	33
Tabel 4.4 Data RPM dan Tegangan Dari Penelitian Sekarang	33

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masjid adalah tempat ibadah dan pusat kehidupan masyarakat Islam. Aktivitas perayaan hari besar, dan proses pembelajaran ilmu agama sering dilakukan di Masjid. Bahkan masjid juga menjadi tempat dalam aktivitas sosial kemasyarakatan hingga kemiliteran.

Namun pada zaman moderen ini, masih ada masjid yang tidak teraliri listrik atau belum bisa menikmati energi listrik yang disuplai oleh Perusahaan Listrik Negara (PT.PLN) karena terbatasnya pasokan listrik yang disediakan oleh PT.PLN dan juga karena lokasi masjid yang belum bisa dijangkau untuk dialiri listrik secara baik.

Salah satu energi yang bisa dikonversikan menjadi energi listrik adalah energi angin. Proses pengkonversian membutuhkan turbin yang bisa berputar ketika tertiuap atau terdorong oleh angin, dan turbin tersebut akan dikopel dengan generator untuk bisa menghasilkan energi listrik.

Dilihat dari potensi pada bangunan yang terdapat pada masjid, kubah putar masjid bisa digunakan sebagai pengganti turbin angin, karena bentuk dari kubah putar masjid menyerupai bentuk dari turbin angin jenis darrieus yang bisa digunakan untuk mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik.

Dari pengujian yang dilakukan kecepatan angin di wilayah sumatera selatan bisa dikatakan rendah seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1.1. Namun, bukan berarti hal itu tidak bisa dimanfaatkan untuk pembangkit listrik, oleh karena itu dengan potensi angin yang tersebut harus bisa dimanfaatkan untuk menjadi energi listrik, dengan menggunakan turbin dan generator yang sesuai dengan karakteristik kecepatan anginnya.

Tabel 1.1. Hasil Survei Kecepatan Angin di Tanjung Api-Api Sumatera Selatan (Februari 2020)

No	Pukul (WIB)	Kecepatan Angin
1	11.27	2 m/s
2	11.30	3,4 m/s
3	14.19	5 m/s
4	14.23	4 m/s
5	14.25	5 m/s
6	14.39	6 m/s

Pembahasan mengenai pemanfaatan kubah putar masjid untuk menghasilkan energi listrik belum banyak dilakukan. Pada penelitian sebelumnya (Tjahjono & Widodo, 2011) telah melakukan perancangan pembangkit listrik dengan memanfaatkan kubah putar masjid sebagai turbin angin, namun pada penelitian tersebut kubah putar masjid di *hybrid* dengan *solar cell* sehingga tidak bisa melihat secara pasti apakah putaran kubah masjid tersebut layak digunakan sebagai pembangkit listrik, karena pengisian batere bercampur dengan *solar cell*.

Pada penelitian lainnya juga (Oktaviani et al., 2019) telah melakukan perancangan dengan menggunakan kubah putar masjid berdiameter 60 cm dengan kemiringan sudu 30° sebanyak 24 sudu. Dari uji coba yang dilakukan didapat tegangan maksimum sebesar 14,21 volt DC pada kecepatan angin 3,8 m/det, dan arus yang dihasilkan konstan sebesar 0,3A DC. Pada penelitian ini batere yang digunakan berspesifikasi 12V, 7Ah, dan mampu menghidupkan 3 buah lampu LED 5W selama 5,6 jam.

Dari uraian di atas, ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas parameter kelistrikan yg dihasilkan oleh kubah putar masjid sebagai turbin angin, yaitu putaran kubah masjid berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber listrik alternatif pada batas-batas tertentu, akan tetapi tidak dengan arus karena diperlukan rangkaian penguat agar arus dapat ditingkatkan sehingga waktu pengisian batere dapat dipercepat.

Pada penelitian ini generator magnet permanen sebelumnya akan disempurnakan lagi dengan kinerja yang lebih maksimal.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah;

1. Meningkatkan (*improvement*) rancangan generator magnet permanen sebelumnya pada penelitian yang sama.
2. Menganalisis hasil rancangan dan unjuk kerja generator magnet permanen yang telah ditingkatkan (*improved permanent magnet generator*) yang terkopel dengan kubah putar masjid.
3. Mengetahui kecepatan angin *optimum* yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik alternatif.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini yang akan di bahas adalah perancangan generator magnet permanen berbahan magnet *neodymium* (NdFeB), karena karakteristik yang dimiliki NdFeB cocok untuk diterapkan pada pembangkit listrik tenaga angin berkecepatan rendah.

Adapun kubah putar yang digunakan adalah kubah putar yang ada di pasaran dengan diameter 60 cm Jumlah bilah kubah dan besarnya sudut bilah kubah tidak dibahas dalam penelitian ini.

1.4. Sistematik Penulisan

Untuk mempermudah proses pembuatan proposal Skripsi ini maka penulis membagi sistem penulisan sebagai berikut;

BAB 1 PENDAHULUAN

Pendahuluan merupakan gambaran umum dari observasi awal dan fenomena mengenai topik yang diangkat, latar belakang, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Dalam tinjauan pustaka ini akan menguraikan teori-teori, temuan, rumusan yang digunakan dalam pembuatan proposal skripsi dan bahan penelitian lain yang diperoleh dari acuan, serta fungsi-fungsi komponen yang digunakan dalam bentuk pembuatan proposal skripsi.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Dalam perancangan menampilkan bentuk rancangan yang sesungguhnya dan harus berdasarkan kategori yang ditulis pada tinjauan daftar pustaka.

BAB 4 DATA PERHITUNGAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas secara rinci mengenai pembahasan secara lengkap data pengukuran, perhitungan dan analisis dari hasil pengukuran tegangan keluaran pada generator magnet permanen.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini membahas kesimpulan, dari saran untuk menyempurnakan hasil penelitian serta pengujiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (2019). Uji Eksperimental Pengaruh Lenght Blade Pada Daya Putar Sistem Konversi Energi Turbin Angin Vertikal (No. 1). 5(1), 63–68.
- Aklis, N., Syafi'i, H., Prastiko, Y. C., & Sukmana, B. M. (2016). Studi Eksperimen Pengaruh Sudut Pitch Terhadap Performa Turbin Angin Darrieus-H Sumbu Vertikal NACA 0012. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 17(2), Article 2. <https://doi.org/10.23917/mesin.v17i2.2878>
- Aryanto, F., Mara, M., & Nuarsa, M. (2013). Pengaruh Kecepatan Angin dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal. *Dinamika Teknik Mesin*, 3(1), Article 1. <http://dinamika.unram.ac.id/index.php/DTM/article/view/88>
- Asyâ€™ari, H., Jatmiko, & Ardiyatmoko, A. (2012). Desain Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin Atau Bayu (PLTB). *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, 0(0), Article 0. <https://journal.uii.ac.id/Snati/article/view/2963>
- Budiman, A., Asy'ari, H., & Hakim, A. R. (2012). Desain Generator Magnet Permanen Untuk Sepeda Listrik. <http://publikasiilmiah.ums.ac.id/handle/11617/1891>
- Handoko, C. R. (2018). Pemanfaatan Low Speed Neodymium Wind Turbine Generator Sebagai Alternatif Sumber Listrik Rumah Kawasan Pesisir. *Seminar MASTER PPNS*, 3(1), 139–146.
- Hidayatullah, N. A., & Ningrum, H. N. K. (2016). Optimalisasi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Angin Turbin Sumbu Horizontal dengan Menggunakan Metode Maximum Power Point Tracker. *JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control*

- and Automotive Engineering*), 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.32486/jeecae.v1i1.5>
- Hutagalung, S. N., & Panjaitan, M. (2017). *PROTOTYPE RANGKAIAN INVERTER DC KE AC 900 WATT*. 16, 3.
- Indriani, A. (2015). Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Kutub dan Jarak Celah Magnet Rotor Terhadap Performan Generator Sinkron Fluks Radial. *Electrician*, 9(2), 63–72. <https://doi.org/10.23960/elc.v9n2.164>
- Latif, M. (2013). Efisiensi Prototipe Turbin Savonius pada Kecepatan Angin Rendah. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 10(3), 147–152. <https://doi.org/10.17529/jre.v10i3.1030>
- Mardwianta, B. (2016). Bawang Putih, Bayam Dan Garam Sebagai Energi Alternatif Baterai. 7.
- Nakhoda, Y. I., & Saleh, C. (n.d.). Rancang Bangun Kincir Angin Pembangkit Tenaga Listrik Sumbu Vertikal Savonius Portabel Menggunakan Generator Magnet Permanen. 5(2), 6.
- Nakhoda, Y. I., & Saleh, C. (2017). Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga di Daerah Pesisir Pantai. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 7(1), 20–28.
- Oktaviani, W. A., Barlian, T., & Apriani, Y. (2020). Studi Awal Karakteristik Tegangan Ouput Generator Magnet Permanen dan Generator DC pada Turbin Kubah Masjid Putar. *Electrician*, 14(2), 56–63. <https://doi.org/10.23960/elc.v14n2.2149>
- Oktaviani, W. A., Barlian, T., Hilmansyah, H., & Ubaidillah, U. (2019). Pemanfaatan Putaran Kubah Masjid Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif. In *Prosiding Seminar Nasional AVoER-10 2018* (pp. 512–517). Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

http://avoer.ft.unsri.ac.id/documents/PROSIDING%20AVOER%2010_FT%20UNRSRI%202018.pdf

- Padmika, M., Satriya Wibawa, I. M., & Trisnawati, N. L. P. (2017). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Ventilator Sebagai Penggerak Generator. *BULETIN FISIKA*, 18(2), 68.
<https://doi.org/10.24843/BF.2017.v18.i02.p05>
- Prasetyo, B. (2016). Rancang Bangun Turbin Angin VAWT (Vertical Axis Wind Turbin) Savonius NACA 4418 Dengan Menggunakan Sudu Kayu Sengon Untuk Dibandingkan Dengan Sudu Fiberglass. *Eksergi*, 12(3), Article 3.
<https://doi.org/10.32497/eksergi.v12i3.618>
- Putra, M. A. (2014). Perancangan Prototipe Konverter Dc ke Dc Penaik Tegangan dengan Variabel Tegangan pada Sisi Output [Journal:eArticle, Tanjungpura University]. In *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura* (Vol. 1, Issue 1, p. 190311).
<https://www.neliti.com/publications/190311/perancangan-prototipe-konverter-dc-ke-dc-penaik-tegangan-dengan-variabel-teganga>
- Saleh, M., & Haryanti, M. (2017). *Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay*. 8(2), 8.
- Sambur, B. (2015). *Pembuatan Alat Pengisian Baterai Tenaga Manual Kapasitas Pengisian Maksimal 3 Ampere* [Mahasiswa, Politeknik Negeri Manado].
<http://repository.polimdo.ac.id/161/>
- Syahyuniar, R., Ningsih, Y., & Herianto, H. (2018). Rancang Bangun Blade Turbin Angin Tipe Horizontal. *ELEMEN: JURNAL TEKNIK MESIN*, 5(1), 28–34.
<https://doi.org/10.34128/je.v5i1.74>
- Tjahjono, T., & Widodo, E. (2011). Penggunaan Energi Angin Dan Energi Matahari Sebagai Sumber Energi Listrik Dengan Sistem HYBRID. *Prosiding SNST Fakultas*

Teknik, *I*(1), Article 1.

https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING_SNST_FT/article/view/269

Wauran, A. S. (2019). Pemodelan Penggunaan Energi Turbin Angin Untuk Daerah Ma-

nado. *Jurnal MIPA*, 8(3), 188–191.

<https://doi.org/10.35799/jmuo.8.3.2019.26195>