

# Optimasi Daya Penggabungan Panel Surya Dan Kincir Angin Menggunakan Metode Switching

**Zayid Nurrohman<sup>1</sup>, Sukarno Budi Utomo<sup>2</sup>, Budi Sukoco<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Universitas Sultan Agung Semarang

<sup>1, 2, 3</sup> Jl. Raya Kaligawe 4 Semarang

<sup>1</sup>[zayidnurrohman@gmail.com](mailto:zayidnurrohman@gmail.com)

**Abstrak** – Bagi negara yang sedang berkembang, penyediaan Sampai saat ini masih mengandalkan itu sumber sumber energy tersebut mempunyai dampak yang buruk terhadap lingkungan. Dengan mempertimbangkan aspek tersebut, sumber energy terbarukan atau yang berasal dari alam seperti dari angin ataupun bentuk energy matahari mempunyai peluang yang cukup besar untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Salah satu cara untuk mendukung program pemerintah tersebut adalah dengan memanfaatkan energi angin, dimana sumber energi ini adalah sumber energi yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Pada penelitian ini, penulis mendesain pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB). Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, dihasilkan bahwa output energi listrik (kWH) yang dihasilkan dari pembuatan kincir angin apabila dengan kecepatan angin yang dapat berubah sampai di kecepatan maksimal 3 m/s, maaka di hasilkan dayaa output sebesar 132,55 watt jika kincir berputar selama 7 jam/ hari maka dapat di estimasikan dalam satu hari turbin angin mampu memenuhi kebutuhan daya 1KW.

**Kata kunci:** Kincir angin, daya output

**Abstract** – For developing countries, the supply up to now still relies on oil and coal as the main energy source in meeting the needs of the country. Besides these energy sources have a bad impact on the environment. By considering this aspect, renewable energy sources or those originating from nature such as from wind or form of solar energy have a big enough opportunity to meet the needs of electrical energy. One way to support the government program is to utilize wind energy, where this energy source is a renewable and environmentally friendly energy source. In this study, the authors designed the wind power plant (PLTB). Based on experiments that have been carried out, it is produced that the output of electrical energy (kWH) generated from the manufacture of windmills if with wind speeds that can change up to a maximum speed of 3 m / s, maaka is produced an output power of 132.55 watts if the windmill spins during 7 hours / day can be estimated in one day wind turbines are able to meet the power requirements of 1KW.

**Key words:** wind turbine, power daya

## I. PENDAHULUAN

Penyediaan energi dimasa depan merupakan permasalahan yang senantiasa menjadi perhatian semua bangsa. Bagi negara yang sedang berkembang, penyediaan Sampai saat ini masih mengandalkan minyak bumi dan batu bara sebagai sumber energy utama dalam memenuhi kebutuhan negeri.

sumber energy terbarukan atau yang berasal dari alam seperti dari angin ataupun energy matahari mempunyai peluang yang cukup besar untuk memenuhi kebutuhan energi listrik karna tidak memiliki dampak buruk seperti kerusakan lingkungan dengan memanfaatkan energi angin, dimana sumber energi ini adalah sumber energi yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan.

### A. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang Diatas dapat dirumuskan Rumusan Masalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai kecepatan angin yang di tangkap oleh kincir angin?
2. Berapa besar kecepatan putar kincir angin?
3. Berapa daya dan tegangan yang dapat dihasilkan dari bilah dengan 3 sudu/blade?
4. Berapa output energy listrik (watt) yang di hasilkan dari generator PLTB selama 7 jam sesuai dengan kecepatan angin saat itu?

### B. Batasan Masalah

Untuk menyelesaikan permasalahan dalam Tugas Akhir ini dibatasi oleh asumsi sebagai berikut :

1. Penulis tidak membahas dan memaparkan tentang perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada kerangka turbin.

2. Penulis tidak membahas tentang perhitungan sistem kelistrikan karena hanya digunakan untuk mengetahui daya keluaran yang diketahui oleh turbin/Generator.
3. Penulis tidak membahas tentang perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada sudu turbin.
4. Turbin angin yang digunakan adalah jenis turbin angin horizontal.
5. Tinggi kicir angin 3 meter dari permukaan tanah.

C. Tujuan Masalah

Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menentukan rancangan dari generator PLTB yang sesuai dengan kondisi angin di Indonesia.
2. Mengetahui hasil output energi listrik (watt) yang dihasilkan dari generator PLTB sesuai dengan kecepatan angin dan jumlah blade

Berdasarkan rumusan masalah yang dikaji maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui besar daya maximal yang dihasilkan dari panel surya maupun kincir angina
2. Mengetahui besaran daya yang dihasilkan panel surya dan kincir angin sebelum digabungkan dan sesudah digabungkan pada pembangkit listrik tenaga hybrid dengan system switching.

## II. TINJAUAN PUSTAKA/ LANDASAN TEORI

### A. Peneliti Karakteristik Solar Panel

Turbin angin merupakan alat konversi energi angin menjadi energi mekanik. Energi angin merupakan energi kinetik atau energi yang disebabkan oleh kecepatan angin untuk dimanfaatkan memutar sudu-sudu kincir angin. Proses pemanfaatan energi angin dilakukan melalui dua tahapan konversi energi, pertama aliran angin akan menggerakkan rotor (baling-baling) yang menyebabkan rotor berputar selaras dengan angin yang bertiup, kemudian putaran dari rotor dihubungkan dengan generator, dari generator inilah dihasilkan arus listrik. Jadi proses tahapan konversi energi bermula dari energi kinetik angin menjadi energi gerak rotor kemudian menjadi energi listrik.

Mesin listrik merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik ataupun sebaliknya. Mesin listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik biasa disebut dengan istilah generator sedangkan mesin listrik yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut motor. Sedangkan transformer merupakan alat yang mengubah energi listrik AC dari nilai tegangan satu ke tegangan yang lain .

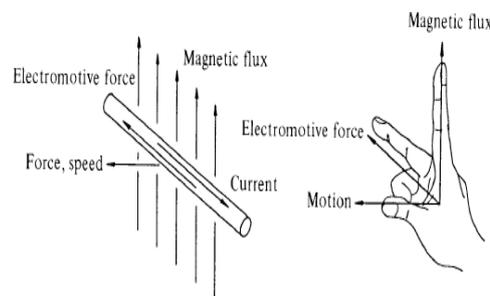
Energi mekanik digunakan untuk memutar rotor dari generator untuk kemudian selanjutnya dikonversi menjadi energi listrik dengan memanfaatkan prinsip elektromagnetika .

Ada dua aturan yang berlaku ketika konduktor dengan panjang tertentu ( $l$ ) diletakkan pada sebuah medan magnet yang memiliki besaran dan arah yang konstan ( $B$ ). Aturan ini disebut aturan tangan kanan Fleming dan tangan kiri Fleming.

Ketika konduktor bergerak dengan arah dan kecepatan tertentu ( $u$ ), akan terdapat tegangan ( $e$ ) di dalam konduktor tersebut dengan besar

$$e = Blu \tag{1}$$

dan arah yang mengikuti aturan tangan kanan fleming seperti gambar 3.1

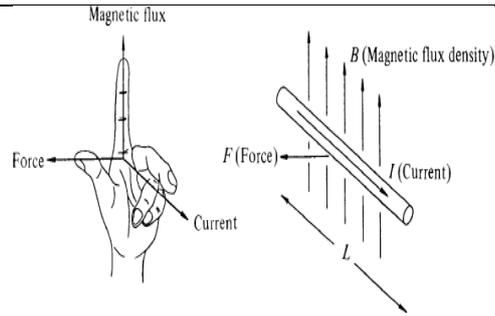


**Gambar 1.** Aturan tangan kanan Fleming

Ketika konduktor membawa arus ( $i$ ) dengan besaran tertentu dan arah tertentu, maka akan terdapat gaya ( $f$ ) yang mempengaruhi konduktor tersebut dengan besar

$$f = Bli \tag{2}$$

Dan arah yang mengikuti aturan tangan kiri Fleming seperti gambar 1



**Gambar 2.** Aturan tangan kiri Fleming

Generator memanfaatkan efek pertama, yaitu generasi energi listrik dalam bentuk tegangan yang diakibatkan oleh pergerakan relatif (perputaran) konduktor terhadap medan magnet.

Secara umum, terdapat dua jenis generator, yaitu dinamo dan alternator. Perbedaan kedua generator ini terdapat pada keluarannya, dimana dinamo merupakan istilah yang digunakan untuk menyebut generator dengan keluaran DC akibat adanya komutator, sedangkan alternator merupakan generator dengan keluaran AC yang saat ini banyak digunakan pada situs pembangkit listrik.

### B. Kincir Angin/Wind Power

Energi Kinetik angin terdapat pada gerakan angin yang diubah menjadi energi gerak oleh bilah yang ada pada kincir angin yang berfungsi untuk menggerakkan generator. Besarnya energi kinetik angin bergantung pada kecepatan angin dan massa jenis angin atau udara[8]. Jika diformulasikan, besar energi kinetik yang terkandung pada angin atau udara yang bergerak dengan bermassa  $m$  dan kecepatan  $v$  adalah:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad (3)$$

Dimana :

- Ek = Energi Kinetik (joule)
- m = Massa Udara (kg)
- v = Kecepatan Angin (m/s)

Energi kinetik yang terdapat pada angin akan berbanding lurus dengan massa udara ( $\rho$ ) dan akan berbanding lurus dengan kuadrat dari kecepatannya seperti yang ditunjukkan pada rumus. Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin adalah anemometer, dengan mengetahui kecepatan angin, dapat diketahui jenis kincir angin/wind power yang sesuai dengan kecepatan angin tersebut. Selain itu, data kecepatan angin juga dapat digunakan sebagai acuan data potensi energi yang dapat dikonversikan dari energi angin menjadi energi listrik[9].

## III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

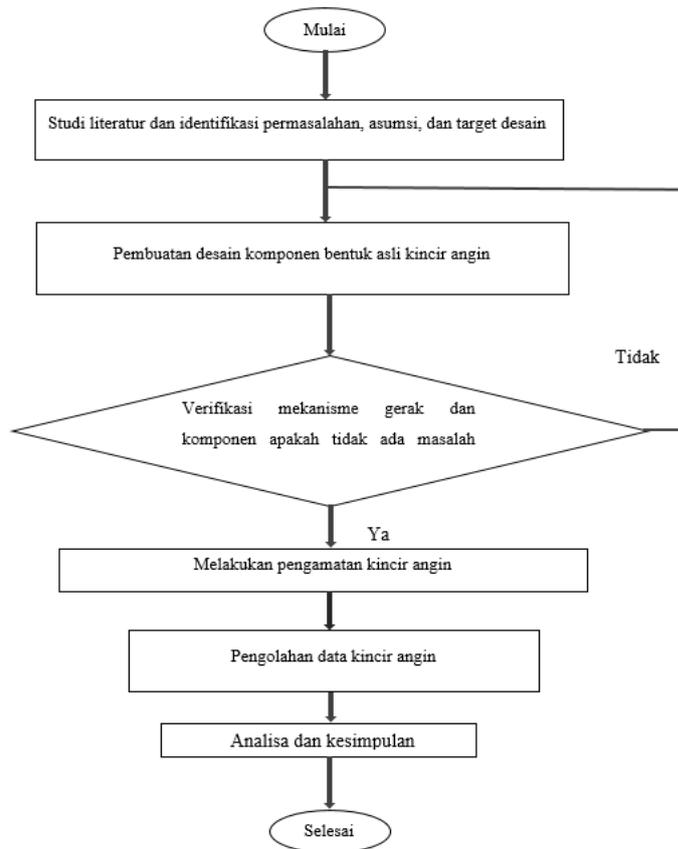
Dalam penelitian kali ini metode yang digunakan oleh penulis adalah sebagai berikut :

### A. Blok diagram perancangan alat



**Gambar 3.** Blok diagram proses menghasilkan listrik

B. Flowchart prinsip kerja penelitian



Gambar 4. Prinsip Kerja penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data hari pertama

Berdasarkan hasil pengamatan berupa pengukuran keluaran panel surya dan kincir angin yang telah dilakukan pukul 09:00 – 16:00, kincir angin 250 W maka diperoleh seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 5. pengukuran PLTH

**Tabel 2.** Hasil penelitian pengukuran kincir angin menggunakan beban lampu 100 watt

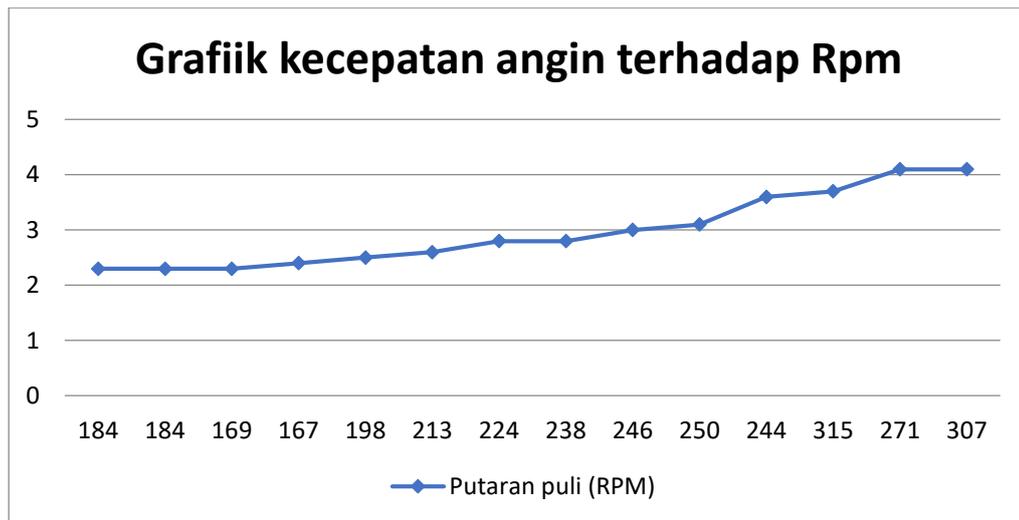
No	kecepatan angin(m/Detik)	kecepatan putar puli/sudu(Rpm)	Tegangan tanpa beban (Volt)	Arus (Amper)	Daya
1	1,6	146	10,6	0,82	16.36
2	2	183	11,3	0,72	03.15
3	2,2	158	11,6	1,4	05.45
4	2,7	207	12	1,55	14.24
5	2,7	227	11,6	1,55	23.31
6	2,8	272	13,6	2,3	06.43
7	2,8	194	12,6	1,51	00.37
8	3	285	14	2,1	09.36
9	3,1	119	11	0,88	16.19
10	3,2	262	14,3	2,32	04.13
11	3,9	297	15,3	2,78	12.48
12	4,2	253	13	2,48	05.45
13	4,4	223	12,6	1,36	03.15
14	4,6	327	16,6	3,19	22.53

Besarnya energi dalam turbin angin didapatkan dari mengalikan nilai daya yang dihasilkan pada turbin angin dengan waktu. Lamanya waktu dapat dihitung berdasarkan seberapa sering angin dengan kecepatan tertentu berhembus. Seperti pada percobaan pengukuran kincir angin maka didapatkan rata-rata angin yang berhembus adalah 3 m/s. berhembus selama 7 jam/hari, maka energi yang dihasilkan yaitu :

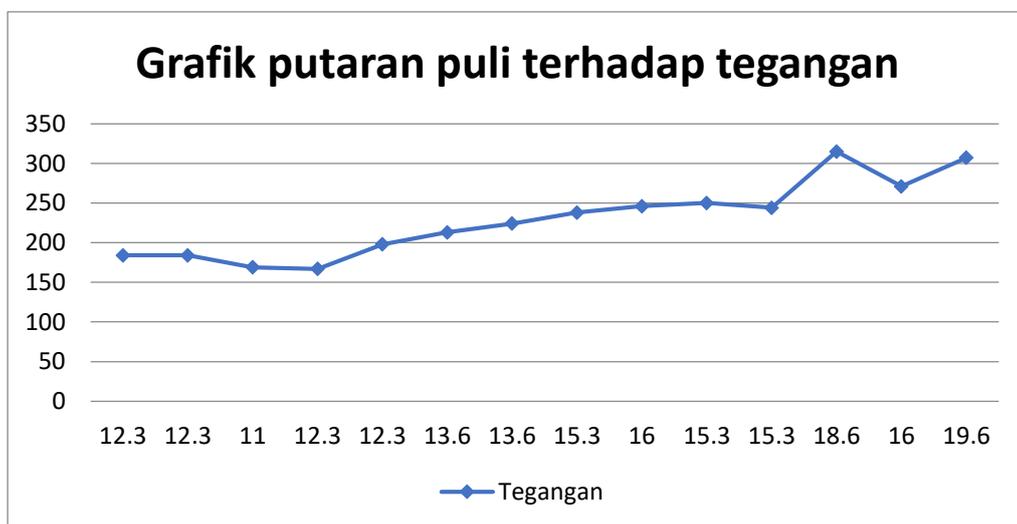
$$\begin{aligned}
 \text{Daya output} &= \text{Daya nyata} = \eta \times \frac{16}{27} \times \rho \times A \times v^3 \\
 &= 1.33 \times \frac{16}{27} \times 1.225 \times 4,52 \times 3^3 \\
 &= 132,55 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Energi} &= \text{daya output} \times \text{waktu} \\
 &= 132,55 \times 7 \\
 &= 927,89 \text{ Wh} \\
 &= 0,9 \text{ KWh}
 \end{aligned}$$

Maka apabila dengan kecepatan angin yang dapat berubah sampai di kecepatan maksimal 3 m/s, dapat di estimasikan dalam satu hari turbin angin mampu memenuhi kebutuhan daya 1KW



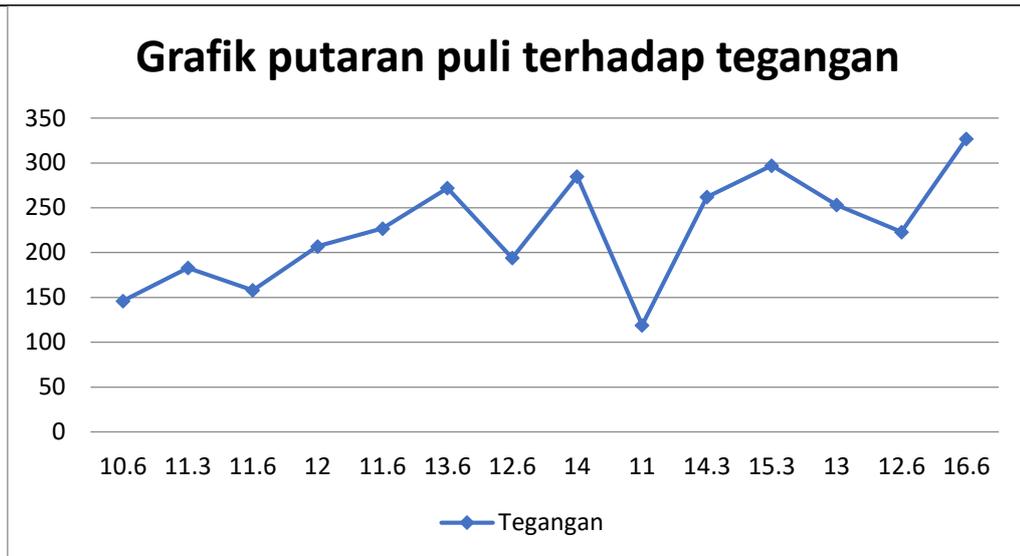
Gambar 6. Grafik Kecepatan Angin Terhadap Rpm



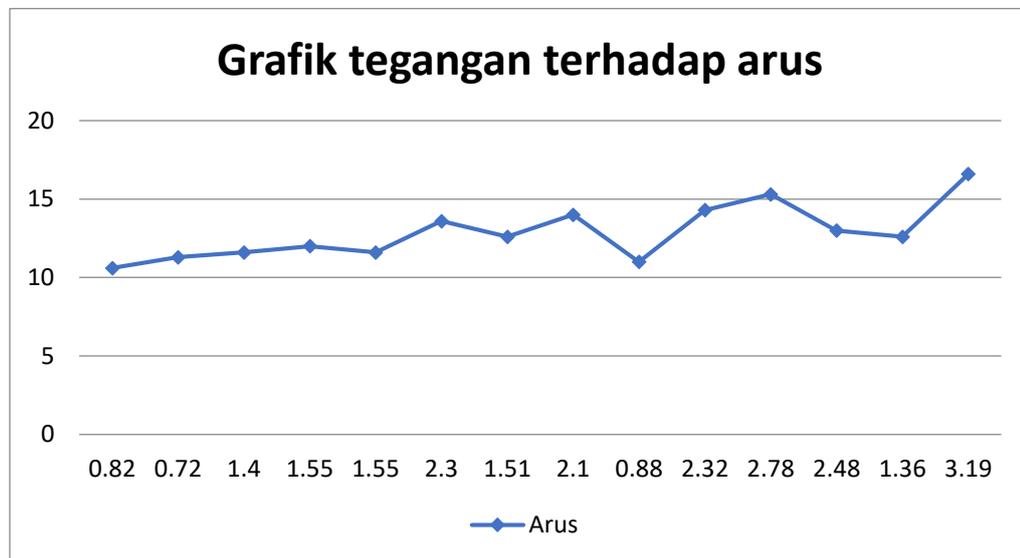
Gambar 6. Grafik Putaran Puli Terhadap Tegangan



Gambar 7. Grafik Kecepatan Angin Terhadap Rpm



Gambar 8. Grafik Putaran Puli Terhadap Tegangan



Gambar 9. Grafik Tegangan Terhadap Arus

## V. SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa dan beberapa pengujian pada tugas akhir ini, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Kecepatan angin yang di tangkap oleh kincir angin pada saat melakukan pengambilan data adalah 1 – 5 m/s. rata rata kecepatan angin tertinggi adalah jam 10.30 - 16.30.
2. Hasil kecepatan putar pada kincir angin adaalah 119-297rpm sebanding lurus dengan kecepatan angin 1-5 m/s. Jika kecepatan angin tinggi maka kecepatan putar pada kincir juga tinggi.
3. Tegangan yang dihasilkan oleh kincir angin berkisar 10 sampai dengan 22 volt.
4. Energy yang di dihasilkan dari kincir angin adalah 0,9 kwh pada kecepatan angin rata rata 3 m/s selama 7 jam/hari.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam Penulisan tugas akhir ini, tentunya banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materiil. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan jazaakumullah khoiron katsiron dan terima kasih yang tiada hingganya kepada :

1. Ibu Dr. Hj. Sri Artini Dwi Prasetyowati, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Sultan Agung Semarang.
2. Ibu Ida Widihastuti, Ir., MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir.Sukarno Budi Sukoco,. MT. Selaku Dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.

4. Bapak Ir. Budi Sukoco, MT. HAEI selaku Dosen pembimbing II atas bantuan dan bimbingannya dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Agung Semarang, atas ilmu, bantuan dan bimbingannya hingga penulis selesai dalam menyusun tugas akhir ini.
6. Teman – teman seperjuangan Elektro 12, Rifal, Lutfi, Gandy, Danis, yang membantu dalam berdiskusi dan sharing masalah ilmu keelektronan.

Terakhir penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat memberikan hal yang bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca dan khususnya bagi penulis juga.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. A. dkk Huwito, “Optimalisasi Energi Terbarukan pada Pembangkit Tenaga Listrik dalam Menghadapi Desa Mandiri Energi di Margajaya,” *J. Semesta Tek.*, vol. 15, no. 1, pp. 22–34, 2012.
- [2] D. J. K. E. Ketenagalistrikan, “Statistik Ketenagalistrikan 2016,” 2017.
- [3] R. Hilmansyah<sup>1</sup>, Risty Jayanti Yuniar<sup>2</sup>, “Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Kendali Pi,” vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2017.
- [4] Y. Daryanto, “Kajian Potensi angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu,” *Blueprint*, no. April, 2007.
- [5] M. N. Habibie, A. Sasmito, and R. Kurniawan, “Kajian Potensi Energi Angin Di Wilayah Sulawesi Dan Maluku,” no. 2, pp. 181–187, 2011.
- [6] A. A. Wijaya, Syahrial, and Waluyo, “Perancangan Generator Magnet Permanen dengan Arah Fluks Aksial untuk Aplikasi Pembangkit Listrik,” *Reks Elkomika*, vol. 4, no. 2, pp. 93–108, 2016
- [7] P. Listrik *et al.*, “Laporan kerja praktik,” 2018.
- [8] T. Kenjo and S. Nagamore, *Permanent-magnet and brushless DC motors*. 1985.
- [9] H. Asy’ari, Jatmiko, and A. Ardiyatmoko, “Desain generator magnet permanen kecepatan rendah untuk pembangkit listrik tenaga angin atau bayu (PLTB),” *Proceeding SNATI (Seminar Nas. Apl. Teknol. Informasi)*, vol. 12, no. 1, pp. 59–67, 2012.
- [10] D. A. Windarto, J. Sudjadi, Sukmadi T, Santoso I, “Effect Of Geometry Generator Variation Design 12 Slot 8 Pole on Power Efficiency Design,” *Electr. Eng. Electron. Technol.*, 2018.
- [11] “Aspek Rancangan Generator Magnet Permanen Fluks Radial Kecepatan Rendah Meggi Octa Suhada 1), Indra Yasri 2) Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S1, 2) Dosen Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau Kampus Bin,” vol. 5, pp. 1–7, 2018.
- [12] P. Turbin and A. Savonius, “Analisa pengaruh perbedaan variasi jumlah sudu untuk optimalisasi daya listrik pada turbin angin savonius bertingkat,” no. 1, 2011.
- [13] H. Piggott, T. Kirby, and H. Piggott, “Windpower Workshop Windpower Workshop BUilding Your Own Wind Turbine.”
- [14] C. A. Aneira Ghaisani P, Armelinda Morina, “Perancangan Turbin Angin Tipe Horizontal 3 Sudu,” 2017.
- [15] I. N. Zahra, “Dasar-dasar Perancangan Bilah,” *Lentera Bumi Nusant.*, 2016.
- [16] P. Ketenagalistrikan, E. Baru, and K. Energi, “PERANCANGAN BILAH TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN ( PLT-ANGIN ) KAPASITAS 100 KW MENGGUNAKAN STUDI AERODINAMIKA 100 KW USING AERODYNAMICS STUDY Arfie Ikhsan Firmansyah, Zulkarnain,” vol. 11, no. 2, pp. 151–158, 2012.
- [17] U. Indonesia, A. Rachman, F. Teknik, P. Studi, and T. Mesin, “Analisis dan Pemetaan Potensi Energi Angin di Indonesia,” 2012.
- [18] A. Bachtiar and W. Hayattul, “Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras,” *J. Tek. Elektro Itp*, vol. 7, no. 1, pp. 35–45, 2018.
- [19] L. A. Nusantara, “Pengenalan Teknologi Pemanfaatan Energi Angin,” 2014.
- [20] K. S. Syah, “Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Angin) PLTB,” *scribd*. [Online]. Available: <https://id.scribd.com/doc/146684811/Pembangkit-Listrik-Tenaga-Bayu-Angin-PLTB>.
- [21] K. E. dan S. D. Mineral, “Jurnal Energi,” 2016.
- [22] Y. S. Indartono, “Krisis Energi di Indonesia : Mengapa dan Harus Bagaimana,” *Grad. Sch. Sci. Technol. Kobe Univ. Japan*, 2005.
- [23] A. Lubis, “Energi terbarukan dalam pembangunan berkelanjutan,” *J. Tek. Lingkung.*, vol. 8, no. 2, pp. 155–162, 2007.
- [24] A. Sugiyono, “Pemanfaatan Biofuel dalam Menunjang Penyediaan Energi Nasional Jangka Panjang,” pp. 78–86, 2015.
- [25] Chandra Devita Sari, “Desain Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Menggunakan Generator Magnet Permanen 1KW” tugas akhir 2018