Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Ventilator dengan *Buck-Boost Converter*

Moch. Farhan Putra Pratama[1], Riny Sulistyowati[2], Nariyah Silviana Erwanti[3], dan Hari Agus Sujono[4]

Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4]
e-mail: riny.971073@itats.ac.id[2]

ABSTRACT

Energy At present, the use of electrical energy is increasing in various sectors, such as the economy, industry, and other fields. Conventional fuel sources for electricity generation, such as oil, gas, and coal, are depleting rapidly. Efforts to address this issue involve utilizing renewable energy sources (RES) from nature that will never run out, such as wind, solar, and hydro power.To harness wind energy for electricity generation, a ventilator turbine is used as the driving force for a generator, converting wind energy into electrical energy. This research found that the wind turbine produced a minimum testing voltage without load of 2V and a minimum current of 0.1A at a wind speed of 1.4 m/s at 01:00 and a maximum voltage of 13V and a maximum current of 0.5A at a wind speed of 5.5 m/s at 16:00. Testing the wind turbine with a buck-boost converter during the "buck" phase at 16:00 with an input voltage of 13V could reduce it to 12V at a wind speed of 5.5 m/s. The "boost" phase at noon with an input voltage of 10V could increase to 11.9V with a voltage error of 0.1 at a wind speed of 5 m/s. Testing the wind turbine with a 10-ohm resistor load resulted in a power output of 14.161 watts with an efficiency of 44%.

Keywords: *design and construction, wind power generator, ventilator turbine, buck-boost converter.*

ABSTRAK

Kebutuhan Pada saat ini penggunaan energi listrik semakin meningkat disektor perekonomian, industri dan berbagi bidang lainnya. Energi listrik yang umumnya menggunakan bahan bakar konvensional seperti minyak bumi, gas, dan batubara menyebabkan ketersediaannya di alam semakin menipis. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu menggunakan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang tidak akan pernah habis bersumber dari alam seperti angin, matahari, dan air. Agar dapat memanfaatkan salah satu dari sumber energi tersebut digunakanlah turbin ventilator sebagai penggerak pada generator yang dapat mengkonversi energi angin menjadi energi listrik dari hasil penelitian yang telah dilakukan tanpa beban didapatkan turbin angin menghasilkan tegangan pengujian tanpa beban tegangan terkecilnya adalah 2v dan arus arus terkecilnya 0,1A dengan kecepatan angin 1,4 m/s di jam 01.00, maksimalnya adalah 13v dan arus maksimalnya 0,5A dengan kecepatan angin 5,5 m/s di jam 16.00. Pengujian turbin angin dengan buck-boost converter, hasil pengujian buck-boost pada saat (buck) terjadi pada jam 16.00 dengan tegangan input 13v diturunkan menjadi 12v dengan kecepatan angin 5,5 m/s, dan pada saat (boost) terjadi pada jam 12.00 dengan tegangan input 10v dinaikkan menjadi 11,9 dan error tegangan 0,1 dengan kecepatan angin 5 m/s. Pengujian turbin angin dengan beban resistor 10 ohm didapatkan daya sebesar 14,161 watt dengan efisiensi 44%.

Kata kunci: Rancang Bangun, Pembangkit Listrik Tenaga Angin, Turbin Ventilator, Buck-Boost Konverter.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi yang besar untuk memajukan penggunaan pembangkit listrik tenaga angin. Seiring dengan berkembangnya pembangunan (teknologi, industri, komunikasi) dan pertambahan penduduk kebutuhan energi listrik terus meningkat dan tidak menutup kemungkinan akan terjadi kelangkaan, salah satunya penggunan energi

yang biasa digunakan sebagai penerangan[1]. Pemanfaatan yang cocok untuk mensuplai listrik didaerah terpencil adalah dengan menggunakan energi baru terbarukan (EBT). Saat metode pengoptimal pemanfaatan EBT sangat kurang dalam hal penstabil tegangan dan arus dari sumber pembangkit. Beberapa metode kontrol telah di kembangkan [1-4][11-12],[14]. Perlunya mencari sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui yaitu energi angin[7]. Turbin ventilator memiliki potensi besar sebagai pembangkit listrik yang ramah lingkungan, turbin ventilator tidak hanya berpotensi meningkatkan sirkulasi udara, melainkan juga dapat dijadikan sebagai penggerak generator untuk menghasilkan energi listrik. Dengan desain yang efisien, turbin ventilator dapat menghasilkan daya yang cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik pada skala kecil hingga menengah[5-6],[13],[17-18]. Pemanfaatan potensi energi angin melalui turbin ventilator juga dapat menjadi solusi yang berkelanjutan untuk mendukung sumber daya energi terbarukan dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil[8-10]. Potensi energi angin di Desa Babadan, Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo sangat menjanjikan tercatat di bmkg dengan rata-rata kecepatan angin 30 km/jam atau setara sekitar 8,3 m/s. Kecepatan angin yang tinggi ini membuka peluang besar untuk pemanfaatan turbin ventilator guna menghasilkan energi listrik yang berkelanjutan di wilayah tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Energi Angin

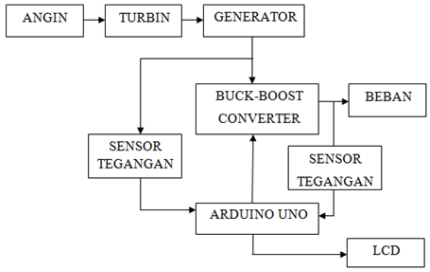
Angin adalah hasil dari pergerakan udara yang disebabkan oleh perbedaan tekanan di permukaan bumi. Angin cenderung mengalir dari daerah dengan tekanan tinggi menuju daerah yang memiliki tekanan lebih rendah. Energi angin menjadi salah satu opsi penting sebagai sumber energi alternatif. Energi angin dianggap sebagai sumber energi yang ekonomis karena berasal dari alam dan dapat digunakan untuk menggerakkan berbagai peralatan, seperti generator, pompa air, dan sejenisnya, melalui konversi energi kinetik angin menggunakan rotor (sudu) pada turbin angin[15-16].

Turbin Ventilator adalah perangkat yang berperan dalam mengatur sirkulasi udara di dalam ruangan, mirip dengan kipas atap. Berbeda dengan kipas angin konvensional, seperti kipas ekstraksi yang membutuhkan daya listrik, turbin ventilator dioperasikan oleh aliran udara atau hembusan angin. Turbin ventilator memiliki potensi besar sebagai pembangkit listrik yang ramah lingkungan, turbin ventilator tidak hanya berpotensi meningkatkan sirkulasi udara, melainkan juga dapat dijadikan sebagai penggerak generator untuk menghasilkan energi listrik[4].

Buck converter adalah jenis dc-dc converter yang memiliki output tegangan yang lebih kecil dari tegangan input dan berfungsi untuk menurunkan tegangan. Boost converter merupakan converter dc-dc yang berfungsi untuk menaikkan tegangan[5].

METODE

Diagram blok sistem di bawah ini memberikan gambaran tentang alur kerja dari sistem turbin angin yang dirancang. Sistem ini dimulai dari angin yang menggerakkan turbin ventilator, mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik. Angin adalah aliran udara alami yang dihasilkan oleh pemanasan permukaan bumi oleh matahari. Energi kinetik dari angin digunakan untuk memutar baling-baling turbin. Turbin ventilator, yang terdiri dari baling-baling atau rotor, berfungsi untuk menangkap energi kinetik dari angin dan mengubahnya menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran. Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator magnet bertegangan 12-24VDC. Generator ini menggunakan prinsip induksi elektromagnetik untuk mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan listrik.

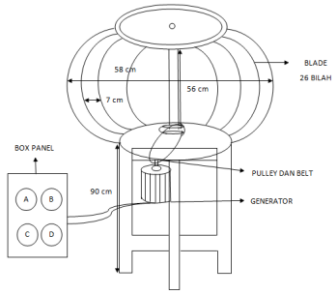


Gambar 1. Diagram Blok Sistem.

Energi listrik dari generator dialirkan ke buck-boost converter XL6009, yang mengatur tegangan output agar sesuai dengan kebutuhan beban, yaitu resistor 10 ohm 20 watt. Sensor tegangan mengukur tegangan dari generator dan beban, kemudian data ini dikirim ke Arduino Uno. Arduino Uno berfungsi mengendalikan dan memonitor sistem, mengatur konverter buck-boost, dan menampilkan informasi kinerja pada LCD.

Perancangan Alat

Perancangan alat mencakup spesifikasi dan pemilihan komponen utama. Turbin angin yang digunakan adalah turbin ventilator berdiameter 58 cm, tinggi 56 cm, dan tinggi penyangga 90 cm, dengan 26 bilah berjarak 7 cm. Turbin ini memiliki ukuran 20 inci dan dirancang untuk memanfaatkan angin secara efisien, menghasilkan putaran yang stabil untuk meningkatkan performa sistem. Generator magnet dengan tegangan output 12-24VDC mengubah energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik. Resistor 10 ohm dan 20 watt digunakan untuk menyerap daya dari generator, memastikan penyaluran daya yang efisien dan pengukuran yang akurat.



Gambar 2. Desain Turbin Ventilator

Gambar 2, memperlihatkan desain fisik dari turbin ventilator yang digunakan dalam penelitian ini.

Analisa data

Analisa data dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dengan menggunakan beberapa persamaan penting. Pertama, daya angin dihitung menggunakan Persamaan 1, yang mempertimbangkan densitas udara (ρ), luas area yang terkena angin (A), dan kecepatan angin (V). Selanjutnya, daya yang dihasilkan dari generator dihitung menggunakan Persamaan 2, yang melibatkan tegangan (V) dan arus listrik (I). Terakhir, efisiensi sistem dihitung menggunakan Persamaan 3, yang membandingkan daya listrik

yang dihasilkan ($P_{listrik}$) dengan daya angin (P_{angin}), berikut persamaan penting dalam pengambilan data penelitian:

1. Menghitung Daya Angin

$P_{angin} = \frac{1}{2}\rho.A.V^3$ .....(1)

2. Menghitung Daya yang Dihasilkan dari Generator

$P = V \times I$ .....(2)

3. Menghitung Efisiensi menggunakan persamaan

$Efisiensi = \frac{P_{listrik}}{P_{angin}} \times 100\%$ .....(3)

Hasil Perancangan Wind Turbin



Gambar 3. Hasil Perancangan Wind Turbin.

Gambar 4, menunjukkan wind turbin yang dipasang pada dudukan setinggi ± 1,5 meter. Wind turbin ini dirancang dengan rotor silinder berputar dari bahan logam untuk menangkap angin dari berbagai arah.

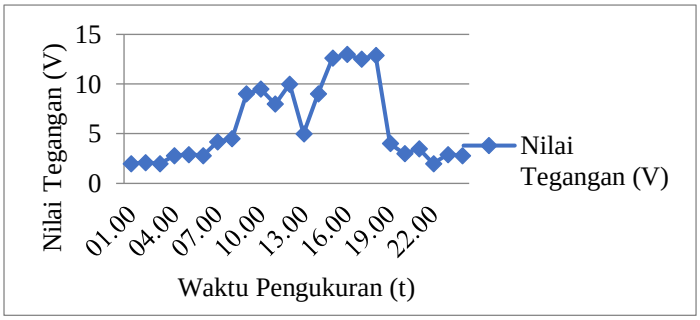
Hasil Pengujian

Pengambilan data tegangan dan kecepatan angin dilakukan selama 24 jam dengan interval satu jam sekali. Hasil pengujian tersebut dirangkum dalam **Tabel 1**, yang menunjukkan variasi kecepatan angin, tegangan, dan arus listrik selama periode pengujian tanpa beban. Data ini mencakup pengukuran dari jam 01.00 hingga jam 24.00, di mana terlihat bahwa kecepatan angin bervariasi dari 1,4 m/s hingga 5,5 m/s, yang mempengaruhi tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sistem.

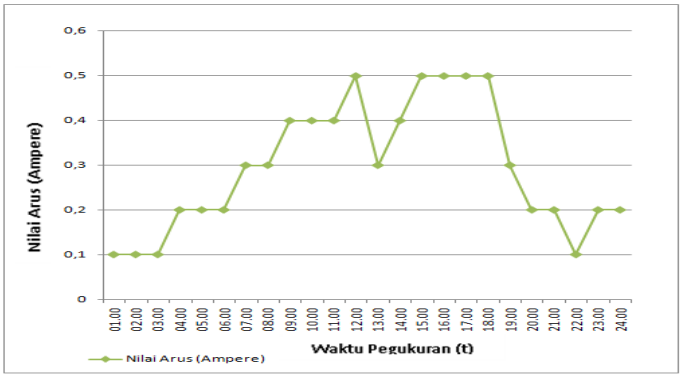
Tabel 1. Hasil Pengujian Tanpa Beban

Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (V)	Arus (A)	Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (V)	Arus (A)
01.00	1,4	2	0,1	13.00	3,8	5	0,3
02.00	1,5	2,1	0,1	14.00	4,6	9	0,4
03.00	1,4	2	0,1	15.00	5,2	12,6	0,5
04.00	2,1	2,8	0,2	16.00	5,5	13	0,5
05.00	2,2	2,9	0,2	17.00	5,1	12,5	0,5
06.00	2,1	2,8	0,2	18.00	5,3	12,9	0,5
07.00	3,2	4,2	0,3	19.00	3	4	0,3
08.00	3,4	4,5	0,3	20.00	2,3	3	0,2
09.00	4,5	9	0,4	21.00	2,6	3,5	0,2
10.00	4,8	9,5	0,4	22.00	1,4	2	0,1
11.00	4	8	0,4	23.00	2,2	2,9	0,2

Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (V)	Arus (A)	Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (V)	Arus (A)
12.00	5	10	0,5	24.00	2,1	2,8	0,2



Gambar 4. Hasil Pengujian Tegangan Tanpa Beban



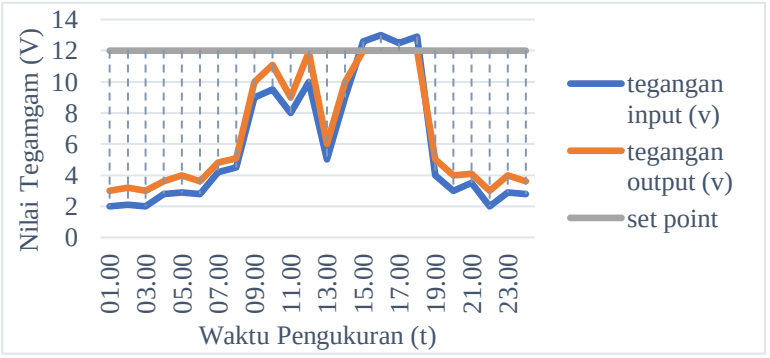
Gambar 5. Hasil Pengujian Arus Tanpa Beban

Dari Gambar 4 dan 5, didapatkan bahwa pada pengujian tanpa beban, tegangan terkecil yang tercatat adalah 2V dengan arus terkecil sebesar 0,1A, yang terjadi pada kecepatan angin 1,4 m/s di jam 01.00. Sebaliknya, tegangan maksimum yang dicapai adalah 13V dengan arus maksimum sebesar 0,5A, pada kecepatan angin 5,5 m/s di jam 16.00. Hasil pengujian lebih lanjut menggunakan Buck-Boost Converter dirangkum dalam Tabel 2, yang menunjukkan variasi tegangan input dan output, set point tegangan, serta error yang terjadi pada setiap jam pengujian.

Tabel 2. Hasil Pengujian Dengan Buck-Boost Converter

Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan Input (V)	Tegangan Output (V)	Set Point	Eror Tegangan (V)
01.00	1,4	2	3	12	9
02.00	1,5	2,1	3,2	12	8,8
03.00	1,4	2	3	12	9
04.00	2,1	2,8	3,6	12	8,4
05.00	2,2	2,9	4	12	8
06.00	2,1	2,8	3,6	12	8,4
07.00	3,2	4,2	4,8	12	7,2

Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan Input (V)	Tegangan Output (V)	Set Point	Eror Tegangan (V)
08.00	3,4	4,5	5,1	12	6,9
09.00	4,5	9	10	12	2
10.00	4,8	9,5	11,1	12	0,9
11.00	4	8	9	12	3
12.00	5	10	11,9	12	0,1
13.00	3,8	5	6	12	6
14.00	4,6	9	10	12	2
15.00	5,2	12,6	12	12	0
16.00	5,5	13	12	12	0
17.00	5,1	12,5	12	12	0
18.00	5,3	12,9	12	12	0
19.00	3	4	5	12	7
20.00	2,3	3	4	12	8
21.00	2,6	3,5	4,1	12	7,9
22.00	1,4	2	3	12	9
23.00	2,2	2,9	4	12	8
24.00	2,1	2,8	3,6	12	8,4

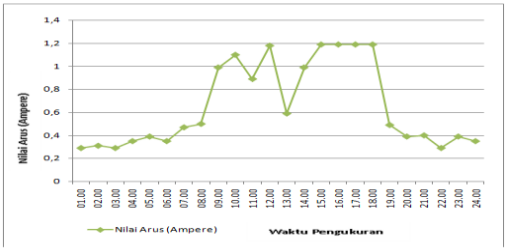


Gambar 6. Hasil Pengujian Dengan Buck-Boost Converter

Dari Gambar 6, didapatkan bahwa pada jam 01.00, tegangan input sebesar 2V menghasilkan tegangan output sebesar 3V, yang menunjukkan bahwa rentang nilai ini tidak memungkinkan untuk memproses buck-boost converter dengan baik. Rentang nilai yang dapat memproses buck-boost converter terjadi pada saat pengujian buck-boost pada jam 16.00 dengan tegangan input 13V yang diturunkan menjadi 12V (buck) dengan kecepatan angin 5,5 m/s, dan pada jam 12.00 dengan tegangan input 10V yang dinaikkan menjadi 11,9V (boost) dengan error tegangan sebesar 0,1V dan kecepatan angin 5 m/s. Hasil pengujian lebih lanjut menggunakan beban resistor 10 Ohm dirangkum dalam Tabel 3, yang menunjukkan variasi kecepatan angin, tegangan, dan arus pada setiap jam pengujian.

Tabel 3. Hasil Pengujian Dengan Beban Resistor 10 Ohm

Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (V)	Arus (A)	Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (V)	Arus (A)
01.00	1,4	2,9	0,29	13.00	3,8	5,9	0,59
02.00	1,5	3,1	0,31	14.00	4,6	9,9	0,99
03.00	1,4	2,9	0,29	15.00	5,2	11,9	1,19
04.00	2,1	3,5	0,35	16.00	5,5	11,9	1,19
05.00	2,2	3,9	0,39	17.00	5,1	11,9	1,19
06.00	2,1	3,5	0,35	18.00	5,3	11,9	1,19
07.00	3,2	4,7	0,47	19.00	3	4,9	0,49
08.00	3,4	5	0,5	20.00	2,3	3,9	0,39
09.00	4,5	9,9	0,99	21.00	2,6	4	0,4
10.00	4,8	11	1,1	22.00	1,4	2,9	0,29
11.00	4	8,9	0,89	23.00	2,2	3,9	0,39
12.00	5	11,8	1,18	24.00	2,1	3,5	0,35

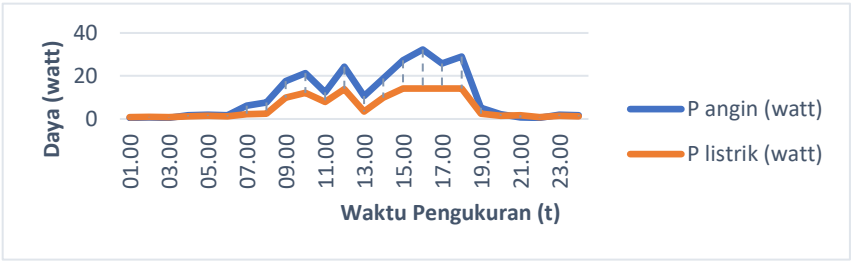


Gambar 7. Hasil Pengujian Arus Dengan Beban Resistor 10 Ohm

Dari gambar 7 didapatkan tegangan maksimal sebesar 12 volt, namun pada saat ditambahkan beban resistor 10 ohm, tegangan turun menjadi 11,9 volt dengan arus 1,19 Ampere pada jam 16.00.

Hasil Perhitungan Efisiensi

Untuk menentukan efisiensi turbin angin, pertama-tama kita menghitung daya angin yang tersedia dengan rumus $P_{angin} = 21 \times \rho \times Av \times v^3$ Dalam hal ini, ρ adalah densitas udara $\left(1{,}2\,\frac{kg}{m^3}\right)$, Av adalah area penampang turbin $(0{,}324\,m^2)$, dan v adalah kecepatan angin $(5{,}5\,\frac{m}{s})$. Dengan data tersebut, daya angin yang tersedia dihitung sebesar 32,3 $watt$. Selanjutnya, daya listrik yang dikeluarkan oleh generator dihitung dengan rumus $P_{listrik} = V \times I$ di mana V adalah tegangan output generator (11,9 volt) dan I adalah arus (1,19 ampere). Dari perhitungan ini, daya listrik yang dihasilkan adalah 14,161 watt. Efisiensi turbin angin dihitung sebagai perbandingan antara daya listrik yang dihasilkan dengan daya angin yang tersedia, yaitu $Efisiensi = \frac{P_{listrik}}{P_{angin}} \times 100\%$. Dengan data tersebut, efisiensi turbin angin adalah 44%, yang berarti turbin ini mampu mengonversi 44% dari daya angin yang tersedia menjadi daya listrik yang berguna.



Gambar 8. Hasil Efisiensi Dengan Beban Resistor 10 Ohm

Dari gambar 8 didapatkan bahwa, efisiensi tertinggi pada jam 01.00 sebesar 159%, sedangkan efisiensi terendah pada jam 13.00 sebesar 33%.

KESIMPULAN

Potensi energi angin di Desa Babadan, Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo menunjukkan hasil yang sangat menjanjikan. Berdasarkan data BMKG, kecepatan angin rata-rata mencapai 30 km/jam atau sekitar 8,3 m/s, membuka peluang besar untuk pemanfaatan turbin ventilator dalam menghasilkan energi listrik berkelanjutan. Pengujian turbin angin yang dilengkapi dengan buck-boost converter menghasilkan data sebagai berikut: saat mode buck pada pukul 16.00, tegangan input 13V diturunkan menjadi 12V dengan kecepatan angin 5,5 m/s; sementara itu, saat mode boost pada pukul 12.00, tegangan input 10V dinaikkan menjadi 11,9V dengan error tegangan 0,1 dan kecepatan angin 5 m/s. Selain itu, pengujian dengan beban resistor 10 ohm menghasilkan daya sebesar 14,161 watt dengan efisiensi 44%. Temuan ini menunjukkan potensi signifikan untuk pengembangan energi terbarukan di wilayah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Riny Sulistyowati, RS Wibowo, DC Riawan, M Ashari, Optimum Placement of Measurement Devices on Distribution Networks using Integer Linear K-Means Clustering Method, PRZEGLAD ELEKTROTECHNICZNY 96 (10).
[2] H. A. Sujono, Ariadi, R. Sulistyowati, And H. Suryoatmojo, “Static Photovoltaic Array Partially Shaded Condition With Boost Converter Using Perturb & Observe Algorithm,” Iop Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., Vol. 462, P. 012011, Jan. 2019, Doi: 10.1088/1757-899x/462/1/012011.
[3] R. A. Subkhi Azal And R. Sulistyowati, “Using Buck Boost Converter In The Solar Cell Of Window Blind Pemanfaatan Solar Cell Pada Tirai Jendela (Window Blind) Dengan Buckboost Converter,” Vol. 2, No. 1, Pp. 1–9, 2021.
[4] M. R. P. Yusrifal And U. Hasanuddin, “Rancang Bangun Buck-Boost Converter Dengan Catu Daya Panel Surya,” Vol. 1, No. 1, Pp. 1–6, 2022.
[5] F. Mahardika And T. Suheta, “Rancang Bangun Turbin Ventilator Diarea Parkir Purabaya,” Vol. 1, No. 6, Pp. 1–8, 2021.
[6] M. N. Tumembow And S. Herotje, “Studi Pemanfaatan Turbin Ventilator Untuk Energi Alternatif,” Vol. 1, No. 1, Pp. 1–15, 2021.
[7] F. A. Muhajir And N. Sinaga, “Tinjauan Pemanfaatan Energi Bayu Sebagai Pembangkit Listrik Di Provinsi Sulawesi Selatan,” Vol. 15, No. 01, Pp. 1–7, 2021.
[8] Z. Lubis, L. A. Saputra, H. N. Winata, S. Annisa, And A. Muhazzir, “Kontrol Mesin Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Smartphone,” Vol. 14, No. 3, Pp. 1–5, 2019, Doi: 1410–4520.

[9] N. Wahyuni, S. Syaifurrahman, And J. Islami, "Instalasi Plts Skala Rumah Tangga Dengan Lampu Led Dc Hemat Energi Bagi Masyarakat Terpencil Di Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat," J-Abdipamas, Vol. 3, No. 2, P. 17, Oct. 2019, Doi: 10.30734/J-Abdipamas.V3i2.570.
[10] M. R. P. Yusrifal And U. Hasanuddin, "Rancang Bangun Buck-Boost Converter Dengan Catu Daya Panel Surya," Vol. 1, No. 1, Pp. 1–6, 2022.
[11] H. Matalata And L. W. Johar, "Analisa Buck Converter Dan Boost Converter Pada Perubahan Duty Cycle Pwm Dengan Membandingkan Frekuensi Pwm 1,7 Khz Dan 3,3 Khz," Jiubj, Vol. 18, No. 1, P. 42, Feb. 2018, Doi: 10.33087/Jiubj.V18i1.431.
[12] V. Valentino, M. I. Yusuf, And A. Hiendro, "Rancang Bangun Turbin Angin Savonius Untuk Penerangan Penginapan Di Desa Temajuk Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas," Vol. 1, No. 1, Pp. 1–10, 2021.
[13] M. R. Fahmi, B. A. Adietya, And U. Budiarto, "Analisa Teknis Dan Ekonomis Penggunaan Wind Turbine Untuk Konversi Daya Listrik Peralatan Kesehatan Pada Kapal Rumah Sakit," Vol. 6, No. 1, Pp. 1–9, 2018.
[14] M. A. Fitrian And W. Marthiana, "Perancangan Turbin Angin Sumbu Vertikal Lima Sudu Untuk Aplikasi Penerangan Jalan Raya Daya 200 Watt," Vol. 1, No. 1, Pp. 1–9, 2018.
[15] R. Syahyuniar, Y. Ningsih, And H. Herianto, "Rancang Bangun Blade Turbin Angin Tipe Horizontal," Elemen, Vol. 5, No. 1, Pp. 1–7, Dec. 2018, Doi: 10.34128/Je.V5i1.74.
[16] F. B. Lubis And A. Yanie, "Implementasi Pulse Width Modulation (Pwm) Pada Penyaluran Limbah Cair Pupuk Kelapa Sawit Berbasis Arduino," Vol. 7, No. 2, Pp. 1–8, 2022, Doi: 2502 – 3624.
[17] Universitas Muhammadiyah Makassar And A. Adriani, "Perancangan Pembangkit Listrik Kincir Angin Menggunakan Generator Dinamo Drillini Terhadap Empat Sumbu Horizontal," Instek, Vol. 3, No. 1, Pp. 71–80, Jun. 2018, Doi: 10.24252/Instek.V3i1.4821.
[18] A. Suryadi, P. T. Asmoro, And R. Raihan, "Pemanfaatan Turbin Ventilator Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif," Prosid Sem Nas Teknoka, Vol. 4, Dec. 2019, Doi: 10.22236/Teknoka.V4i0.4124.