

PERANCANGAN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU PADA DAERAH TROPIS UNTUK IRIGASI PERTANIAN

Sunardi¹, Zeazelia Erwinda Sorometa²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro Universitas Pamulang

^{1,2}Jl.Raya Puspittek Raya No 46, Buaran Setu, Tangerang Selatan, Banten 15310

¹dosen00856@unpam.ac.id

²zeazelia24@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 24-04-2021
revisi : 02-05-2021
diterima : 26-06-2021
dipublish : 30-06-2021

ABSTRAK

Di Indonesia pengelolaan lahan pertanian masih banyak memanfaatkan air. Akan tetapi permasalahan muncul ketika musim kemarau petani harus memompa air dari sungai yang jaraknya cukup jauh. Pompa air yang digunakan umumnya menggunakan bahan bakar bensin. Jika pompa air menyala dalam selang waktu yang lama, maka petani terbebani dengan biaya untuk pembelian bensin. Oleh karena itu diperlukan cara yang hemat dan efisien untuk menyalurkan air ke lahan persawahan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe alat pembangkit listrik tenaga bayu (angin) yang nantinya skala prototipe ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk membuat PLTB skala besar sebagai sumber listrik untuk menjalankan pompa air sehingga petani dapat memperoleh air irigasi dan juga dapat menghemat biaya bahan bakar. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan membuat rancang bangun pembangkit listrik tenaga angin menggunakan turbin angin sumbu vertikal (TASV) dan alat yang digunakan antara lain inverter 500W, pompa air AC 25W, *battery charger controller* dan baterai 40Ah. Dari hasil pengujian *prototype* pembangkit listrik tenaga angin diperoleh nilai kecepatan angin, tegangan dan arus yang tertinggi terjadi pada jam 16.00 sampai 17.00 yaitu kecepatan angin 3,4 m/s, tegangan 6.16V dan arus 0.51A. Dari hasil pengujian pengisian baterai diketahui bahwa dalam waktu 3 jam, turbin angin hanya mengisi baterai 47% yaitu 5.71V. Kecepatan angin yang tidak konstan mengakibatkan nilai tegangan dan arus tidak stabil, sehingga berpengaruh juga terhadap lama pengisian baterai.

Kata kunci: turbin angin; sumbu vertikal; energi terbarukan

ABSTRACT

Prototype Design Of Wind Power Plant In Tropical Region For Agricultural Irrigation. In Indonesia, water is still used in agricultural land management. Problems arise, however, when farmers have to pump water from a distant river in the dry season. Water pumps used generally use gasoline. If the water pump runs for a long time, the farmers are burdened with the cost of buying gasoline. Therefore, what is needed is an efficient and efficient way to distribute water to rice fields. This study aims to create a prototype of a wind power generator that will later be used on that prototype scale as a reference for large-scale manufacturing of PLTB as a power source to run water pumps so that farmers can get irrigation water and also save on gasoline prices. The method used in this research is to design a wind turbine with a vertical axis wind turbine (TASV) and the tools used include inverter, step-up transformer, DC water pump, battery charge controller, and battery. From the results of testing the prototype wind power plant, the highest wind speed, voltage and current values occur at 16.00 to 17.00, namely wind speed 3.4 m/s, voltage 6.16V and current 0.51A. From the results of the battery charging test, it is known that within 3 hours, the wind turbine only charges 47% of the battery, which is 5.71V. The wind speed is not constant resulting in unstable voltage and current values, so it also affects the battery charging time.

Keywords: wind turbin; vertical axis; renewable energy

PENDAHULUAN

Di Indonesia pengelolaan lahan pertanian masih banyak memanfaatkan air. Air menjadi salah satu kunci keberhasilan dalam peningkatan produksi padi. Akan tetapi permasalahan muncul ketika musim kemarau petani harus memompa air dari sungai yang jaraknya cukup jauh. Pompa air yang digunakan umumnya menggunakan bahan bakar bensin. Jika pompa air menyala dalam selang waktu yang lama, maka petani terbebani dengan biaya untuk pembelian bensin. Oleh karena itu diperlukan cara yang hemat dan efisien untuk menyalurkan air ke lahan persawahan.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah prototipe pembangkit listrik tenaga angin yang nantinya skala prototipe ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk membuat PLTB skala besar

sebagai sumber listrik untuk menjalankan pompa air, sehingga petani dapat memperoleh air irigasi dan juga dapat menghemat biaya bahan bakar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan rancang bangun turbin angin sumbu vertikal (TASV). Dimana nanti akan dilakukan pengujian turbin angin untuk mengetahui energi listrik yang dihasilkan. Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah anemometer dan multimeter.

Penelitian yang sudah pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu antara lain adalah penelitian yang dilakukan oleh Napitupulu dan Siregar pada tahun 2014 dengan judul perancangan turbin vertical axis savonius dengan menggunakan 8 buah sudu lengkung. Pada penelitian tersebut napitupulu dan siregar membahas mengenai bagaimana cara merancang dan

membangun turbin angin. Dari penelitian mereka diperoleh hasil bahwa efisiensi rotor turbin sebesar 0.5911 (Napitupulu & Siregar, 2014).

Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini adalah output dari turbin angin ini dipakai untuk irigasi persawahan. Sedangkan untuk penelitian yang dilakukan napitupulu dan siregar hanya merancang dan membangun turbin angin saja tetapi belum dibuat prototipe untuk penggunaannya sebagai irigasi persawahan.

TEORI

Pembangkit Listrik Turbin Angin

Bayu atau angin adalah udara yang bergerak karena adanya perbedaan tekanan di permukaan bumi. Angin akan bergerak ke daerah yang memiliki tekanan yang tinggi ke tekanan rendah (Sheptiawan et al., 2001) (Habibie et al., 2011). Energi angin dapat dikonversikan menjadi energi mekanik, seperti pada penggilingan biji, pemompaan air untuk irigasi, pengering atau pencacah hasil panen, pendingin ikan pada perahu-perahu nelayan dan lain-lain. Selain itu, pemanfaatan energi angin dapat dilakukan dimana-mana, baik di daerah landai maupun dataran tinggi, bahkan dapat diterapkan di laut, berbeda halnya dengan energi air. Walaupun pemanfaatan energi angin dapat dilakukan di mana saja, daerah-daerah yang memiliki potensi energi angin yang tinggi tetap perlu diidentifikasi agar pemanfaatan energi angin dapat diaplikasikan secara lebih luas (Habibi, 2013).

Pembangkit listrik tenaga angin merupakan pembangkit yang mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik (turbin) diubah lagi menjadi energi listrik oleh generator dengan memanfaatkan kecepatan

angin yang menggerakkan turbin (Hayu et al., 2018).

Prinsip Kerja Turbin Angin

Prinsip dasar kerja dari turbin angin adalah mengkonversi energi gerak angin menjadi energi yang dapat memutar kincir, kemudian putaran kincir digunakan untuk memutar generator yang akan menghasilkan listrik. energi listrik. Biasanya listrik yang dihasilkan generator disimpan kedalam baterai sebelum dapat dimanfaatkan (Sumiati et al, 2013).

Generator bekerja dengan menggunakan kaidah Hukum Faraday yaitu apabila sebuah penghantar digerakkan didalam sebuah medan magnet, maka kedua ujung penghantar tersebut akan timbul ggl induksi. Bila kedua ujungnya dihubungkan dengan beban, misalnya sebuah lampu, maka akan mengalir arus listrik dan timbul daya listrik (Sumiati, 2013).

Battery Charge Controller

Battery charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Battery charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari turbin angin (Sahori, 2011).



Gambar 1. Battery Charge Controller (author)

Baterai

Baterai adalah alat penyimpan tenaga listrik arus searah (DC). Ada beberapa jenis baterai/aki dipasaran yaitu jenis aki basah/konvensional, *hybrid* dan MF (*Maintenance Free*). Aki basah/konvensional berarti masih menggunakan asam sulfat (H₂SO₄) dalam bentuk cair. Sedangkan aki MF sering disebut juga aki kering karena asam sulfatnya sudah dalam bentuk gel/selai. Dalam hal mempertimbangkan posisi peletakkannya maka aki kering tidak mempunyai kendala, lain halnya dengan aki basah (Sahori, 2011).

Untuk menjamin kontinuitas suplai energi diperlukan baterai (aki) dengan kapasitas dan spesifikasi tertentu. Untuk menentukan kapasitas baterai kita harus mengetahui total beban harian (Ah) nya terlebih dahulu yaitu dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$Ah = \frac{\text{beban harian}}{\text{tegangan operasi DC}} \quad (1)$$

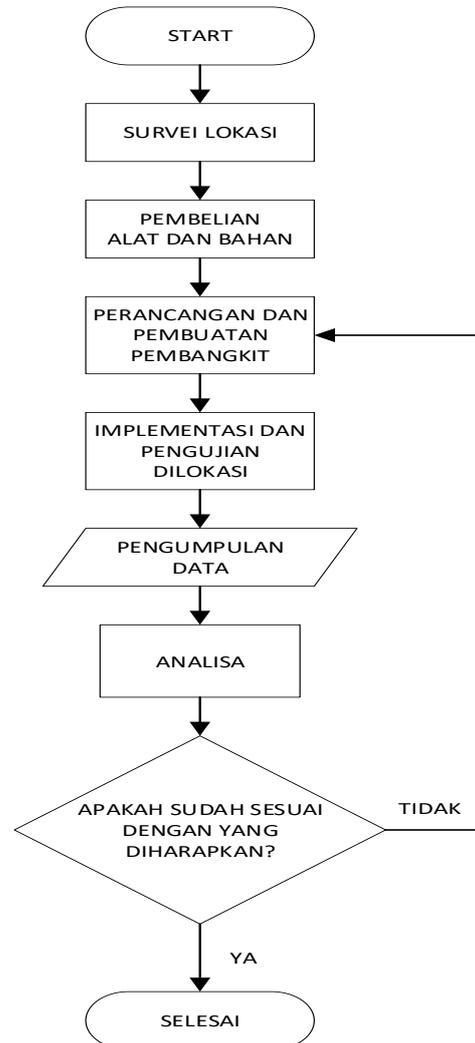
Setelah mendapatkan nilai total beban harian (Ah) barulah kita mencari nilai kapasitas baterai dengan rumus berikut ini :

$$\text{Kapasitas baterai} = \text{waktu otonomi} \times Ah \quad (2)$$

Waktu otonomi adalah jumlah hari yang dapat dilayani oleh baterai untuk mensuplai beban (Sahori, 2011).

METODOLOGI

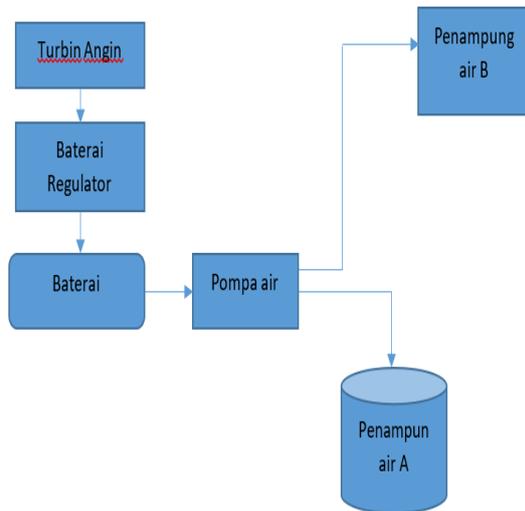
Pada penelitian ini jenis turbin yang digunakan adalah jenis Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) dan menggunakan generator yang berasal dari mesin cuci *Direct Drive* yang berjenis radial. Tahapan penelitian diperlihatkan pada diagram alir penelitian gambar 3.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan survei lokasi diatas gedung A kampus 2 Universitas Pamulang (UNPAM) Viktor. Survei lokasi ini bertujuan untuk mengetahui posisi penempatan alat dan mengetahui kecepatan angin yang ada diatas gedung A. Tahap kedua setelah melakukan survei dilanjutkan dengan pembelian alat dan bahan yang diperlukan untuk perancangan. Alat dan bahan yang digunakan antara lain turbin angin, baterai *charge controller*, tandon penampung air, pompa air AC 25 Watt, *inverter* 500 Watt, baterai 40Ah, pipa air dan saklar.

Tahap ketiga adalah perancangan dan pembuatan pembangkit. Blok diagram perancangan pembangkit diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 3. Blok diagram perancangan sistem

Pada perancangan sistem yang dibuat *Output* generator akan dihubungkan ke *battery charge controller* (regulator) lalu dari regulator dikoneksikan ke baterai dan *output* baterai akan terkoneksi ke *inverter* 500 Watt. Kemudian dari *inverter* akan dihubungkan ke pompa air AC 25 Watt. Pompa tersebut akan mengisi penampung air, selanjutnya air akan disalurkan ke lokasi persawahan dengan memanfaatkan gravitasi.

Tahap keempat adalah penerapan dan pengujian pembangkit dilapangan (*site*). Selain dilakukan pengujian juga dilakukan pengambilan data mengenai tegangan dan arus yang dikeluarkan dari sistem yang sudah dibuat. Setelah itu dilakukan analisa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei Lokasi

Survei lokasi dilakukan untuk mengetahui berapa kecepatan angin yang ada diatas gedung A kampus 2 Universitas Pamulang (UNPAM) Viktor. Pengukuran

kecepatan angin ini menggunakan alat ukur anemometer. Berdasarkan pengukuran menggunakan anemometer dengan selang waktu dari pukul 07.00-17.00 WIB diperoleh hasil seperti yang ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran kecepatan angin diatas gedung A kampus 2 UNPAM

No	Waktu	Kecepatan Angin (m/s)
1	07.00-08.00	2,4 m/s
2	08.00-09.00	2,1 m/s
3	09.00-10.00	1,9 m/s
4	10.00-11.00	2,0 m/s
5	11.00-12.00	2,4 m/s
6	12.00-13.00	2,8 m/s
7	13.00-14.00	1,1 m/s
8	14.00-15.00	2,2 m/s
9	15.00-16.00	3,2 m/s
10	16.00-17.00	3,7 m/s

Pembuatan Turbin Angin

Setelah dinamo yang sudah terpasang sudu dan baling-baling selesai, maka tahap selanjutnya adalah mengabungkan kedua komponen tersebut sehingga menjadi turbin angin. Gambar turbin angin yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Konstruksi turbin angin

Setelah dilakukan pembuatan turbin angin tahap selanjutnya adalah pemasangan turbin di atap gedung A kampus 2 UNPAM. Setelah dilakukan pemasangan dilanjutkan dengan pengujian alat dan pengambilan data.

Pengujian Alat dan Pengambilan Data

Pengujian alat dan pengambilan data dilakukan pada tanggal 19 Desember 2020 dari jam 07.00 sampai dengan jam 17.00. Data hasil pengukuran turbin angin diperlihatkan pada tabel 3.

Tabel 2. Hasil pengukuran turbin angin

No	Waktu	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	07.00-08.00	1,2	3,25	0,10
2	08.00-09.00	1,1	3,22	0,09
3	09.00-10.00	1,9	4,11	0,18
4	10.00-11.00	2,1	5,01	0,21
5	11.00-12.00	2,5	5,22	0,32
6	12.00-13.00	2,2	5,05	0,23
7	13.00-14.00	2,9	5,71	0,45
8	14.00-15.00	2,7	5,62	0,31
9	15.00-16.00	3,1	5,87	0,49
10	16.00-17.00	3,4	6,16	0,51

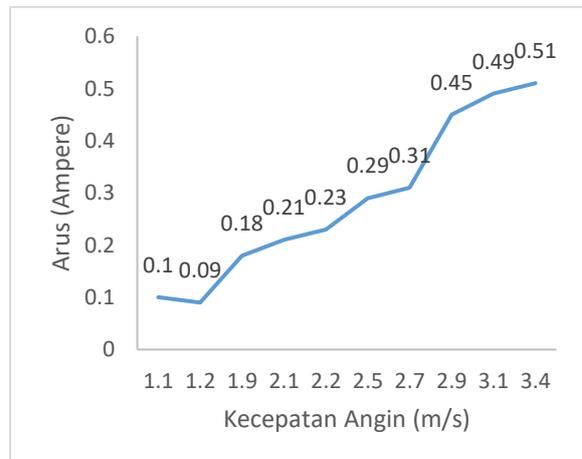
Analisa Data Pengukuran Turbin Angin

Analisa data dari tabel hasil pengamatan dapat diperoleh grafik tegangan, dan arus terhadap kecepatan angin. Hasil pengamatan sangat bergantung terhadap kondisi cuaca di lokasi tempat melakukan penelitian. Data pengukuran hari kedua pada jam 07.00-17.00 memperoleh grafik tegangan (V) dan arus (A) sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik kecepatan angin terhadap tegangan

Dapat dilihat bahwa puncak tegangan tertinggi dihasilkan ketika kecepatan angin 3,4 m/s yaitu sebesar 6,16 volt yang terjadi pada pukul 16.00 sampai 17.00, tegangan mengalami kenaikan dan penurunan secara berkala yang disebabkan kecepatan angin yang berubah-ubah setiap saatnya tergantung pada cuaca. Dari pukul 07.00-17.00 WIB tegangan yang dihasilkan turbin berkisar 3 sampai 6 volt. Tegangan sangat berkaitan dengan kecepatan angin, apabila kecepatan angin 1,1 maka tegangan yang dihasilkan adalah 3,22 volt. Tegangan terendah adalah 3,22 volt dengan kecepatan angin yang dihasilkan ialah 1,1 m/s.

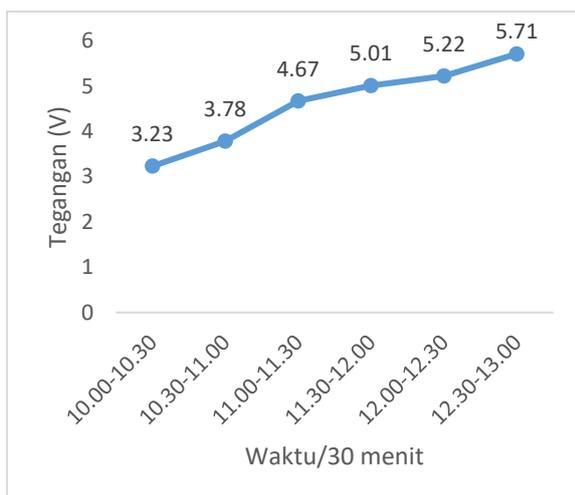


Gambar 6. Grafik kecepatan angin terhadap arus

Pada grafik diatas (gambar 6) dapat dilihat bahwa arus pada turbin angin dari pukul 07.00-17.00 WIB memiliki kecepatan angin yang tidak terlalu konstan, sehingga arus mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak menentu tergantung pada kecepatan angin dilokasi tempat dilakukan pengambilan data dan putaran baling-baling turbin angin pada hari itu. Arus maksimum yang dihasilkan adalah 0,51 ampere dengan nilai kecepatan angin 3,4 m/s.

Pengujian Pengisian Baterai Dengan Turbin Angin

Didalam pengujian pengisian baterai dilakukan dengan cara menghabiskan terlebih dahulu energi yang tersisa didalam baterai dengan menggunakan lampu AC 20 Watt, kipas angin, mengecas *handphone* dan laptop. Setelah energi pada baterai habis digunakan, maka dilakukan pengisian baterai menggunakan turbin angin. Data hasil pengujian pengisian baterai dengan turbin angin diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil pengujian pengisian baterai dengan turbin angin

Dari hasil pengujian pengisian baterai selama 3 jam yang diperlihatkan pada gambar 7 diketahui bahwa dalam kurun waktu 3 jam turbin angin hanya dapat mengisi baterai sampai 5.71V. Jika dituliskan dalam persentase baru mencapai 47 %. Hal ini

diakibatkan oleh tidak konstannya kecepatan angin yang ada diatap gedung A kampus 2 UNPAM. Sehingga untuk mengisi penuh baterai dapat memakan waktu 6 s/d 7 jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa turbin angin sumbu vertikal yang pengujiannya dilakukan diatas gedung A kampus 2 UNPAM dari jam 7.00 sampai 17.00 diperoleh hasil bahwa nilai kecepatan angin, tegangan dan arus yang tertinggi terjadi pada jam 16.00 sampai 17.00 yaitu kecepatan angin 3,4 m/s, tegangan 6.16V dan arus 0.51A. Kecepatan angin yang tidak konstan mengakibatkan nilai tegangan dan arus tidak stabil, sehingga berpengaruh juga terhadap lama pengisian baterai. Dari hasil pengujian pengisian baterai diketahui bahwa dalam waktu 3 jam, turbin angin hanya mengisi baterai 47% yaitu 5.71V.

UCAPAN TERIMAKASIH

ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua, bapak Jamal A Rachman Saprin, bapak Sunardi, S.T., M.T dan Giffari Fahrezi yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan dukungannya terhadap penelitian ini sehingga penelitian ini dapat terselesaikan

DAFTAR PUSTAKA

- Habibie, M. N., Sasmito, A., & Kurniawan, R. (2011). KAJIAN POTENSI ENERGI ANGIN DI WILAYAH SULAWESI DAN MALUKU. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*.
<https://doi.org/10.31172/jmg.v12i2.99>
- Habibi, M. (2013). Analisis Perbandingan Ekonomis dan Elektris Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Homer Di PLTH Bantul Yogyakarta.
- Hayu, T. S., Suriadi, S., & Siregar, R. H.

- (2018). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Surya-Bayu) di Banda Aceh Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 3(1).
- Napitupulu, F. H., & Siregar, S. (2014). Perancangan Turbin Vertikal Axis Savonius Dengan Menggunakan 8 Buah Sudu Lengkung. *Jurnal Dinamis*.
- Permadi, A. R., & Agung, A. I. (2020). Rancang Bangun Hybrid Energy Solar Cell Dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Berbasis Microcontroller. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 9(1).
- Sahori, M. (2011). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Lampu Lalu Lintas Di Pekanbaru. In *Skripsi*.
- Santosa, I. (2017). Studi Kelayakan Aplikasi Teknologi Energi Surya Dan Energi Bayu Pada Gedung Komersial. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*.
- Sheptiawan, A., Notosudjono, D., & Fiddiansyah, D. (2001). Studi Potensi Energi Angin di Merak Banten untuk Membangkitkan Energi Listrik. *Universitas Pakuan Bogor*.
- Sumiati, R. (2013). Rancang bangun miniatur turbin angin pembangkit listrik untuk media pembelajaran. *Teknik Mesin*.
- Wijayanto, D. S., & Widiastuti, I. (2016). Pompa Air Bertenaga Hibrid Untuk Irigasi Tanaman Buah Naga Hybrid-Powered Water Pump Irrigation for Dragon Fruit Plant. *VANOS Journal Of Mechanical Engineering Education*.
- Zulfadli, T., & Mulkan, A. (2019). Studi kelayakan energi matahari-angin (hybrid) sebagai sumber daya pompa air untuk sistem pengairan di kawasan Aceh Besar. *Jurnal Polimesin*, 17(2), 61-66.