

RANCANG BANGUN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU PADA PLTH (SURYA DAN BAYU) DENGAN SISTEM SMART AUTO CHANGE DAN MONITORING IoT BERBASIS ARDUINO

Amri Darsono Sigalingging¹, Rivaldi Ardian Hutabarat², Ir. Husin Ibrahim, M. T.³
Teknik Konversi Energi^{1,2,3}, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan
amrisigalingging@students.polmed.ac.id¹, rivaldihutabarat@students.polmed.ac.id²,
husin.19611018@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Energi angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan. Energi angin merupakan energi yang bersih tanpa mencemari lingkungan. Potensi energi angin di Indonesia sangatlah besar, namun masih kurang dimanfaatkan. Untuk menghasilkan energi listrik dari energi angin perlu alat yaitu turbin angin dimana turbin angin yang digunakan adalah turbin angin tipe horizontal. Kelebihan dari turbin angin sumbu horizontal memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumbu vertikal karena sudu selalu bergerak tegak lurus terhadap arah angin. Tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana cara merancang pembangkit tenaga listrik tenaga angin dan mengetahui kinerja dari pembangkit listrik tenaga angin yang telah dibuat. Desain pembangkit listrik tenaga angin sebagai penghasil energi listrik yang kemudian disimpan dibaterai sehingga dapat menyalakan beban. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu eksperimen.

Kata Kunci : Angin, Energi Terbarukan, Pembangkit, Turbin

PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi angin di Indonesia dewasa ini masih tergolong rendah namun mempunyai potensi yang sangat besar. Salah satu faktor penyebabnya adalah karena kecepatan angin rata-rata di wilayah Indonesia tergolong kecepatan angin rendah, yaitu berkisar antara 3 m/s hingga 5 m/s sehingga sangat sulit untuk menghasilkan energi listrik dalam skala besar. Meskipun demikian, potensi angin tersedia hampir sepanjang tahun, sehingga memungkinkan dikembangkan sistem pembangkit listrik berskala kecil. Salah satu usaha yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan penelitian teknis terhadap mesin konversi energi dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan secara efisien dalam membangkitkan energi listrik. Inovasi dalam memodifikasi turbin angin perlu dikembangkan agar dalam kondisi kecepatan angin yang rendah dapat memberikan hasil yang maksimal. Teknologi pengembangan turbin angin semakin dikembangkan agar dapat dimanfaatkan dalam kondisi kecepatan angin yang berubah-ubah. Untuk itu, maka akan diterapkan pembangkit listrik tenaga angin menggunakan sumbu horizontal.

Energi angin tidak bisa secara langsung digunakan dikarenakan energi yang dihasilkan berfluktuatif karena bergantung pada kecepatan angin. Maka dari itu dibutuhkan media penyimpanan energi yaitu dengan menggunakan baterai. Berdasarkan hal tersebut, tujuan dan manfaat dari rancang bangun ini antara lain; dapat merancang dan merakit sistem pembangkit listrik tenaga bayu, untuk mengetahui pengaruh tegangan output tegangan generator terhadap perbedaan kecepatan angin, dan mengetahui kelebihan dan kekurangan dari pemanfaatan energi angin dalam penggunaan pembangkit listrik.

Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat pada masa ini maka diperlukan waktu yang lama untuk membangun dan merancang suatu pembangkit tenaga listrik. Para perencana sistem juga harus dapat melihat kemungkinan-kemungkinan perkembangan sistem tenaga listrik di tahun-tahun yang mendatang. Maka dari itu diperlukan pengembangan di bidang industri listrik yang meliputi perencanaan pembangkitan, sistem kontrol dan sistem proteksi, serta sistem transmisi dan distribusi listrik yang akan disalurkan sampai pada tangan konsumen. Pembangunan pembangkit skala besar sering terkendala besarnya biaya investasi dan jangka waktu pembangunan yang tidak sebentar pada pusat-pusat tenaga listrik dibandingkan pembangunan industri yang lain maka perlu

usaha agar dapat memenuhi kebutuhan tenaga listrik yang tepat waktu. Dengan kata lain pembangunan bidang kelistrikan harus dapat mengimbangi kebutuhan tenaga listrik yang akan terus meningkat setiap tahunnya. Pembangkit listrik yang dimiliki oleh PLN secara umum menggunakan energi yang termasuk tidak terbarukan, contoh: Batubara dan BBM. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat tersebut, diperlukan pembangkit tenaga listrik dengan memanfaatkan sumber daya alam yang ada (energi terbarukan). PLTMh (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) dan PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu) adalah pembangkit tenaga listrik dengan sumber energi yang terbarukan. Hal ini dilihat dari segi ekonomis dan keamanan. Karena dewasa ini cadangan energi fosil semakin berkurang sedangkan kebutuhan konsumsi bahan bakar minyak terus meningkat, hal ini berdampak pada krisis energi.

Pengembangan PLTMh (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) sangat cocok diaplikasikan di daerah terpencil atau pedesaan yang umumnya masih banyak terdapat sumber daya air terutama daerah yang masih banyak ditumbuhi pepohonan. PLTB atau Pembangkit Listrik Tenaga Bayu sangat cocok untuk daerah pesisir pantai yang mempunyai kecepatan angin yang tinggi.

PLTB mempunyai keunggulan utama karena sifatnya yang terbarukan. Hal ini berarti eksploitasi sumber energi ini tidak akan membuat sumber daya angin yang berkurang seperti halnya penggunaan bahan bakar minyak. Maka dari pengertian di atas dapat memotivasi dan menginspirasi penulis untuk memanfaatkan turbin angin sebagai pembangkit listrik tenaga angin tipe horizontal (horizontal axis) sebagai energi alternatif.

Turbin angin merupakan bagian utama dari sebuah pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB). Energi kinetik yang berasal dari angin akan dikonversikan menjadi energi mekanik yang selanjutnya digunakan untuk memutar generator sehingga membangkitkan energi listrik.

TINJAUAN PUSTAKA

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk menghasilkan tenaga listrik. Turbin angin tersebut pada awalnya dibuat untuk memenuhi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi. Turbin angin dahulunya banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan Negara- Negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan *Windmill* (F. Kurniadi, 2016).

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Secara umum pengertian pembangkit listrik tenaga bayu adalah suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan energi angin sebagai sumber energi untuk membangkitkan energi listrik. Pembangkit ini dapat mengubah energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Sistem pembangkitan listrik memanfaatkan angin sebagai sumber energi merupakan sistem alternatif yang sangat berkembang cepat, mengingat angin merupakan salah satu energi alternatif yang jumlahnya tidak terbatas di alam (R. Sumiati, 2013).

Kincir Angin

Prinsip dasar kerja dari kincir angin adalah mengubah energi mekanis dari angin menjadi energi putar pada kincir, lalu putaran kincir digunakan untuk memutar generator, yang akhirnya akan menghasilkan listrik.

Kincir angin yang dipakai penulis dalam rancang bangun ini adalah kincir angin tipe propeler dari kipas angin yang tidak terpakai. Hal ini dilakukan karena kincir angin tersebut mudah didapatkan, untuk menekan harga pembuatan kincir angin secara manual dan memanfaatkan barang bekas yang ada di sekitar. Jumlah sudu pada kincir angin sebanyak 3 sudu dengan diameter keseluruhan sepanjang 76 cm.



Gambar 1. Kincir Angin

Generator

Generator adalah alat yang mengubah energi mekanik dinamis menjadi energi listrik berauskan DC (arus searah). Dihasilkan melalui proses induksi yang terjadi pada kawat yang melingkari dua kutub (Utara dan Selatan). Perpotongan garis-garis gaya di dalamnya mengakibatkan induksi magnet.

Arus yang dihasilkan berupa bolak-balik yang kemudian diubah menjadi arus searah dengan dua sekat lempengan logam setengah lingkaran (komutator). Besar GGL induksi tergantung pada garis gaya yang dipotong tiap sekon (A. M. Hidayatullah dkk. 2018).

Spesifikasi :

Tipe : Denso 162500-4894 Tegangan: DC 12V 9D



Gambar 2. Generator DC

Arduino

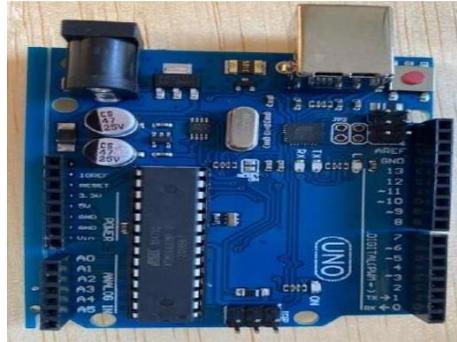
Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya (Robby Yuli Endra dkk, 2019).

Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead(). Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputussecara default) 20-50 kOhm (Robby Yuli Endra dkk, 2019).

Spesifikasi :

1. Mikrokontroler : ATmega328P
2. Tegangan Operasi: 5V
3. Tegangan Input (disarankan): 6-9V
4. Pin I/O Digital : 14
5. Pin Input Analog : 6
6. Memori Flash : 32 KB (ATmega328)
7. SRAM : 2KB (ATmega328)
8. EEPROM : 1 KB (ATmega328)

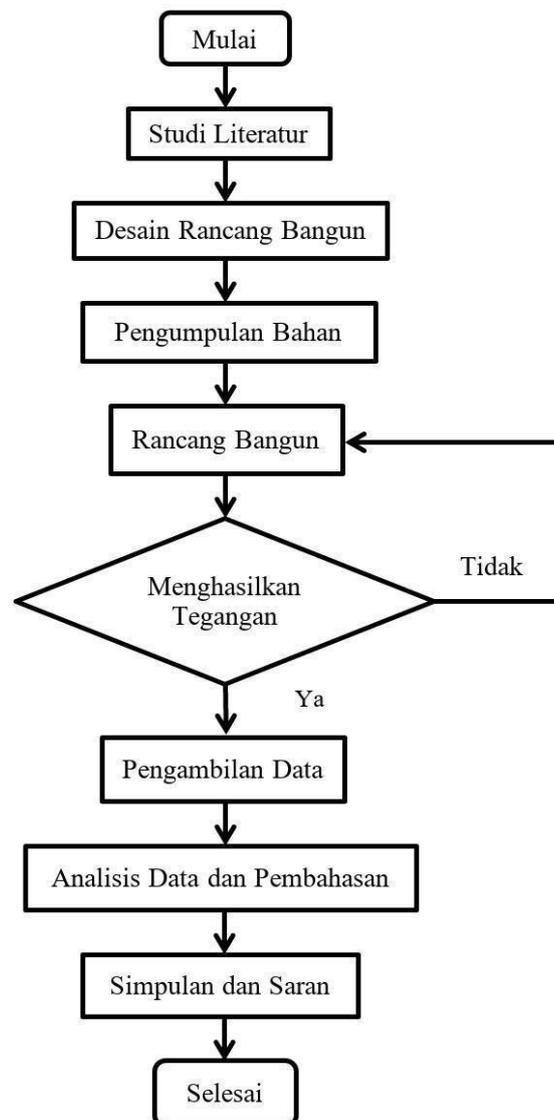
9. Kecepatan Jam : 16 MHz



Gambar 3. Generator DC

METODE PENELITIAN

Proses penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahapan penelitian Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Pada PLTH (Surya Dan Bayu) Dengan Sistem *Smart Auto Change* Dan *Monitoring IoT* Berbasis Arduino terdapat pada berikut ini:



Gambar 4. Diagram Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan data penelitian ini berada di Jl. Parang IV, Kwala Bekala, Medan Johor, 20131, Kota Medan, Sumatera Utara.

Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Parameter pengukuran yang dilakukan pada saat proses pengambilan data yaitu berupa Kecepatan Angin, Tegangan pada sensor dan multimeter, juga Arus.

Model Penelitian

Model penelitian yang menggunakan variasi kecepatan angin.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang didapatkan dalam penelitian ini dari pengamatan dan pencatatan langsung di lapangan yang dilakukan secara sistematis terhadap gejala yang tampak pada objek penelitian untuk memperoleh energi angin dan tegangan menggunakan kincir angin. Hasil berupa kecepatan angin yang ditangkap kincir angin akan dikonversikan menjadi tegangan yang akan diisikan ke baterai.

Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan yaitu dengan menetapkan batas tertinggi kecepatan angin yang dibutuhkan untuk pengujian kemudian melihat nilai tegangan melalui LCD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah Data Hasil Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Pada PLTH (Surya Dan Bayu) Dengan Sistem *Smart Auto Change* Dan *Monitoring IoT* Berbasis Arduino.

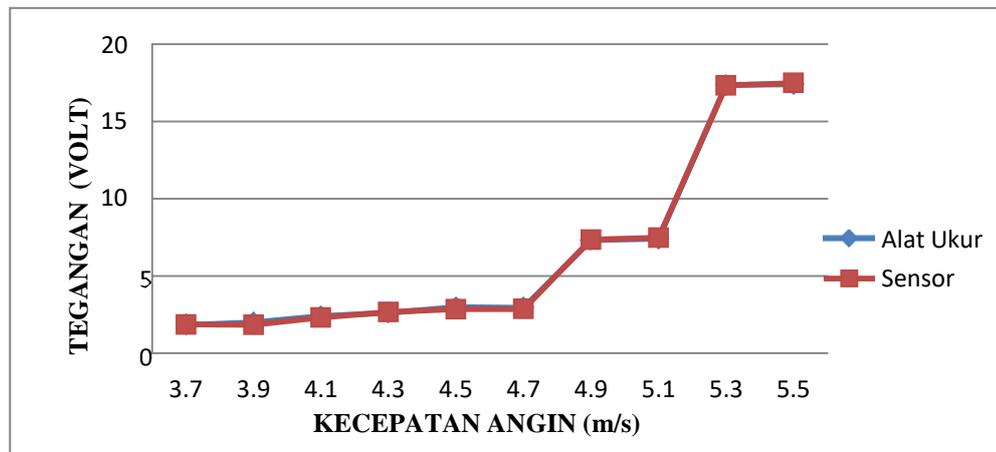
Tabel 1. Hasil Analisa Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Pada PLTH (Surya Dan Bayu) Dengan Sistem *Smart Auto Change* Dan *Monitoring IoT* Berbasis Arduino

No.	Kecepatan Angin(m/s)	Tegangan Alat Ukur(Volt)	Tegangan Sensor(Volt)	Arus (Ampere)
1.	3.7	1.82	1.85	0.2
2.	3.9	1.97	1.83	0.2
3.	4.1	2.40	2.30	0.2
4.	4.3	2.60	2.65	0.2
5.	4.5	2.96	2.84	0.2
6.	4.7	2.93	2.85	0.2
7.	4.9	7.30	7.35	0.2
8.	5.1	7.40	7.47	0.2
9.	5.3	17.36	17.33	0.2
10.	5.5	17.40	17.48	0.2

PEMBAHASAN

1. Hubungan Kecepatan Angin dengan Tegangan

Di bawah ini adalah grafik hubungan antara kecepatan angin dengan tegangan yang dihasilkan oleh turbin.



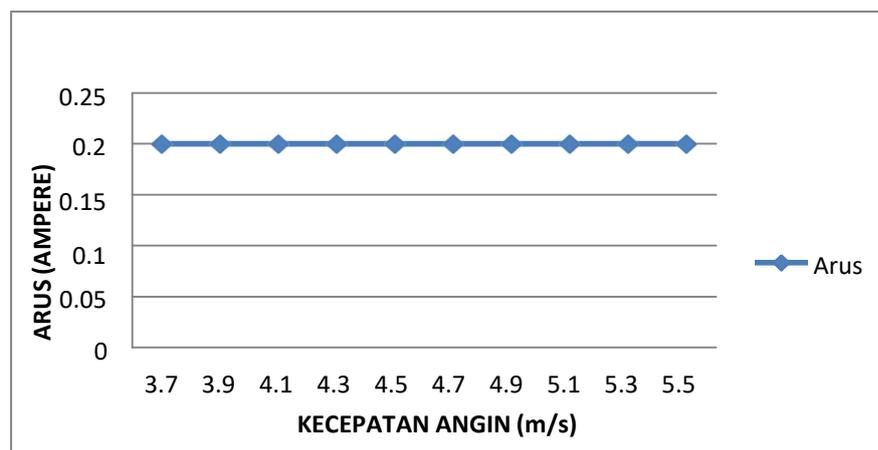
Gambar 5. Grafik Hubungan Kecepatan Angin dengan Tegangan

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan tegangan yang dihasilkan, artinya semakin besar kecepatan angin yang diberikan, makasemakin besar tegangan turbin yang dihasilkan semakin besar energi yang diberikan oleh angin terhadap turbin maka energi yang dapat dikonversikan turbin menjaditegangan semakin meningkat.

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan oleh kincir angin dimulai ketika kecepatan angin minimal yaitu 3.7 m/s dengan nilai tegangan pada alat ukur sebesar 1.82 volt dan tegangan pada sensor 1.85 volt. Pada kecepatan angin maksimal yaitu 5.5 m/s dengan nilai tegangan pada alat ukur sebesar 17.37 volt dan tegangan pada sensor 17.48 volt. Pada kecepatan angin 3.5 - 3.7 m/s tegangan yang didapatkan lebih tinggi 2.5 kali lipat dari kecepatan angin 3.3 m/s dikarenakan putarannya stabil dan generator bekerja maksimal.

2. Hubungan Kecepatan Angin dengan Arus

Di bawah ini adalah grafik hubungan antara kecepatan angin dengan Arus yang dihasilkan oleh turbin.

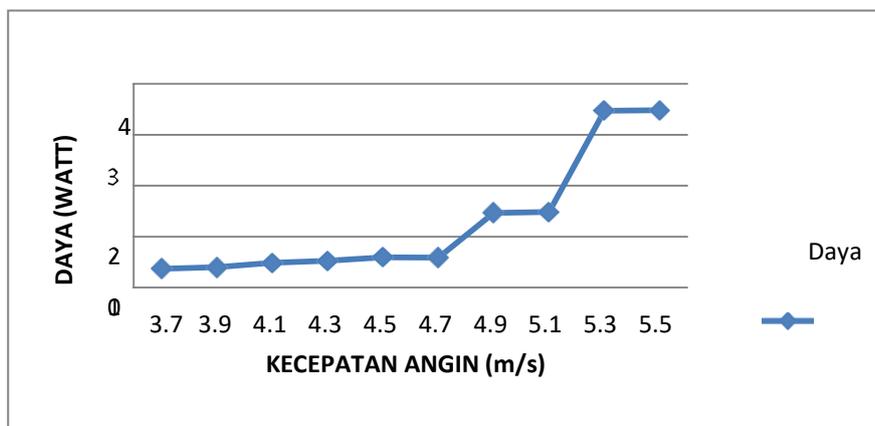


Gambar 6. Grafik Hubungan Kecepatan Angin dengan Arus

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa nilai arus yang sama pada setiap pengujian didapatkan karena beban yang dipakai adalah ketika pengisian baterai dilakukan.

3. Hubungan Kecepatan Angin dengan Daya

Di bawah ini adalah grafik hubungan antara kecepatan angin dengan Daya yang dihasilkan.



Gambar 7. Grafik Hubungan Kecepatan Angin Dengan Daya

Adapun perhitungan daya dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{array}{ll}
 1) \text{ Pada Kecepatan Angin } 3,7 \text{ m/s :} & P = V \cdot I \\
 = V \cdot I & P = 1,82 \text{ Volt} \times 0,2 \text{ Ampere} \\
 P = 0,364 \text{ Watt} &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 2) \text{ Pada Kecepatan Angin } 3,9 \text{ m/s :} & P = V \cdot I \\
 = V \cdot I & P = 1,97 \text{ Volt} \times 0,2 \text{ Ampere} \\
 P = 0,394 \text{ Watt} &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 3) \text{ Pada Kecepatan Angin } 4,1 \text{ m/s :} & P = V \cdot I \\
 = V \cdot I & P = 2,40 \text{ Volt} \times 0,2 \text{ Ampere} \\
 P = 0,48 \text{ Watt} &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 4) \text{ Pada Kecepatan Angin } 4,3 \text{ m/s :} & P = V \cdot I \\
 = V \cdot I & P = 2,60 \text{ Volt} \times 0,2 \text{ Ampere} \\
 P = 0,52 \text{ Watt} &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 5) \text{ Pada Kecepatan Angin } 4,5 \text{ m/s :} & P = V \cdot I \\
 = V \cdot I & P = 2,96 \text{ Volt} \times 0,2 \text{ Ampere} \\
 P = 0,592 \text{ Watt} &
 \end{array}$$

6) Pada Kecepatan Angin 4.7 m/s :P
 $= V \cdot I$
 $P = 2,93 \text{ Volt} \times 0,2 \text{ Ampere}$
 $P = 0,586 \text{ Watt}$

7) Pada Kecepatan Angin 4.9 m/s :P
 $= V \cdot I$
 $P = 7,30 \text{ Volt} \times 0,2 \text{ Ampere}$
 $P = 1,46 \text{ Watt}$

8) Pada Kecepatan Angin 5,1 m/s :P
 $= V \cdot I$
 $P = 7,40 \text{ Volt} \times 0,2 \text{ Ampere}$
 $P = 1,48 \text{ Watt}$

9) Pada Kecepatan Angin 5,3 m/s :P
 $= V \cdot I$
 $P = 17,36 \text{ Volt} \times 0,2 \text{ Ampere}$
 $P = 3,472 \text{ Watt}$

10) Pada Kecepatan Angin 5,5 m/s :P
 $= V \cdot I$
 $P = 17,40 \text{ Volt} \times 0,2 \text{ Ampere}$
 $P = 3,48 \text{ Watt}$

Dari grafik dan perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan daya yang dihasilkan oleh turbin. Daya terkecil yang dihasilkan oleh turbin yaitu 0,364 Watt pada kecepatan angin 3,7 m/s; daya terbesarnya adalah 3,48 Watt pada kecepatan angin 5,5 m/s; dan daya rata – ratanya adalah 1,2828 Watt. Daya yang dihasilkan bisa lebih besar dikarenakan kecepatan angin pada kipas angin belum mampu menghasilkan putaran yang maksimal pada generator.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil Rancang Bangun Sistem PLTB Pada PLTH Dengan *Smart Auto Change* Dan *Monitoring* IoT Berbasis Arduino yang dilakukan, juga hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukandidapatkan kesimpulan bahwa:

1. Rancang bangun sistem pembangkit listrik tenaga bayu memiliki komponen-komponen yaitu kincir angin, generator, kabel, relay, *charger control*, baterai, trimpot, LCD, regulator, dan arduino.
2. Prinsip kerja sistem pembangkit listrik tenaga bayu ini menggunakan kincir angin yang akan mengubah energi mekanis dari angin menjadi energi putar pada kincir, lalu putaran kincir digunakan untuk memutar generator yang akhirnya akan menghasilkan listrik, tegangan yang dibangkitkan akan masuk ke Charge Controller yang berfungsi mengontrol pengisian baterai agar tidak terjadi overcharging dan kemudian tegangan masuk mengisi baterai. Tegangan dari baterai akan masuk ke arduino melalui regulator tegangan yang berfungsi untuk menurunkan tegangan yang akan diterima arduino dari baterai, kemudian nilai tegangan akan dibaca oleh arduino, sensor tegangan akan mendeteksi tegangan keluaran yang akan ditampilkan pada LCD, multimeter digunakan untuk melihat akurasi pengukuran tegangan yang dideteksi oleh sensor tegangan. Arduino akan memerintahkan relay untuk memutuskan pembangkit mana yang akan dipakai untuk mengisi baterai berdasarkan tegangan yang lebih besar yang dihasilkan oleh salah satu pembangkit.
3. Dari hasil pengujian pembangkit listrik tenaga angin yang telah dibuat dalam pengukuran diperoleh kecepatan angin tertinggi mencapai 5,5 m/s menghasilkan tegangan pengisian sebesar 17,4 volt, arus sebesar 0,2 A dan daya yang dihasilkan sebesar 3,48 Watt. Sedangkan pada saat kecepatan angin terendah sebesar 3,5 m/s menghasilkan tegangan pengisian sebesar 1,61 volt, arus sebesar 0,2 A dayayang dihasilkan sebesar 0,364 Watt.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Endra, Robby Yuli. 2019. Model Smart Room Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Untuk Efisiensi Sumber Daya. *Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, 10(1). 1-9.
- F. Kurniadi, 2016. "Pembuatan turbin ventilator," TA.
- Iqsyah, A. M. Hidayatullah dkk. 2018. Perancangan Pembangkit Listrik Kincir Angin Menggunakan Empat Sumbu Horizontal. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Makasar. Makasar.
- R. Sumiati, 2013. "Rancang bangun miniatur turbin angin pembangkit listrik untuk media pembelajaran," J. Tek. Mesin, Staf pengajar Jur. Tek. Mesin Politek. Negeri Padang, vol. 3, no. 2, pp. 1-8.