

PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA OMBAK DENGAN MODEL TURBIN SAVONIUS WATER FLOW DEFLECTOR

Moh. Fahmi Ilmansyah¹, Suhanto², Sudrajat³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya Jl. Jemur Andayani I No. 73 Surabaya

Email: ilmanfahmi05@gmail.com

Abstrak

Pembangkit listrik di Indonesia hampir seluruhnya menggunakan sumber energi alam yang tidak terbarukan seperti batubara dan minyak bumi, dimana sumber energi tersebut akan terus berkurang setiap tahunnya. Salah satu energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan adalah energi gelombang, dimana di pantai gelombang dapat diubah menjadi listrik yang menggunakan gaya gelombang untuk menggerakkan turbin, kemudian turbin akan menggerakkan generator dan generator akan mengubah energi kinetik menjadi listrik. Model Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Savonius Water Flow Deflektor Prototype ini menggunakan gelombang sebagai penghasil gerak kinetik, yang akan diubah menjadi energi listrik menggunakan generator dan diumpankan ke baterai sebagai penyimpan energi listrik. Sistem monitoring yang akan dipasang adalah sensor arus, tegangan pada generator yang masuk ke mikrokontroler sebagai otak atau pengolah. Alat ini menggunakan Arduino Nano sebagai otak dari sistem. Hasil dari penelitian ini dengan rancangan turbin ini cukup efisien dengan tegangan yang dibangkitkan dari 129-664 rpm dengan tegangan yang dihasilkan berkisar antara 0,5 – 12,19 V, dan daya yang dihasilkan hingga 31,6 W namun kedepannya masih banyak ruang untuk pengembangan lebih lanjut, dimana sistem pemantauan dapat ditambahkan dengan sensor lain.

Kata Kunci: *Arduino Nano, Savonius, Ombak, Pembangkit Listrik*

Abstract

Electric power plant in Indonesia almost entirely uses non-renewable natural energy sources such as coal and oil, where these energy sources will continue to decrease every year. One of the renewable power that can be utilized is wave energy, where on the beach the waves can be converted into electricity using wave force to drive a turbine, then the turbine will drive a generator and the generator will convert kinetic energy into electricity. The Turbine Model of the Savonius Wave Power Plant Water Flow Deflector This prototype uses waves as a generator of kinetic motion, which will be converted into electrical energy using a generator and fed to a battery as a store of electrical energy. The monitoring system that will be installed is the current sensor, the voltage on the generator that goes to the microcontroller as the brain or processor. This tool uses Arduino Nano as the brain of the system. The results of this study with this turbine design are quite efficient with the generated voltage from 129-664 rpm with the resulting voltage ranging from 0.5 - 12.19 V, and the power generated up to 31.6 W but in the tomorrow there is still a lot of room for development. Furthermore, the monitoring system can be added with other sensors.

Keywords: *Arduino Nano, Savonius, Wave, Power Plant*

PENDAHULUAN

Sebagai negara berkembang, kebutuhan energi Indonesia semakin meningkat. Permintaan listrik Indonesia diperkirakan akan tumbuh rata-rata tahunan sebesar 6,0% hingga tahun 2020 (Indonesia Energy Outlook 2018), yang membutuhkan peningkatan penggunaan sumber energi terbarukan di pembangkit listrik. Cadangan minyak, gas alam, dan batu bara diketahui sangat terbatas, sehingga penggunaan sumber energi tersebut secara terus menerus pada akhirnya akan menghabiskannya, memungkinkan alam untuk membuat energi fosil tersedia kembali. sumber energi tersebut akan cenderung meningkat.

Pembangkit listrik di Indonesia hampir seluruhnya menggunakan sumber energi alam yang tidak terbarukan, seperti batu bara dan minyak bumi, dimana sumber energi tersebut akan terus berkurang setiap tahunnya, juga dengan harga sumber energi yang tidak menentu di pasar dunia, dan bahkan bisa habis. Untuk menanggulangi habisannya energi fosil maka diperlukannya pemanfaatan energi terbarukan yang mampu memenuhi kebutuhan energi listrik di Indonesia yang semakin meningkat.

Di Indonesia sumber energi terbarukan sangatlah besar, diantaranya adalah tenaga surya, tenaga angin, tenaga ombak, dan tenaga panas bumi.

Salah satu energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan adalah energi gelombang. Di sini, gelombang pantai diubah menjadi energi listrik, dan beban gelombang digunakan untuk menggerakkan turbin, yang pada gilirannya menggerakkan generator, yang diubah menjadi energi kinetik. menjadi energi listrik.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis tertarik untuk mengambil judul “Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Dengan

Model Turbin *Vertical Savonius Water Flow Deflector*”

TEORISINGKAT

1. Turbin Savonius

Turbin Savonius adalah jenis turbin angin sumbu vertikal. Jenis turbin ini memiliki banyak keunggulan dibandingkan jenis turbin lainnya, seperti: B.: konstruksi sederhana, biaya produksi rendah, independensi kontrol, dan mesin dapat dihentikan saat dibutuhkan. Turbin Savonius biasanya terdiri dari dua atau tiga sudu, dilihat dari atas terlihat seperti huruf S, Ali (2013)

2. Generator DC

Generator DC adalah motor listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator DC menghasilkan arus searah/searah. Menurut Marwan (2007), mesin DC dapat dioperasikan sebagai motor atau generator. Hammers (2013) menyatakan bahwa ada dua jenis motor DC: motor boost terpisah dan motor self-boosting. Motor self-boosting termasuk motor seri, motor belitan shunt, dan motor kompon, yang merupakan kombinasi motor seri dan shunt. Generator pada dasarnya sama, tetapi jenis generator yang berbeda biasanya digunakan. Fitur dari motor booster terpisah adalah arus eksitasinya tidak tergantung pada sumber tegangan suplai. Rotasi jangkar berkurang dengan meningkatnya torsi.

3. Modul IC Xl6009

Modul IC XL6009 merupakan salah satu regulator switching yang termasuk jenis operasi boost converter yang memberikan tegangan output lebih tinggi dari input dengan komponen eksternal yang minimal. Regulator jenis ini memiliki rentang tegangan input yang lebar dan tegangan output yang dapat diatur (Raban, Surya, & Converter, 2015). Spesifikasi modul IC Xl6009 ditunjukkan tabel 1.

Tabel 1 Tabel spesifikasi IC X16009

No	Nama	Hasil
1	Input voltage	DC 3.5V-18V
2	Output voltage	DC 4v-24v
3	Arus input max	4 A
4	Ukuran board	43mm x 30mm x 12mm

4. Rangkaian Pembagi Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan adalah rangkaian elektronika sederhana yang mengubah tegangan yang besar menjadi tegangan yang lebih kecil. Rangkaian hanya terdiri dari 2 resistor secara seri.

5. Rangkaian Pembagi Arus

Rangkaian pembagi arus adalah rangkaian yang menggunakan sifat rangkaian paralel yang membagi arus pada setiap cabang sesuai dengan hambatannya, dan besarnya arus yang masuk sama dengan besar arus yang dibagi pada rangkaian tersebut.

6. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (liquid crystal display) merupakan komponen yang dapat menampilkan nilai sensor, teks tampilan, dan tampilan menu pada aplikasi mikrokomputer. LCD menggunakan LCD M1632, modul LCD baris 16x2 berdaya rendah. Modul ini berisi mikrokontroler yang dirancang khusus untuk mengontrol tampilan LCD.

7. Arduino Nano

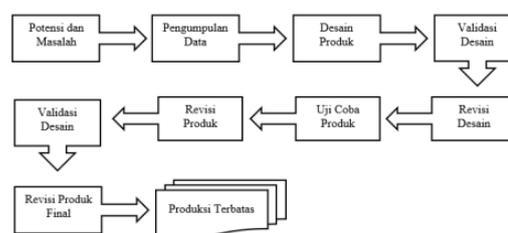
Arduino adalah platform komputasi fisik open source. Pertama, kita perlu memahami bahwa kata "platform" adalah pilihan kata yang tepat di sini. Lebih dari alat pengembangan, Arduino adalah kombinasi dari perangkat keras canggih, bahasa pemrograman, dan lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE). IDE merupakan perangkat lunak yang berperan sangat penting dalam membuat program, mengkompilasinya menjadi kode biner dan mengunggahnya ke memori mikrokontroler Arduino Nano. Arduino Nano adalah papan pengembangan mikrokontroler kecil lengkap yang mendukung penggunaan motherboard.

8. Baterai

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel-sel listrik yang dapat menyimpan energi dan mengubahnya menjadi listrik. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau akumulator adalah sel di mana proses elektrokimia *reversibel* berlangsung dengan efisiensi tinggi. Reaksi elektrokimia *reversibel* berarti bahwa proses konversi kimia menjadi energi listrik (proses pelepasan) dan sebaliknya dari energi listrik menjadi energi kimia (proses pengisian) berlangsung di baterai melalui proses regenerasi elektroda yang digunakan. Arus yang mengalir melalui baterai, berlawanan polaritas di dalam sel.

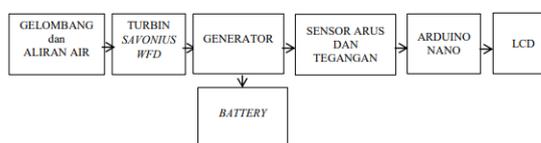
METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan penelitian dan pengembangan alat atau Research and Development (R&D).



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian
(Sugiyono, 2015)

a. Desain Alat



Gambar 2. Desain Alat

Dari desain alat yang ditunjukkan pada Gambar 2, diketahui bahwa prototipe pembangkit listrik tenaga gelombang dengan model turbin deflektor aliran air Savonius menggunakan gelombang sebagai pembangkit gerak kinetik, yang diubah menjadi listrik oleh generator dan dikirim ke baterai sebagai listrik. Untuk penyimpanan listrik. Sistem monitoring yang akan dipasang adalah sensor arus dan tegangan

pada generator yang masuk ke mikrokontroler sebagai otak atau pengolah. Alat ini menggunakan Arduino Nano sebagai otak dari sistem. Arduino merupakan alat desain karena komponen utama atau otak dari desain untuk menerima, memproses dan mengontrol serta memberikan perintah adalah alat yang memonitor tegangan dan arus yang dihasilkan oleh generator.

b. Komponen Alat

Komponen alat terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari Turbin *Savonius*, Generator DC, Resistor, LCD 16x2 I2C, Arduino Nano, Perangkat lunak terdiri dari *software* Arduino IDE.

Teknik Pengujian

Pengujian dilakukan terhadap perangkat keras dan perangkat lunak untuk memastikan alat dalam kondisi normal sehingga sistem dapat bekerja. Pengujian dilakukan dengan mengukur arus dan tegangan, serta memastikan tampilan LCD dan perangkat lunak dalam kondisi normal dan bekerja.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah perbandingan keluaran tegangan dan arus saat turbin dengan 3 kondisi simulasi dengan tingkat ketinggian dan kecepatan angin yang berbeda. Setelah data diperoleh akan ditampilkan pada Tabel 1

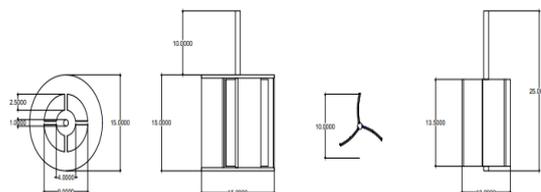
No	Kec. Angin (m/s)	Tinggi ombak (cm)	Putaran permenit pada Turbin (RPM)	Tegangan yang diperoleh (V)
1				
2				
3				

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pembuatan Perangkat Keras

i. Turbin Savonius

Alat ini menggunakan turbin berbentuk vertikal, diameter turbin yang digunakan yaitu 25 cm dan memiliki 3 sirip untuk penadah angin. turbin ini dapat digunakan di arus kencang maupun lambat. Karena kelengkungan sudu cekung yang dikenai angin mengalami gaya dorong lebih besar maka arus dapat memutar sudu-sudu turbin savonius. Karena alasan ini, turbin savonius mengekstraksi energi arus dan ombak jauh lebih efisien daripada turbin poros horizontal. Hal ini karena daya yang ditangkap sudu cekung yang digunakan untuk menangkap gaya dorong sudu yang terdorong oleh arus dan ombak..



Gambar 3 dari kiri a. Desain turbin tampak atas b. Desain turbin tampak samping c. Desain sudu turbin d. Desain deflector turbin.

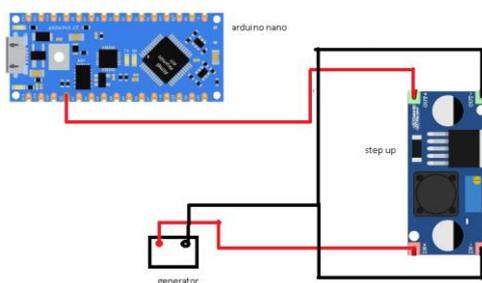
ii. Generator DC

Pada alat ini memerlukan generator untuk penghasil listrik, listrik dihasilkan dengan adanya putaran pada generator dengan bantuan angin. untuk mengetahui keluaran dari generator DC dimana pada prototype ini menggunakan generator DC 24 VDC. Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan AVO meter. Dimana yang akan menghasilkan tegangan output. Generator DC dihubungkan dengan turbin melalui shaft sehingga ketika baling-baling turbin berputar, generator pun akan ikut berputar

iii. Rangkaian IC X16009

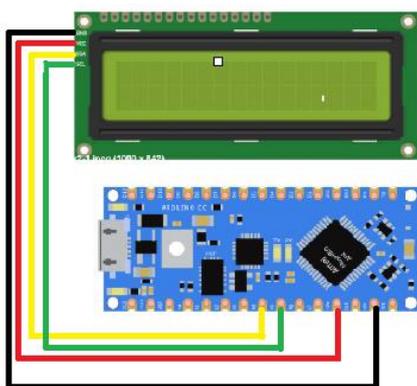
Pada alat ini menggunakan auto buck boost converter, tujuan menggunakan converter ini adalah untuk menstabilkan tegangan yang dihasilkan generator DC,

menstabilkan disini adalah menstabilkan jika tegangan yang dihasilkan generator kurang dari 7 volt dan tegangan lebih dari 7 volt, pengujian alat ini yaitu mengukur keluaran pada genertor yang akan dimasukan ke dalam rangkain converter ini.untuk tegangan kurang dari 7 volt maka yang akan bekertja secara otomatis adalah rangkaian buck konverter akan bekerja dan boost tidak bekerja tetapi jika tegangan yang dihasilkan oleh generator melebihi 7 volt maka yang akan bekerja adalah boost converter, buck boost converter pada alat ini diseting untuk menghasilkan tegangan stabil di angka 6-7 volt.



Gambar 4 Wiring IC X16009

iv. LCD 16 x 2



Gambar 5 Rangkaian LCD 16 x 2

untuk memonitoring secara langsung menggunakan LCD 16 X 2, LCD 16 X 2 pada alat ini digunakan untuk memonitoring secara digital tegangan dan arus input dan outputnya dari generator yang di stabilkan oleh auto buck boost converter..

v. Mikrokontroler Arduino Nano

USB

U2		
1	TXD	UCC
2	DTR#	
3	RTS#	OSC0
4	UCCIO	OSC1
5	RXD	NC2
6	RI#	CBUS0
8	NC1	CBUS1
9	DSR#	CBUS2
10	DCD#	CBUS3
11	CTS#	CBUS4
26	TEST	RESET#
25	AGND	3V3OUT
7	GND1	
18	GND2	USBDM
21	GND3	USBDP
FT232RL		

Gambar 6. Wiring Mikrokontroler ESP32

Arduino Nano merupakan mikrokontroler yang berfungsi sebagai otak dari sistem monitoring yang terhubung dengan beberapa komponen seperti, sensor tegangan, sensor arus, baterai, dan LCD 16x2. Baterai

Baterai memiliki fungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan dari generator DC, pada perancang ini menggunakan baterai bertipe 12V 7.2AH.

b. Perangkat Lunak dan Aplikasi

Software Arduino IDE

Arduino adalah program software yang digunakan untuk membuat perintah atau bisa disebut aplikasi untuk koding yang bertujuan untuk menerjemahkan atau memerintah dari perangkat microcontroller. Dalam hal ini software tersebut membantu untuk membuat perintah yang dilakukan sensor atau komponen pada alat yang dibuat penulis. Dalam membuat simulasi pemrograman microcontroller terdapat beberapa langkah yang harus diperhatikan.

Pembahasan Hasil Penelitian

a. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan terhadap turbin *savonius*, generator dc, rangkaian IC X16009, sensor tegangan, sensor arus, mikrokontroler arduino nano, Arduino IDE. Hasil pengujian terhadap keseluruhan alat ditunjukkan oleh.

Tabel 2 Tabel Pengujian keseluruhan alat

No	Kec. Arus (m/s)	Tinggi ombak (cm)	Putaran permenit pada Turbin (RPM)	Tegangan yang diperoleh (V)
1	0	0	0	0
2	1.2	2	143	0.5
3	1.5	3	240	1.3
4	2.9	3	290	2.3
5	3.6	4	356	4.6

Pada alat penelitian ini menggunakan komponen perangkat keras berupa turbin *savonius* WFD sebagai penangkap gelombang ombak dan arus laut, generator BLDC sebagai generator DC yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, modul IC X16009 sebagai *autobuck boost converter* digunakan untuk menstabilkan tegangan keluaran generator, rangkaian pembagi arus dan tegangan sebagai sensor tegangan dan arus menggunakan resistor keramik dan resistor *film*, Arduino Nano sebagai mikrokontroler yang menterjemahkan masukan sensor menuju lcd, LCD I2C 16 x 2 digunakan untuk monitoring arus dan tegangan yang telah distabilkan oleh modul IC XI 6009, Baterai 12 V sebagai penyimpanan energi juga sebagai sumber energi saat alat pertama kali dinyalakan.. Pembuatan alat ini tidak hanya menggunakan perangkat keras namun juga perangkat lunak, perangkat lunak yang digunakan disini adalah Arduino IDE digunakan untuk pemrograman arduino nano atau *coding* agar rangkaian perangkat keras yang terhubung dengan mikrokontroler dapat bekerja sesuai yang diharapkan.

b. Kekurangan dan Kelebihan Alat

Kekurangan alat pada penelitian ini adalah Alat ini masih belum dilengkapi dengan IoT sehingga belum dapat dimonitor jarak jauh, kedepannya alat ini dapat

dikembangkan lebih lanjut agar dapat dimonitoring dari jarak jauh,serta *gearbox* pada alat ini masih belum cukup baik dengan rasio yang masih bisa dikembangkan lagi agar dapat mendapatkan hasil yang lebih efisien untuk mengkonversi dari energi mekanik ke energi listrik. Kelebihan alat pada penelitian ini adalah Terdapat sensor untuk memonitoring tegangan dan arus yang dapat dilihat secara *real time* di tampilan LCD sehingga dapat dimonitor dengan mudah, dan desain turbin ini cukup efisien untuk mengarahkan arah gelombang dan arus sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi yang dikonversi menjadi energi listrik.

SIMPULAN

Berdasar hasil dan pembahasan penelitian, dapat diambil kesimpulan berupa Generator DC dapat menghasilkan tegangan listrik walaupun tidak terlalu besar namun dapat mengisi baterai dengan bantuan modul charger. Tegangan yang disimpan dalam baterai nantinya bisa digunakan untuk menyalakan lampu, Desain dari turbin bekerja cukup baik untuk mengarahkan arus laut dan ombak untuk menabrak baling – baling dan memutar baling – balik yang menggerakkan generator dengan putaran pada sudu 129-664 RPM menghasilkan tegangan 0.5 – 12.19 V.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Elektro, S. T., Teknik, F., Surabaya, U. N., T, W. A. S., Achmad, I., Pd, I. A. M., T, U. T. K. S., Elektro, D. T., Teknik, F., & Surabaya, U. N. (2020). RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA OMBAK Syamsul Muarif. *Jurnal Teknik Elektro*, 09 No. 03(Energi Terbarukan, Generator DC, Pembangkit Listrik Tenaga Ombak. Abstract), 1–7.
- [2] Faharuddin, A., Saputra, A., & Satriani, S. (2019). Model Pembangkit Listrik Tenaga Ombak. *Vertex Elektro*, 1(2), 19–27.
<https://doi.org/10.26618/jte.v1i2.2381>
- [3] Manggala, S. W., Hantoro, R., Fisika, J.

- T., & Industri, F. T. (2010). *Rancang Bangun Turbin Arus Laut Sumbu Vertikal*. 1–9.
- [4] Muttaqin, S. (2015). Analisa Karakteristik Generator Dan Motor DC. *Je-Undip*, 2(21060112130034), 1–11.
- [5] Shaputra, C., & Rasyid, R. (2019). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Piezoelektrik dengan Modul Charging TP5100 pada Bangunan Groin Pemecah Ombak Pantai Padang. *Fiiska Unand*, 8(4), 342–347.
- [6] Wibowo, D., Wihadi, D., Martanto, M., & Ronny A, T. (2019). Performance of The 3 Blades Horizontal Savonius Water Wheel With Variation of Angle Deflector. *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, 5, 515–522. <https://doi.org/10.28989/senatik.v5i0.38>