

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA OMBAK

Syamsul Muarif

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : syamsulmuarif16050874034@mhs.unesa.ac.id

Widi Aribowo S.T., M.T., Ir.Achmad Imam A M.Pd., Unit Three Kartini S.T.,M.T.

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : widiaribowo@unesa.ac.id, achmadimam@unesa.go.id, unitthree@unesa.ac.id

Abstrak

Di Indonesia kebutuhan akan energi listrik setiap tahunnya mengalami peningkatan, sedangkan pembangkit listrik di Indonesia yang paling besar masih menggunakan sumber energi yang tak terbarukan seperti batu bara dan minyak bumi, sedangkan sumber energi tak terbarukan tersebut lama kelamaan akan habis. Untuk mengantisipasi kehabisan energi tersebut maka diperlukan sebuah sumber energi terbarukan yang keberadaanya tidak akan habis meskipun setiap hari dikonsumsi. Energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk dikonversi menjadi energi listrik adalah sumber energi tenaga ombak. Ombak yang setiap hari selalu menghempas di bibir pantai dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin, turbin yang berputar akibat hempasan ombak dihubungkan dengan sebuah generator DC, dan generator DC akan mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Energi listrik yang dibangkitkan generator DC difungsikan untuk men-*charger* aki. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja dan mengetahui cara merancang sebuah *prototype* pembangkit listrik tenaga ombak. Metode eksperimen adalah metode yang dipakai pada penelitian ini. Hasil dari penelitian ini yaitu pembangkit bekerja secara maksimal pada siang hari dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 10,6 V sampai 10,7V dengan kecepatan putaran generator DC 623 Rpm sampai Dengan 710 Rpm.

Kata Kunci: Energi Terbarukan, Generator DC, Pembangkit Listrik Tenaga Ombak.

Abstract

In Indonesia the need for electricity increases every year, while the largest power plants in Indonesia still use non-renewable energy sources such as coal and petroleum, while the non-renewable energy sources will eventually run out. To anticipate running out of energy, we need a renewable energy source whose existence will not be depleted even though it is consumed every day. Renewable energy that can be used to convert into electrical energy is a wave energy source. Waves that crash every day on the shoreline can be used to drive turbines, turbines that spin due to the waves are connected to a DC generator, and DC generators will convert mechanical energy into electrical energy. The electrical energy generated by the DC generator is used to charge the battery. The purpose of this research is to find out the performance and know how to design a prototype of a wave power plant. The experimental method is the method used in this study. The results of this study are that the generator works optimally during the day with a generated voltage of 10.6 V to 10.7 V with a rotation speed of a 623 Rpm to 710 Rpm DC generator.

Keywords: Renewable energy, DC generator, Waves Power Plant.

PENDAHULUAN

Di Indonesia populasi pertumbuhan penduduk sangatlah pesat, yang sebanding akan kebutuhan energi, sedangkan jumlah energi yang tersedia sangatlah minim, sehingga

diperlukan sebuah solusi untuk mengatasi kekurangan sumber energi tersebut (Kasharjanto, 2017:11).

Energi listrik di Indonesia merupakan sebuah kebutuhan yang setiap tahunnya selalu meningkat yang diikuti oleh

pertumbuhan ekonomi yang juga mengalami peningkatan. Pada tahun 2018 Indonesia membutuhkan energi listrik sebesar 232.416MWh dan pada tahun 2019 meningkat menjadi 247.416MWh (Direktorat Jendral Ketenagalistrikan, 2019:25).

Pembangkit di Indonesia hampir semua menggunakan sumber energi alam yang tidak terbarukan, seperti batu bara dan minyak bumi, dimana sumber energi tersebut akan terus mengurang setiap tahunnya atau bahkan bisa habis. Untuk menanggulangi kehabisan energi maka diperlukan sebuah pemanfaatan energi terbarukan yang mampu memenuhi kebutuhan energi listrik(Dimas, 2019:02).

Di Indonesia sumber energi terbarukan sangatlah besar, diantaranya adalah tenaga surya, tenaga angin, tenaga ombak, dan tenaga panas bumi (Lubis, 2007:8).

Salah satu energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan adalah ombak, dimana ombak yang ada di bibir pantai dapat dimanfaatkan dengan mengkonfersi hempasan ombak menjadi energi listrik, yang memanfaatkan terjangan ombak untuk menggerakkan turbin, kemudian turbin menggerakkan generator dan generator mengkonfersi energi gerak menjadi energi listrik(Faharuddin, 2019:02).

Untuk memanfaatkan energi terbarukan tersebut, kita akan membuat *prototype* pembangkit listrik tenaga ombak untuk di ujicoba di lapangan. Dalam ujicoba tersebut yang akan diukur adalah kecepatan angin, yang mana kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap kecepatan hempasan ombak. Dari hempasan ombak tersebut generator akan bergerak dan menghasilkan tegangan dan arus yang akan kita ukur berapa besar daya yang dibangkitkan oleh *prototype* pembangkit ombak tersebut.(Aribowo, 2017).

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

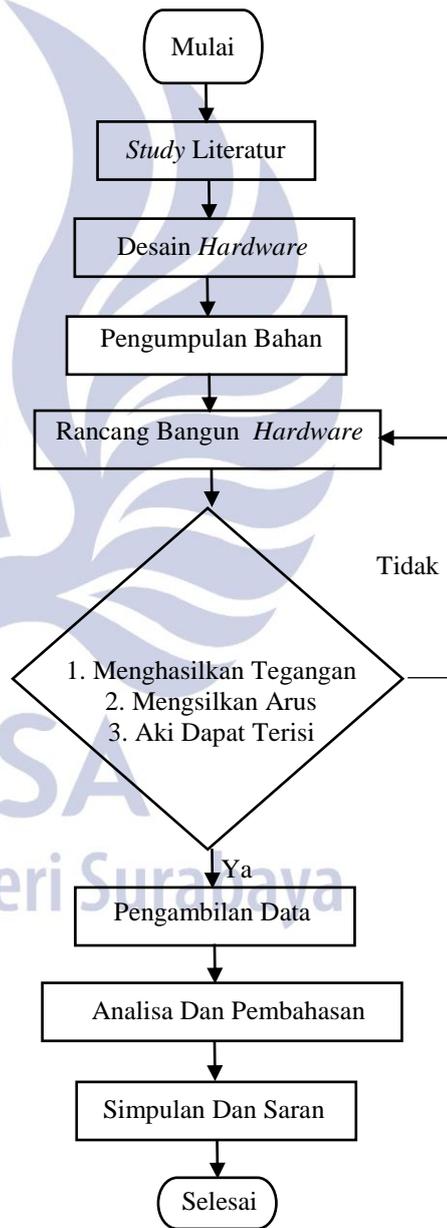
Pendekatan kuantitatif merupakan pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini yang dalam proses pelaksanaannya memperhatikan data angka-angka lalu ditampilkan menggunakan grafik, tabel dan gambar. (Machali, 2016)(Kasiram, 2018).

Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan dalam pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu metode observasi. Pencatatan dan pengamatan langsung secara sistematis terhadap data yang dibutuhkan untuk penelitian merupakan metode observasi.

Rancangan Penelitian

Pada gambar 1 merupakan rancangan penelitian mulai dari tahap studi literatur sampai tahap penyelesaian skripsi.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

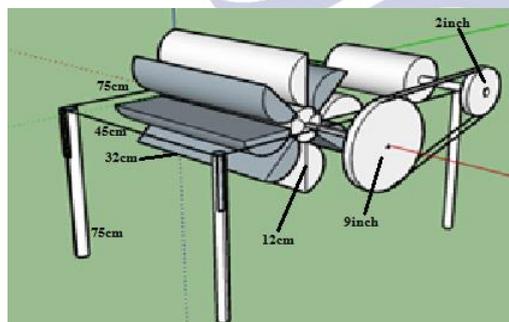
Proses penelitian yang dilakukan sesuai dengan rancangan penelitian pada Gambar 1.

Yang pertama yaitu studi literatur yaitu menelusuri segala suatu yang diperlukan untuk membuat *prototype* pembangkit listrik tenaga ombak dengan mempelajari artikel yang telah ada.

Langkah selanjutnya yaitu mendesain *hardware* yang ingin dibuat pada *software SketchUp*. Setelah itu mengumpulkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat *prototype* tersebut, setelah itu perancangan *hardware*. Lalu dilanjutkan dengan tahap pengujian *hardware* yang mana jika alat tersebut bisa menghasilkan tegangan, menghasilkan arus dan dapat mengisi aki maka berlanjut ke tahap pengambilan data, namun jika alat tersebut tidak dapat menghasilkan tegangan, arus dan tidak dapat mengisi aki, maka kembali ke tahap sebelumnya yaitu dengan merancang kembali alat tersebut. Setelah data didapatkan, dilakukan analisis dan pembahasan, yang dilanjutkan dengan menarik kesimpulan dari hasil data yang telah dilakukan. (Mawali, 2019).

Desain Hardware

Pada Gambar 2 merupakan desain dari alat yang ingin dirancang serta ukuran dari alat tersebut.



Gambar 2. Desain Hardware

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, desain alat ini menggunakan dua *pully*, yang pertama *pully* yang terhubung pada generator dengan ukuran kecil dengan diameter 2 Inch dan *pully* kedua yang terhubung dengan turbin air dengan diameter 9 Inch, dan kedua *pully* tersebut saling terhubung oleh sebuah *fanbell*.

Fungsi generator pada gambar 2 adalah mengubah energi gerak mekanik menjadi

tegangan dan arus. Turbin berfungsi mengkonversi gaya gerak ombak menjadi putaran mekanik. *Pully* dan *fanbell* berfungsi sebagai penghubung antara turbin dan generator untuk memindahkan putaran pada turbin ke generator. Untuk generator yang akan dipakai memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Generator

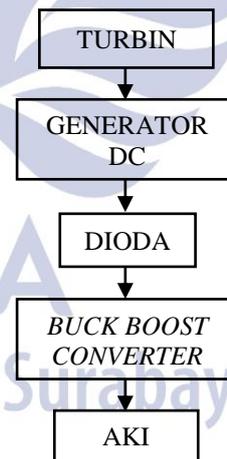
Parameter	Nilai	Satuan
Tegangan	12	Volt
Putaran	1600	Rpm
Arus	40	Amper
Daya	480	Watt

Pada Tabel 1 tegangan generator sebesar 12V dengan putaran 1600Rpm dan arus 40A dengan daya 480 Watt.

Pada gambar 2 turbin memiliki diameter 12cm dengan panjang 32cm, maka luar penampang turbin sebesar 384cm.

Rancang Bangun Hardware

Gambar 3 merupakan alur konversi energi, dimulai dari turbin yang diterjang oleh ombak sampai tahap penyimpanan energi pada aki.



Gambar 3. Diagram Hardware Sistem Pembangkit Tenaga Ombak

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, energi yang berasal dari ombak dikonversi oleh turbin menjadi energi gerak, selanjutnya energi gerak dari turbin dikonversi oleh generator DC menjadi energi listrik. Energi listrik dari generator disalurkan oleh dioda dan tegangan DC yang keluar dari dioda distabilkan oleh

buck boost converter menjadi 13,8V supaya bisa mengisi aki untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan.



Gambar 4. Rancangan *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Ombak

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Alat yang akan digunakan memiliki panjang 75cm dengan lebar 45cm dan memiliki tinggi 75cm. Generator DC terhubung dengan turbin menggunakan sebuah *fanbell* dan dua buah *pully*. Jika ada ombak datang, maka ombak tersebut akan menghantam bilah turbin dan turbin akan berputar. Turbin tersebut menggerakkan *pully* yang terhubung dan menggerakkan generator DC yang ada pada pembangkit tersebut. Selanjutnya generator akan mengkonversi energi mekanik gerak menjadi energi listrik dan energi listrik tersebut dimanfaatkan untuk men-*charger* aki.

Spesifikasi generator DC yang digunakan yaitu dapat bekerja pada tegangan 12V dengan arus 40A dengan putaran 1600Rpm. Alat ukur yang digunakan pada alat tersebut yaitu amper meter yang berfungsi untuk mengukur arus dari 0-10A, sedangkan volt meter memiliki fungsi untuk mengukur tegangan keluaran dari generator yang dapat mengukur tegangan dari 0-100V, dan Tachometer berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran generator.

Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian dan pengambilan data dilakukan di pantai Talang Siring Desa Montok Kecamatan Larangan Kabupaten Pamekasan. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur tegangan output dari generator dan arus pengisian baterai serta mengukur kecepatan putaran generator yang dilakukan selama 3 hari, yang setiap harinya dilakukan pengambilan data dari jam 08.00-16.00.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 2 merupakan hasil dari pengujian alat pada hari pertama.

Tabel 2. Hasil pengujian pada hari pertama

Jam	Tegangan Generator DC	Tegangan output Buck-Boost Converter	Rata-rata kecepatan putaran Generator	Rata-rata Arus generator DC
08.00	8,2V	13,8 V	524 Rpm	430 mA
09.00	8,0V	13,8 V	497 Rpm	415 mA
10.00	8,8V	13,8 V	590 Rpm	520 mA
11.00	9,1V	13,8 V	637 Rpm	572 mA
12.00	10,6V	13,8 V	732 Rpm	610 mA
13.00	10,7V	13,8 V	693 Rpm	618 mA
14.00	10 V	13,8 V	710 Rpm	596 mA
15.00	9,5V	13,8 V	684 Rpm	520 mA
16.00	8,5V	13,8 V	534 Rpm	490 mA

Pada Tabel 2 dapat kita lihat hasil pengujian alat pada hari pertama yang paling maksimal yaitu pada jam 13.00 dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 10,7 V dengan kecepatan putar generator 693 Rpm dan besar arus yang mengalir sebesar 618 mA. Pengambilan data dilakukan selama dua menit.

Tabel 3. Hasil pengujian pada hari kedua

jam	Tegangan Generator DC	Tegangan output Buck-Boost Converter	Rata-rata kecepatan Putar Generator	Rata-rata arus generator DC
08.00	8 V	13,8 V	412 Rpm	420 mA
09.00	8 V	13,8 V	432 Rpm	430 mA
10.00	8,5 V	13,8 V	478 Rpm	445 mA
11.00	10,2V	13,8 V	511 Rpm	596 mA
12.00	9,8 V	13,8 V	495 Rpm	574 mA
13.00	9,5 V	13,8 V	534 Rpm	565 mA
14.00	10,6V	13,8 V	515 Rpm	613 mA
15.00	10 V	13,8 V	592 Rpm	587 mA
16.00	9 V	13,8 V	465 Rpm	495 mA

Dapat kita lihat hasil pengujian alat pada hari kedua pada Tabel 3. Dengan hasil paling maksimal pada jam 14.00 dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 10,6V dengan kecepatan putar generator sebesar 515 Rpm dan arus yang mengalir sebesar 613 mA. Pengambilan data dilakukan selama dua menit.

Tabel 4. Hasil pengujian pada hari ketiga

Jam	Tegangan Generator DC	Tegangan output Buck-Boost Converter	Rata-rata kecepatan Putar Generator	Rata-rata arus Generator DC
08.00	8,1 V	13,8 V	390 Rpm	408 mA
09.00	8,5 V	13,8 V	396 Rpm	413 mA
10.00	8,8 V	13,8 V	410 Rpm	456 mA
11.00	9 V	13,8 V	587 Rpm	535 mA
12.00	8,7 V	13,8 V	511 Rpm	502 mA
13.00	9,6 V	13,8 V	573 Rpm	545 mA
14.00	9,4 V	13,8 V	596 Rpm	524 mA
15.00	10,6V	13,8 V	623 Rpm	603 mA
16.00	9,3 V	13,8 V	568 Rpm	511 mA

Dari tabel 4 dapat kita ketahui pembangkit bekerja secara maksimal pada siang hari yaitu pada jam 15.00 dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 10,6 V dengan kecepatan putaran generator 623 Rpm, dan arus yang mengalir sebesar 603 mA. Pengambilan data dilakukan selama dua menit.

Pengujian Pengisian Aki

Pengujian pengisian aki ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama aki dapat terisi penuh. Spesifikasi aki yang digunakan yaitu berkapasitas 3Ah dengan tegangan 12V.

Hasil pengujian pengisian aki dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Hasil pengujian pengisian aki

No	Tegangan Generator	Arus	Lama Pengisian
1	13,8V	0,4A	10 Jam
2	13,8V	0,5A	8,5 Jam
3	13,8V	0,6A	7 Jam

Tegangan yang dibangkitkan oleh generator di stabilkan oleh *buck boost converter* menjadi 13,8V, sedangkan arus pengisian aki diambil dari sampel pembulatan arus yang dibangkitkan oleh generator pada tabel 3, 4, dan 5, yaitu 400mA, 500mA, dan 600 mA.

Perhitungan Lama Pengisian Aki

Lama pengisian aki dapat kita dengan rumus sebagai berikut:

$$T = \{(C/I)+(20\% [C/I])\} \tag{1}$$

Dimana :

T = Lama pengisian aki (Jam)

C = Kapasitas Aki (Ah)

I = Arus Pengisian Aki (A)

Dari persamaan 1 dapat dicari lama pengisian aki sama dengan kapasitas aki dibagi arus pengisian aki, lalu ditambah 20% dari kapasitas aki dibagi arus pengisian aki. Dari data pengujian aki pada tabel 5 maka dapat kita ketahui lama pengisian aki dengan cara menghitung dengan rumus diatas.

Jika arus pengisian aki sebesar 0,4A(400mA) maka lama pengisian aki dapat ditempuh dengan 9 jam.

Jika arus pengisian aki sebesar 0,5A (500mA) maka lama pengisian aki dapat ditempuh dengan 7,2 jam.

Jika arus pengisian aki sebesar 0,6 A (600mA) maka lama pengisian aki dapat ditempuh dengan 6 jam.

Dari hasil pengujian aki yang ada pada tabel 5 terdapat perbedaan dengan hasil perhitungan menggunakan persamaan 1, lama pengisian aki mempunyai selisih berkisar 1 jam.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil pengujian rancang bangun *prototype* pembangkit listrik tenaga ombak bekerja secara maksimal pada siang hari dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 10,6 V dan 10,7 V dengan kecepatan putaran generator 623-710 Rpm.

Untuk lama pengisian aki terdapat perbedaan antara pengujian pengisian aki dan perhitungan lama pengisian aki, disebabkan oleh faktor losis pada saat pengisian dan putaran generator saat pengujian kecepatannya tidak stabil.

Saran

Saran untuk pengembangan alat selanjutnya adalah pembahasan yang lebih detail dan sebaiknya pengujian alat dilakukan di tempat yang mempunyai potensi ombak yang besar untuk mengoptimalkan kinerja dari *prototype* pembangkit listrik tenaga ombak tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan ucapan alhamdulillahirabbil'alamin atas rahmat dan hidayah yang Allah berikan kepada kita sehingga penelitian ini dapat diselesaikan tepat waktu.

Penulisan artikel penelitian ini dukungan dari berbagai pihak. Ucapkan terima kasih kepada kedua orang tua yang selalu memberikan doa, dukungan dan motivasi. Terimakasih kepada Bapak Widi Aribowo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi atas bimbingannya. Terimakasih kepada Bapak Ir. Ahmad Imam Agung selaku dosen penguji saya yang selalu memberikan arahan dan motivasinya. Teman-teman TST-2016 yang menemani selama empat semester terakhir, dan kakak tingkat konsentrasi TST-2015 yang selalu memberikan motivasi dan arahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aribowo, Widi. 2017. *Tuning for Power System Stabilizer Using Distributed Time-Delay Neural Network*, SINERGI, vol 22, no 3, pp. 205-210, October 2017. DOI: 10.22441/sinergi.2018.3.009.
- Aribowo, Widi. 2020. *Generalized Regression Neural Network For Long-Term Electricity Load Forecasting*. Journal of International Conference on Smart Technology and Applications (ICoSTA). Surabaya.
- Dimas, Arya. 2019. *Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Generator DC Di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya*. Jurnal Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya. Vol 08. No. 02, 2019.
- Direktorat Jendral Ketenagalistrikan. 2019. *Kebutuhan Energi Listrik Indonesia dan Statistik Ketenagalistrikan Indonesia*.
- Faharuddin, Andi. 2019. *Model Pembangkit Listrik Tenaga Ombak*. Makassar. Teknik Elektro Unismuh. Vol 01. No. 02, 2019.
- Kasharjanto, Afian. 2017. *Kajian Pemanfaatan Energi Arus Air Laut Di Indonesia*. Surabaya: Balai Teknologi Hidrodinamika BPPT. Vol 11. No. 02, Desember 2017.
- Kasiram, Moh. 2008. *Metodologi Penelitian*. Malang: UIN Malang.
- Lubis, Abubakar. 2007. *Energi Terbarukan Dalam Pembangunan Berkelanjutan*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Vol 08. No. 02, Mei 2007.
- Machali, Imam. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta : MPI Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Mawali, R., Achmad, & Aribowo, W. (2019). *Rancang Bangun Pemantauan Pembayaran Dan Konsumsi Listrik Jarak Jauh Berbasis Arduino Uno R3 Dan Modul Bluetooth*. Teknik Elektro, 9(2).