

PERANCANGAN SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK PASANG SURUT DENGAN PENAMBAHAN SLUICE GATE

Hendro Priyono¹, Tonny Suhendra², Anton Hekso Yuniyanto³
hendro.alpelo@gmail.com

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Abstract

The potential of tidal energy equipped with floodgates aims to produce a power plant with a laboratory scale, precisely on the Raja Ali Haji Maritime University campus. Based on research through experimental methods, measurement and analysis of the generator power capacity of 12 W accompanied by a turbine model design made of aluminum with a cross-sectional area of 0.005m² has not been able to be used on the simulator. The plug simulator that has been tested with 36 liters of water only gets a maximum peak voltage output of 0.574 VAC and produces the highest power of 0.00651 watts, this is because the blocked air is not always constant.

Keywords: Simulator, Tidal Power Station, Renewable Energy.

I. Pendahuluan

Kebutuhan energi di dunia terus meningkat, hal ini disebabkan oleh pertambahan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi yang semakin meningkat. Berdasarkan sumber Pengelolaan Energi Nasional yang dikeluarkan oleh Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (DESDM) pada tahun 2005, bahwa cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2004 diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 18 tahun dengan rasio cadangan /produksi pada tahun tersebut. Sedangkan gas diperkirakan akan habis dalam waktu 61 tahun dan batubara 147 tahun [1]. Melihat fenomena yang ada maka seluruh negara berlomba-lomba untuk mengembangkan energi terbarukan termasuk Indonesia.

Pengembangan energi terbarukan di Indonesia sampai saat ini memfokuskan pemanfaatan energi angin. Mengingat hampir 60% dari total luas wilayah Indonesia merupakan lautan, dimana wilayah kurang lebih sebesar 1.929.317 km², itu dengan luas lautan Indonesia berkisar 1.157.590,20 km² [2]. Dengan luas lautan yang cukup luas sangat terbuka Indonesia dapat memanfaatkan energi terbarukan khususnya energi pasang surut sebagai sumber pembangkit energi listrik. Energi pasang surut merupakan bentuk energi yang memanfaatkan ketinggian pada volume air pasang dan surut. Pasang surut akan bervariasi dengan waktu dan tingginya tergantung pada posisi relatif matahari, bulan dan bumi [3].

Energi pasang surut dapat diperoleh dengan dua cara, pertama energi rentang pasang surut diperoleh melalui energi potensial yang diciptakan oleh tingkat osilasi air konstan akibat pasang dan cara kedua energi arus pasang surut diperoleh melalui energi kinetik yang diciptakan oleh aliran pasang surut [4]. Di keduanya kasus aliran didorong oleh fluktuasi permukaan laut berkala, tetapi mobilitas sedimen terlalu rendah dibandingkan dengan sistem alami. Baru-baru ini, metode eksperimental alternatif ditemukan [5] yang menyebabkan aliran balik yang cukup kuat untuk kemiripan transpor sedimen di ceruk pasang surut dengan memiringkan seluruh flume secara berkala.

Menurut Tantrawati [6], guna mendapatkan energi pasang surut yang optimal menggunakan sistem daur ganda kolam tunggal diperlukan kolam penampung air laut dengan dimensi yang tepat untuk model simulasi. Hasil yang didapatkan menyesuaikan keadaan hidrodinamika air laut dan dimensi pipa. Debit air yang mengalir dapat dimanfaatkan secara maksimal terhadap waktu produksi yang ada, karena waktu produksi pembangkit listrik ini sangat tergantung dari durasi pasang atau surut air laut. Maka simulasi energi yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga pasang surut ini mengoptimalkan dimensi kolam sebagai alternatif efisiensi pembangunan dan memaksimalkan produksi energi yang dihasilkan tiap tahunnya.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan perancangan simulator pembangkit listrik pasang surut, dimana perancangan tersebut dalam dimensi lebih kecil dari dimensi sebenarnya dan daya listrik yang dihasilkan tidak lebih besar dari ukuran yang sebenarnya.

II. Metode Penelitian

A. Perangkat Penelitian

Perangkat yang digunakan pada penelitian ini meliputi bahan-bahan pembuatan pembangkit listrik pasang surut dan komponen-komponen pendukung terkait perancangan simulator yang digunakan. Adapun perangkat yang digunakan dalam penelitian ini pada tabel 1.

Tabel 1. Perangkat Penelitian

| No | Nama Perangkat | Jumlah | Satuan |
|----|---------------------------|--------|------------|
| 1 | Generator AC | 1 | Pcs |
| 2 | Akuarium Akrilik | 1 | Pcs |
| 3 | <i>Blade</i> | 1 | Pcs |
| 4 | Wadah Penampungan Air | 1 | Pcs |
| 5 | Kabel | | Secukupnya |
| 6 | Mur/Baut 8mm | 2 | Buah |
| 7 | Mesin Pompa Air | 1 | Buah |
| 8 | As Poros <i>Stainless</i> | 2 | Batang |

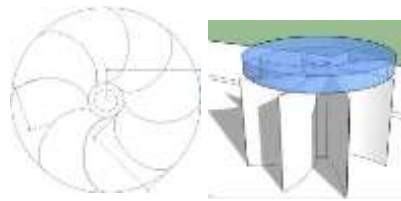
B. Perancangan dan Pembuatan

Dalam tahap awal dalam penelitian ini yaitu melakukan perancangan simulator, perancangan turbin, dan jenis turbin dalam penelitian ini adalah turbin air poros vertikal sudu melengkung. Pengaplikasian turbin sebagai media air telah menjanjikan, karena tingkat efisiensi yang dihasilkan lebih besar dari pada sudu jenis lainnya [7]. Perancangan *blade* dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Perancangan *Blade*

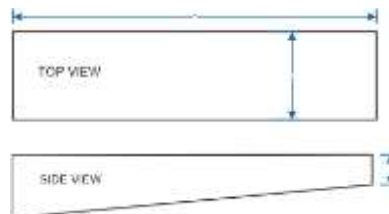
| No | Spesifikasi | Nilai |
|----|---------------|-----------|
| 1 | Jumlah sudu | 8 buah |
| 2 | Diameter sudu | 10 cm |
| 3 | Tinggi Sudu | 5 cm |
| 4 | Bahan | Aluminium |

Pemilihan turbin air sudut melengkung dikarenakan tingkat kinerja yang dihasilkan juga sangat tinggi [8].



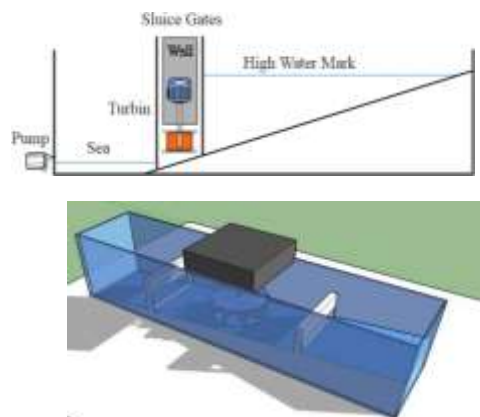
Gambar 1. Desain *Blade*

Perancangan desain *blade* dapat dilihat pada gambar 1 yang menggunakan *software sketchup*. Turbin dibuat menggunakan bahan aluminium dengan ketebalan 0.9 mm, pemilihan jenis bahan ini dikarenakan bahan ini ringan, sangat mudah dibentuk dan tahan korosi [9]. Spesifikasi menggunakan 8 sudu melengkung dengan kemiringan 10^0 , tinggi sudu (H) 10 cm, diameter sudu (d) 5 cm, spesifikasi turbin di sesuaikan dengan ukuran pintu air yang digunakan. Kemudian poros turbin menggunakan bahan besi agar putaran relatif tinggi dan stabil



Gambar 2. Desain Aquarium

Gambar 2 merupakan rancangan modifikasi akuarium akrilik [5] memiringkan seluruh flume secara berkala dengan skala ukuran panjang 200 cm, lebar 30 cm, tinggi 40 cm serta dilengkapi pintu air (*sluice gate*) [10] untuk mengatur aliran air masuk dan keluar dari laguna menggunakan sistem *single basin* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Desain Aquarium dan Turbin

III. Hasil dan Pembahasan

A. Pengujian Sistem

1). Pengujian Generator

Pengujian tegangan pada putaran generator dilakukan dengan cara uji manual menggunakan mesin bor dengan putaran 355.1 – 2998 rpm dengan alat ukur Tachometer. Kemudian untuk mengukur hasil tegangan *output* pada generator menggunakan alat ukur multimeter. Berdasarkan hasil pengujian generator yang diperoleh pada tabel 3, bahwa generator bekerja dengan optimal dan mampu menghasilkan tegangan *output* sebesar 20.50 VAC pada putaran 2998 rpm.

Tabel 3. Pengujian Generator AC

| No | Putaran (RPM) | Tegangan (volt) |
|----|---------------|-----------------|
| 1 | 355,1 | 2,067 |
| 2 | 563,8 | 4,454 |
| 3 | 988,2 | 7,09 |
| 4 | 1244 | 9,01 |
| 5 | 1923 | 14,12 |
| 6 | 2998 | 20,50 |

2). Pengujian *Blade*

Pengujian *blade* dimulai dengan melakukan pengukuran karakteristik bertujuan untuk mengetahui dan menguji bagaimana karakteristik pada *blade* menghasilkan energi listrik. Untuk menentukan luas penampang pada *blade* yang berputar dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (1) sebagai berikut

$$A = P.L \quad (1)$$

$$0,1 \times 0,05 = 0,005 \text{ m}^2$$

3). Pengujian Akuarium Akrilik dan *Sluice Gate*

Setelah melakukan proses perancangan, peneliti melanjutkan dengan membuat akuarium dari hasil rancangan sebelumnya menggunakan bahan akrilik..



Gambar 4. Pengujian Akuarium Akrilik

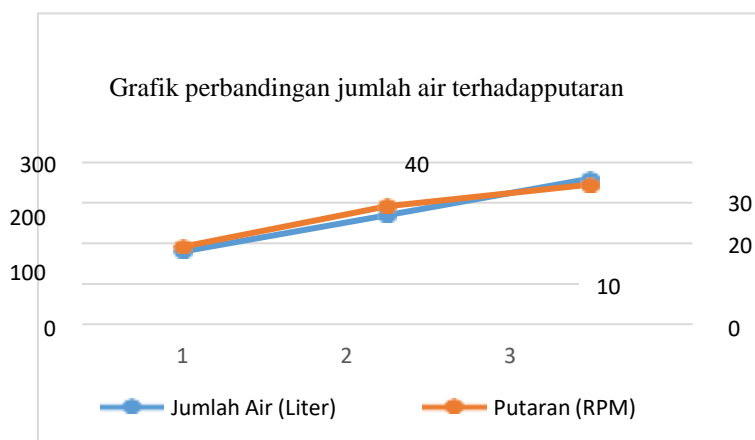
Berdasarkan gambar 4 akuarium diuji dengan memberikan air penuh menggunakan mesin pompa air agar tidak ada terjadi kebocoran. Adapun dimensi simulator yang digunakan untuk keseluruhan pada akuarium adalah sepanjang 200 cm, lebar 30 cm, dan dengan ketinggian 40 cm.



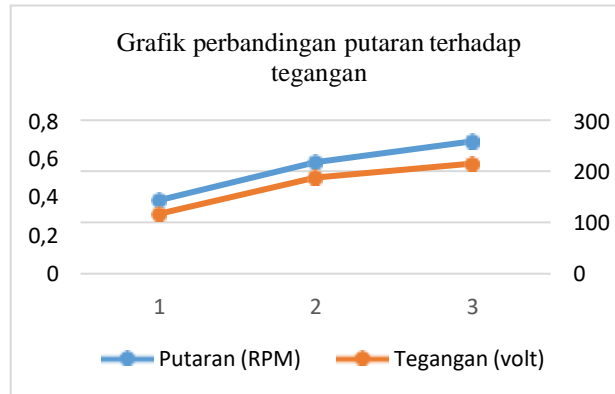
Tabel 6. Hasil Pengujian Turbin Tahap 2

| No | Jumlah Air (liter) | Putaran (RPM) | Tegangan (volt) | Arus (ampere) |
|----|--------------------|---------------|-----------------|---------------|
| 1 | 18 | 143,8 | 0,312 | 0,00357 |
| 2 | 27 | 218,4 | 0,501 | 0,01024 |
| 3 | 36 | 259,0 | 0,574 | 0,01134 |

Berdasarkan data tabel 6 hasil pengujian turbin tahan kedua menunjukkan bahwa pada jumlah air 18 liter turbin telah bekerja menghasilkan tegangan sebesar 0,312 V dan arus 0,00357A dan pada jumlah air 36 liter menghasilkan tegangan sebesar 0,574 V dan arus 0,01134 A.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Jumlah Air Terhadap Putar



Gambar 7. Grafik Perbandingan Putaran Terhadap Tegangan

Gambar 7 merupakan grafik perbandingan putaran terhadap tegangan dapat dilihat bahwa nilai putaran generator berbanding lurus dengan nilai tegangan, dimana semakin cepat putaran generator semakin tinggi juga tegangan yang dihasilkan.

B. Analisa Data Pengujian

Setelah proses pengujian dari tiap bagian perangkat selesai dilakukan. Dapat dilihat dari tabel 8 kemudian melakukan perhitungan daya yang telah dihasilkan oleh turbin akibat adanya putaran langsung dihubungkan melalui generator AC. Menentukan daya turbin dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (1) sebagai berikut

$$Pt = V \cdot I$$

$$0.132 \text{ V} \times 0.00357 \text{ A} = 0.00111 \text{ W}$$

Tabel 8. Hasil Pengukuran Daya Turbin

| No | Jumlah Air (liter) | Tegangan (volt) | Arus (ampere) | Daya Turbin (watt) |
|----|--------------------|-----------------|---------------|--------------------|
| 1 | 18 | 0.312 | 0.00357 | 0.00111 |
| 2 | 27 | 0.501 | 0.01024 | 0.00513 |
| 3 | 36 | 0.574 | 0.01134 | 0.00651 |

Tabel 8 merupakan data hasil pengukuran turbin air menghasilkan daya terendah terdapat pada jumlah air 18 liter yaitu 0,00111 watt sedangkan kenaikan daya tertinggi dihasilkan pada jumlah air 36 liter 0,00651 watt.

Konversi energi pasang surut menjadi energi listrik pada perancangan simulator pembangkit listrik pasang surut ini banyak dipengaruhi beberapa faktor diantaranya jumlah air, kecepatan air, dan jenis desain *blade*. Berdasarkan tabel 8 dapat dilihat bahwa bertambahnya jumlah air, tegangan dan arus akan bertambah besar sehingga akan berpengaruh terhadap daya yang di hasilkan. Pada penelitian ini mendapatkan hasil yang kurang maksimal, karena kapasitas daya generator sebesar 12 W belum mampu untuk digunakan. Ada baiknya generator berkapasitas 5 W baik digunakan agar nilai dari hasil pengukuran tidak selisih jauh pada tegangan yang dihasilkan. Simulator yang

dirancang hanya mendapatkan *output* tegangan maksimal sebesar 0,574 VAC. Hal ini disebabkan oleh air yang dibendung tidak selalu konstan. Pemicu agar air lebih konstan dan arah airnya terfokus seharusnya menggunakan pemandu aliran air.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu:

- 1) Hasil uji simulator pasang surut air laut didapatkan alat bekerja yang kurang maksimal, karena kapasitas daya generator sebesar 12 W belum mampu digunakan. Simulator yang dirancang hanya mendapatkan *output* tegangan maksimal sebesar 0.574 VAC. Hal ini disebabkan oleh air yang dibendung tidak selalu konstan.
- 2) Simulator pasang surut air laut menghasilkan daya terendah terdapat pada jumlah air 18 liter yaitu 0.000111 watt dan daya tertinggi dihasilkan pada jumlah air 36 liter 0.00651 watt.

V. Daftar Pustaka

- [1] Aksan, S. Bone, dan S. Said, "Modul Simulator Turbin Angin Media Pembelajaran Di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik," Politeknik Negeri Ujung Padang, Makassar, 2018.
- [2] C. Tobing, *Menggagas Energi Alternatif Memanfaatkan Pasang Surut Air Laut*. Indonesia: SinarHarapan, 2001.
- [3] D. Surinanti, "Pasang Surut dan Energinya," vol. XXXII, no. 1, hlm. 15–22, 2007.
- [4] A. Silva, D, M, MEEC, dan IST, "Tidal Energy Harnessing System With Multiple Lagoons," 2016.
- [5] M. Kheinhans *dkk.*, "Turning The Tide: Comparison Of Tidal Flow By Periodic Sea Level Fluctuation And By Periodic Bed Tilting In Scaled Landscape Experiments Of Estuaries," *Fac.Geosci. Utrecht Univ.*, vol. 5, hlm. 731–756, 2017.
- [6] E. Tantrawati dan Ruzardi, "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Sistem Daur Ganda Dengan Kolam Tunggal Di Sumatra," *Univ. Islam Indones. Yogyakarta.*, vol. 4, no. 1, 2007.
- [7] A. Yani, Mihdar, dan R. Erianto, "Pengaruh Variasi Bentuk Sudu Terhadap Kinerja Turbin Air Kinetik (Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Daerah Pedesaan)," *J. Tek. Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, vol. 5, no. 1, hlm. 8–13, 2016.
- [8] A. Meidangkay, R. Soenoko, dan S. Wahyudi, "Pengaruh Sudut Pengarah Aliran dan Jumlah Sudu Radius Berengsel Luar Roda Tunggal Terhadap Kinerja Turbin Kinetik," *J. Rekayasa Tek.Mesin Univ. Brawijaya Malang*, vol. 5, no. 2, hlm. 149–156, 2014.
- [9] L. M. Dewi, "Analisis Kinerja Turbin Angin Poros Vertikal Dengan Modifikasi Rotor Savonius L Untuk Optimasi Kinerja Turbin," Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2010.
- [10] G. Todeschini, "Review Of Tidal Lagoon Technology And Opportunities For Integration Within The UK Energy System," *Collage Eng. Swans. Univ.*, 2017.

VI. Ucapan Terimakasih

Ucapan Terimakasih setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada Allah SWT atas Rahmat dan Karunia yang diberikan sehingga penelitian dan artikel ini dapat di selesaikan. Ucapan Terimakasih juga kepada Universitas Maritim Raja Ali Haji khususnya Fakultas Teknik.

