



Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut (PLTPS) Portabel Menggunakan Kaki Statis

Design of a Portable Tidal Power Plant (PLTPS) Using Static Feet

Rahmatul Abror¹, Indro Wicaksono², Ahmad Izzuddin³

¹Pogram Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universtas Panca Marga

E-mail : rahmatulabr09@gmail.com

Abstract

The potential of marine energy to generate electricity is one of the potentials that is not widely known to the general public. One of the natural phenomena that can be used as a power plant is the tides of sea water. Tidal Power Plant is a power plant using sea water when it is high tide and using estuary water power when the sea water is receding. Tidal Power Plants are generally built permanently using dams, then a Portable Tidal Power Plant is developed that can be placed on the beach when the tide is high and in the estuary when the sea water is receding. The method used in this research is the experiment method on Portable Tidal Power Plant. The Portable Tidal Power Plant uses seawater and estuary water to turn the mill, then the windmill will produce mechanical energy, and the generator will convert the mechanical energy from the wheel into electrical energy. The Portable Tidal Power Plant was tested on the beach when the sea water is high, the highest voltage is 3.3 V and the highest RPM is 413 RPM. When tested on the estuary when the sea water is receding, the highest voltage is 2.6 V and the highest RPM is 284.4 RPM.

Keywords : Power Plant, Portable Tidal Power Plant, Generator

Abstrak

Potensi energi laut untuk menghasilkan listrik merupakan salah satu potensi yang belum banyak diketahui masyarakat umum. Salah satu fenomena alam yang bisa dijadikan sebagai pembangkit listrik adalah pasang surut air laut. Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut (PLTPS) umumnya dibangun permanen menggunakan bendungan atau dam, kemudian dikembangkan lagi menjadi PLTPS Portabel yang bisa ditempatkan di tepi pantai ketika air laut pasang dan di muara ketika air laut surut. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen pada PLTPS Portabel dengan menggunakan air laut dan air muara sebagai sarana untuk menggerakkan kincir, dimana kincir akan menghasilkan energi mekanik, kemudian generator akan mengkonversi energi mekanik dari kincir mejadi energi listrik. Dari hasil ujicoba PLTPS Portabel di tepi pantai ketika air laut sedang pasang, diperoleh Tegangan tertinggi 3.3 V, sedangkan RPM tertinggi adalah 413 RPM. Adapun hasil ujicoba di muara ketika air laut sedang surut, diperoleh Tegangan tertinggi 2,6 V sedangkan RPM tertinggi adalah 284.4.

Kata Kunci : Pembangkit Listrik, PLTPS Portabel, Generator

1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara dengan laut terbesar di dunia, luas laut Indonesia mencapai 5,8 juta km² atau mendekati 70% dari luas keseluruhan negara Indonesia. Potensi energi laut untuk menghasilkan listrik merupakan salah satu potensi yang belum banyak diketahui masyarakat umum (Zainuddin. Dkk. 2016). Salah satu fenomena alam yang bisa dijadikan sebagai pembangkit listrik adalah pasang surut air laut. Berdasarkan data dari Kementerian ESDM, potensi energi terbarukan dari fenomena pasang surut air laut mencapai 240.000 MW.

Pasang surut air laut dapat terjadi dua kali siklus dalam satu hari, waktu siklus dapat diprediksi kurang lebih setiap 12,5 jam sekali. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut (PLTPS) turbin yang dipasang pada bendungan atau dam akan berputar ketika air mengalir melewati turbin (Lusi. Dkk. 2020). Sehingga suplai listrik dari PLTPS ini lebih bisa diandalkan dari pembangkit listrik yang mengandalkan energi ombak, angin, maupun matahari.

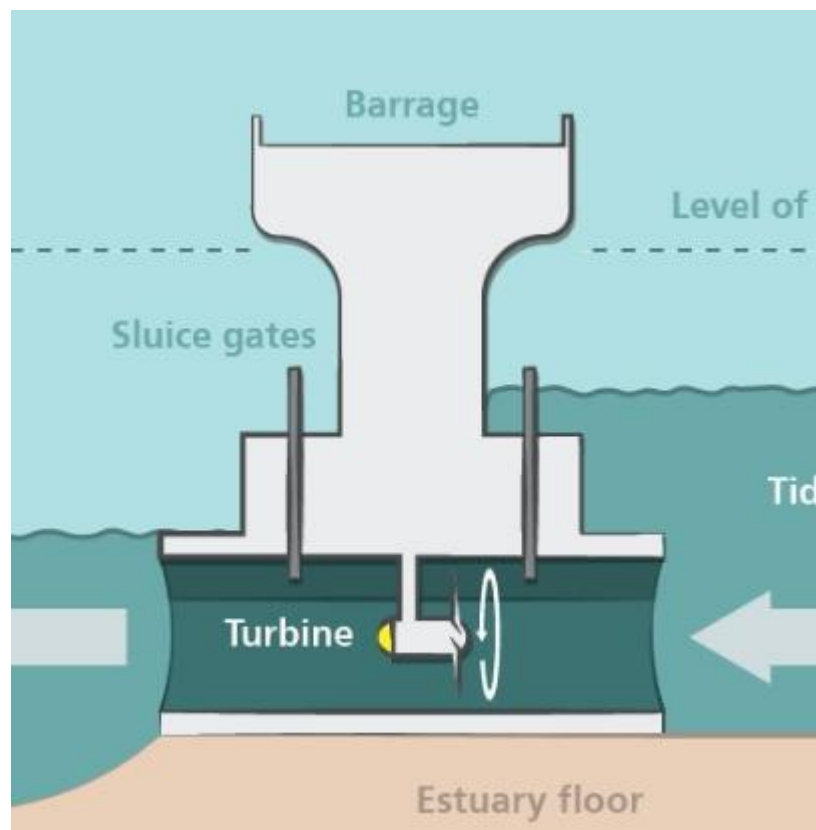
Pada PLTPS energi dari arus pasang surut air laut bisa dibangkitkan dengan cara membendung air laut pada saat pasang, kemudian mengalirkan air laut pada saat surut ke bagian turbin yang telah dibangun bawah bendungan atau dam untuk memutar turbin (Ghifari. Dkk. 2017). Sehingga untuk memanfaatkan arus dari pasang surut air laut membutuhkan bendungan atau dam. Sedangkan PLTPS portabel ini tidak memerlukan bendungan atau dam, karena PLTPS portabel ini menggunakan konstruksi kaki statis.

Menurut penelitian yang dilakukan (Ferry Johnny Sangari. 2014), medan pembangunan untuk PLTPS cukup sulit juga komponen yang dibutuhkan harus mampu tahan terhadap korosi, dimana tingkat korosi pada air laut sangat tinggi. Kelemahan utama PLTPS adalah membutuhkan biaya yang sangat mahal, umumnya PLTPS yang dibangun secara permanen membutuhkan bendungan atau dam untuk menampung air laut. Pada PLTPS portabel ini tidak membutuhkan bendungan atau dam untuk membendung air maupun sebagai tempat dipasangkannya turbin, karena PLTPS portabel ditempatkan di tepi pantai ataupun muara laut yang bisa yang menyesuaikan dengan kuat arus air laut dengan cara menanamkan kaki statis, kaki statis juga digunakan sebagai tempat turbin.

Energi listrik adalah kebutuhan pokok masyarakat sehari-hari dan menjadi penunjang disemua aspek kehidupan masyarakat, seiring berjalannya waktu dan berkembangnya teknologi, ketergantungan masyarakat terhadap energi listrik semakin tinggi. Sedangkan sumber energi listrik di Indonesia selama ini banyak menggunakan hasil konversi dari energi fosil seperti batubara, gas, minyak bumi sebagai sumber energi utamanya. Sebagaimana diketahui, bahwa persediaan sumber energi fosil semakin menipis, sehingga semakin lama semakin berkurang dan tidak dapat diperbaharui lagi (Supian. Dkk. 2013)

Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut (PLTPS) adalah salah satu dari energi terbarukan yang merupakan hasil dari mengkonversi energi pasang surut menjadi listrik. PLTPS adalah bentuk tenaga air dimana energi diperoleh dari energi yang terkandung pada pasang-surut air laut. Listrik tenaga pasang surut merupakan sumber energi terbarukan karena pasang surut air laut di bumi adalah hasil dari interaksi gravitasi bulan dan matahari dan rotasi bumi yang membuatnya menjadi sumber tenaga listrik yang hampir tak ada habis-habisnya.

Listrik tenaga pasang surut memiliki potensi yang sangat baik, Energi pasang surut mampu menghasilkan listrik hanya disaat gelombang pasang yang rata-rata sekitar 10 jam setiap hari. Ini berarti bahwa energi pasang surut adalah sumber energi intermiten (seperti surya dan angin), karena itu memerlukan solusi penyimpanan energi yang memadai. Energi pasang surut air ini sangat bermanfaat di Indonesia, dikarenakan Indonesia adalah salah satu negara kepulauan yang hampir 50%-nya merupakan laut . Oleh karena itu, manfaat energy pasang surut air di Indonesia ini sangatlah besar (Lusi. Dkk. 2020). PLTPS ini juga termasuk pembangkit listrik yang ramah lingkungan karena tidak menyebabkan polusi dan tidak mencemari area di sekitarnya.



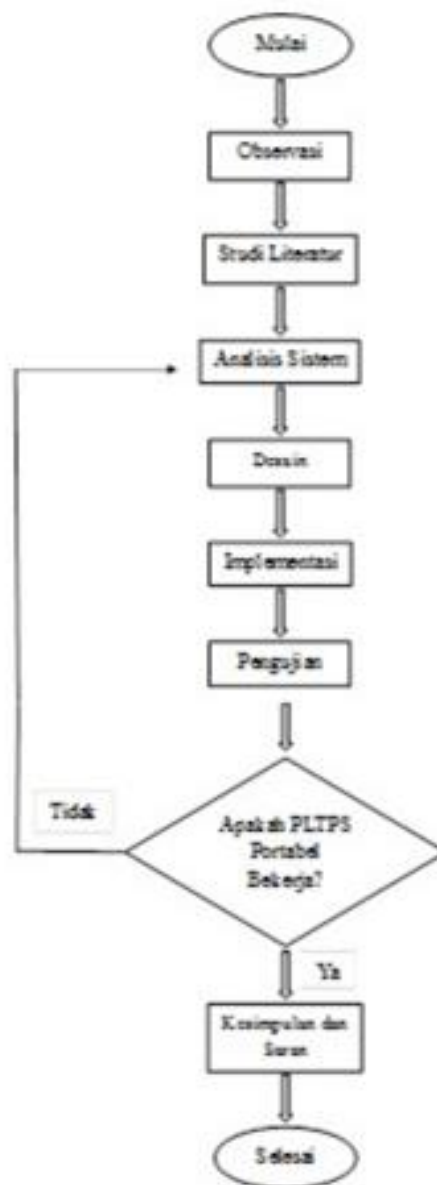
Gambar 1 Desain PLTPS
Sumber: (Keta, 2012)

Pasang surut atau tidal energy adalah termasuk dari energi yang terbarukan yang memiliki prinsip yang sama dengan pembangkit listrik tenaga air, dimana air digunakan untuk memutar turbin dan kemudian akan menghasilkan energi listrik. Energi didapat dari hasil pemanfaatan variasi permukaan laut terutama disebabkan oleh efek gravitasi bulan, dikombinasikan dengan rotasi bumi dengan menangkap energi yang terkandung dalam perpindahan massa air yang diakibatkan oleh pasang surut.

Pasang surut air laut merupakan suatu fenomena alam dengan adanya pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala oleh karena adanya gaya gravitasi antara bumi dan bulan serta matahari yang menyebabkan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pasang surut dan arus yang dibangkitkan pasang surut sangat dominan dalam proses sirkulasi massa air di perairan pesisir.

2. Metodologi

Pada metode penelitian ini akan dijelaskan menggunakan diagram alir (flow chart) untuk membantu proses analisis terhadap pemecahan masalah. Diagram alir (flow chart) merupakan gambaran secara grafik yang terdiri dari simbol-simbol yang menyatakan urutan kegiatan yang dijalani dalam melakukan penelitian. Berikut merupakan diagram alir penelitian:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Berdasarkan diagram alir (flow chart) di atas, penelitian ini dimulai dengan observasi, studi literatur, analisis, desain, implementasi, dan pengujian. Sehingga akan diketahui apakah PLTPS bekerja dengan baik atau belum. Jika telah selesai maka dapat diketahui kesimpulan dan saran, apabila belum maksimal akan dilakukan observasi ulang.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian pada rancang bangun prototipe PLTPS Portabel ini dilakukan di tepi pantai ataupun muara, dimana ketika air laut sedang pasang PLTPS ini bisa ditempatkan di tepi pantai.



Gambar 3. Kondisi Air Laut Ketika Pasang

Sedangkan ketika air laut sedang surut, PLTPS Portabel ini bisa ditempatkan di muara laut. PLTPS Portabel ini ditempatkan dengan cara menanamkan kaki statis.



Gambar 4. Muara Laut ketika Air Laut sedang Surut

Ujicoba dilakukan pada kincir, karena kincir digunakan untuk menangkap aliran arus laut ataupun arus muara yang akan menghasilkan energi mekanik atau gerak. Ketika kincir bergerak atau berputar, maka dapat dilakukan perhitungan RPM dan Voltase pada generator

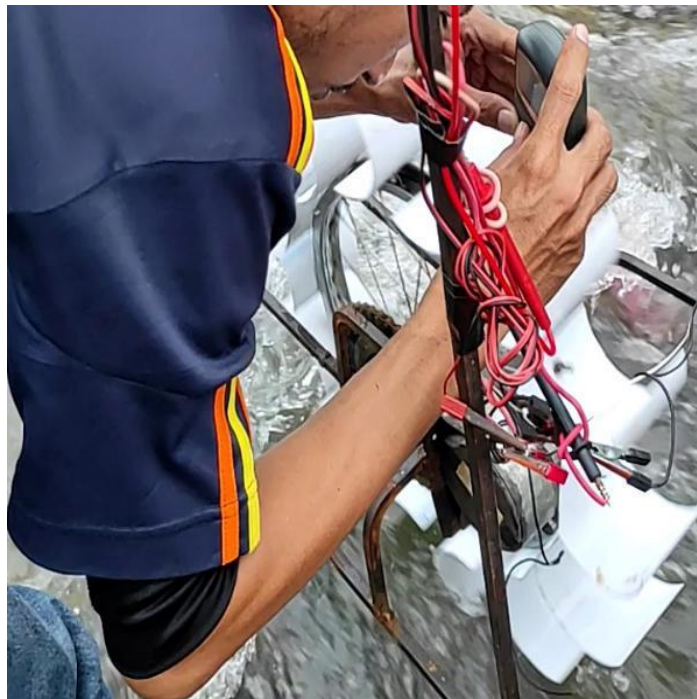
Pengukuran Rotation Per Minute (RPM)

Pengukuran RPM dilakukan dengan menggunakan alat tachometer dengan cara dipasangkannya penanda pada sumbu generator yang tersambung ke kincir melalui gear box, selanjutnya dilakukan pengujian langsung pada PLTPS Portabel, pengujian dilakukan dengan cara menempatkan kaki statis di tepi pantai ataupun muara.



Gambar 5. Pengukuran RPM di Tepi Pantai

setelah itu akan kincir berputar karena ditimpa arus air laut ataupun air muara, saat kincir beputar, kincir juga akan memutar generator melalui gir box, ketika egenerator berputar maka tekan tombol test pada tachometer selama beberapa detik, setelah itu hasil putara RPM akan diketahui.



Gambar 6. Proses Pengukuran RPM di Muara

Tabel 1. Hasil Pengukuran RPM

Percobaan	Pantai	Lampu	Muara	Lampu
1	250	Terang	226.2	Terang
2	175	Redup	284.4	Terang
3	412.5	Terang	191.4	Terang
4	300	Terang	121.7	Redup
5	350	Terang	137.4	Redup
6	325	Terang	138.2	Redup
7	237.5	Terang	137.6	Redup
8	225	Terang	203.6	Terang
9	187.5	Redup	198.2	Terang
10	200	Redup	215.8	Terang

Pengukuran RPM di tepi pantai dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$= 3.3 / 12 \times 1500 \text{ RPM}$$

$$= 413 \text{ RPM}$$

Dari perhitungan rumus di atas menunjukkan bahwa RPM tertinggi diperoleh 413 RPM, dan lampu LED yang digunakan sebagai beban menyala terang. RPM tertinggi yang dihasilkan pada tabel 1 di atas yaitu 413 RPM di tepi pantai dan 284.4 RPM di muara, sedangkan spesifikasi RPM maksimal dari generator adalah 1500 RPM.

Pengukuran Voltase atau Tegangan

Pengukuran Tegangan dilakukan dengan menggunakan alat multimeter digital dengan cara multimeter disambungkan ke generator dan beban atau lampu. Selanjutnya dilakukan pengujian langsung pada PLTPS Portabel, pengujian dilakukan dengan cara menempatkan kaki statis muara ataupun di tepi pantai, setelah itu akan kincir berputar karena ditimpa arus air laut ataupun air muara, saat kincir beputar, kincir juga akan memutar generator melalui gir box, ketika egenerator berputar maka voltase atau tegangan dari generator akan diketahui.



Gambar 7. Pengukuran Tegangan di Tepi Pantai saat Air Laut Pasang



Gambar 8. Proses Pengukuran Tegangan di Muara saat Air Laut Surut Tabel 2. Hasil Pengukuran

Percobaan	Pantai	Lampu	Muara	Lampu
1	2.0 V	Terang	2.6 V	Terang
2	1.4 V	Redup	1.6 V	Redup
3	3.3 V	Terang	1.3 V	Redup
4	2.4 V	Terang	1.7 V	Redup
5	2.8 V	Terang	1.5 V	Redup
6	2.6 V	Terang	2.1 V	Terang
7	1.9 V	Terang	2.3 V	Terang
8	1.8 V	Terang	2.2 V	Terang
9	1.5 V	Redup	2.4 V	Terang
10	1.6 V	Redup	2.5 V	Terang

Pembahasan

Hasil dari ujicoba bisa disimpulkan bahwasanya PLTPS Portabel bisa menghasilkan keluaran yang dapat menyalakan lampu. Ujicoba dilakukan langsung di tepi pantai ketika air laut sedang pasang dan di muara laut ketika air laut sedang surut. Pengukuran yang dilakukan yaitu pengukuran RPM (Rotation Per Minute) dan tegangan (Voltase).

Dapat diketahui hasil ujicoba di tepi pantai ketika air laut sedang pasang, diperoleh Tegangan tertinggi 3.3 V, sedangkan RPM tertinggi adalah 413 RPM dimana beban lampu LED menyala terang. Adapun hasil ujicoba di muara ketika air laut sedang surut, diperoleh Tegangan tertinggi 2,6 V sedangkan RPM tertinggi adalah 284.4 dimana beban lampu LED menyala terang.

Hasil ujicoba di tepi pantai, tegangan dan RPM yang dihasilkan lebih tinggi dari pada di muara, karena air laut memiliki densitas atau kepadatan daripada air muara, namun kincir tidak berputar secara konstan. Adapun hasil ujicoba di muara tegangan dan RPM yang dihasilkan lebih rendah dari pada di tepi pantai, dan kincir berputar konstan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian dalam merancang dan membangun PLTPS (Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut) Portabel ini, maka bisa disimpulkan:

1. Dari hasil ujicoba di tepi pantai, tegangan dan RPM yang dihasilkan lebih tinggi dari pada di muara, karena air laut memiliki densitas atau kepadatan daripada air muara, namun kincir tidak berputar secara konstan. Adapun hasil ujicoba di muara tegangan dan RPM yang dihasilkan lebih rendah dari pada di tepi pantai, dan kincir berputar konstan. Oleh karena itu diperlukan adanya pembaruan kincir, agar kincir bisa berputar konstan di tepi pantai ataupun di muara.
2. Hasil ujicoba di tepi pantai ketika air laut sedang pasang, diperoleh Tegangan tertinggi 3.3 V, sedangkan RPM tertinggi adalah 413 RPM. Adapun hasil ujicoba di muara ketika air laut sedang surut, diperoleh Tegangan tertinggi 2,6 V sedangkan RPM tertinggi adalah 284.4..

Referensi

- [1] Lusi, M. A., Sahupala, P., Wullur, C. W., Parenden, D., Rahangmetan, K. A., & Sariman, F. (2020). Studi Pemanfaatan Pasang Surut Air Laut untuk Pembangkit Daya. *MJEME*, 2(2), 44-49.
- [2] Zainuddin, & Ervianto, E. (2016). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Laut di Perairan Kabupaten Karimun Kepulauan Riau. *JOM FTEKNIK*, 3(1), 1-8.
- [3] Sangari, F. J. (2014). Perancangan Pembangkit Listrik Pasang Surut Air Laut. *Teknologi dan Kejuruan*, 187-193.
- [4] Tangaran, B., & Calvin Pascal, H. (2019). Analisis Variasi Jumlah Sudu pada Kincir Air Arus Bawah sebagai Tenaga Irisgasi Skala Laboraturium. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat*, 204-205.
- [5] Al Ghifari, H., Budi Prasetyawan, I., & Atmojo, W. (2017). Kajian Potensi Energi Pasang Surut di Pantai Waru Doyong Kabupaten Banyuwangi. *OSEANOGRAFI*, 6(3), 457-466
- [6] Supian, B., Suhendar, & Fahrizal, R. (2013). Studi Pemanfaatan Arus Laut sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif di Wilayah Selat Sunda. *SETRUM*, 2(1), 49-57.
- [7] Hoirudin, Iksan. 2019. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Portable pada Aliran Air Horizontal. Skripsi. Probolinggo: Universitas Panca Marga
- [8] *Listrikindonesia.com*. 2020. Mengenal Pembangkit Tenaga Tidal. Diakses 20 Juni 2022, dari https://listrikindonesia.com/mengenal_pembangkit_listrik_tenaga_tidal_4869
- [9] *Ebtke.esdm.go.id*. 2011. Pengembangan Energi Arus Laut. Diakses 19 Juni 2022, dari <https://ebtke.esdm.go.id/post/2011/04/25/138/pengembangan.energi.arus.alut>
- [10] *Advenersia.com*. 2021. Cara Menghitung Presentase Rumus Persen. Diakses pada 17 Mei 2022, dari <https://www.advenersia.com/blog/matematika/cara-menghitung-persentase/>
- [11] *Zenius.net*. 2022. Gaya Gerak Listrik Induksi - Pengertian, Rumus, & Penerapan. Diakses pada 2 Juni 2022, dari <https://www.zenius.net/blog/ggl-induksi/>