

Pengaruh Ketinggian dan Panjang Saluran Air Laut terhadap Daya yang Dihasilkan pada Prototype *Tidal Barrage*

Bima Sakti ¹⁾ Nur Rani Alham ²⁾ Ahmad Nur Fajri ³⁾ Ilham Rizal Ma'rif ⁴⁾

Universitas Mulawarman

Jl. Sambaliung no.9 Kampus Gunung Kelua Samarinda– Indonesia
Telp. 0541 749315 Fax. 0541 736834, Email: sakti27bima@gmail.com

Received: May 2020; Accepted: September 2020; Published: November 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.30649/j-eltrik.v2i2.97>

Abstrak

Kebutuhan energi listrik di Indonesia sangatlah penting mengingat keterbatasan sumber daya alam dan minimnya tenaga kerja membuat Indonesia sangat butuh peningkatan pembangkit listrik. Salah satu sumber energi yang dapat di konversi menjadi energi listrik adalah pasang surut air laut menggunakan metode *tidal barrage*. Penerapan Energi ini masih sangat sedikit di Indonesia tetapi ada beberapa wilayah yang berpotensi untuk diterapkannya pembangkit tersebut . Pembangkit listrik ini memanfaatkan energi tenaga pasang surut air laut untuk energi potensial yang terkandung dalam perbedaan tinggi dan rendahnya air laut karena fenomena alam yang terjadi dengan cara menjebak air pada bendungan dan kemudian menggerakkan turbin air yang dihubungkan dengan generator agar dapat menghasilkan energi listrik. Terkait dengan berapa output daya yang dihasilkan dapat diketahui dengan cara melihat pada ketinggian berapa level air yang menggerakkan turbin. Pembangkit ini termasuk jenis pembangkit ramah lingkungan karena dapat meminimalisir kerusakan ekosistem alam dan bendungan, dapat dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas. Untuk lebih mudah memahami metode ini maka perlunya dibuat prototype untuk mengetahui berbagai factor yang mempengaruhi daya yang dihasilkan pada pembangkit ini. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa prototype Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut menggunakan metode tidal barrage pada ketinggian air pasang maksimum 26 cm dapat membangkitkan arus sebesar 0,068 watt pada saat tidak diberi beban dan 0,061 watt pada saat diberi beban LED 1,7 V dan 30 mA. Didapatkan juga hasil pada panjang saluran air maksimal 20 cm dapat membangkitkan daya sebesar 0,059 watt.

Kata Kunci: terbarukan, tidal, *barrage*, energi, laut.

Abstract

The need for electricity in Indonesia is very important considering the limited resources and the lack of manpower, making Indonesia desperately need to increase electricity generation. One source of energy that can be converted into electrical energy is tidal barrage using the tidal barrage method. The application of this energy is still very small in Indonesia but there are a number of areas that have the potential to be implemented by the power plant. Tidal power plants that utilize the potential energy contained in the differences in tides and tides of sea water by trapping water in dams and then moving water turbines and when the water turbine is connected to a generator can produce electrical energy. Related to how the output

of the generated power can it is known by looking at what height the water level drives the turbine. This type of power plant is environmentally friendly because it does not damage the natural ecosystem and the dam can be used for various activities. To better understand this method, it is necessary to make a prototype to find out what effects need to be considered on this plant. From the results of the study it was found that the prototype of the Seawater Tidal Power Plant using the tidal barrage method at a maximum tidal height of 26 cm can generate currents of 0.068 watts when not under load and 0.061 watts when underloaded with 1.7 V and 30 mA LED . The result is that the maximum length of the water channel is 20 cm can generate 0.059 watts of power.

Keywords: *renewable, tidal, barrage, energy, sea*

I. PENDAHULUAN

Energi di Indonesia bisa dikatakan sebagai suatu hal yang sangat dibutuhkan dan penting. Ketersediaan energi merupakan salah satu hal yang menunjang tergantungnya keperluan hidup manusia. Mengubah energi ke dalam bentuk lain adalah prinsip darai pemanfaatan energi [1]. Salah satu yang bisa dikatakan berpotensi berpotensi di Indonesia ialah pasang surut air laut.

Penggunaan energi pada pembangkit pasang-surut air tidak sedikit dikembangkan di negara-negara benua eropa, amerika dan australia dengan kapasitas lebih dari 1 MW [4]. Karena Energi laut bisa memenuhi hingga 4 kali kebutuhan energi di dunia. Hal tersebut dihitung dari luasan laut mencapai 70% dari permukaan bumi [5]. Walaupun penelitian masih terus dilakukan untuk mendapatkan teknologi yang baik dalam mengubah energi pasang surut air laut menjadi listrik, saat ini ada alternatif teknologi yang dapat diterapkan. Salah satu alternatif teknologi itu adalah dengan metode *Tidal Barrige*.

Dalam sejarahnya, di Eropa dan pantai timur Amerika Utara pernah menggunakan energi pasang surut berbentuk turbin, kemudian diubah menjadi energi mekanik lalu digunakan untuk menggiling gandum. Pembangkit tersebut dibuat di Eropa. Kemudian pada abad ke 19, cara ini digunakan untuk menghasilkan listrik. Sekala besar pembangkit listrik tenaga

pasang surut pertamakali di dunia yaitu *Rance Tidal Power Station* berada di Prancis dan mulai produksi sejak tahun 1966 [3].

Berdasarkan beberapa penelitian, energi tidal mampu memberikan energi dengan jumlah yang tidak kecil. Bahkan ada sumber yang menyatakan potensi energi ini bisa mencapai 450 TWh. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa daerah atau tempat di Indonesia yang memiliki potensi energi pasang surut, yaitu: Bagan Siapi-api, Teluk Bima di Sumbawa Teluk Palu, , Kalimantan Barat, Irian Jaya, Pantai selatan di Pulau Jawa. Namun daerah yang dinilai cocok untuk penerapn pembangkit ini yaitu di daerah Bagan Siapi-api dan Irian Jaya karena memiliki beda tinggi pasang surut yang cukup tinggi [2].

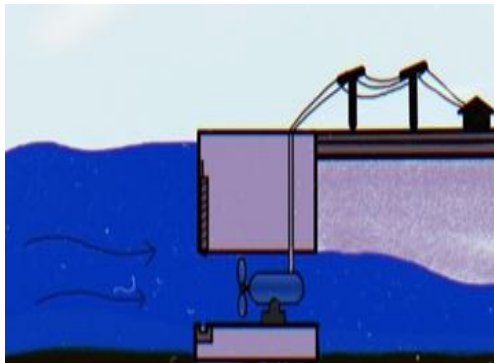
Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini antara lain:

Setelah menentukan lokasi perencanaan bendungan, maka pembangunan bendungan yang direncanakan adalah sepanjang 4.51 km di Pelabuhan Sema yang, Balikpapan dan Pantai Nipah-Nipah, Penajam Paser Utara. Bendungan ini memiliki lebar 27 m dan ketinggian antara pasang dan surut 2,9 m dan menghasilkan daya hingga sebesar 18 kilowatt [1].

Uji Coba dan rancangan Prototipe Pembangkit Listrik Pasang Surut yang bertempat di Sulawesi Utara. Setelah dianalisa jika dibuatkan waduk pembangkit listrik tenaga pasang surut dengan luas

1800 m² di muara sungai Mangatasik sebagai tempat lokasi penelitian, dapat menghasilkan energi sebesar 85,5 6 kiloJoule ketika pasang surut dan menghasilkan daya listrik sebesar 30,38 Kw [3].

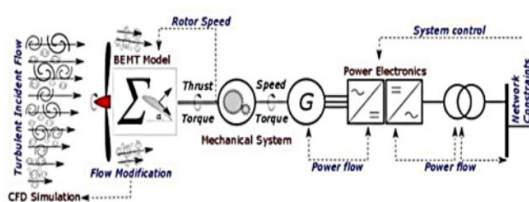
Pada Aliran Sungai Pengujian Sudu Rata Prototipe Turbin Air Terapung. Hasil dari penelitian ini yaitu merancang dan menguji coba prototipe pembangkit listrik menggunakan turbin terapung yang diuji di Kabupaten Langkat, Sumatra Utara. Dengan menghasilkan daya hingga 115Watt dan putaran sampai 1030 rpm [3].



Gambar 1. Ilustrasi tidal *barrage*

Dari berbagai studi literatur yang didapatkan, penelitian kami ini akan fokus pada pembuatan prototipe tidal *barrage* serta energi yang dihasilkannya sehingga kami dapat menganalisa hal hal yang berpengaruh dalam penerapan pembangkit ini

Pada intinya pembangkit ini memanfaatkan pasang surut dengan cara menjebak air pasang kemudian akan menghasilkan arus air yang kecepatannya akan menggerakkan turbin disertai perputaran rotor generator sehingga menghasilkan energy listrik.



Gambar 2 Konfigurasi sistem *Tidal Barrige* [2]

Tabel 1 membenarkan bahwa ketinggian air pasang pada basin dapat mempengaruhi kecepatan air yang masuk pada *gate* atau saluran yang berhubungan dengan turbin. Dapat kita lihat salah satu data penelitian lain yaitu air yang melewati pada turbin dengan kecepatan 408m³/sec dapat menggerakkan turbin dengan kecepatan 50 rpm dan dapat menghasilkan daya mencapai 50 GWh.

Tabel 1. Daya listrik terbangkit di beberapa Negara

| Tempat | Ketinggian Maksimal Pasang | Daya Terbangkit |
|-----------------|----------------------------|-----------------|
| Indonesia (NTT) | 3,5 meter | 23 MW |
| Korea Selatan | 8,39 meter | 3,2 MW |
| Prancis | 13,5 meter | 240 MW |
| Canada | 5 meter | 20 MW |
| China | 8,3 meter | 3,2 MW |

II. METODE PENELITIAN

Perancangan alat ini dibuat berdasarkan pengamatan pembangkit energi laut yang ada di Indonesia menggunakan 3 teknologi yang sudah ada tetapi penelitian ini melakukan perancangan alat menggunakan *Tidal Barrage* yang prinsip kerjanya lebih sederhana pasang surutnya dapat menggerakkan turbin dan memicu pergerakan generator yang kemudian menghasilkan energi listrik.

$$E_{\max} = b \times g \times H^2 \times S \dots \dots \dots (1)$$

$$= 1,03 \times 9,8 \times 0,27^2 \times 1254$$

$$= 9,22 \text{ Joule}$$

$$P = f \times Q \times H \dots \dots \dots (2)$$

$$= 0,8 \times 1,79 \times 0,27$$

$$= 0,38 \text{ watt}$$

Keterangan

E_{max} : Jumlah energy yang maksimal dapat diperoleh per siklus

b : Berat jenis air laut ($1,3\text{kg/m}^3$)

g : Gravitasi (m/s^2)

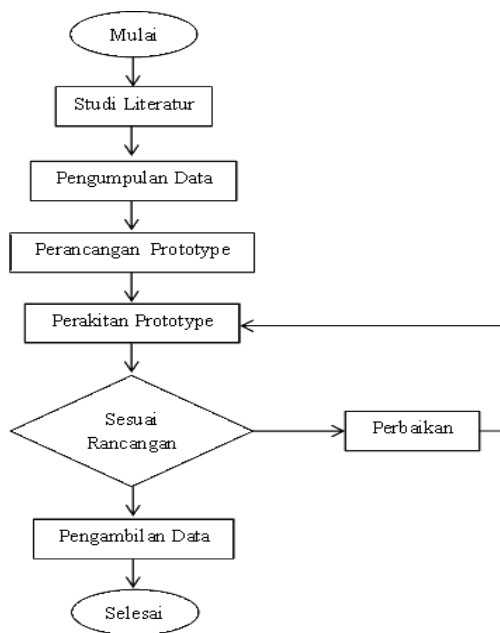
H : Tinggi pasang terbesar (m)

S : Luas waduk rata rata (m^2)

Q : Debit air (m^3/s)

F : Factor efisiensi (0,7-0,8)

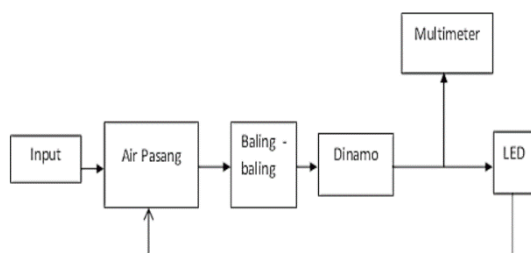
P : Daya (Watt)



Gambar 3. Flowchart Penelitian

Prototype Tidal Barrage

Proses kerja pada *prototype* teknologi *tidal Barrage* mengonversi energi pasang surut air laut menjadi energi listrik melalui tahap tertentu. Prototype ini menggunakan perbandingan dengan skala 1: 15 yang skala sebenarnya di ambil dari *Annapolis Royal Generation Station* di Canada.



Gambar 4. Blok Diagram *Prototype*

Komponen Prototype Tidal Barrage**1. Baling – Baling**

Komponen ini digunakan untuk menghasilkan perputaran ketika dilalui arus air . baling baling ini memiliki diameter 4 cm dan memiliki 6 jumlah sudu ,baling baling kami buat berbahan dasar besi atau logam yang dibentuk.

2. Dinamo

Dinamo yang digunakan adalah dynamo jenis EG-530 AD-2B 32 mm dengan tegangan maksimal 12 V, kecepatan putar 2400 rpm, arus keluaran 200 mA. Komponen ini berfungsi sebagai penghasil energi listrik yang akibat pergerakan rotor dinamo.

3. LED

LED yang digunakan adalah jenis standar berwarna merah , arus 30mA dan tegangan 1,7 V. Komponen ini berfungsi sebagai output atau beban untuk mengetahui berhasil atau tidaknya metode tersebut menghasilkan energi listrik.

4. Kabel

Kabel yang digunakan ialah kabel 0,8 mm. Kabel ini digunakan sebagai penghubung anoda dan katoda LED ke dinamo

5. Kawat besi

Kawat Besi ini digunakan sebagai penghubung antara baling – baling dengan rotor dinamo

6. Multimeter

Alat ini digunakan untuk mengukur tegangan yang dihasilkan dinamo.

7. Gabus

Gabus ini berukuran 108 x 71 cm. Gabus digunakan sebagai wadah bendungan tempat penampungan air

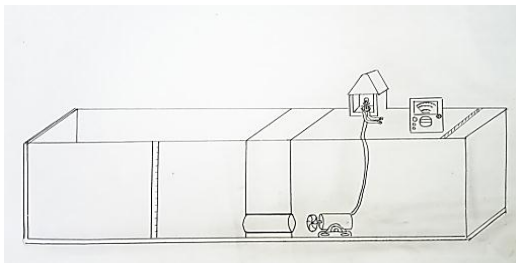
8. Pipa atau selang air

Pipa diameter 5 cm digunakan sebagai tempat saluran air yang melalui turbin dan tempat bodi dinamo.

Prinsip kerja prototype Tidal Barrage:

1. Volume air ditambah untuk mensimulasikan ketika air pasang, ketika volume

- air di luar penampungan lebih besar dibandingkan didalam penampungan sehingga air akan mengalir masuk.
2. Baling – baling akan berputar disebabkan oleh arus air dari luar masuk kedalam penampungan.
 3. Perputaran baling baling dibawah bendungan memicu pergerakan rotor pada dynamo.
 4. Perputaran rotor dinamo dapat menghasilkan tegangan dan arus listrik sehingga menyebabkan lampu LED menyala.
 5. Kemudian dihitung berapa tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh output LED tersebut menggunakan multimeter sesuai dengan rangkaian.



Gambar 5. *Prototype Tidal Barrage*

A. Perancangan Prototype

Merancang pemodelan prototype meliputi merancang bentuk sistem yang sesuai dengan PLTPS dengan skala yang lebih kecil dari sistem bendungan atau penampungan air dengan volume kedua sisi. Kemudian sistem perputaran baling baling dan generator yang akan menghasilkan arus, tegangan dan daya.

B. Pengumpulan Alat dan Bahan

Pengumpulan alat dan bahan meliputi mencari disekitar yang diperlukan untuk membuat prototype dimulai dengan mengumpulkan gabus sebagai penampung air, pipa, dinamo, seng bekas, led, kabel, selang serta alat bahan penunjang lainnya seperti lem, isolasi dan sebagainya.

C. Merakit Desain Pemodelan

Merakit desain pemodelan meliputi menghubungkan kedua gabus dengan pipa

saluran air, merakit dinamo yang tidak kemasukan air, kabel terhubung dengan LED, bentuk kipas atau baling baling, posisi turbin depan saluran air dan pemodelan semua posisi dengan sempurna.

D. Mengamati dan Mencatat Hasil Pengamatan

Mengamati apakah sistem dapat berjalan dan sesuai yang diharapkan. Setelah sesuai yang diharapkan selanjutnya monitoring arus dan tegangan yang dihasilkan menggunakan multimeter digital. Jika telah berjalan catat yang dihasilkan oleh multimeter. Perhitungan daya Arus dan Tegangan yang dihasilkan, persamaan rumusnya dapat dijabarkan seperti ini:

Perhitungan Daya :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(3)$$

Diketahui :

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = arus (Ampere)

Perhitungan Debit Air

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(4)$$

Diketahui :

Q = Debit Air (m^3/s)

V = Volume (m^3)

t = Waktu (s)

Perhitungan Kecepatan Air

$$v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(5)$$

Diketahui :

Q = Debit Air (m^3/s)

v = Kecepatan Air (m/s)

A = Luas Lingkaran Saluran Air (m^2)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan pertama dilakukan dengan tanpa menggunakan beban dan dengan menggunakan beban memakai beberapa parameter ketinggian air atau dalam volume yang berbeda beda dengan menggunakan panjang saluran air yang sama yaitu 20 cm. Kemudian pengukuran juga

dilakukan berdasarkan panjang saluran air untuk mengetahui pengaruh panjang tersebut terhadap daya yang dihasilkan. Serta, multimeter sebagai alat pengukur dari *output* yang dihasilkan oleh pembangkit tersebut. Sebelum itu terdapat nilai kecepatan dan debit air yang dihasilkan oleh saluran air dan Penampung air tersebut. Nilai tersebut dapat di cari melalui perhitungan.

Debit Air dan Kecepatan Air Pada Saluran Air:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{718,2}{400} = 1,79 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times 0,02^2$$

$$= 0,062 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{1,79}{0,062} = 28,5 \text{ m/s}$$

Tabel 2. Data Hasil Pengujian (Tanpa beban)

| Air Pasang (cm) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) |
|-----------------|--------------|----------|----------|
| 26 | 1,1 | 0,062 | 0,068 |
| 24 | 1 | 0,060 | 0,060 |
| 22 | 1 | 0,057 | 0,057 |
| 20 | 0,8 | 0,033 | 0,026 |
| 18 | 0,7 | 0,043 | 0,030 |

Tabel 3. Data Hasil Pengujian (Menggunakan Beban)

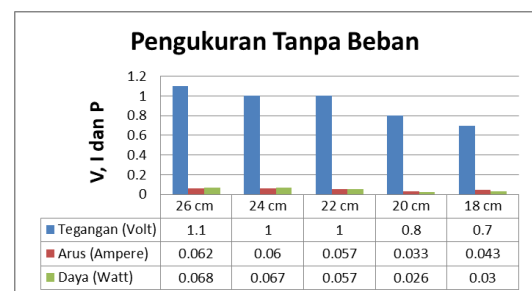
| Air Pasang (cm) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) |
|-----------------|--------------|----------|----------|
| 26 | 1 | 0,061 | 0,061 |
| 24 | 1 | 0,053 | 0,053 |
| 22 | 0,9 | 0,039 | 0,035 |
| 20 | 0,8 | 0,027 | 0,021 |
| 18 | 0,7 | 0,012 | 0,001 |

Selanjutnya dilakukan pengukuran berdasarkan panjang saluran air. Pengukuran ini dilakukan dari semua kelima percobaan dilakukan pada level ketinggian air yang sama yaitu mengambil ketinggian

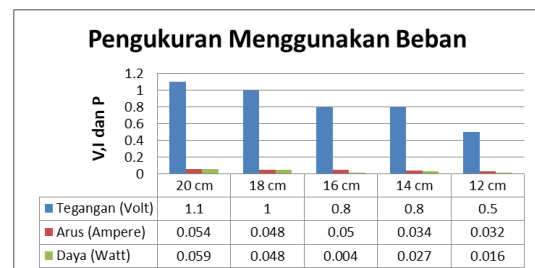
air maksimal 26 cm dengan panjang saluran berbeda beda.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Berdasarkan Panjang Saluran Air

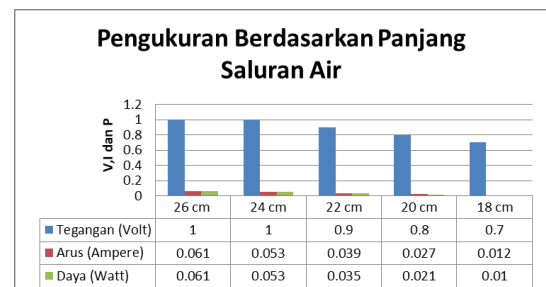
| Panjang Saluran Air (cm) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) |
|--------------------------|--------------|----------|----------|
| 20 | 1,1 | 0,054 | 0,059 |
| 18 | 1 | 0,048 | 0,048 |
| 16 | 0,8 | 0,050 | 0,040 |
| 14 | 0,8 | 0,034 | 0,027 |
| 12 | 0,5 | 0,032 | 0,016 |



Gambar 6. Grafik pengukuran tanpa beban



Gambar 7. Grafik pengukuran menggunakan beban



Gambar 8. Grafik pengukuran berdasarkan panjang saluran air

Dari Tabel 2 tersebut dapat dilihat beberapa hasil yang berbeda beda seperti

pada pengambilan data dari ketinggian air maksimum hingga hingga berkurang sedikit demi sedikit maka tegangan dan juga arusnya juga ikut berkurang. Perbedaan ini tentu disebabkan oleh ketinggian air yang berbeda pula. Adanya hasil yang sama salah satu penyebabnya ialah perputaran rotor tidak selalu stabil. Dari table 3 dapat pula dilihat bahwa pada saat pengukuran tanpa beban akan menghasilkan tegangan dan arus yang lebih besar dibandingkan menggunakan beban. Selain itu pada table 4 bisa dilihat adanya penurunan hasil pembacaan ketika panjang saluran air dikurangi atau dipendekkan.

Setelah didapatkan beberapa hasil pengukuran dapat dilihat bahwa pada ketinggian maksimum belum bisa mencapai sesuai target dikarenakan beberapa factor yaitu diantaranya bentuk turbin atau baling baling yang kami gunakan belum maksimal dan penempatan jarak dari generator dengan turbin dan saluran air yang terlalu dekat akan menghambat sedikit dari lair air yang keluar karena akan memantul kembali ke segala arah sehingga dapat mengganggu perputaran turbin atau generator. Selain itu kecepatan air yang keluar dari saluran air juga berpengaruh terhadap kurang maksimalnya daya yang dihasilkan

Dari beberapa hasil pengukuran yang telah dilakukan, dapat ditentukan efisiensinya dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{out} / P_{in} \times 100\%$$

Pengukuran tanpa beban

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= 1,173 / 0,38 \times 100\% \\ &= 3,08 \% \end{aligned}$$

Pengukuran menggunakan beban

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= 0,844 / 0,38 \times 100\% \\ &= 1,15 \% \end{aligned}$$

Pengukuran panjang saluran air

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= 2,9 / 0,38 \times 100\% \\ &= 7,63 \% \end{aligned}$$

IV. SIMPULAN

1. *Prototype* ini dibuat berdasarkan spesifikasi tersebut, pengukuran tanpa beban dapat menghasilkan maksimal tegangan 1,1 V dan arus 0,062 A. Sedangkan dengan menggunakan beban dapat menghasilkan hingga 1 V dan arus 0,061 A. Selanjutnya dengan memperhitungkan panjang saluran air yaitu menghasilkan tegangan 1,1 V dan arus 0,054 A yaitu menggunakan panjang maksimal.
2. Volume air mempengaruhi jumlah debit air. Jumlah debit air mempengaruhi seberapa cepatnya aliran pada saluran air dan laju atau kecepatan saluran air ini yang digunakan turbin untuk menggerakkan motor yang kemudian menghasilkan Tegangan, Arus dan daya jadi dapat disimpulkan bahwa tekanan yang dihasilkan akan mempengaruhi output-nya atau dengan kata lain semakin tinggi air (volume banyak) maka semakin banyak pula output yang dihasilkan.
3. Hal lain yang juga mempengaruhi output yang dihasilkan ialah panjang dari saluran air, semakin panjang saluran air yang digunakan tentu kecepatan air yang dihasilkan pun semakin laju atau cepat.
4. Adapun faktor - faktor yang mempengaruhi efisiensi atau perbandingan P_{in} dan P_{out} yaitu diantaranya bentuk turbin yang belum maksimal, posisi generator dan turbin kurang tepat dan kecepatan air yang kurang maksimal.
5. PLTPS ini bisa diterapkan di Indonesia yang memiliki pantai dengan ketinggian pasang surut yang baik dan harapannya ini juga bisa menjadi alternatif lain supaya tidak harus selalu berpatokan pada sumber energi lainnya.

V. RUJUKAN

- [1] I.M. "Susanto. *Studi Karakteristik Energi Listrik Yang Dihasilkan*

- Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) Metode Pelampung Dengan Variasi Dimensi Pelampung Dan Panjang Lengan*". Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. 2015.
- [2] M.Z. Zainol, N. Ismail, I. Zainol, A. Abu, dan W. Dahalan. "A Review On The Status OF Tidal Energy Technology Worldwide". UTM Skudai, Johor. Malaysia. 2017.
- [3] A.R. Baihaqiy. "Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut Di Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Kota Semarang". Universitas Negri Semarang. 2017.
- [4] R. Danny. "Desain Lambung Pontoon pada Pembangkit Listrik Energi Arus Laut". Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. 2016.
- [5] W.N. Aris. "Studi Kelayakan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut di Balikpapan". Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. 2015