

# STUDI POTENSI PEMBANGKIT ENERGI LISTRIK TERBARUKAN ARUS LAUT DI WILAYAH LAUT JENEPONTO

Misbahul Khair<sup>1</sup>, Udin Sidik Sidin<sup>2</sup>, Haripuddin<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar  
[1misbahulkhair97@gmail.com](mailto:misbahulkhair97@gmail.com)

## ABSTRAK

Penelitian ini didasarkan atas pengembangan energy listrik terbarukan yang dimana menjadi solusi atau alternative pembangkit listrik sumber energy fosil yang menyebabkan berbagai dampak. Penelitian bertujuan untuk mengetahui potensi pembangkit listrik energy terbarukan arus laut di wilayah laut Jeneponto dengan menggunakan data kecepatan arus laut dan di wilayah laut Jeneponto Kelurahan Pabiringa Kecamatan Binamu. Untuk mengetahui daya yang akan dihasilkan dibutuhkan jenis turbin yang efisiensinya sesuai dengan kecepatan arus laut. Data yang digunakan berasal dari data Stasiun BMKG Makassar. Kecepatan rata-rata minimum arus laut pada kedalaman 10 meter adalah 13,3 cm/s (0,13 m/s) dan kecepatan rata-rata maksimum adalah 27 cm/s (0,27 m/s). Penelitian ini menggunakan permodelan turbin Gorlov yang sudah pernah diteliti sebelumnya. Setelah mendapatkan data yang diperlukan maka dilakukanlah perhitungan berdasarkan rumus dan juga spesifikasi dan ketetapan nilai pada turbin Gorlov. Daya yang didapatkan sebesar 60 watt merupakan potensi batas daya minimum yang diperoleh dari perhitungan kecepatan arus laut pada kedalaman 10 meter sedangkan daya yang didapatkan sebesar 537,69 Watt merupakan potensi batas daya maksimum yang diperoleh pada kedalaman 10 meter.

Berdasarkan hasil penelitian pembangkit listrik tenaga arus laut memiliki potensi untuk diterapkan di wilayah laut Jeneponto.

**Kata Kunci:** energi terbarukan, turbin gorlov, studi potensi, arus laut, pembangkit arus laut.

## PENDAHULUAN

Kebutuhan energi dunia terus mengalami peningkatan. Menurut proyeksi Badan Energi Dunia (*International Energy Agency-IEA*), hingga tahun 2030 permintaan energi dunia meningkat sebesar 45% atau rata-rata mengalami peningkatan sebesar 1,6% pertahun. Sekitar 80% kebutuhan energi dunia tersebut dipasok dari energi fosil (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral).

Indonesia sesungguhnya memiliki potensi sumber energi terbarukan dalam jumlah besar. Beberapa diantaranya bisa segera diterapkan di tanah air, seperti: bioethanol sebagai pengganti bensin, biodiesel untuk pengganti solar, tenaga panas bumi, mikrohidro, tenaga surya, tenaga angin, bahkan sampah/limbah pun

bisa digunakan untuk membangkitkan listrik. Hampir semua sumber energi tersebut sudah dicoba diterapkan dalam skala kecil di tanah air (Lubis, Energi Terbarukan dalam Pembangunan Berkelanjutan, 2007)

Salah satu langkah kebijakan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) dalam menjawab isu nasional mengenai energi dengan diversifikasi energi adalah penganekaragaman penyediaan dan pemanfaatan berbagai sumber energi baru, salah satunya adalah sumber energi kelautan

Indonesia dengan total luas lautan hampir 8 juta km<sup>2</sup> berusaha untuk meningkatkan inventarisasi sumberdaya non hayati dimana salah satunya berupa potensi energi arus laut. Karena

lingkungan tektoniknya yang spesifik, Indonesia memerlukan perhatian khusus dalam mengkaji kapasitas data kelautannya. Oleh karena itu penelitian geosaintifik kelautan di Indonesia boleh dikatakan masih merupakan hal yang baru. Strategi ini bertujuan memperluas ragam aspek yang meliputi ekonomi, industri dan sumber daya alam. Penelitian dan pemetaan potensi energi arus laut merupakan salah satu upaya penting dalam mengeksplorasi sumber energi non konvensional dari laut (Ai & Masduki, 2011).

Di Indonesia sendiri masih banyak pulau-pulau kecil berpenghuni yang masih belum mendapatkan pasokan listrik, jika rata-rata mengandalkan tenaga diesel yang secara terus menerus harus dipasok dari luar pulau.

Setelah melakukan observasi di Stasiun BMKG tentang kecepatan arus di Sulawesi Selatan di dapatkan data mengenai beberapa daerah yang mungkin memiliki potensi energi arus laut. Daerah yang berpotensi memiliki arus yang kuat yaitu di daerah laut Jeneponto karena tidak terhalang oleh pulau kecil di sekitarnya (Mujahidin, 2020). Setelah mendapat informasi tersebut peneliti langsung melakukan observasi di lokasi yang akan diteliti.

## TINJAUAN PUSTAKA

### A. Energi

Energi adalah bagian utama untuk semua kegiatan makhluk hidup, termasuk manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya selalu memerlukan energi. Energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja, oleh karena itu sifat dan bentuk energi dapat berbeda sesuai dengan fungsinya. Kebutuhan konsumsi energi pada manusia dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok sektor, yaitu kelompok pembangkit listrik, pemakaian industri, transportasi, komersial dan rumah tangga.

### B. Daya

Untuk mendapatkan daya dari energi kinetik yang terdapat dari energi arus laut dibutuhkan turbin yang sesuai dengan kondisi keadaan di perairan Indonesia pada umumnya. Perbandingan efisiensi dan daerah operasi turbin arus laut dapat dilihat pada Tabel 1 (Novrinaldi, Haryanto, & Hanifah, 2011)

Turbin	Efisiensi (%)	Daerah Operasi (m/s)
Garman	15-18	> 0,5
Tyson	16	> 0,5
Savonius	19	> 2
SeaFlow	20	> 2
Darrieus	23	> 2
Gorlov	35	> 0,6
Verdant	43	>2

Tabel 1. Efisiensi dan Daerah Operasi Turbin Arus Laut

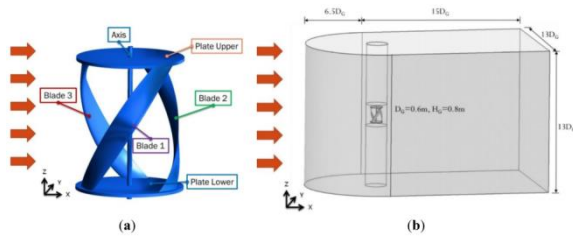
### C. Turbin Arus Laut

Fungsi utama turbin pada mesin penggerak adalah merubah arah gerak (tenaga mekanik) dari gerak translasi menjadi gerak rotasi. Turbin ini digerakkan (diputar) oleh suatu fluida kerja dengan tekanan yang besar. Adapun fluida kerja yang berperan dalam hal ini dapat berupa uap (air yang dipanaskan), gas (dapat berupa gas bumi yang langsung dieksploitasi dari dalam perut bumi, dapat pula berupa gas yang diproses lebih dulu) dan dapat berupa air suhu normal (dari aliran sungai, laut atau danau).

### D. Turbin Arus Laut

Salah satu turbin arus vertical adalah Turbin Gorlov Helikal adalah jenis turbin yang baru dikembangkan pada tahun 1995, mengubah energi kinetik yang di hasilkan oleh arus aliran menjadi energi mekanis/gerak putar, di temukan oleh Profesor Gorlov dari Northeastern University, jenis turbin ini diperuntukan untuk energi arus sungai (river energy),

energi arus laut (marine energy) dan energi arus pasang-surut (tidal energy)(Lopulalan, Sarwito, & Koenhardono, 2016).



Gambar 2.3. Turbin Gorlov

Beberapa kelebihan turbin arus gorlov antara lain (Gorban, Gorlov, & Silantyev, 2001):

1. Dapat beroperasi di laut Air pasang surut dan arussungai
2. Dapat berputar pada kecepatan air 0,6m/s,
3. Berputar tanpa fluktuasi, berputar pada satu arahsaja.

Adapun Spesifikasi permodelan dari turbin Gorlov yang digunakan sebagai berikut(Lopulalan, Sarwito, & Koenhardono, 2016) :

Tipe NACA Series 4 Digit0018

- |                      |             |
|----------------------|-------------|
| 1. JumlahBlade       | = 3Buah     |
| 2. Tinggiturbin      | = 3 meter   |
| 3. DiameterTurbin    | = 1 meter   |
| 4. PanjangChordBlade | = 0.5 meter |

Dalam Pembuatan model turbin arus laut gorlov untuk sudut helix atau sudut pada daun turbin dapat dipengaruhi oleh beberapa factor jumlah daun turbin, ketinggian turbin dan diameter dariturbin.

Analisa Gaya hidrodinamik terjadi karena aliran yang masuk ke blade turbin sehingga menghasilkan torsi yang mendorong blade sehingga turbin dapat berputar. Gaya hidrodinamik dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sifat fluida, kecepatan fluida, dan luas dari dimensi blade turbin. Rumus Umum yang digunakan untuk mencari Gaya hidrodinamik adalah sebagai berikut(Lopulalan, Sarwito, & Koenhardono, 2016):

$$F = 0.5 \times \rho \times v^2 \times c \times h \times Cl \quad (2.4)$$

dimana :

F= Gaya (N);

$\rho$ = rapat massa air (1.025kg/m<sup>3</sup>);

v= kecepatan arus (m/s).

c= Lebar Chord(0, 5m);

h= tinggi blade (3 m);

Cl= Coefisien Lift (1,86)

Dengan mendapatkan Gaya hidrodinamik maka dapat diperoleh perhitungan torsi sesuai persamaan berikut(Lopulalan, Sarwito, & Koenhardono, 2016) :

$$T = Fxr \quad (2.5)$$

dimana:

T= Torsi(Nm);

F= Gaya (N);

r = Panjang Lenganblade(m).

Setelah dilakukan analisa terhadap gaya pada blade maka dapat diketahui torsi yang dihasilkan dengan mengalikan besarnya gaya yang diterima oleh blade dengan jari-jari turbin. Setelah itu perhitungan daya dapat dicari dengan formula sebagai berikut(Lopulalan, Sarwito, & Koenhardono, 2016):

$$P = T \times RPM \quad (2.6)$$

$$RPM = \frac{\omega \times 60}{2\pi} \quad (2.7)$$

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (2.8)$$

Diformulasikan :

$$RPM = \frac{v \times 60}{r^2 \times 2\pi} \quad (2.9)$$

P = daya(Watt);

T= Torsi Poros Rotor;

$\omega$ = Kecepatan Anguler Turbin; dan

r = Jari jari blade turbin (0,5 m).

RPM= Satuan yang mewakili putaran turbin (rotasi per menit).

Pemilihan jenis turbin horizontal dan vertikal idealnya berdasarkan kondisi arus laut. Dan arus laut itu ditentukan beberapa faktor antara lain perbedaan temperatur antara permukaan dasar laut perbedaan salinitas antararea laut di sekitar situ target arus-arus lain dari

perairan sekitarnya yang mempengaruhi arah arus musiman di daerah tersebut.

Turbin *vertical axis* memiliki torsi yang kecil pada saat start dikarenakan adanya tahanan dari bilah turbin yang berseberangan dari bilah turbin yang mendapatkan gaya. Sehingga untuk mengantisipasi hal tersebut, turbin jenis ini memerlukan motor untuk start. Sebaliknya, turbin *horizontal axis* tidak membutuhkan motor penggerak awal karena tidak ada tahanan saat turbin mulai berputar.

Dari sisi desain dan manufaktur, turbin *vertikal axis* lebih sederhana dan lebih murah. Hal ini disebabkan oleh kemampuan turbin menerima gaya dari berbagai arah. Sehingga tidak diperlukan mekanisme khusus untuk mengikuti perubahan arah arus. Hal ini yang menyebabkan turbin *horizontal axis* membutuhkan desain yang kompleks dan biaya pembuatan tinggi. Karena turbin *horizontal* harus dapat mengikuti perubahan arah dan perubahan inklinasi arus. Alat yang dibutuhkan oleh turbin ini memiliki desain yang kompleks dan biaya yang tinggi dan beberapa penyesuaian agar dapat beroperasi dan bertahan di dalam laut (Firmansyah, Pranoto, & Nasruddin, 2012).

Maka, dapat disimpulkan bahwa turbin *vertikal axis* sangat cocok untuk tempat yang arus lautnya cepat dan sering berubah. Dan turbin *horizontal axis* cocok untuk tempat yang arus laut stabil dan mudah di prediksi.

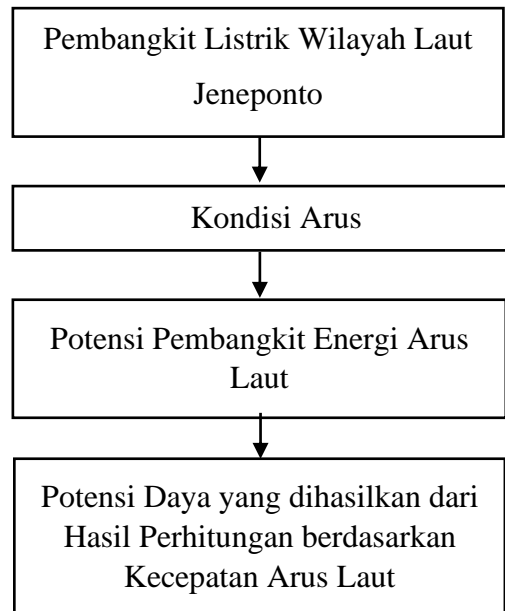
## METODE PENELITIAN

### A. Model Penelitian

Jenis penelitian adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian dengan memperoleh variabel dalam bentuk angka. Penelitian deskriptif kuantitatif bermaksud untuk fenomena atau kondisi objek penelitian dalam bentuk angka-angka. Pada penelitian ini yaitu kondisiarus laut di wilayah laut Jeneponto.

### B. Prosedur Penelitian

Diagram alir prosedur penelitian yang akan dilakukan dapat digambarkan sebagai berikut:



### C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

#### 1. Teknik observasi

Peneliti melakukan observasi langsung di titik lokasi di wilayah laut jeneponto atau di titik koordinat  $5^{\circ}42'12.8''S$   $119^{\circ}42'28.3''E$  untuk melihat kondisi gelombang disana dan peneliti juga melakukan observasi di stasiun BMKG Paotere.

#### 2. Teknik wawancara

Peneliti melakukan wawancara langsung dengan bapak Mujahidin selaku kepala seksi observasi dan informasi Stasiun BMKG Paotere

#### 3. Teknik dokumentasi

Peneliti melakukan dokumentasi dengan merekam dan mengambil gambar di titik lokasi dan stasiun BMKG.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Data Kecepatan Arus Laut

#### A. Kecepatan arus kedalaman 10 m

Berdasarkan kecepatan arus laut paling rendah dan paling tinggi dengan kedalaman 10 m dibawah permukaan laut yaitu:

1. Rendah (Bulan april dan November dengan kecepatan arus 5 – 10 cm/s)
2. Tinggi (Bulan Januari dan Februari dengan kecepatan 25 – 40 cm/s)
3. Kecepatan rata-rata minimal adalah 13,3 cm/s (0,13 m/s)
4. Kecepatan rata-rata maksimal adalah 27 cm/s (0,27 m/s)

#### B. Kecepatan arus kedalaman 20 m

Berdasarkan kecepatan arus laut paling rendah dan paling tinggi dengan kedalaman 20 m dibawah permukaan laut yaitu:

1. Rendah (Bulan april dan November dengan kecepatan arus 5 – 10 cm/s)
2. Tinggi (Bulan Januari dan Februari dengan kecepatan 25 – 40 cm/s)
3. Kecepatan rata-rata minimal adalah 11,6 cm/s (0,11 m/s)
4. Kecepatan rata-rata maksimal adalah 20,8 cm/s (0,20 m/s).

### 2. Data Perhitungan Kecepatan Arus Laut.

Adapun Spesifikasi permodelan dari turbin Gorlov yang digunakan sebagai berikut:

Tipe NACA Series 4 Digit0018

- JumlahBlade = 3Buah
- Tinggiturbin = 3 meter
- DiameterTurbin = 1 meter
- PanjangChordBlade = 0.5 meter

Dengan Ketetapan:

$F = \text{Gaya (N)}$ ;

$\rho = \text{rapat massa air (1.025kg/m}^3\text{)}$ ;

$v = \text{kecepatan arus (m/s)}$ .

$c = \text{Lebar Chord(0, 5m)}$ ;

$h = \text{tinggi blade (3 m)}$ ;

$Cl = \text{Coefisien Lift (1,86)}$

1. Menghitung Kecepatan arus minimum  
Berdasarkan data kecepatan arus laut, kecepatan arus yang digunakan adalah

kecepatan rata-rata arus laut minimum kedalaman 10 m yaitu 0.13 m/s

#### a. Menghitung Gaya Hidrodinamik

$$F = 0,5 \times \rho \times v^2 \times c \times h \times Cl \\ = 0,5 \times 1025 \times 0,13^2 \times 0,5 \times 3 \times 1,86 \\ = 24,16 \text{ N}$$

#### b. Menghitung Torsi

$$T = F \times r \\ = 24,16 \times 0,5 \\ = 12,08 \text{ Nm}$$

#### c. Perhitungan Daya

$$P = T \times \text{RPM}$$

$$\text{RPM} = \frac{v}{r^2} \times 60 \\ P = 12,08 \times \frac{0,13}{0,5^2} \times 60$$

$$P = 12,08 \times \frac{31,2}{6,28}$$

$$P = 60 \text{ watt}$$

### 2. Menghitung arus maksimum

Berdasarkan data kecepatan arus laut, kecepatan arus yang digunakan adalah kecepatan rata-rata arus laut maksimum kedalaman 10 m yaitu 0.27 m/s

#### a. Menghitung Gaya Hidrodinamik

$$F = 0,5 \times \rho \times v^2 \times c \times h \times Cl \\ = 0,5 \times 1025 \times 0,27^2 \times 0,5 \times 3 \times 1,86 \\ = 104,47 \text{ N}$$

#### b. Menghitung Torsi

$$T = F \times r \\ = 104,23 \times 0,5 \\ = 52,11 \text{ Nm}$$

#### c. Perhitungan Daya

$$P = T \times \text{RPM}$$

$$\text{RPM} = \frac{v}{r^2} \times 60 \\ P = 52,11 \times \frac{0,27}{0,5^2} \times 60$$

$$P = 52,11 \times \frac{64,8}{6,28}$$

$$P = 537,69 \text{ watt}$$

Berdasarkan hasil pengambilan data arus laut di wilayah laut Jeneponto, data yang diambil merupakan data arus laut tahun 2019 pada kedalaman 10 & 20 m. Data kecepatan arus laut tahun 2019 merupakan data dengan menggunakan

permodelan terbaru yang dimiliki oleh BMKG yang menggunakan permodelan INA Wave dimana pengukuran dilakukan berdasarkan kecepatan angin dan batimetri berbeda dengan tahun-tahun sebelumnya yang menggunakan permodelan Wind wave yang hanya berdasarkan kecepatan angin saja (Mujahidin, 2020).

Berdasarkan daya yang didapatkan dari perhitungan di atas didapatkan bahwa pembangkit listrik tenaga arus laut memiliki potensi untuk diterapkan di wilayah laut Jeneponto.

Dari Penelitian tersebut di harapkan Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut bisa menjadi alternatif atau menjadi salah satu sumber listrik di Indonesia terkhusus di wilayah Sulawesi Selatan dan juga pulau-pulau kecil berpenghuni yang dimana kesulitan untuk mendapatkan akses listrik.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut di wilayah laut Jeneponto dengan menggunakan permodelan turbin gorlo dengan menggunakan data kecepatan arus laut pada kedalaman 10 meter, kecepatan rata-rata minimal adalah 13,3 cm/s (0,13 m/s) dan kecepatan rata-rata maksimal adalah 27 cm/s (0,27 m/s), maka didapatkan potensi daya yang dihasilkan minimum 60 Watt dan maksimum sebanyak 537,69 Watt. Daya tersebut merupakan batas minimum dan maksimum potensi daya yang diperoleh dari perhitungan kecepatan arus laut.

Daya yang dihasilkan tersebut untuk satu buah turbin, jadi jika turbin yang dipasang semakin banyak maka daya yang dihasilkan juga akan lebih besar. Jadi pembangkit listrik tenaga arus laut memiliki potensi untuk diterapkan di wilayah laut Jeneponto.

## SARAN

Berdasarkan hasil penelitian potensi pembangkit listrik energi arus laut di wilayah laut Jeneponto ada beberapa saran dari peneliti:

1. Untuk mendapatkan daya yang lebih besar lagi maka masih perlu dilakukan penelitian mendalam mengenai jenis turbin yang punya efisiensi yang lebih tinggi agar daya yang dihasilkan semakin besar.
2. Bagi peneliti selanjutnya penelitian ini di harapkan dapat di jadikan sebagai bahan referensi atau kajian pustaka dan pengembangan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan PLTAL.
3. Kepada mahasiswa yang akan melakukan penelitian sebaiknya memahami terlebih dahulu pokok permasalahan yang akan diteliti, sehingga dalam melaksanakan penelitian tidak mengalami kesulitan dan kendala dalam mengola data.

Pembangkit listrik tenaga arus laut juga sepertinya cocok untuk di terapkan di pulau-pulau terpencil sebagai alternatif pengganti bahan bakar diesel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Coiro, D., Marco, A. D., Fabrizio, N., Melone, S., & Montella, F. (2005). *Dynamic Behaviour of the Patented Kobold Tidal Current Turbine : Numerical and Experimental Aspects*. 45.
- Firmansyah, A. I., Pranoto, B., & Nasruddin. (2012). *Kajian Pemanfaatan Energi Arus Laut Sebagai Pembangkit Listrik. Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, 123-136.
- Fraenkel, P. (1999). *Power from Marine Currents, Marine Currents Turbines Ltd*.
- Gorban, A. N., Gorlov, A. M., & Silantyev, V. M. (2001). *Limits of the Turbine Efficiency for Free*

- Fluid Flow. *Journal of Energy Resources Technology*, 317.
- Guritno, S., Sudaryono, & Rahardja, U. (2011). *Theory And Application Of IT Research : Metodologi Penelitian Teknologi Informasi*. Yogyakarta: Andi.
- Kasharjanto, A. (2017). Kajian Pemanfaatan Energi Arus Laut di Indonesia. *Jurnal Wave Volume 11 Nomor 2*, 75-84.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. (n.d.). Retrieved Februari 24, 2020, from <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/hingga-2030-permintaan-energi-dunia-meningkat-45->
- Lubis, A. (2007). Energi Terbarukan dalam Pembangunan Berkelanjutan. *Peneliti di Teknologi Konversi dan Konservasi Energi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*, 155-162.
- Lubis, A. (2007). Energi Terbarukan dalam Pembangunan Berkelanjutan. *Peneliti di Teknologi Konversi dan Konservasi Energi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*, 155-162.
- Mujahidin. (2020, Mei 12). Teknik Pengukuran dan Permodelan arus laut. (M. Khair, Interviewer)
- Rofiq, Z., Muliadi, & Risiko. (2018). Estimasi Potensi Tenaga Arus Laut Permukaan sebagai Pembangkit Listrik di Perairan Selatan Selat Makassar. *Prisma Fisika Vol 6. No. 3*.
- Stasiun BMKG. (2019). *Kecepatan Arus Laut*. Makassar.
- Supian, B., Suhendar, & Fahrizal, R. (2013). Studi Pemanfaatan Arus Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif di Wilayah Selat Sunda. *Setrum Volume 2, No.1*.
- Surinati, D. (2011). Energi Arus Laut. *Oseana Volume XXXVI Nomor 1*, 13-25.