

# KARAKTERISTIK MEDIA KONDUKTOR PADA PEMANFAATAN AIR LAUT SEBAGAI ENERGI TERBARUKAN

Samsudin<sup>1</sup>, Dr. Yohannes D, MT<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Elektro Universitas Dirgantara Marsekan Suryadarma

## ABSTRAK

Saat ini pembangkit listrik sebagian besar di Indonesia masih menggunakan tenaga uap, yang bahan pembakarnya berupa batu bara, namun listrik tersebut belum dapat menjangkau ke seluruh pelosok Indonesia artinya saat ini ada beberapa wilayah yang belum terjangkau listrik. Padahal Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, mempunyai panjang garis pantai 81.000 km dan luas laut sekitar 3,1 juta km<sup>2</sup>. Penggunaan air laut sebagai salah satu pembangkit listrik, tidak serta merta langsung digunakan. Dibutuhkan suatu bahan dan alat yang mampu mengubah ion pada air laut menjadi tegangan listrik. Metode sel volta mampu mengubah ion pada air laut menjadi energi listrik. Kombinasi penggunaan plat tembaga (Cu), plat Aluminium (Al), serta plat seng (Zn) mampu menghasilkan tegangan yang berbeda pula. Pada pengujian pembangkit, yang dihasilkan pasang plat tembaga dan seng (Cu-Zn) mampu menghasilkan tegangan paling besar yakni 5,54 V, sedangkan pasang plat tembaga dan Aluminium (Cu-Al) mampu menghasilkan tegangan 3,3V dan pasang plat Aluminium dan seng (Al-Zn) hanya mampu menghasilkan tegangan 1,6 V.

*Kata kunci : Pembangkit listrik Air Laut, Pasang anoda katoda, Elektrokimia, Energi alternatif.*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan listrik terbesar di Indonesia masih menggunakan tenaga uap yang bahan pembakarnya berupa batu bara, namun listrik tersebut belum dapat menjangkau ke seluruh pelosok Indonesia, khususnya daerah pesisir pantai. Padahal Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki panjang garis pantai 81.000 km dan luas laut sekitar 3,1 juta km<sup>2</sup>.

Air Laut tersusun berdasarkan beberapa komposisi yaitu *Natrium Clorida* (NaCl) *Magnesium Clorida* (MgCl), *Calcium Clorida* (CaCl), (KCl), (NaHCO<sub>4</sub>), (KBr). Air Laut sebagai sumber energi terbarukan dapat dilakukan dengan menggunakan metode sel elektrokimia. Sel elektrokimia adalah suatu alat yang dapat menghasilkan arus listrik dari energi yang dihasilkan oleh reaksi didalam selnya, yaitu berupa reaksi reduksi oksidasi. Dengan adanya reaksi reduksi dan oksidasi ini maka akan

menghasilkan arus listrik yang biasa disebut dengan energi listrik.

## 2. DASAR TEORI

### A. Air Laut

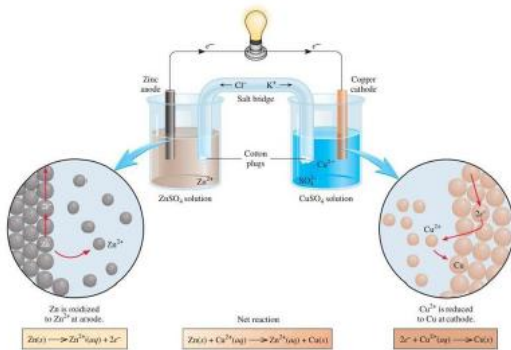
Air adalah zat pelarut yang bersifat sangat berdaya guna, yang mampu melarutkan zat-zat lain dalam jumlah yang lebih besar dari pada zat cair lain. Sifat ini dapat dilihat dari banyaknya unsur-unsur pokok yang terdapat dalam air laut. Diperkirakan hampir sebesar 48.000 triliun ton garam yang larut dalam air laut. Garam-garaman tersebut terdiri dari sodium chloride 38.000 triliun ton, sulphates 3.000 triliun ton, magnesium 1.600 triliun ton, potassium 480 triliun ton dan bromide 83 triliun ton.

Tabel 1. Komposisi Garam-Garaman Air Laut dan Air Sungai

Bahan-Bahan	Air Laut (%)	Air Sungai (%)
Chlorida	88,7	5,2
Sulfat	10,8	9,9
Carbonat	0,3	60,1
Bahan-bahan lainnya	0,2	24,8
Jumlah	100	100

## B. Sel Elektrokimia

Sel elektrokimia adalah suatu alat yang menghasilkan arus listrik dari energi yang dihasilkan oleh reaksi di dalam selnya, yaitu reaksi oksidasi dan reaksi reduksi (reaksi redoks). Sel elektrokimia tersusun dari dua material penghantar atau konduktor listrik yang disebut dengan katoda dan anoda. Kedua material penghantar ini disebut elektroda. Anoda merupakan elektroda tempat terjadinya reaksi oksidasi, sedangkan katoda adalah elektroda tempat terjadinya reduksi.



Gambar 1. Prinsip kerja sel volta

### 1. Deret Elektrokimia (Deret Volta)

Deret elektro kimia atau deret volta merupakan urutan logam berdasarkan potensial elektroda yaitu : Zn, Ni, Sn, Ca, Li, Ba, Na, K, Mg, Fe, Pt, Al, (H), Au, Cu, Ag, Pt.

Tabel.2. Potensial elektroda

Reaksi reduksi	E° <sub>red</sub>
Li <sup>+</sup> (aq) + e <sup>-</sup> ⇌ Li(s)	-3,04
Na <sup>+</sup> (aq) + e <sup>-</sup> ⇌ Na(s)	-2,71
Mg <sup>2+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ Mg(s)	-2,38
Al <sup>3+</sup> (aq) + 3e <sup>-</sup> ⇌ Al(s)	-1,66
2H <sub>2</sub> O(l) + 2e <sup>-</sup> ⇌ H <sub>2</sub> (g) + 2OH <sup>-</sup> (aq)	-0,83
Zn <sup>2+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ Zn(s)	-0,76
Cr <sup>3+</sup> (aq) + 3e <sup>-</sup> ⇌ Cr(s)	-0,74
Fe <sup>2+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ Fe(s)	-0,41
Cd <sup>2+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ Cd(s)	-0,40
Ni <sup>2+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ Ni(s)	-0,23
Sn <sup>2+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ Sn(s)	-0,14
Pb <sup>2+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ Pb(s)	-0,13
Fe <sup>3+</sup> (aq) + 3e <sup>-</sup> ⇌ Fe(s)	-0,04
2H <sup>+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ H <sub>2</sub> (s)	0,00
Sn <sup>4+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ Sn <sup>2+</sup> (aq)	0,15
Cu <sup>2+</sup> (aq) + e <sup>-</sup> ⇌ Cu <sup>+</sup> (aq)	0,16
Cu <sup>2+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ Cu(s)	0,34
Cu <sup>+</sup> (aq) + e <sup>-</sup> ⇌ Cu(s)	0,52
I <sub>2</sub> (s) + 2e <sup>-</sup> ⇌ 2I <sup>-</sup> (aq)	0,54
Fe <sup>3+</sup> (aq) + e <sup>-</sup> ⇌ Fe <sup>2+</sup> (aq)	0,77
Ag <sup>+</sup> (aq) + e <sup>-</sup> ⇌ Ag(s)	0,80
Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ Hg(l)	0,85
2Hg <sup>+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ Hg <sub>2</sub> (aq)	0,90
Br <sub>2</sub> (l) + 2e <sup>-</sup> ⇌ 2Br <sup>-</sup> (aq)	1,07
O <sub>2</sub> (g) + 4H <sup>+</sup> (aq) + 4e <sup>-</sup> ⇌ 2H <sub>2</sub> O(l)	1,23
Cl <sub>2</sub> (g) + 2e <sup>-</sup> ⇌ 2Cl <sup>-</sup> (aq)	1,36
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (aq) + 2H <sup>+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ 2H <sub>2</sub> O(l)	1,78
S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup> ⇌ 2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (aq)	2,01
F <sub>2</sub> (g) + 2e <sup>-</sup> ⇌ 2F <sup>-</sup> (aq)	2,87

## C. Karakteristik Tembaga

Tembaga adalah unsur kimia dengan simbol Cu dengan nomor atom 29, yang ditemukan sebagai bijih tembaga yang masih bersenyawa dengan zat asam, asam belerang atau bersenyawa dengan kedua zat tadi.

## D. Karakteristik Seng

Seng merupakan salah satu unsur dengan simbol Zn, memiliki nomor atom 30, massa atom 65,37 g/mol, Pemurnian diperoleh secara elektrolitis dari bahan oksida seng (ZnO). penemuan mencapai kadar 97,75% Zn. Warnanya abu-abu muda dengan titik cair 419°C dan titik didih 906°C.

## E. Karakteristik aluminium

Aluminium memiliki struktur kristal *face centred cubic* dngan kisi kristal (a) = 4,0413 A pada temperatur 25<sup>0</sup>c. Aluminium memiliki ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik serta sifat- sifat lainnya sebagai sifat logam.

Tabel 3 Sifat- sifat Fisik Aluminium

Sifat – sifat	Kemurnian (%)	
		99,996
Massa Jenis	2,6989	2,71
Titik Cair	660,2	653-657
Panas jenis (cal/g°C(100°C))	0,2226	0,2297
Hantaran Listrik	64,94	59 (diami)
Tahanan listrik koefisien temperatur (°c)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuaian (20-100 °C)	23,86 x 10 <sup>4</sup>	23,5 x 10 <sup>8</sup>

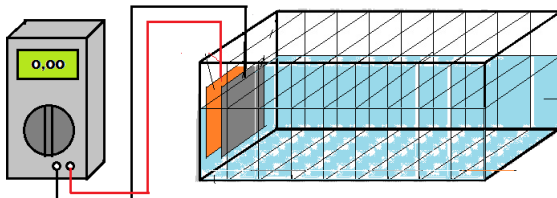
### F. Beda Potensial Listrik

Beda potensial adalah perbedaan jumlah elektron yang berada dalam suatu arus listrik. Di satu sisi sumber arus listrik terdapat elektron yang bertumpuk sedangkan di sisi yang lain terdapat jumlah elektron yang sedikit. Hal ini terjadi karena adanya gaya magnet yang memengaruhi materi tersebut.

### 3. DESAIN SISTEM

Dalam membuat alat ini dibutuhkan bahan sebagai berikut:

- 8 buah plat tembaga
- 8 buah plat Aluminium
- 8 buah plat seng
- wadah Akrilik
- 5 liter Air Laut
- lampu LED 1 watt
- Kabel dan timah secukupnya.

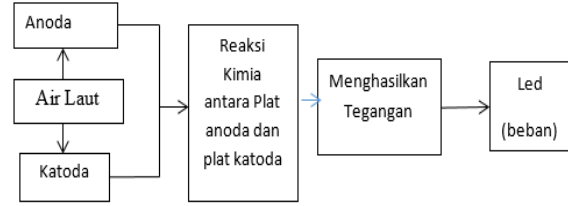


Gambar 2 Ilustrasi pengujian alat

### 4. PENGUJIAN DAN ANALISA

#### 4.1. Perancangan Alat

##### 1. Blok Sistem Alat



Gambar 3 Blok sistem pembangkit listrik air laut

Air laut (NaCl) akan mengalami reaksi yakni ion Na<sup>+</sup> dan ion Cl<sup>-</sup> yang akan bereaksi pada plat anoda dan katoda, ion pada anoda dan katoda akan melakukan reaksi kimia yakni reduksi dan oksidasi yang menimbulkan perpindahan elektron dari plat anoda ke plat katoda melalui air laut dan menghasilkan tegangan atau beda potensial yang nantinya mampu menghidupkan lampu LED.

### 4.2. PENGUJIAN ALAT

#### 1. Pengujian Kadar Air Laut

Pengambilan sampel air laut bertempat di Pelabuhan Muara baru, Jakarta Utara. Alat yang digunakan dalam menentukan kadar garam adalah hidrometer.

Tabel 4 Nilai Kadar Garam Laut

Pengukuran	Tempat pengambilan sampel	kadar garam (ppt)	Specific of grafitry
1	Sample air di tepi laut	36 ppt	1,028
2	Sampel air di tepi laut	36 ppt	1,028
3	Sample air di tepi laut	36 ppt	1,028
4	Sample air di tepi laut	35,5 ppt	1,027
5	Sample air di tepi laut	35,5ppt	1,027
Rata – rata		35,8 ppt	1,0276



Gambar 4 (a) kadar garam pada hidro meter (b) pengambilan sampel air laut di muara karang.

## 2. Hasil Pengujian Tegangan Dengan Pasang Plat tembaga dan Plat Aluminium (Cu-Al)

Plat tembaga berperan sebagai anoda dan plat aluminium sebagai katoda, hal ini ditentukan sesuai dengan deret volta yang berlaku dan dapat juga di uji dengan hasil keluaran yang nanti nya dilakukan.

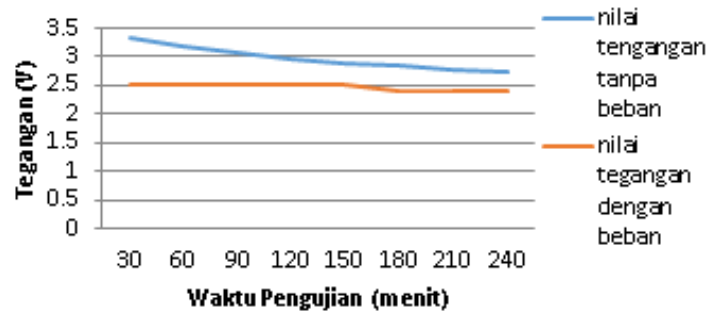


Gambar 5 Hasil pengujian pasang plat tembaga dan aluminium (Cu-Al) tanpa beban

Tabel 5 Hasil pengujian plat tembaga dengan aluminium (Cu-Al)

No	Kadar garam [ppt]	Tegangan tanpa beban [Volt]	Tegangan Dengan beban LED [Volt]	Lama pengujian [menit]
1		3,33	2,57	30
2		3,19	2,52	60
3		3,05	2,46	90
4		2,95	2,34	120
5		2,88	2,58	150
6		2,83	1,96	180
7		2,77	1,42	210
8		2,72	1,02	240

## Grafik Tegangan yang dihasilkan Air Laut



Gambar 6 grafik tegangan pasang plat tembaga dengan plat aluminium

Dari pasang plat tembaga dan aluminium tegangan yang dihasilkan sebesar 3,3 volt tanpa menggunakan beban, jika menggunakan beban berupa lampu LED, tegangan berubah menjadi 2,5 volt.

$\epsilon^{\circ}_{\text{sel}}$  = plat seng dan plat Aluminium

plat kat(red):  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}$   $\epsilon_0 = 0,34 \text{ V}$

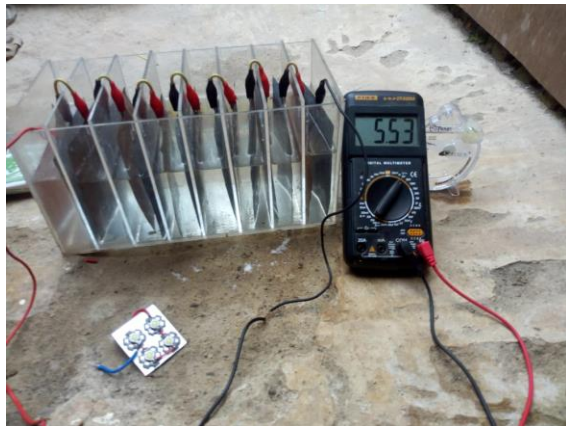
plat an(oks):  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^{-}$   $\epsilon_0 = -1,66 \text{ V}$

reaksi sel :  $3\text{Cu}^{2+} + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{Cu} + 2\text{Al}^{3+}$   
 $\epsilon^{\circ}_{\text{sel}} = 2 \text{ V}$

Pada perhitungan potensial sel ( $\epsilon^{\circ}_{\text{sel}}$ ) dapat diketahui potensial sel yang dihitung bernilai 2,0 Volt. Perlu diketahui potensial sel ( $\epsilon^{\circ}_{\text{sel}}$ ) adalah nilai limit atau perbedaan potensial saat arus listriknya nol. Jadi lampu LED akan tidak menyala saat tegangan mencapai 2,0 Volt.

## 3. Hasil Pengujian Tegangan Dengan Pasang Plat Tembaga dan Plat Seng (Cu-Zn)

Plat tembaga berperan sebagai anoda dan plat seng sebagai katoda, hal ini ditentukan sesuai dengan deret volta yang berlaku dan dapat juga di uji seperti tahap pengujian pertama, dengan hasil keluaran yang nanti nya dapat diamati.



Gambar 7 hasil pengujian pasang plat tembaga dengan plat seng (Cu-Zn) tanpa beban



Gambar 8 Hasil pengujian tegangan listrik menggunakan pasang plat tembaga dan plat seng (Cu-Zn) dengan beban.

Tabel 6 Hasil pengujian plat tembaga dengan plat seng (Cu-Zn) kadar garam 36 ppt

No.	Kadar garam [ppt]	Tegangan tanpa beban [Volt]	Tegangan Dengan beban [Volt]	Lama pengujian [menit]
1	36	5,54	2,78	30
2		5,32	2,70	60
3		5,26	2,66	90
4		5,22	2,60	120
5		5,03	2,56	150
6		4,79	2,46	180
7		4,58	1,92	210
8		4,41	1,30	240

Tegangan maksimal tanpa beban sebesar 5,54 volt, sedangkan tegangan listrik yang dihasilkan dengan beban yang

ditambahkan berupa lampu LED sebesar 2,68 volt.

Untuk menentukan reaksi kimia dan menentukan nilai potensial sel ( $\epsilon^{\circ}$ sel) pada alat ini digunakan rumus sebagai berikut :  
 plat kat (red) :  $\text{Cu}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}$   $\epsilon_0 = 0,34 \text{ V}$   
 plat an (oksi):  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^{-}$   $\epsilon_0 = -0,76 \text{ V}$   
 reaksi sel :  $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$   $\epsilon^{\circ}\text{sel} = 1,1 \text{ V}$

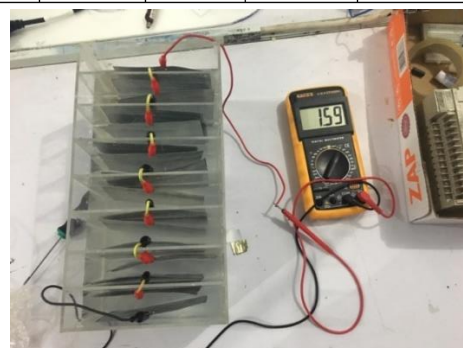
Pada perhitungan potensial sel ( $\epsilon^{\circ}$ sel) diatas dapat diketahui potensial sel yang dihitung bernilai 1,1 Volt.

#### 4. Hasil Pengujian Tegangan Dengan Pasang Plat Aluminium dan Plat Seng (Al-Zn)

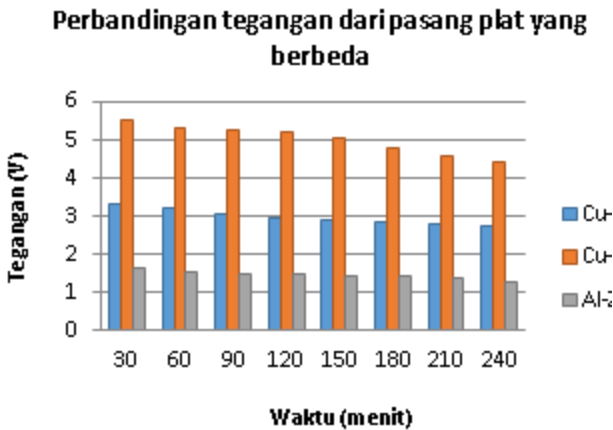
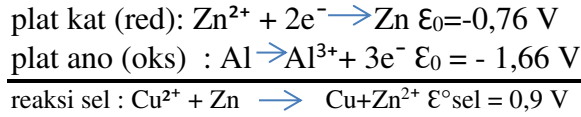
Plat tembaga berperan sebagai anoda dan plat seng sebagai katoda, hal ini ditentukan sesuai dengan deret volta yang berlaku dan dapat juga di uji dengan pengujian sama dengan tahap pertama, dengan hasil keluaran yang nanti nya dapat diamati.

Tabel 7 Hasil pengujian plat aluminium dengan plat seng (Al-Zn) dengan kadar garam 36 ppt

No.	Kadar garam [ppt]	Tegangan tanpa beban [Volt]	Tegangan dengan beban [Volt]	Lama pengujian [menit]
1	36	1,60	1,5	30
2		1,59	1,5	60
3		1,51	1,2	90
4		1,44	1,2	120
5		1,43	1,2	150
6		1,42	0,9	180
7		1,36	0,9	210
8		1,24	0,9	240



Gambar 9 Hasil pengujian pasang plat Aluminium dan plat seng (Al-Zn) tanpa menggunakan beban



Gambar 10 Grafik perbedaan tegangan dari pasang plat yang berbeda tanpa menggunakan beban

Dari Tegangan yang dihasilkan pasang plat tembaga dan seng (Cu-Zn) mampu menghasilkan tegangan yang paling besar, bernilai 5,54 volt tanpa beban dan 2,68 volt dengan beban dibanding pasang plat tembaga dan aluminium (Cu-Al) yakni 3,33 volt tanpa beban dan 2,5 volt dengan beban.

**5. Percobaan Uji ketahanan LED untuk pasang plat tembaga dan plat seng (Cu-Zn)**

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama lampu LED dapat menyala dan mengetahui kondisi LED yang digunakan menggunakan pasang plat tembaga dan seng (Cu-Zn), serta air laut sebagai elektrolitnya.

Tabel 8 Hasil pengujian ketahanan LED pada pasang plat Tembaga dan Seng (Cu-Zn).

No.	Waktu (menit)	Tegangan yang Dihasilkan (V)	Kondisi LED
1	30	2,78	Menyala terang
2	60	2,70	Menyala terang
3	90	2,66	Menyala terang
4	120	2,60	Menyala terang
5	150	2,56	Menyala terang
6	180	2,46	Menyala redup
7	210	1,92	Menyala redup
8	240	1,30	Tidak menyala

LED dapat menyala selama 3 jam menggunakan pasang plat tembaga dan seng serta air laut sebagai elektrolitnya. pada menit ke-210 lampu LED menyala namun menyala tidak seterang pada menit ke-30 sampai menit ke-180.

**5. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengujian yang dilakukan daripada karakteristik kuantitas air laut sebagai energi terbarukan, dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Tegangan yang dihasilkan pasang plat tembaga dan seng (Cu-Zn) mampu menghasilkan tegangan paling besar yakni 5,54 volt, sedangkan pasang plat Tembaga dan aluminium (Cu-Al) mampu menghasilkan tegangan 3,3 volt, dan pasang plat Aluminium dan seng (Al-Zn) hanya mampu menghasilkan tegangan 1,6 volt.
2. Dari pengujian ini membuktikan bahwa air laut mampu menghasilkan tegangan listrik yang mampu menghidupkan lampu LED 1 watt dengan durasi waktu 3 jam (180 menit) dengan kombinasi pasang plat tembaga dan seng (Cu-Zn).

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bagotsky, V.S. 2006. *Fundamentals Of Electrochemistry*. Canada. Inc. All rights reserved. Hal. 29-30.
- [2]. Bird, T. 1993. *Kimia Fisik untuk Universitas*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama
- [3]. Dogra, S. 1990. *Kimia Fisik dan Soal-Soal*. Diterjemahkan oleh Umar Mansyur. Jakarta. Universitas Indonesia. Hal. 20-35.
- [4]. Rahmawati, Fitria. 2013. *Elektrokimia Transformasi Energi Kimia-Listrik*. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- [5]. Riyanto, *Elektrokimia dan Aplikasinya*, Yogyakarta : Graha Ilmu, 2013, hal: 2