

UJI POTENSI AIR LAUT DI PERAIRAN MUARA SUNGAI MUSI SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK_JURUSAN ILMU KELAUTAN(FMIPA)

by Mizian Audea

Submission date: 28-Aug-2019 03:18PM (UTC+0700)

Submission ID: 1164335077

File name: SKRIPSI_MIZIAN_AUDEA_08051381419039.pdf (2.07M)

Word count: 18722

Character count: 93130

**UJI POTENSI AIR LAUT DI PERAIRAN MUARA SUNGAI
MUSI SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Di Bidang Ilmu Kelautan pada Fakultas MIPA*



Oleh :
MIZIAN AUDEA
08051381419039

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

**UJI POTENSI AIR LAUT DI PERAIRAN MUARA SUNGAI
MUSI SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK**

SKRIPSI

**Oleh :
MIZIAN AUDEA
08051381419039**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Di Bidang Ilmu Kelautan pada Fakultas MIPA
Universitas Sriwijaya*

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

**UJI POTENSI AIR LAUT DI PERAIRAN MUARA SUNGAI
MUSI SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Di
Bidang Ilmu Kelautan**

Oleh

**MIZIAN AUDEA
08051381419039**

Pembimbing II

**Inderalaya, ¹Juli 2019
Pembimbing I**

**Beta Susanto B, M.Si
NIP. 198802222015041002**

**Gusti Diansyah, S.Pi., M.Sc
NIP. 198108052005011002**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan**

**T. Zia Ulqodry, ST, M.Si., Ph.D
NIP.197709112001121006**

Ditetapkan di: Inderalaya

Tanggal Pengesahan:

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Mizian Audea
NIM : 08051381419039
Jurusan : Ilmu Kelautan
Judul Skripsi : Uji Potensi Air Laut di Perairan Muara Sungai Musi
Sebagai Sumber Energi Listrik

¹
Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

DEWAN PENGUJI

Ketua : Gusti Diansyah, S.Pi., M.Sc
NIP. 198108052005011002 (.....)

Anggota : Beta Susanto B, M.Si
NIP. 198802222015041002 (.....)

Anggota : T. Zia Ulqodry, ST, M.Si., Ph.D
NIP.197709112001121006 (.....)

Anggota : Dr. Riris Aryawati, ST, ¹M.Si.
NIP. 197601052001122001 (.....)

Ditetapkan di : Inderalaya

Tanggal : Agustus 2019

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya **Mizian Audea**, **NIM 08051381419039** menyatakan bahwa Karya Ilmiah ini adalah hasil karya saya sendiri dan Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun Perguruan Tinggi lainnya. Semua informasi yang dimuat dalam Karya Ilmiah ini yang berasal dari penulis lain, baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua Karya Ilmiah ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Inderalaya, Juli 2019

Mizian Audea
NIM. 08051381419039

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademis Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mizian Audea
NIM : 08051381419039
Jurusan : Ilmu Kelautan
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** atas Karya Ilmiah saya yang berjudul :

Uji Potensi Air Laut di Perairan Muara Sungai Musi Sebagai Sumber Energi Listrik.

¹ Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengahlimedia / mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, Agustus 2019
Yang menyatakan

Mizian Audea
NIM. 08051381419039

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan rasa Syukur penulis ucapkan kepada ALLAH. SWT, Tuhan seluruh Alam semesta. Shalawat dan Salam Penulis haturkan kepada Rasul ALLAH. SWT yakni Nabi Muhammad. SAW. Adapun judul dari skripsi ini “Uji Potensi Air Laut di Perairan Muara Sungai Musi Sebagai Sumber Energi Listrik”.

Penulis mengucapkan mohon maaf atas semua kesalahan yang terdapat dalam skripsi ini dan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam setiap tahap untuk menyelesaikan perkuliahan. Ucapan Terima Kasih diberikan terkhusus kepada “Bapak **Gusti Diansyah, S.Pi., M.Sc.**” selaku Dosen Pembimbing Skripsi, Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Kehidupan yang telah memberikan banyak ilmu baik ilmu-ilmu dibidang Kelautan maupun ilmu yang lebih mendasar tentang Islam dan kehidupan seperti pola pikir, etika dan sikap, filsafat hidup agar menjadi Pribadi Manusia (Muslim) yang lebih baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada “Bapak **Beta Susanto, M.Si**” selaku Dosen pembimbing yang memberikan arahan dan masukkan dalam menyelesaikan skripsi ini baik dari segi keilmuan maupun dalam hal sikap dan etika agar menjadi mahasiswa yang lebih baik hingga mampu menjadi seorang Sarjana Kelautan. Ucapan terima kasih juga diberikan oleh penulis kepada Dosen penguji, pembahas, pengarah dan penasihat yakni “Bapak **T. Zia Ulqodry, ST, M.Si., Ph.D**” dan “Ibu **Dr. Riris Aryawati, ST, M.Si.**” yang telah banyak memberi saran sehingga Skripsi ini menjadi lebih baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dosen-Dosen Ilmu Kelautan yaitu “Bapak **Heron Surbakti, S.Pi., M.Si.**, Ibu **Anna Ida, M.Si.**, Bapak **Dr. Muhammad Hendri, S.T., M.Si.**, Bapak **Andi Agusalim, S.Pi., M.Sc.**, dan Bapak **Rezi Apri, M.Si.**”. Somoga Skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak dan pembaca, aamiin.

Inderalaya, Agustus 2019

Mizian Audea

HALAMAN MOTTO

**Segala Puji & Syukur kepada ALLAH. SWT. (Tuhan Semua Alam Semesta)
beserta seluruh Malaikat-NYA.
Shalawat dan Salam kepada Baginda Rasulullah. SAW.**

**“Terima Kasih kepada Alam Semesta dan Seisinya, Ayah dan Ibu, Adik dan
Kakak, Keluarga, para Sahabat, Teman-Teman dalam kehidupanku”**

ABSTRAK

Mizian Audea. 08051381419039. Uji Potensi Air Laut di Perairan Muara Sungai Musi Sebagai Sumber Energi Listrik (Pembimbing: Gusti Diansyah, S.Pi., M.Sc dan Beta Susanto B, M.Si)

Ketersediaan dan penggunaan sumber energi listrik tersebut menjadi persoalan yang perlu dilakukan penelitian, pengembangan dan pembaharuan agar ditemukan sumber yang efektif dan efisien. Wilayah Perairan Muara Sungai Musi memiliki variasi nilai salinitas perairan sehingga dapat mengetahui perbedaan potensi energi listrik air laut salinitas tinggi dan air laut salinitas rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi energi listrik pada air laut dan menganalisis perbedaan potensi yang terdapat pada air laut salinitas tinggi dan air laut salinitas rendah. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Maret 2019 di Laboratorium Oseanografi dan Instrumentasi Kelautan Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya. Potensi energi listrik pada air laut salinitas tinggi lebih tinggi dari potensi air laut salinitas rendah berdasarkan data hasil pengukuran yang dilakukan selama sekitar 3 hari atau sekitar 72 jam pada penelitian. Nilai maksimal rata-rata tegangan dan arus listrik lebih tinggi pada sel tunggal air laut salinitas tinggi yaitu tegangan listrik 906,7 mV dan arus listrik 0,14 mA, selanjutnya tegangan listrik 880 mV dan arus listrik 0,09 mA pada air laut salinitas rendah. Nilai maksimal rata-rata tegangan dan arus listrik rangkaian gabungan sel air laut yang terhubung lampu *LED* merah 1,5 V lebih tinggi juga terdapat pada air laut salinitas tinggi yaitu tegangan listrik 1793 mV dan arus listrik yang sama dengan rangkaian sel tunggal yakni 0,14 mA, sedangkan nilai tegangan air laut salinitas rendahnya yaitu 1750 mV dan arus listrik 0,09 mA.

Kata kunci: Air Laut, Energi Listrik, Muara Sungai Musi, Salinitas.

ABSTRACT

Mizian Audea. 08051381419039. Potential Test in Territorial Waters of the Musi River Estuary as Electric Energy Sources (Supervisor: Gusti Diansyah, S.Pi., M.Sc and Beta Susanto B, M.Si)

The Availability of electrical energy sources have become a problem, it is important to make a research, development, and renewal to find effective and efficiency sources. The Musi River estuary has variations of salinity grade with potentially difference potential has electrical energy. Research was held in March 2019 in Oceanography and Instrumentation Laboratory, Study Program Marine Science Mathematics and Science Faculty Sriwijaya University. Potential of electrical source in high salinity sea water is higher than low salinity sea water based on measurement data done for 3 days or 72 hours research. Maximum average grade of voltage and electric current is higher on single sea water cell of high salinity sea water with the voltage 906.7 mV and electric current 0.14 mA furthermore voltage 880 mV and electric current 0.09 mA on low salinity sea water. Maximum average grade of voltage and electric current of combined circuit sea water cells that connect to red lamp 1.5 volt LED is higher in high salinity sea water which have voltage on 1793 mV and electric current same as single sea water cell circuit is 0.14 mA, while voltage grade of low salinity sea water is 1750 mV and electric current is 0.09 mA. The difference that are not too significant cause by salinity grade among two samples not too so far which is around 17 ppt on high salinity sea water sample and salinity grade is 5 ppt on low salinity sea water sample.

Keywords: *Electric Sources, Musi River Estuary, Salinity, Sea Waters.*

RINGKASAN

Mizian Audea. 08051381419039. Uji Potensi Air Laut di Perairan Muara Sungai Musi Sebagai Sumber Energi Listrik (Pembimbing: Gusti Diansyah, S.Pi., M.Sc dan Beta Susanto B, M.Si)

Sumber energi yang tersedia di bumi akan terus berkurang karena meningkatnya penggunaan sumber energi di bumi dengan bertambahnya jumlah populasi manusia. Ketersediaan dan penggunaan sumber energi listrik tersebut menjadi persoalan yang perlu dilakukan penelitian, pengembangan dan pembaharuan agar ditemukan sumber yang efektif dan efisien. Air laut merupakan solusi yang tepat sebagai sumber energi listrik. Indonesia merupakan negara kepulauan dengan sebagian besar wilayahnya adalah laut, selat, dan teluk. Air laut Indonesia memiliki potensi sebagai sumber energi listrik berdasarkan luas wilayah lautannya.

Air laut dengan salinitas tinggi dan rendah menjadi sumber energi listrik yang diuji potensinya menggunakan prinsip sel air laut yang mengacu pada prinsip Sel Volta. Sel Volta merupakan rangkaian sel yang bereaksi secara kimia hingga reaksi kimia tersebut menjadi energi kimia yang selanjutnya berubah menjadi energi listrik. Wilayah perairan Muara Sungai Musi menjadi lokasi penelitian karena adanya variasi nilai salinitas perairan sehingga dapat mengetahui perbedaan potensi energi listrik air laut salinitas tinggi dan air laut salinitas rendah. Penelitian bertujuan untuk mengetahui potensi energi listrik pada air laut dan menganalisis perbedaan potensi yang terdapat pada air laut salinitas tinggi dan air laut salinitas rendah. Hasil yang diperoleh dari penelitian diharapkan dapat menjadi informasi dan pengetahuan tentang potensi energi listrik pada air laut yang berupa data hasil penelitian dan analisisnya.

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Maret 2019 di Laboratorium Oseanografi dan Instrumentasi Kelautan Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya. Potensi energi listrik air laut diketahui melalui pengukuran tegangan dan arus listrik pada sel tunggal air laut dan rangkaian seri gabungan dari sel tunggal air laut yang terhubung lampu *LED* 1,5 V baik pada air laut salinitas tinggi, salinitas rendah, serta aquades.

Potensi energi listrik pada air laut salinitas tinggi lebih tinggi daripada potensi air laut salinitas rendah berdasarkan data hasil pengukuran yang dilakukan selama sekitar 3 hari atau sekitar 72 jam pada penelitian. Nilai maksimal rata-rata tegangan dan arus listrik lebih tinggi pada sel tunggal air laut salinitas tinggi yaitu tegangan listrik 906,7 mV dan arus listrik 0,14 mA, selanjutnya tegangan listrik 880 mV dan arus listrik 0,09 mA pada air laut salinitas rendah. Nilai maksimal rata-rata tegangan dan arus listrik rangkaian gabungan sel air laut yang terhubung lampu *LED* merah 1,5 V lebih tinggi juga terdapat pada air laut salinitas tinggi yaitu tegangan listrik 1793 mV dan arus listrik yang sama dengan rangkaian sel tunggal yakni 0,14 mA, sedangkan nilai tegangan air laut salinitas rendahnya yaitu 1750 mV dan arus listrik 0,09 mA.

Perbedaan potensi energi listrik diketahui berdasarkan tegangan listrik maupun arus listrik dari nilai rata-rata maksimal, nilai rata-rata minimal, rata-rata akhir dari 24 nilai rata-rata 3 kali pengukuran. Perbedaan potensi energi listrik air laut juga diketahui berdasarkan grafik perubahan nilai tegangan dan arus listrik masing-masing sampel yang berbeda nilai salinitasnya. Nilai salinitas sampel air

pada rangkaian mempengaruhi potensi energi listriknya, meskipun bukan faktor yang dominan. Perbedaan yang tidak terlalu signifikan karena nilai salinitas antara kedua sampel tidak terlalu jauh berbeda juga yaitu sekitar 17 ppt pada sampel air laut salinitas tinggi dan nilai salinitas sekitar 5 ppt pada air laut salinitas rendah.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN DEWAN PENGUJI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN MOTTO	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Energi Listrik.....	5
2.1.1 Sistem Listrik Bolak Balik (AC).....	6
2.1.2 Sistem Listrik Searah (DC)	6
2.2 Sel Volta (Sel Galvani)	7
2.2.1 Percobaan Galvani	7
2.2.2 Percobaan Volta	8
2.2.3 Prinsip Rangkaian Sel Volta	8
2.3 Potensi Energi Listrik pada Air Laut.....	9
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan beserta Fungsi.....	12
3.2.1 Alat	12
3.2.2 Bahan	13

3.3 Metode Kerja.....	13
3.3.1 Pengambilan Sampel.....	14
3.3.2 Pembuatan Satu Rangkaian.....	14
3.3.3 Penggabungan Rangkaian menjadi Rangkaian Seri	14
3.3.4 Pengumpulan Data	15
3.4 Analisis Perhitungan Data (Daya Hantar Listrik Air Laut).....	19
3.5 Analisis Data	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Potensi Energi Listrik Air Laut Salinitas Tinggi.....	20
4.1.1 Rangkaian Sel Tunggal Air Laut Salinitas Tinggi	20
4.1.2 Rangkaian Sel Gabungan Air Laut Salinitas Tinggi	23
4.2 Potensi Energi Listrik Air Laut Salinitas Rendah	25
4.2.1 Rangkaian Sel Tunggal Air Laut Salinitas Rendah.....	26
4.2.2 Rangkaian Sel Gabungan Air Laut Salinitas Rendah	28
4.3 Potensi Energi Listrik pada air aquades	32
4.3.1 Rangkaian Sel Tunggal Air Aquades	33
4.3.2 Rangkaian Sel Gabungan Air Aquades	35
4.4 Perbedaan Potensi Energi Listrik pada air laut berdasarkan perbedaan nilai salinitas	37
4.4.1 Perbedaan Potensi Listrik Rangkaian Sel Tunggal Air Laut	38
4.4.2 Perbedaan Potensi Listrik Rangkaian Sel Gabungan Air Laut ...	41
4.5 Perbedaan Nilai Potensi Energi Listrik Air Laut di Perairan Muara Sungai Musi dengan Potensi Energi Listrik Hasil Penelitian yang Lain tentang Energi Listrik Air Laut	44
4.5.1 Uji Coba DC Converter dengan Baterai Air Laut Cu-Zn sebagai Sumber Energi Lampu untuk Perikanan Bagan Tancap	44
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat yang Digunakan Saat Pengambilan Sampel.....	12
2. Alat yang Digunakan Selama Penelitian.....	13
3. Bahan yang Digunakan Selama Penelitian.....	13
4. Data Hasil Pengukuran Rangkaian Sel Tunggal Dengan Salinitas Tinggi..	21
5. Data Hasil Pengukuran Rangkaian Gabungan Sel Dengan Salinitas Tinggi	23
6. Data Hasil Pengukuran Rangkaian Sel Tunggal Dengan Salinitas Rendah	26
7. Data Hasil Pengukuran Rangkaian Gabungan Sel Dengan Salinitas Tinggi	29
8. Data Hasil Pengukuran Rangkaian Tunggal Aquades	33
9. Data Hasil Pengukuran Rangkaian Gabungan Aquades	35
10. Perbedaan Potensi Energi Listrik Sel Tunggal Air Laut Salinitas Tinggi, Salinitas Rendah dan Aquades.....	38
11. Perbedaan Potensi Energi Listrik Berdasarkan Tegangan dan Arus Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air Laut Salinitas Tinggi, Salinitas Rendah dan Aquades	41
12. Tegangan, Arus Listrik, dan Intensitas Cahaya Baterai Air Laut terhubung ke Lampu LED menggunakan <i>DC Converter</i> (Sumber: Susanto <i>et al.</i> 2018)	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Perumusan Masalah.....	3
2. Perbedaan Skema (a) Sel Volta dengan (b) Rangkaian Sel Tunggal yang Diterapkan	9
3. Reaksi Reduksi dan Reaksi Oksidasi pada Rangkaian Sel	10
4. Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	12
5. Alur Kerja Penelitian	13
6. Skema Satu Rangkaian (Sumber: Prastuti, 2017).....	14
7. Skema Gabungan 4 Rangkaian Sel Tunggal Disusun secara Seri dan Dihubungkan ke Lampu LED.....	15
8. Uji Potensi Satu Rangkaian (Sumber: Prastuti, 2017)	15
9. Skema Gabungan 2 Rangkaian Tunggal (Rangkaian Seri).....	16
10. Skema Gabungan 4 Rangkaian Sel Tunggal (Rangkaian Seri) Terhubung dengan Lampu LED dan Multimeter.....	16
11. Perbedaan Teknik Pengukuran (a) Tegangan Listrik dan (b) Arus Listrik	17
12. Pengukuran Potensi Listrik Air Laut Berdasarkan Perbedaan Salinitas ...	18
13. Skema Gabungan 6 Rangkaian Tunggal (Rangkaian Seri) Terhubung dengan Lampu LED dan Multimeter.....	18
14. Grafik Perubahan Nilai Arus Listrik Rangkaian Sel Tunggal Air Laut Salinitas Tinggi	22
15. Grafik Perubahan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Sel Tunggal Air Laut Salinitas Tinggi.....	22
16. Grafik Perubahan Nilai Arus Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air Laut Salinitas Tinggi.....	24
17. Grafik Perubahan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air Laut Salinitas Tinggi.....	24
18. Grafik Perubahan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Sel Tunggal Air Laut Salinitas Rendah	27

19. Grafik Perubahan Nilai Arus Listrik Rangkaian Sel Tunggal Air Laut Salinitas Rendah.....	28
20. Grafik Perubahan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air Laut Salinitas Rendah	30
21. Grafik Perubahan Nilai Arus Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air Laut Salinitas Rendah	31
22. Grafik Perubahan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Sel Tunggal Aquades.....	34
23. Grafik Perubahan Nilai Arus Listrik Rangkaian Sel Tunggal Aquades ...	34
24. Grafik Perubahan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Gabungan Sel Aquades.....	36
25. Grafik Perubahan Nilai Arus Listrik Rangkaian Gabungan Sel Aquades..	36
26. Diagram Perbedaan Nilai Tegangan Listrik Sel Air laut Tunggal (Rata-Rata Perubahan Nilai, Nilai Maksimal, Nilai Minimal)	39
27. Grafik Perbedaan Perubahan Nilai Rata-rata Tegangan Listrik Sel Air Laut Tunggal.....	39
28. Grafik Perbedaan Perubahan Nilai Rata-Rata Arus Listrik Sel Air Laut Tunggal	40
29. Diagram Perbedaan Nilai Arus Listrik Sel Air laut Tunggal (Rata-Rata Perubahan Nilai, Nilai Maksimal, Nilai Minimal)	40
30. Diagram Perbedaan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air laut (Rata-Rata Perubahan Nilai, Nilai Maksimal, Nilai Minimal)	42
31. Grafik Perbedaan Perubahan Nilai Rata-Rata Tegangan Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air laut.....	42
32. Grafik Perbedaan Perubahan Nilai Rata-Rata Arus Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air laut.....	43
33. Diagram Perbedaan Nilai Arus Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air Laut (Rata-Rata Perubahan Nilai, Nilai Maksimal, Nilai Minimal)	44
34. Diagram Tegangan Listrik Baterai Air Laut pada Kondisi Tanpa Beban (Sumber: Susanto <i>et al.</i> 2018)	45



I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber energi yang tersedia di bumi akan terus berkurang karena meningkatnya penggunaan sumber energi di bumi dengan bertambahnya jumlah populasi manusia. Sumber energi listrik merupakan hal yang penting untuk terus diteliti, dikembangkan, dan perlu dilakukan pembaharuan agar ditemukan sumber yang efektif dan efisien. Air laut menjadi salah satu solusi yang tepat sebagai sumber energi listrik terbarukan karena jumlah ketersediaannya yang ada di bumi (Kuwahara, 2001 *dalam* Fariya dan Rejeki, 2015).

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan sebagian besar wilayahnya adalah laut, selat, dan teluk. Potensi air laut Indonesia sebagai sumber energi terbarukan sangat besar berdasarkan luas wilayah lautannya. Di beberapa negara lain, pemanfaatan energi kelautan sudah dikembangkan, sedangkan di Indonesia sumber energi kelautan masih dalam tahap penelitian (Riyanto, 2017).

Saat ini telah dilakukan banyak inovasi untuk mengembangkan sumber energi alternatif diantaranya tenaga angin, tenaga surya, arus laut, panas bumi, dan sumber energi lainnya meskipun dalam skala kecil. Beberapa sumber energi listrik tersebut ada yang memanfaatkan proses kimiawi atau lebih tepatnya memanfaatkan prinsip Elemen Volta. Fariya dan Rejeki (2015) menyatakan Sel Volta atau Elemen Volta pertama kali dikembangkan oleh Alessandro Volta (1745-1827) menggunakan sebuah bejana (wadah) yang di dalamnya terdapat asam sulfat (larutan elektrolit), tembaga (katoda), dan seng (anoda) berdasarkan eksperimen yang dilakukan Luigi Galvani (1737-1798).

Sel Volta merupakan rangkaian sel yang bereaksi secara kimia sehingga dapat menghasilkan Energi listrik. Reaksi kimia (spontan) yang terjadi adalah reaksi redoks yang menghasilkan arus listrik. Rangkaian Sel terdiri dari larutan elektrolit, dan elektroda (anoda dan katoda) dalam sebuah wadah kemudian dihubungkan dengan lampu atau alat elektronik lainnya. Penentuan anoda dan katoda sebagai elektroda sesuai dengan prinsip deret volta (Sudrajat, 2016).

Air laut merupakan air murni yang bercampur dengan material lainnya dan garam-garam, gas-gas, bahan organik, dan partikel lainnya. Air laut mengandung kadar garam yang berbeda-beda di setiap wilayah, yang paling tinggi terdapat di

laut mati. Air laut memiliki rata-kadar garam 3,5 % dalam 1 liternya (Prastuti, 2017). Garam tergolong dalam larutan elektrolit kuat. Air laut dapat digunakan sebagai larutan elektrolit selain menggunakan asam sulfat dengan menggunakan prinsip Elemen Volta (Sel Volta) ataupun menggunakan prinsip lainnya hingga prinsip terbaru (Fariya dan Rejeki, 2015; Prastuti, 2017).

Perairan Muara Sungai Musi merupakan tempat bertemunya air laut dari Selat Bangka dan air tawar dari Sungai Musi. Nilai salinitas perairan Muara Sungai cenderung mengalami perubahan karena adanya pergerakan massa air yang tidak tetap yakni pertemuan air laut dari Selat Bangka dengan air dari Muara Sungai Musi. Kondisi Perairan yang mempunyai variasi nilai salinitas menjadikan perairan Muara Sungai Musi sebagai lokasi pengambilan sampel air dengan salinitas tinggi dan salinitas rendah. Perairan Sungai Musi merupakan tempat aktivitas masyarakat seperti lokasi aktivitas para nelayan menangkap ikan, lokasi bagan perikanan, jalur yang dilewati kapal menjadikan perairan Muara Sungai Musi sebagai lokasi yang tepat untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai potensi air laut sebagai sumber energi listrik maupun untuk penerapan konsep terhadap masyarakat. Penelitian mengenai potensi air laut di Muara Sungai Musi sebagai sumber energi listrik terbarukan perlu dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Listrik merupakan salah satu kebutuhan penting bagi masyarakat. Beberapa manfaat energi listrik bagi masyarakat yaitu sebagai penerangan (menghidupkan lampu), mendinginkan, memanaskan ataupun menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik ataupun elektronik, serta manfaat lainnya guna memudahkan ataupun membantu meringankan aktivitas manusia (Prastuti, 2017). Konsumsi energi terus meningkat setiap waktunya. Salah satu sumber energi yang sering digunakan yaitu minyak bumi dibidang industri, listrik, maupun transportasi. Sumber energi yang digunakan terus meningkat akan habis terkonsumsi (Fariya dan Rejeki, 2015).

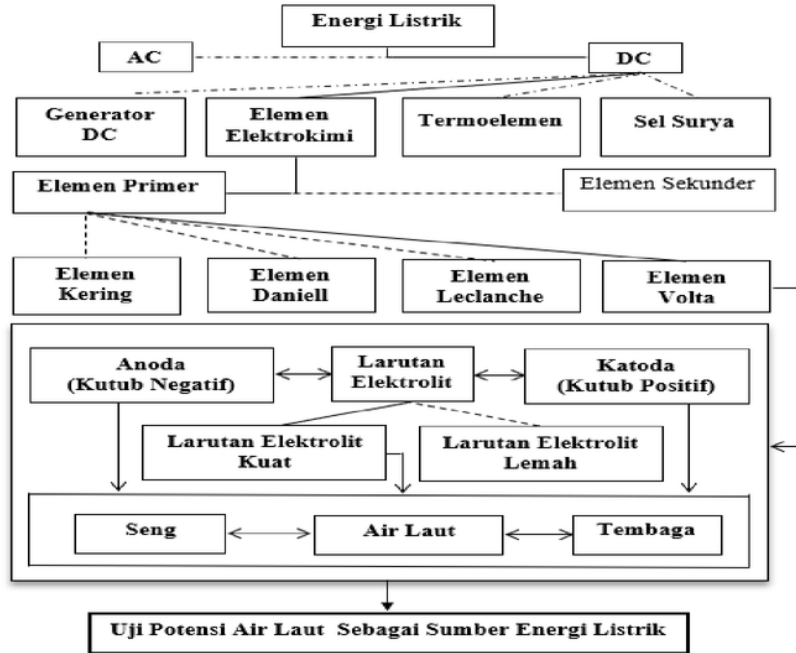
Solar, minyak tanah, biodiesel dan tenaga surya merupakan sumber energi listrik yang digunakan oleh para nelayan, akan tetapi sumber energi tersebut bukanlah solusi yang tepat sebagai sumber energi saat ini karena permasalahan biaya, efisiensi, serta jumlah ketersediaannya yang terkadang mengalami krisis dan

akan habis karena terus dikonsumsi (Fariya dan Rejeki, 2015). Air laut merupakan sumber daya alam yang dapat dijadikan sebagai energi listrik terbaru, dan terbaharui.

Penelitian dan pengembangan tentang air laut menjadi sumber energi listrik belum banyak dilakukan. Padahal jika melihat jumlah ketersediaan air laut yang ada tentu akan mengatasi masalah mengenai kekurangan (krisis) sumber energi listrik. Potensi Air laut sebagai sumber energi listrik baru akan sangat berguna untuk mengatasi permasalahan yang ada saat ini, ataupun di masa yang akan datang. Pemanfaatan air laut sebagai sumber energi listrik dapat menggunakan metode Sel Volta. Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan pengkajian sebagai berikut:

1. Berapa energi listrik yang terkandung dalam air laut?
2. Bagaimana potensi air laut untuk menjadi sumber energi listrik?

Skema kerangka pemikiran dari penelitian ini secara sederhana disajikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Perumusan Masalah

→ : Arah penelitian (batasan penelitian)

- - - : Bukan menjadi kajian penelitian

□ : Kajian Penelitian

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui potensi air laut sebagai sumber energi listrik.
2. Menganalisis potensi energi listrik yang terdapat pada air laut berdasarkan kadar salinitas yang berbeda.

1.4 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan mengenai potensi air laut sebagai sumber listrik. Jika potensi energi listrik yang terdapat pada air laut cukup tinggi, maka masyarakat yang tinggal di pesisir ataupun yang tinggal di pulau-pulau terpencil (jauh dari jangkauan pemerintah) bisa memanfaatkannya, dan mengelola listrik mereka sendiri. Penelitian ini juga dapat dijadikan acuan penelitian lanjutan dan pengembangan potensi air laut sebagai sumber energi listrik baru masa depan baik untuk daerah, provinsi, bahkan untuk Indonesia.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Listrik

Energi diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha berdasar ilmu fisika (Kamajaya, 1986 *dalam* Wahid, 2014). Gunawan (1993) menerjemahkan pernyataan Eugene Liester yang menyatakan bahwa energi dapat diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja atau kemampuan kerja yang tersimpan. Energi tidak bisa diciptakan ataupun tidak dapat juga dimusnahkan (Wahid, 2014). Energi hanya dapat mengalami perubahan ataupun diubah dari suatu jenis energi ke jenis energi lain ataupun jenis energi baru sesuai dengan hukum kekekalan energi.

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan penting bagi kehidupan manusia. Jumlah populasi manusia yang terus bertambah mengakibatkan penggunaan energi listrik meningkat sehingga sumber energi listrik yang tersedia di bumi terus berkurang. Suatu jenis atau bentuk energi dapat diubah atau berubah menjadi energi listrik sesuai dengan hukum kekekalan energi (Wahid, 2014).

Pemanfaatan perubahan suatu energi menjadi sumber energi listrik telah lama diterapkan dalam kehidupan masyarakat seperti pemanfaatan energi mekanik, energi panas, energi cahaya matahari, serta energi-energi lainnya. Penelitian ini pun memanfaatkan perubahan energi yaitu perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Energi listrik dibagi menjadi dua berdasarkan sumber utamanya yaitu energi konvensional, dan energi terbarukan. Jenis energi listrik berdasarkan sistem kelistrikkannya terbagi menjadi dua yakni listrik arus bolak-balik (*Alternating Current*) dan listrik arus searah (*Direct Current*) (Wibowo, 2010).

2.1.1 Sistem Listrik Bolak-balik (AC)

Goerge Westinghous dengan sejumlah paten Nicola Tesla mengembangkan sistem penyaluran tenaga listrik dengan arah arus bolak balik atau sistem penyaluran energi listrik *Alternating Current (AC)*. Listrik *AC* merupakan tenaga listrik yang memiliki sistem distribusi atau penyalurannya dengan tegangan dan arah arus bolak-balik (*Alternating Current*) (Rochman, 2012). Listrik *AC* mempunyai kekuatan atau tegangan yang lebih tinggi daripada listrik *DC*, bahkan sampai ratusan ribu *Volt*. Listrik *AC* mampu untuk menghidupkan televisi ataupun

radio karena mempunyai frekuensi yang tinggi sehingga dapat menghasilkan radiasi gelombang elektromagnetik (Wibowo, 2010).

Rochman (2012) menyatakan listrik *AC* memiliki beberapa keunggulan. Keunggulan yang dimiliki listrik *AC* yaitu mudahnya transformasi tegangan antar level, stabilitas tegangan yang mampu untuk dikontrol dari daya aktif melalui pengaturan daya reaktif. Listrik *AC* memiliki system proteksi yang lebih berkembang dalam sistem distribusinya dibandingkan dengan listrik *DC*. Hal ini wajar karena sistem arus listrik *AC* telah lama diterapkan pada masyarakat.

Sistem distribusi listrik *AC* pun memiliki kelemahan dibandingkan dengan listrik *DC*. Listrik *AC* yang mempunyai frekuensi bisa terjadi gangguan dalam hal kestabilan frekuensi. Faktor-faktor tertentu seperti adanya fluktuasi beban sehingga nilai frekuensi menjadi tidak konstan menyebabkan listrik *DC* mengalami ketidakstabilan frekuensi (Wibowo, 2010).

Kualitas daya pada listrik *AC* juga dipengaruhi oleh kondisi *voltage sag* dan *voltage swell*. Penyebab kondisi *voltage sag* yakni adanya beban besar yang masuk secara bersamaan ataupun adanya pembangkit yang lepas (*trip*). *Voltage sag* dapat didefinisikan sebagai kondisi saat tegangan turun dibawah 90% nilai tegangan nominal. *Voltage swell* diartikan kondisi saat tegangan naik 110% diatas nilai tegangan nominal. *Voltage swell* dapat diakibatkan oleh adanya beban besar hilang secara bersamaan. Kondisi-kondisi seperti *Interruption*, *flicker*, serta *noise* juga bisa terjadi pada sistem distribusi listrik *AC* sehingga mempengaruhi kualitas daya listriknya (Rochman, 2012).

2.1.2 Sistem Listrik Searah (*DC*)

Sistem penyaluran atau distribusi energi listrik *DC* yakni listrik dialirkan dengan sistem tegangan dan arus searah (*Direct Current*). Thomas Alfa Edison membangun sistem distribusi listrik *DC* dengan tegangan rendah 120 volt di Amerika Serikat pada tahun 1882 (Rochman, 2012). Peralatan rumah tangga seperti lampu *LED*, perangkat computer atau laptop, *smartphone* pada dasarnya memerlukan daya dan arus listrik *DC* karena tegangan yang dibutuhkan tergolong rendah dan arus yang diperlukan arus yang lebih stabil. Sumber energi listrik dengan sistem *DC* lebih mudah diperoleh seperti dari sumber-sumber energi baru ataupun terbarukan (Wirasanto, 2018).

Keunggulan yang dimiliki oleh listrik *DC* yaitu daya listrik dapat dikonversikan dengan bahan semi konduktor sehingga nilai rugi lebih rendah. Penyimpanan sumber energi listrik *DC* dapat dilakukan menggunakan baterai (Warisanto, 2018). Nilai faktor daya dalam sistem listrik *DC* adalah 1 sehingga tingkat efisiensi daya yang terpakai lebih besar. Fluktuasi pada beban pengguna akan berkurang apabila dilakukan penerapan listrik *DC*, sehingga tegangan yang disuplai saat pemakaian hampir dapat dijaga secara konstan. Listrik *DC* juga memiliki kelemahan.

Kelemahan yang dimiliki listrik *DC* yakni konversi antar level pada *DC* lebih sulit, pemutusan arus listrik (*interruption*) lebih sulit dibandingkan listrik *AC* karena tidak *zero-crossing* atau pemotongan di titik nol pada gelombang *DC*. Sistem *DC* yang pada umumnya memiliki tegangan rendah sehingga peningkatan rugi daya pun dapat terjadi (Rochman, 2012). Elektron yang bergerak searah sepanjang waktu dalam sistem listrik *DC*. Rangkaian *DC* dapat digunakan dengan memenuhi tiga komponen yaitu sumber daya listrik, beban untuk menggunakan kekuatan, konduktor sebagai penghubung sumber ke load (Wibowo, 2010).

2.2 Sel Volta (Sel Galvani)

Rangkaian sel elektrokimia yang mengakibatkan terjadinya reaksi kimia berlangsung secara spontan sehingga berubah menjadi energi listrik disebut sebagai Sel Volta atau Sel Galvani (Ridwan, 2016). Giancoli (2001) menjelaskan tentang baterai listrik, dan sejarah sel elektrokimia yang dilakukan oleh Luigi Galvani dan Alessandro Volta (1737-1798) dalam buku "*Physics Fifth Edition*" yang diterjemahkan menjadi buku Fisika Edisi Kelima.

2.2.1 Percobaan Galvani

Pada tahun 1780an, serangkaian eksperimen tentang penegangan otot kaki katak melalui listrik yang dihasilkan mesin listrik statis telah dilakukan oleh Luigi Galvani. Galvani menemukan bahwa kuningan yang ditekan terhadap tulang belakang katak yang kemudian digantung ke rel besi yang juga menyentuh katak menyebabkan otot kaki katak kembali menegang, dan fenomena yang sama juga terjadi untuk pasangan logam yang lain. Penemuan Galvani yang diberi nama listrik hewan diterbitkan pada tahun 1791. Penemuan ini menimbulkan banyak

pertanyaan, termasuk Galvani sendiri juga bertanya “Apakah ia telah menemukan gaya hidup yang telah lama ia cari” (Giancoli, 2001).

2.2.2 Percobaan Volta

Alessandro Volta melakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut dan lebih luas mengenai eksperimen Galvani tersebut Volta berasumsi dan mulai mempercayai bahwa sumber listrik bukan pada hewan tersebut, akan tetapi pada kontak antara kedua logam. Kedua logam yang tidak sama dihubungkan secara langsung ke elektroskop oleh Volta, kemudian ia mengamati pemisahan keeping-keping yang menunjukkan beda potensial. Penelitian yang dilakukan oleh Volta juga menyatakan bahwa kombinasi antar tiap jenis logam yang berbeda akan menimbulkan efek yang berbeda juga, dan hasil pengukurannya ini dibuat menjadi daftar dengan urutan keefektifan logam yang lebih lanjut saat ini dikenal dengan Deret Volta. Pada tahun 1800, Volta mengumumkan suatu penemuan terbesar yang disumbangkan terhadap dunia sains. Volta berhasil merancang dan membuat baterai listrik yakni mahkota mangkuk-mangkuk dan tumpukan (Giancoli, 2001).

2.2.3 Prinsip Rangkaian Sel Volta

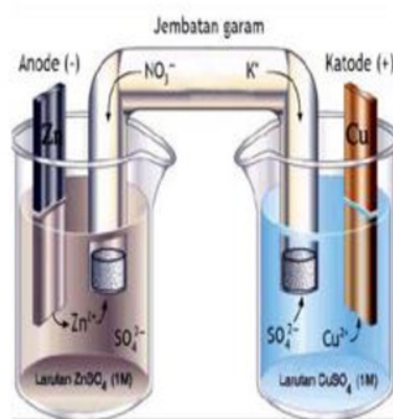
Sel Volta terdiri dari anoda (kutub negative) dan katoda (kutub positif) sebagai elektroda, larutan elektrolit, dan jembatan garam sebagai penghubung. Elektroda dicelupkan ke dalam larutan elektrolit kemudian kutub negative dan kutub positif dihubungkan melalui jembatan garam (Ridwan, 2016). Energi listrik dalam yang pada dasarnya merupakan hasil perubahan dari energi kimia akibat reaksi kimia yang terjadi maka pemilihan komponen Sel Volta harus sesuai dengan Deret Volta.

Deret Volta diurutkan sebagai berikut Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, (H₂O), Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, (H), Cu, Hg, Ag, Pt, Au. Unsur sebelah kiri atau lebih kiri dinyatakan sebagai anoda dalam rangkaian Sel Volta, sedangkan katoda yaitu unsur sebelah kanan diantara Deret Volta (Rahayu, 2009). Reaksi kimia tidak berlangsung apabila tidak sesuai dengan kaidah deret volta atau nilai E^0 Sel kurang dari nol (E^0 Sel bernilai negatif). Reaksi kimia dapat berlangsung spontan sehingga menjadi energi kimia lalu berubah menjadi energi listrik jika nilai E^0 Sel lebih dari nol atau bernilai positif.

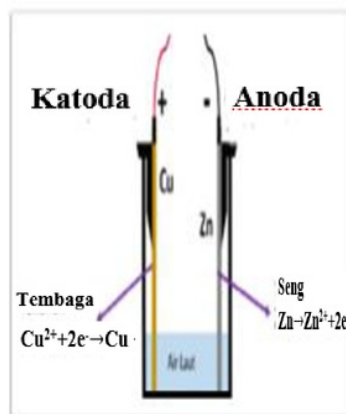
2.3 Potensi Energi Listrik pada Air Laut

Energi listrik yang terkandung dalam air laut merupakan hasil dari perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Energi kimia atau lebih khususnya energi elektrokimia terbentuk oleh reaksi kimia yang terjadi antara air laut, tembaga dan seng. Tembaga dan seng berperan sebagai elektroda positif dan negative dalam penelitian ini sesuai dengan prinsip Sel Volta (Voltaic).

Sel Volta atau Sel Galvani pada umumnya terdiri dari dua buah rangkaian yang dihubungkan dengan jembatan garam. Rangkaian pertama yakni sebuah wadah berisi air garam dan seng, dan wadah yang lainnya berisi air garam dan tembaga, yang selanjutnya dihubungkan melalui jembatan garam (Rahayu, 2009). Ada sedikit perbedaan antara penelitian ini dengan prinsip Sel Galvani pada skema rangkaian, penelitian ini tidak menggunakan jembatan garam sebagai penghubung, sehingga air laut dan kedua elektrodanya dalam satu wadah menjadi satu rangkaian sel.



(a) Sel Volta (Rahayu, 2009)



(b) Rangkaian Tunggal (Prastuti, 2017)

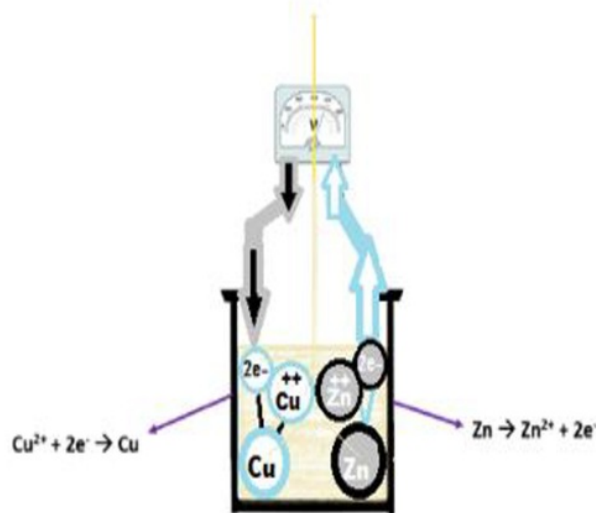
Gambar 2. Perbedaan Skema (a) Sel Volta dengan (b) Rangkaian Sel Tunggal Yang Diterapkan

Reaksi kimia yang terjadi antara kedua rangkaian pada Gambar 12. berbeda. Pada rangkaian sel tunggal penelitian ini reaksi antara seng dan air laut serta tembaga dan air laut terjadi secara bersamaan dalam satu wadah secara langsung. Reaksi yang terjadi yakni reduksi dan oksidasi. Reduksi merupakan pelepasan oksigen, dan juga penangkapan electron yang terjadi pada tembaga, sedangkan oksidasi didefinisikan sebaliknya yakni penangkapan oksigen dan pelepasan

electron terjadi pada seng. Tembaga yang mengalami reduksi selanjutnya disebut sebagai katoda, sedangkan seng yang mengalami oksidasi disebut anoda. Reaksi kimia yang terjadi pada Sel ini, sebagai berikut:

Anoda: $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ → (Reaksi Oksidasi, Seng melepas electron)

Katoda: $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ → (Reaksi Reduksi, Tembaga menangkap electron)



Gambar 3. Reaksi Reduksi dan Reaksi Oksidasi pada Rangkaian Sel.

Seng melepas muatan negatif atau electron saat reaksi kimia terjadi, kemudian electron tersebut mengalir melalui kabel menuju hambatan. Elektron ini ditangkap atau diikat oleh tembaga, akan tetapi seng mengalami kelebihan muatan positif, dan tembaga mengalami kelebihan muatan negatif. Kelebihan muatan positif pada Seng (Zn^{2+}) akan distabilkan oleh kandungan ion negatif garam dalam air laut, dan kandungan ion positif garam yang terdapat pada air laut akan menyeimbangkan kelebihan muatan negatif pada tembaga (Prastuti, 2017).

Elektron yang mengalir (Reaksi Elektrokimia) pada jalur rangkaian ini disebut energi elektrokimia yang selanjutnya berubah menjadi energi listrik. Energi listrik pada penelitian ini bukan diciptakan, akan tetapi energi listrik merupakan hasil perubahan dari energi elektrokimia atau energi kimia akibat reaksi kimia yang terjadi pada rangkaian sel. Pemanfaatan perubahan energi yang terjadi sesuai dengan hukum kekekalan energi yaitu “Energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan, energi dapat berubah bentuk dari suatu bentuk energi ke bentuk energi lain, ataupun energi baru” (Wahid,2014).

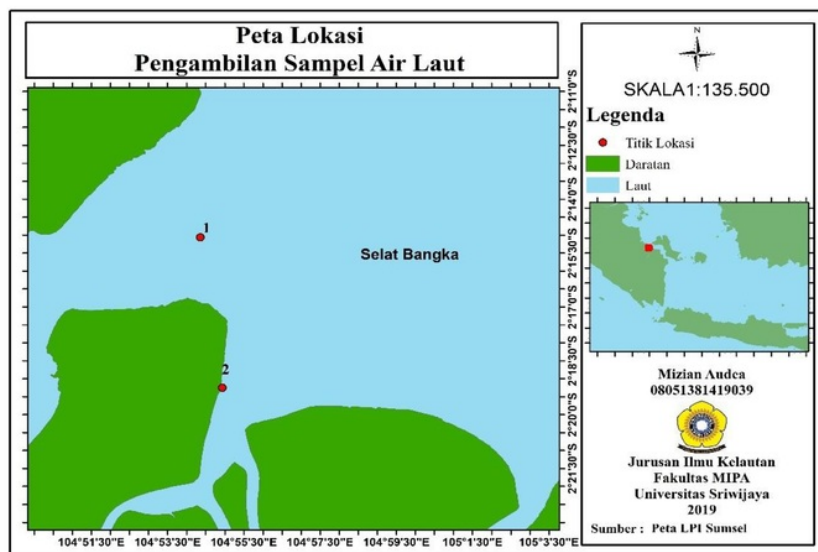
Komponen rangkaian sel terdiri dari elektroda, dan larutan elektrolit dalam hal ini adalah kandungan garam air laut (Rahayu, 2009). Kandungan garam sebagai salah satu faktor pening penyusun rangkaian sel, walaupun bukan sebagai komponen dominan pembentuk energi listrik (Prastuti,2017). Kandungan garam dalam air laut, perairan payau, perairan muara sungai ataupun air tawar yang salinitasnya mendekati nol tentu berbeda. Air yang kadar garamnya berbeda-beda akan menghasilkan potensi yang berbeda juga, karena kandungan ion-ion garam merupakan komponen penyeimbang reaksi, saat elektroda mengalami kelebihan muatan positif ataupun negatif.

Komposisi air laut yang lebih sedikit pada penelitian yang dilakukan Prastuti (2017) menunjukkan nilai tegangan dan daya hantar listrik yang lebih rendah. Kadar garam atau secara kimia kandungan Na^+ dan Cl^- lebih sedikit atau rendah. Berdasarkan grafik perbandingan nilai konsentrasi *Chlorine* terhadap arus listrik dalam penelitian Wang and Yao (2017), maka kemungkinan nilai arus listriknya juga akan rendah.

III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilaksanakan pada Maret 2019 di Laboratorium Oseanografi dan Instrumentasi Kelautan Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Sumatera Selatan, Indonesia. Pengambilan sampel air laut dilakukan di perairan Sungai Musi Desa Sungsang saat pasang tertinggi di Muara Sungai Musi Banyuasin (Stasiun 1) dan surut terendah di Pelabuhan Tanjung Buyut (Stasiun 2) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 4. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

3.2 Alat dan Bahan beserta Fungsi

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu alat yang digunakan saat pengambilan sampel dan alat yang digunakan di Laboratorium selama penelitian. Sedangkan bahan yang akan digunakan selama penelitian yaitu sampel air laut yang diperoleh dari lapangan.

3.2.1 Alat

Tabel 1. Alat yang digunakan saat pengambilan sampel

No	Alat	Fungsi
1.	GPS	Mengetahui titik koordinat
2.	Dirigen	Wadah penyimpanan sampel
3.	Hand Refraktometer	Mengetahui nilai salinitas sampel

Tabel 2. Alat yang digunakan selama penelitian.

No	Alat	Fungsi
1.	Cup Air Mineral	Tempat untuk menampung sampel dan elektroda
2.	Gelas Ukur	Alat ukur jumlah air laut yang akan diuji (volume)
3.	Tembaga ($2.25\text{mm}^2 \times 15\text{cm}$)	Elektroda pada rangkaian
4.	Seng (3cm x 15cm)	Elektroda pada rangkaian
5.	Kabel	Media penghubung multimeter ke rangkaian
6.	Multimeter	Alat ukur arus, tegangan dan hambatan listrik (AVO meter)
7.	Lampu LED 1.5 V	Alat penguji potensi listrik yang mengalir
8.	Jam	Alat ukur jangka waktu energi listrik pada air laut

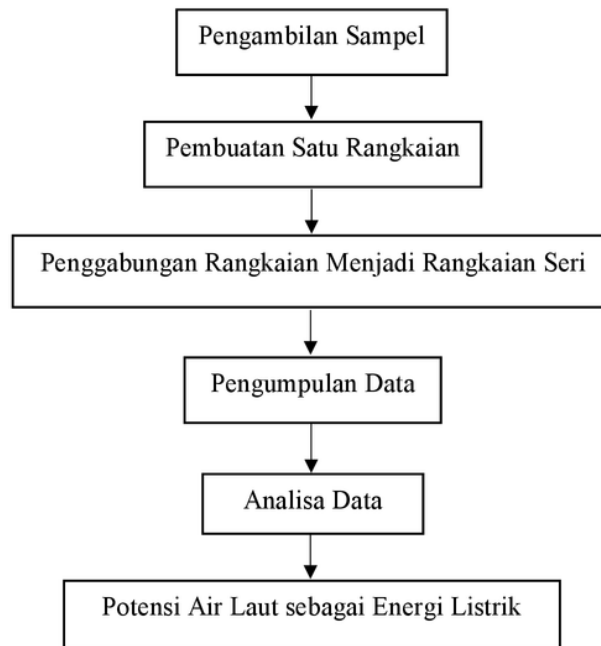
3.2.2 Bahan

Tabel 3. Bahan yang digunakan selama penelitian

No.	Bahan yang digunakan	Fungsi
1.	Air Laut	Sebagai sampel yang akan diuji

3.3 Metode Kerja

Tahapan uji potensi energi listrik yang terdapat pada air laut adalah sebagai berikut:



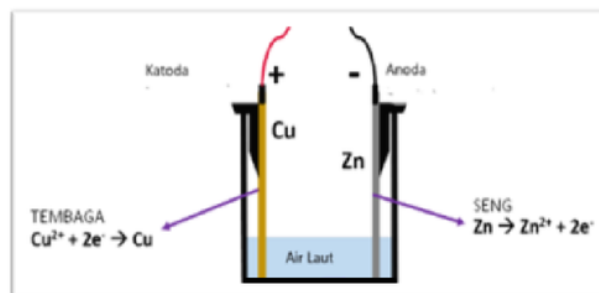
Gambar 5. Alur Kerja Penelitian

3.3.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air laut dilakukan di Perairan Sungai Musi Desa Sungsang. Sampel yang diambil berupa air laut dengan salinitas yang berbeda-beda. Air laut diambil saat pasang tertinggi dan surut terendah sehingga ada dua sampel air laut yang berbeda salinitasnya. Kemudian sampel tersebut diuji untuk mengetahui potensi energi listrik yang terdapat dalam sampel tersebut.

3.3.2 Pembuatan Satu Rangkaian

Penelitian ini menggunakan air laut sebagai bahan baku. Air laut yang berjumlah 100 ml dimasukkan ke dalam wadah, kemudian dicelupkan tembaga sebagai katoda dan seng sebagai anoda. Setelah itu skema satu rangkaian siap untuk diuji ataupun digabungkan menjadi rangkaian seri. Skema satu rangkaian dapat dilihat pada Gambar 6. (Prastuti, 2017).

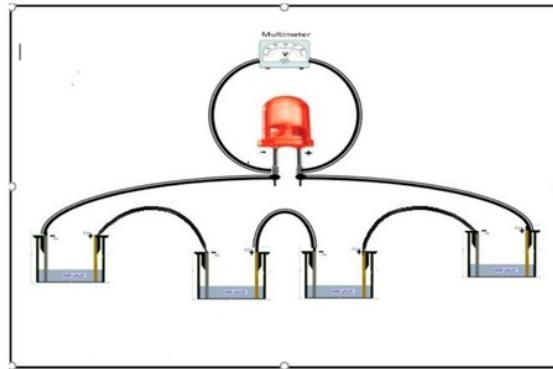


Gambar 6. Skema Satu Rangkaian (Sumber: Prastuti, 2017)

3.3.3 Penggabungan Rangkaian Menjadi Rangkaian Seri

Potensial air laut sebagai sumber listrik dapat diketahui dengan cara membuat rangkaian air laut, tembaga, dan seng sebanyak energi listrik yang diperlukan, dalam hal ini alat yang digunakan yaitu lampu LED. Skema satu rangkaian digabungkan membentuk rangkaian seri. Rangkaian seri dibuat dengan cara katoda (tembaga) dihubungkan dengan Anoda (seng) menggunakan kabel antar setiap wadah. Rangkaian seri dihubungkan ke lampu LED. Jumlah rangkaian akan disesuaikan dengan jenis lampu LED (sesuai konsumsi listrik yang dibutuhkan) serta potensi tiap skema satu rangkaian. Potensial air laut dapat diketahui dengan melihat nilai tegangan dan arus listrik yang ditampilkan oleh

multimeter serta redup atau terang cahaya lampu LED. Contoh skema rangkaian seri ini dapat dilihat pada Gambar 5.



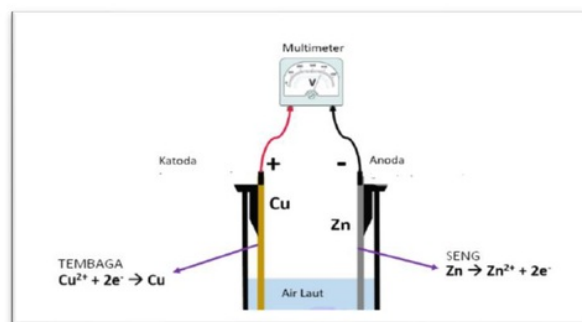
Gambar 7. Skema Gabungan 4 Rangkaian Sel Tunggal Disusun secara Seri dan Dihubungkan ke Lampu LED

3.3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data potensi air laut sebagai sumber energi listrik diperoleh melalui uji potensi energi listrik satu rangkaian, uji potensi energi listrik rangkaian seri, uji potensi pengaruh salinitas terhadap potensi energi listrik air laut, dan uji potensi jangka waktu energi listrik yang dihasilkan air laut.

a. Uji Potensi Energi Listrik Air Laut dalam Satu Rangkaian

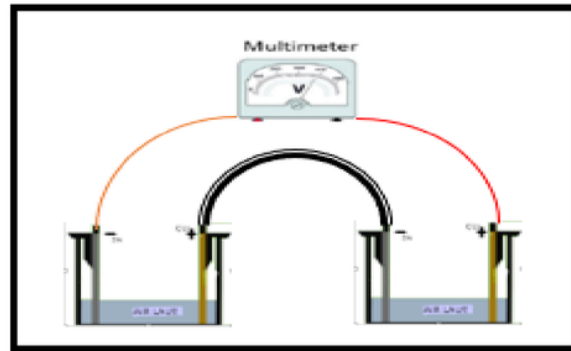
Air laut yang telah dimasukkan dalam wadah diberi elektroda sehingga membentuk satu rangkaian. Skema satu rangkaian dihubungkan ke multimeter untuk mengetahui tegangan listrik. Tembaga dihubungkan ke kabel positif multimeter, dan seng dihubungkan ke kabel negatif multimeter. Kemudian nilai potensi energi listrik air laut dapat diketahui pada multimeter.



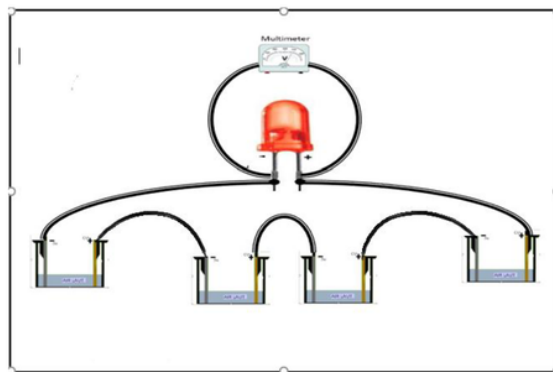
Gambar 8. Uji Potensi Satu Rangkaian (Sumber: Prastuti, 2017)

b. Uji Potensi Energi Listrik Air laut pada Rangkaian Seri

Skema satu rangkaian digabungkan sehingga menjadi rangkaian seri. Tiap satu rangkaian dihubungkan dengan cara tembaga dihubungkan dengan seng. Skema gabungan 2 rangkaian dapat dilihat pada Gambar 7. Tembaga dihubungkan lagi dengan seng untuk membuat rangkaian seri yang lebih dari dua rangkaian. Jumlah rangkaian sel tunggal adalah 4 rangkaian sel tunggal yang dibutuhkan untuk menhidupkan lampu LED 1,5 V. Contoh skema gabungan rangkaian seri dapat dilihat pada Gambar 8. Elektroda yang telah terhubung dengan lampu LED dihubungkan dengan multimeter. Multimeter akan menampilkan jumlah energi listrik (arus, tegangan, hambatan) dari tiap-tiap rangkaian.



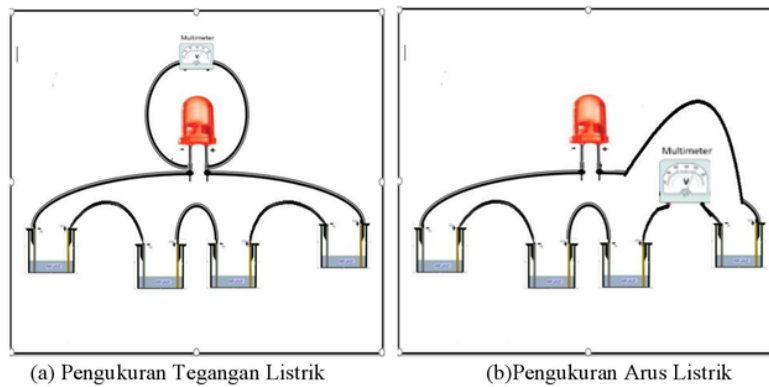
Gambar 9. Skema Gabungan 2 Rangkaian Tunggal (Rangkaian Seri)



Gambar 10. Skema Gabungan 4 Rangkaian Sel Tunggal (Rangkaian Seri) Terhubung dengan Lampu LED dan Multimeter.

c. Pengukuran Nilai Tegangan Listrik dan arus listrik

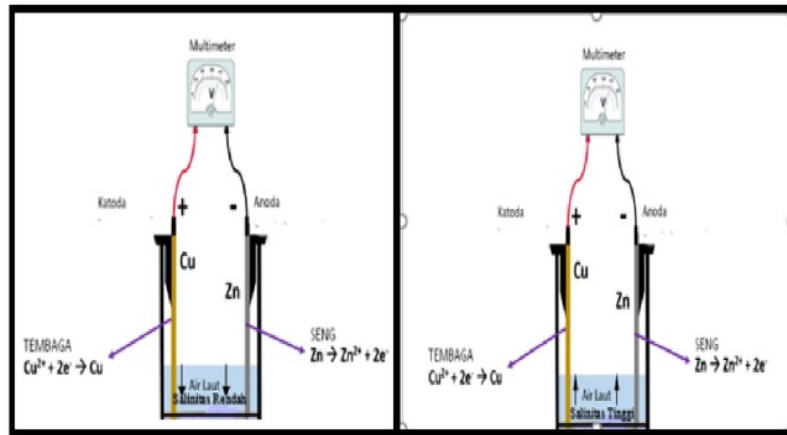
Tegangan listrik pada rangkaian gabungan secara seri dapat diketahui dengan menghubungkan ke empat rangkaian gabungan dengan lampu LED 1,5 V secara seri kemudian dihubungkan secara parallel ke multimeter digital. Pengukuran nilai tegangan ini dilakukan pada rangkaian sel tunggal, rangkaian gabungan sel setiap kurang lebih 3 jam sekali selama sekitar 3 hari. Arus Listrik diketahui dengan pengukuran pada rangkaian gabungan sel. Rangkaian gabungan sel yang terhubung dengan lampu LED dihubungkan dengan multimeter digital secara seri. Nilai Arus listrik rangkaian tunggal sama dengan nilai arus listrik rangkaian gabungan sel sesuai dengan hukum kirchoff 1. Perbedaan teknik mengukur tegangan listrik dan arus listrik rangkaian dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 11. Perbedaan Teknik Pengukuran (a) Tegangan Listrik dan (b) Arus Listrik

d. Uji Potensi Pengaruh Perbedaan Salinitas terhadap Potensi Energi Listrik Air Laut

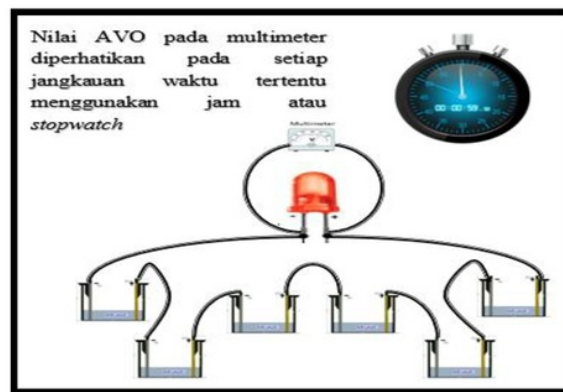
Pengaruh salinitas terhadap potensi energi listrik air laut akan diketahui dengan cara mengukur dua rangkaian dengan air laut salinitas tinggi dan rendah, yakni saat pasang tertinggi dan surut terendah. Skema satu rangkaian pertama diisi air laut dengan nilai salinitas 17 ppt. Skema rangkaian kedua diisi air laut dengan nilai salinitas 5 ppt. Hasil pengukuran dari multimeter dilihat agar diketahui ada atau tidaknya perbedaan potensi energi listrik pada kedua rangkaian tersebut.



Gambar 12. Pengukuran Potensi Listrik Air Laut berdasarkan Perbedaan Salinitas

e. Uji Potensi Jangka Waktu Energi Listrik pada Air Laut

Jangka waktu energi listrik pada air laut dapat diketahui dengan mengukur potensi listrik menggunakan multimeter dan jam/*stopwatch* tiap jangkauan waktu tertentu pada satu rangkaian untuk mengetahui ada atau tidaknya penurunan nilai yang ditunjukkan multimeter setiap 3 jam sekali selama kurang lebih 72 jam atau sekitar 3 hari . Pada rangkaian seri yang terhubung lampu LED juga diukur setiap 3 jam selama 3 hari dan dilihat jangkauan waktu cahaya lampu LED mulai dari saat terang hingga redup dan mati atau tidak ada cahaya sama sekali pada lampu LED.



Gambar 13. Skema Gabungan 6 Rangkaian Tunggal (Rangkaian Seri) Terhubung dengan Lampu LED dan Multimeter.

3.4 Analisis Perhitungan Data (Daya Hantar Listrik Air Laut)

Berdasarkan hukum joule, daya hantar listrik diketahui dengan cara mengalikan arus listrik dengan tegangan atau dengan rumus sebagai berikut :

$$P = VI$$

Keterangan :

- P adalah Daya Hantar Listrik (dengan satuan *miliWatt* atau (*mW*))
- I adalah Arus Listrik (dengan satuan *miliAmpere* atau (*mA*))
- V adalah Beda Potensial (dengan satuan *miliVolt* (*mV*))

3.5 Analisis Data

Analisis penyajian data berupa analisis deskriptif. Analisis data dalam penelitian ini berdasarkan hasil pengukuran arus, tegangan, dan hambatan pada satu rangkaian, rangkaian seri, pengukuran jangka waktu energi listrik, serta pengukuran energi listrik berdasarkan perbedaan nilai salinitas sampel. Analisis penyajian data juga berdasar pada hasil dari analisis perhitungan data.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Potensi Energi Listrik Air Laut Salinitas Tinggi

Kisaran nilai kandungan garam yang tinggi dalam air laut yakni sekitar 3,5% dalam satu liternya (Prastuti, 2017). Rangkaian sel dalam penelitian ini kategori air laut dengan salinitas lebih tinggi menggunakan air dari perairan payau. Nilai salinitas sampel air laut berkisar antara 17 ppt yang menjadi sampel air dengan salinitas lebih tinggi. Sampel air diambil dari sekitar perairan Muara Sungai Musi mengarah ke perairan laut bangka atau diantara muara Sungai Musi dan Selat Bangka.

Sampel diambil saat sedang terjadi pasang tertinggi yang menjadi kemungkinan nilai salinitas tertinggi pada perairan. Titik lokasi sampel yang berada diantara perairan muara Sungai Musi dan Selat Bangka yang memiliki pergerakan massa air lebih aktif akan mempengaruhi nilai salinitas serta kandungan yang terdapat pada sampel. Sampel air ini kemudian dirangkai menjadi rangkaian sel tunggal dan rangkaian gabungan seri.

Nilai tegangan dan arus listrik menjadi parameter yang diukur pada masing masing rangkaian. Prastutti (2017) menyatakan bahwa komponen 100 % air laut (kandungan garam yang tinggi) mampu menghasilkan potensi listrik dengan daya hantar listrik sekitar 6 watt. Wang and Yao (2017) meneliti variasi nilai arus listrik berdasarkan perbedaan konsentrasi *Chlorine* (Cl^-), nilai konsentrasi *Chlorine* yang tinggi berbanding lurus dengan nilai arus listrik yang tinggi.

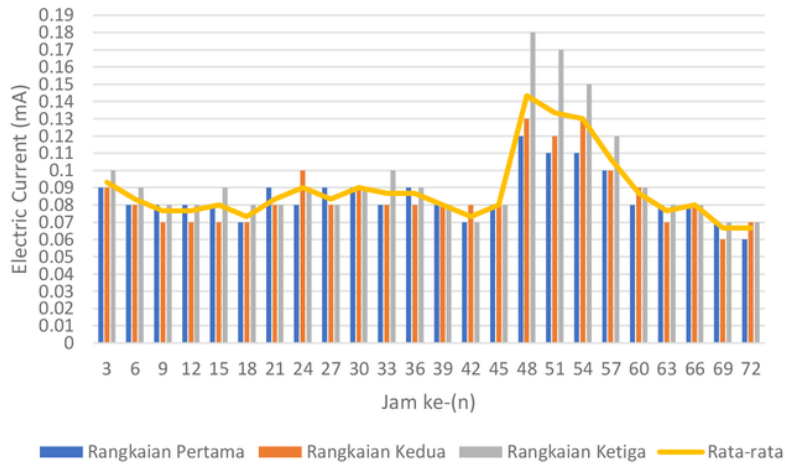
4.1.1 Rangkaian Sel Tunggal Air Laut Salinitas Tinggi

Tabel 4. menunjukkan bahwa nilai tegangan dengan pengukuran sebanyak tiga kali pada jam pertama dan ke dua mendekati 1 Volt pada Satu Rangkaian Sel. Nilai tegangan pada sampel rangkaian bersalinitas tinggi mengalami penurunan yang cukup stabil dalam kurun waktu sekitar 3 hari atau 72 jam. Nilai arus listrik berbanding lurus dengan nilai tegangan dengan nilai tertinggi yakni 0.18 *miliAmpere*.

Tabel 4. Data hasil pengukuran Rangkaian Sel Tunggal dengan Salinitas Tinggi

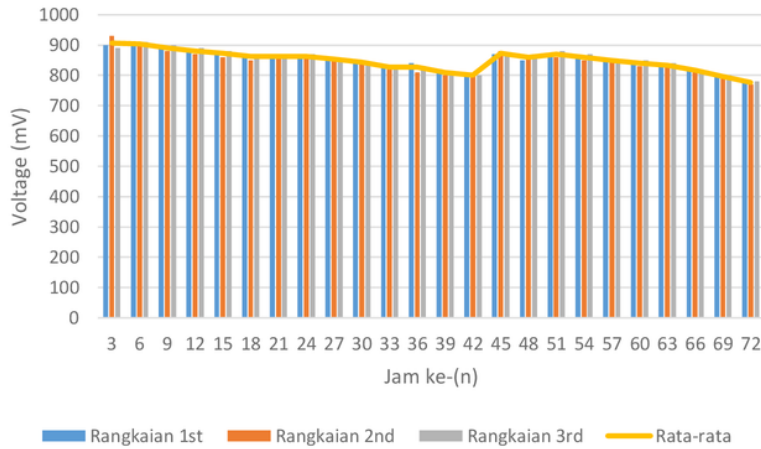
Waktu	Jam ke-n	Tegangan (V=mV)			Rata-Rata Tegangan (mV)	Arus (I=mA)			Rata-Rata Arus (mA)	Daya Hantar Listrik ($P=VI$)
		1	2	3		1	2	3		
13:00	3	900	930	890	906.67	0.09	0.09	0.1	0.09	84.62
16:00	6	900	900	910	903.33	0.08	0.08	0.09	0.08	75.28
19:00	9	890	880	900	890	0.08	0.07	0.08	0.08	68.23
22:00	12	880	870	890	880	0.08	0.07	0.08	0.08	67.47
1:00	15	880	860	880	873.33	0.08	0.07	0.09	0.08	69.87
4:00	18	870	850	870	863.33	0.07	0.07	0.08	0.07	63.31
7:00	21	870	860	860	863.33	0.09	0.08	0.08	0.08	71.94
10:00	24	860	860	870	863.33	0.08	0.1	0.09	0.09	77.7
13:00	27	850	860	850	853.33	0.09	0.08	0.08	0.08	71.11
16:00	30	850	840	840	843.33	0.09	0.09	0.09	0.09	75.9
19:00	33	830	820	830	826.67	0.08	0.08	0.1	0.09	71.64
22:00	36	840	810	830	826.67	0.09	0.08	0.09	0.09	71.64
1:00	39	820	800	810	810	0.08	0.08	0.08	0.08	64.8
4:00	42	800	800	800	800	0.07	0.08	0.07	0.07	58.67
7:00	45	870	880	870	873.33	0.08	0.08	0.08	0.08	69.87
10:00	48	850	860	870	860	0.12	0.13	0.18	0.14	123.3
13:00	51	870	860	880	870	0.11	0.12	0.17	0.13	116
16:00	54	860	850	870	860	0.11	0.13	0.15	0.13	111.8
19:00	57	850	850	850	850	0.1	0.1	0.12	0.11	90.67
22:00	60	840	830	850	840	0.08	0.09	0.09	0.09	72.8
1:00	63	830	830	840	833.33	0.08	0.07	0.08	0.08	63.89
4:00	66	820	820	810	816.67	0.08	0.08	0.08	0.08	65.33
7:00	69	800	790	800	796.67	0.07	0.06	0.07	0.07	53.11
10:00	72	780	770	780	776.67	0.06	0.07	0.07	0.07	51.78

Faktor-faktor yang mempengaruhi naik turunnya nilai tegangan dan arus listrik adalah kestabilan reaksi kimia, kemampuan sampel (larutan elektrolit) menyeimbangkan nilai muatan serta ketahanan elektroda seng dan tembaga saat terjadi reaksi redoks berlaku untuk setiap rangkaian baik tunggal atau seri maupun dengan salinitas tinggi atau rendah. Adapun faktor-faktor dari luar (lingkungan) seperti partikel-partikel lingkungan suhu, udara, serangga, perlakuan maupun hal lainnya yang menyebabkan kealamian proses reaksi untuk berubah menjadi energi listrik tidak terjaga terganggu ataupun mengalami nilai parameter yang *error*.



Gambar 14. Grafik Perubahan Nilai Arus Listrik Rangkaian Sel Tunggal Air Laut Salinitas Tinggi

Nilai arus listrik tertinggi terdapat pada rangkaian ketiga yakni 0.18 mA dengan rata-rata nilai tertinggi ketiga rangkaian 0.145 mA berdasarkan Gambar 14. jam pengukuran ke-48. Gambar 14 menunjukkan bahwa nilai terendah arus listrik air laut salinitas tinggi yaitu 0.06 mA pada rangkaian kedua jam ke-69 dan rangkaian pertama jam ke-72 dan rata-rata nilai terendahnya yakni 0.06 mA. Nilai rata-rata dari perubahan rata-rata arus listriknya yakni 0.089 mA.



Gambar15. Grafik Perubahan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Sel Tunggal Air Laut Salinitas Tinggi

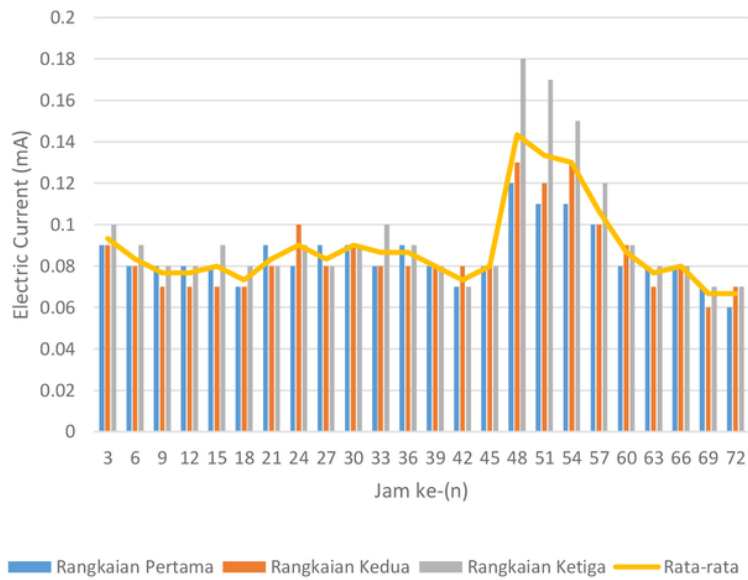
Nilai tegangan listrik sel tunggal air laut minimal terdapat pada rangkaian kedua jam pengukuran ke-72 yakni 770 *milivolt* dengan rata-rata nilai terendah 776 *milivolt*. Nilai tegangan maksimal yakni 930 mV pada rangkaian kedua jam pengukuran ke-3 dengan nilai rata-rata tertinggi 906 *milivolt*. Nilai rata-rata dari perubahan rata-rata tegangan listriknya yaitu 834 mV.

4.1.2 Rangkaian Sel Gabungan Air Laut Salinitas Tinggi (Rangkaian Seri)

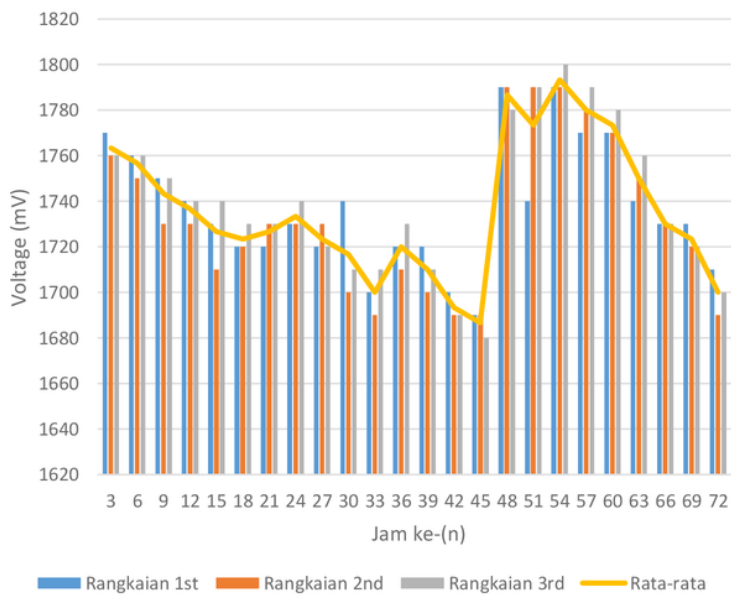
Rangkaian Gabungan Sel terdiri dari 4 Rangkaian Sel Tunggal yang dihubungkan antar tiap rangkaian secara seri kemudian dihubungkan ke lampu LED 1,5 Volt berwarna merah. Nilai arus listrik pada rangkaian gabungan tidak berbeda dengan nilai arus listrik rangkaian tunggal dengan salinitas tinggi sesuai hukum Kirchoff I. Hukum Kirchoff I menyatakan “Arus Total yang masuk melalui suatu titik percabangan dalam suatu rangkaian listrik sama dengan arus total yang keluar dari titik percabangan tersebut” (Giancoli, 2001).

Tabel 5. Data Hasil Pengukuran Rangkaian Gabungan Sel dengan Salinitas Tinggi

Waktu	Jam ke-n	Tegangan (V=mV)			Rata-Rata Tegangan (mV)	Arus (I=mA)			Rata-Rata Arus (mA)	Daya Hantar Listrik ($P=VI$)
		1	2	3		1	2	3		
13:00	3	1770	1760	1760	1763.33	0.09	0.09	0.1	0.09	164.58
16:00	6	1760	1750	1760	1756.67	0.08	0.08	0.09	0.08	146.39
19:00	9	1750	1730	1750	1743.33	0.08	0.07	0.08	0.08	133.66
22:00	12	1740	1730	1740	1736.67	0.08	0.07	0.08	0.08	133.14
1:00	15	1730	1710	1740	1726.67	0.08	0.07	0.09	0.08	138.13
4:00	18	1720	1720	1730	1723.33	0.07	0.07	0.08	0.07	126.38
7:00	21	1720	1730	1730	1726.67	0.09	0.08	0.08	0.08	143.89
10:00	24	1730	1730	1740	1733.33	0.08	0.1	0.09	0.09	156
13:00	27	1720	1730	1720	1723.33	0.09	0.08	0.08	0.08	143.61
16:00	30	1740	1700	1710	1716.67	0.09	0.09	0.09	0.09	154.5
19:00	33	1700	1690	1710	1700	0.08	0.08	0.1	0.09	147.33
22:00	36	1720	1710	1730	1720	0.09	0.08	0.09	0.09	149.07
1:00	39	1720	1700	1710	1710	0.08	0.08	0.08	0.08	136.8
4:00	42	1700	1690	1690	1693.33	0.07	0.08	0.07	0.07	124.18
7:00	45	1690	1690	1680	1686.67	0.08	0.08	0.08	0.08	134.93
10:00	48	1790	1790	1780	1786.67	0.12	0.13	0.18	0.14	256.09
13:00	51	1740	1790	1790	1773.33	0.11	0.12	0.17	0.13	236.44
16:00	54	1790	1790	1800	1793.33	0.11	0.13	0.15	0.13	233.13
19:00	57	1770	1780	1790	1780	0.1	0.1	0.12	0.11	189.87
22:00	60	1770	1770	1780	1773.33	0.08	0.09	0.09	0.09	153.69
1:00	63	1740	1750	1760	1750	0.08	0.07	0.08	0.08	134.17
4:00	66	1730	1730	1730	1730	0.08	0.08	0.08	0.08	138.4
7:00	69	1730	1720	1720	1723.33	0.07	0.06	0.07	0.07	114.89
10:00	72	1710	1690	1700	1700	0.06	0.07	0.07	0.07	113.33



Gambar 16. Grafik Perubahan Nilai Arus Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air Laut Salinitas Tinggi



Gambar 17. Grafik Perubahan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air Laut Salinitas Tinggi

Nilai Tegangan yang ditunjukkan oleh multimeter merupakan nilai tegangan setelah dipakai atau digunakan oleh lampu *LED*. Hal ini sesuai dengan hukum Kirchoff 2 yakni “Total beda potensial (tegangan) pada suatu rangkaian tertutup adalah nol” (Giancoli, 2001). Kisaran jumlah nilai tegangan 4 rangkaian sel dikurangi dengan nilai voltase yang digunakan oleh lampu *LED* menjadi nilai yang tunjukan multimeter.

Rangkaian Gabungan dengan salinitas tinggi menampilkan cahaya lampu yang tergolong terang meskipun tidak seterang sumber energi listrik lain. Hal ini menunjukkan reaksi kimia yang terjadi yakni reaksi reduksi oksidasi pada sel dengan salinitas tinggi cenderung lebih kuat dan lebih reaktif, nilai naik turun nilai tegangannya lebih stabil. Penurunan nilai tegangan atau arus terjadi akibat elektroda yang mangalami korosi, serta kemungkinan faktor-faktor eksternal lainnya.

4.2 Potensi Energi Listrik Air Laut Dengan Nilai Salinitas Rendah

Kadar garam yang terlarut dalam sampel air di Perairan Muara Sungai Musi lebih sedikit. Kandungan garam yang lebih sedikit pada sampel air ini tentu akan berdampak pada potensi energi listrik yang terkandung didalamnya meskipun perbedaan nilai parameter energi listriknya tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan sampel air yang salinitasnya lebih tinggi.

Sampel air dari perairan Muara Sungai Musi memiliki nilai salinitas kurang lebih 5 ppt. Sampel air ini diambil di perairan Pelabuhan Tanjung Buyut, Muara Sungai Musi. Sampel air diambil saat sore hari ketika terjadi surut. Perlakuan yang sama diberikan pada sampel ini yakni pembuatan rangkaian sel tunggal, rangkaian gabungan sel secara seri, lalu dilakukan pengukuran tegangan dan arus listrik menggunakan multimeter. Perlakuan yang sama pada sampel air salinitas rendah dapat mengetahui pengaruh nilai salinitas terhadap potensi energi listrik air laut.

4.2.1 Rangkaian Sel Tunggal

Tabel 6. yang merupakan data hasil pengukuran rangkaian sel tunggal air laut salinitas rendah menunjukkan nilai tegangan yang berbeda dengan nilai tegangan rangkaian sel tunggal air laut salinitas tinggi. Nilai tegangan listrik tertinggi (*max*) dan terendah (*min*) pada Tabel 6. lebih rendah dibandingkan dengan nilai tegangan listrik sampel air yang salinitas tinggi pada Tabel 5.

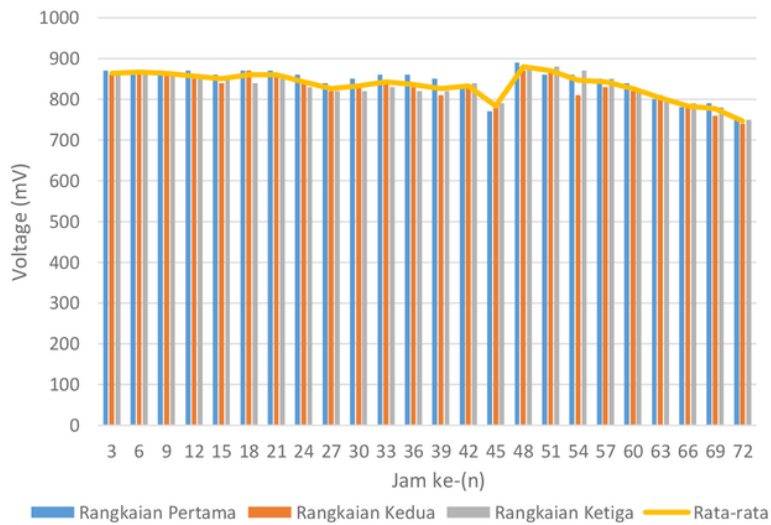
Tabel 6. Data Hasil Pengukuran Rangkaian Sel Tunggal dengan Salinitas Rendah

Waktu	Jam ke-n	Tegangan (V=mV)			Rata-Rata Tegangan (mV)	Arus (I=mA)			Rata-Rata Arus (mA)	Daya Hantar Listrik ($P=VI$)
		1	2	3		1	2	3		
13:00	3	870	860	860	863.33	0.1	0.09	0.09	0.09	80.58
16:00	6	860	870	870	866.67	0.09	0.08	0.09	0.09	75.11
19:00	9	870	860	860	863.33	0.09	0.09	0.08	0.09	74.82
22:00	12	870	850	850	856.67	0.08	0.08	0.09	0.08	71.39
1:00	15	860	840	850	850	0.09	0.08	0.08	0.08	70.83
4:00	18	870	870	840	860	0.1	0.09	0.08	0.09	77.4
7:00	21	870	860	850	860	0.09	0.09	0.08	0.09	74.53
10:00	24	860	840	830	843.33	0.08	0.08	0.08	0.08	67.47
13:00	27	840	820	820	826.67	0.08	0.09	0.1	0.09	74.4
16:00	30	850	830	820	833.33	0.09	0.09	0.08	0.09	72.22
19:00	33	860	840	830	843.33	0.1	0.09	0.09	0.09	78.71
22:00	36	860	830	820	836.67	0.09	0.09	0.08	0.09	72.51
1:00	39	850	810	820	826.67	0.08	0.07	0.08	0.08	63.38
4:00	42	830	830	840	833.33	0.08	0.08	0.09	0.08	69.44
7:00	45	770	790	790	783.33	0.07	0.09	0.08	0.08	62.67
10:00	48	890	870	880	880	0.09	0.08	0.08	0.08	73.33
13:00	51	860	870	880	870	0.09	0.09	0.08	0.09	75.4
16:00	54	860	810	870	846.67	0.08	0.07	0.07	0.07	62.09
19:00	57	850	830	850	843.33	0.08	0.08	0.07	0.08	64.66
22:00	60	840	820	820	826.67	0.07	0.07	0.08	0.07	60.62
1:00	63	800	810	800	803.33	0.07	0.08	0.07	0.07	58.91
4:00	66	780	780	790	783.33	0.07	0.07	0.07	0.07	54.83
7:00	69	790	760	780	776.67	0.07	0.06	0.06	0.06	49.19
10:00	72	750	740	750	746.67	0.06	0.05	0.06	0.06	42.31

Sampel air yang salinitasnya lebih tinggi mencapai tegangan 930 *milivolt*, sedangkan air muara sungai (salinitas rendah) menunjukkan nilai tegangan tertinggi 890 *milivolt*. Perbedaan nilai tegangan yang ditunjukkan tidak terlalu signifikan. Pengaruh salinitas pada nilai tegangan rangkaian sel tunggal tidak terlalu dominan, grafik perubahan tegangan listrik keduanya berbeda akan tetapi tidak terlalu signifikan berdasarkan pengukuran yang dilakukan kurang lebih 3 jam sekali dalam kurun waktu sekitar 72 jam.

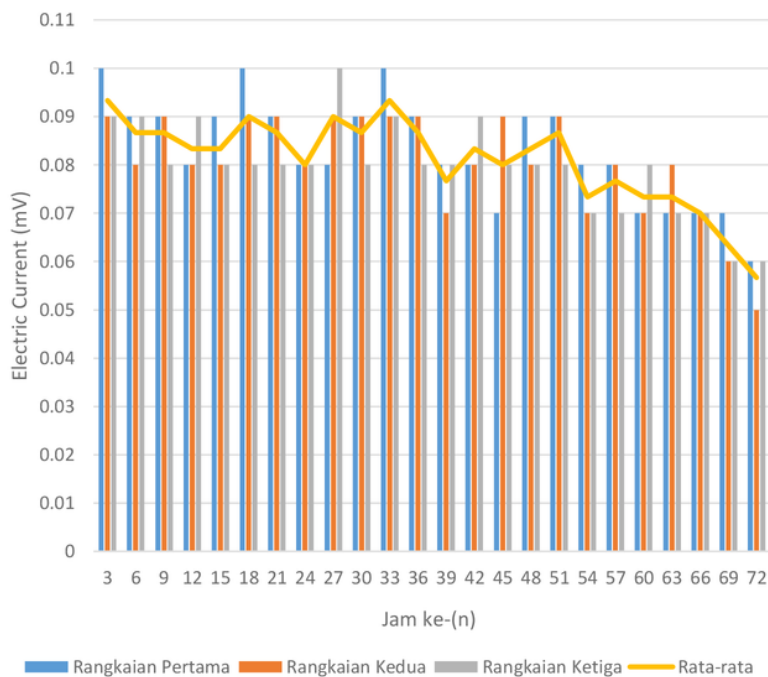
Tegangan yang tinggi pada air payau menunjukkan reaksi elektrokimia yang terjadi menghasilkan beda potensial listrik yang lebih besar dibanding air muara. Sedangkan nilai perubahan tegangan atau beda potensial listrik air muara lebih kecil, karena reaksi kimia air payau lebih reaktif sehingga nilai tegangan lebih tinggi dan perubahan nilai tegangan yang lebih besar.

Nilai arus listrik lebih rendah pada rangkaian sel tunggal air laut salinitas rendah dibandingkan dengan air laut salinitas tinggi namun tidak terlalu signifikan karena perbedaan nilai salinitas pada kedua sampel yakni sekitar 12 ppt. Nilai arus listrik air muara berkisar antara 0.06 sampai dengan 0.1 *miliampere*. Nilai perubahan arus listrik pada sampel air muara cenderung stabil dilihat dari hasil pengukuran kurang lebih tiap 3 jam selama kurun waktu sekitar 3 hari.



Gambar 18. Grafik Perubahan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Sel Tunggal Air Laut Salinitas Rendah

Arus listrik cenderung stabil apabila nilai beda potensial listrik atau tegangan tersebut pada kondisi normal untuk mengalirkan energi listrik. Faktor-faktor dari luar baik secara alami ataupun disebabkan oleh *noise* ataupun hal-hal lain yang tercampur dalam sampel atau mengubah kandungan sampel menjadi hal yang mungkin terjadi dan berpengaruh terhadap nilai parameter hasil pengukuran.



Gambar 19. Grafik Perubahan Nilai Arus Listrik Rangkaian Sel Tunggal Air Laut Salinitas Rendah

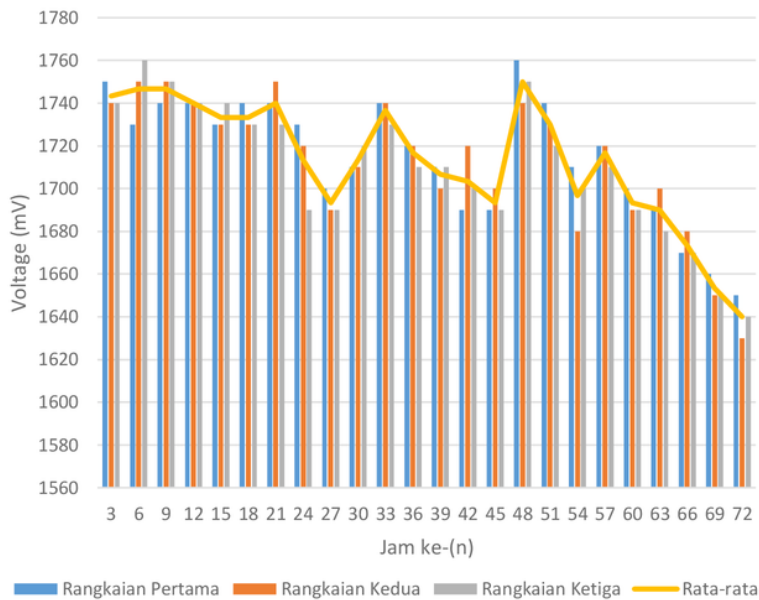
4.2.2 Rangkaian Sel Gabungan (Rangkaian Seri)

Rangkaian gabungan sel dengan sampel air salinitas rendah (air muara) dirangkai secara, diukur dengan cara yang sama dan dengan deangan komponen yang sama juga seperti sampel air salinitas tinggi. Nilai tegangan pada sampel air muara yang dirangkai secara seri berbeda dengan air payau sama seperti pada rangkaian sel tunggal. Penurunan nilai tegangan mencapai angka 1630 *milivolt* di nilai tegangan terendah, sedangkan kenaikanya 1760 *milivolt* di angka tertinggi. Kandungan garam yang lebih rendah pada air muara berpengaruh terhadap energi listriknya.

Tabel 7. Data hasil pengukuran Rangkaian Gabungan Sel dengan Salinitas Rendah

Waktu	Jam ke-n	Tegangan (V=mV)			Rata-Rata Tegangan (mV)	Arus (I=mA)			Rata-Rata Arus (mA)	Daya Hantar Listrik ($P=VI$)
		1	2	3		1	2	3		
13:00	3	1750	1740	1740	1743.33	0.1	0.09	0.09	0.09	162.71
16:00	6	1730	1750	1760	1746.67	0.09	0.08	0.09	0.09	151.38
19:00	9	1740	1750	1750	1746.67	0.09	0.09	0.08	0.09	151.38
22:00	12	1740	1740	1740	1740	0.08	0.08	0.09	0.08	145
1:00	15	1730	1730	1740	1733.33	0.09	0.08	0.08	0.08	144.44
4:00	18	1740	1730	1730	1733.33	0.1	0.09	0.08	0.09	156
7:00	21	1740	1750	1730	1740	0.09	0.09	0.08	0.09	150.8
10:00	24	1730	1720	1690	1713.33	0.08	0.08	0.08	0.08	137.07
13:00	27	1700	1690	1690	1693.33	0.08	0.09	0.1	0.09	152.4
16:00	30	1710	1710	1720	1713.33	0.09	0.09	0.08	0.09	154.2
19:00	33	1740	1740	1730	1736.67	0.1	0.09	0.09	0.09	162.09
22:00	36	1720	1720	1710	1716.67	0.09	0.09	0.08	0.09	148.78
1:00	39	1710	1700	1710	1706.67	0.08	0.07	0.08	0.08	130.84
4:00	42	1690	1720	1700	1703.33	0.08	0.08	0.9	0.35	601.84
7:00	45	1690	1700	1690	1693.33	0.07	0.09	0.08	0.08	135.47
10:00	48	1760	1740	1750	1750	0.09	0.08	0.08	0.08	145.83
13:00	51	1740	1730	1720	1730	0.09	0.09	0.08	0.09	149.93
16:00	54	1710	1680	1700	1696.67	0.08	0.07	0.07	0.07	124.42
19:00	57	1720	1720	1710	1716.67	0.08	0.08	0.07	0.08	131.61
22:00	60	1700	1690	1690	1693.33	0.07	0.07	0.08	0.07	124.18
1:00	63	1690	1700	1680	1690	0.07	0.08	0.07	0.07	123.93
4:00	66	1670	1680	1670	1673.33	0.07	0.07	0.07	0.07	117.13
7:00	69	1660	1650	1650	1653.33	0.07	0.06	0.06	0.06	104.71
10:00	72	1650	1630	1640	1640	0.06	0.05	0.06	0.06	92.933

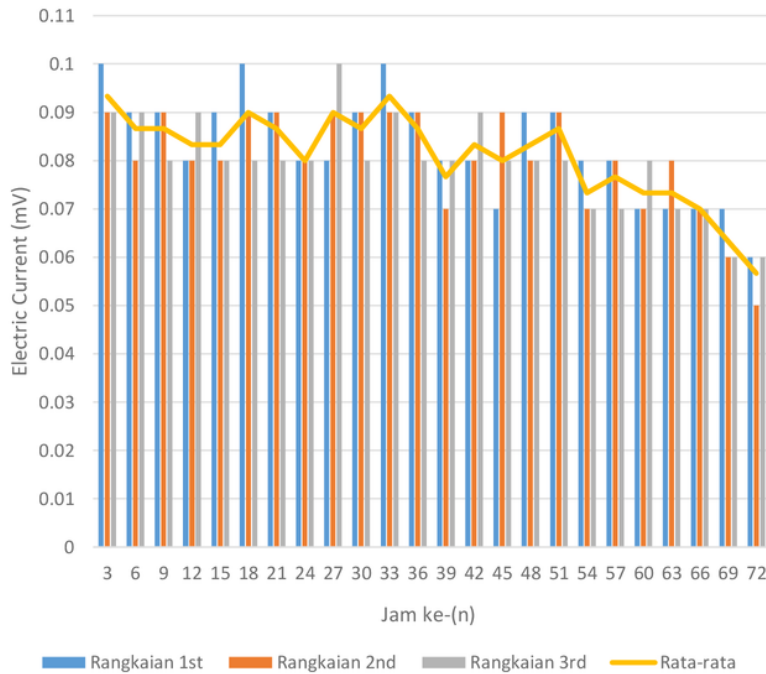
Grafik tegangan sampel air muara menunjukkan perubahan tegangan yang terjadi lebih aktif. Tegangan turun sampai ke angka yang lebih kecil dibanding air payau meskipun tidak signifikan dan terlalu jauh, terutama pada pengukuran akhir hari ke-3. Cahaya lampu *LED* rangkaian seri air muara pada awalnya tidak terlalu terlihat perbedaan terang dan redup dengan lampu *LED* sampel air payau, cahaya lampu *LED* mulai terlihat lebih redup dibanding cahaya lampu *LED* air payau pada hari pertama sekitar jam ke-7 pengukuran. Sifat kelistrikan pada lintasan rangkaian gabungan sel mengalami penurunan.



Gambar 20. Grafik Perubahan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air Laut Salinitas Rendah

Muatan electron yang mengalir pada rangkaian berubah. Elektroda mengalami kelebihan atau kekurangan muatan akibat kestabilan reaksi reduksi oksidasi terganggu, terjadi perubahan reaksi kimia, ataupun terjadinya reaksi baru. Ion-ion garam pada reaksi ini berfungsi sebagai penyeimbang elektroda saat mengalami kelebihan muatan. Saat reaksi elektrokimia berubah menjadi energi listrik yang mengalir pada rangkaian, seng akan mengalami kekurangan muatan negative (kelebihan muatan positif) karena mengalirkan electron ke tembaga. Tembaga akan mengalami kelebihan muatan negative karena mengikat elektron yang mengalir dari seng.

Pada saat reaksi terjadi, peran kandungan ion-on garam yang terkandung pada sampel air adalah sebagai penyeimbang reaksi. Ion negatif pada garam menstabilkan Zn^{2+} (seng) yang mengalami kekurangan muatan negative atau kelebihan muatan positif. Sedangkan Cu (tembaga) yang menerima electron dari Zn akan distabilkan oleh ion positif pada garam. Kandungan garam yang lebih rendah pada air garam menyebabkan rangkaian ini kurang stabil dibandingkan rangkaian sel air payau.



Gambar 21. Grafik Perubahan Nilai Arus Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air aut Salinitas Rendah

Nilai arus listrik tertinggi berada pada angka 0.1 miliampere. Perubahan nilai arus listriknya pun tidak terlalu mencolok seperti nilai tegangan. Muatan electron yang mengalir pada rangkaian tidak terlalu mengalami gangguan jika dilihat dari data nilai arus listrik sampel air muara. Anomali kestabilan sistem listrik kemungkinan terjadi pada sumber daya atau rangkaian gabungan sel saat reaksi berlangsung. Total jumlah tegangan dari keempat rangkaian sel tunggal mengalami penurunan dan kenaikan yang lebih aktif jika dilihat dari grafik perubahan tegangan.

Arus listrik juga mengalami penurunan, akan tetapi perubahan ini tergolong cukup normal dan tidak terlalu berbeda nilai dan grafik perubahannya. Cahaya lampu LED yang terlihat agak redup saat tegangan menurun, namun arus masih pada kisaran stabil membuka kemungkinan ketidakstabilan sistem aliran listrik lebih dominan terjadi di sumber daya atau rangkaian gabungan sel. Gangguan kestabilan sistem listrik pada rangkaian tidak terlalu mencolok karena perbedaan nilai parameter antara salinitas tinggi dan rendah tidak terlalu signifikan. Cahaya lampu LED rangkaian sampel air muara masih terlihat belum mencapai batasnya (tidak hidup), meskipun cahaya lampu lebih redup dibandingkan dengan cahaya lampu *LED* rangkaian air payau.

4.3 Potensi Energi Listrik pada air dengan salinitas mendekati nol (Aquadess)

Sampel air aquades berfungsi untuk mengetahui ada atau tidaknya potensi energi listrik pada air tawar, perbedaan potensi energi listrik antara air yang mengandung kadar garam tinggi atau rendah dengan air tawar yang menunjukkan nilai salinitas mendekati nol atau bahkan tidak mengandung garam. Perbedaan jenis sampel yang diuji antara air salinitas rendah, salinitas tinggi, serta salinitas mendekati nol (aquades) akan mengimplikasikan pengaruh nilai salinitas air terhadap potensi energi listrik yang terkandung pada air khususnya air laut

Pada dasarnya air dengan rumus senyawa kimia H_2O akan dengan mudah atau cepat mengalami reaksi reduksi oksidasi terhadap elektroda atau konduktor listrik seperti halnya tembaga (Cu) dan seng (Zn). Seng (Zn) akan mengalami oksidasi yakni melepas muatan electron. Oksidasi juga berarti penangkapan oksigen. Seng akan menangkap oksigen yang terdapat pada air. Oksigen pun akan lebih aktif untuk menangkap muatan electron.

Sampel aquades yang kadar salinitasnya mendekati nol mengakibatkan tidak adanya penyeimbang saat elektroda kelebihan muatan saat reaksi berlangsung pada rangkaian. Rangkaian sel akan mengalami perbedaan dalam sistem aliran listrik, yakni saat reaksi elektrokimia terjadi dan berubah menjadi energi listrik ataupun saat listrik mengalir (sistem aliran electron). Perlakuan yang sama juga diberlakukan terhadap sampel aquades baik dari skema atau prinsip rangkaian sel tunggal maupun rangkaian gabungan sel secara seri. Teknik dan parameter pengukuran yang dilakukan pada sampel aquades sama dengan sampel air salinitas

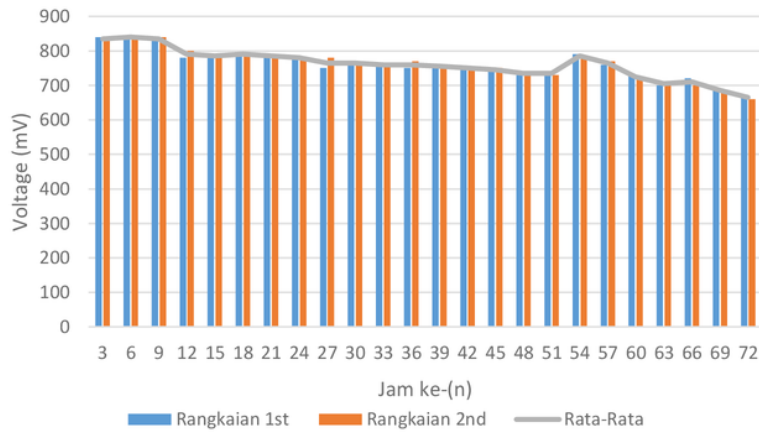
tinggi, dan salinitas rendah. Perbedaan pada sampel aquades dan kedua sampel air lainnya yakni pada pengulangan pengukuran hanya dilakukan sebanyak dua kali pengulangan.

4.3.1 Rangkaian Sel Tunggal Aquades

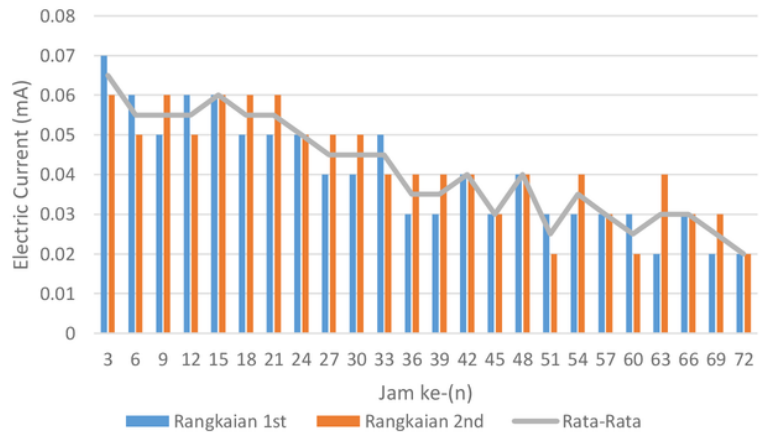
Sampel air dengan salinitas mendekati nol pun mengandung potensi energi listrik di dalamnya apabila dirangkai dengan metode yang sama menjadi rangkaian sel tunggal, ataupun rangkaian gabungan sel secara seri. Hal ini dapat dilihat dari Tabel 8. Rangkaian sel tunggal juga mempunyai nilai parameter potensi energi listrik (tidak sama dengan nol). Nilai tegangan dan arus listrik pada sampel aquades pada rentang yang tidak terlalu berbeda dengan air muara sungai dan air payau. Perubahan nilai energi listrik pada sampel aquades stabil mengalami penurunan.

Tabel 8. Data Hasil Pengukuran Rangkaian Tunggal Aquades

Waktu	Jam ke-n	Tegangan (V=mV)		Rata-Rata Tegangan (V=mV)	Arus (I=mA)		Rata-Rata Arus (I=mA)	Daya Hantar Listrik (P=VI)
		1	2		1	2		
13:00	3	840	830	835	0.07	0.06	0.065	54.275
16:00	6	840	840	840	0.06	0.05	0.055	46.2
19:00	9	830	840	835	0.05	0.06	0.055	45.925
22:00	12	780	800	790	0.06	0.05	0.055	43.45
1:00	15	780	790	785	0.06	0.06	0.06	47.1
4:00	18	790	790	790	0.05	0.06	0.055	43.45
7:00	21	790	780	785	0.05	0.06	0.055	43.175
10:00	24	780	780	780	0.05	0.05	0.05	39
13:00	27	750	780	765	0.04	0.05	0.045	34.425
16:00	30	760	770	765	0.04	0.05	0.045	34.425
19:00	33	760	760	760	0.05	0.04	0.045	34.2
22:00	36	750	770	760	0.03	0.04	0.035	26.6
1:00	39	760	750	755	0.03	0.04	0.035	26.425
4:00	42	750	750	750	0.04	0.04	0.04	30
7:00	45	740	750	745	0.03	0.03	0.03	22.35
10:00	48	730	740	735	0.04	0.04	0.04	29.4
13:00	51	740	730	735	0.03	0.02	0.025	18.375
16:00	54	790	780	785	0.03	0.04	0.035	27.475
19:00	57	760	770	765	0.03	0.03	0.03	22.95
22:00	60	730	720	725	0.03	0.02	0.025	18.125
1:00	63	700	710	705	0.02	0.04	0.03	21.15
4:00	66	720	700	710	0.03	0.03	0.03	21.3
7:00	69	690	680	685	0.02	0.03	0.025	17.125
10:00	72	670	660	665	0.02	0.02	0.02	13.3



Gambar 22. Grafik Perubahan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Sel Tunggal Aquades



Gambar 23. Grafik Perubahan Nilai Arus Listrik Rangkaian Sel Tunggal Aquades

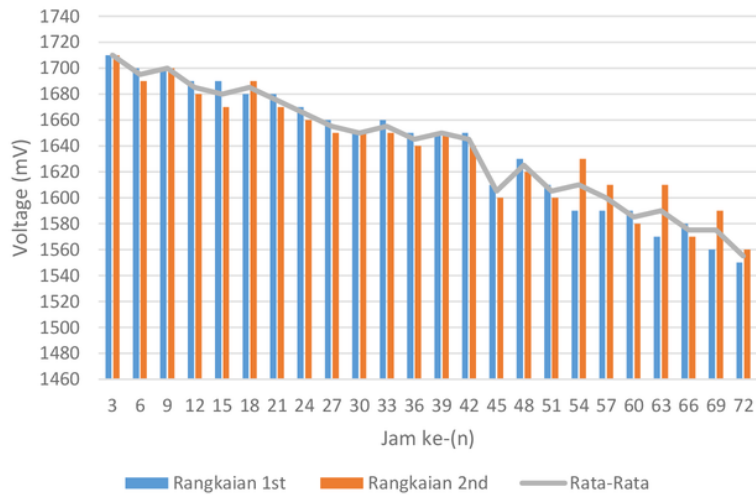
Arus listrik aquades hampir mendekati angka 0.00 miliAmpere pada pengukuran akhir hari ke-3 menjadi pembeda dengan sampel air yang lain. Rentang nilai arus listrik sampel aquades berbeda sejak pengukuran pertama. Muatan elektron yang mengalir pada rangkaian sampel aquades lebih sedikit. Energi listrik yang mengalir lebih rendah pada rangkaian sampel aquades. Nilai salinitas pada sampel air juga mempengaruhi nilai arus listriknya. Nilai arus listrik yang hampir mendekati angka nol (0.00 mA) menjadi perbedaan yang khusus antara air tawar (salinitas mendekati atau sama dengan nol) dengan air laut (salinitas rendah ataupun tinggi).

4.3.2 Rangkaian Gabungan Sel Air Aquades

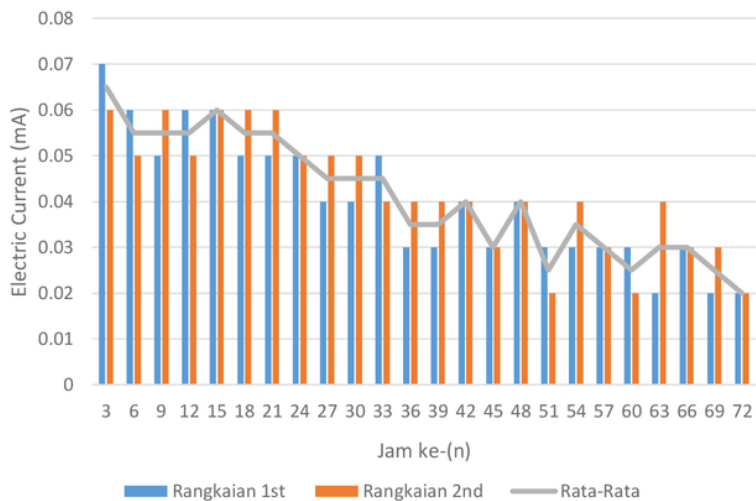
Prinsip rangkaian gabungan sel yang sama namun menggunakan sampel aquades yang nilai salinitasnya mendekati atau sama dengan nol juga mempunyai potensi energi listrik. Hal ini dibuktikan dengan data nilai parameter hasil pengukuran tidak sama dengan nol dan lampu *LED* 1,5 volt juga hidup meskipun cahayanya lebih redup dibandingkan dengan lampu rangkaian sampel air salinitas tinggi dan salinitas rendah. Nilai tegangan dan arus listrik rangkaian gabungan sampel aquades paling rendah diantara semua sampel.

Tabel 9. Data Hasil Pengukuran Rangkaian Gabungan Aquades

Waktu	Jam ke-n	Tegangan (V=mV)		Rata-Rata Tegangan (V=mV)	Arus (I=mA)		Rata-Rata Arus (I=mA)	Daya Hantar Listrik ($P=VI$)
		1	2		1	2		
13:00	3	1710	1710	1710	0.07	0.06	0.065	111.2
16:00	6	1700	1690	1695	0.06	0.05	0.055	93.23
19:00	9	1700	1700	1700	0.05	0.06	0.055	93.5
22:00	12	1690	1680	1685	0.06	0.05	0.055	92.68
1:00	15	1690	1670	1680	0.06	0.06	0.06	100.8
4:00	18	1680	1690	1685	0.05	0.06	0.055	92.68
7:00	21	1680	1670	1675	0.05	0.06	0.055	92.13
10:00	24	1670	1660	1665	0.05	0.05	0.05	83.25
13:00	27	1660	1650	1655	0.04	0.05	0.045	74.48
16:00	30	1650	1650	1650	0.04	0.05	0.045	74.25
19:00	33	1660	1650	1655	0.05	0.04	0.045	74.48
22:00	36	1650	1640	1645	0.03	0.04	0.035	57.58
1:00	39	1650	1650	1650	0.03	0.04	0.035	57.75
4:00	42	1650	1640	1645	0.04	0.04	0.04	65.8
7:00	45	1610	1600	1605	0.03	0.03	0.03	48.15
10:00	48	1630	1620	1625	0.04	0.04	0.04	65
13:00	51	1610	1600	1605	0.03	0.02	0.025	40.13
16:00	54	1590	1630	1610	0.03	0.04	0.035	56.35
19:00	57	1590	1610	1600	0.03	0.03	0.03	48
22:00	60	1590	1580	1585	0.03	0.02	0.025	39.63
1:00	63	1570	1610	1590	0.02	0.04	0.03	47.7
4:00	66	1580	1570	1575	0.03	0.03	0.03	47.25
7:00	69	1560	1590	1575	0.02	0.03	0.025	39.38
10:00	72	1550	1560	1555	0.02	0.02	0.02	31.1



Gambar 24. Grafik Perubahan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Gabungan Sel Aquades



Gambar 25. Grafik Perubahan Nilai Arus Listrik Rangkaian Gabungan Sel Aquades

Nilai tegangan tertinggi sampel aquades mencapai 1710 *miliVolt* sedangkan nilai terendahnya yakni 1550 *miliVolt*. Jangkauan perubahan nilai tegangan listrik pada rangkaian aquades mencapai angka 160 (angka tertinggi dikurang angka terendah). Angka jangkauan perubahan nilai tegangan listrik rangkaian gabungan pada sampel aquades merupakan angka tertinggi dibandingkan dengan sampel air

salinitas rendah dan salinitas tinggi. Jangkauan perubahan nilai tegangan listrik sampel air salinitas rendah yaitu 130, sedangkan salinitas tinggi yaitu 120.

Perubahan nilai arus listrik pada rangkaian gabungan sel sama seperti rangkaian sel tunggal, karena nilai arus listrik yang mengalir sama sesuai dengan Hukum Kirchoff 1. Pengaruh nilai Salinitas setiap sampel air berpengaruh pada nilai tegangan dan arus listrik rangkaian gabungan, meskipun tidak terlalu dominan. Sampel air aquades yang nilai salinitasnya mendekati atau sama dengan nol dan sampel salinitas rendah atau tinggi mempunyai perbedaan yang mencolok, jika dilihat dari cahaya lampu *LED*, serta nilai potensi energi listriknya (tegangan dan arus). Kadar garam pada sampel air mempengaruhi potensi energi listrik pada masing-masing rangkaian baik rangkaian sel tunggal maupun rangkaian gabungan sel secara seri.

4.4 Perbedaan Potensi Energi Listrik Air Laut berdasarkan Perbedaan Nilai Salinitas

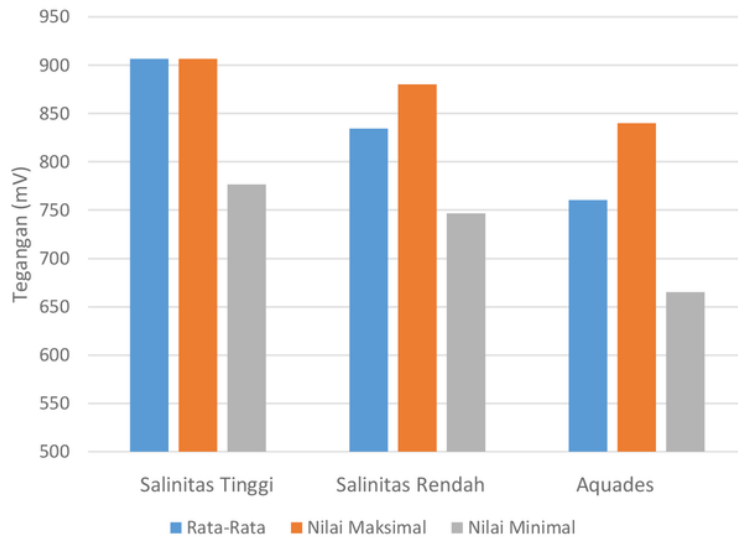
Potensi energi listrik pada air laut salinitas tinggi, air laut salinitas rendah dan aquades berbeda antar masing-masing sampel berdasarkan data tegangan dan arus listrik pada penelitian dilihat dari perubahan nilai rata-rata, nilai rata-rata akhir, nilai tertinggi (maksimal), nilai terendah (minimal). Potensi energi listrik antara rangkaian sel tunggal dan rangkaian gabungan sel juga berbeda berdasarkan nilai tegangan listrik. Nilai arus listrik diketahui ketika sumber listrik memberikan daya pada suatu alat yang mengkonsumsi daya listrik pada sumber tersebut (Giancoli, 2001). Hal ini sesuai dengan pengertian dari arus listrik yakni aliran muatan atau jumlah muatan yang melewati rangkaian pada suatu titik (Giancoli, 2001). Satuan arus listrik dinamakan ampere dari nama fisikawan perancis yakni Andre Ampere (1775-1836). Satu ampere arus listrik berarti satu muatan per detik atau $1A = 1C/detik$. Arus listrik yang mengalir pada rangkaian sel tunggal dapat diketahui dari arus listrik yang mengalir pada rangkaian gabungan sel, karena nilai arus listrik yang mengalir searah pada rangkaian adalah sama karena tidak memiliki titik percabangan (parallel) sesuai dengan Hukum Kirchoff 1.

4.4.1 Perbedaan Potensi Energi Listrik Rangkaian Sel Tunggal Air laut

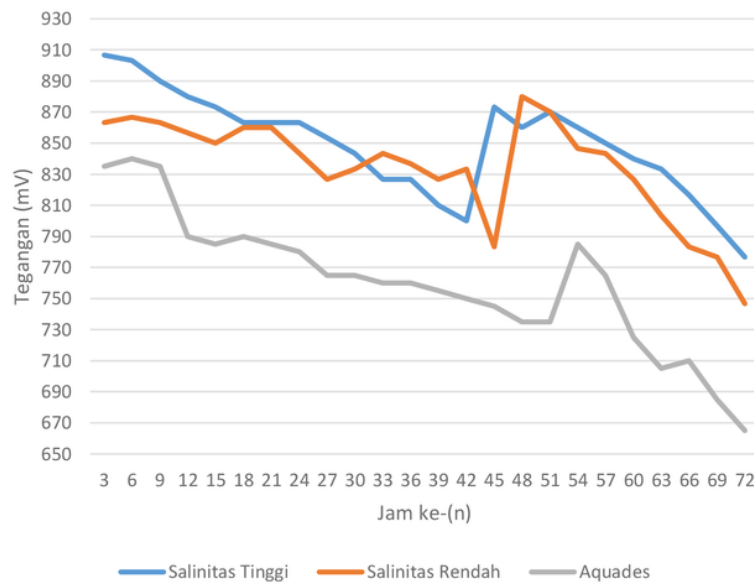
Perbedaan dapat dilihat dari rata-rata akhir, perubahan nilai rata-rata, nilai maksimal, nilai minimal baik tegangan ataupun arus listrik pada tiap sampel. Data dan hasil penelitian ini didapatkan melalui pengumpulan data yang dilakukan setiap lebih kurang 3 jam selama kurang lebih sekitar 72 jam atau 3 hari. Total pengukuran menggunakan multimeter sebanyak 24 kali pada tiap sampel dan rangkaian (jam ke-n). Air laut salinitas tinggi berada di urutan pertama, selanjutnya air Muara Sungai Musi Desa Sungsang dengan salinitas rendah, dan aquades.

Tabel 10. Perbedaan Potensi Energi Listrik Sel Tunggal Air Laut Salinitas Tinggi, Salinitas Rendah dan Aquades

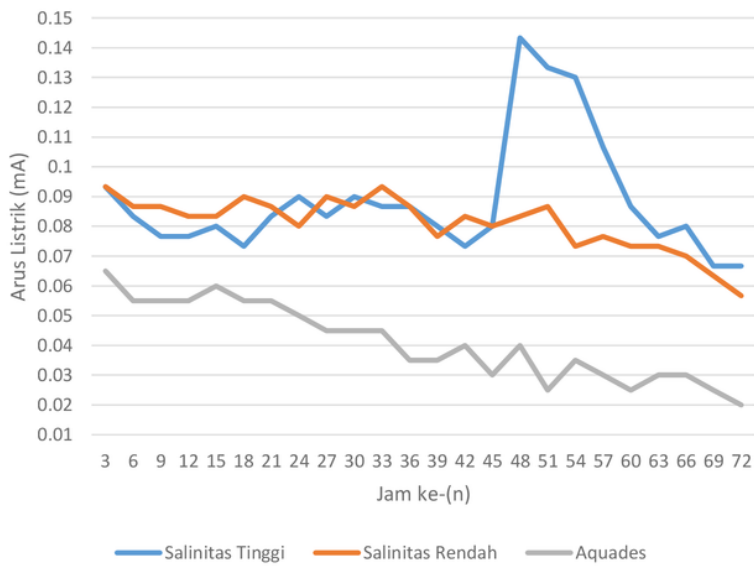
Jam ke-n	Perbedaan Rata-Rata Nilai Arus Listrik (mA)			Perbedaan Rata-Rata Nilai Tegangan Listrik(mV)		
	Salinitas Tinggi	Salinitas Rendah	Aquades	Salinitas Tinggi	Salinitas Rendah	Aquades
3	0.093	0.09	0.07	906.7	863.3	835
6	0.083	0.09	0.06	903.3	866.7	840
9	0.077	0.09	0.06	890	863.3	835
12	0.077	0.08	0.06	880	856.7	790
15	0.08	0.08	0.06	873.3	850	785
18	0.073	0.09	0.06	863.3	860	790
21	0.083	0.09	0.06	863.3	860	785
24	0.09	0.08	0.05	863.3	843.3	780
27	0.083	0.09	0.05	853.3	826.7	765
30	0.09	0.09	0.05	843.3	833.3	765
33	0.087	0.09	0.05	826.7	843.3	760
36	0.087	0.09	0.04	826.7	836.7	760
39	0.08	0.08	0.04	810	826.7	755
42	0.073	0.08	0.04	800	833.3	750
45	0.08	0.08	0.03	873.3	783.3	745
48	0.143	0.08	0.04	860	880	735
51	0.133	0.09	0.03	870	870	735
54	0.13	0.07	0.04	860	846.7	785
57	0.107	0.08	0.03	850	843.3	765
60	0.087	0.07	0.03	840	826.7	725
63	0.077	0.07	0.03	833.3	803.3	705
66	0.08	0.07	0.03	816.7	783.3	710
69	0.067	0.06	0.03	796.7	776.7	685
72	0.067	0.06	0.02	776.7	746.7	665
Rata-Rata	0.089	0.08	0.04	906.7	834.3	760
Nilai Maksimal	0.143	0.09	0.07	906.7	880	840
Nilai Minimal	0.067	0.06	0.02	776.7	746.7	665



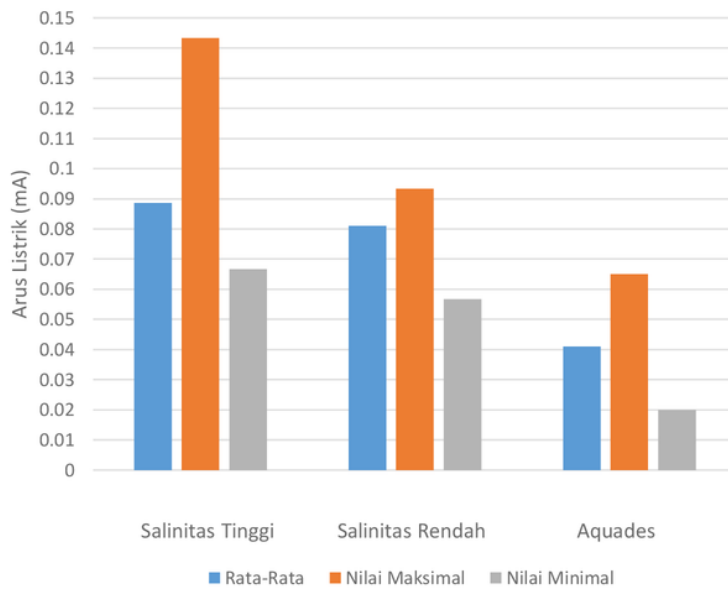
Gambar 26. Diagram Perbedaan Nilai Tegangan Listrik Sel Air laut Tunggal (Rata-rata perubahan nilai, Nilai Maksimal, Nilai Minimal)



Gambar 27. Grafik Perbedaan Perubahan Nilai Rata-rata Tegangan Listrik Sel Air laut Tunggal



Gambar 28. Grafik Perbedaan Perubahan Nilai Rata-Rata Arus Listrik Sel Air laut Tunggal



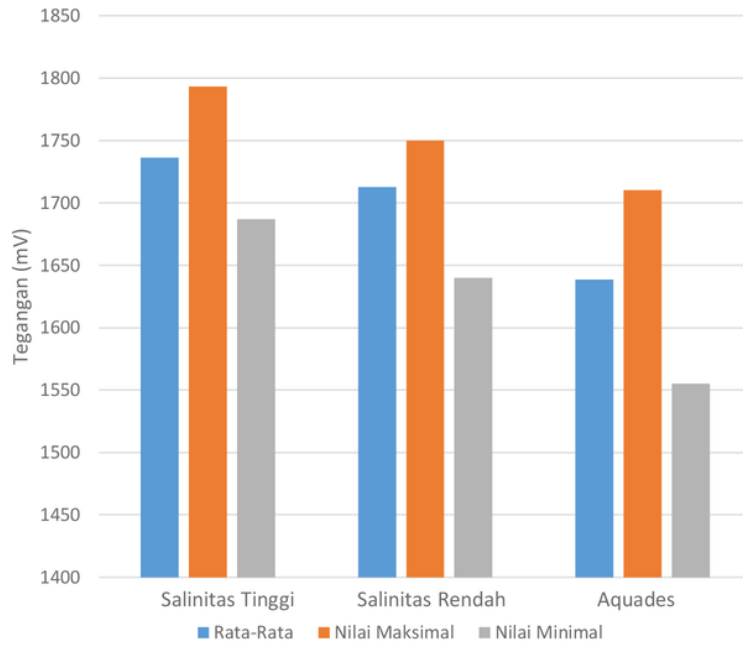
Gambar 29. Diagram Perbedaan Nilai Arus Listrik Sel Air laut Tunggal (Rata-Rata Perubahan Nilai, Nilai Maksimal, Nilai Minimal)

4.4.2 Perbedaan Potensi Energi Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air Laut (Secara Seri)

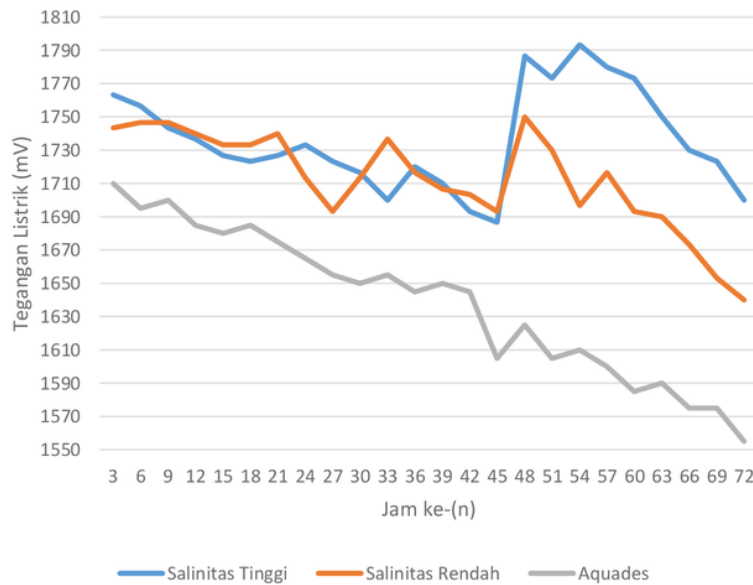
Nilai rata-rata arus listrik Rangkaian sel gabungan sama dengan sel tunggal, akan tetapi berbeda nilai tegangan listriknya. Nilai Tegangan Listrik pada rangkaian gabungan ini lebih besar karena terdiri dari empat rangkaian sel tunggal air laut. Nilai tegangan listrik yang ditunjukkan oleh multimeter seharusnya empat kali nilai tegangan rangkaian sel tunggal yakni berkisar antara 2800-3600 mV.

Tabel 11. Perbedaan Potensi Energi Listrik berdasarkan Tegangan dan Arus Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air Laut Salinitas Tinggi, Salinitas Rendah dan Aquades

Jam ke-n	Perbedaan Rata-rata Nilai Tegangan Listrik (mV)			Perbedaan Rata-Rata Nilai Arus Listrik (mA)		
	Salinitas Tinggi	Salinitas Rendah	Aquades	Salinitas Tinggi	Salinitas Rendah	Aquades
3	1763.33	1743.33	1710	0.093	0.093	0.065
6	1756.67	1746.67	1695	0.083	0.087	0.055
9	1743.33	1746.67	1700	0.077	0.087	0.055
12	1736.67	1740	1685	0.077	0.083	0.055
15	1726.67	1733.33	1680	0.08	0.083	0.06
18	1723.33	1733.33	1685	0.073	0.09	0.055
21	1726.67	1740	1675	0.083	0.087	0.055
24	1733.33	1713.33	1665	0.09	0.08	0.05
27	1723.33	1693.33	1655	0.083	0.09	0.045
30	1716.67	1713.33	1650	0.09	0.087	0.045
33	1700	1736.67	1655	0.087	0.093	0.045
36	1720	1716.67	1645	0.087	0.087	0.035
39	1710	1706.67	1650	0.08	0.077	0.035
42	1693.33	1703.33	1645	0.073	0.083	0.04
45	1686.67	1693.33	1605	0.08	0.08	0.03
48	1786.67	1750	1625	0.143	0.083	0.04
51	1773.33	1730	1605	0.133	0.087	0.025
54	1793.33	1696.67	1610	0.13	0.073	0.035
57	1780	1716.67	1600	0.107	0.077	0.03
60	1773.33	1693.33	1585	0.087	0.073	0.025
63	1750	1690	1590	0.077	0.073	0.03
66	1730	1673.33	1575	0.08	0.07	0.03
69	1723.33	1653.33	1575	0.067	0.063	0.025
72	1700	1640	1555	0.067	0.057	0.02
Rata-Rata	1736.25	1712.64	1638.33	0.089	0.081	0.041
Nilai Maksimal	1793.33	1750	1710	0.143	0.093	0.065
Nilai Minimal	1686.67	1640	1555	0.067	0.057	0.02



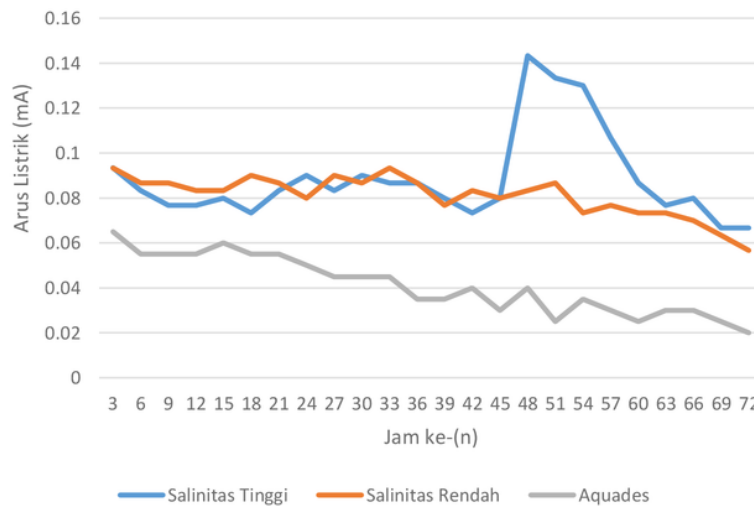
Gambar 30. Diagram Perbedaan Nilai Tegangan Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air laut (Rata-Rata perubahan nilai, Nilai Maksimal, Nilai Minimal)



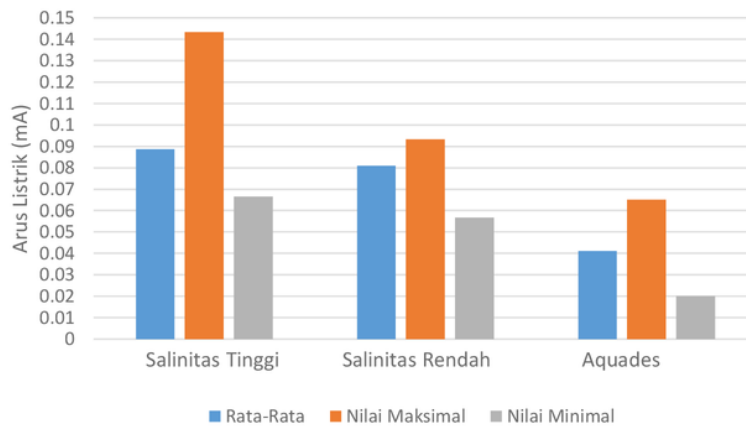
Gambar 31. Grafik Perbedaan Perubahan Nilai Rata-rata Tegangan Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air laut

Sumber listrik yang dihubungkan dengan lampu LED merah mengakibatkan adanya konsumsi penggunaan listrik oleh lampu. Lampu LED yang terhubung dengan rangkaian gabungan sel menyebabkan terjadinya penurunan tegangan. Dwi *et al.* (2016) menyatakan lampu LED jenis *Dual In-Line Package (DIP)* yang berwarna merah membutuhkan tegangan berkisar antara 1,8-2,6 V atau berkisar antara 1.800-2.600 mV.

Hukum Kirchhoff II atau Hukum Loop menyatakan bahwa “Jumlah perubahan potensial mengelilingi lintasan tertutup pada suatu rangkaian harus nol” (Giancoli, 2001). Nilai Tegangan yang ditunjukkan oleh multimeter yang lebih rendah dengan kisaran rata-rata 1555-1710 mV padahal seharusnya mencapai angka 2800-3600 mV disebabkan adanya konsumsi daya oleh lampu LED merah sekitar 1800 mV sebagai hambatan pada rangkaian. Nilai Tegangan Listrik yang terbaca oleh multimeter pun menjadi kisaran 1555-1710 mV. Nilai arus listrik yang mengalir pada rangkaian gabungan tidak berubah dan tetap sama dengan arus listrik satu sel karena rangkaian disusun secara seri dan tidak memiliki cabang atau searah sesuai dengan Hukum Kirchhoff I.



Gambar 32. Grafik Perbedaan Perubahan Nilai Rata-Rata Arus Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air laut



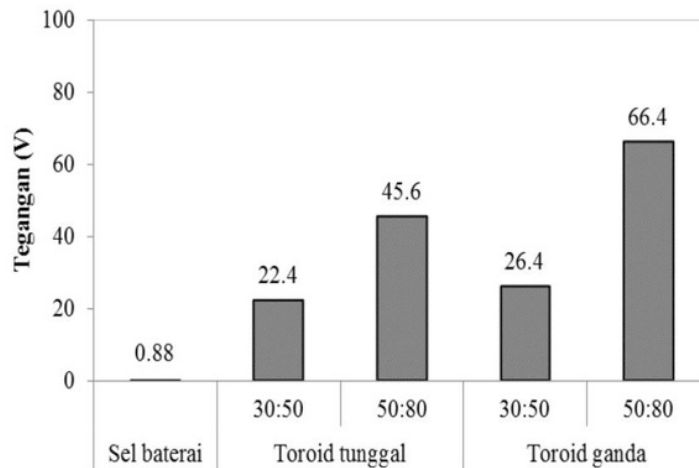
Gambar 33. Diagram Perbedaan Nilai Arus Listrik Rangkaian Gabungan Sel Air laut (Rata-Rata Perubahan Nilai, Nilai Maksimal, Nilai Minimal)

4.5 Perbedaan Nilai Potensi Energi Listrik Air Laut di Perairan Muara Sungai Musi dengan Potensi Energi Listrik Hasil Penelitian yang Lain tentang Energi Listrik Air Laut.

Nilai potensi energi listrik air laut antar tiap penelitian yang pernah dilakukan akan memiliki perbedaan baik berdasarkan konsep, sampel air laut dan alat yang digunakan maupun hasil yang didapatkan dari penelitian masing-masing. Perbedaan potensi energi listrik air laut dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti alat dan bahan yang digunakan sebagai contoh penggunaan elektroda yang berbeda. Penggunaan jenis lampu *LED* atau tahanan yang digunakan, perbedaan sampel air laut dari perairan yang berbeda ataupun komposisi sampel air yang berbeda dan lain-lain.

4.5.1 Ujicoba DC Converter dengan Baterai Air Laut Cu-Zn sebagai Sumber Energi Lampu untuk Perikanan Bagan Tancap.

Penelitian tentang baterai air laut Cu-Zn dilakukan oleh Susanto *et. al* (2018) di Laboratorium Teknologi Penangkapan Ikan, Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor pada bulan Agustus 2017. Penelitian menggunakan tembaga dan seng berukuran 40 x 36 cm sebagai elektroda yang selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung PVC dengan diameter 3 inci.



Gambar 34. Diagram Tegangan Listrik yang Tidak Terhubung Lampu LED atau Kondisi Tanpa Beban (Sumber: Susanto *et al.* 2018).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sel tunggal baterai air laut mempunyai tegangan dan arus listrik yaitu 0.88 V dan 110 mA saat belum menggunakan *DC Converter* dan belum terhubung lampu LED sebagai beban dapat dilihat pada Gambar 3. *DC Converter* yang digunakan dapat meningkatkan 24-74 kali pada kondisi tanpa beban atau tahanan. Penggunaan *DC Converter* meningkatkan tegangan listrik baterai air laut sehingga dapat menghidupkan lampu LED. Lampu LED sebagai beban menyebabkan tegangan dan arus listrik menurun karena adanya penggunaan energi listrik dari baterai air laut dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Tegangan, arus listrik, dan intensitas cahaya baterai air laut terhubung dengan lampu LED yang menggunakan *DC Converter* (Sumber: Susanto *et al.* 2018).

Jumlah Toroid	Jumlah Lilitan	Tegangan (V)	Arus (mA)	Intensitas (lux)
Tunggal	30:50	2,16 ± 0,0000	59,38 ± 5,5188	96,23 ± 2,5549
	50:80	2,24 ± 0,0000	64,06 ± 5,5698	94,31 ± 1,6999
Ganda	30:50	2,12 ± 0,0000	84,05 ± 4,7642	103,62 ± 3,9346
	50:80	2,09 ± 0,0053	93,38 ± 3,7045	111,77 ± 2,4183

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Air laut di perairan Muara Sungai Musi memiliki potensi energi listrik. Rangkaian gabungan sel air laut salinitas tinggi dan rendah di perairan Muara Sungai Musi dapat menghidupkan lampu *LED 1,5 Volt* berwarna merah selama kurang lebih 72 jam atau sekitar 3 hari. Air laut salinitas tinggi mempunyai nilai minimal-maksimal tegangan listrik 1686-1793 *milivolt*, dengan nilai rata-rata 1736 *milivolt* dan arus listrik minimal-maksimal yakni 0,067-0,143 *miliampere* dengan nilai rata-rata 0,089 *miliampere*. Tegangan listrik minimal-maksimal Air laut salinitas rendah yaitu 1640-1750 *milivolt*, dengan nilai rata-rata 1712 *milivolt* dan arus listriknya yaitu 0,057-0,093 *miliampere* dengan nilai rata-rata 0,081 *miliampere*.
2. Air laut yang nilai salinitasnya 17 ppt mempunyai potensi energi listrik lebih tinggi dibanding air laut dengan nilai salinitas 5 ppt. Perbedaan nilai potensi energi listrik air laut salinitas tinggi dan salinitas rendah tidak terlalu berbeda karena perbedaan nilai salinitasnya juga tidak terlalu berbeda yaitu 12 ppt.

5.2. Saran

1. Penelitian selanjutnya diperlukan sampel air dari laut dengan nilai salinitas tinggi yakni diatas 30 ppt. Penelitian selanjutnya dapat dilengkapi perbedaan antar sampel seperti perbedaan konsentrasi kadar garam (diketahui melalui analisis kimia lebih lanjut), serta informasi tambahan seperti kandungan senyawa kimia apa saja yang terdapat pada sampel air saat sebelum dijadikan rangkaian ataupun setelah dirangkai menjadi rangkaian sel saat energi listrik mengalir, maupun saat energi listrik sudah habis dikonsumsi. Hal ini akan berguna untuk mengetahui lebih lanjut proses kimia ataupun fisika, faktor yang mempengaruhi reaksi, perubahan energi pada rangkaian, serta kajian penting terkait dengan penelitian. Perlunya analisis lebih lanjut dan lebih mendalam baik dari segi kimia, elektrokimia, fisika, serta analisis tentang listrik.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan jenis elektroda lain baik anoda atau katoda berdasarkan deret Volta. Jenis elektroda baru atau elektroda yang berbeda-beda berguna untuk mengetahui jenis elektroda yang lebih baik ataupun terbaik potensi energi listrik dari air laut lebih optimal. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan prinsip yang sama dengan prinsip rangkaian Sel Volta, ataupun prinsip-prinsip lainnya, serta perbedaan potensi energi listrik antara prinsip rangkaian sel pada penelitian ini dengan prinsip Sel Volta yang menggunakan jembatan garam ataupun perbedaan dengan prinsip yang lain atau terbaru.
3. Penelitian selanjutnya dapat dilengkapi dengan komponen elektronika seperti penyimpan daya (kapasitor), resistor, saklar elektronika, ataupun komponen-komponen elektronika lainnya sehingga rangkaian sel dari air laut menjadi lebih optimal dalam sistem kelistrikannya serta dapat digunakan dalam skala besar, dan di terapkan pada kehidupan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwi AM, Arieni SF, Mukti KH. 2016. Analisis Perbandingan Susunan Rangkaian Pada Lampu LED Untuk Penerangan. Prosiding SENTIA 2016. Malang : Prosiding SENTIA 2016 Politeknik Negri Malang .
- Fariya S, Rejeki S. 2015. Sea Cell (Sea Water Electrochemical Cell) Pemanfaatan Elektrolit Air Laut Menjadi Cadangan Sumber Energi Listrik Terbarukan Sebagai Penerangan Pada Simpan. *Jurnal Sains dan Teknologi*. (10) 1.
- Giancoli DC. 2001. Fisika Edisi Kelima. Jakarta : Erlangga.
- Prastuti OP. 2017. Pengaruh Komposisi Air Laut dan Pasir Laut Sumber Energi Listrik. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. 1(1): 35-41.
- Rahayu I. 2009. Praktis Belajar Kimia Untuk Kelas XII IPA. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
- Riyanto S. 2017. Kajian Pemanfaatan Potensi Suhu Air Laut Sebagai Sumber Energi Terbarukan Menghasilkan Energi Listrik. *Jurnal Inovtek Polbeng*. 7(1): 20-28.
- Rochman A. 2012. Analisis Perbandingan Sistem Kelistrikan AC dan DC Pada Jaringan Tegangan Rendah [skripsi]. Depok : Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. 74 hal.
- Susanto *et. al.* 2018. Ujicoba DC converter dengan Baterai Air Laut Cu-Zn sebagai Sumber Energi Lampu untuk Perikanan Bagan Tancap. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. (10) 1.
- Sudrajat DP, Farida I, Pitasari R. 2016. Analisis Bahan Ajar Sel Volta Pada Buku Teks Kimia SMA/MA Berdasarkan : *Keterhubungan Representasi Kimia. Prosiding SNIPS 2016*. Bandung : SNIPS Bandung.
- Wahid A. 2014. Analisis Kapasitas dan Kebutuhan Daya Listrik untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. *Jurnal Teknik Elektro Tanjungpura*.
- Wang GS, Yao S. 2017. Effects Of Electroda Gap And Electric Current On Chlorine Generation Of Electrolized Deep Ocean Water. *Journal Of Food And Drugs Analysis*. 26(2018): 512-517.

Wibowo T. 2010. Dasar-Dasar teknik listrik. Politeknik Negeri Bandung : Jurusan Teknik Mesin.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tegangan, arus, dan daya listrik sel air laut tunggal salinitas tinggi.

Waktu	Jam ke-n	Tegangan (V=mV)			Rata-Rata Tegangan (mV)	Arus (I=mA)			Rata-Rata Arus (mA)	Daya Hantar Listrik ($P=VI$)
		1	2	3		1	2	3		
13:00	3	900	930	890	906.67	0.09	0.09	0.1	0.09	84.62
16:00	6	900	900	910	903.33	0.08	0.08	0.09	0.08	75.28
19:00	9	890	880	900	890	0.08	0.07	0.08	0.08	68.23
22:00	12	880	870	890	880	0.08	0.07	0.08	0.08	67.47
1:00	15	880	860	880	873.33	0.08	0.07	0.09	0.08	69.87
4:00	18	870	850	870	863.33	0.07	0.07	0.08	0.07	63.31
7:00	21	870	860	860	863.33	0.09	0.08	0.08	0.08	71.94
10:00	24	860	860	870	863.33	0.08	0.1	0.09	0.09	77.7
13:00	27	850	860	850	853.33	0.09	0.08	0.08	0.08	71.11
16:00	30	850	840	840	843.33	0.09	0.09	0.09	0.09	75.9
19:00	33	830	820	830	826.67	0.08	0.08	0.1	0.09	71.64
22:00	36	840	810	830	826.67	0.09	0.08	0.09	0.09	71.64
1:00	39	820	800	810	810	0.08	0.08	0.08	0.08	64.8
4:00	42	800	800	800	800	0.07	0.08	0.07	0.07	58.67
7:00	45	870	880	870	873.33	0.08	0.08	0.08	0.08	69.87
10:00	48	850	860	870	860	0.12	0.13	0.18	0.14	123.3
13:00	51	870	860	880	870	0.11	0.12	0.17	0.13	116
16:00	54	860	850	870	860	0.11	0.13	0.15	0.13	111.8
19:00	57	850	850	850	850	0.1	0.1	0.12	0.11	90.67
22:00	60	840	830	850	840	0.08	0.09	0.09	0.09	72.8
1:00	63	830	830	840	833.33	0.08	0.07	0.08	0.08	63.89
4:00	66	820	820	810	816.67	0.08	0.08	0.08	0.08	65.33
7:00	69	800	790	800	796.67	0.07	0.06	0.07	0.07	53.11
10:00	72	780	770	780	776.67	0.06	0.07	0.07	0.07	51.78

Lampiran 2. Tegangan, arus, dan daya listrik sel air laut tunggal salinitas rendah.

Waktu	Jam ke-n	Tegangan (V=mV)			Rata-Rata Tegangan (mV)	Arus (I=mA)			Rata-Rata Arus (mA)	Daya Hantar Listrik ($P=VI$)
		1	2	3		1	2	3		
13:00	3	870	860	860	863.33	0.1	0.09	0.09	0.09	80.58
16:00	6	860	870	870	866.67	0.09	0.08	0.09	0.09	75.11
19:00	9	870	860	860	863.33	0.09	0.09	0.08	0.09	74.82
22:00	12	870	850	850	856.67	0.08	0.08	0.09	0.08	71.39
1:00	15	860	840	850	850	0.09	0.08	0.08	0.08	70.83
4:00	18	870	870	840	860	0.1	0.09	0.08	0.09	77.4
7:00	21	870	860	850	860	0.09	0.09	0.08	0.09	74.53
10:00	24	860	840	830	843.33	0.08	0.08	0.08	0.08	67.47
13:00	27	840	820	820	826.67	0.08	0.09	0.1	0.09	74.4
16:00	30	850	830	820	833.33	0.09	0.09	0.08	0.09	72.22
19:00	33	860	840	830	843.33	0.1	0.09	0.09	0.09	78.71
22:00	36	860	830	820	836.67	0.09	0.09	0.08	0.09	72.51
1:00	39	850	810	820	826.67	0.08	0.07	0.08	0.08	63.38
4:00	42	830	830	840	833.33	0.08	0.08	0.09	0.08	69.44
7:00	45	770	790	790	783.33	0.07	0.09	0.08	0.08	62.67
10:00	48	890	870	880	880	0.09	0.08	0.08	0.08	73.33
13:00	51	860	870	880	870	0.09	0.09	0.08	0.09	75.4
16:00	54	860	810	870	846.67	0.08	0.07	0.07	0.07	62.09
19:00	57	850	830	850	843.33	0.08	0.08	0.07	0.08	64.66
22:00	60	840	820	820	826.67	0.07	0.07	0.08	0.07	60.62
1:00	63	800	810	800	803.33	0.07	0.08	0.07	0.07	58.91
4:00	66	780	780	790	783.33	0.07	0.07	0.07	0.07	54.83
7:00	69	790	760	780	776.67	0.07	0.06	0.06	0.06	49.19
10:00	72	750	740	750	746.67	0.06	0.05	0.06	0.06	42.31

Lampiran 3. Tegangan, arus, dan daya listrik sel aquades

Waktu	Jam ke-n	Tegangan (V=mV)		Rata-Rata Tegangan (V=mV)	Arus (I=mA)		Rata-Rata Arus (I=mA)	Daya Hantar Listrik ($P=VI$)
		1	2		1	2		
13:00	3	840	830	835	0.07	0.06	0.065	54.275
16:00	6	840	840	840	0.06	0.05	0.055	46.2
19:00	9	830	840	835	0.05	0.06	0.055	45.925
22:00	12	780	800	790	0.06	0.05	0.055	43.45
1:00	15	780	790	785	0.06	0.06	0.06	47.1
4:00	18	790	790	790	0.05	0.06	0.055	43.45
7:00	21	790	780	785	0.05	0.06	0.055	43.175
10:00	24	780	780	780	0.05	0.05	0.05	39
13:00	27	750	780	765	0.04	0.05	0.045	34.425
16:00	30	760	770	765	0.04	0.05	0.045	34.425
19:00	33	760	760	760	0.05	0.04	0.045	34.2
22:00	36	750	770	760	0.03	0.04	0.035	26.6
1:00	39	760	750	755	0.03	0.04	0.035	26.425
4:00	42	750	750	750	0.04	0.04	0.04	30
7:00	45	740	750	745	0.03	0.03	0.03	22.35
10:00	48	730	740	735	0.04	0.04	0.04	29.4
13:00	51	740	730	735	0.03	0.02	0.025	18.375
16:00	54	790	780	785	0.03	0.04	0.035	27.475
19:00	57	760	770	765	0.03	0.03	0.03	22.95
22:00	60	730	720	725	0.03	0.02	0.025	18.125
1:00	63	700	710	705	0.02	0.04	0.03	21.15
4:00	66	720	700	710	0.03	0.03	0.03	21.3
7:00	69	690	680	685	0.02	0.03	0.025	17.125
10:00	72	670	660	665	0.02	0.02	0.02	13.3

Lampiran 4. Perbedaan tegangan, arus listrik masing-masing sel air laut rangkaian tunggal.

Jam ke-n	Perbedaan Rata-Rata Nilai Arus Listrik (mA)			Perbedaan Rata-Rata Nilai Tegangan Listrik(mV)		
	ST	SR	Aq	ST	SR	Aq
3	0.093	0.09	0.07	906.7	863.3	835
6	0.083	0.09	0.06	903.3	866.7	840
9	0.077	0.09	0.06	890	863.3	835
12	0.077	0.08	0.06	880	856.7	790
15	0.08	0.08	0.06	873.3	850	785
18	0.073	0.09	0.06	863.3	860	790
21	0.083	0.09	0.06	863.3	860	785
24	0.09	0.08	0.05	863.3	843.3	780
27	0.083	0.09	0.05	853.3	826.7	765
30	0.09	0.09	0.05	843.3	833.3	765
33	0.087	0.09	0.05	826.7	843.3	760
36	0.087	0.09	0.04	826.7	836.7	760
39	0.08	0.08	0.04	810	826.7	755
42	0.073	0.08	0.04	800	833.3	750
45	0.08	0.08	0.03	873.3	783.3	745
48	0.143	0.08	0.04	860	880	735
51	0.133	0.09	0.03	870	870	735
54	0.13	0.07	0.04	860	846.7	785
57	0.107	0.08	0.03	850	843.3	765
60	0.087	0.07	0.03	840	826.7	725
63	0.077	0.07	0.03	833.3	803.3	705
66	0.08	0.07	0.03	816.7	783.3	710
69	0.067	0.06	0.03	796.7	776.7	685
72	0.067	0.06	0.02	776.7	746.7	665
Rata-Rata	0.089	0.08	0.04	906.7	834.3	760
Nilai Maksimal	0.143	0.09	0.07	906.7	880	840
Nilai Minimal	0.067	0.06	0.02	776.7	746.7	665

Lampiran 5. Tegangan, arus, dan daya listrik rangkaian gabungan sel air laut salinitas tinggi

Waktu	Jam ke-n	Tegangan (V=mV)			Rata-Rata Tegangan (mV)	Arus (I=mA)			Rata-Rata Arus (mA)	Daya Hantar Listrik ($P=VI$)
		1	2	3		1	2	3		
13:00	3	1770	1760	1760	1763.33	0.09	0.09	0.1	0.09	164.58
16:00	6	1760	1750	1760	1756.67	0.08	0.08	0.09	0.08	146.39
19:00	9	1750	1730	1750	1743.33	0.08	0.07	0.08	0.08	133.66
22:00	12	1740	1730	1740	1736.67	0.08	0.07	0.08	0.08	133.14
1:00	15	1730	1710	1740	1726.67	0.08	0.07	0.09	0.08	138.13
4:00	18	1720	1720	1730	1723.33	0.07	0.07	0.08	0.07	126.38
7:00	21	1720	1730	1730	1726.67	0.09	0.08	0.08	0.08	143.89
10:00	24	1730	1730	1740	1733.33	0.08	0.1	0.09	0.09	156
13:00	27	1720	1730	1720	1723.33	0.09	0.08	0.08	0.08	143.61
16:00	30	1740	1700	1710	1716.67	0.09	0.09	0.09	0.09	154.5
19:00	33	1700	1690	1710	1700	0.08	0.08	0.1	0.09	147.33
22:00	36	1720	1710	1730	1720	0.09	0.08	0.09	0.09	149.07
1:00	39	1720	1700	1710	1710	0.08	0.08	0.08	0.08	136.8
4:00	42	1700	1690	1690	1693.33	0.07	0.08	0.07	0.07	124.18
7:00	45	1690	1690	1680	1686.67	0.08	0.08	0.08	0.08	134.93
10:00	48	1790	1790	1780	1786.67	0.12	0.13	0.18	0.14	256.09
13:00	51	1740	1790	1790	1773.33	0.11	0.12	0.17	0.13	236.44
16:00	54	1790	1790	1800	1793.33	0.11	0.13	0.15	0.13	233.13
19:00	57	1770	1780	1790	1780	0.1	0.1	0.12	0.11	189.87
22:00	60	1770	1770	1780	1773.33	0.08	0.09	0.09	0.09	153.69
1:00	63	1740	1750	1760	1750	0.08	0.07	0.08	0.08	134.17
4:00	66	1730	1730	1730	1730	0.08	0.08	0.08	0.08	138.4
7:00	69	1730	1720	1720	1723.33	0.07	0.06	0.07	0.07	114.89
10:00	72	1710	1690	1700	1700	0.06	0.07	0.07	0.07	113.33

Lampiran 6. Tegangan, arus, dan daya listrik rangkaian gabungan sel air laut salinitas rendah.

Waktu	Jam ke-n	Tegangan (V=mV)			Rata-Rata Tegangan (mV)	Arus (I=mA)			Rata-Rata Arus (mA)	Daya Hantar Listrik ($P=VI$)
		1	2	3		1	2	3		
13:00	3	1750	1740	1740	1743.33	0.1	0.09	0.09	0.09	162.71
16:00	6	1730	1750	1760	1746.67	0.09	0.08	0.09	0.09	151.38
19:00	9	1740	1750	1750	1746.67	0.09	0.09	0.08	0.09	151.38
22:00	12	1740	1740	1740	1740	0.08	0.08	0.09	0.08	145
1:00	15	1730	1730	1740	1733.33	0.09	0.08	0.08	0.08	144.44
4:00	18	1740	1730	1730	1733.33	0.1	0.09	0.08	0.09	156
7:00	21	1740	1750	1730	1740	0.09	0.09	0.08	0.09	150.8
10:00	24	1730	1720	1690	1713.33	0.08	0.08	0.08	0.08	137.07
13:00	27	1700	1690	1690	1693.33	0.08	0.09	0.1	0.09	152.4
16:00	30	1710	1710	1720	1713.33	0.09	0.09	0.08	0.09	154.2
19:00	33	1740	1740	1730	1736.67	0.1	0.09	0.09	0.09	162.09
22:00	36	1720	1720	1710	1716.67	0.09	0.09	0.08	0.09	148.78
1:00	39	1710	1700	1710	1706.67	0.08	0.07	0.08	0.08	130.84
4:00	42	1690	1720	1700	1703.33	0.08	0.08	0.9	0.35	601.84
7:00	45	1690	1700	1690	1693.33	0.07	0.09	0.08	0.08	135.47
10:00	48	1760	1740	1750	1750	0.09	0.08	0.08	0.08	145.83
13:00	51	1740	1730	1720	1730	0.09	0.09	0.08	0.09	149.93
16:00	54	1710	1680	1700	1696.67	0.08	0.07	0.07	0.07	124.42
19:00	57	1720	1720	1710	1716.67	0.08	0.08	0.07	0.08	131.61
22:00	60	1700	1690	1690	1693.33	0.07	0.07	0.08	0.07	124.18
1:00	63	1690	1700	1680	1690	0.07	0.08	0.07	0.07	123.93
4:00	66	1670	1680	1670	1673.33	0.07	0.07	0.07	0.07	117.13
7:00	69	1660	1650	1650	1653.33	0.07	0.06	0.06	0.06	104.71
10:00	72	1650	1630	1640	1640	0.06	0.05	0.06	0.06	92.933

Lampiran 7. Tegangan, arus, dan daya listrik rangkaian gabungan sel aquades.

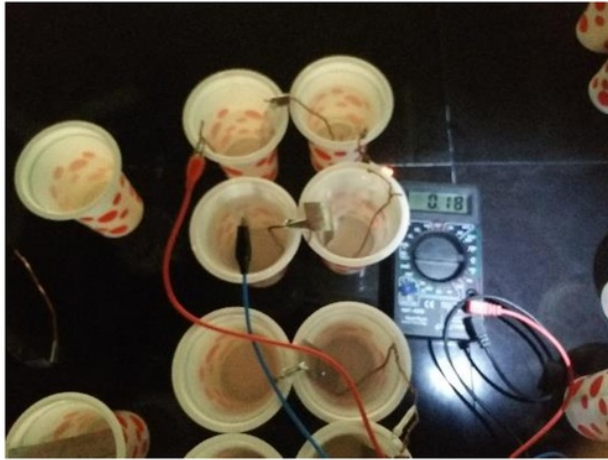
Waktu	Jam ke-n	Tegangan (V=mV)		Rata-Rata Tegangan (V=mV)	Arus (I=mA)		Rata-Rata Arus (I=mA)	Daya Hantar Listrik ($P=IT$)
		1	2		1	2		
13:00	3	1710	1710	1710	0.07	0.06	0.065	111.2
16:00	6	1700	1690	1695	0.06	0.05	0.055	93.23
19:00	9	1700	1700	1700	0.05	0.06	0.055	93.5
22:00	12	1690	1680	1685	0.06	0.05	0.055	92.68
1:00	15	1690	1670	1680	0.06	0.06	0.06	100.8
4:00	18	1680	1690	1685	0.05	0.06	0.055	92.68
7:00	21	1680	1670	1675	0.05	0.06	0.055	92.13
10:00	24	1670	1660	1665	0.05	0.05	0.05	83.25
13:00	27	1660	1650	1655	0.04	0.05	0.045	74.48
16:00	30	1650	1650	1650	0.04	0.05	0.045	74.25
19:00	33	1660	1650	1655	0.05	0.04	0.045	74.48
22:00	36	1650	1640	1645	0.03	0.04	0.035	57.58
1:00	39	1650	1650	1650	0.03	0.04	0.035	57.75
4:00	42	1650	1640	1645	0.04	0.04	0.04	65.8
7:00	45	1610	1600	1605	0.03	0.03	0.03	48.15
10:00	48	1630	1620	1625	0.04	0.04	0.04	65
13:00	51	1610	1600	1605	0.03	0.02	0.025	40.13
16:00	54	1590	1630	1610	0.03	0.04	0.035	56.35
19:00	57	1590	1610	1600	0.03	0.03	0.03	48
22:00	60	1590	1580	1585	0.03	0.02	0.025	39.63
1:00	63	1570	1610	1590	0.02	0.04	0.03	47.7
4:00	66	1580	1570	1575	0.03	0.03	0.03	47.25
7:00	69	1560	1590	1575	0.02	0.03	0.025	39.38
0:00	72	1550	1560	1555	0.02	0.02	0.02	31.1

Lampiran 8. Perbedaan tegangan, arus, dan daya listrik masing-masing rangkaian gabungan

Jam ke-n	Perbedaan Rata-rata Nilai Tegangan Listrik (mV)			Perbedaan Rata-Rata Nilai Arus Listrik (mA)		
	ST	SR	Aq	ST	SR	Aq
3	1763.33	1743.33	1710	0.093	0.093	0.065
6	1756.67	1746.67	1695	0.083	0.087	0.055
9	1743.33	1746.67	1700	0.077	0.087	0.055
12	1736.67	1740	1685	0.077	0.083	0.055
15	1726.67	1733.33	1680	0.08	0.083	0.06
18	1723.33	1733.33	1685	0.073	0.09	0.055
21	1726.67	1740	1675	0.083	0.087	0.055
24	1733.33	1713.33	1665	0.09	0.08	0.05
27	1723.33	1693.33	1655	0.083	0.09	0.045
30	1716.67	1713.33	1650	0.09	0.087	0.045
33	1700	1736.67	1655	0.087	0.093	0.045
36	1720	1716.67	1645	0.087	0.087	0.035
39	1710	1706.67	1650	0.08	0.077	0.035
42	1693.33	1703.33	1645	0.073	0.083	0.04
45	1686.67	1693.33	1605	0.08	0.08	0.03
48	1786.67	1750	1625	0.143	0.083	0.04
51	1773.33	1730	1605	0.133	0.087	0.025
54	1793.33	1696.67	1610	0.13	0.073	0.035
57	1780	1716.67	1600	0.107	0.077	0.03
60	1773.33	1693.33	1585	0.087	0.073	0.025
63	1750	1690	1590	0.077	0.073	0.03
66	1730	1673.33	1575	0.08	0.07	0.03
69	1723.33	1653.33	1575	0.067	0.063	0.025
72	1700	1640	1555	0.067	0.057	0.02
Rata-Rata	1736.25	1712.64s	1638.33	0.089	0.081	0.041
Nilai Maksimal	1793.33	1750	1710	0.143	0.093	0.065
Nilai Minimal	1686.67	1640	1555	0.067	0.057	0.02

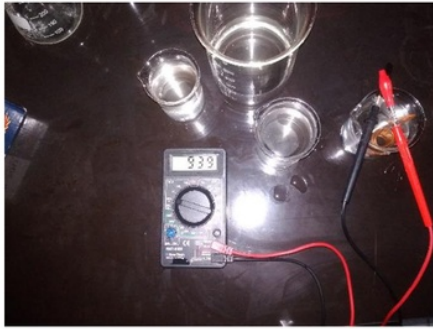
Lampiran 9. Dokumentasi pengumpulan data dan analisis data penelitian (analisis di laboratorium oseanografi dan instrumentasi kelautan fakultas mipa universitas sriwijaya).

Metode pengukuran arus listrik sel air laut (multimeter dihubungkan ke rangkaian secara seri):



Metode pengukuran tegangan listrik sel air laut tunggal:





Metode pengukuran tegangan listrik pada rangkaian gabungan sel air laut (dihubungkan secara parallel):

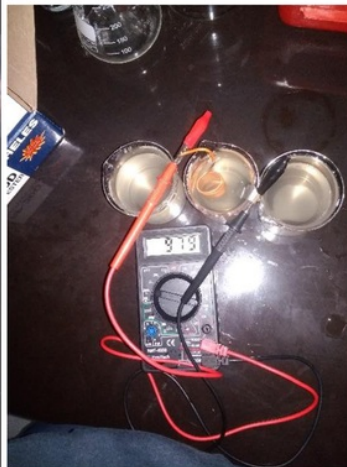


Lampiran 9. Dokumentasi pembuatan Rangkaian gabungan sel air laut dan rangkaian sel tunggal

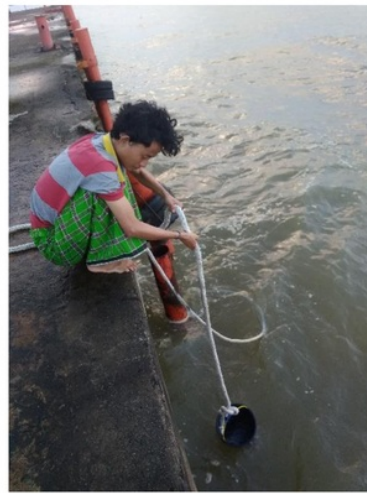
Pemotongan tembaga dan seng. Tembaga dipotong hingga berukuran $2.25\text{mm}^2 \times 15\text{cm}$ dan seng berukuran $15 \times 3\text{cm}$:



Pembuatan rangkaian gabungan sel air laut dan sel air laut tunggal



**Lampiran 9. Dokumentasi pengambilan sampel air laut di pelabuhan
tanjung buyut perairan muara sungai musi.**



UJI POTENSI AIR LAUT DI PERAIRAN MUARA SUNGAI MUSI SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK_JURUSAN ILMU KELAUTAN(FMIPA)

ORIGINALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX

1%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On