

**IMPLEMENTASI BOOST CONVERTER PADA SISTEM SEL VOLTA
BERBAHAN AIR LAUT DENGAN KATODA
TEMBAGA BERLAPIS PERAK**

(Skripsi)

**Oleh
RIANITA BAITI**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

IMPLEMENTASI BOOST CONVERTER PADA SISTEM SEL VOLTA BERBAHAN AIR LAUT DENGAN KATODA TEMBAGA BERLAPIS PERAK

Oleh

Rianita Baiti

Sistem energi listrik alternatif air laut berbahan elektroda Cu(Ag)-Zn dioptimalkan dengan rangkaian boost converter yang menghasilkan output untuk menhidupkan LED. Prosedur dalam penelitian ini terdiri atas 4 tahap, yaitu perancangan dan pembuatan sel volta, proses elektroplating Ag pada Cu, perancangan sistem instrumentasi, serta realisasi rangkaian pengujian jumlah sel volta untuk menhidupkan LED. Sistem sel volta tersusun dari 20 sel yang dihubungkan secara seri dan paralel. Nilai yang diambil dari karakteristik elektrik berupa tegangan dan kuat arus listrik. Pengukuran dilakukan selama 55 menit dengan jumlah sel volta yang berjumlah 20 dikurangi 2 sel volta setiap 5 menit sekali untuk menhidupkan LED. Nilai tegangan yang dihasilkan boost converter menggunakan 20 sel volta konstan sebesar 2,6 V dan menggunakan 1 sel volta sebesar 1,3 V. Nilai arus yang dihasilkan mengalami penurunan secara linier dari 2,6 mA dengan 20 sel volta sampai 0 mA dengan 1 sel volta.

Kata kunci: Sel volta, *Boost Converter*, Tegangan, Kuat Arus, *LED*

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF A BOOST CONVERTER ON A SEAWATER BASED VOLTAIC CELL SYSTEM WITH A SILVER COATED COPPER CATHODE

By

Rianita Baiti

The seawater alternative electrical energy system made from Cu(Ag)-Zn electrodes is optimized with a boost converter circuit that produces an output to turn on the LED. The procedure in this study consisted of 4 stages, namely the design and manufacture of voltaic cells, the electroplating process of Ag on Cu, the design of the instrumentation system, and the realization of a series of testing the number of voltaic cells to turn on the LED. The voltaic cell system consists of 20 cells connected in series and parallel. The value is taken from the electrical characteristics in the form of voltage and electric current. Measurements were performed for 55 minutes with the number of voltaic cells totaling 20 minus 2 voltaic cells every 5 minutes to turn on the LED. The voltage value generated by the boost converter uses 20 constant voltaic cells of 2.6 V and uses 1 voltaic cell of 1.3 V. The resulting current value decreases linearly from 2.6 mA with 20 voltaic cells to 0 mA with 1 cell voltaic.

Keywords: the voltaic cell, boost converter, voltage, current, LED

**IMPLEMENTASI BOOST CONVERTER PADA SISTEM SEL VOLTA
BERBAHAN AIR LAUT DENGAN KATODA
TEMBAGA BERLAPIS PERAK**

Oleh

Rianita Baiti

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Penelitian : **Implementasi Boost Converter Pada Sistem Sel Volta Berbahan Air Laut Dengan Katoda Tembaga Berlapis Perak**

Nama Mahasiswa : **Rianita Baiti**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1617041061

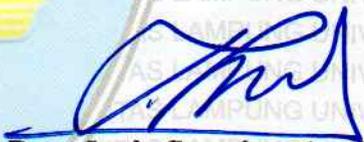
Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing


Gurum Ahmad Fauzi, S.Si., M.T.
NIP. 19801010 200501 1 002


Drs. Amir Supriyanto, M.Si.
NIP. 19650407199111 1 001

2. Ketua Jurusan Fisika


Gurum Ahmad Fauzi, S.Si., M.T.
NIP. 19801010 200501 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.



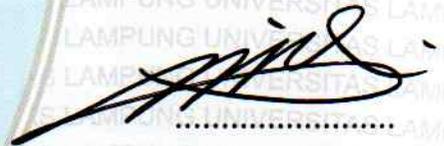
Sekretaris

: Drs. Amir Supriyanto, M.Si



Anggota

: Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Sripto Dwi Yuwono, M.T.
NIP. 197407052000031001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 November 2022

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebut dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 11 November 2022



Rianita Baiti
NPM. 1617041061

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Rianita Baiti dilahirkan pada tanggal 22 Mei 1998 di Bandar Lampung. Anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Irianto dan Ibu Erawati. Penulis menyelesaikan pendidikan TK Kartika II-26 Bandar Lampung, sekolah dasar di SD Kartika II-5 (Persit) pada tahun 2010, kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Kartika II-2 (Persit) hingga lulus pada tahun 2013. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA N 1 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2016. Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) tahun 2016 dan mengambil konsentrasi dalam bidang Fisika Instrumentasi. Selama menjalani pendidikan tinggi tersebut, penulis pernah mengikuti kegiatan menari tingkat jurusan dan fakultas.

Selama menempuh jenjang pendidikan S1 di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Penulis memilih konsentrasi keilmuan bidang Fisika Instrumentasi, kemudian pada tahun 2019 melakukan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bandung. Selanjutnya penulis mengikuti pengabdian masyarakat dengan mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Nampirejo, Kecamatan Batanghari, Kabupaten Lampung Timur pada tahun 2020. Selanjutnya penulis melakukan penelitian Tugas Akhir yang berjudul “Implementasi Boost Converter Pada

Sistem Sel Volta Berbahan Air Laut Dengan Katoda Tembaga Berlapis Perak” di
Laboratorium Elektronika Dasar Fisika Universitas Lampung.

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari satu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain)”

(QS. Al-Insyirah : 6-7)

“Kamu tidak harus menjadi hebat untuk memulai, tetapi kamu harus mulai untuk menjadi hebat”

(Zig Ziglar)

“Perbanyak bersyukur, kurangi mengeluh. Buka mata, jembarkan telinga, perluas hati. Sadari kamu ada pada sekarang, bukan kemarin atau besok, nikmati setiap momen dalam hidup, berpetualanglah”

(Ayu Estiningtyas)

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala
kupersembahkan karya ini untuk orang-orang
yang kucintai dan kusayangi

*Ayahandaku Bapak Irianto dan
Ibundaku Ibu Erawati*

“Mereka yang selalu memberi semangat, menghibur serta
dukungan dan tak lupa kakak serta keponakanku yang
selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi
ini”

“Fisika 2016”

Universitas Lampung
“Almamater tercinta”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala, yang telah memberikan nikmat kesehatan, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“IMPLEMENTASI BOOST CONVERTER PADA SISTEM SEL VOLTA BERBAHAN AIR LAUT DENGAN KATODA TEMBAGA BERLAPIS PERAK”**. Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana dan melatih mahasiswa untuk berpikir cerdas dan kreatif dalam menulis karya ilmiah.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Bandar Lampung, 11 November 2022

Penulis,

Rianita Baiti

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala, karena atas karunia-Nya penulis masih memberikan kesempatan menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah banyak memberikan do'a, motivasi, bimbingan dan dukungan terutama kepada:

1. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T. selaku Pembimbing I skripsi dan Ketua Jurusan fisika yang telah memberikan bimbingan selama proses penelitian dan penulisan skripsi;
2. Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan selama proses penelitian dan penulisan skripsi;
3. Bapak Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc. selaku Penguji yang telah memberikan saran sehingga penulisan skripsi ini dapat lebih baik;
4. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T. selaku Dekan Fakultas MIPA;
5. Bapak dan Ibu Dosen di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah banyak membekali ilmu bagi penulis selama perkuliahan.
6. Kedua orang tuaku Bapak Irianto dan Ibu Erawati yang selalu memberikan kasih sayang, mendoakan dan memberikan dukungan moril dan materil untuk penyelesaian tugas akhir ini.
7. Saudara kandungku Eka Fitra Novianti, Dwi Mustikasari dan Putri Libianisa yang selalu memberikan nasihat dan semangat.

8. Kakak-kakakku Andi Darmawan dan Abdurrozaq Muqtashid, serta keponakanku Angelia Rahma, Naura Fitra Ramadhani dan Frisca Aprilia Darmawan.
9. Teman baikku Muhammad Hanafi yang sudah banyak membantu dan mendukung dalam proses penyelesaian skripsi ini.
10. Teman-temanku yang selalu mendukung dan membantu satu sama lain; Rifki, Anita, Annisa Dwitama, Fadhila, Adelia, Bella, Saras dan kak Mpi, serta teman-teman Fisika angkatan 2016.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan nikmat iman dan sehat kepada kita semua, Aamiin.

Bandar Lampung, 11 November 2022

Rianita Baiti

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---------------------------------|----------------|
| ABSTRAK | ii |
| ABSTRACT | iii |
| HALAMAN JUDUL | iv |
| LEMBAR PERSETUJUAN | v |
| LEMBAR PENGESAHAN | vi |
| HALAMAN PERNYATAAN | vii |
| RIWAYAT HIDUP | viii |
| MOTTO | x |
| PERSEMBAHAN | xi |
| KATA PENGANTAR | xii |
| SANWACANA | xiii |
| DAFTAR ISI | xv |
| DAFTAR GAMBAR | xviii |
| DAFTAR TABEL | xix |
| I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.5 Batasan Masalah | 4 |

II. TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|--|----|
| 2.1 Penelitian Terkait | 5 |
| 2.2 Elektrokimia..... | 8 |
| 2.3 Sel Volta | 9 |
| 2.4 Sel Elektrolisis | 12 |
| 2.5 Elektrolit | 13 |
| 2.6 Elektroda..... | 14 |
| 2.7 Potensial Elektroda..... | 15 |
| 2.8 Karakteristik Logam Tembaga (Cu) dan Logam Seng (Zn) | 17 |
| 2.9 Karakteristik Logam Perak (Ag) | 18 |
| 2.10 Karakteristik Air Laut..... | 18 |
| 2.11 Light Emitting Diode (LED)..... | 19 |
| 2.12 Boost Converter | 20 |
| 2.13 Rangkaian Boost Converter | 20 |

III. METODE PENELITIAN

| | |
|--|----|
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian..... | 23 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian..... | 23 |
| 3.3 Prosedur Penelitian..... | 24 |
| 3.3.1 Perancangan dan Pembuatan Sel Volta..... | 26 |
| 3.3.2 Rancangan Data Hasil Penelitian | 27 |
| 3.3.3 Rancangan Analisis Data Penelitian..... | 28 |

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|---|----|
| 4.1 Realisasi Sel Volta untuk Menghidupkan LED | 30 |
| 4.2 Rangkaian Boost Converter | 21 |
| 4.3 Hasil Penelitian | 32 |
| 4.3.1 Data Pengamatan dan Karakteristik Tegangan yang dihasilkan Elektrik sel volta Untuk Menghidupkan LED | 33 |
| 4.3.2 Data Pengamatan dan Karakteristik Arus yang dihasilkan Elektrik sel volta untuk menghidupkan LED | 35 |

V. KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 37 |
| 5.2 Saran..... | 37 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 2. 1 Pengambilan data karakteristik elektrik air laut | 5 |
| Gambar 2.2 Desain alat. | 6 |
| Gambar 2.3 Realisasi sistem sel volta | 7 |
| Gambar 2.4 Sel volta | 10 |
| Gambar 2.5 Sel elektrolisis | 12 |
| Gambar 2.6 Lampu LED | 19 |
| Gambar 2.7 Skema <i>boost converter</i> | 20 |
| Gambar 2.8. Rangkaian Penguat Tegangan..... | 21 |
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian..... | 25 |
| Gambar 3. 2 (a) Desain sel volta, (b) Desain susunan sel volta, (c) Desain alat Keseluruhan | 25 |
| Gambar 3.3 Grafik pengukuran tegangan rangkaian..... | 29 |
| Gambar 3.4 Grafik pengukuran arus rangkaian | 29 |
| Gambar 4.1 Sel Volta | 30 |
| Gambar 4.2 Elektroda Cu(Ag)..... | 31 |
| Gambar 4.3 Rangkaian Seri-Paralel | 32 |
| Gambar 4.5 Hubungan antara tegangan dan waktu saat pengurangan jumlah sel volta..... | 34 |
| Gambar 4.6 Hubungan antara kuat arus listrik dan waktu saat pengurangan jumlah sel volta..... | 35 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 2. 1 Urut deret volta..... | 11 |
| Tabel 2. 2 Nilai potensial elektroda..... | 15 |
| Tabel 3. 1 Data pengukuran karakteristik energi listrik dari air laut..... | 27 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu hal penting dalam kehidupan manusia, seiring bertambahnya jumlah penduduk yang sangat pesat serta berkembangnya kecanggihan teknologi saat ini menyebabkan semakin meningkat pula kebutuhan akan energi listrik untuk menopang segala aktivitas manusia. Energi listrik berperan penting mulai dari berjalannya perkembangan teknologi hingga untuk keperluan rumah tangga, tanpa adanya listrik maka teknologi dan aktivitas manusia tidak dapat berjalan dengan semestinya. Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral tahun 2018, untuk memenuhi sebagian besar kebutuhan energi listrik di Indonesia menggunakan batubara, minyak bumi, gas alam, panas bumi, dan air. Penggunaan energi listrik yang dihasilkan dari fosil seperti batubara, minyak bumi, dan gas alam yang digunakan secara terus-menerus pada akhirnya akan habis.

Menipisnya persediaan energi listrik dapat diatasi menggunakan rancangan yang memanfaatkan potensi besar energi terbarukan sebagai alternatif dari energi yang sudah ada (Supian dkk, 2013). Energi alternatif adalah sumber energi yang berasal dari alam sehingga persediaannya tidak akan habis.

Di antara potensi besar tersebut, air laut merupakan salah satu industri yang paling siap untuk digunakan sebagai energi alternatif. Berdasarkan data teoritis yang dikeluarkan oleh Asosiasi Energi Laut Indonesia bahwa Indonesia memiliki total sumber daya laut mencapai 727.000 MW. Dengan luas laut 5,8 juta km² yang terdiri dari laut teritorial 0,3 juta km², zona ekonomi eksklusif 2,55 juta km² dan perairan kepulauan 2,95 juta km². Hal tersebut mendukung dihasilkannya energi alternatif dari air laut dengan metode elektrokimia berupa sel volta dengan memanfaatkan proses reduksi-oksidasi.

Energi listrik alternatif berupa sel volta dari air laut dihasilkan menggunakan metode elektrokimia, yaitu proses perubahan energi kimia menjadi energi listrik dengan memanfaatkan reaksi reduksi-oksidasi antara dua elektroda dan elektrolit yang memiliki beda potensial (Riyanto,2013). Berdasarkan penelitian sebelumnya Pauzi dkk (2016) telah menghasilkan energi alternatif dari air laut menggunakan tiga buah elektroda yaitu C-Zn, Cu-Al, dan Cu-Zn. Pada penelitiannya untuk menghasilkan sel elektrokimia dari tiga buah elektroda tersebut air laut yang dimasukkan kedalam tabung-tabung disusun secara seri dan paralel. Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa energi listrik yang dihasilkan dengan susunan secara seri menghasilkan keluaran tegangan yang semakin tinggi sebanding dengan semakin banyaknya sel, sedangkan sel yang tersusun secara paralel menghasilkan keluaran tegangan yang stabil. Agar tegangan listrik alternatif yang dihasilkan dari air laut dapat secara optimal disimpan, maka pada sistem pengisian diperlukan rangkaian *boost converter* yaitu rangkaian penaik tegangan dimana tegangan keluaran lebih tinggi dari tegangan masukan tanpa menghilangkan daya yang relatif besar sehingga dapat mengatasi kekurangan tegangan (Jamlay, 2014).

Berdasarkan hasil pemaparan diatas maka dilakukan penelitian ini untuk mengoptimalkan desain sistem energi listrik alternatif air laut berbahan elektroda Cu(Ag)-Zn dengan energi yang dihasilkan output yang dimanfaatkan untuk menhidupkan LED. Prosedur yang dilakukan penelitian ini terdiri atas 4 tahap, yaitu tahap perancangan dan pembuatan sel volta, proses elektroplating Ag pada Cu, perancangan sistem instrumentasi, perancangan dan realisasi rangkaian pengujian jumlah sel volta untuk menhidupkan LED.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana karakteristik elektrik sel volta saat pengujian untuk menhidupkan LED?
- b. Bagaimana pengaruh rangkaian *Boost Converter* pada pengujian untuk menhidupkan LED dengan elektrolit air laut?
- c. Bagaimana arus dan tegangan yang dihasilkan elektrik sel volta untuk menhidupkan LED?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Menghasilkan sistem energi listrik alternatif dari air laut berbahan elektroda Cu(Ag)-Zn;
- b. Memperoleh data atau informasi mengenai karakteristik elektrik pada sel volta untuk pengujian untuk menhidupkan LED; dan
- c. Memperoleh nilai arus dan tegangan yang dihasilkan elektrik sel volta untuk menhidupkan LED.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Menghasilkan sistem energi listrik alternatif dari air laut yang bersifat siap pakai;
- b. Alat ini dapat digunakan untuk pengujian menhidupkan LED dengan elektrolit air laut menggunakan rangkaian *boost converter*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Desain alat terbuat dari bahan akrilik sebagai kerangka utama dan terdiri dari 20 sel elektrolit yang terbuat dari bahan pipa PVC;
- b. Volume air laut 200 ml per sel yang tersusun secara seri dan paralel;
- c. Air laut yang digunakan telah melalui proses *filtering*;
- d. Menggunakan satu buah LED sebagai bahan pengujian energi listrik yang dihasilkan;
- e. Data yang diambil antara lain tegangan (V), kuat arus (A) yang dihasilkan energi listrik berbahan air laut untuk menhidupkan LED.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

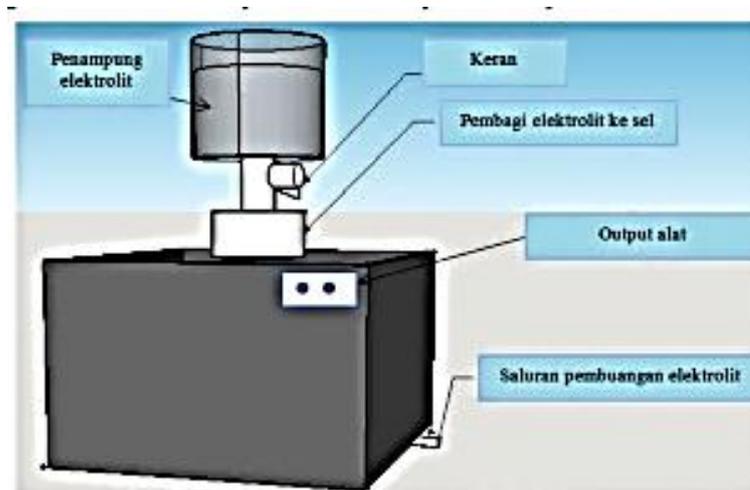
Penelitian yang berkaitan dengan energi listrik alternatif dengan sel volta berbahan elektrolit air laut telah dilakukan oleh Pauzi dkk (2016). Penelitian dilakukan dengan pengujian karakteristik elektrik air laut yang dihasilkan dengan menggunakan 3 pasangan elektroda yaitu elektroda C-Zn, Cu-Zn dan Cu-Al. Volume elektrolit dilakukan bervariasi, yaitu 30 ml, 40 ml, 50 ml, 100 ml, dan 200 ml untuk setiap sel. Realisasi sel volta dengan jumlah 20 sel disusun secara seri, seperti disajikan pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Pengambilan Data Karakteristik Elektrik Air Laut (Pauzi dkk., 2016)

Pengambilan data dilakukan dalam rentang 1 menit sekali selama 10 menit untuk pengukuran karakteristik elektrik air laut menggunakan beban dan tanpa beban. Rangkaian LED dengan besar hambatan 1000Ω digunakan sebagai beban dalam pengukuran karakteristik elektrik air laut. Hasil penelitian diperoleh tegangan terbesar yaitu 17,47 volt pada saat sel volta elektroda Cu-Zn tanpa penggunaan beban. Sedangkan pada saat dikenakan beban sel volta elektroda Cu-Zn mampu menghasilkan tegangan terbesar yaitu 4,34 V, arus 0,620 mA dan daya 0,620 mA.

Penelitian sistem energi alternatif dengan elektrolit air laut oleh Pauzi dkk (2017) menggunakan elektroda Cu-Zn yang memiliki jumlah sel volta 40 sel disusun secara seri. Pada penelitian ini direalisasikan desain dengan sistem dapat dilakukan pengisian dan pengosongan elektrolit air laut, seperti disajikan **Gambar 2.2**.

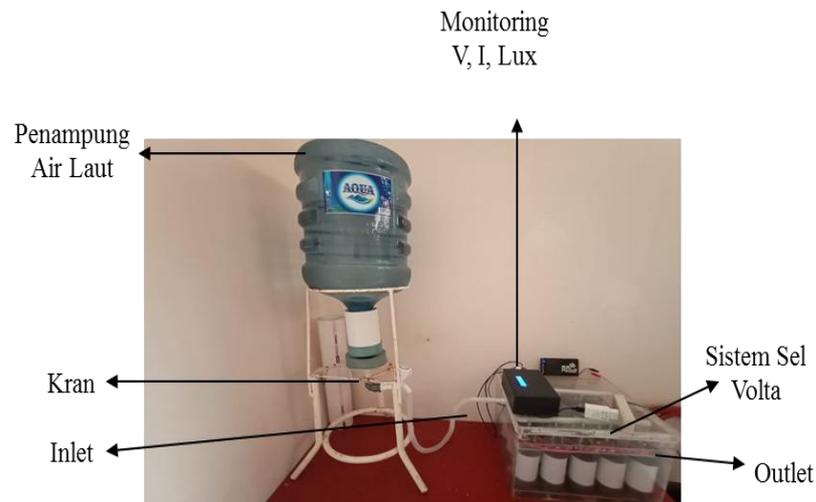


Gambar 2.2 Desain alat (Pauzi dkk., 2017).

Durasi pengambilan data dilakukan dengan rentang 1 jam sekali selama 72 jam dan perlakuan pengisian dan pengosongan air laut setiap 24 jam sekali. Pengujian

alat dilakukan dengan menggunakan beban, yaitu LED 1,2 Watt dan juga tanpa menggunakan beban. Hasil pengujian pada 24 jam pertama menunjukkan persentase penurunan rata-rata tegangan saat beban dilepas (V_{tb}) sebesar 6,47% dan persentase penurunan rata-rata daya sebesar 14,24%. Hasil pengujian 24 jam kedua menunjukkan persentase penurunan rata-rata (V_{tb}) dan daya sebesar 5,28% dan 10,12%. Sementara, hasil pengujian 24 jam ketiga menghasilkan persentase penurunan rata-rata (V_{tb}) dan daya sebesar 4,79% dan 12,62%. Hasil pengujian alat menunjukkan semakin lama alat digunakan maka karakteristik elektrik yang dihasilkan akan semakin menurun salah satunya disebabkan elektroda yang terkorosi.

Penelitian terkait pemanfaatan energi listrik alternatif dalam pengisian daya pada *power bank* menggunakan sel volta dengan elektroda Cu(Ag)-Zn berbahan elektrolit air laut dilakukan oleh Andi (2020). Pada penelitian ini realisasi alat ini dilengkapi dengan sistem *monitoring* secara *real time*, seperti pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Realisasi sistem sel volta (Andi, 2020)

Penelitian ini dilakukan pengukuran karakteristik elektrik (tegangan dengan beban, tegangan tanpa beban, arus, persentase pengisian *power bank*, pengisian tegangan baterai dan intensitas cahaya) selama 3 jam untuk *power bank*, selama 10 jam untuk baterai dan selama 72 jam untuk 100 LED. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *power bank* mengalami pengisian daya dengan persentase mencapai 25 % selama 130 menit. Hasil pengisian daya baterai *rechargeable* 1,2 volt dan 2,4 volt dapat terisi maksimal dalam waktu 10 jam. Rata-rata yang diperoleh intensitas cahaya 100 LED selama 72 jam yang dihasilkan sel volta Cu(Ag)-Zn berbahan elektrolit air laut sebesar 49,66 lux.

2.2 Elektrokimia

Elektrokimia merupakan ilmu kimia yang mempelajari tentang perpindahan elektron yang terjadi pada sebuah media pengantar listrik yang disebut elektroda (Harahap, 2016). Konsep elektrokimia didasari oleh reaksi reduksi-oksidasi (redoks) dan larutan elektrolit. Reaksi redoks merupakan gabungan dari reaksi reduksi dan oksidasi yang berlangsung secara bersamaan. Pada reaksi reduksi terjadi peristiwa penangkapan elektron sedangkan reaksi oksidasi merupakan peristiwa pelepasan elektron yang terjadi pada media pengantar pada sel elektrokimia. Proses elektrokimia tidak terlepas dari logam yang dicelupkan pada larutan disebut elektroda yang terdiri dari katoda dan anoda. Selain itu, metode elektrokimia membutuhkan media pengantar sebagai tempat terjadinya serah terima elektron dalam suatu sistem reaksi yang dinamakan larutan. Larutan dapat dikategorikan menjadi tiga bagian yaitu larutan elektrolit kuat, larutan elektrolit lemah dan larutan bukan elektrolit. Ada dua jenis sel elektrokimia, yaitu sel

galvanik dan sel elektrolit. Sel elektrokimia dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang terdiri dari dua elektroda yang terpisah minimal oleh satu macam fasa elektrolit. Umumnya diantara kedua elektroda dalam sel elektrokimia tersebut terdapat perbedaan potensial yang terukur (Widjajanti, 2005).

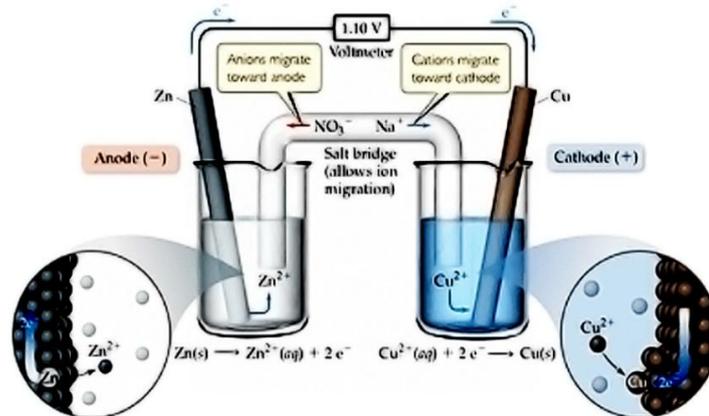
Ada dua prinsip sel elektrokimia.

1. Sel yang melakukan kerja dengan melepaskan energi dari reaksi spontan; dan
2. Sel yang melakukan kerja dengan menyerap energi dari sumber listrik untuk menggerakkan reaksi non spontan.

Sel elektrokimia baik yang melepas atau menyerap energi selalu melibatkan perpindahan elektron-elektron dari satu senyawa ke senyawa yang lain dalam suatu reaksi oksidasi reduksi (Mulyono, 2017).

2.3 Sel Volta

Sel volta atau disebut juga sel galvanik merupakan sel elektrokimia yang menghasilkan energi listrik diperoleh dari reaksi kimia yang berlangsung spontan. Penelitian mengenai sel volta pertama kali dilakukan oleh ilmuwan yang bernama Alexander Volta dan Luigi Galvani pada tahun 1786. Bermula dari penemuan baterai yang berasal dari cairan garam (Harahap, 2016). Sel volta terdiri dari dua buah elektroda dan elektrolit. Anoda adalah elektroda di mana terjadi reaksi oksidasi, sedangkan elektroda di mana terjadi reaksi reduksi adalah Katoda (Widjajanti, 2005), seperti **Gambar 2.4**.



Gambar 2.4 Sel volta (Brown dkk, 2015)

Untuk prinsip kerja sel galvani yaitu terdiri atas elektroda dan elektrolit yang dihubungkan dengan sebuah jembatan garam, pada anoda terjadi reaksi oksidasi dan pada katoda terjadi reaksi reduksi, arus elektron mengalir dari katoda ke anoda, arus listrik mengalir dari katoda ke anoda serta adanya jembatan garam untuk menyeimbangkan ion-ion.

Bagian – bagian Sel galvani atau sel volta berdasarkan **Gambar 2.4** adalah sebagai berikut.

1. Voltmeter, untuk menentukan besarnya potensial sel.
2. Jembatan garam (*salt bridge*), untuk menjaga kenetralan muatan listrik pada larutan.
3. Anoda (elektroda negatif) tempat terjadinya reaksi oksidasi. Pada **Gambar 2.5**, yang bertindak sebagai anoda adalah elektroda Zn/seng (*zink electrode*).
4. Katoda (elektroda positif) tempat terjadinya reaksi reduksi. Pada **Gambar 2.5**, yang bertindak sebagai katoda adalah elektroda Cu/tembaga (*copper electrode*).

Dikarenakan listrik yang dihasilkan harus melalui reaksi kimia yang spontan maka pemilihan dari larutan elektrolit harus mengikuti kaedah deret volta. Sel volta dibedakan menjadi tiga jenis yaitu sel volta primer merupakan sel volta yang tidak dapat diperbarui (sekali pakai) dan bersifat tidak dapat balik (*irreversible*) contohnya baterai kering. Sel volta sekunder merupakan sel volta yang dapat diperbarui (sekali pakai) dan bersifat dapat balik (*reversible*) ke keadaan semula contohnya baterai aki. Sel volta bahan bakar (*full cell*) adalah sel volta yang tidak dapat diperbarui tetapi tidak habis contohnya sel campuran bahan bakar pesawat luar angkasa. Deret volta disusun berdasarkan daya oksidasi dan reduksi dari masing-masing logam. Urutan deret volta tersebut pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Urutan deret volta

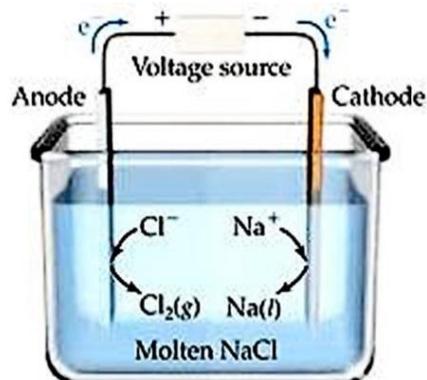
| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Li | K | Ba | Ca | Na | Mg | Al | Mn | Zn | Cr | Fe |
| Cd | Co | Ni | Sn | Pb | H | Cu | Hg | Ag | Pt | Au |

Pada deret volta, unsur logam dengan potensial elektroda lebih negatif ditempatkan di bagian kiri, sedangkan unsur dengan potensial elektroda yang lebih positif ditempatkan dibagian kanan. Bila ke kiri kedudukan logam maka :

1. logam semakin reaktif (semakin mudah melepas elektron);
2. logam merupakan reduktor yang semakin kuat (semakin mudah mengalami oksidasi). Sebaliknya, semakin ke kanan kedudukan suatu logam dalam deret tersebut, maka logam semakin kurang reaktif (semakin sulit melepas elektron); dan
3. logam merupakan oksidator yang semakin kuat (semakin mudah mengalami reduksi) (Mulyono, 2017).

2.4 Sel Elektrolisis

Sel elektrolisis merupakan sel elektrokimia yang menggunakan sumber energi listrik untuk mengubah reaksi kimia yang terjadi. Rangkaian sel elektrolisis secara singkat seperti **Gambar 2.5**.



Gambar 2.5 Sel elektrolisis (Brown dkk, 2015)

Gambar 2.5 merupakan skema dari susunan sel elektrolisis yang terdiri dari sumber arus searah yang dihubungkan dengan kawat penghantar pada dua buah elektroda (katoda dan anoda). kedua ujung elektroda dicelupkan dalam bejana berisi cairan elektrolit. Sel elektrolisis katoda memiliki muatan negatif sedangkan anoda memiliki muatan positif. Elektroda yang digunakan dalam sel elektrolisis terdiri dari dua jenis yaitu elektroda inert dan elektroda tidak inert atau elektroda aktif. Elektroda inert adalah elektroda yang tidak ikut bereaksi baik sebagai katoda maupun anoda, sehingga dalam sel elektrolisis yang mengalami reaksi redoks adalah elektrolit sebagai zat terlarut dan atau air sebagai pelarut. Contohnya adalah karbon (C) dan pelatina (Pt). Sedangkan elektroda tidak inert atau elektroda aktif adalah elektroda yang ikut bereaksi, terutama jika digunakan sebagai anoda, dapat mengalami reduksi. Contohnya adalah Fe, Al, Cu, Zn, Ag dan Au (Riyanto, 2013). Salah satu aplikasi dari sel elektrolisis yaitu penyepuhan

logam emas dengan menggunakan larutan elektrolit yang mengandung unsur emas (Au). Hal ini dilakukan untuk melapisi kembali perhiasan yang kadar emasnya sudah berkurang (Harahap, 2016).

2.5 Elektrolit

Proses elektrokimia membutuhkan media pengantar sebagai tempat terjadinya serah terima elektron dalam suatu sistem reaksi yang dinamakan larutan. Larutan dapat dikategorikan menjadi tiga bagian yaitu larutan elektrolit kuat, larutan elektrolit lemah dan larutan bukan elektrolit. Elektrolit adalah suatu zat yang larut atau terurai kedalam bentuk ion-ion. Larutan elektrolit kuat merupakan larutan yang mengandung ion-ion terlarut yang dapat mengantarkan arus listrik sangat baik sehingga proses serah terima elektron berlangsung cepat dan energi yang dihasilkan relatif besar. Sedangkan larutan elektrolit lemah merupakan larutan yang mengandung ion-ion terlarut cenderung terionisasi sebagian sehingga dalam proses serah terima elektron relatif lambat dan energi yang dihasilkan kecil. Namun demikian, proses elektrokimia tetap terjadi. Untuk larutan bukan elektrolit, proses serah terima elektron tidak terjadi (Harahap, 2016).

Elektrolit mengandung ion-ion yang menarik ataupun melepaskan elektron-elektron, sehingga muatan dapat melewati larutan. Ion-ion merupakan atom bermuatan elektrik. Aliran elektron memasuki larutan pada katoda electron yang masuk itu diambil oleh ion-ion positif sehingga terjadi reduksi pada katoda. Elektron meninggalkan larutan pada anoda. Ion-ion negatif melepaskan elektron-electron itu sehingga terjadi oksidasi pada anoda. Penggantian elektrolit dapat dilakukan bila semua ion yang semula berada dalam larutan telah diubah menjadi

partikel netral, tak ada lagi partikel negatif maupun positif untuk memberikan maupun menerima elektron dan arus tak dapat mengalir (Keenan dkk., 1984).

2.6 Elektroda

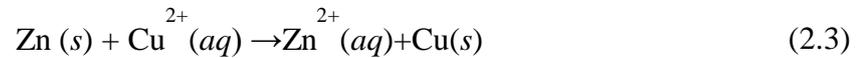
Elektroda merupakan konduktor yang dapat dilalui arus listrik dari suatu media ke media yang lain. Elektroda biasanya terbuat dari logam, seperti tembaga, perak, timah, atau zink, tetapi terdapat juga elektroda yang terbuat dari bahan konduktor listrik non-logam, seperti grafit. Elektroda dapat digunakan dalam baterai, obat-obatan, dan industri untuk proses yang melibatkan elektrolisis (Chang,2003). Pasangan elektroda yang sering dimanfaatkan pada sel elektrokimia yang memiliki kinerja serta keluaran energi listrik yang baik adalah logam tembaga dan zink (Hudaya, 2016; Susanto dkk.,2017A; Susantodkk.,2017). Pasangan elektroda pada logam Zn dan Cu jika digunakan pada sel elektrokimia maka akan mengalami reaksi reduksi dan reaksi oksidasi. Reaksi reduksi adalah reaksi yang terjadi penurunan bilangan oksidasi melalui penangkapan elektron. Reaksi dari elektroda tersebut dapat dilihat seperti berikut :



Sedangkan reaksi oksidasi adalah reaksi yang terjadi peningkatan bilangan oksidasi melalui pelepasan elektron, contohnya :



Dalam reaksi redoks, reaksi reduksi dan oksidasi terjadi secara simultan, maka reaksi diatas menjadi :



(Suyanta, 2013).

2.7 Potensial Elektroda

Untuk menggerakkan muatan dari satu titik ke titik lain diperlukan beda potensial listrik antara kedua muatan. Dalam pengukuran potensial suatu sel elektrokimia, maka sejumlah kondisi harus dipenuhi yaitu:

1. semua pengukuran dilakukan pada temperatur 298 °K;
2. keberadaan analit dalam kapasitas sebagai aktivitas (misalnya 1 mol/L); dan
3. semua pengukuran potensial sel dibandingkan dengan potensial standar sel dengan menggunakan elektoda standar hidrogen.

Potensial elektoda diukur dengan memperhatikan potensial elektoda standar, yang dilambangkan E° . Daftar harga potensial elektroda untuk logam-logam yang penting disajikan pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Nilai potensial elektroda (Utami dkk., 2009)

| Reaksi Reduksi | Logam | E^0 (volt) |
|------------------------------------|--------------|--------------|
| $\text{Li}^+ + e^-$ | Li | -2,96 |
| $\text{K}^+ + e^-$ | K | -2,92 |
| $\text{Na}^+(\text{aq}) + e^-$ | Na | -2,71 |
| $\text{Mg}^{2+} + 2e^-$ | Mg | -2,37 |
| $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3e^-$ | Al | -1,66 |
| $\text{Zn}^{2+} + 2e^-$ | Zn | -0,76 |
| $\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3e^-$ | Cr | -0,74 |
| $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2e^-$ | Fe | -0,41 |
| $\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2e^-$ | Cd | -0,40 |
| $\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2e^-$ | Ni | -0,23 |
| $\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2e^-$ | Sn | -0,14 |
| $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2e^-$ | Pb | -0,13 |
| $\text{Fe}^{3+} + 3e^-$ | Fe | -0,04 |
| $2\text{H}^+ + 2e^-$ | H_2 | 0,00 |
| $\text{Cu}^{2+} + 2e^-$ | Cu | +0,34 |
| $\text{Cu}^+ + e^-$ | Cu | +0,52 |
| $\text{Ag}^+ + e^-$ | Ag | +0,80 |

Berdasarkan **Tabel 2.2**, maka logam Cu dan Zn apabila digunakan sebagai elektroda pada reaksi elektrokimia pada persamaan 2.3 maka dapat dihitung potensial elektroda dengan persamaan berikut :

$$E^{\circ}_{\text{sel}} = E^{\circ}_{\text{reduksi}} - E^{\circ}_{\text{oksidasi}} \quad (2.4)$$

Sehingga besarnya potensial elektroda Cu dan Zn dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 E^{\circ}_{\text{sel}} &= E^{\circ}_{\text{reduksi}} - E^{\circ}_{\text{oksidasi}} \\
 &= E^{\circ}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) \\
 &= +0,34 - (-0,76) \\
 &= +1,1 \text{ volt} \quad (2.5)
 \end{aligned}$$

(Suyanta, 2013).

2.8 Karakteristik Logam Tembaga (Cu) dan Logam Seng (Zn)

Tembaga (*copper*) adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cu dengan nomor atom 29 dan nomor massa 63,54. Tembaga merupakan salah satu logam yang termasuk dalam kelompok logam bukan besi yang banyak digunakan di industri karena sifat daya hantar listrik dan panasnya yang sangat baik sehingga dengan mudah dapat dibentuk. Selain itu, tembaga memiliki keuletan yang tinggi dan sifat ketahanan korosi yang baik (Supriadi dkk, 2013). Tembaga sangat tahan terhadap korosi, sehingga dapat dipakai untuk penerapan arsitektonis dan sebagai bahan pipa air. Dalam teknik kimia, tembaga banyak dipakai karena tembaga mempunyai ketahanan kimia terhadap banyak asam. Karakteristik dari logam murni antara lain memiliki nilai densitas sebesar 8.920 kg/m^3 , kuat tarik sebesar 200 N/mm^2 , modulus elastisitas sebesar 130 Gpa dan memiliki konduktivitas thermal sebesar 400 W/mk . Tembaga memiliki konduktivitas listrik yang tinggi yaitu sebesar $59,6 \times 10^6 \text{ S/m}$, oleh karena itu tembaga memiliki konduktivitas termal yang tinggi atau kedua tertinggi diantara semua logam murni pada suhu kamar (Hammond, 2004).

Pasangan elektroda tembaga yang biasa digunakan sebagai anoda adalah seng atau Zn. Seng dengan nama kimia *Zinc* dilambangkan dengan Zn merupakan salah satu unsur logam berat, Zn mempunyai nomor atom 30 dan memiliki berat atom 65,39 (Widowati dkk., 2008). Zink merupakan logam yang rapuh pada suhu dibawah 100°C dan diatas 150°C . Dalam teknik listrik, zink dalam bentuk silinder tuang, digunakan sebagai kutub-negatif dari elemen galvanis (Cotton dan Wilkinson, 1989). Logam zink relatif murah, karena banyak terdapat bijih-bijih zink di dunia ini dan zink mudah diolah dari bijih-bijih itu. Salah satu sifat yang sangat dihargai

dari zink ialah ketahanan korosinya terhadap udara luar. Oleh karena itu, zink banyak dipakai untuk melindungi logam-logam lain (Vliet dan Both, 1984).

2.9 Karakteristik Logam Perak (Ag)

Perak adalah unsur logam dengan nomor atom 47 yang memiliki lambang Ag. Perak murni termasuk logam transisi yang lunak, berwarna putih, dan berkilau. Perak murni memiliki nilai konduktivitas listrik, konduktivitas termal dan reflektivitas tertinggi diantara semua logam, serta nilai resistansinya yang sangat kecil. Nilai konduktivitas listrik dan termal dari logam perak mencapai $6.3 \times 10^7 \text{ S/m}$ dan 429 W/mK . Perak memiliki nilai densitas sebesar $10,49 \text{ gr/cm}^3$. Perak murni bersifat stabil di udara murni dan air, tetapi dapat ternoda ketika terkena ozon, hidrogen sulfida, atau udara yang mengandung sulfur. Perak banyak digunakan untuk perhiasan, koin, alat fotografi, alat-alat kesehatan, dan baterai. Reaksi perak dengan unsur lainnya juga banyak dimanfaatkan, seperti perak iodida dalam penyemaian awan untuk menghasilkan hujan dan perak klorida memiliki sifat optik yang menarik karena dapat dibuat transparan (Hammond, 2004).

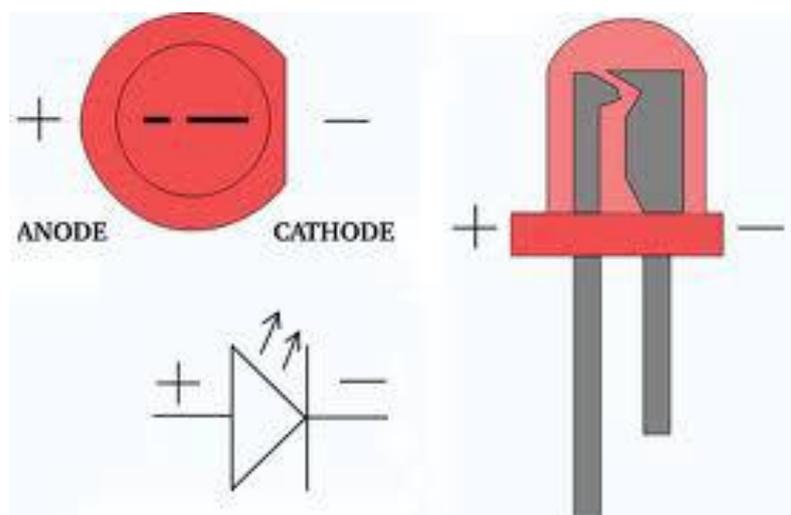
2.10 Karakteristik Air Laut

Air laut merupakan lingkungan yang korosif untuk logam, terutama karena resistivitas air laut sangat rendah ($25 \text{ } \Omega\text{cm}$) dibandingkan resistivitas air tawar ($4000 \text{ } \Omega\text{cm}$). Air laut memiliki tingkat keasaman lebih tinggi pada permukaan. Tingkat keasaman (pH) terbentuk karena kandungan 93% karbon anorganik berupa HCO_3^- , 6% berupa CO_3^{2-} dan 1 % berupa CO_2 . Ion karbonat relatif tinggi pada permukaan dan hampir selalu jenuh dengan kalsium karbonat. Hal ini

menyebabkan terjadinya pengendapan jenuh (*calcareous scale*) pada permukaan logam. Kandungan garam yang terlarut dalam air laut dan temperatur sangat menentukan penghantaran listrik pada air laut, yang merupakan salah satu faktor mempercepat terjadinya proses korosi. Pada kadar garam yang sama, kenaikan temperatur air laut menyebabkan daya hantar listrik air laut meningkat, sedangkan pada temperatur air laut yang sama dengan kadar garam yang meningkat menyebabkan hantaran listrik air laut naik (Sasono, 2010).

2.11 Light Emitting Diode (LED)

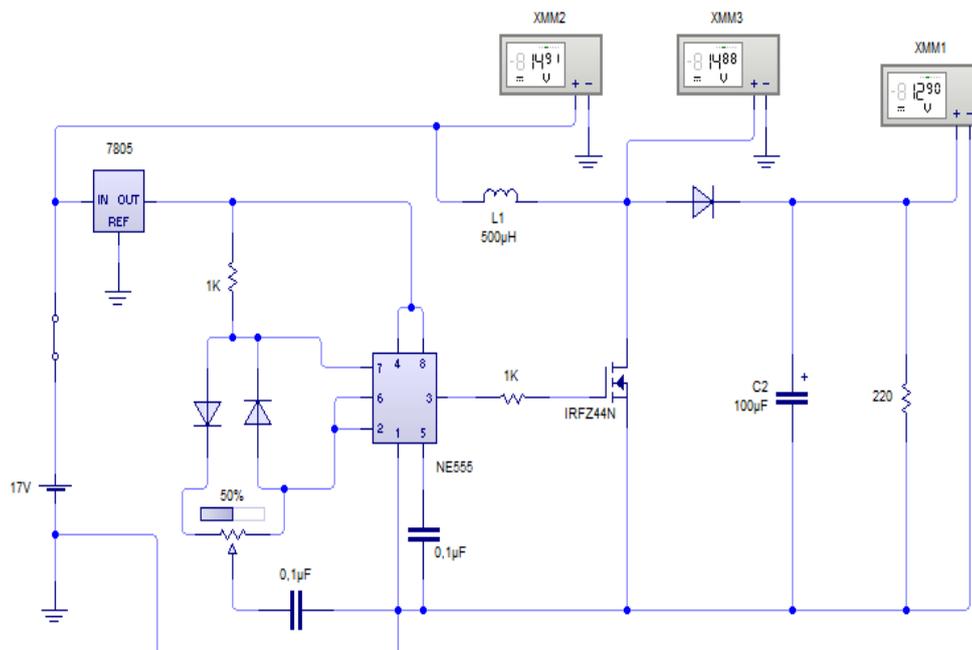
Light Emitting Diode atau *LED* adalah sebuah semikonduktor dengan ukuran beberapa millimeter. Semikonduktor ini dapat mengubah energi listrik menjadi sinar yang menyala. Lampu LED tersusun dari plastik dan dioda semikonduktor yang dapat menyala jika diberi tegangan listrik rendah sebesar 1.5 volt DC seperti pada **Gambar 2.6**. Warna dan bentuk dari lampu LED, dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsinya. LED dikatakan menjadi model lampu masa depan yang dianggap dapat menekan pemanasan global karena efisiensinya (Rusli, 2011).



Gambar 2.6 Lampu LED (Azrofata 2017).

2.12 Boost Converter

Boost Converter (Step-Up Converter) merupakan DC to DC *converter* yang menghasilkan tegangan *output* yang jauh lebih besar dari tegangan *input*-nya. *Boost Converter* ini termasuk ke dalam rangkaian *Switched-Mode Power Supply* (SMPS) yang setidaknya terdapat dua *switch* semikonduktor seperti dioda dan transistor serta setidaknya satu komponen penyimpan energi seperti kapasitor atau induktor atau kombinasi keduanya (Fathurachman, 2015). *Converter* ini prinsip kerjanya sebagai periodik saat saklar terbuka maupun tertutup. *Boost Converter* membutuhkan beberapa komponen yaitu saklar daya, dioda dengan frekuensi tinggi, kapasitor, induktor, dan resistor. Saklar yang digunakan harus memiliki respon yang cepat saat keadaan hidup dan mati. Saklar yang digunakan adalah saklar semikonduktor yaitu MOSFET (Rahim, 2013). Skema *Boost Converter* bisa dilihat pada **Gambar 2.7**.

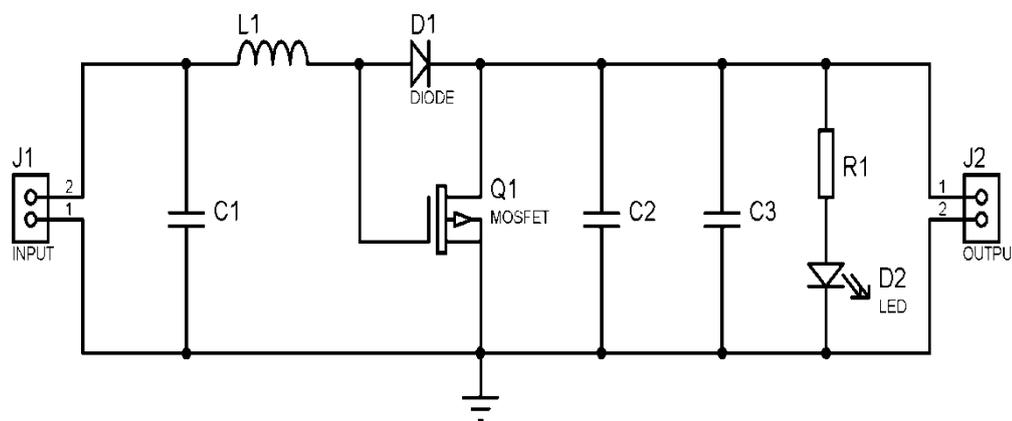


Gambar 2.7 Skema *boost converter* (Fathurachman, 2015).

Ketika saklar dalam kondisi tertutup, arus akan mengalir dari sumber menuju induktor dan akan terjadi peningkatan pada arus induktor sehingga menyebabkan energi yang tersimpan di induktor akan naik. Polaritas induktor pada sisi kiri lebih positif dibandingkan sisi kanannya.

2.13 Rangkaian Boost Converter

Rangkaian ini menggunakan LED sebagai indikator sehingga diperlukan resistor sebagai pengaman agar LED tidak rusak. Disebabkan arus yang dihasilkan sel volta berbahan air laut rendah, maka dibutuhkan penguat tegangan menggunakan transistor seperti pada **Gambar 2.8**.



Gambar 2.8. Rangkaian Penguat Tegangan

Boost Converter (Step-Up Converter) merupakan DC to DC converter yang menghasilkan tegangan output yang jauh lebih besar dari tegangan inputnya. *Boost Converter* ini termasuk ke dalam rangkaian *Switched Mode Power Supply* (SMPS) yang setidaknya terdapat dua *switch* semikonduktor seperti dioda dan transistor serta setidaknya satu komponen penyimpan energi seperti kapasitor atau

induktor atau kombinasi keduanya. Dari rangkaian diatas terdapat input yang berupa sel volta, kemudian terdapat kapasitor yang berfungsi sebagai penyimpan arus sekaligus filter untuk mengurangi tegangan *ripple* DC. Selanjutnya dari rangkaian ini terdapat lilitan yang juga berfungsi untuk menyimpan arus yang masuk. Kemudian terdapat diode yang digunakan untuk melindungi tegangan masuk dari input ke output dan terdapat MOSFET yang difungsikan sebagai saklar yang dapat melakukan *switching* dengan cepat.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Dasar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung pada bulan November 2020 sampai dengan bulan Juni 2021.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mesin gerinda, gergaji besi dan gunting, digunakan untuk memotong elektroda.
2. Tang, untuk membentuk kabel penghubung.
3. PC (*Personal Computer*), untuk pembuatan laporan penelitian.
4. Gelas ukur, digunakan untuk mengukur volume elektrolit air laut.
5. Pipet tetes, digunakan untuk mempermudah pemindahan larutan.
6. Jepit buaya, digunakan sebagai media penghubung elektroda.
7. Kamera digunakan untuk mengambil gambar penelitian.
8. Kertas, pulpen dan spidol, digunakan untuk mencatat data pengamatan dan keperluan lainnya.
9. Pipa PVC dan DOP (tutup pipa PVC) sebagai penampung setiap sel elektrolit.
10. *Boost Converter*, sebagai alat untuk menaikkan tegangan.
11. LED sebagai piranti utama untuk percobaan alat.

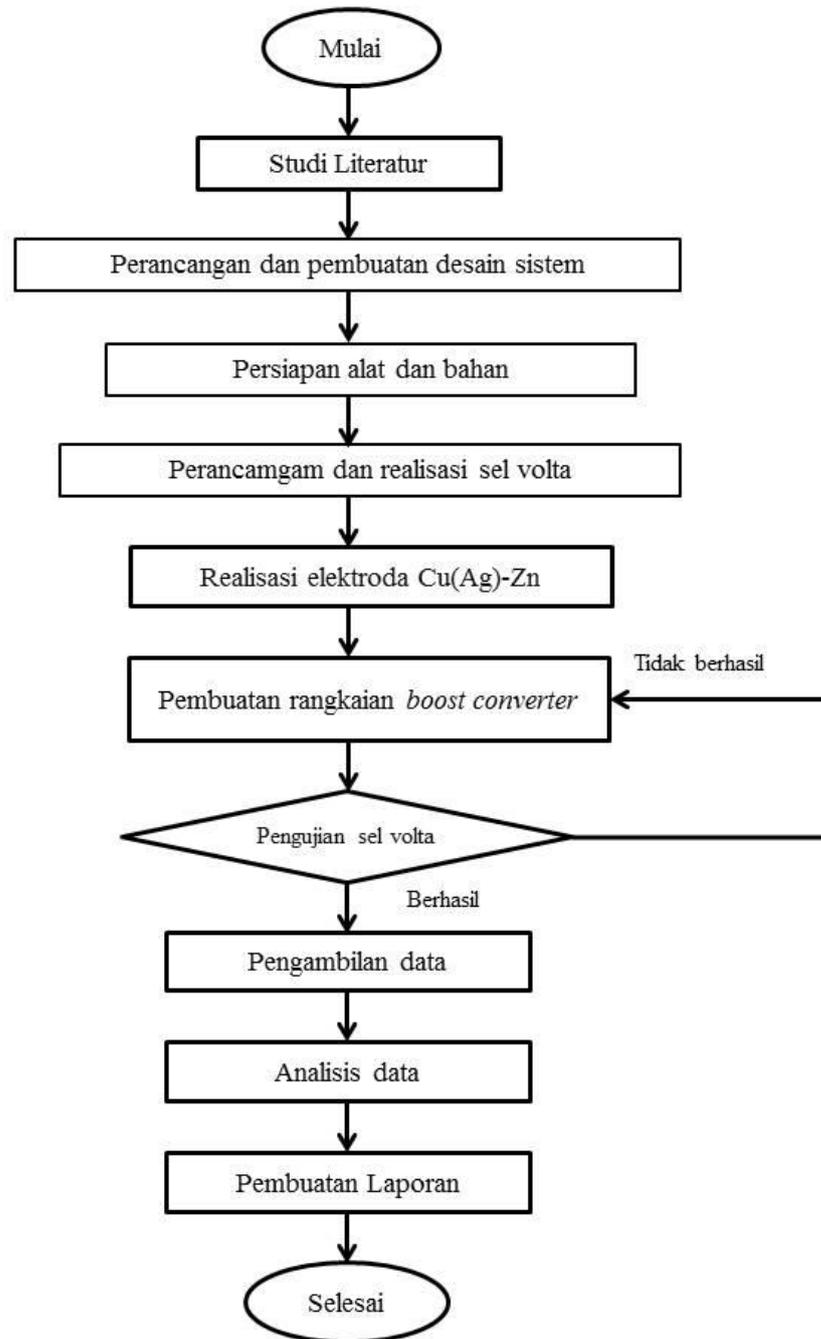
12. Kabel penghubung sebagai penghubung antar elektroda.
13. Akrilik sebagai kerangka alat utama.
14. Tempat filter air, digunakan sebagai tempat terjadinya proses *filtering*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Air laut yang telah disaring, digunakan sebagai elektrolit tempat penampung air laut.
2. Serabut Cu berukuran panjang 200cm sebanyak 20 buah digunakan sebagai katoda.
3. Zn berukuran 10 x 3,5 cm sebanyak 20 buah digunakan sebagai anoda.
4. Larutan sepuh perak (AgNO_3) 0,02 M digunakan sebagai larutan elektrolit pada proses elektroplating Cu(Ag).
5. Larutan HNO_3 1 % digunakan untuk membersihkan logam Cu sebelum di elektroplating.
6. Etanol 96% digunakan untuk membersihkan logam Cu setelah dibersihkan dengan larutan HNO_3 1 %.

3.3 Prosedur Penelitian

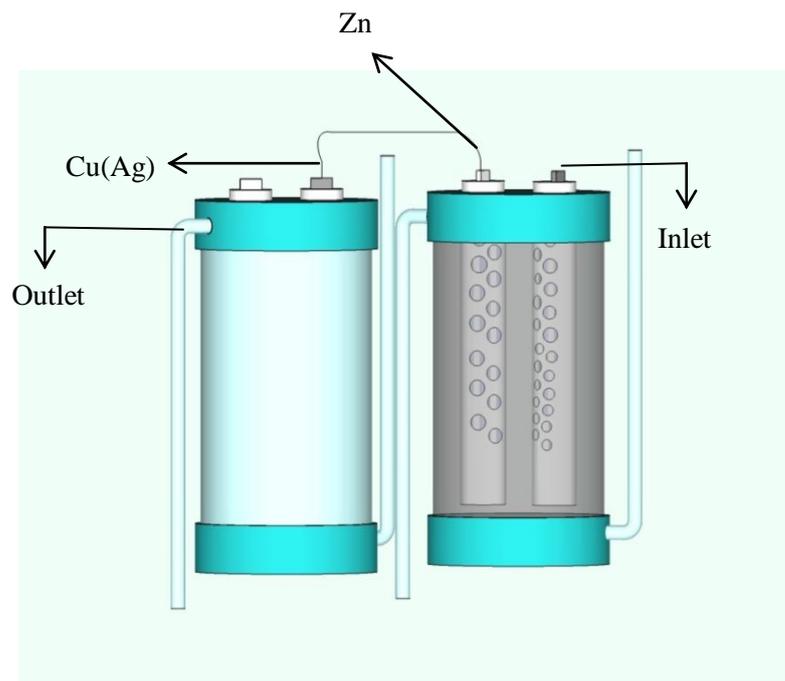
Penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan desain sistem energi listrik alternatif air laut berbahan elektroda Cu(Ag)-Zn dengan energi yang dihasilkan output yang dimanfaatkan untuk menhidupkan LED. Prosedur yang dilakukan penelitian ini terdiri atas 4 tahap, yaitu tahap perancangan dan pembuatan sel volta, proses elektroplating Ag pada Cu, perancangan sistem instrumentasi, perancangan dan realisasi rangkaian pengujian jumlah sel volta untuk menhidupkan LED. Secara umum prosedur penelitian ini seperti **Gambar 3.1**.



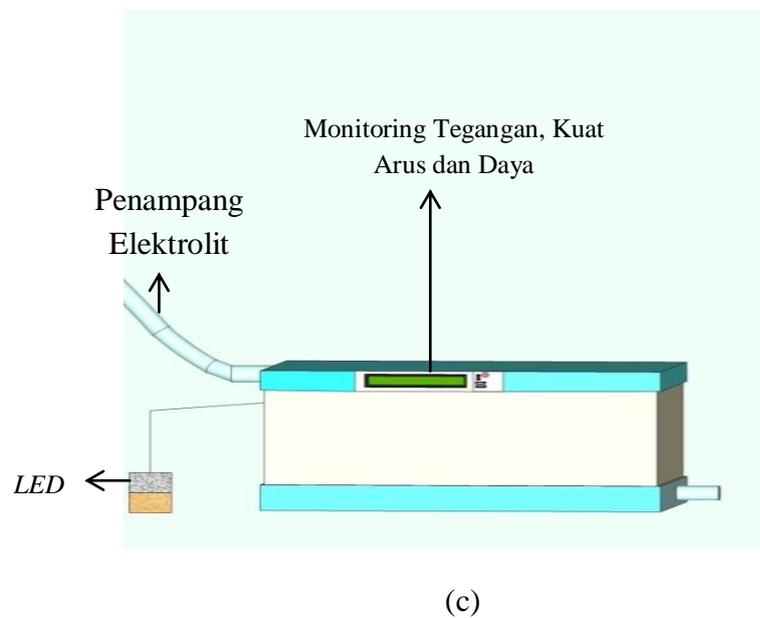
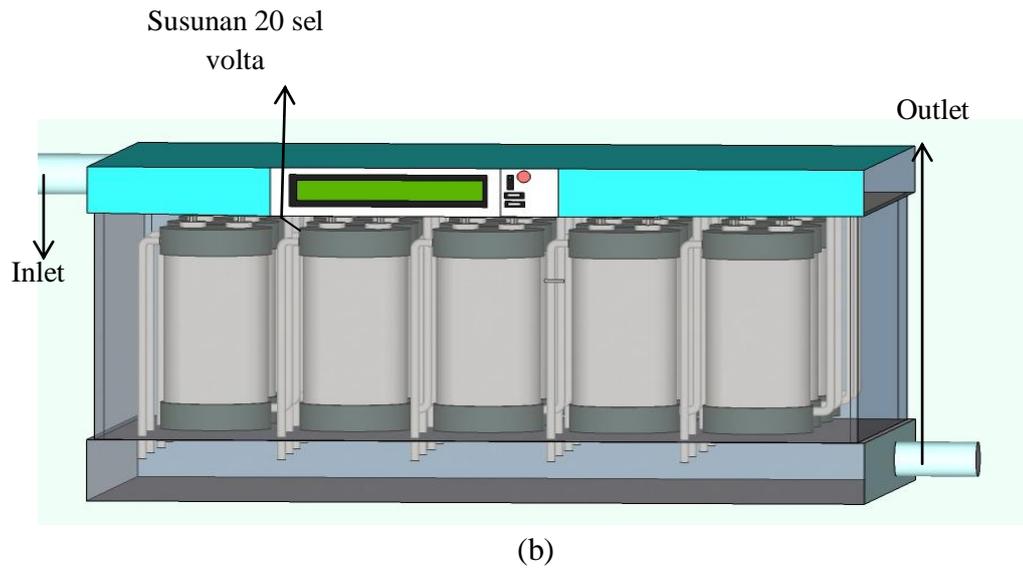
Gambar 3.1. Diagram Alir

3.3.1 Perancangan dan Pembuatan Sel Volta

Pada tahap pertama dilakukan perancangan dan pembuatan system sel volta yang tersusun secara seri yang terdiri dari 20 sel dalam wadah tertutup yang terbuat dari pipa PVC dan dop. Setiap sel berisi sepasang elektroda Cu(Ag)Zn. Elektrolit yang digunakan pada sel volta ini adalah air laut. Air laut tersebut difilter menggunakan filter air untuk menyaring kotoran atau organisme yang terkandung dalam air laut. Kerangka utama alat berbentuk tabung yang terbuat dari bahan akrilik dengan ketebalan 2 mm. Desain sistem energi listrik alternatif air laut pada penelitian ini seperti disajikan pada **Gambar 3.2** (a), (b), dan (c).



(a)



Gambar 3.2 (a) Desain Sel Volta, (b) Desain Susunan Sel Volta, dan (c) Desain alat keseluruhan

3.3.2 Rancangan Data Hasil Penelitian

Data yang diperoleh pada penelitian ini yaitu tegangan, arus dan jumlah sel volta untuk menhidupkan LED. Karakteristik elektrik dari energi listrik yang dihasilkan berupa kemampuan untuk menhidupkan LED yang terhubung dengan

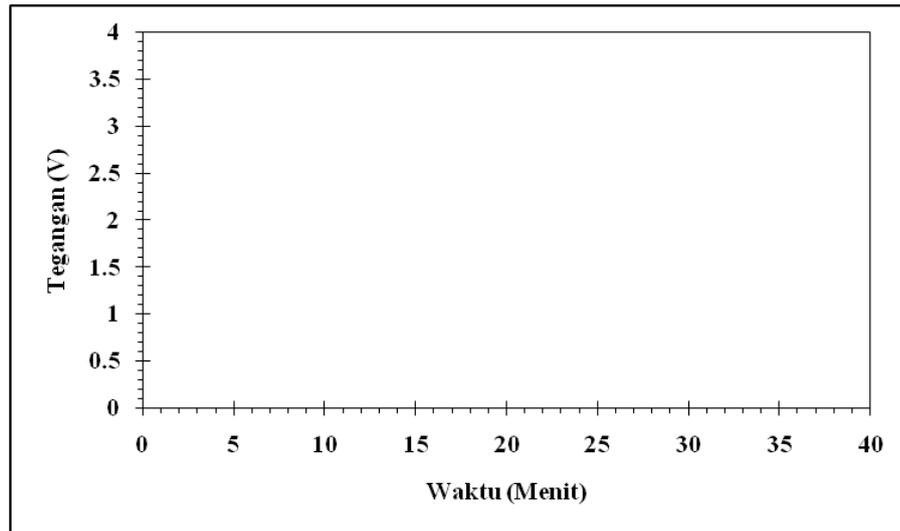
rangkaian *boost converter*. Data pengamatan pada penelitian ini akan di ambil sebanyak 11 kali pengurangan sel volta hingga lampu LED tidak menyala. Rancangan data penelitian yang diambil seperti disajikan pada **Tabel 3.1** berikut.

Tabel 3.1 Data pengukuran karakteristik energi listrik dari air laut untuk menghidupkan LED

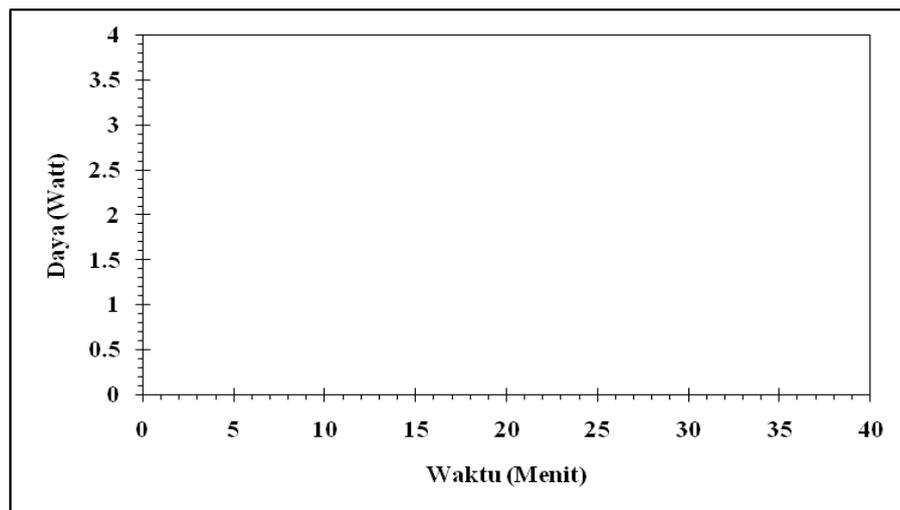
| Waktu (Menit Ke-) | Jumlah Sel Volta | Tegangan LED (V) | Arus (A) | Keadaan Lampu |
|----------------------|---------------------|---------------------|----------|------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| ... | | | | |
| 11 | | | | |

3.3.3 Rancangan Analisis Data Penelitian

Data hasil penelitian yang diperoleh akan dibuat grafik dan di analisis bagaimana tegangan dan arus yang dihasilkan dapat menghidupkan LED. Data akan dianalisis dengan grafik yang akan diambil sebanyak 11 kali pengulangan. Dengan rangkaian dan banyaknya jumlah sel volta yang terhubung dengan *boost converter* untuk menghidupkan LED, Analisis data di plot dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.4** s/d **Gambar 3.5**.



Gambar 3.4 Grafik pengukuran tegangan rangkaian untuk menhidupkan LED dengan *boost converter*



Gambar 3.5 Grafik pengukuran arus rangkaian untuk menhidupkan LED dengan *boost converter*

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Nilai tegangan yang dihasilkan boost converter menggunakan 20 sel volta adalah konstan sebesar 2,6 V dan menggunakan 1 sel volta sebesar 1,3 V.
2. Nilai arus yang dihasilkan mengalami penurunan secara linier dari 2,6 mA dengan 20 sel volta sampai 0 mA dengan 1 sel volta.
3. Rangkaian *boost converter* berfungsi apabila diberi input minimal sebesar 2,6 V.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan riset selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan media lain untuk menguji elektrik air laut dengan tegangan yang lebih besar dari LED.
2. Menggunakan sel volta yang lebih banyak untuk menghidupkan alat elektronik dan sebagai energi alternatif pengganti listrik dalam jumlah yang besar untuk daerah pesisir pantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi, Juwan. 2020. Realisasi dan Monitoring Secara *Real-Time* Sistem Pengisian Daya Pada *Power Bank* Menggunakan Sel Volta Dengan Elektroda Cu(Ag)-Zn Berbahan Elektrolit Air Laut. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandarlampung.
- Azrofata, E. 2017. Purwarupa Running Text Tampilan Informasi LED Matrix Berbasis Arduino dan Android Studi Kasus Perpustakaan. *Skripsi Universitas Lampung*.
- Brown, Theodore L. 2015. *Chemistry: The Central Science* (13th edition). New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Chang, R. 2003. *General Chemistry: The essential Concepts*. Diterjemahkan oleh Suminar Setiadi Achmadi, Ph.D. Erlangga. Jakarta.
- Cotton, F.A. dan G. Wilkinson. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Diterjemahkan oleh Sahati Suharto. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Efrhenrycx, Geggy G.S. 2012. Konsep Produksi Isi Ulang Baterai Yang Ramah Lingkungan Terhadap Alat Komunikasi Elektronik Dapat Memudahkan Para Pemakai. *Jurnal Inosains*. Vol.7.No. 2.Hal. 69-79
- Fathurachman, A., Najmurrokhman, A., dan Kusnandar. 2015. Perancangan Boost Converter Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Snija*. Vol.3. No.2.
- Hammond, C. R. 2004. *The Elements, in Handbook of Chemistry and Physics 81st edition*. CRC press.
- Harahap, M. R. 2016. Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *Circuit*. Vol. 2.No. 1.
- Hudaya, E. 2016. Analisis Karakteristik Elektrik Air Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandarlampung.

- Irkham., Setiawan, I., dan Nugroho, A. 2018. Perancangan Boost Converter Sebagai Suplai Inverter Menggunakan Dspic30f4011 Dengan Metode Kontrol Proportional Integral. *Transient*. Vol.7. No.3.
- Keenan, C.W., D.C. Kleinfelter, dan J.H. Wood.1984.*Ilmu Kimia untuk Universitas Edisi Keenam Jilid 1*.Diterjemahkan oleh Aloysius HadyanaPudjaatmaka.Erlangga. Jakarta.
- Marpaung, Agus S. 2017. Boost Converter Pada Elektronika Daya. *Skripsi*. Politeknik Negeri Batam. Batam.
- Mulyono, Pribadi R. 2017. Perancangan Sistem Proteksi Katodik Anoda Tumbal Pada Pipa Baja API 5L Grade B Dengan Variasi Jumlah Coating Yang Dipasang Di Dalam Tanah.*Skripsi*.Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Pauzi, Gurum A., Encep, Hudaya., Amir, Supriyanto, Warsito. 2016 “Analisis Uji Karakteristik Elektrik Air Laut sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan”, Proseding SN SMIAP 2016, Universitas Lampung.Lampung.
- Pauzi, Gurum A., Jovizal, Aristian., Amir, Supriyanto, SW Suciwati. 2017. Desain dan Aplikasi Sistem Elektrolit Air Laut Sebagai Sumber Energi Alternatif Berkelanjutan (Sustainable Energi). *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisik*.Vol.5.No.1.
- Pradana, Michael A P. 2015. Kontrol Pengisian Baterai Otomatis Pada Sistem Pembangkit Listrik Alternatif. *Skripsi*. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Riyanto. 2013. *Elektrokimia dan Aplikasinya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Rizki, Ketrin C. 2019. Analisis pengaruh Elektroplating Perak (Ag) Pada Tembaga (Cu) Terhadap Karakteristik Elektrik Air Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan. *Skripsi*. UniversitasLampung. Bandarlampung.
- Sasono, Eko J. 2010. Efektivitas Penggunaan Anoda Korban Paduan Alumunium Pada Pelat Baja Kapal AISI E 2512 Terhadap Laju Korosi Di Dalam Media Air Laut.*Tesis*. UniversitasDiponegoro. Semarang.
- Sulhi, Muhamad S., Ningrum, Triana C., Sari, Yunita., Sari, Suci P., dan Retnowati, D. 2017. Pemanfaatan Sampah Elektronik Rumah Tangga Sebagai Pembuatan Power Bank Pintar.*Seminar Nasional Dinamika Informatika*. Universitas PGRI, Yogyakarta.

- Supriadi, H., Zulhanif dan Khoirul, F. 2013. Pengaruh Rapat Arus dan Temperatur Elektrolit Terhadap Ketebalan dan Efisiensi Katoda Pada Elektroplating Tembaga Untuk Baja Karbon Sedang. *Jurnal Mechanical*. Vol. 4.No. 1.Hal. 30-37
- Susanto, A., Baskoro, M. S., Wisudo, S. H., Riyanto, M., dan Purwangka, F. 2017a. Performance of Zn-Cu and Al-Cu Electrodes in Seawater Battery at Different Distance and Surface Area. *International Journal Of Renewable Energy Research*. Vol. 7.No. 1.Hal.299-303.
- Susanto, A., Baskoro, M. S., Wisudo, S. H., Riyanto, M., dan Purwangka, F. 2017b. Seawater Battery with Al-Cu, Zn-Cu, Gal-Cu Electrodes for Fishing Lamp. *International Journal Of Renewable Energy Research*. Vol. 7.No. 4.Hal.1858-1868.
- Suyanta. 2013. *Buku Ajar Kimia Unsur*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tauvana, A. I. 2016. Pengaruh Variasi Tegangan dan Waktu Pelapisan Terhadap Kekilapan, Kekerasan dan Kekasaran Permukaan Aluminium. *Jurnal KURVATEK*. Vol. 1.No. 1.Hal.1-6.
- Utami, B., Nugroho, A.C., Mahardiani, L., Yamtinah, B. 2009. *Kimia Untuk SMA dan MA Kelas XII Program Ilmu Alam*. Pusat Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Vliet, G.L.J. dan W. Both. 1984. *Teknologi untuk Bangunan Mesin Bahan-Bahan I*. Diterjemahkan oleh Haroen. Erlangga. Jakarta.
- Widowati, W., Astiana Sastiono & Raymond Jusuf. 2008. *Efek Toksik Logam, Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Andi, Yogyakarta.