



SKRIPSI - ME-141501

**PERENCANAAN ENERGI LISTRIK
ALTERNATIF TENAGA AIR LAUT DENGAN
MENGUNAKAN MAGNESIUM SEBAGAI
ANODA UNTUK PENERANGAN ALTERNATIF
PADA KAPAL NELAYAN**

Dwiki Novditya Bagaskara Utama
NRP 4212 100 037

Dosen Pembimbing
Indra Ranu Kusuma, ST M.Sc
Ir. Sardono Sarwito M.Sc

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”



FINAL PROJECT - ME-141501

**DESIGN OF SEA WATER ALTERNATIVE
ELECTRICAL ENERGY BY USING MAGNESIUM
ANODE FOR ALTERNATIVE LIGHTNING IN
FISHING VESSEL**

Dwiki Novditya Bagaskara Utama
NRP 4212 100 037

Advisor :
Indra Ranu Kusuma, ST M.Sc
Ir. Sardono Sarwito M.Sc

Department of Marine Engineering
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN
PERENCANAAN ENERGI LISTRIK ALTERNATIF
TENAGA AIR LAUT DENGAN MENGGUNAKAN
MAGNESIUM SEBAGAI ANODA UNTUK PENERANGAN
ALTERNATIF PADA KAPAL NELAYAN

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Dwiki Novditya Bagaskara Utama
Nrp. 4212 100 037

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Indra Ranu Kusuma, ST M.Sc
2. Ir. Sardono Sarwito, M.Sc



SURABAYA
JULI, 2016

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN
PERENCANAAN ENERGI LISTRIK ALTERNATIF
TENAGA AIR LAUT DENGAN MENGGUNAKAN
MAGNESIUM SEBAGAI ANODA UNTUK PENERANGAN
ALTERNATIF PADA KAPAL NELAYAN

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System (MEAS)*
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Dwiki Novditya Bagaskara Utama
Nrp. 4212 100 037

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan:



Dr. Eng. Muli Badros Zaman, ST, MT
NIP. 197708022008011007

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

**PERENCANAAN ENERGI LISTRIK ALTERNATIF
TENAGA AIR LAUT DENGAN MENGGUNAKAN
MAGNESIUM SEBAGAI ANODA UNTUK PENERANGAN
ALTERNATIF PADA KAPAL NELAYAN**

Nama Mahasiswa : Dwiki Novditya Bagaskara Utama
NRP : 4212 100 037
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Indra Ranu Kusuma, ST, M.Sc
Ir. Sardono Sarwito M.Sc

ABSTRAK

Indonesia sebagai Negara kepulauan, memiliki penduduk yang mata pencahariannya pada daerah pesisir mayoritas adalah nelayan. Nelayan sangat membutuhkan penerangan saat berlayar untuk mencari ikan pada malam hari. Energi listrik alternatif diperlukan untuk mengurangi kerja dari generator pada kapal nelayan. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan air laut dengan bantuan menggunkan magnesium sebagai anoda sehingga bisa menciptakan suatu sumber listrik yang disebut elektrokimia. Sumber daya kimia biasanya mengadopsi logam aktif sebagai anoda untuk memberikan elektron. Selama proses discharge , anoda kehilangan elektron dan larut ke elektrolit dalam bentuk ion logam . Sementara itu, elektron dikirim melalui sirkuit eksternal untuk menghasilkan energi . Dengan demikian , sumber daya tersebut dipengaruhi oleh anoda logam, yang memainkan peran penting dalam menentukan tegangan sel. Magnesium adalah logam yang sangat menjanjikan sebagai bahan anoda karena kinerja bawaan yang baik . Untuk penggunaan katoda lebih efisien dengan menggunakan katoda carbon dimana memiliki nilai tegangan 1,92 V dan efisiensi sebesar 83,84 %. Sedangkan Untuk mengcover *lighting* di *navigation deck* selama 11 jam memerlukan sebanyak 69 blok *cell* yang dipararelkan,

dimana setiap blok cell terdiri dari 13 *cell* yang diserikan serta mengkonsumsi daya sebesar 3408,6 Wh. Dimensi *prototype* untuk yang direncanakan adalah sebesar 130 cm x 175 cm x 20 cm dan berat *prototype* ditambah air laut adalah 690,69 Kg.

Kata kunci : Lampu , Listrik , Magnesium , Nelayan.

**DESIGN OF SEA WATER ALTERNATIVE
ELECTRICAL ENERGY BY USING
MAGNESIUM ANODE FOR ALTERNATIVE
LIGHTNING IN FISHING VESSEL**

Name : Dwiki Novditya Bagaskara Utama
NRP : 4212100037
Department : Marine Engineering
Advisor : Indra Ranu Kusuma, ST, M.Sc
Ir. Sardono Sarwito M.Sc

ABSTRACT

Indonesia as a country of Islands, population whose livelihoods in the area pesisir the majority are fishermen. Fishermen are in dire need of information while sailing to locate fish at night. Alternative electrical energy needed to reduce the work of the generator on a fishing boat. One of them is by utilizing sea water with the help of either magnesium as the anode which can create a power source which is called electrochemical. Chemical resources typically adopt active as metal anodes to provide electrons. During the discharge process, anode lose electrons and dissolves into the electrolyte in the form of the metal ion. Meanwhile, the electrons sent through the external circuit to generate energy. Thus, these resources are affected by metal anodes, which plays an important role in determining the voltage cells. Magnesium is a metal that is very promising as material for the anode due to the innate good performance. For the use of more efficient by using cathode carbon which has a value of voltage V and the efficiency of 1.92 83.84%. As for the cover of lighting in the navigation deck for 11 hours, requiring as many as

69 block cell that dipararelkan block, where each cell consists of a cell diserikan 13 as well as consume resources amounting to 3408.6 Wh. Dimensions of the prototype for a planned is 130 cm x 175 cm x 20 cm and a weight of prototype plus sea water is 690.69 Kg.

Keywords: Electric, Fisherman, Lights, Magnesium.

KATA PENGANTAR

Segalapuji syukur alhamdulillah saya ucapkan atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Perencanaan Energi Listrik Alternatif Tenaga Air Laut Dengan Menggunakan Magnesium Sebagai Anoda Untuk Penerangan Alternatif Pada Kapal Nelayan”. Laporan ini disusun untuk memenuhi matakuliah Skripsi Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.

Dalam proses penyusunan dan pengerjaan Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan moral yang sangat berarti dari berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta serta saudara saya yang sangat membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini, atas dukungan berupa materiil dan cinta kasih yang diberikan selama ini.
2. Bapak Dr.Eng. Muh. Badrus Zaman, ST,MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS Surabaya
3. Bapak Indra Ranu Kusuma, ST. M.Sc selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan ilmu bagi penulis.
4. Bapak Ir. Sardono Sarwito M.Sc selaku dosen pembimbing II sekaligus dosen wali penulis selama 8 semester yang telah mendukung dan memberikan ilmu yang bermanfaat.
5. Teman-teman BISMARCK'12 yang selalu memberikan semangat.
6. Semua keluarga dari Laboratorium “Marine Electrical and Automation System (MEAS)” baik teknisi maupun member Lab yang telah mensupport dan memberikan ilmunya selama pengerjaan skripsi.

7. Serta bagi pihak lain, teman-teman dan sahabat-sahabatku yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan yang telah dikerjakan masih jauh dari kesempurnaan, dan di butuhkan kritik saran yang membangun bagi penulis. Akhirnya penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, 4 Juli2015

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pendahuluan	6
2.2 Magnesium Sebagai Anoda dari Pembangkit Listrik Alternatif dengan air garam atau air laut sebagai larutan elektrolit.....	7
2.3 Kelebihan penggunaan magnesium sebagai Pembangkit Listrik Alternatif dengan air garam atau air laut sebagai larutan elektrolit	9
2.4 Aplikasi Pembangkit Listrik Alternatif dengan menggunakan magnesium sebagai anoda.....	10
2.5 Kesimpulan.....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Studi Literatur.....	15
3.2 Desain Awal <i>Prototype</i> Listrik Alternatif Untuk Ujicoba Awal	15
3.3 Pembuatan <i>Prototype</i> Pembangkit Listrik Alternatif	15
3.4 Pengecekan bahwa alat telah terangkai secara tepat	15
3.5 Pemasangan peralatan dan pengisian air laut	16
3.6 Pengecekan terhadap adanya listrik atau tidak	16
3.7 Percobaan	16

3.8	Pengambilan data	17
3.9	Analisa data	17
3.10	Perencanaan Alat Untuk Pengaplikasian	17
3.11	Penarikan Kesimpulan.....	17
3.12	Pembuatan Laporan.....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		18
4.1	Alat dan Bahan	19
4.2	Percobaan I	26
4.3	Percobaan II	35
4.4	Percobaan III	40
4.5	Percobaan IV	48
4.6	Percobaan V	57
4.7	Percobaan VI	68
4.8	Pembahasan	72
4.9	Pengaplikasian Pada Kapal Nelayan	74
4.10	Analisa Ekonomi	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		85
5.1	Kesimpulan	85
5.2	Saran	85
DAFTAR PUSTAKA.....		87
LAMPIRAN		89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Reaksi kimia pada magnesium	2
Gambar 1.1 Reaksi kimia pada magnesium	8
Gambar 2.2. Perbandingan Energi antara logam-logam anoda .	8
Gambar 3.1. Diagram Alir	14
Gambar 4.1 Magnesium	19
Gambar 4.2 Tembaga	19
Gambar 4.3 Air laut ditempatkan pada gallon air minum	20
Gambar 4.4 Gunting	20
Gambar 4.5 Kain Flanel	21
Gambar 4.6 Box Akrilik	21
Gambar 4.7 Avometer	22
Gambar 4.8 Kabel-kabel	22
Gambar 4.9 Lampu Senter	23
Gambar 4.10 <i>Copper rod</i>	23
Gambar 4.11 Solder	24
Gambar 4.12 Timah	24
Gambar 4.13 Timah	25
Gambar 4.14 Lampu LED	25
Gambar 4.15 Timbal	26
Gambar 4.16 Tembaga 50 lilitan (A)	27
Gambar 4.17 Tembaga 100lilitan (B)	27
Gambar 4.18 Tembaga 150 lilitan (C)	27
Gambar 4.19 Tembaga 200lilitan (D)	27
Gambar 4.20 Tembaga 150 lilitan (E)	28
Gambar 4.21 Tembaga 200lilitan (F)	28
Gambar 4.22 Penyambungan Kabel	28
Gambar 4.23 Rangkaian Tanpa Beban	29
Gambar 4.24 susunan peralatan	29
Gambar 4.25 Rangkaian Berbeban	30
Gambar 4.26 susunan peralatan	30

Gambar 4.27 Grafik Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada jumlah lilitan yang berbeda tanpa beban	33
Gambar 4.28 Grafik Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada jumlah lilitan yang berbeda tanpa beban	34
Gambar 4.29 Rangkaian Percobaan 2 Tanpa Beban	35
Gambar 4.30 Rangkaian Percobaan II Tanpa Beban	36
Gambar 4.31 Rangkaian Percobaan 2 dengan beban	36
Gambar 4.32 Rangkaian Percobaan II dengan Beban	37
Gambar 4.33 Grafik Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada jumlah lilitan yang berbeda	38
Gambar 4.33 Grafik Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada jumlah lilitan yang berbeda	39
Gambar 4.35 Seri 2 Anoda	40
Gambar 4.36 Seri 3 Anoda	41
Gambar 4.37 Seri 4 Anoda	41
Gambar 4.38 Pararel 2 Anoda	41
Gambar 4.39 Pararel 3 Anoda	42
Gambar 4.40 Pararel 4 Anoda	42
Gambar 4.41 Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Seri <i>Copper rod</i>	45
Gambar 4.42 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Seri <i>Copper rod</i>	46
Gambar 4.43 Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Pararel <i>Copper rod</i>	47
Gambar 4.44 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Pararel <i>Copper rod</i>	48
Gambar 4.45 Rangkaian seri 2 anoda	49
Gambar 4.46 Rangkaian seri 3 anoda	49
Gambar 4.47 Rangkaian Seri 4 anoda	49
Gambar 4.48 Rangkaian Pararel 2 Anoda	50
Gambar 4.49 Rangkaian Pararel 3 Anoda	50
Gambar 4.50 Rangkaian Pararel 4 Anoda	51
Gambar 4.51 Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Seri Timbal	54

Gambar 4.52 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Seri Timbal	55
Gambar 4.53 Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Pararel Timbal	56
Gambar 4.54 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Pararel Timbal	57
Gambar 4.55 Tunggal	58
Gambar 4.56 Seri 2 Anoda	58
Gambar 4.57 Seri 3 Anoda	59
Gambar 4.58 seri 4 anoda	59
Gambar 4.59 Pararel 2 Anoda	60
Gambar 4.60 Pararel 3 Anoda	60
Gambar 4.61 Pararel 4 Anoda	60
Gambar 4.62 Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Pararel Carbon	64
Gambar 4.63 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Seri Carbon	65
Gambar 4.64 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Seri Carbon.....	66
Gambar 4.65 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Seri Carbon	67
Gambar 4.66 Rangkaian Campuran	68
Gambar 4.67 Hubungan Lama Waktu Lampu Menyala dan Besar Arus pada Percobaan VI	70
Gambar 4.68 Hubungan Lama Waktu Lampu Menyala dan Besar Tegangan pada Percobaan VI	71
Gambar 4.69 Pandangan atas <i>prototype</i>	77
Gambar 4.70 Pandangan Samping <i>prototype</i>	77
Gambar 4. 71 Sisi input air laut pada <i>prototype</i>	78
Gambar 4. 72 Sisi drain air laut pada <i>prototype</i>	78
Gambar 4. 73 Pandangan proporsional <i>prototype</i>	79
Gambar 4. 74 Peletakan alat pada <i>engine room</i>	79
Gambar 4.75 Perbandingan biaya Mg battery dan battery	83

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengamatan percobaan I tanpa beban	31
Tabel 4.2 Hasil pengamatan percobaan I dengan beban	32
Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Percobaan II Tanpa Beban	37
Tabel 4.4 Hasil Percobaan II dengan Beban	38
Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Rangkaian Seri <i>Copper Rod</i>	43
Tabel 4.6 Hasil Pengamatan Rangkaian Pararel <i>Copper rod</i>	44
Tabel 4.7 Hasil Pengamatan Rangkaian Seri Timbal	52
Tabel 4.8 Hasil Pengamatan Rangkaian Pararel Timbal	53
Tabel 4.9 Hasil Pengamatan Tunggal	61
Tabel 4.10 Hasil Pengamatan Rangkaian Seri Carbon	62
Tabel 4.11 Hasil Pengamatan Rangkaian Pararel Carbon	63
Tabel 4.12 Hasil Pengamatan pada percobaan V	68
Tabel 4.13 Perbandingan tegangan antara perhitungan dan praktikum	73
Tabel 4.14 Data kebutuhan listrik pada kapal	74
Tabel 4.15.....	81

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Dimensi Prototype
- Lampiran 2 Wiring Diagram
- Lampiran 3 One Line Diagram
- Lampiran 4 One Line Diagram Navigation Deck
- Lampiran 5 One Line Diagram Main Deck
- Lampiran 6 One Line Diagram Under Main Deck
- Lampiran 7 Peletakan MG Battery di Kapal
- Lampiran 8 Peletakan Mg Battery di Kapal

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

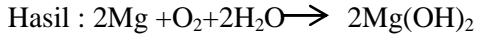
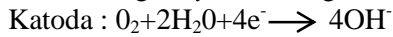
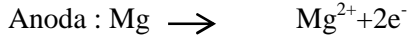
1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai Negara kepulauan, memiliki penduduk yang mata pencahariannya pada daerah pesisir mayoritas adalah nelayan. Nelayan sangat membutuhkan penerangan saat berlayar untuk mencari ikan pada malam hari. Namun dengan semakin terbatasnya dan mahalnya BBM sebagai bahan bakar genset di kapal, menyebabkan kesulitan bagi para nelayan untuk memenuhi kebutuhan listrik di kapal. Untuk itu sangat diperlukan energi listrik alternatif untuk mengurangi kerja dari generator atau battery di kapal nelayan.

Energi listrik alternatif sangat diperlukan sebagai penerangan alternatif pada kapal-kapal nelayan guna menekan pengeluaran nelayan salah satunya adalah dengan memanfaatkan air laut dengan menggunakan magnesium sebagai anoda. Magnesium merupakan logam yang bisa digunakan sebagai sumber daya kimia. Magnesium adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Mg dan nomor atom 12 serta berat atom 24,31. Sumber daya kimia biasanya mengadopsi logam aktif sebagai anoda untuk memberikan elektron. Selama proses discharge, anoda kehilangan elektron dan larut ke elektrolit dalam bentuk ion logam. Sementara itu, elektron dikirim melalui sirkuit eksternal untuk menghasilkan energi. Dengan demikian, sumber daya tersebut dipengaruhi oleh anoda logam, yang memainkan peran penting dalam menentukan tegangan sel. Magnesium adalah logam yang sangat menjanjikan sebagai bahan anoda karena kinerja bawaan yang baik.

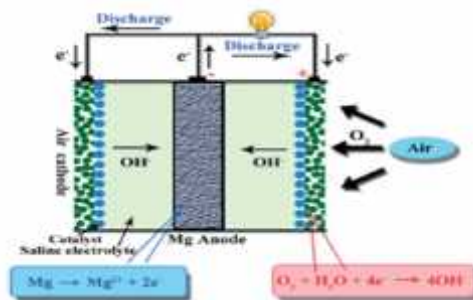
Sebenarnya, ada beberapa bahan logam yang bisa digunakan sebagai anoda yaitu Zn, Fe, Al, Mg. Dalam hal ini,

dipilih magnesium sebab magnesium belum terlalu tereksplorasi ke khalayak umum. Dimana memiliki reaksi kimia bila bereaksi dengan katoda dan larutan elektrolit adalah sebagai berikut :



(Zhang,2013)

Dimana pada gambar 1.1 Menunjukkan Reaksi kimia pada magnesium.



Gambar 1.1 Reaksi kimia pada magnesium
(Zhang,2013)

1.2. Perumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini akan memfokuskan terhadap perencanaan energi listrik alternative tenaga air laut dengan menggunakan magnesium sebagai anoda untuk penerangan alternative pada kapal nelayan. Dalam hal ini maka dirumuskan hipotesa sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sebuah energi listrik tenaga air laut yang bisa digunakan sebagai alternatif energi listrik yang terbarukan dengan menggunakan magnesium sebagai anoda?
2. Bagaimanakah output tegangan dan arus yang diberikan dengan menggunakan magnesium sebagai anoda untuk energi listrik alternatif tenaga air laut?

1.3. Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir ini dimana mengenai energi listrik alternatif tenaga air laut ini dengan menggunakan magnesium sebagai anoda, untuk menghindari permasalahan yang terlalu luas, maka perlu diadakan pembatasan-pembatasan sebagai berikut :

1. Alat hanya sebatas prototype, bukan alat sebenarnya
2. Anoda yang digunakan adalah berupa magnesium (Mg) anoda
3. Analisa yang dilakukan berupa output listrik yaitu berupa tegangan dan arus
4. Analisa lain adalah melihat pengaruh volume air laut terhadap output listrik

1.4. Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah

1. Merancang prototype energi listrik alternatif tenaga air laut dengan menggunakan magnesium sebagai anoda untuk penerangan alternatif pada kapal nelayan.
2. Mengetahui output berupa tegangan dan arus yang dihasilkan dengan menggunakan magnesium sebagai anoda.
3. Mengetahui pengaruh volume terhadap besar tegangan dan arus yang dihasilkan pada energi listrik tenaga air laut.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir adalah :

1. Mampu menciptakan energi listrik alternatif sebagai penerangan alternatif pada kapal-kapal nelayan.
2. Mendapatkan data-data yang mendukung untuk dilakukan pengembangan energi listrik alternatif pada *prototype* ini.

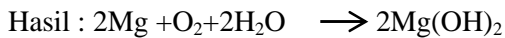
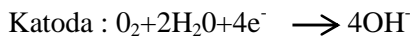
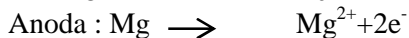
“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Sumber energi kimia biasanya mengadopsi logam aktif sebagai anoda untuk memberikan elektron pada generasi sekarang. Selama proses discharge, anoda kehilangan elektron dan larut ke elektrolit dalam bentuk ion logam. Sementara itu, elektron dikirim melalui sirkuit eksternal untuk menghasilkan energi. Dengan demikian, kinerja sumber energi kimia terutama dipengaruhi oleh anoda logam, yang memainkan peran penting dalam menentukan tegangan sel, kepadatan energi dan kapasitas baterai. Magnesium sangat menjanjikan sebagai bahan anoda karena memiliki kinerja bawaan yang sangat baik (wang,2014)

Sebenarnya, ada beberapa bahan logam yang bisa digunakan sebagai anoda yaitu Zn, Fe, Al, Mg. Dalam hal ini, dipilih magnesium sebab magnesium belum terlalu tereksplorasi ke khalayak umum. Berikut reaksi kimia yang didapatkan dari reaksi kimia pada magnesium ketika menjadi anoda di larutan elektrolit.



(Zhang,2013)

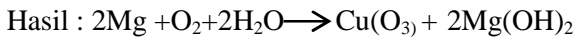
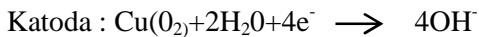
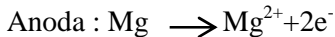
Selama proses *discharge*, Mg teroksidasi sehingga menjadi Mg^{2+} serta memproduksi 2 elektron ketika terkena larutan elektrolit. Lalu O_2 melewati katoda dan tereduksi menjadi OH^{-} dengan bereaksi bersama dengan H_2O dan elektron. Secara sederhana reaksi yang terjadi adalah Magnesium + Oxygen + Water + Salt + Additive = Direct Current (Messina,2010)

2.2 Magnesium Sebagai Anoda dari Pembangkit Listrik Alternatif dengan air garam atau air laut sebagai larutan elektrolit

Menurut Dr. Takashi Yabe dari Tokyo Institute of Teknologi terdapat cukup magnesium di dunia untuk dijadikan sumber energy sampai 300.000 tahun kedepan.

Mg anoda memainkan peran penting dalam proses penciptaan listrik. Selama proses *discharge*, Mg di anoda dilarutkan untuk menghasilkan Mg^{2+} , memproduksi dua elektron . Potensial elektroda standar dari reaksi adalah -2,37 V dan reaksi elektrokimia ini dapat menghasilkan kapasitas energi 2,2 Ah/g. Mg^{2+} sendiri memiliki substansi yang stabil dalam jangka PH 0-11. Sehingga tetap bisa bereaksi dengan kadar PH yang bervariasi terhadap larutan elektrolit. Selain itu memiliki suhu operasi dalam rentang -20°C sampai 55°C (Zhang. 2014)

Dimana reaksi yang akan terjadi adalah



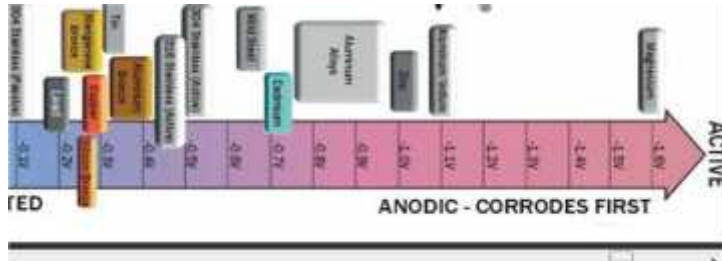
(Zhang. 2014)

Berdasarkan dari literatur lainnya ketika digabung bersamaan dengan katoda berupa O_2 , Mg akan menghasilkan energy dengan kapasitas 2,222 Ah/g logam, EMF 3.08 V, serta densitas energy adalah 6.812 Wh/g logam. (Kaisheva, 2005)

Sedangkan untuk logam-logam lain yang pernah diteliti adalah sebagai berikut Zn kapasitas energi 0,819 Ah/g logam, EMF 1.62 V, Densitas energi 1,329 Wh/g logam. Sedangkan Untuk logam Fe 0,961 Ah/g, EMF 1,28 V, energy densitas 1,226 Wh/g logam. Untuk logam Al Kapasitas energinya 2,985 Ah/g, EMF 2,7 V, Densitas energi 8,036 Wh/g logam. Sehingga kemungkinan yang bisa dijadikan sebagai anoda dengan energi

yang besar adalah logam Al dan Mg. Namun logam Mg belum terlalu banyak digunakan sebagai anoda. (Kaisheva,2005)

Pada gambar 2.1 menunjukkan nilai korosif yang dimiliki oleh unsur-unsur logam.



Gambar 2.1 Anodic-Corrosive energy

(sumber : Kashieva,2005)

Sehingga Magnesium memiliki kepadatan energi yang relatif tinggi dan berat jenis yang rendah; harga tidak terlalu tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai anoda utama dalam sistem energi kimia. Harus dicatat bahwa selama oksidasi elektrokimia dalam larutan alkali lapisan oksida pelindung tebal terbentuk pada permukaan magnesium yang berhenti reaksi elektrokimia. Itu sebabnya elektrolit garam (seperti NaCl) digunakan dalam sel magnesium / udara. Dalam rangka untuk mengurangi debit dari anoda dan evolusi hidrogen. Gambar 2.2 menunjukkan perbandingan energy antara logam-logam

COUPLE	CAPACITY (Ah/kg metal)	EMF (Volts)	ENERGY DENSITY (Wh/kg metal)	TYPE OF ELECTROLYTE
Al/O ₂	2 985	2.70	8 036	saline
Mg/O ₂	2 222	3.08	6 812	saline
Zn/O ₂	819	1.62	1 329	alkaline
Fe/O ₂	961	1.28	1 226	alkaline

Gambar 2.2. Perbandingan Energi antara logam-logam anoda

(sumber : Kashieva,2005)

2.3 Kelebihan penggunaan magnesium sebagai Pembangkit Listrik Alternatif dengan air garam atau air laut sebagai larutan elektrolit

Dalam literatur yang ditulis Kaisheva (2005) menjelaskan bahwa penggunaan larutan elektrolit dan magnesium sebagai anoda memiliki kelebihan tersendiri yaitu penggantian larutan elektrolit maupun anoda yang sangat mudah, aman untuk operator, bahkan tidak berbahaya bagi anak-anak. Karena penggunaan larutan NaCl (air garam/air laut) tidak berbahaya dan magnesium sendiri memiliki sifat bawaan tidak beracun. Selain itu tidak ada emisi beracun yang diproduksi dari hasil proses kimia.

Sedangkan wang (2014) menuliskan kelebihan magnesium antara lain, Pertama, magnesium memiliki standar elektroda potensila negatif $-2,37 \text{ V}$ (vs SHE) , yang lebih negatif daripada aluminium ($-2,31 \text{ V}$ (vs SHE)) dan seng ($-1,25 \text{ V}$ (vs SHE)) [4,5]. Dengan demikian, magnesium anoda secara teoritis bisa menunjukkan aktivitas debit tinggi dan memiliki kemampuan yang kuat untuk memberikan elektron untuk pembangkit listrik.

Kedua, magnesium memiliki kapasitas Faradic tinggi $2,205 \text{ A}\cdot\text{h/g}$, yang lebih rendah daripada lithium ($3,862 \text{ A}\cdot\text{h} / \text{g}$) dan aluminium ($2,980 \text{ A}\cdot\text{h} / \text{g}$) , tetapi secara signifikan lebih tinggi dari seng ($0.820 \text{ A}\cdot\text{h} / \text{g}$). Sebagai akibatnya, magnesium anoda bisa secara teoritis menawarkan sejumlah besar elektron per satuan massa untuk menghasilkan arus listrik.(wang,2014)

Ketiga, magnesium memiliki kepadatan rendah dari $1,74 \text{ g} / \text{cm}^3$, yang lebih rendah daripada aluminium ($2,70 \text{ g} / \text{cm}^3$) dan seng ($7,14 \text{ g} / \text{cm}^3$). Kepadatan rendah dari anoda nikmat pengurangan massa dari sistem baterai, sehingga mengarah ke pencapaian kepadatan energi output tinggi. (wang,2014)

Tadashi (2015) menuliskan bahwa penggunaan magnesium sebagai anoda untuk dijadikan pembangkit memiliki banyak keuntungan, yaitu memiliki *lifetime* yang cukup lama, ringan, mudah diangkut, bersahabat dengan lingkungan, aman dan mudah diatur untuk skala kebutuhan daya yang lebih besar, serta tanpa adanya racun yang terkandung dalam cel yang dihasilkan dan bisa didaur ulang kembali. Selain itu energi dapat disimpan selama kurang lebih 20 tahun sebelum digunakan.

Penggunaan magnesium sebagai anoda dan air laut sebagai elektrolit pada pembangkit listrik alternatif ini tidak berbahaya untuk lingkungan laut sendiri sebab air laut telah memiliki kandungan magnesium sendiri sebesar 0.1292 % (Wikipedia,2015). Jadi saat melakukan *recycle* larutan elektrolit sangatlah aman bagi lingkungan.

2.4 Aplikasi Pembangkit Listrik Alternatif dengan menggunakan magnesium sebagai anoda

Menurut Zhang (2014) penggunaan magnesium sebagai anoda telah dimulai dari generasi 1960 dimana oleh perusahaan Amerika telah mencoba menciptakan Energi dari larutan elektrolit NaCl dengan menggunakan magnesium, dimana digunakan sebagai sistem *backup* dari sistem kelistrikan dan solar *power*, bisa digunakan di rumah sakit atau bahkan sekolah sebagai *emergency power*.

Menurut Wang (2014) sumber energi kimia dari magnesium bisa digunakan sebagai *battery* dimana menjadi baterai tenaga air laut ataupun air garam. Magnesium baterai ini bisa langsung aktif tanpa adanya arus *lagging* saat digunakan.

Menurut Tadashi (2015) ada banyak kegunaan dari penggunaan magnesium sebagai anoda dimana bisa diciptakan sebagai sumber alternatif. Yaitu :

- Sumber listrik saat penanggulangan bencana, sebab tidak membutuhkan ruang yang besar.
- Rekreasi di alam bebas, sebab sifat magnesium yang ramah lingkungan dan tidak beracun.
- Industri, pertambangan, minyak dan gas serta perhutanan yang membutuhkan sistem suplai mandiri.
- Militer, sebab merupakan sumber energi listrik yang ringan dan mudah dibawa
- *Marine*, penggunaan air garam menyebabkan penggunaan magnesium sebagai anoda merupakan pilihan terbaik untuk membuat energi alternatif.

Menurut Ralph (2002) penggunaan energi yang dihasilkan oleh pembangkit alternatif dari magnesium bisa digunakan dan dikembangkan untuk aplikasi untuk menyalakan lampu di pelampung, pensuplai energi listrik alat komunikasi dan sebagai pensuplai listrik pada *underwater vehicle*.

Sedangkan Messina (2010) dimana magnesium sebagai anoda pembangkit alternatif bisa digunakan untuk menghasilkan arus DC, dimana bisa digunakan untuk menyalakan lampu.

2.5 Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa diambil adalah magnesium merupakan logam yang tepat untuk dijadikan anoda selain belum terlalu dikembangkan juga memiliki faktor bawaan melebihi beberapa logam lain. Yaitu Mg akan menghasilkan energy dengan kapasitas 2,222 Ah/g logam, EMF 3.08 V, serta densitas energi adalah 6.812 Wh/g logam.

Sedangkan untuk logam-logam lain yang pernah diteliti adalah sebagai berikut Zn kapasitas energi 0,819 Ah/g logam, EMF 1.62 V, Densitas energi 1,329 Wh/g logam. Sedangkan Untuk logam Fe 0,961 Ah/g, EMF 1,28 V, energy densitas 1,226

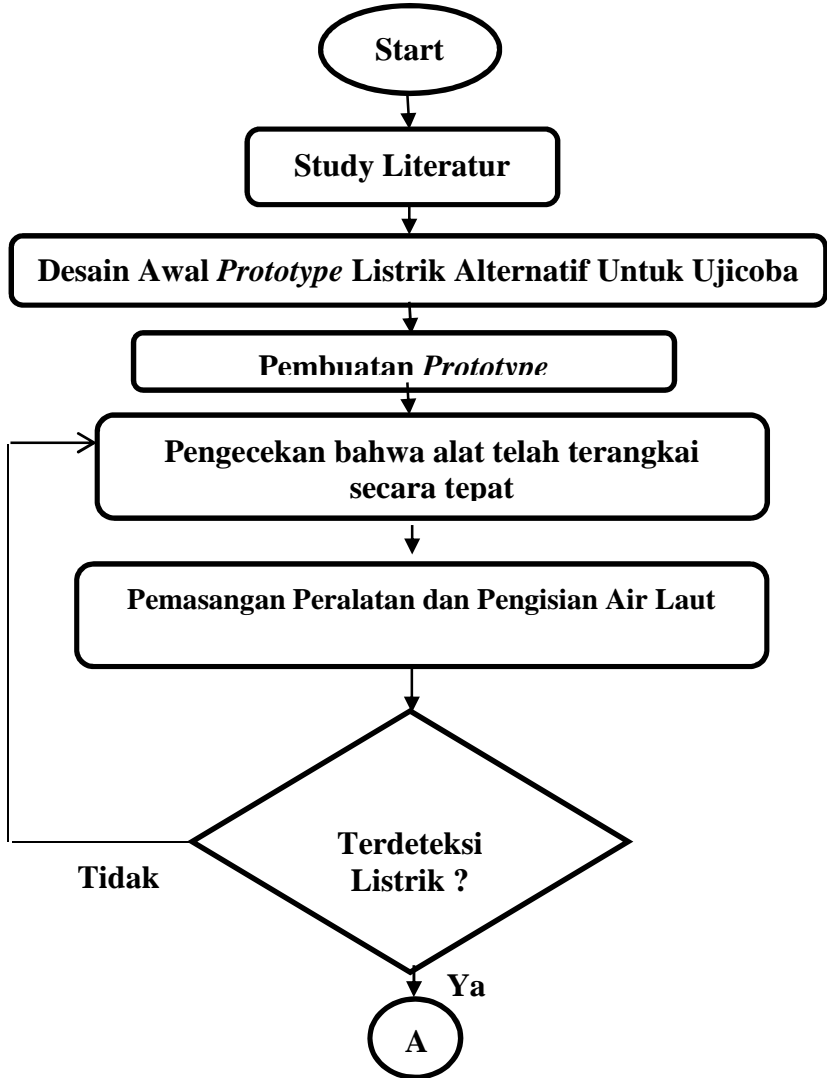
Wh/g logam. Untuk logam Al Kapasitas energinya 2,985 Ah/g, EMF 2,7 V, Densitas energi 8,036 Wh/g logam.

Magnesium akan menghasilkan ion Mg^{2+} ketika bereaksi dengan larutan elektrolit dan ketika bereaksi dengan hidroksida (OH) akan menghasilkan energi listrik berupa arus DC.

Ion hasil reaksi magnesium hasil proses elektrolisis yang mengendap tidak mengandung racun dan bersahabat dengan lingkungan. Apalagi untuk air laut, sebab pada dasarnya air laut juga telah mengandung unsur magnesium sebanyak 0.2922% sehingga pengaplikasian magnesium sebagai anoda energi alternatif sangat aman di dunia *marine*.

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

**BAB III
METODOLOGI PENELITIAN**





Gambar 3.1. Diagram Alir

3.1 Studi Literatur

Sebelum memulai pengerjaan Tugas Akhir (TA) dilakukan *study literature* dengan mencari literature-literatur mengenai pembangkit listrik alternatif dengan memanfaatkan magnesium dimana berupa jurnal,paper, hasil penelitian, buku-buku baik versi cetak maupun versi *online*. Dimana pada tahap ini merumuskan segala sesuatu yang akan dilakukan pada Tugas Akhir ini sesuai dengan referensi-referensi yang dimiliki.

3.2 Desain Awal *Prototype* Listrik Alternatif Untuk Ujicoba Awal

Tahap ini merupakan tahap pendesaianan *prototype* dengan menggunakan software. Pendesaian dilakukan supaya alat memiliki bentuk awal sebagai bahan ujicoba utuk mendapatkan data-data sesuai dengan yang akan diujikan. *Prototype* yang direncanakan adalah berbentuk box berukuran pxlxt = 15 cm x15 cm x 15 cm dan terbuat dari bahan akrilik.

3.3 Pembuatan *Prototype* Pembangkit Listrik Alternatif

Setelah dilakukan pendesaianan menggunakan software, dilakukan pembuatan alat dengan bahan-bahan yang sudah ditentukan . Dimaan wadah akan terbuat dari bahan akrilik dan setidaknya muat paling tidak untuk 2 liter air laut.

3.4 Pengecekan Bahwa Alat Telah Terangkai Secara Tepat

Tahap ini merupakan pengecekan secara fisik dan visual pada alat yang dirancang baik dari segi pemasangan komponen ataupun pemasangan kabel-kabel pada alat.

3.5 Pemasangan Peralatan dan Pengisian Air Laut

Pada tahap ini dilakukan pemasangan peralatan-peralatan seperti kabel, anoda dan katoda serta avometer. Sedangkan untuk air laut yang diletakkan pertama kali adalah sebanyak 500 ml. Setelah ini mulai ditambah dengan range 500 ml..

3.6 Pengecekan terhadap adanya listrik atau tidak

Secara teori setelah anoda dan katoda diletakkan, maka akan timbul energy listrik yang disebut sel volta akibat reaksi elektrokimia. Pada tahap ini merupakan tahap pengujian alat dengan cara mengetes awal dengan menggunakan avometer. Jika saat diuji terdapat listrik, maka dapat dikatakan alat siap diuji, namun jika tidak maka perlu dilakukan lagi pengecekan alat

3.7 Percobaan

Pada tahap ini adalah melakukan percobaan terhadap alat yang dibuat. Variable yang diberikan adalah

Variable Kontrol

Variable yang dibuat sama pada penelitian dimana pada percobaan ini adalah dimensi magnesium, dan dimensi wadah.

Variabel bebas

Variabel yang divariasikan adalah volume air laut yang digunakan sebagai elektrolit sel-Volta serta jumlah lilitan, dan ketebalan lilitan pada tembaga sebagai katoda

Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variable yang tergantung pada variable bebas yaitu tegangan dan arus yang teramati pada multimeter

3.8 Pengambilan data

Melakukan pengambilan data dan pencatatan data yang merupakan hasil dari variable terikat, dimana akan dilakukan analisis dan penarikan kesimpulan mengenai alat ini.

3.9 Analisa data

Melakukan analisa terhadap data yang didapat, dimana yang dianalisa seperti pengaruh volume air laut, pengaruh jenis-jenis katoda, dan lama waktu bisa menyala.

3.10 Perencanaan Alat Untuk Pengaplikasian

Tahap ini merupakan tahap pendesaian akhir, dimana setelah diketahui karakteristik dari alat dilakukan pendesaian baik dimensi maupun fungsi kerja alat yang sesuai untuk kebutuhan. Serta dilakukan pembuatan alat sesuai dengan hasil pendesaian.

3.11 Penarikan Kesimpulan

Pada tahap akhir adalah dilakukan penarikan kesimpulan. Dalam tahap ini akan mengetahui bagaimana dari hasil alat yang direncanakan apakah sudah sesuai target atau tidak.

3.12 Pembuatan Laporan

Setelah proses Peneliatian dilakukan pembuatan laporan, dimana laporan berisi tentang hasil analisis dari prototype yang diciptakan.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Alat dan Bahan

1. Magnesium Anode

Fungsi : Sebagai elektroda anoda (-) utama

Dimensi : L magnesium : 140 mm, L total : 170 mm

Diameter : 5,7 mm

Gambar 4.1 merupakan gambar magnesium sebagai anoda.



Gambar 4.1 Magnesium

2. Tembaga

Fungsi : Sebagai elektroda katoda (+) utama

Dimensi : Diamater 0,3 mm

Gambar 4.2 merupakan gambar tembaga yang digunakan sebagai katoda



Gambar 4.2 Tembaga

3. Air Laut

Fungsi : Sebagai larutan elektrolit dimana sebagai pengreaksi sel volta antara anoda dan katoda

Gambar 4.3 merupakan gambar air laut yang diwadahi oleh galon



Gambar 4.3 Air laut ditempatkan pada gallon air minum

4. Gunting

Fungsi : Untuk menggunting kain flannel dan menggunting perkabelan.

Gambar 4.4 merupakan gambar gunting yang digunakan untuk menggunting kabel-kabel



Gambar 4.4 Gunting

5. Kain Flanel

Gambar 4.5 merupakan gambar kain flanel

Fungsi : Sebagai pemisah antara anoda dan katoda agar tidak bersentuhan secara langsung



Gambar 4.5 Kain Flanel

6. Box Akrilik

Gambar 4.6 merupakan gambar box akrilik

Fungsi : Sebagai tempat untuk melakukan percobaan



Gambar 4.6 Box Akrilik

7. Avometer

Gambar 4.7 merupakan gambar avometer.

Fungsi : Untuk mengukur tegangan dan arus pada saat percobaan



Gambar 4.7 Avometer

8. Kabel-kabel

Gambar 4.8 merupakan gambar kabel-kabel yang digunakan sebagai bahan praktikum

Fungsi : Sebagai penghantar listrik



Gambar 4.8 Kabel-kabel

9. Lampu Senter

Gambar 4.9 menunjukkan tentang lampu senter.

Fungsi : Sebagai Beban

Spesifikasi : 0,75 W (2,5 V,0,3A)



Gambar 4.9 Lampu Senter

10. *Copper rod*

Gambar 4.10 menunjukkan *cpeer rod*

Fungsi : Sebagai Anoda Percobaan II

Spesifikasi : L 11 cm, D 1,5 cm.



Gambar 4.10 *Copper rod*

11. Solder

Gambar 4.11 menunjukkan solder

Fungsi : Sebagai peleleh timah



Gambar 4.11 Solder

12. Timah

Gambar4.12 menunjukkan timah

Fungsi : Sebagai perekat atau penyambung kabel



Gambar 4.12 Timah

13. Karbon

Gambar 4.13 menunjukkan carbon
Fungsi : Sebagai katoda lain



Gambar 4.13 Carbon

14. Lampu LED

Gambar 4.14 menunjukkan Lampu LED
Fungsi : Sebagai beban



Gambar 4.14 Lampu LED

15. Timbal

Gambar 4.15 menunjukkan gambar timbal

Fungsi : Sebagai katoda lain



Gambar 4.15 Timbal

4.2 Percobaan I

Pada percobaan I, percobaan yang dilakukan adalah percobaan sel volta dengan menggunakan anoda tembaga yang dililitkan dengan jumlah lilitan yang berbeda. Terdapat dua kali percobaan, yaitu percobaan tanpa beban dan percobaan berbeban.

4.2.1 Langkah-langkah Pengerjaan

1. Menyiapkan peralatan sesuai dengan yang telah disebutkan
2. Menggantung kain flannel sepanjang magnesium anoda, dan selebar bisa menyelubungi magnesium anoda
3. Merekatkan kain flannel dengan perekat pada magnesium anoda
4. Melilitkan tembaga pada magnesium anoda yang telah terselubungi kain flannel
5. Membuat 6 varian jumlah lilitan yaitu 50 (A) gambar 4.16, 100 (B) gambar 4.17, 150 (C) gambar 4.18, 200 (D) gambar 4.19, 250 (E) Gambar 4.20, dan 300 (F) lilitan pada Gambar 4.21



Gambar 4.16 Tembaga 50 lilitan (A) **Gambar 4.17** Tembaga 100lilitan (B)



Gambar 4.18 Tembaga 150 lilitan (C) **Gambar 4.19** Tembaga 200lilitan (D)



Gambar 4.20 Tembaga 150 lilitan (E)



Gambar 4.21 Tembaga 200lilitan (F)

6. Menyambungkan kabel pada anoda dan elektroda seperti gambar 4.22

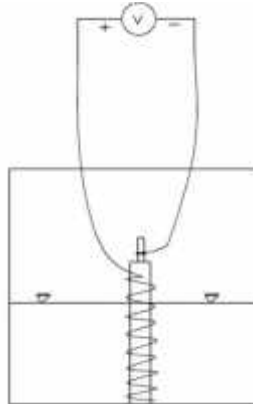


Gambar 4.22 Penyambungan Kabel

4.2.2 Langkah-langkah percobaan

A. Percobaan Tanpa Beban

a. Menyusun alat percobaan sesuai gambar yang diberikan seperti gambar 4.23 dan 4.24



Gambar 4.23 Rangkaian Tanpa Beban

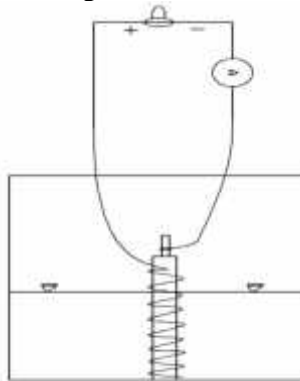


Gambar 4.24 susunan peralatan

- b. Untuk percobaan tanpa beban yang diukur adalah tegangan dan tinggi air laut dalam box.
- c. Variasi air laut pada box adalah kenaikan sebesar 400 ml

B. Percobaan Dengan Beban

- a. Menyusun alat percobaan sesuai gambar yang diberikan seperti gambar 4.25 dan gambar 4.26



Gambar 4.25 Rangkaian Berbeban



Gambar 4.26 susunan peralatan

- b. Untuk percobaan dengan beban yang diukur adalah, arus dan tinggi air laut dalam box serta indicator bahwa lampu menyala atau tidak
- c. Varian air laut pada box adalah kenaikan sebesar 400 ml

4.2.3 Hasil Pengamatan

Tabel 4.1 Hasil pengamatan percobaan I tanpa beban

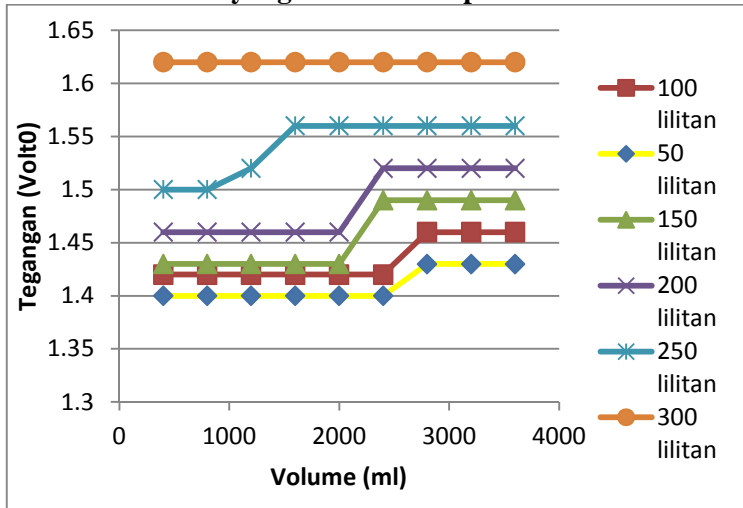
Vol. (ml)	Ketinggian (cm)	50 lilitan	100 lilitan	150 Lilitan	200 Lilitan	250 Lilitan	300 Lilitan
		Teg. (V)	Teg. (V)	Teg. (V)	Teg. (V)	Teg. (V)	Teg. (V)
400	1.5	1.4	1.42	1.43	1.46	1.5	1.62
800	3	1.4	1.42	1.43	1.46	1.5	1.62
1200	4.6	1.4	1.42	1.43	1.46	1.52	1.62
1600	6.1	1.4	1.42	1.43	1.46	1.56	1.62
2000	7.6	1.4	1.42	1.43	1.46	1.56	1.62
2400	9	1.4	1.42	1.49	1.52	1.56	1.62
2800	10.7	1.43	1.46	1.49	1.52	1.56	1.62
3200	12.2	1.43	1.46	1.49	1.52	1.56	1.62
3600	13.8	1.43	1.46	1.49	1.52	1.56	1.62

Tabel 4.2 Hasil pengamatan percobaan I dengan beban

Vol. (ml)	Ketinggian (cm)	50 lilitan		100 lilitan		150 Lilitan		200 Lilitan		250 Lilitan		300 Lilitan	
		Arus (A)	Lamp	Arus (A)	Lamp	Arus (A)	Lamp	Arus (A)	Lamp	Arus (A)	Lamp	Arus (A)	Lamp
400	1.5	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0.01	mati
800	3	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0.01	mati
1200	4.6	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0.01	mati
1600	6.1	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0.01	mati
2000	7.6	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0.01	mati
2400	9	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0.01	mati
2800	10.7	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0.01	mati
3200	12.2	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0.01	mati
3600	13.8	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0	mati	0.01	mati

4.2.4 Analisa Grafik

A. Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Jumlah Lilitan yang Berbeda Tanpa Beban



Gambar 4.27 Grafik Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada jumlah lilitan yang berbeda tanpa beban

Pada gambar 4.27 menunjukkan pengaruh volume air laut terhadap tegangan tidak terlalu dapat dilihat, hal tersebut terbukti baik pada jumlah lilitan 50,100,150,200 ,dan 250 mengalami kenaikan pada titik penambahan volume 2000-3000 ml tidak sampai mengalami kenaikan tegangan sebesar 1 volt. Dengan ini dapat diketahui bahwa volume air laut tidak berpengaruh secara signifikan terhadap besar tegangan.

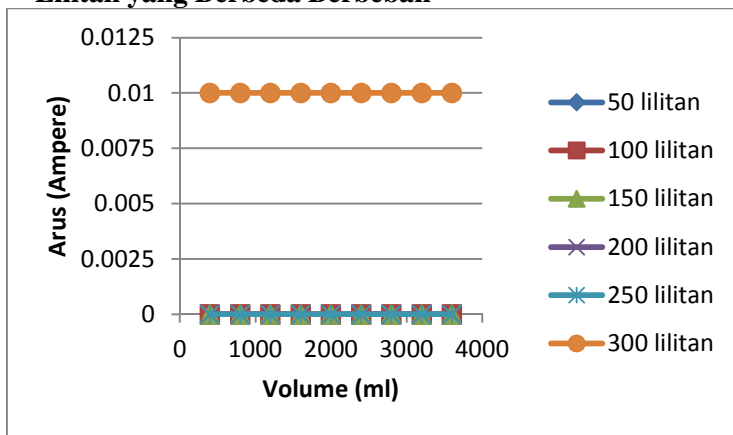
Namun untuk besar tegangan tiap jumlah lilitan berbeda, hal ini pengaruh dari hukum hambatan dimana

$$R = L/A$$

Dimana : R : Resistansi
 : Massa jenis kawat penghantar
 L : Panjang kawat penghantar
 A : Luas Penampang

Dimana pada percobaan ini diameter kawat sama besar, sehingga semakin panjang kawat penghantar, maka akan semakin membuat nilai resistansi bertambah. Hal tersebut Terbukti dengan semakin banyaknya jumlah lilia semakin besarnya tegangan dan akibat semakin banyaknya jumlah elektron yang bisa ditangkap.

B. Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Jumlah Lilitan yang Berbeda Berbeban



Gambar 4.28 Grafik Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada jumlah lilitan yang berbeda tanpa beban

Pada gambar 4.28 dapat dkaetahui bahwa volume air laut tidak berpengaruh terhadap besarnya arus. Namun besar arus dapat terbaca pada jumlah lilitan 300 lilitan, sedangkan lainnya tidak terbaca arusnya.

Berdasarkan hukum faraday 1 :

$$Q = I \times t, \text{ dan } Q = n F$$

$$\text{Maka, } I \times t = n \times F, \text{ } I = n \times F / t$$

Dimana I = arus, t = waktu, n = jumlah mol elektron (mol), F = muatan listrik per 1 mol elektron (coulomb /mol).

Dalam hal ini semakin banyak mol yang bereaksi, maka akan membuat arus akan bertambah. Hal ini terbukti hanya dengan menggunakan katoda tembaga yang jumlah lilitannya lebih

banyak, maka arus yang tercipta lebih besar terjadi pada anoda yang memiliki jumlah lilitan terbanyak, walaupun belum menyalakan lampu dikarenakan arus yang dihasilkan dan tegangan masih terlalu kecil.

4.3 Percobaan II

Pada percobaan II dilakukan percobaan pada katoda *copper rod* dimana dicoba secara tunggal serta dibagi menjadi percobaan berbeban dan tidak berbeban

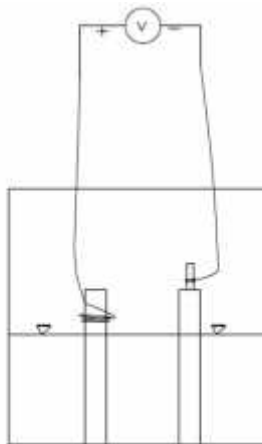
4.3.1 Langkah-langkah Pengerjaan

1. Menyiapkan peralatan sesuai dengan yang telah disebutkan
2. Memotong *copper rod* sehingga tidak terlalu panjang
3. Mengamplas bagian luar *copper rod* sehingga bagian yang usang hilang dan menjadi berwarna kekuningan
4. Menyambungkan kabel pada anoda dan elektroda

4.3.2 Langkah-langkah percobaan

A. Percobaan Tanpa Beban

- a. Menyusun alat percobaan sesuai gambar 4.29 dan gambar 4.30



Gambar 4.29 Rangkaian Percobaan 2 Tanpa Beban

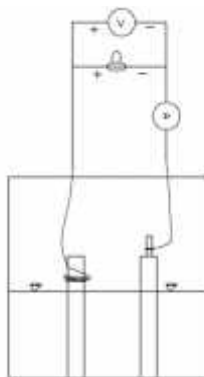


Gambar 4.30 Rangkaian Percobaan II Tanpa Beban

- b. Untuk percobaan tanpa beban yang diukur adalah tegangan dan tinggi air laut dalam box.
- c. Variasi air laut pada box adalah kenaikan sebesar 400 ml

B. Percobaan Dengan Beban

- a. Menyusun alat percobaan sesuai gambar 4.31 dan gambar 4.32



Gambar 4.31 Rangkaian Percobaan 2 dengan beban



Gambar 4.32 Rangkaian Percobaan II dengan Beban

- b. Untuk percobaan dengan beban yang diukur adalah, tegangan arus dan tinggi air laut dalam box serta indikator bahwa lampu menyala atau tidak
- c. Variasi air laut pada box adalah kenaikan sebesar 400 ml

4.3.3 Hasil Pengamatan

Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Percobaan II Tanpa Beban

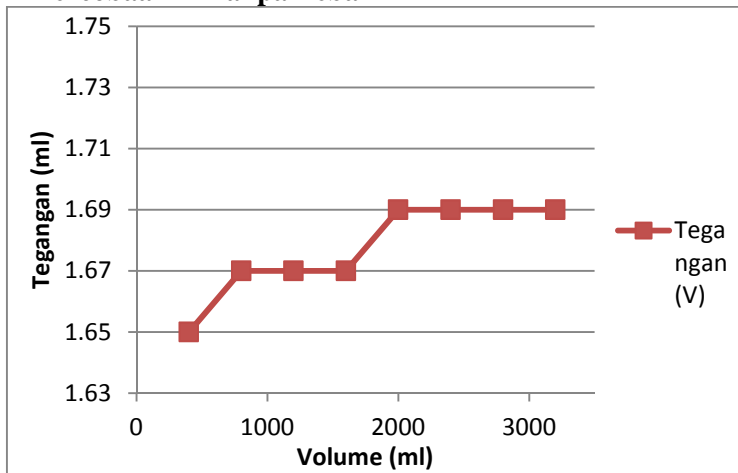
Volume (ml)	Ketinggian (cm)	Tegangan (V)
400	1.5	1.65
800	3	1.67
1200	4.6	1.67
1600	6.1	1.67
2000	7.6	1.69
2400	9	1.69
2800	10.7	1.69
3200	12.2	1.69

Tabel 4.4 Hasil Percobaan II dengan Beban

Volume (ml)	Ketinggian (cm)	Arus (A)	Tegangan (V)	Nyala Lampu
400	1.5	0.03	1.65	Mati
800	3	0.03	1.67	Mati
1200	4.6	0.03	1.67	Mati
1600	6.1	0.04	1.67	Mati
2000	7.6	0.04	1.69	Mati
2400	9	0.05	1.69	Mati
2800	10.7	0.05	1.69	Mati
3200	12.2	0.05	1.69	Mati

4.3.4 Analisa Grafik

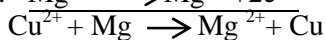
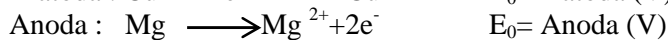
A. Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Percobaan II Tanpa Beban



Gambar 4.33 Grafik Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada *copper rod*

Pada gambar 4.33 pengaruh volume air laut terhadap tegangan tidak terlalu terpengaruh. Hal tersebut terlihat dimana hanya terjadi kenaikan hanya sebesar 0,02 V. Pada saat ketinggian maksimum atau volume maksimum dari air laut hanya mampu menghasilkan sebesar 1,69 V.

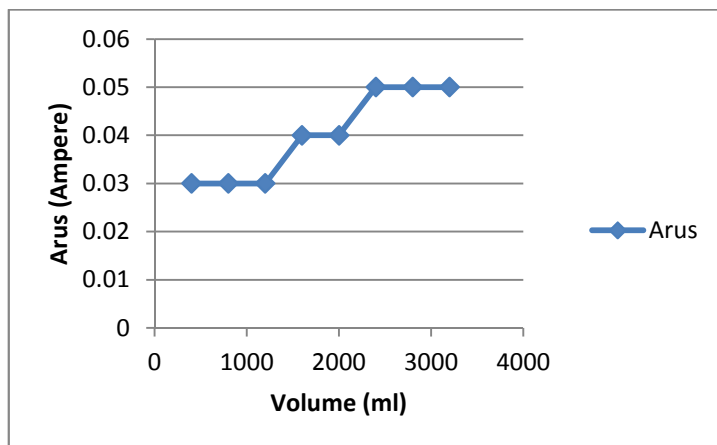
Sedangkan untuk E sel yang terjadi akibat adanya reaksi elektrokimia yang terjadi, dimana :



Dimana berdasarkan hukum redoks,

Esel = Ekatoda – Eanoda

B. Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Percobaan II Berbeban



Gambar 4.34 Grafik Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada *copper rod* beban

Pada gambar 4.34 dapat diketahui bahwa pengaruh volume air laut berpengaruh terhadap besarnya nilai arus. Dimana terjadi kenaikan dua kali sebesar 0,01 A sampai pada akhirnya mencapai arus puncak yaitu sebesar 0,05 A.

Berdasarkan hukum faraday 1 :

$$Q = I \times t, \text{ dan } Q = n F$$

$$\text{Maka, } I \times t = n F, I = n F / t$$

Dimana I = arus, t= waktu, n = jumlah mol elektron (mol), F = muatan listrik per 1 mol elektron (coulomb /mol).

Dalam hal ini semakin banyak mol yang bereaksi, maka akan membuat arus akan bertambah. Hal ini terbukti hanya dengan menggunakan katoda tembaga yang jumlah lilitannya lebih banyak, maka arus yang tercipta lebih besar terjadi pada anoda yang memiliki jumlah lilitan terbanyak, walaupun belum menyalakan lampu dikarenakan arus yang dihasilkan dan tegangan masih terlalu kecil.

4.4 Percobaan III

Pada percobaan III dilakukan percobaan dengan menggunakan anoda copper rod dimana disusun secara seri dan paralel dan masing-masing dilakukan percobaan saat kondisi berbeban

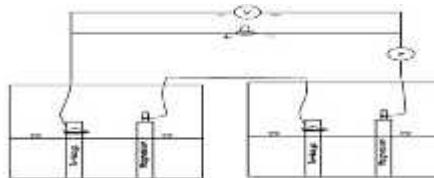
4.4.1 Langkah-langkah Pengerjaan

1. Menyiapkan peralatan sesuai dengan yang telah disebutkan
2. Menyambungkan kabel pada timbal

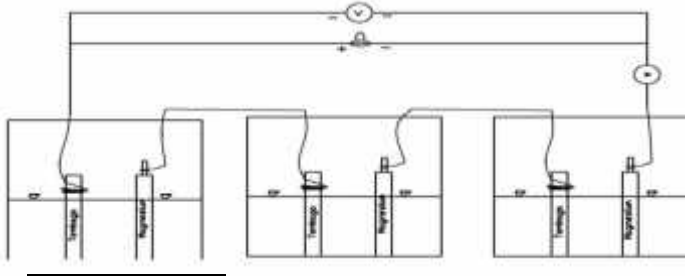
4.4.2 Langkah-Langkah Percobaan

A. Percobaan Rangkaian Seri Dengan Menggunakan Copper rod

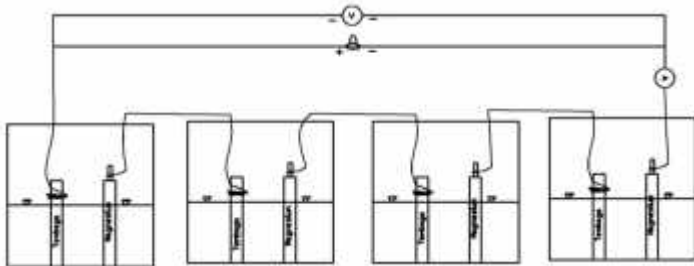
- a. Menyusun alat percobaan sesuai gambar 4.35, 4.36, dan 4.37



Gambar 4.35 Seri 2 Anoda



Gambar 4.36 Seri 3 Anoda

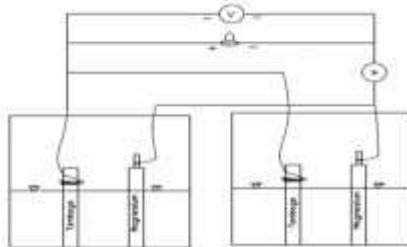


Gambar 4.37 Seri 4 Anoda

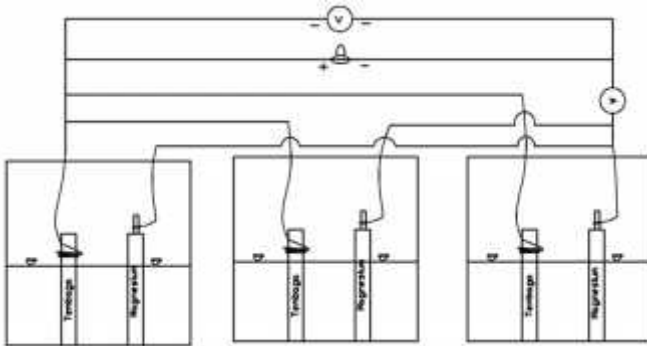
- b. Untuk percobaan dengan beban yang diukur adalah, arus, tegangan dengan menggunakan voltmeter dan tingi air laut dalam box serta indikator bahwa lampu menyala atau tidak
 c. Variasi air laut pada box adalah kenaikan sebesar 400 ml`

B. Percobaan Rangkaian Pararel Dengan Menggunakan *Copper rod*

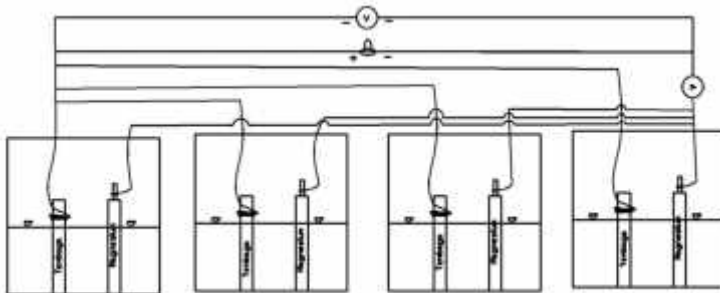
- a. Menyusun alat percobaan sesuai gambar 4.38,4.39 dan 4.40



Gambar 4.38 Pararel 2 Anoda



Gambar 4.39 Pararel 3 Anoda



Gambar 4.40 Pararel 4 Anoda

- b. Untuk percobaan dengan beban yang diukur adalah, arus, tegangan dengan menggunakan voltmeter dan tingi air laut dalam box serta indikator bahwa lampu menyala atau tidak
- c. Variasi air laut pada box adalah kenaikan sebesar 400 ml

4.4.3 Hasil Pengamatan

Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Rangkaian Seri *Copper Rod*

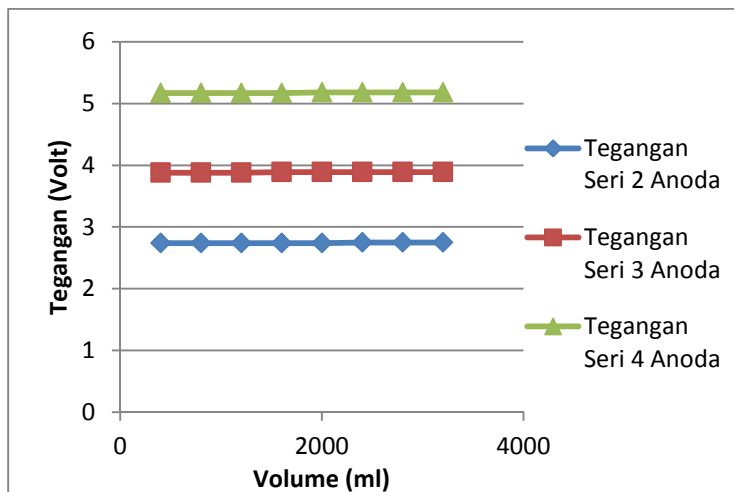
Vol. (ml)	Ketinggian (cm)	Seri 2 Anoda			Seri 3 Anoda			Seri 4 Anoda		
		Arus (A)	Teg (V)	Nyala Lampu	Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu	Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu
400	1.5	0.07	2.74	Mati	0.07	3.88	Mati	0.07	5.17	Mati
800	3	0.07	2.74	Mati	0.07	3.88	Mati	0.07	5.17	Mati
1200	4.6	0.07	2.74	Mati	0.07	3.88	Mati	0.07	5.17	Mati
1600	6.1	0.07	2.74	Mati	0.07	3.89	Mati	0.07	5.17	Mati
2000	7.6	0.07	2.74	Mati	0.07	3.89	Mati	0.07	5.18	Mati
2400	9	0.07	2.75	Mati	0.07	3.89	Mati	0.07	5.18	Mati
2800	10.7	0.07	2.75	Mati	0.07	3.89	Mati	0.07	5.18	Mati
3200	12.2	0.07	2.75	Mati	0.07	3.89	Mati	0.07	5.18	Mati

Tabel 4.6 Hasil Pengamatan Rangkaian Pararel *Copper rod*

Vol. (ml)	Ketinggian (cm)	Pararel 2 Anoda			Pararel 3 Anoda			Pararel 4 Anoda		
		Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu	Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu	Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu
400	1.5	0.07	1.2	Mati	0.1	1.2	Mati	0.12	1.2	Mati
800	3	0.07	1.2	Mati	0.1	1.2	Mati	0.12	1.2	Mati
1200	4.6	0.07	1.2	Mati	0.1	1.2	Mati	0.12	1.2	Mati
1600	6.1	0.07	1.2	Mati	0.1	1.2	Mati	0.12	1.2	Mati
2000	7.6	0.07	1.3	Mati	0.1	1.3	Mati	0.12	1.3	Mati
2400	9	0.07	1.3	Mati	0.1	1.3	Mati	0.12	1.3	Mati
2800	10.7	0.07	1.3	Mati	0.1	1.3	Mati	0.12	1.3	Mati
3200	12.2	0.07	1.3	Mati	0.1	1.3	Mati	0.12	1.3	Mati

4.4.4 Analisa Grafik

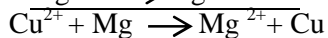
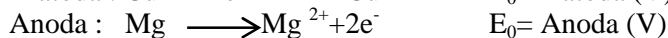
A. Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Seri *Copper rod*



Gambar 4.41 Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Seri *Copper rod*

Pada gambar 4.41 pengaruh volume air laut terhadap tegangan tidak berpengaruh. Dimana grafik terbentuk secara linear. Sedangkan nilai tegangan pada masing-masing percobaan seri 2, 3, dan 4 anoda menaiki kenaikan sebesar 1,15-1,3 V

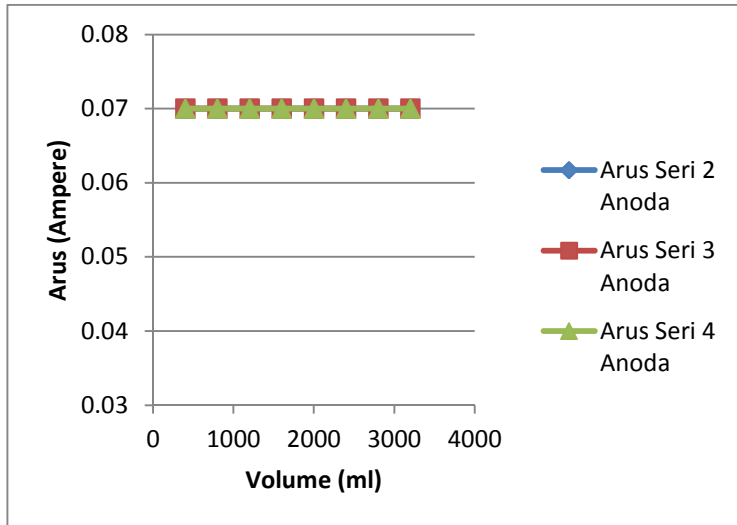
Sedangkan untuk E sel yang terjadi akibat adanya rekasi elektrokimia yang terjadi, dimana :



Dimana berdasarkan hukum redoks,

$$\text{Esel} = \text{Ekatoda} - \text{Eanoda}$$

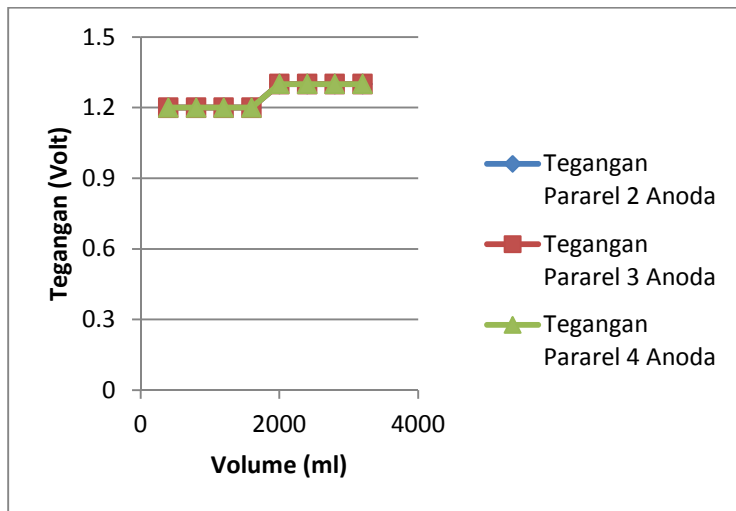
B. Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada pada Rangkaian Seri



Gambar 4.42 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Seri *Copper rod*

Pada gambar 4.42 pengaruh volume air laut terhadap Arus tidak berpengaruh. Dimana grafik berbentuk linear, dimana ketika volume air ditambahkan maka nilai arus tidak akan berubah.. Sedangkan nilai arus pada masing-masing percobaan seri 2, 3, dan 4 anoda tidak mengalami kenaikan berdasarkan dari hukum kirchoff. Dimana arus tidak akan mengalami kenaikan pada suatu rangkaian seri.

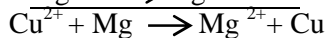
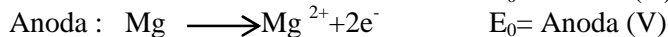
C. Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Pararel *Copper rod*



Gambar 4.43 Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Pararel *Copper rod*

Pada gambar 4.43 pengaruh volume air laut terhadap tegangan tidak berpengaruh. Dimana grafik terbentuk secara linear. Sedangkan nilai tegangan pada masing-masing percobaan Pararel 2, 3, dan 4 tidak mengalami kenaikan seperti hukum kirchoff.

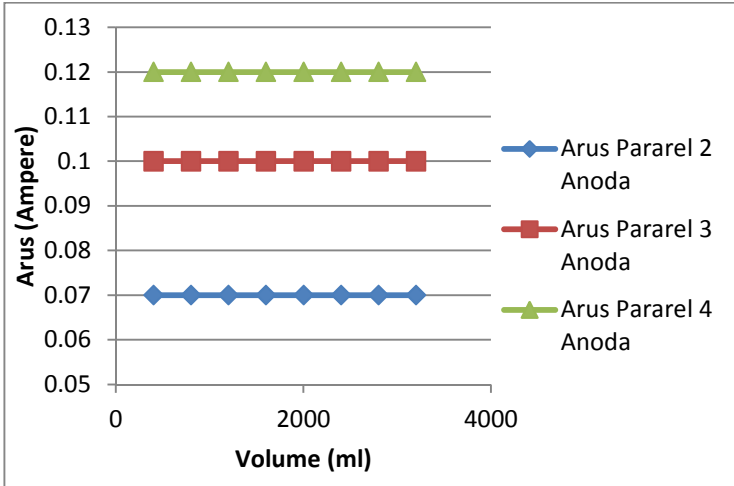
Sedangkan untuk E sel yang terjadi akibat adanya rekasi elektrokimia yang terjadi, dimana :



Dimana berdasarkan hukum redoks,

Esel = Ekatoda – Eanoda

D. Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Pararel *Copper rod*



Gambar 4.44 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Pararel *Copper rod*

Pada gambar 4.44 pengaruh volume air laut terhadap Arus tidak berpengaruh. Dimana grafik berbentuk linear. Sedangkan nilai arus pada masing-masing percobaan pararel 2, 3, dan 4 anoda mengalami kenaikan berdasarkan dari hukum kirchoff. Dimana kenaikan terjadi sekitar 0,02-0,04 A

4.5 Percobaan IV

Pada percobaan IV menggunakan anoda timbal dimana disusun secara seri dan pararel dan diuji dalam keadaan berbeban

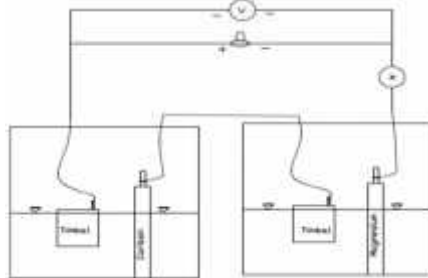
4.5.1 Langkah-langkah Pengerjaan

1. Menyiapkan peralatan sesuai dengan yang telah disebutkan
2. Menyambungkan kabel pada timbal

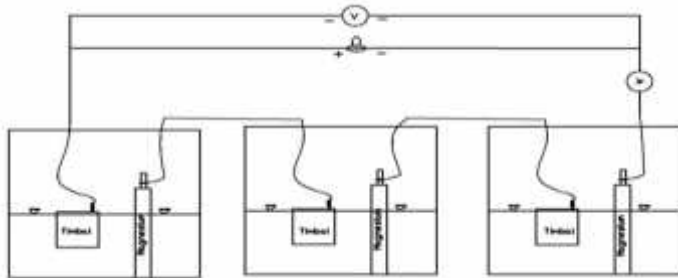
4.5.2 Langkah-Langkah Percobaan

A. Percobaan Rangkaian Seri Dengan Menggunakan Timbal

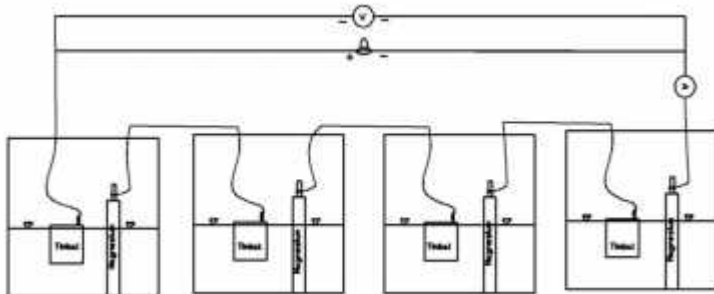
a. Menyusun alat percobaan sesuai gambar 4.45, 4.46, dan 4.47



Gambar 4.45 Rangkaian seri 2 anoda



Gambar 4.46 Rangkaian seri 3 anoda

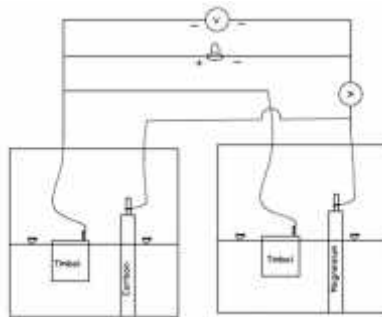


Gambar 4.47 Rangkaian Seri 4 anoda

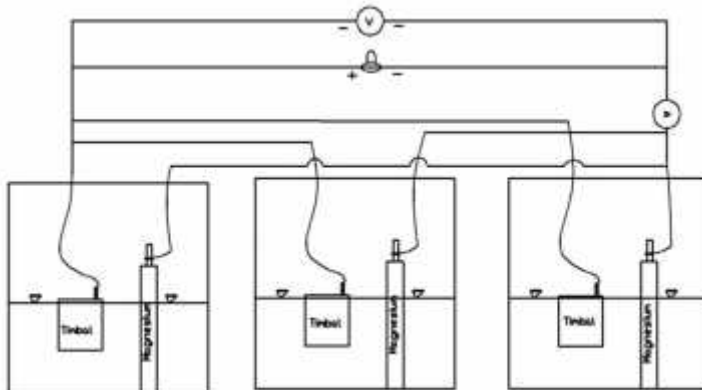
- b. Untuk percobaan dengan beban yang diukur adalah, arus, tegangan dengan menggunakan voltmeter dan tingi air laut dalam box serta indikator bahwa lampu menyala atau tidak
- c. Variasi air laut pada box adalah kenaikan sebesar 400 ml`

B. Percobaan Rangkaian Pararel Dengan Menggunakan Timbal

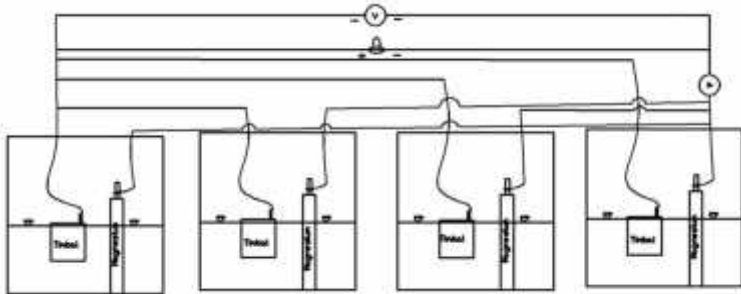
- a. Menyusun alat percobaan sesuai gambar 4.48, 4.49, dan 4.50



Gambar 4.48 Rangkaian Pararel 2 Anoda



Gambar 4.49 Rangkaian Pararel 3 Anoda



Gambar 4.50 Rangkaian Pararel 4 Anoda

- b. Untuk percobaan dengan beban yang diukur adalah, arus, tegangan dengan menggunakan voltmeter dan tingi air laut dalam box serta indikator bahwa lampu menyala atau tidak
- c. Variasi air laut pada box adalah kenaikan sebesar 400 ml

4.5.3 Hasil Pengamatan

Tabel 4.7 Hasil Pengamatan Rangkaian Seri Timbal

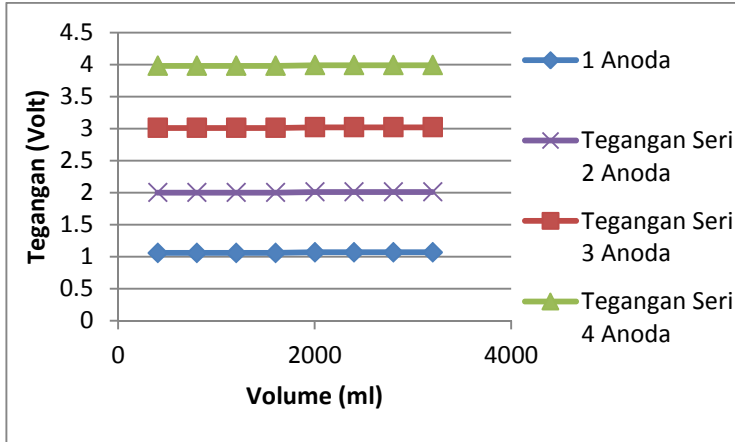
Vol. (ml)	Ketinggian (cm)	Seri 2 Anoda			Seri 3 Anoda			Seri 4 Anoda		
		Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu	Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu (Lumen)	Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu (Lumen)
400	1.5	0.11	2	Mati	0.11	3.01	20	0.11	3.98	34
800	3	0.11	2	Mati	0.11	3.01	20	0.11	3.98	34
1200	4.6	0.11	2	Mati	0.11	3.01	20	0.11	3.98	34
1600	6.1	0.11	2	Mati	0.11	3.01	20	0.11	3.98	34
2000	7.6	0.11	2.01	Mati	0.11	3.02	20	0.11	3.99	34
2400	9	0.11	2.01	Mati	0.11	3.02	20	0.11	3.99	34
2800	10.7	0.11	2.01	Mati	0.11	3.02	20	0.11	3.99	34
3200	12.2	0.11	2.01	Mati	0.11	3.02	20	0.11	3.99	34

Tabel 4.8 Hasil Pengamatan Rangkaian Pararel Timbal

Vol. (ml)	Ketinggian (cm)	Pararel 2 Anoda			Pararel 3 Anoda			Pararel 4 Anoda		
		Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu	Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu (Lumen)	Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu (Lumen)
400	1.5	0.07	1	Mati	0.15	1	25	0.18	1.01	38
800	3	0.07	1	Mati	0.15	1	25	0.18	1.01	38
1200	4.6	0.07	1	Mati	0.15	1	25	0.18	1.01	38
1600	6.1	0.07	1	Mati	0.15	1	25	0.18	1.01	38
2000	7.6	0.07	1	Mati	0.15	1.01	25	0.18	1.04	38
2400	9	0.07	1	Mati	0.15	1.01	25	0.18	1.04	38
2800	10.7	0.07	1	Mati	0.15	1.01	25	0.18	1.04	38
3200	12.2	0.07	1	Mati	0.15	1.01	25	0.18	1.04	38

4.5.4 Analisa Grafik

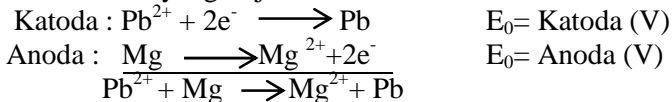
A. Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Seri Timbal



Gambar 4.51 Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Seri Timbal

Pada gambar 4.51 pengaruh volume air laut terhadap tegangan tidak berpengaruh. Dimana grafik terbentuk secara linear. Sedangkan nilai tegangan pada masing-masing percobaan seri 2, 3, dan 4 anoda menaiki kenaikan sebesar 1,15-1,3 V

Sedangkan untuk E sel yang terjadi akibat adanya rekasi elektrokimia yang terjadi, dimana :

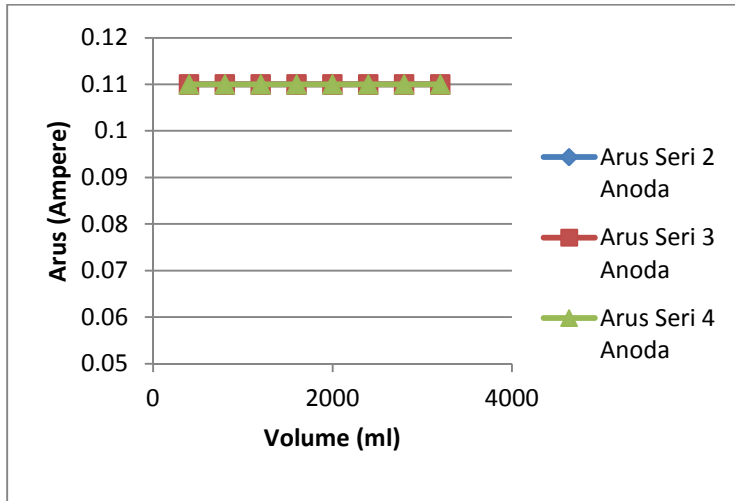


Dimana berdasarkan hukum redoks,

$$\text{Esel} = \text{Ekatoda} - \text{Eanoda}$$

Sedangkan untuk hukum kirchoff masih berlaku untuk rangkaian seri pada percobaan ini. Dimana ketegangan meningkat sebesar 2 kali.

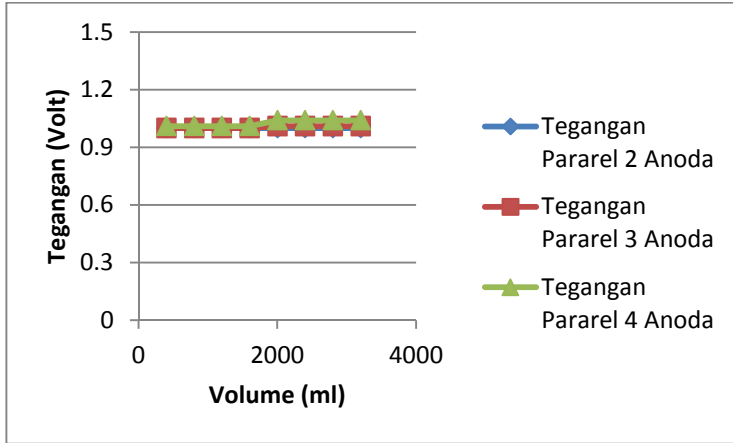
B. Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Seri Timbal



Gambar 4.52 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Seri Timbal

Pada gambar 4.52 pengaruh volume air laut terhadap Arus tidak berpengaruh. Dimana grafik berbentuk linear, dimana ketika volume air ditambahkan maka nilai arus tidak akan berubah.. Sedangkan nilai arus pada masing-masing percobaan seri 2, 3, dan 4 anoda tidak mengalami kenaikan berdasarkan dari hukum kirchoff. Dimana arus tidak akan mengalami kenaikan pada suatu rangkaian seri.

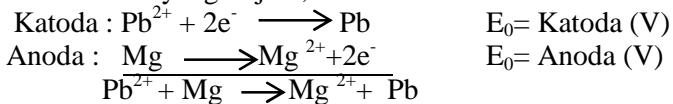
C. . Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Paralel Timbal



Gambar 4.53 Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Paralel Timbal

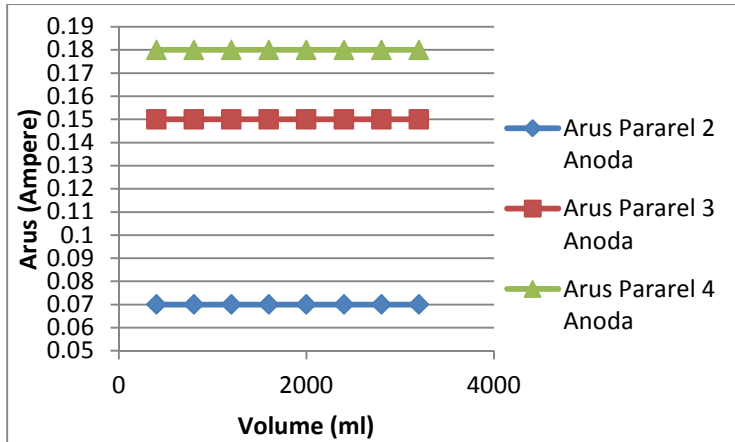
Pada gambar 4.53 pengaruh volume air laut terhadap tegangan tidak berpengaruh. Dimana grafik terbentuk secara linear. Sedangkan nilai tegangan pada masing-masing percobaan Paralel 2, 3, dan 4 tidak mengalami kenaikan seperti hukum kirchoff. Dimana pada rangkaian paralel tidak akan terjadi kenaikan tegangan.

Sedangkan untuk E sel yang terjadi akibat adanya reaksi elektrokimia yang terjadi, dimana :



Dimana berdasarkan hukum redoks,
Esel = Ekatoda – Eanoda

D. Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Pararel Timbal



Gambar 4.54 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Pararel Timbal

Pada grafik diatas pengaruh volume air laut terhadap Arus tidak berpengaruh. Dimana grafik berbentuk linear. Sedangkan nilai arus pada masing-masing percobaan pararel 2, 3, dan 4 anoda mengalami kenaikan berdasarkan dari hukum kirchoff. Dimana kenaikan terjadi akibat bertambahnya jumlah sumber yang dipararelkan.

4.6 Percobaan V

Pada percobaan V dilakukan percobaan dengan menggunakan anoda carbon dimana disusun seri dan pararel dimana dilakukan pada kondisi berbeban.

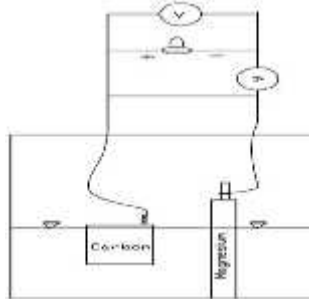
4.6.1 Langkah-langkah Pengerjaan

1. Menyiapkan peralatan sesuai dengan yang telah disebutkan
2. Menyambungkan kabel pada karbon

4.6.2 Langkah-Langkah Percobaan

A. Percobaan Tunggal

- a. Menyusun alat percobaan sesuai gambar 4.55

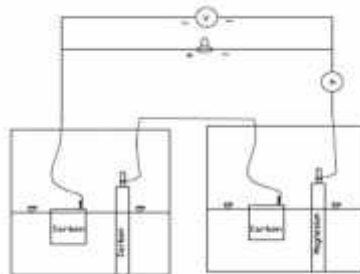


Gambar 4.55 Tunggal

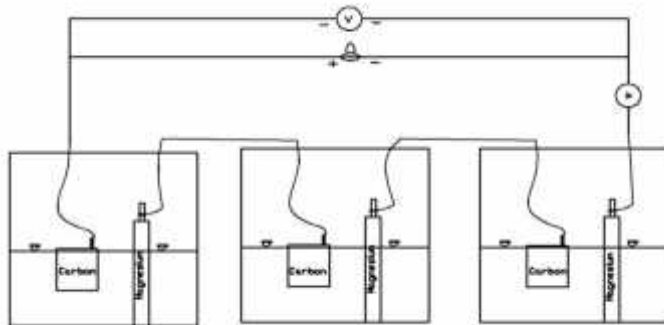
- b. Untuk percobaan dengan beban yang diukur adalah, arus, tegangan dengan menggunakan voltmeter dan tingi air laut dalam box serta indikator bahwa lampu menyala atau tidak
- c. Variasi air laut pada box adalah kenaikan sebesar 400 ml

B. Percobaan Rangkaian Seri Dengan Menggunakan Carbon

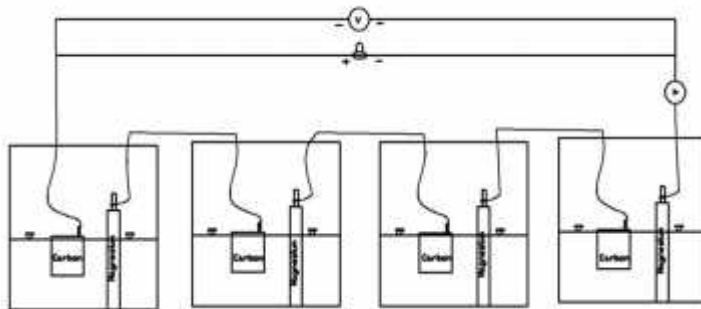
- a. Menyusun alat percobaan sesuai gambar 4.56, 4.57 dan 4.58



Gambar 4.56 Seri 2 Anoda



Gambar 4.57 Seri 3 Anoda

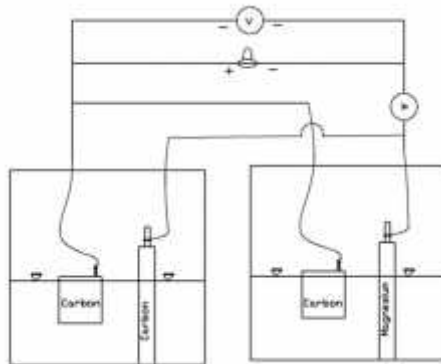


Gambar 4.58 seri 4 anoda

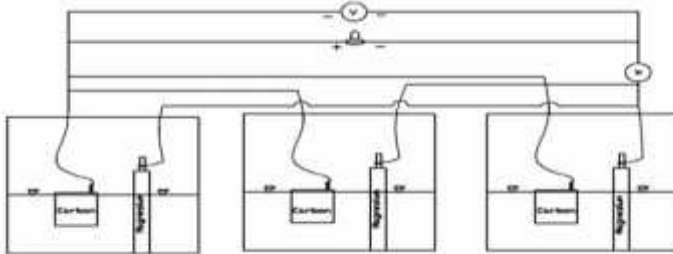
- b. Untuk percobaan dengan beban yang diukur adalah, arus, tegangan dengan menggunakan voltmeter dan tinggi air laut dalam box serta indikator bahwa lampu menyala atau tidak
- c. Variasi air laut pada box adalah kenaikan sebesar 400 ml`

C. Percobaan Rangkaian Pararel Dengan Menggunakan Carbon

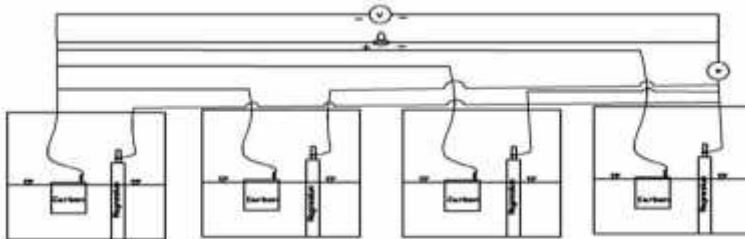
- a. Menyusun alat percobaan sesuai gambar 4.59, 4.50 dan 4.51



Gambar 4.59 Pararel 2 Anoda



Gambar 4.60 Pararel 3 Anoda



Gambar 4.61 Pararel 4 Anoda

- b. Untuk percobaan dengan beban yang diukur adalah, arus, tegangan dengan menggunakan voltmeter dan tingi air laut dalam box serta indikator bahwa lampu menyala atau tidak
- c. Variasi air laut pada box adalah kenaikan sebesar 400 ml

Tabel 4.9 Hasil Pengamatan Tunggal

Volume (ml)	Ketinggian (cm)	Tunggal		
		Arus (A)	Tegangan (V)	Nyala Lampu
400	1.5	0.14	1.9	mati
800	3	0.14	1.9	mati
1200	4.6	0.14	1.9	mati
1600	6.1	0.14	1.9	mati
2000	7.6	0.14	1.9	mati
2400	9	0.14	1.9	mati
2800	10.7	0.14	1.9	mati
3200	12.2	0.14	1.9	mati

4.6.3 Hasil Pengamatan

Tabel 4.10 Hasil Pengamatan Rangkaian Seri Carbon

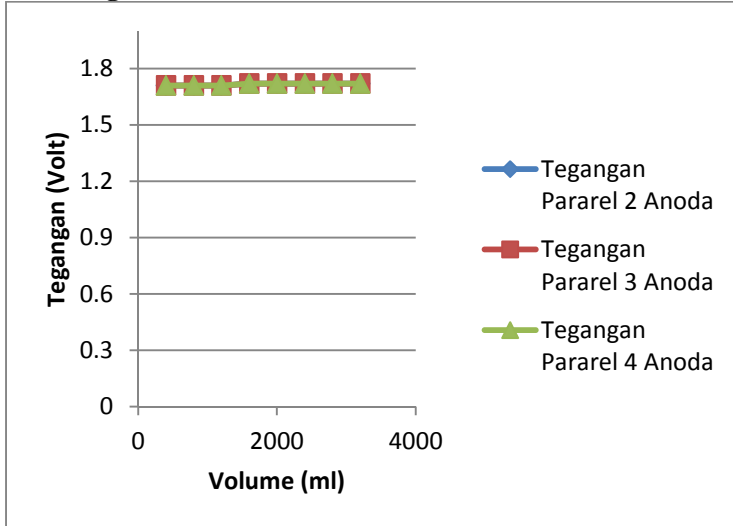
Vol (ml)	Ketinggian	Seri 2 Anoda			Seri 3 Anoda			Seri 4 Anoda		
		Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu	Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu	Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu
400	1.5	0.14	2.9	22	0.14	4.7	36	0.14	5.81	63
800	3	0.14	2.9	22	0.14	4.7	36	0.14	5.81	63
1200	4.6	0.14	2.9	22	0.14	4.7	36	0.14	5.81	63
1600	6.1	0.14	2.9	22	0.14	4.7	36	0.14	5.81	63
2000	7.6	0.14	2.9	22	0.14	4.7	36	0.14	5.81	63
2400	9	0.14	2.9	22	0.14	4.71	36	0.14	5.81	63
2800	10.7	0.14	2.9	22	0.14	4.71	36	0.14	5.81	63
3200	12.2	0.14	2.9	22	0.14	4.71	36	0.14	5.81	63

Tabel 4.11 Hasil Pengamatan Rangkaian Pararel Carbon

Vol (ml)	Ketinggian	Pararel 2 Anoda			Pararel 3 Anoda			Pararel 4 Anoda		
		Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu	Arus (A)	Teg (V)	Nyala Lampu	Arus (A)	Teg. (V)	Nyala Lampu
400	1.5	0.14	1.71	20	0.16	1.71	34	0.17	1.71	60
800	3	0.14	1.71	20	0.16	1.71	34	0.17	1.71	60
1200	4.6	0.14	1.71	20	0.16	1.71	34	0.17	1.71	60
1600	6.1	0.14	1.72	20	0.16	1.72	34	0.17	1.72	60
2000	7.6	0.14	1.72	20	0.16	1.72	34	0.17	1.72	60
2400	9	0.14	1.72	20	0.16	1.72	34	0.17	1.72	60
2800	10.7	0.14	1.72	20	0.16	1.72	34	0.17	1.72	60
3200	12.2	0.14	1.72	20	0.16	1.72	34	0.17	1.72	60

4.6.4 Analisa Grafik

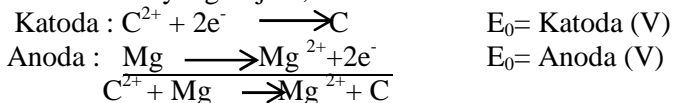
A. Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Pararel Carbon



Gambar 4.62 Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Pararel Carbon

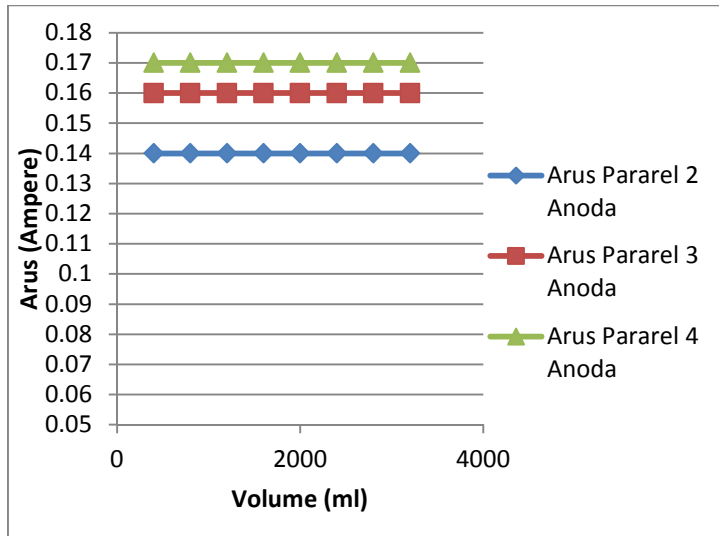
Pada gambar 4.62 pengaruh volume air laut terhadap tegangan tidak berpengaruh. Dimana grafik terbentuk secara linear. Sedangkan nilai tegangan pada masing-masing percobaan Pararel 2, 3, dan 4 tidak mengalami kenaikan seperti hukum kirchoff.

Sedangkan untuk E sel yang terjadi akibat adanya rekasi elektrokimia yang terjadi, dimana :



Dimana berdasarkan hukum redoks,
Esel = Ekatoda - Eanoda

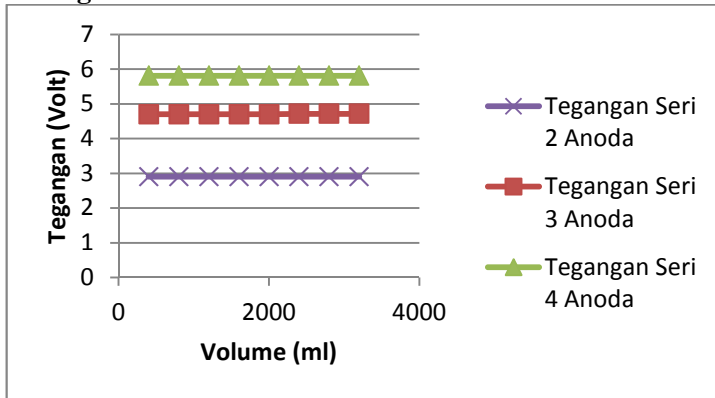
B. Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Pararel Carbon



Gambar 4.63 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Seri Carbon

Pada gambar 4.63 pengaruh volume air laut terhadap Arus tidak berpengaruh. Dimana grafik berbentuk linear sehingga seiring bertambahnya volume air laut, tetapi arus sama sekali tidak mengalami kenaikan. Sedangkan nilai arus pada masing-masing percobaan seri 2, 3, dan 4 anoda mengalami kenaikan berdasarkan hukum kirchoff dimana pada praktikum akan mengalami kenaikan sebesar 0,1-0,2 Ampere.

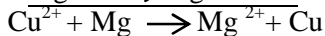
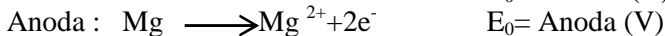
C. Hubungan Antara Volume Air dan Tegangan pada Rangkaian Seri Carbon



Gambar 4.64 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Seri Carbon

Pada gambar 4.64 pengaruh volume air laut terhadap tegangan tidak berpengaruh. Dimana grafik terbentuk secara linear. Sedangkan nilai tegangan pada masing-masing percobaan seri 2, 3, dan 4 anoda menaiki kenaikan sebesar 1,15-1,3 V

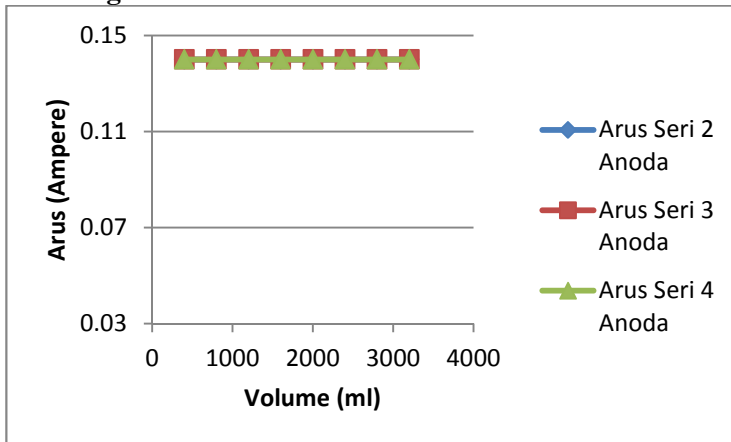
Sedangkan untuk E sel yang terjadi akibat adanya reaksi elektrokimia yang terjadi, dimana :



Dimana berdasarkan hukum redoks,

$$\text{Esel} = \text{Ekatoda} - \text{Eanoda}$$

D. Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Seri Carbon



Gambar 4.65 Hubungan Antara Volume Air dan Arus pada Rangkaian Seri Carbon

Pada gambar 4.65 pengaruh volume air laut terhadap Arus tidak berpengaruh. Dimana grafik berbentuk linear. Sedangkan nilai arus pada masing-masing percobaan seri 2, 3, dan 4 anoda tidak mengalami kenaikan berdasarkan dari hukum kirchoff.

4.7 Percobaan VI

Pada percobaan ini dilakukan percobaan menggunakan anoda carbon, dimana merupakan penghasil terbesar tegangan berdasarkan dari percobaan. Percobaan yang dilakukan adalah percobaan menentukan ketahanan nyala lampu hingga sampai mati.

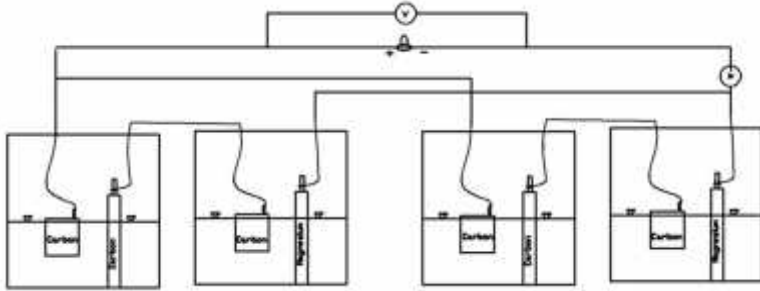
4.7.1 Langkah-langkah Pengerjaan

1. Menyiapkan peralatan sesuai dengan yang telah disebutkan (magnesium, carbon, box akrilik, kabel, lampu, Avometer)
2. Menyambungkan kabel pada carbon, dan pada magnesium

4.7.2 Langkah-Langkah Percobaan

A. Percobaan Rangkaian Seri Dengan Menggunakan Timbal

a. Menyusun alat percobaan sesuai gambar 4.66



Gambar 4.66 Rangkaian Campuran

b. Untuk percobaan dengan beban yang diukur adalah, arus, tegangan dengan menggunakan voltmeter dan tingi air laut dalam box serta indikator bahwa lampu menyala atau tidak

c. Air laut pada box ditetapkan sebanyak 3000 ml

4.7.3 Hasil Pengamatan

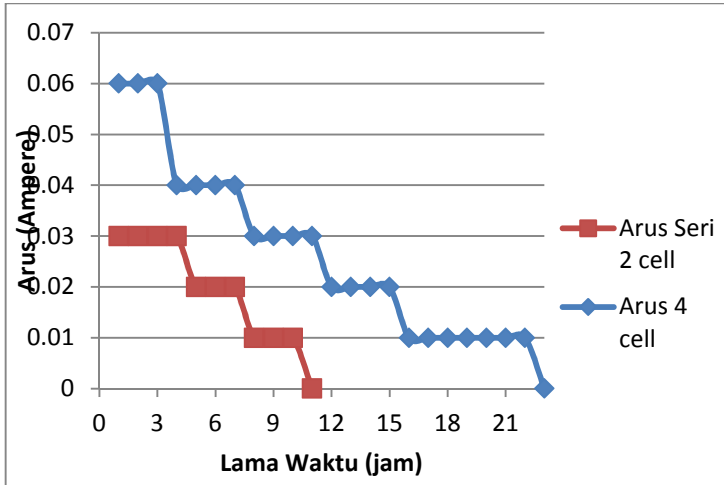
Tabel 4.12 Hasil Pengamatan pada percobaan V

Lama Waktu (jam)	Seri 2 Cell			4 Cell (2 cell seri yang dipararel)		
	Nyala Lampu	Arus (A)	Teg (v)	Nyala Lampu	Arus (A)	Teg. (v)
1	Hidup	0.03	3.18	hidup	0.06	3.18
2	Hidup	0.03	3.18	hidup	0.06	3.18
3	Hidup	0.03	3.18	hidup	0.06	3.18
4	Hidup	0.03	3.18	hidup	0.04	2.98

5	Hidup	0.02	2.97	hidup	0.04	2.98
6	Hidup	0.02	2.97	hidup	0.04	2.98
7	Hidup	0.02	2.97	hidup	0.04	2.98
8	Hidup	0.01	2.6	hidup	0.03	2.9
9	Hidup	0.01	2.6	hidup	0.03	2.9
10	Hidup	0.01	2.6	hidup	0.03	2.9
11	mati	0	2.2	hidup	0.03	2.9
12	-	-	-	hidup	0.02	2.8
13	-	-	-	hidup	0.02	2.8
14	-	-	-	hidup	0.02	2.8
15	-	-	-	hidup	0.02	2.8
16	-	-	-	hidup	0.01	2.7
17	-	-	-	hidup	0.01	2.7
18	-	-	-	hidup	0.01	2.7
19	-	-	-	hidup	0.01	2.7
20	-	-	-	hidup	0.01	2.7
21	-	-	-	hidup	0.01	2.7
22	-	-	-	hidup	0.01	2.7
23	-	-	-	mati	0	2.3

4.7.4 Analisa Grafik

A. Hubungan Lama Waktu Lampu Menyala dan Besar Arus pada Percobaan VI

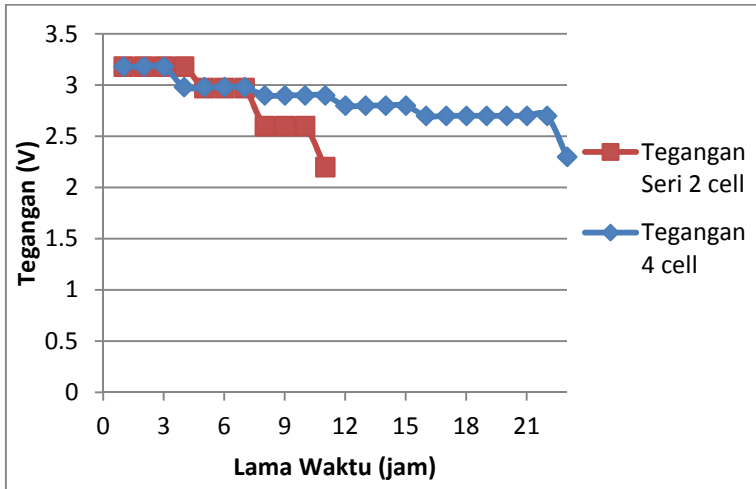


Gambar 4.67 Hubungan Lama Waktu Lampu Menyala dan Besar Arus pada Percobaan VI

Pada gambar 4.67 dapat diketahui bahwa seiring bertambahnya waktu, besar arus mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh turunnya nilai tegangan pada *prototype* serta menurunnya kadar garam pada air laut. Hal tersebut dibuktikan ketika mencoba menghitung nilai arus pada air tawar, maka arus yang timbul akan sebesar 0 Ampere.

Selain itu pada percobaan diatas membuktikan bahwa dengan menambah jumlah cell pada beban yang sama akan menambah lama waktu suatu lampu akan menyala sebesar 2 kali lipat dari waktu awal.

B. Hubungan Lama Waktu Lampu Menyala dan Besar Tegangan pada Percobaan VI



Gambar 4.68 Hubungan Lama Waktu Lampu Menyala dan Besar Tegangan pada Percobaan VI

Pada gambar 4.68 dapat diambil kesimpulan bahwa seiring bertambahnya waktu, tegangan akan mulai menurun. Sehingga hubungan antara tegangan dan waktu adalah berbanding terbalik.

Sedangkan pada saat lampu mati, masih terdapat adanya tegangan sebesar 2.2 V. Hal ini disebabkan masih adanya energy potensial sel yang bekerja.

Ketika jumlah sel anoda ditambah, lama tegangan turun menuju titik terbawah juga menjadi lebih lama.

4.8 Pembahasan

1. Penyebab Perbedaan Nilai Tegangan Tiap Katoda yang Berbeda

Perbedaan nilai tegangan tiap katoda diakibatkan oleh nilai E sel yang tercipta berbeda. E sel merupakan E hasil dari reaksi antara Ekatoda dan Eanoda. Dimana biasanya dirumuskan dengan rumus

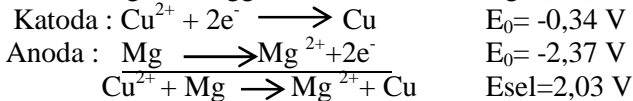
$$E_{\text{sel}} = E_{\text{katoda}} - E_{\text{anoda}}$$

Nilai E tiap-tiap unsur akan memiliki nilai masing-masing berdasarkan sifat bawaan yang dimiliki. Hal ini berdasarkan pada hukum Redoks dalam elektrokimia.

Berikut nilai E tiap-tiap unsur yang digunakan saat penelitian. $E_0 \text{ Cu} = -0,34 \text{ V}$ (Tembaga), $E_0 \text{ Mg} = -2,37 \text{ V}$ (Magnesium), $E_0 \text{ Pb} = -0,14 \text{ V}$ (Timbal), $E_0 \text{ C} = -0,08 \text{ V}$ (Carbon).

Maka untuk menentukan nilai E sel yaitu :

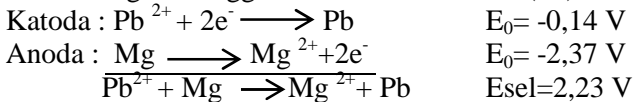
- Dengan menggunakan katoda tembaga (Cu) :



Dimana berdasarkan hukum redoks,

$$\begin{aligned} E_{\text{sel}} &= E_{\text{katoda}} - E_{\text{anoda}} \\ &= -0,14 - (-2,37) \\ &= 2,03 \text{ V} \end{aligned}$$

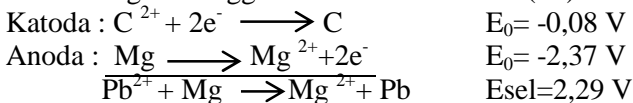
- Dengan menggunakan katoda Timbal (Pb) :



Dimana berdasarkan hukum redoks,

$$\begin{aligned} E_{\text{sel}} &= E_{\text{katoda}} - E_{\text{anoda}} \\ &= -0,14 - (-2,37) \\ &= 2,23 \text{ V} \end{aligned}$$

- Dengan menggunakan katoda Timbal (Pb) :



Dimana berdasarkan hukum redoks,
 Esel = Ekatoda – Eanoda
 = $-0,08 - (-2,37)$
 = $2,29 \text{ V}$

Sehingga carbonlah yang akan menghasilkan tegangan terbesar diantara katoda lain yang digunakan. Hal tersebut terbukti pada penelitian dimana dimana nilai terbesar adalah $1,9 \text{ V}$

Tabel 4.13 Perbandingan tegangan antara perhitungan dan praktikum

Anoda	Tegangan (Perhitungan)	Tegangan (Praktikum)	Efisiensi
Cu-Tembaga (50 lilitan)	2.03	1.43	70.44 %
Cu-Tembaga (150 lilitan)	2.03	1.49	73.40 %
Cu-Tembaga (200 lilitan)	2.03	1.52	74.88 %
Cu-Tembaga (250 lilitan)	2.03	1.56	76.85 %
Cu-Tembaga (250 lilitan)	2.03	1.62	79.80 %
Cu-Tembaga (Copper)	2.03	1.69	83.25 %
Pb-Timbal	2.23	1.07	47.98 %
C-Carbon	2.29	1.92	83.84 %

Dimana Perhitungan efisiensi = $\frac{\text{tegangan (praktikum)}}{\text{tegangan (perhitungan)}} \times 100\%$

Contoh : $\frac{1,43}{2,03} \times 100\% = 70,44\%$

4.9 Pengaplikasian Pada Kapal Nelayan

Dalam pengaplikasian untuk *prototype* ini, diaplikasikan di kapal nelayan 60 GT dimana hanya menyuplai *navigation deck*.

Berikut data kebutuhan listrik kapal pada *navigation deck*.

Tabel 4.14 Data kebutuhan listrik pada kapal

KAPAL LATIH PANGKAH 60 GT ELECTRIC POWER BALANCE CALCULATION DC								
No	Apparatus	Jml	Load		Demand 74actor % consumption power (watt)			
			Inp (W)	Out (W)	Berlabuh		Berlayar	
					Cont (W)	Intermitten (watt)	Cont (W)	Intermitten (W)
	Gen. Light							
1	Lamp. Emergency	6	14	14		84		84
	Nav. Light							
2	Stern light	1	100	100		100	100	
3	Mast light	2	25	25		50	50	
4	Side light	2	25	25		50	50	
5	Anch. Light	1	25	25		25		25
	Total					309	200	109

4.9.1 Kebutuhan Jumlah Sel Magnesium

1 cell = 1,9V 2A

maka 24 v terdiri dari

$$= 24 / 1,9$$

$$13 \text{ cell} = 13 \times 1,9 = 24,7 \text{ V}$$

maka 13 cell = 24,7 v 2A = 49.4 W

untuk membutuhkan power sebesar 309 Wh untuk tiap jamnya

$$= 309 / 49,4$$

$$= 6.255060729$$

maka ada 7 yang dipararel

1 block = 13 cell = 49.4 W

7 block = 7 x 13 cell = 49.4 x 7 = 345.8 W

maka untuk 11 jam membutuhkan daya sebesar

$$= 309 \text{ W} \times 11 \text{ hour}$$

$$= 3399 \text{ Wh}$$

maka untuk menghitung jumlah blok yang dibutuhkan

$$= 3399 / 49,4$$

$$= 69$$

terdapat 69 blok

$$= 69 \times 49,4$$

$$= 3408,6 \text{ Wh}$$

Sedangkan untuk suplai arusnya adalah

$$= 3408,6 / 24$$

$$= 142,05 \text{ Ah} \quad \text{selama 11 jam}$$

maka untuk satu jamnya

$$= 142,05 / 11$$

$$= 12,91 \text{ Ah} \quad \text{setiap 1 jam}$$

4.9.2 Perhitungan Dimensi

$$1 \text{ cell} = p \times l \times t \\ = 10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$

untuk 1 block pertama

$$13 \text{ cell} = 13 \times 10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$

$$13 \text{ cell} = 130 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$

maka untuk 13 cell memiliki panjang 130 cm
sedangkan untuk lebar dengan 35 block

$$35 \text{ block} = 130 \text{ cm} \times (35 \times 5 \text{ cm}) \times 20 \text{ cm}$$

$$35 \text{ block} = 130 \text{ cm} \times 175 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$

4.9.3 Perhitungan Berat

Dimensi Prototype 10 cm x 5 cm x 20 cm

Dimensi yang akan diisi oleh air adalah 10 cm x 5 cm x 15 cm

maka volumenya 750 cm^3

$$= 0.75 \text{ liter}$$

Dimana massa = massa jenis x volume

$$\text{massa} = 1,025 \times 0,75$$

$$\text{massa} = 0.76875$$

$$\text{massa} = 0.77 \text{ kg} \quad \text{tiap cell}$$

maka berat keseluruhan adalah

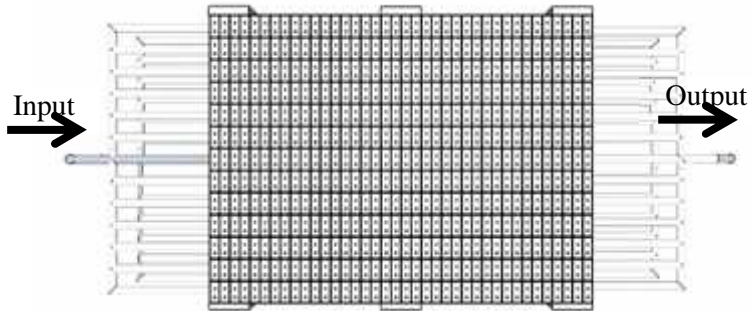
$$= 0.77 \times 69 \times 13$$

$$= 690.69 \text{ Kg}$$

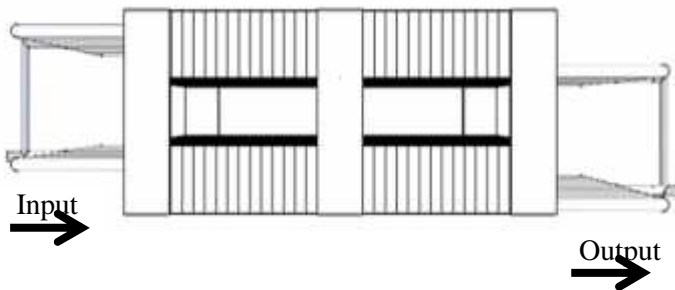
dimana massa jenis air laut

$$1,025 \text{ kg/liter}$$

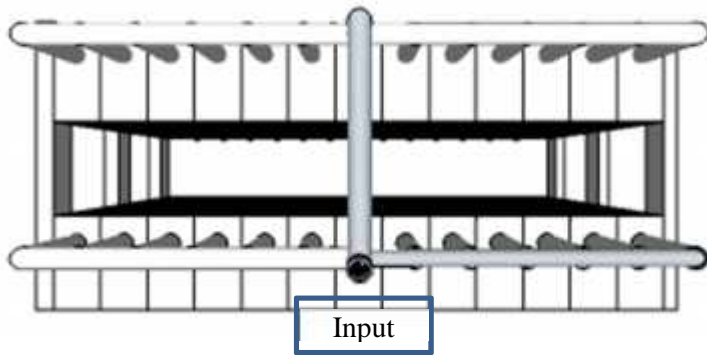
4.9.4 Desain dan Penempatan *Prototype*



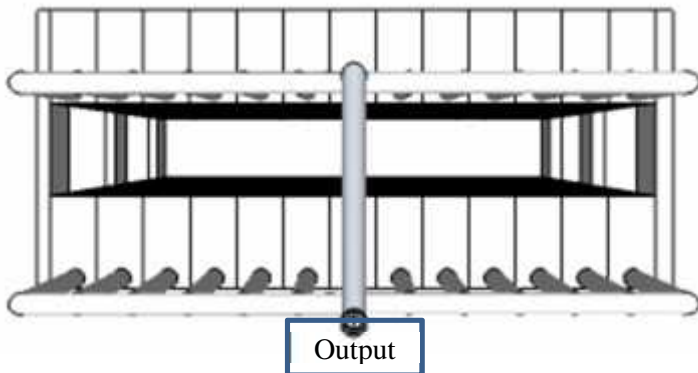
Gambar 4.69 Pandangan atas *prototype*



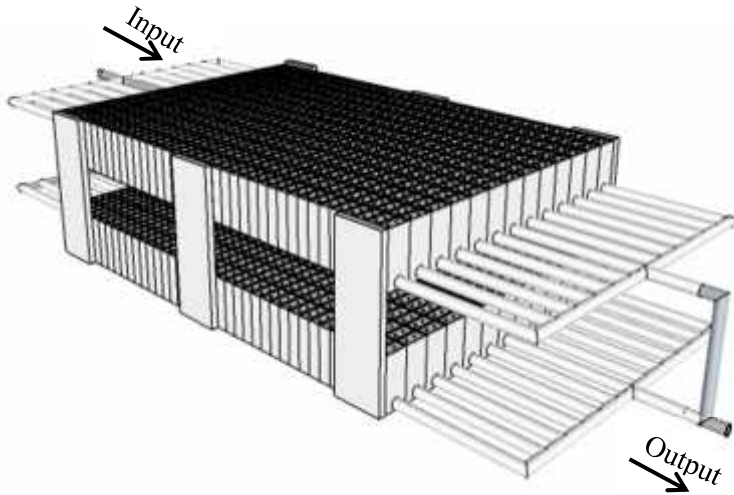
Gambar 4.70 Pandangan Samping *prototype*



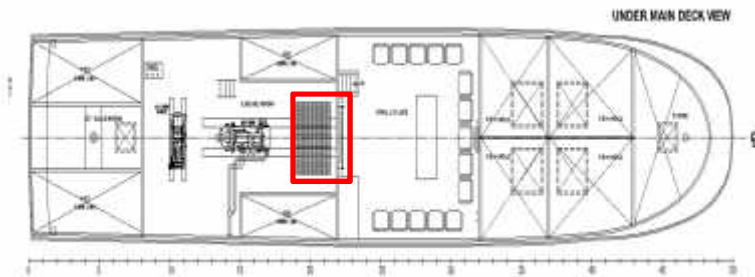
Gambar 4. 71 Sisi input air laut pada *prototype*



Gambar 4. 72 Sisi drain air laut pada *prototype*



Gambar 4. 73 Pandangan proporsional *prototype*



Gambar 4. 74 Peletakan alat pada *engine room*

4.10 Analisa Ekonomi

Biaya Investasi Mg Battery

Mg Anoda 897 batang x Rp 15000	= Rp13,455,000.00
Carbon	= Rp450,000.00
Wadah Akrilik	= Rp650,000.00
Kabel-Kabel	= Rp150,000.00
Pipa-Pipa	= Rp330,000.00
Total Kebutuhan	= Rp15,035,000.00

Dimana daya tahan anoda 10.000 jam

Biaya Battery

1 buah battery	=\$810
(www.alibaba.com)	=Rp10,935,000.00

Sedangkan untuk pengisian selama 10000 bulan

Biaya per Kwh	= Rp2,500.00 /kwh
Total Kebutuhan	= 3.5 kwh
Maka biaya perharinya adalah	= Rp 8,750.00
Maka biaya perbulannya adalah	= Rp262,500.00
Maka untuk 30 bulan	= Rp7,875,000.00

Total Biaya Keseluruhan	=Biaya Battery+Biaya Pengisian
	=Rp 10.935.999,00 +
	Rp7.875.000,00
	= Rp18,810,000.00

Maka penghematan biaya adalah sebesar

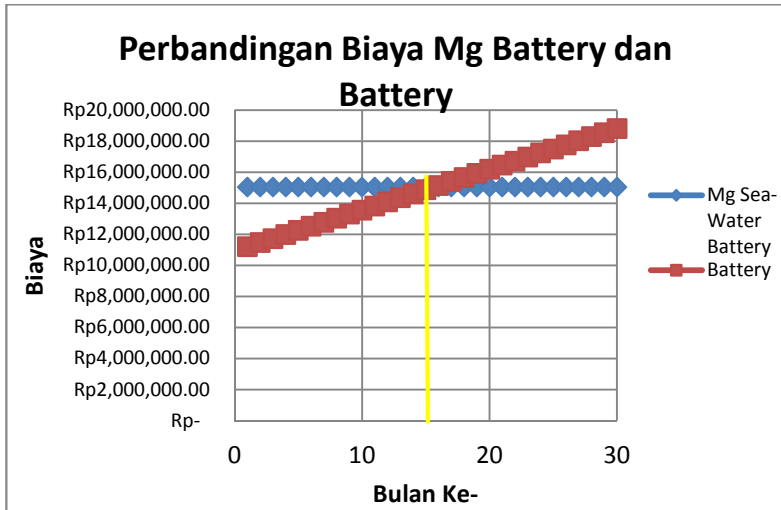
=Baya Battery Konvensional- Biaya Mg Battery
=Rp 18.810.000,00-Rp15.035.000,00
=Rp3,775,000.00 selama 2 tahun

Untuk itu perincian tiap bulannya disajikan pada table 4.15.

Tabel 4.15 Tabel Perbandingan Biaya antara Mg Sea-battery dan Battery

Bulan ke-	Mg Water-Sea Battery		Keterangan	Battery		Keterangan
	Kebutuhan	Total Biaya		Kebutuhan	Total Biaya	
1	Rp 15,035,000.00	Rp 15,035,000.00	Biaya Prototype	Rp 11,197,500.00	Rp 11,197,500.00	Biaya Battery +pengisian
2		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 11,460,000.00	Biaya Pengisian
3		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 11,722,500.00	Biaya Pengisian
4		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 11,985,000.00	Biaya Pengisian
5		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 12,247,500.00	Biaya Pengisian
6		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 12,510,000.00	Biaya Pengisian
7		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 12,772,500.00	Biaya Pengisian
8		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 13,035,000.00	Biaya Pengisian
9		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 13,297,500.00	Biaya Pengisian
10		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 13,560,000.00	Biaya Pengisian
11		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 13,822,500.00	Biaya Pengisian
12		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 14,085,000.00	Biaya Pengisian
13		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 14,347,500.00	Biaya Pengisian

14		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 14,610,000.00	Biaya Pengisian
15		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 14,872,500.00	Biaya Pengisian
16		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 15,135,000.00	Biaya Pengisian
17		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 15,397,500.00	Biaya Pengisian
18		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 15,660,000.00	Biaya Pengisian
19		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 15,922,500.00	Biaya Pengisian
20		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 16,185,000.00	Biaya Pengisian
21		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 16,447,500.00	Biaya Pengisian
22		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 16,710,000.00	Biaya Pengisian
23		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 16,972,500.00	Biaya Pengisian
24		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 17,235,000.00	Biaya Pengisian
25		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 17,497,500.00	Biaya Pengisian
26		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 17,760,000.00	Biaya Pengisian
27		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 18,022,500.00	Biaya Pengisian
28		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 18,285,000.00	Biaya Pengisian
29		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 18,547,500.00	Biaya Pengisian
30		Rp 15,035,000.00		Rp 262,500.00	Rp 18,810,000.00	Biaya Pengisian



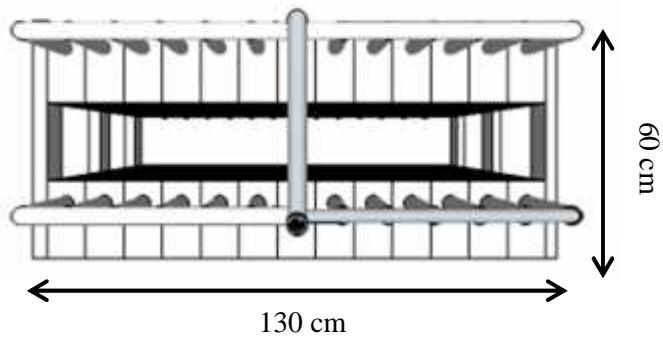
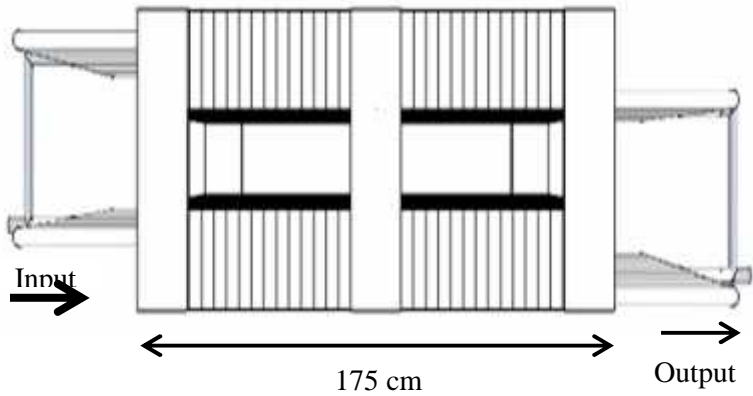
Gambar 4.75 Perbandingan biaya Mg battery dan battery

Berdasarkan gambar 4.75 dapat diketahui bahwa pada bulan ke 15 penggunaan battery magnesium akan menyamai biaya dari penggunaan battery biasa yang harus mengisi ulang batterynya. Untuk itu mulai bulan ke-16 penggunaan Mg battery akan mengalami keuntungan.

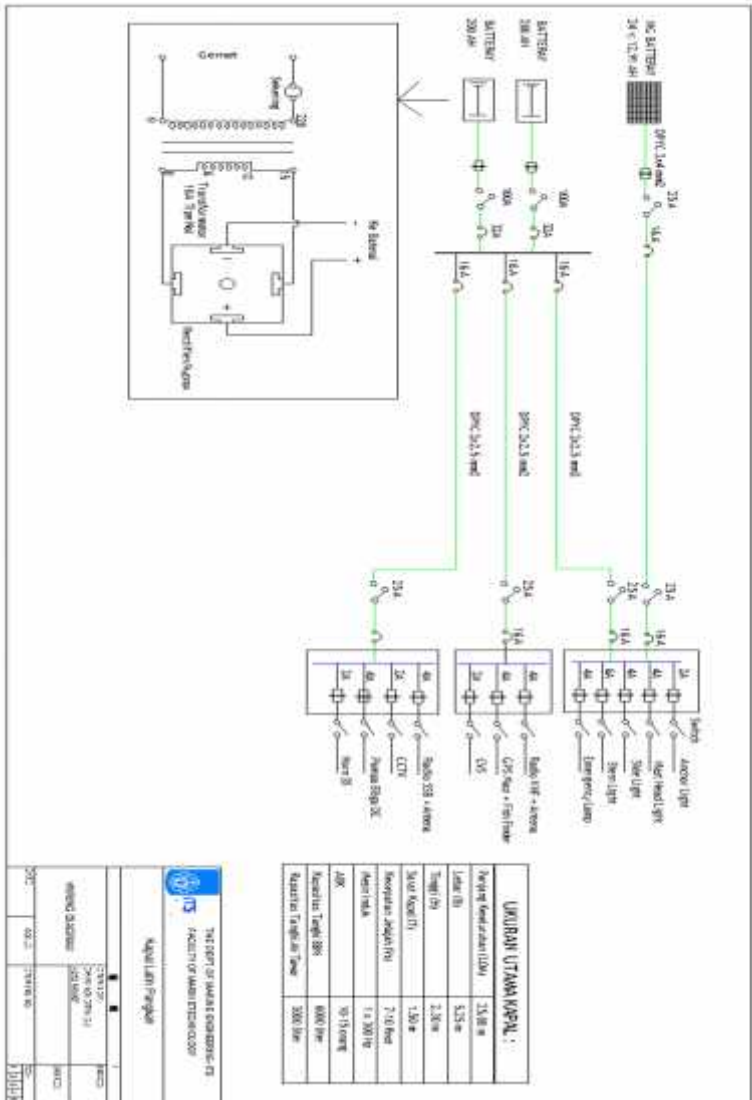
“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN

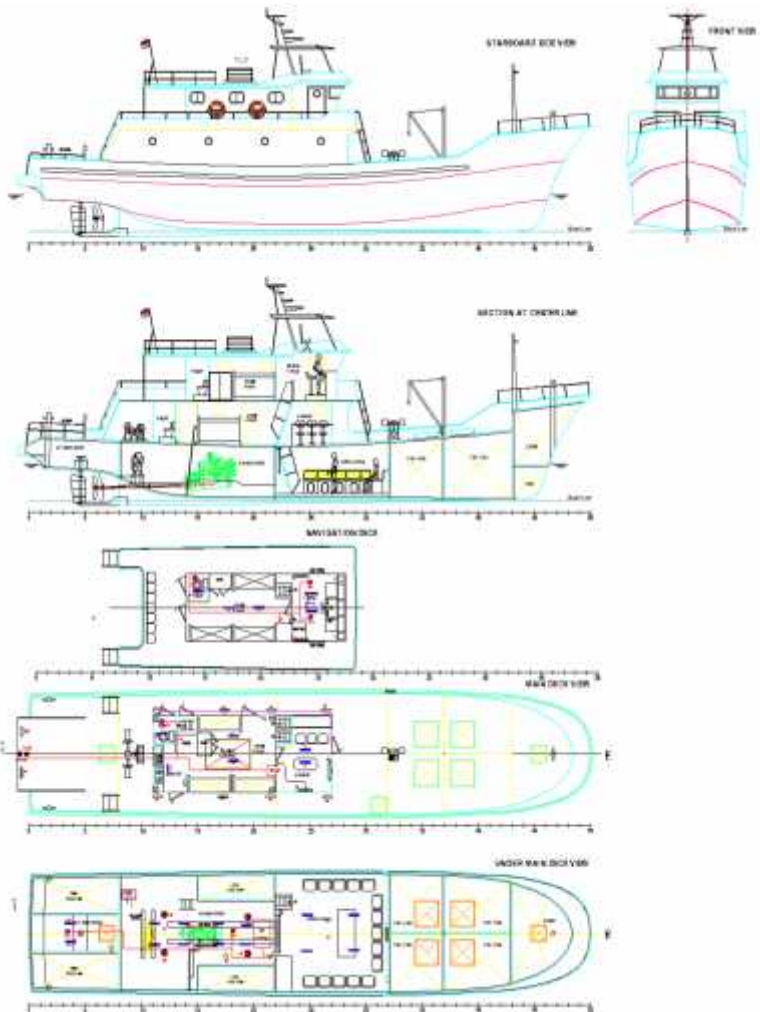
Lampiran 1 Dimensi Prototype



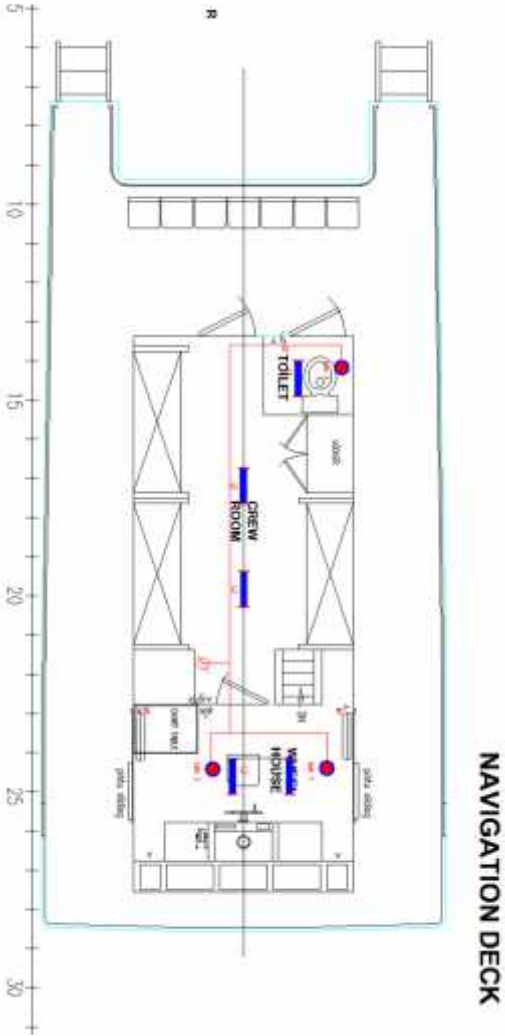
Lampiran 2 Wiring Diagram



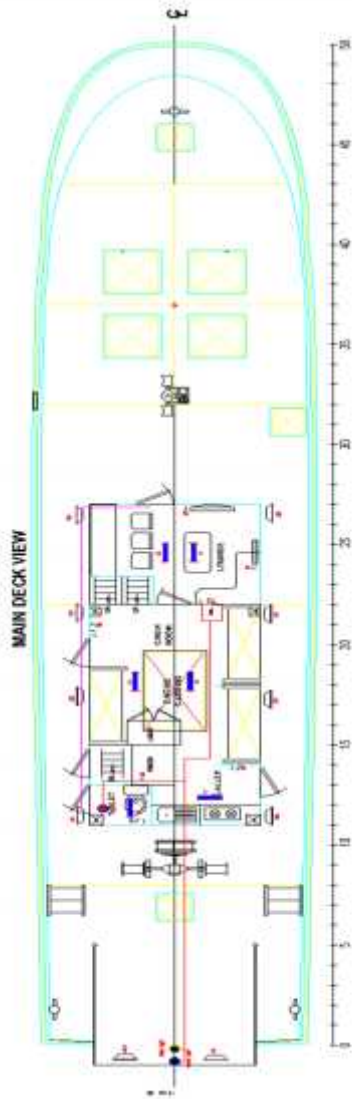
Lampiran 3 One Line Diagram



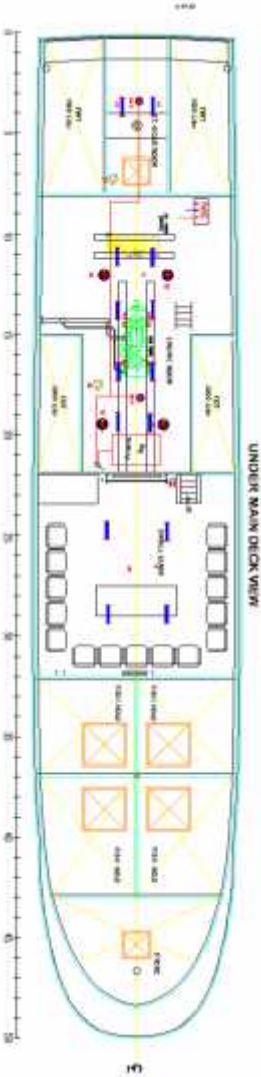
Lampiran 4 One Line Diagram Navigation Deck



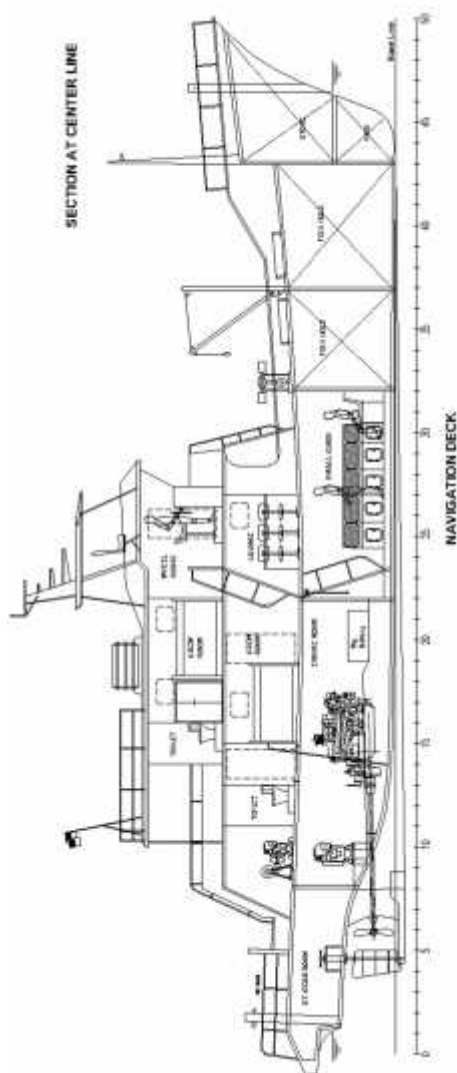
Lampiran 5 One Line Diagram Main Deck



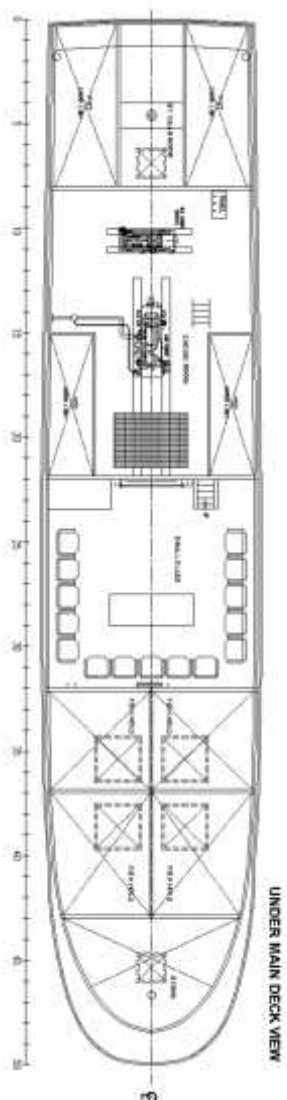
Lampiran 6 One Line Diagram Under Main Deck



Lampiran 7 Peletakan MG Battery di Kapal



Lampiran 8 Peletakan Mg Battery di Kapal



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, kesimpulan yang bisa didapat adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengcover *lighting* di *navigation deck* selama 11 jam memerlukan sebanyak 69 blok *cell* yang dipararelkan, dimana setiap blok *cell* terdiri dari 13 *cell* yang diserikan serta mengkonsumsi daya sebesar 3408,6 Wh. Dimensi *prototype* untuk yang direncanakan adalah sebesar 130 cm x 175 cm x 20 cm. Berat *prototype* ditambah air laut adalah 690,69 Kg.
2. Pada percobaan lampu (beban) akan menyala hanya dengan menggunakan katoda timbal dan Karbon. Namun katoda terbaik adalah dengan menggunakan karbon, dimana memiliki nilai tegangan 1,92 V dan arus sebesar 2A dengan menggunakan hambatan dalam, serta efisiensi sebesar 83,84 %.
3. Volume air laut tidak berpengaruh terhadap besarnya tegangan dan arus, hal tersebut bisa dilihat pada hasil praktikum dimana tegangan dan arus bernilai konstan. Dimana pada percobaan Mg-C tegangan tetap sebesar 1.92 V dan arus tetap sebesar 2 A.

5.2 Saran

Saran yang bisa diberikan adalah sebagai berikut :

1. Untuk *prototype* disarankan menggunakan sistem kendali otomatis dalam mengisi dan membuang air laut yang digunakan sebagai larutan elektrolit.
2. Menggunakan magnesium alloy sebagai anoda, dimana telah dicampur dengan unsur anti karat sehingga dapat tahan lebih lama daripada menggunakan unsur magnesium biasa.
3. Bahan *prototype* harus terbuat dari bahan yang anti karat.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Anoname. 2015.*Seawater*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Seawater> (diakses tanggal 27-10-2015)
- Kaisheva, Anastassia. 2005. *Metal-Air Batteries: Research, Development, Application*. Proceedings of the International Workshop “Portable and Emergency Energy Sources – from Materials to Systems” 16 – 22 Sept. 2005, Primorsko, Bulgaria
- Koontz, Ralph F. dkk. 2002.*Magnesium Water Activated Batteries*.
<http://chemecar.wikispaces.asu.edu/file/view/water-activated%20battery.pdf> (diakses tanggal 06-10-2015)
- Messina, John.2010. *Magnesium Alternatife Power Source*.
<http://phys.org/news/2010-04-magnesium-alternative-power-source.html> (diakses tanggal 06-10-2015)
- Tadashi, Ishikawa. 2015. *Aqua Power Systems Inc. Signs Agreement to Purchase Magnesium Air Fuel Cell Company Aqua Power System Japan*.
<http://aquapowersystems.com/aqua-power-systems-signs-agreement-purchase-magnesium-air-fuel-cell-company-aqua-power-system-japan/> (diakses tanggal 06-10-2015)
- Yabe,Takashi dkk. 2014. *Renewable Energy Cycle with Magnesium and Solar Energy-Pumped Laser*.
International Conference on Renewable Energy and Power Quality (ICREPQ'14) Cordoba-Spain
- Wang, Nai guang ,dkk. 2014. *Research progress of magnesium anodes and their applications in chemical power sources*.Changsa : Central South University, China.
- Zhang,Tianran, dkk. 2014. *Magnesium–air batteries: from principle to application*.
http://www.researchgate.net/publication/271382570_Magnesium-air_batteries_From_principle_to_application (diakses tanggal 13-10-2015)

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jember 18 Nopember 1994, merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara dari pasangan Sugito Utomo dan Dwi Ari Kristin. Selama ini penulis telah menjalani pendidikan formal di TK Dharmawanita Darungan-Tanggul, SDN Darungan 1 Tanggul, SMPN 3 Tanggul dan SMAN 2 Tanggul Pada tahun 2012, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS dengan NRP 4212100037 melalui jalur SNMPTN undangan. Di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, penulis mengambil bidang *Marine Electrical and Automation System* (MEAS). Selama menjalani kuliah di ITS, penulis aktif dalam organisasi sebagai staff Departemen Riset dan Teknologi HIMASISKAL (2013-2014), Wakil Ketua *Marine Technology and Innovation Club* (METIC) (2013-2014), Klub Keilmiahan ITS (2013-2014), *Social Development* ITS (2013-2014), Ketua tim *Roboboat* ITS (2014-2015) dan staff *Technology Application Development* Karya Salemba Empat (KSE)-ITS (2015-2016) serta Tim Pemandu LKMM FTK ITS (2013-2015). Tak hanya didalam kampus penulis juga aktif dalam kegiatan kemasyarakatan diluar kampus sebagai Ketua Beasiswa Anak Desa Prestatif (2012-2013), Jember Menginspirasi (2015), dan *Jember Youth Social Movement* (2016). Tak hanya itu penulis juga memiliki prestasi-prestasi seperti Finalis Kontes Kapal Cepat Tak Berawak Nasional (2013), Juara III Uinnovation Festifal di UI (2014), *Best Design* di Kontes Kapal Cepat Tak Berawak Nasional (2014), Juara III Deconbotion RC *Boat Competition* Undip (2015), Finalis *Young Entrepreneurship Spirit Competition* by OCBC Bank (2015) dan 2 Progam Kreatifitas Mahasiswa (PKM) Karsa Cipta serta 1 PKM Gagasan Tertulis di danai (2015).

Dwiki Novditya Bagaskara Utama-T.Sistem Perkapalan-FTK-ITS
Email : dwikinovditya@gmail.com