

## PENGOPTIMALAN SEL ELEKTRODA (*MAGNESIUM AIR BATTERY*) PADA LAMPU EMERGENCY SEBAGAI SOLUSI ENERGI ALTERNATIF

<sup>1</sup> Diah Aryati Puji Lestari, <sup>2</sup> Derman

Fakultas Teknik, Universitas Semarang, Jl. Soekarno Hatta Semarang

<sup>1</sup> [diahlestari@usm.ac.id](mailto:diahlestari@usm.ac.id), <sup>2</sup> [derman@usm.ac.id](mailto:derman@usm.ac.id)

### ABSTRAK

Pemerintah telah mulai melaksanakan pemadaman bergilir, dengan adanya pemadaman bergilir masyarakat menggunakan lilin untuk penerangan. Tetapi lilin kurang efektif digunakan karena lilin terbuat dari bahan parafin, dimana parafin merupakan senyawa hidrokarbon dan senyawa alkana. Lilin parafin yang kebanyakan digunakan masyarakat pada jaman sekarang ini merupakan zat yang terbuat dari hasil penyulingan minyak bumi, pada jaman sekarang ini juga dapat diperoleh dari hasil sintesis.

Selain adanya pemadaman bergilir dan pengurangan penggunaan lilin. Ada hal lain yang mendorong adanya inovasi yaitu sebagian besar kebutuhan listrik menggunakan sumber energi minyak bumi. Sebagian besar kebutuhan listrik menggunakan sumber energi minyak bumi. Cadangan minyak bumi semakin menipis, sehingga harga bahan bakar minyak mengalami kenaikan. Untuk menghemat listrik dan minyak bumi diperlukan penggunaan lampu emergency. Lampu emergency memiliki daya listrik yang cukup lama, ia akan tetap menyala hingga lima jam. Pada penelitian ini dihasilkan pengoptimalan sel elektroda (*magnesium air battery*) pada lampu emergency paling besar didapatkan jika sel elektroda tersebut disusun secara seri sebanyak 4 sel yang menghasilkan tegangan dan arus listrik paling besar. Tegangan dan arus listrik masing-masing yang dihasilkan sel elektroda 4 sel ini adalah 3,982 volt dan 0,02667 ampere.

**Kata Kunci : Lampu Emergency, Sel Elektroda, Magnesium Air Battery**

### 1. PENDAHULUAN

Pemerintah telah mulai melaksanakan pemadaman bergilir, dengan adanya pemadaman bergilir masyarakat menggunakan lilin untuk penerangan. Tetapi lilin kurang efektif digunakan karena lilin terbuat dari bahan parafin, dimana parafin merupakan senyawa hidrokarbon dan senyawa alkana. Lilin parafin yang kebanyakan digunakan masyarakat pada jaman sekarang ini merupakan zat yang terbuat dari hasil penyulingan minyak bumi, pada jaman sekarang ini juga dapat diperoleh dari hasil sintesis.

Bahan tersebut dapat menyebabkan gangguan pernafasan, parafin sebagai bahan baku pembuatan lilin dapat memperburuk penyakit asma dan juga asap dari pembakaran parafin tersebut dapat mengakibatkan iritasi atau infeksi di dalam saluran pernafasan. Lilin juga dapat mengakibatkan sakit kepala dikarenakan

mengandung bahan-bahan kimia seperti toluena maupun benzene.

Kebanyakan menghirup asap dari lilin mengakibatkan terbentuknya tumor ginjal dan terbentuknya kanker yang disebabkan oleh asap pembakaran lilin tersebut seperti kita menghirup asap kendaraan. Lilin juga dapat menyebabkan kebakaran jika terjatuh terkena kayu atau kertas. Dan berbahaya jika dibuat mainan anak-anak (Sulistyono, 2015).

Selain adanya pemadaman bergilir dan pengurangan penggunaan lilin. Ada hal lain yang mendorong adanya inovasi yaitu Sebagian besar kebutuhan listrik menggunakan sumber energi minyak bumi. Sebagian besar kebutuhan listrik menggunakan sumber energi minyak bumi. Cadangan minyak bumi semakin menipis, sehingga harga bahan bakar minyak mengalami kenaikan. Untuk menghemat

listrik dan minyak bumi diperlukan penggunaan lampu emergency. Lampu *emergency* memiliki daya listrik yang cukup lama, ia akan tetap menyala hingga lima jam (Yani,2015).

Namun, pengguna perlu mengisi daya lampu ini selama 12-15 jam sebelum digunakan (Lydiana,2018). Lampu emergency yang beredar dipasaran masih membutuhkan tenaga listrik dan discharge dulu ke listrik sebelum digunakan. Hal inilah yang menjadikan bukti, bahwa masih ada ruang untuk melakukan inovasi. Produk lampu emergency yang diusung pada Penelitian ini, berbeda dengan lampu emergency yang lainnya.

Lampu emergency yang diusulkan pada proposal ini menggunakan bahan dasar grafit dan magnesium dengan menggunakan media air. Air yang selama ini dapat mematikan lampu kini air dapat menghidupkan lampu. Pembuatan lampu emergency dibutuhkan sel elektroda yang mana bila direaksikan dengan air dapat menghasilkan listrik. Dengan adanya inovasi lampu ini dapat menghemat listrik dan dapat membantu program pemerintah yaitu pemadaman bergilir untuk menghemat tenaga listrik. Lampu ini dapat hidup tanpa adanya listrik.

Sel elektroda yang dibutuhkan untuk bereaksi dengan air yaitu bagian anoda dan katoda. Apabila saat bereaksi dengan air dibutuhkan pereaksi yang nantinya sebagai kutub positif (anoda) pada sel elektroda baterai. Pada katoda yang digunakan yaitu menggunakan magnesium. Magnesium adalah logam dapat terkikis oleh air. Proses terkikisnya logam magnesium karena bereaksi dengan anoda, sehingga dalam penelitian ini berjudul Pengoptimalan Sel Elektroda pada Lampu Emergency sebagai Solusi Energi Alternatif.

Sel elektroda lampu emergency ini merupakan bisnis yang prospektif untuk jangka panjang masa depan. Hal ini karena dunia sedang berada pada masa-masa krisis energi. Sehingga upaya penghematan energi

menjadi sasaran utama di masyarakat. Upaya hemat energi salah satunya adalah pada penggunaan lampu dengan menggunakan sumber energi lain, karena lampu merupakan beban terbesar dari beban energi fosil.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Alumunium Air Battery**

Baterai logam udara mempunyai tiga komponen utama, pertama yaitu anoda yang berupa bahan logam. Kedua adalah elektrolit, dimana elektrolit yang paling umum adalah KOH. Sementara yang ketiga adalah katoda yang berupa karbon berpori (Vincenzo dkk, 2014), Walaupun begitu, pada beberapa jenis baterai logam udara ada yang menambahkan suatu komponen tambahan yaitu bahan pemisah di dalam sistem baterai logam udara tersebut (Jang dkk, 2011). Baterai aluminium udara memiliki energi spesifik yang jauh lebih tinggi daripada baterai biasa. Daya tariknya terletak pada sumber zat pengoksidasi. Untuk reaksi pada katoda (elektroda positif) oksigen ( $O_2$ ) diambil dari lingkungan bukan dari dalam baterai.

### **2.2 Conductive polymer**

Polimer konduktif merupakan polimer yang dapat menghantarkan arus listrik seperti halnya logam. Polimer yang dalam keadaan normal tidak bersifat konduktif dapat ditingkatkan konduktivitasnya dengan memberikan penambahan pembawa muatan. Kemampuan polimer ini mengantarkan listrik terjadi karena adanya elektron ikatan terdelokalisasi yaitu kecenderungan elektron terluar untuk berpindah dari suatu tingkatan ke tingkatan energi lainnya. Salah satu polimer konduktif yang banyak dikembangkan saat ini adalah polianilin atau dapat disingkat dengan PANi (Maddu dkk, 2008).

### **2.3 Karbon Active**

Karbon aktif merupakan ruang (porosity) yang diselubungi oleh senyawa karbon (Marsh dan Rodriguez-Renioso, 2006). Karbon aktif juga dapat didefinisikan

sebagai senyawa karbon amorf yang memiliki porositas serta luas area yang tinggi, antara 500-2.000m<sup>2</sup>/g (Bansal dan Goyal, 2005).

#### 2.4 Lampu Emergency

Emergency light merupakan suatu alat dimana alat ini berupa lampu darurat yang akan berfungsi apabila sedang tidak ada aliran listrik atau secara umum disebut listrik padam (Mediastika, 2013). Alat ini akan berfungsi secara otomatis dalam keadaan mati lampu.

#### 2.5 Plat Pengumpulan Arus

Satu *cell* elektroda mempunyai dua plat pengumpul arus yang dipasang pada ujung-ujung kutubnya sehingga membentuk *cell* utuh. Plat ini terbuat dari bahan ringan, kuat, dan penghantar elektron. Biasanya menggunakan logam seng dan logam tembaga. Menurut (Satria 2015) satu *cell* elektroda dengan menggunakan plat seng dan plat tembaga dengan media tanah merah dapat menghasilkan tegangan 0,98 volt. *Cell* elektroda tersebut mampu menghasilkan energi listrik mandiri dengan siraman air biasa, yang memiliki kandungan padat terlarut yang tinggi.

Plat pengumpul arus memiliki 3 jenis yaitu berbentuk logam batang pejal, logam pipa, dan logam plat. Ketiga jenis tersebut memiliki keuntungan dan kekurangannya, logam dengan bentuk pipa dan pejal dapat menghasilkan tegangan yang kurang stabil namun besar arus yang dihasilkan stabil. Sedangkan logam yang berbentuk plat, dapat menghasilkan tegangan yang tinggi stabil, namun arus yang dihasilkan tidak stabil. Arus yang stabil dapat digunakan cara memperluas penampang *cell* elektrodanya. Energi listrik yang dihasilkan pada *cell* elektroda tersebut membutuhkan suplai air yang harus diberikan secara kontinyu untuk menghasilkan daya listrik yang stabil (Satria, 2015).

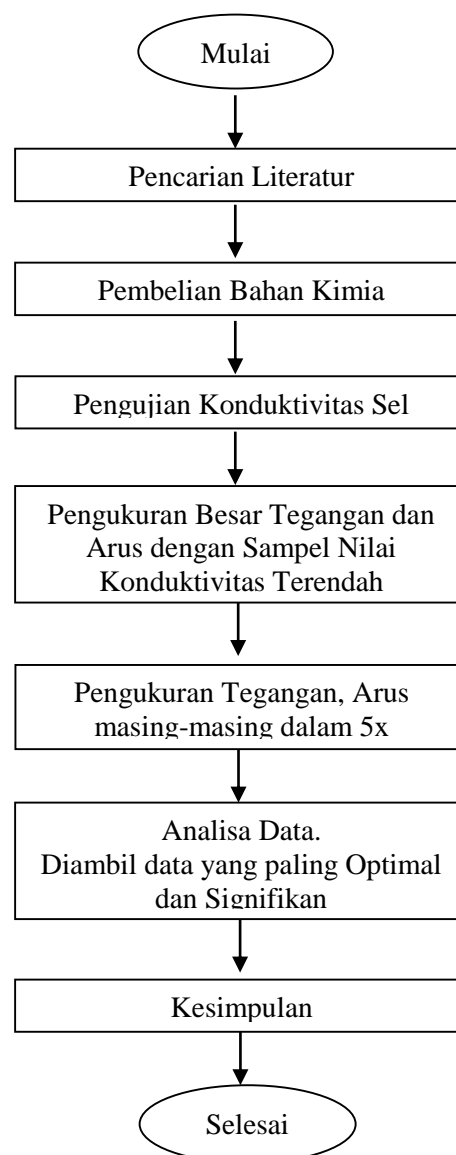
#### 2.6 Migrasi Ion

Migrasi ion adalah perpindahan partikel akibat gaya tarik elektrostatis, yang timbul ketika arus dijalankan. Jadi, partikel-partikel hidrogen, yang bergerak ke arah

katode, harus bermuatan positif, sedang partikel-partikel klor harus bermuatan negative. Faraday menamakan partikel-partikel yang bermuatan dalam elektrolit itu ion-ion. Ion-ion yang bermuatan positif dan negatif masing-masing disebut kation dan anion. Kation-kation dan anion-anion terdapat dalam jumlah yang ekuivalen, dan terdispersi dengan merata dalam larutan diantara molekul-molekul pelarut (Svehla. G, 1990).

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian  
**3.1.1 Pencarian Literatur**

Pencarian referensi mengenai sel

anoda yang dapat bereaksi dengan air (H<sub>2</sub>O).

### 3.1.2 Pembelian Bahan Kimia

Setelah mencari literature referensi, terdapat hal-hal kemungkinan dalam pembuatan sel anoda dengan beberapa pilihan menggunakan bahan kimia. Pembelian bahan kimia di tempat penyedia bahan-bahan kimia.

### 3.1.3 Pengujian Konduktifitas pada Sel Anoda

Setelah beberapa bahan kimia dibeli, maka kami membuat pengujian konduktifitas dengan metode eksperimen. Eksperimen yang akan dilakukan nanti menguji beberapa campuran kimia ditunjukkan pada Tabel 3.2. Setelah mendapatkan nilai kadar konduktifitas dengan mengukur hambatan dalam per cm<sup>2</sup>. Kadar konduktifitas sebagai pedoman apabila nilai hambatan lebih kecil, maka nilai konduktifitas semakin besar sehingga bersifat konduktor. Namun juga sebaliknya, jika nilai hambatan tinggi, maka nilai konduktifitas makin rendah sehingga bersifat isolator.

### 3.1.4 Pengukuran Tegangan dan Arus dengan Hasil Pengujian Konduktifitas yang Memiliki Nilai Hambatan Terendah/ Mendekati Rendah Dibanding Lainnya

Hasil dari pengujian konduktivitas yang memiliki nilai hambatan terendah dan bersifat konduktor dilakukan pengujian

untuk diukur besar tegangan dan arus yang diberi beban 150 Ohm. Hasil anoda diuji dengan katoda tembaga dengan bejana air (H<sub>2</sub>O) dengan mengamati besar tegangan dan arus selama 30 menit.

### 3.1.5 Pengukuran Tegangan dan Arus Masing-masing dalam 5x Pengulangan

Hasil pengujian 3.2.4 dicari besar tegangan dan arus yang dapat menghasilkan nilai yang optimal, kemudian pengujian tersebut diulang sebanyak 5 kali untuk mendapatkan hasil yang paling optimal.

### 3.1.6 Analisa Data

Hasil dari beberapa eksperimen dapat diambil hipotesis dengan menentukan sel anoda mana yang mampu menghasilkan tegangan, arus, hambatan dan kestabilan energi.

### 3.1.7 Kesimpulan

Dari hasil penelitian kemudian ditarik benang merahnya yang dapat menghasilkan energi listrik yang stabil seperti apa.

### 3.2 Desain Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian, pertama menentukan pembuatan anoda dengan menggunakan beberapa bahan campuran diantaranya Carbon Aktif, Graphite, MnO<sub>2</sub>, KOH, NaOH, AlCl<sub>3</sub>, MgCl<sub>3</sub>, acetone, dan air (H<sub>2</sub>O). Setelah itu diukur besar konduktifitas dengan cara mengukur besar hambatan. Experimen dicoba dan diukur ditunjukkan pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.1 Uji Besar Konduktifitas Pada Sel Anoda**

No	Pencampuran Bahan	Konduktifity	No	Pecampuran Bahan	Konduktifity
1	Graphite + MnO <sub>2</sub> + KOH + H <sub>2</sub> O	Ω	5	Graphite + MnO <sub>2</sub> + AlCl <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O	Ω
2	Graphite + MnO <sub>2</sub> + MgCl <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O	Ω	6	Graphite + MnO <sub>2</sub> + NaOH + acetone	Ω
3	Graphite + MnO <sub>2</sub> + NaCl + H <sub>2</sub> O	Ω	7	Graphite + Carbon + NaOH + H <sub>2</sub> O	Ω
4	Graphite + MnO <sub>2</sub> + KOH + acetone	Ω	8	Graphite + Carbon + NaOH + aseton	Ω

Cari konduktifitas sel anoda yang memiliki hambatan terendah. Hambatan rendah dalam artian semakin rendah hambatan maka semakin besar konduktifitas pada sel anoda. Setelah didapat campuran mana yang dapat menghasilkan konduktifitas tinggi.

Kemudian dibuat sel anoda dengan bahan tersebut dan dicoba disusun secara seri seperti membuat baterai dengan katoda magnesium. Setelah itu ukur besar tegangan dan Arus yang ditunjukkan pada Tabel 3.2 Uji ukur V dan I sel lampu elektroda.

**Tabel 3.2** Uji Ukur Tegangan, dan Arus Pada Sel Lampu Elektroda Dengan Hambatan Tetap

Menit ulangan	Rangkaian Seri 1 sel			2 sel			3 sel			4 sel		
	Tegangan	Arus	Hambatan	V	I	R	V	I	R	V	I	R
5												
10												
15												
20												
25												
30												

Hasil besar tegangan yang paling optimal untuk menyalakan lampu emergency dengan diukur hambatan tiap rangkaian sel-nya. Semakin lama lampu emergency menyala maka jumlah sel yang paling optimal untuk menyalakan lampu

emergency tersebut. Hasil diatas dianalisa secara diskriptif, diambil hasil yang paling optimal untuk dapat menyalakan lampu telur celup sebagai pengganti lampu alternatif sehingga dapat mengganti lampu emergency saat listrik padam.

**Tabel 3.3** Sampel Pengujian dan Pengulangan besar tegangan dan arus pada sel lampu elektroda

Ulangan	Waktu (Menit)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2															
3															
4															
Rata-Rata															

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

**Tabel 4.1** Uji Besar Konduktifitas Pada Sel Anoda

No	Pencampuran Bahan	Konduktifity	No	Pecampuran Bahan	Konduktifity
1	Graphite + MnO <sub>2</sub> + KOH + H <sub>2</sub> O	7.070 Ω	5	Graphite + MnO <sub>2</sub> + AlCl <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O	6.150 Ω
2	Graphite + MnO <sub>2</sub> + MgCl <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O	2.530 Ω	6	Graphite + MnO <sub>2</sub> + NaOH + aceton	128.200 Ω
3	Graphite + MnO <sub>2</sub> + NaCl + H <sub>2</sub> O	2.422 Ω	7	Graphite + Carbon + NaOH + H <sub>2</sub> O	148,6 Ω
4	Graphite + MnO <sub>2</sub> + KOH + aceton	28.920 Ω	8	Graphite + Carbon + NaOH + aseton	50.600 Ω

**Tabel 4.2** Uji Ukur V dan I Pada Sel Lampu Elektroda Dengan Hambatan Tetap ( R = 148,6 Ω )

Menit ulangan	Rangkaian Seri 1 sel		2 sel		3 sel		4 sel	
	Tegangan	Arus	V	I	V	I	V	I
5	1.487	0.010007	2.748	0.018493	3.363	0.022631	3.964	0.026676
10	1.463	0.009845	2.734	0.018398	3.325	0.022376	3.922	0.026393
15	1.457	0.009805	2.731	0.018378	3.262	0.021952	3.824	0.025734
20	1.448	0.009744	2.659	0.017894	2.924	0.019677	3.806	0.025612
25	1.438	0.009677	2.596	0.01747	2.903	0.019536	3.789	0.025498
30	1.43	0.009623	2.482	0.016703	2.899	0.019509	3.698	0.024886

**Tabel 4.3** Sampel Pengujian dan pengulangan besar tegangan pada sel Elektroda (4 sel)

Ulangan	Waktu (Menit)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3.986	3.982	3.972	3.971	3.964	3.963	3.958	3.944	3.938	3.922	3.915	3.898	3.856	3.834	3.824
2	3.984	3.976	3.968	3.966	3.963	3.961	3.957	3.942	3.936	3.921	3.911	3.879	3.854	3.832	3.823
3	3.982	3.974	3.965	3.965	3.961	3.96	3.954	3.941	3.934	3.919	3.909	3.878	3.852	3.831	3.822
4	3.981	3.973	3.963	3.962	3.958	3.956	3.952	3.939	3.933	3.917	3.908	3.876	3.851	3.829	3.821
5	3.978	3.971	3.961	3.959	3.956	3.954	3.951	3.936	3.931	3.916	3.907	3.874	3.849	3.827	3.818
Rata-Rata	3.9822	3.9752	3.9658	3.9646	3.9604	3.9588	3.9544	3.9404	3.9344	3.919	3.91	3.881	3.8524	3.8306	3.8216

**Tabel 4.4** Sampel Pengujian dan pengulangan besar arus pada Sel Elektroda ( 4 Sel)

Ulangan	Waktu (Menit)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.02682 3688	0.02679 677	0.0267 29475	0.02672 2746	0.02667 5639	0.02666 891	0.02663 5262	0.02654 105	0.02650 0673	0.02639 3001	0.02634 5895	0.02623 1494	0.02594 8856	0.02580 0808	0.02573351 3
2	0.02681 0229	0.02675 6393	0.0267 02557	0.02668 9098	0.02666 891	0.02665 5451	0.02662 8533	0.02652 7591	0.02648 7214	0.02638 6272	0.02631 8977	0.02610 3634	0.02593 5397	0.02578 7349	0.02572678 3
3	0.02679 677	0.02674 2934	0.0266 82369	0.02668 2369	0.02665 5451	0.02664 8721	0.02660 8345	0.02652 0861	0.02647 3755	0.02637 2813	0.02630 5518	0.02609 6904	0.02592 1938	0.02578 0619	0.02572005 4
4	0.02679 004	0.02673 6205	0.0266 6891	0.02666 218	0.02663 5262	0.02662 1803	0.02659 4886	0.02650 7402	0.02646 7026	0.02635 9354	0.02629 8789	0.02608 3445	0.02591 5209	0.02576 716	0.02571332 4
5	0.02676 9852	0.02672 2746	0.0266 55451	0.02664 1992	0.02662 1803	0.02660 8345	0.02659 4169	0.02648 7214	0.02645 3567	0.02635 2624	0.02629 2059	0.02606 9987	0.02590 175	0.02575 3701	0.02569313 6
Rata-Rata	0.02679 8116	0.02675 1009	0.0266 87752	0.02667 9677	0.02665 1413	0.02664 0646	0.02667 6239	0.02651 6824	0.02647 6447	0.02637 2813	0.02631 2248	0.02611 7093	0.02592 463	0.02577 7927	0.02571736 2

## 4.2 Pembahasan

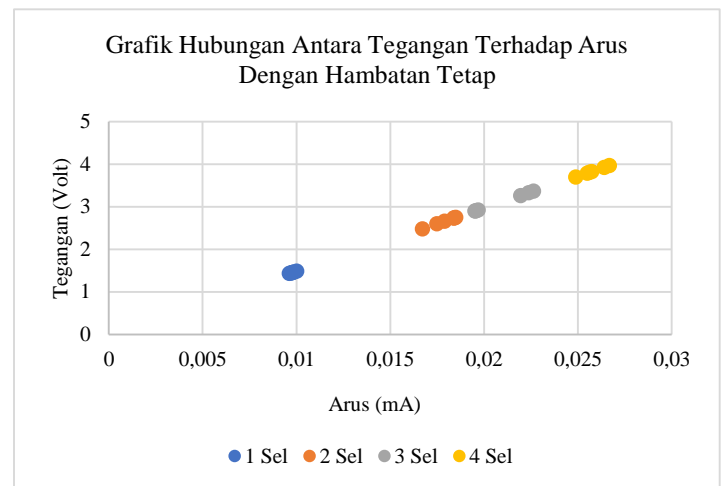
### 4.2.1 Uji Besar Konduktifitas Pada Sel Anoda

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu pada Tabel 5.1 Uji Besar Konduktifitas Pada Sel Anoda dihasilkan nilai konduktifitas sel anoda yang berbeda-beda untuk masing-masing campuran yang digunakan. Dari hasil penelitian tersebut akhirnya dipilihlah sel anoda yang memiliki hambatan terendah yaitu hambatan sebesar  $148,6 \Omega$  yang diperoleh pada campuran Graphite +Carbon+NaOH+H<sub>2</sub>O . Hambatan rendah dalam artian semakin rendah hambatan maka semakin besar konduktifitas pada sel anoda. Setelah didapat campuran mana yang dapat menghasilkan konduktifitas tinggi. Kadar konduktifitas sebagai pedoman apabila nilai hambatan lebih kecil, maka nilai konduktifitas semakin besar sehingga bersifat konduktor.

### 4.2.2 Uji Ukur Tegangan (V) dan Arus (I) Pada Sel Lampu Elektroda Dengan Hambatan Tetap

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu pada Tabel 5.2 Uji Ukur Tegangan (V) dan arus (I) Pada Sel Lampu Elektroda Dengan Hambatan Tetap ( $R= 148,6 \Omega$ ) dihasilkan besarnya nilai V dan I yang berbeda-beda yang diukur setiap 5 menit selama 30 menit lamanya. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa semakin banyak sel elektroda yang digunakan, maka semakin besar nilai tegangan (V) dan arus (I) yang dihasilkan. Besarnya tegangan dan arus yang paling besar diperoleh pada pengoptimalan sel elektroda yang disusun secara seri yang terdiri dari 4 sel. Tiap sel pada sel elektroda ini terdiri dari anoda (kutub negatif) dan katoda (kutub positif). Dari tabel tersebut dapat juga ditampilkan dalam grafik 5.1 grafik hubungan antara tegangan (V) terhadap arus (I) dengan hambatan tetap untuk masing-masing sel yang disusun

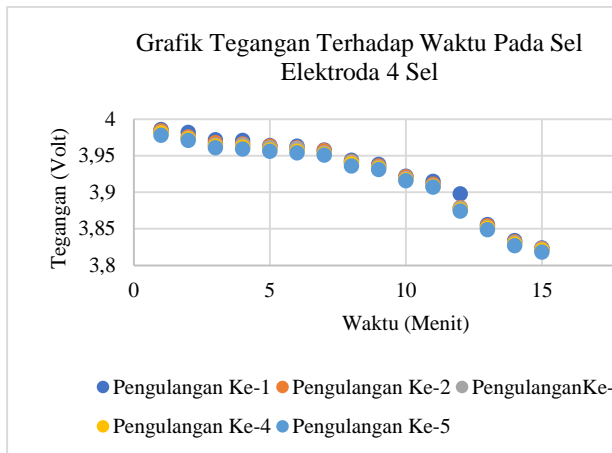
secara seri (1 sel, 2 sel, 3 sel, dan 4 sel).



**Gambar 4.1** Grafik Hubungan Antara Tegangan Terhadap Arus Dengan Hambatan Tetap

### 4.2.3 Sampel Pengujian dan Pengulangan Besar Tegangan Pada Sel Elektroda 4 sel

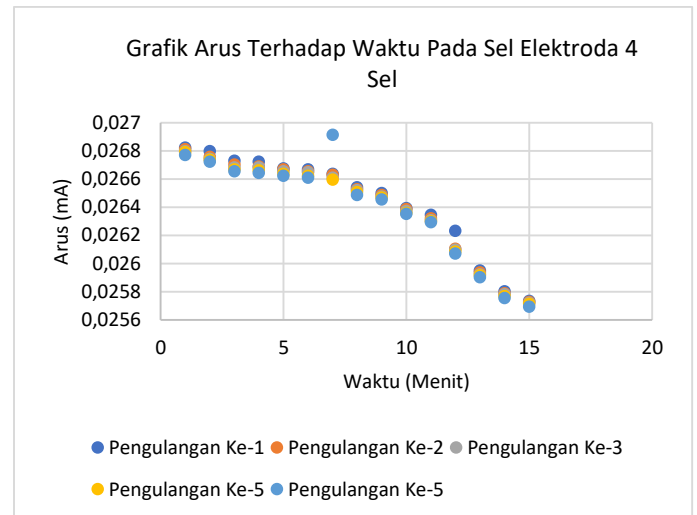
Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa setiap sel elektroda yang disusun seri, maka tegangan yang dihasilkan pada tiap penambahan sel tersebut nilai tegangan yang dihasilkan semakin tinggi. Untuk sel elektroda 4 sel ini dihasilkan tegangan rata sebesar 3,982 volt. Pada Tabel 5.3 sampel pengujian dan pengulangan besar tegangan pada sel elektroda (4 sel) diperoleh hasil semakin lama waktu untuk pengujian dan pengulangan besar tegangan pada sel elektroda maka besar tegangan tersebut akan semakin menurun besar tegangannya. Hal ini disebabkan karena adanya resistansi yang terdapat pada sel elektroda tersebut. Pengujian dan pengulangan besar tegangan pada sel elektroda 4 sel ini dilakukan setiap 1 menit selama 15 menit lamanya dengan pengulangan sebanyak 5 kali untuk setiap 15 menitnya. Pengujian dan pengulangan besar tegangan pada sel elektroda 4 sel ini dapat ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara tegangan terhadap waktu seperti pada grafik 5.2 berikut ini:



**Gambar 4.2** Grafik Hubungan Tegangan Terhadap Waktu Pada Sel Elektroda 4 Sel

#### 4.2.4 Sampel Pengujian dan Pengulangan Besar Arus Pada Sel Elektroda 4 Sel

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa setiap sel elektroda yang disusun seri, maka arus yang dihasilkan pada tiap penambahan sel tersebut nilai arus yang dihasilkan semakin tinggi. Untuk sel elektroda 4 sel ini dihasilkan arus sebesar 0,02667 ampere. Pada Tabel 5.4 sampel pengujian dan pengulangan besar arus pada sel elektroda 4 sel diperoleh hasil semakin lama waktu untuk pengujian dan pengulangan besar arus pada sel elektroda maka besar arus tersebut akan semakin menurun besar tegangannya. Hal ini disebabkan karena adanya resistansi yang terdapat pada sel elektroda tersebut, yang mana besar kecilnya arus yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh besar kecilnya tegangan yang digunakan. Pengujian dan pengulangan besar arus pada sel elektroda 4 sel ini dilakukan setiap 1 menit selama 15 menit lamanya dengan pengulangan sebanyak 5 kali untuk setiap 15 menitnya. Pengujian dan pengulangan besar arus pada sel elektroda 4 sel ini dapat ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara arus terhadap waktu seperti pada grafik 4.3 berikut ini



**Gambar 4.3** Grafik Hubungan Arus Terhadap Waktu Pada Sel Elektroda 4 Sel

## 5. KESIMPULAN

1. Hasil pengujian pengoptimalan pada sel elektrode akan menghasilkan tegangan dan arus besar jika dilakukan penambahan sel yang disusun secara seri yaitu sel elektrode 4 sel. Pada sel elektrode 4 sel ini dihasilkan tegangan sebesar 3,982 volt dan arus sebesar 0,02667 ampere.
2. Uji besar konduktifitas pada sel anoda dihasilkan nilai konduktifitas sel anoda yang berbeda-beda untuk masing-masing campuran yang digunakan. Dari hasil penelitian tersebut akhirnya dipilihlah sel anoda yang memiliki hambatan terendah yaitu hambatan sebesar 148,6  $\Omega$  yang diperoleh pada campuran Graphite +Carbon+NaOH+H<sub>2</sub>O. Hambatan rendah dalam artian semakin rendah hambatan maka semakin besar konduktifitas pada sel anoda.
3. Semakin banyak sel elektroda yang digunakan, maka semakin besar nilai tegangan (V) dan arus (I) yang dihasilkan. Besarnya tegangan dan arus yang paling besar diperoleh pada sel elektroda yang disusun secara seri yang terdiri dari 4 sel. Tiap sel pada sel elektroda ini terdiri dari anoda (kutub negatif) dan katoda (kutub positif).



#### DAFTAR PUSTAKA

- Benedictus Mardwianta. Pembangkitan Energi Listrik Pada Baterai Udara dengan Bahan Karbon Aktif dan Elektrolit Air Laut. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedirgantaraan (SENATIK) Vol III. 2017
- Chaplin M. Situpang, Heron Surbakti, Andi Agussalim. Analisis Data Arus Di Perairan Muara Sungai Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan (*Analysis of Flow Data on Estuarine Banyuasin River in South Sumatera*). Maspari Journal. 2016
- Fitriah, A. Doyan, Susilawati, S. Wahyuni. Designing And Developing Rechargeable Aluminium-Ion Battery Using Graphite Coated Activated Charcoal Corncob As Cathode Material. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia 14 (2). 2018
- Mardiah, dkk. Studi Laju Korosi Logam Aluminium dengan Penambahan Inhibitor dari Ekstrak Daun Karamunting (Rhodomyrtus Tomentosa) dalam Larutan NaCl (Aluminum Corrosion Study With Addition Of Inhibitor From Karamunting Leaf (Rhodomyrtus Tomentosa) In NaCl Solution). Jurnal Chemurgy. Vol 01 No 2. 2017
- Rosi Yuliana, Umar Muksin, Saumi Syahreza. Perancangan Perangkat Lampu Emergency Multifungsi (*The Design of Multifuncional Emergency Light System*). Journal of Aceh Physics Society (JAcPS). Vol 6 No 2. 2017
- Sulaiman, Adang Hardi G, Noor Aris Kundari. Pemisahan dan Karakterisasi Spesi Senyawa Kompleks YTrium-90 dan Stronsium-90 dengan Elektroforesis Kertas. JFN. Vol 1 No.1. 2017