

## REAKSI CAIRAN JERUK LEMON ( $C_6H_8O_7$ ) DAN NaOH TERHADAP TEGANGAN DAN ARUS YANG DIHASILKAN DENGAN PENAMBAHAN KATALIS KARBON AKTIF

**Muhammad Agung Amiruddin**

Mahasiswa s2  
Universitas Brawijaya  
Jurusan Teknik Mesin  
agungoto@yahoo.co.id

**Yudy Surya Irawan**

Tenaga Pengajar (Dosen)  
Universitas Brawijaya  
Jurusan Teknik Mesin  
yudysir@ub.ac.id

**I Nyoman Gede Wardana**

Guru Besar  
Universitas Brawijaya  
Jurusan Teknik Mesin  
wardana@ub.ac.id

*Lemon is an environmentally friendly electrolyte. However, an innovative concept is needed to improve the quality of lemon electrolytes. The purpose of this study is to investigate the effect of activated carbon catalyst addition on the voltage and current electric generated from liquid lemon ( $C_6H_8O_7$ ) and NaOH. Lemon juice group containing acetone ( $C_3H_5O$ ) and 3 carboxylic acid group (COOH). The experimental study was performed using voltaic cells. The data measured is 125 ml of an electrolyte solution of lemon juice ( $C_6H_8O_7$ ) and NaOH 10 grams. To the solution was added 5 grams, 7.5 grams and 10 grams of activated carbon catalyst. The results showed that the addition of activated carbon can accelerate the breaking molecular bond NaOH and  $C_3H_5O$  (COOH)<sub>3</sub> which decomposes into ions react with  $NaCH_2COO^-$  and  $Cu^{2+}$  cathode into a reductant then OH<sup>-</sup> from NaOH reacts with the anode  $Zn^{2+} + 2e^-$  be the oxidant While  $H_2O$  react exothermically. Produces a voltage between 800-1130 mV second. It occurs when electrons flow from the anode interested  $Zn^{2+} + 2e^-$  react with  $H_2O$  and of  $Zn^{2+} + 2e^-$  electrons pass led and resistor toward the cathode  $Cu^{2+}$ . Cathode  $Cu^{2+}$  reacts with  $C_6H_8O_7$  and NaOH. The currents that produced ranged from 33.846 to 43.462 mA second. The mechanism of this voltage and current generation makes LED light was on.*

**Keywords:** Electrolyte, Lemon, Galvanic Cell, Voltage, Exothermic

### 1. PENDAHULUAN

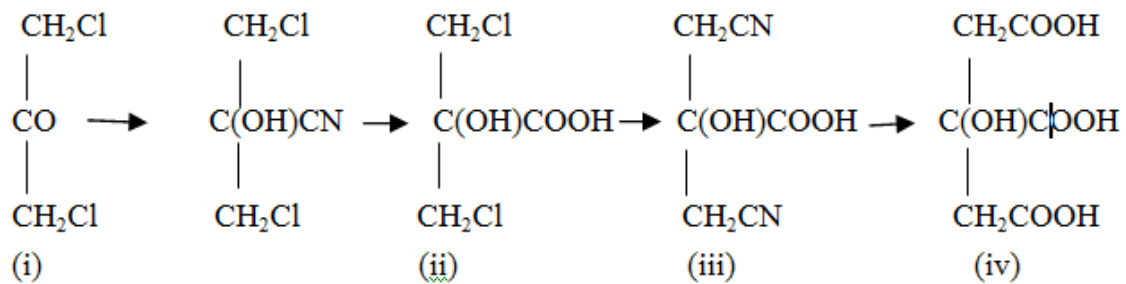
Wilayah Indonesia merupakan negara yang terletak pada daerah khatulistiwa serta keadaan geografis wilayah Indonesia mengalami dua musim dalam satu tahun yaitu musim hujan dan musim kemarau [1]. Saat ini di semua negara di dunia yang memanfaatkan cahaya listrik sebagai sumber energi yang efisien dalam bentuk sistem transmisi dan distribusi. Kedua sistem membawa arus listrik meskipun pada tegangan yang berbeda dan mereka terhubung satu sama lain. Mereka adalah bagian dari sistem transportasi dan distribusi massal pada dasarnya memberikan energi listrik yang dikonversi dari sumber energi primer, hingga akhir pengguna. Satu - satunya pemisahan yang jelas antara kedua sistem didasarkan pada persepsi penggunaan akhir dan fungsi mereka [2]. Listrik pada umumnya digunakan untuk menyalakan lampu, menghasilkan panas dan membuat magnet bekerja. Bentuk tenaga atau energi yang dihasilkan listrik berupa panas, cahaya, tenaga mekanik, dan tenaga kimiawi [3]. Salah satu faktor penting bagi terpenuhinya keselamatan ketenagalistrikan adalah pemasangan instalasi listrik yang memenuhi ketentuan dan atau standar yang diatur dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) sebagai acuan untuk pemasangan instalasi listrik [4].

Energi baru terbarukan sangat diperlukan saat ini. Diperkirakan kebutuhan terhadap energi semakin meningkat berdasarkan asumsi sosial, ekonomi dan perkembangan teknologi ke depannya. Pada tahun 2016 sebanyak 75% sumber energi berasal dari energi fosil yang merupakan penyuplai terbanyak energi saat ini baik di dunia maupun di Indonesia. Bahan bakar minyak, batubara dan bahan bakar gas merupakan hasil dari

produksi energi fosil. Energi baru terbarukan mempunyai potensi yang sangat besar tetapi belum optimal namun diharapkan ke depannya bisa menjadi energi alternatif. Suhu di permukaan bumi meningkat dikarenakan adanya pemanasan global dan meningkatnya radiasi akibat gas rumah kaca atau karbon dioksida [5-6].

Energi biomassa mampu menjadi peranan penting dalam proses fotosintesis dalam proses daur ulang pada tumbuhan. Energi surya diproses menjadi energi kimia sebagai energi dalam bentuk energi tersimpan pada tumbuh-tumbuhan. Bahan bakar yang telah dikonversi dari biomassa meliputi proses pirolisis, proses hidrogenisasi, proses distilasi, proses destruktif dan proses hidrolisa asam [7].

Jeruk lemon merupakan alternatif cairan elektrolit karena mengandung senyawa asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ). Jeruk lemon sendiri tetap merupakan produk penting. Rata-rata produksi jeruk lemon dunia sekitar 3,3 juta metrik ton atau sekitar 75 persen datang dari Amerika Serikat, Italia, Spanyol dan Argentina, dengan sisanya dari sekitar 15 produser lainnya negara [8].



**Gambar 1:** Sintesis Asam Sitrat [8].

Gambar 1 menjelaskan reaksi asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) dapat dikemukakan bahwa proses sintesisnya dari gliserol oleh Grimoux dan Adams (1880) dan kemudian dari dichloroacetone simetris (i) dengan mengolahnya dengan hidrogen sianida dan hidroklorik asam untuk menghasilkan asam dikloroasetonat (ii), dan mengubahnya menjadi asam dicyano - asetonat (iii) dengan kalium sianida, yang pada hidrolisis menghasilkan asam sitrat (iv), seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas [8]. Asam monoprotik merupakan setiap unit asam menghasilkan satu ion hidrogen pada ionisasi [9].

Untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil yang sudah mulai berkurang maka negara Indonesia mengoptimalkan pengembangan energi baru terbarukan (EBT) adalah energi biomasa. Energi biomasa merupakan energi yang bersih dan ramah lingkungan. Di dunia ini telah banyak dilakukan penelitian tentang pemanfaatan energi baru terbarukan misalnya dengan menggunakan sifat asam buah dapat menghasilkan tegangan dan kuat arus listrik. Buah jeruk adalah salah satu jenis asam buah yang telah dicoba dan memiliki tegangan dengan nilai pH sekitar 2 sampai 5 [10].

Permukaan potensial listrik dapat dipengaruhi oleh kelembaban udara ruang produksi, temperatur, dan penambahan unsur kimia lainnya. Potensial listrik permukaan semakin kecil dengan naiknya kelembaban udara. Setelah kelembaban mencapai 68% potensial listrik permukaan cenderung konstan. Ditinjau dari beda potensial ( $\Delta V$ ) antara permukaan dua gelas, kelembaban optimum adalah 67-68%, yang ditandai dengan beda potensial yang paling rendah. Beda potensial  $\leq 5,2$  kV menyebabkan kelembapan pada gelas cepat turun, untuk beda potensial  $5,2 \text{ kV} < \Delta V \leq 6,7 \text{ kV}$  menyebabkan kelembapan pada gelas turun dengan lambat, dan  $\Delta V \geq 6,7 \text{ kV}$  menyebabkan kelembapan gelas sangat lambat turun atau menempel. Potensial listrik akan turun dengan naiknya temperatur [11]. Ada satu hal yang perlu diingat tentang mengukur tegangan percobaan sel Volta. Tegangan eksperimental biasanya lebih rendah dari teori yang dihitung dengan tegangan karena resistansi internal voltmeter, elektroda, solusi elektrolit, dan kabel [12].

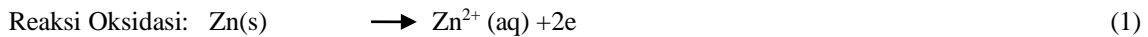
Sodium hidroksida berasal dari natrium karbonat, sebelumnya bernama "soda api". Di Mesir Kuno, natrium karbonat sudah dicampur dengan kapur untuk mensintesis alkali: larutan ion  $\text{OH}^-$  di hidroksida dengan ion natrium  $\text{Na}^+$ . Selama berabad-abad, beberapa proses dikembangkan untuk mensintesisnya, seperti proses Solvay pada tahun 1861. Saat ini natrium hidroksida sebagian besar diproduksi oleh elektrolisis larutan natrium klorida [13].

Proses galvanik sel membutuhkan energi yang besar selama prosesnya. Salah satu cara untuk menghemat energi pada proses galvanik sel adalah katalis, karena katalis bisa mempercepat reaksi kimia [14]. Pembentukan energi sel Volta dari asam buah sangat dibutuhkan sehingga dalam implikasinya, pemanfaatan sebagai sumber energi harus dilakukan dengan berbagai metode yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Dalam penelitian ini akan dianalisis mekanisme terjadinya sumber tegangan menggunakan metode sel volta dengan mereaksikan defect pada graphene dalam karbon aktif dengan cairan

asam buah yang melarutkan NaOH sehingga mampu menaikkan tegangan.

Secara lengkap pengaktifan fisika dari karbon terdiri dari 3 proses yaitu dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi [15]. Karbon dihasilkan setelah mendapatkan perlakuan panas pada suhu 20000 °C. Dalam suhu 20000 °C bukti karbon C ditemukan untuk keberadaan cincin pentagonal yang menunjukkan bahwa karbon memiliki struktur yang berhubungan dengan fullerene. Struktur seperti itu akan membantu menjelaskan sifat-sifat karbon aktif, dan juga akan memiliki implikasi penting untuk pemodelan adsorpsi pada karbon mikro [16].

Galvanic sel atau sel volta merupakan peralatan eksperimental untuk menghasilkan listrik melalui penggunaan reaksi spontan. Para ilmuwan Italia Luigi Galvani dan Alessandro Volta, yang membuat versi awal perangkat ini untuk menunjukkan komponen - komponen penting dari galvanic sel [9]. Dimana sebuah elektroda seng (Zn) yang sudah dimasukkan kedalam sebuah cairan tembaga (Cu) Maka akan mengalami reaksi reduksi oksidasi (Persamaan 1 dan 2).



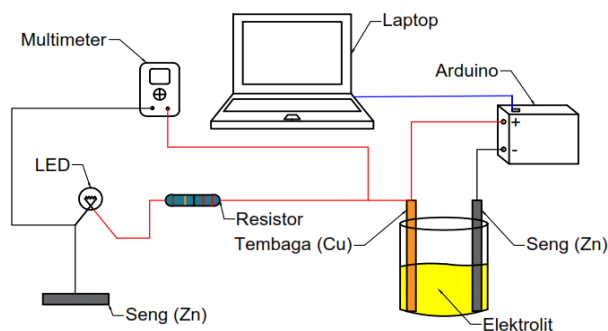
Perpindahan komponen dari satu terminal/kutub ke terminal/kutub lain atau elemen pada suatu muatan yang melakukan penggerakan untuk kerja disebut dengan tegangan. Ketertarikan antara kerja yang di hasilkan sebenarnya adalah energi yang dikeluarkan sehingga dapat di persingkat bahwa tegangan adalah energi persatuan muatan [17]. Semua zat terlarut yang larut dalam air dapat menjadi salah satu dari dua kategori: elektrolit dan nonelektrolit. Elektrolit adalah zat ketika dilarutkan dalam air, hasil di sebuah larutan yang dapat menghantarkan listrik. Nonelektrolit tidak menghantarkan listrik saat larut dalam air [18].

Acuan yang dipakai merupakan kabel netral karena mempunyai aliran listrik rendah (mendekati nol). Ketika kita menghubungkan beban (*Led*) dengan kabel bertegangan maka lampu tidak akan menghasilkan tegangan dan jika kita menghubungkan dengan netral maka akan terjadi beda potensial antara fasa dan netral [19]. Proses terjadinya ruang berawal ketika partikel elementer (*cloud Chamber*) telah di deteksi ke beradaannya dimana mekanisme kerja Ion- *induced nucleation* karena di sepanjang lintasan ruang terjadi kondensasi akibat adanya muatan partikel yang melintas. Titik - titik air terjadi mengalami titik jenuh uap diakibatkan adanya kondensasi di dalam titik uap. Prinsip serupa untuk mendeteksi keberadaan partikel elementer melalui ruang berawal (*cloud chamber*) telah digunakan oleh ahli fisika pada awal abad 20 [20].

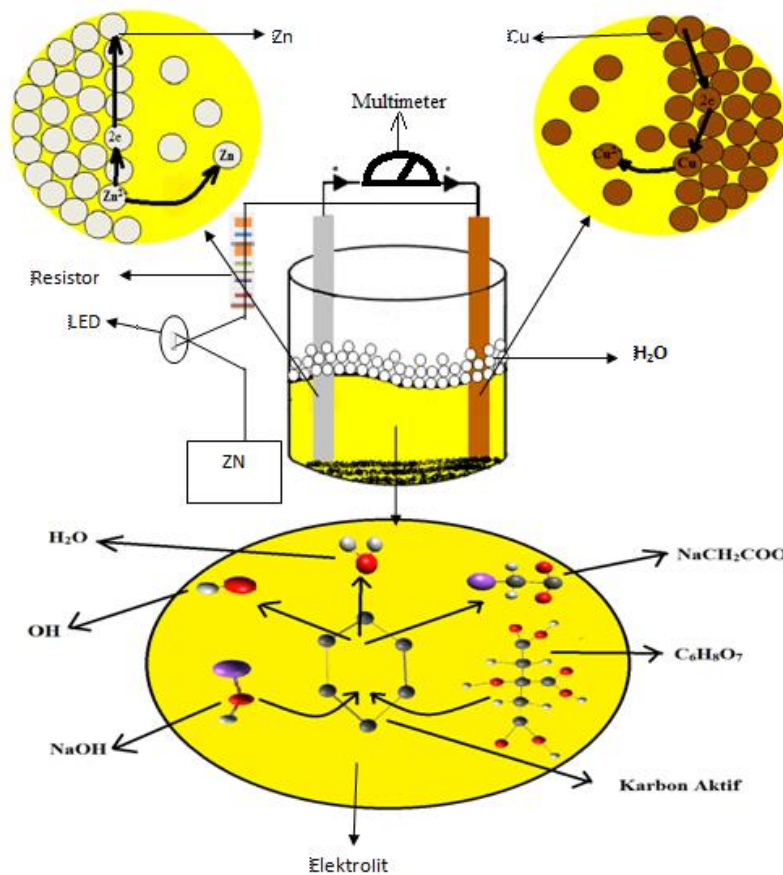
Penambahan katalis karbon aktif diharapkan dapat meningkatkan tegangan dan arus listrik yang dihasilkan. Penambahan katalis karbon aktif untuk mempercepat terjadinya proses induksi karena adanya dipol - dipol pada karbon aktif yang bermuatan positif dan negatif sehingga dengan mudah dapat melemahkan molekul pada cairan jeruk lemon ( $C_6H_8O_7$ ) dan NaOH. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan katalis karbon aktif terhadap tegangan dan arus listrik yang dihasilkan. Hasil penelitian ini di harapkan untuk menjadi acuan berikutnya.

## 2. METODE DAN BAHAN

Metode dalam penelitian ini adalah eksperimental langsung yaitu pengujian dilakukan secara langsung pada objek yang diteliti dan sketsa penelitian ditunjukkan di Gambar 2. Pengujian dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel terikat yaitu tegangan dan arus yang dihasilkan, variabel bebas yakni berat karbon aktif sebesar 5 gram, 7,5 gram dan 10 gram beserta variabel kontrol yang mencakup jumlah mol cairan jeruk lemon yang melarutkan 125 ml dan NaOH 10 gram.



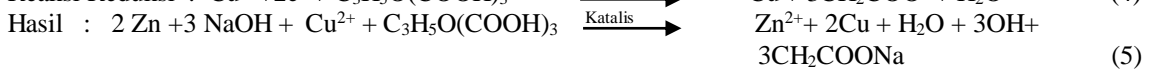
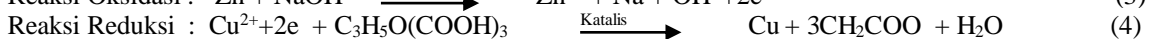
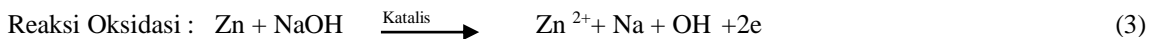
**Gambar 2:** Sketsa Instalasi Penelitian dan Pengujian



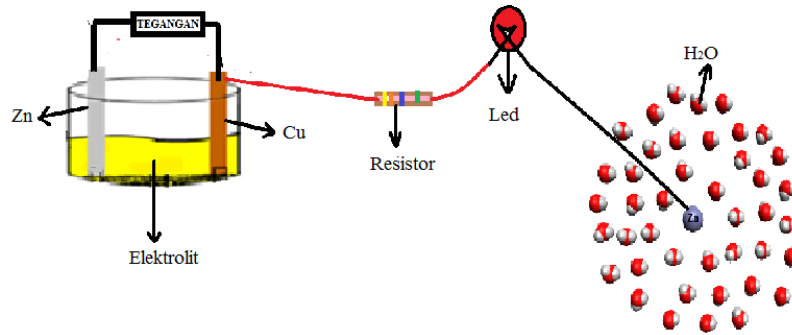
**Gambar 3:** Ilustrasi Molekul Cairan Jeruk Lemon ( $C_6H_8O_7$ ) dan NaOH Dengan Penambahan Katalis Karbon Aktif

Pada Gambar 3 reaksi elektroda untuk reaksi reduksi oksidasi akan terjadi ketika elektroda seng (Zn) dan tembaga (Cu) yang di celupkan ke dalam sebuah cairan jeruk lemon ( $C_6H_8O_7$ ) dan NaOH kemudian ditambahkan katalis karbon aktif untuk mempercepat terjadinya induksi maka akan mengalami reaksi reduksi oksidasi. Pada persamaan 1 dan 2 dijelaskan proses kesetimbangan elektroda dimana seng (Zn) bereaksi menjadi  $Zn^{2+} + 2e^-$  mengalami oksidasi dinamakan reduktor, sedangkan elektroda tembaga  $Cu^{2+} + 2e^-$  ketika bereaksi akan mengalami reduksi disebut oksidator.

Reaksi reduksi oksidasi yang terjadi pada elektroda dan larutan elektrolit akan terjadi ketika elektroda seng (Zn) dan tembaga (Cu) yang di celupkan ke dalam sebuah larutan  $C_6H_8O_7$  dan NaOH yang di induksi oleh karbon aktif maka akan mengalami reaksi sesuai Persamaan 3-4.

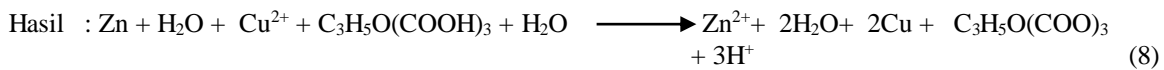
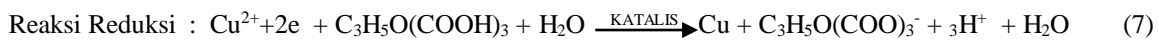
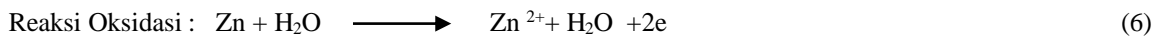


Gambar 3 menjelaskan prinsip kerja dari penelitian ini adalah ketika elektron bergerak melewati kabel fase dengan cara agar elektron bisa sampai dari Zn ke  $Cu^{2+}$  atau  $Cu^{2+}$  direduksi dan mengumpul pada elektroda tembaga dan kemudian Zn dioksidasi sehingga larut. Persamaan 3 dan 4 menjelaskan hasil reaksi reduksi oksidasi larutan  $C_6H_8O_7$  dan NaOH yang di celupkan pada elektroda seng (Zn) dan tembaga (Cu) dan persamaan 5 menjelaskan hasil reaksi plat seng (Zn) dan plat tembaga (Cu) yang di celupkan dalam larutan jeruk lemon ( $C_6H_8O_7$ ) dan NaOH yang telah ditambahkan katalis karbon aktif maka larutan akan terurai menjadi  $NaCH_2COO^+$  yang akan mendekati katoda tembaga (Cu) sementara  $OH^-$  akan mendekati anoda (Zn) dan  $H_2O$  akan bereaksi menjadi proses eksotermik atau memindahkan kalor yang ada pada elektrolit.



**Gambar 4:** Ilustrasi elektron dari anoda Zn pada H<sub>2</sub>O menuju ke Beban dan Resistor yang tertarik oleh katoda Cu yang larut dalam cairan jeruk lemon C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> untuk menyalahkan LED.

Gambar 4 menjelaskan bahwa ketika elektron tertarik dari anoda Zn<sup>2+</sup>+2e yang bereaksi dengan H<sub>2</sub>O dengan suhu 26 °C (netral) menuju ke lampu LED (beban) dengan cara menghubungkan katoda lampu led ke rangkaian resistor dan diteruskan ke katoda sel volta Cu. Untuk menghindari ketidak stabilan energi yang di butuhkan lampu led (beban) maka di pasang kabel yang menuju ke anode Zn yang memiliki nilai energi potensial mendekati nol sehingga kita dapat mengukur arus seperti pada Persamaan 6-8.

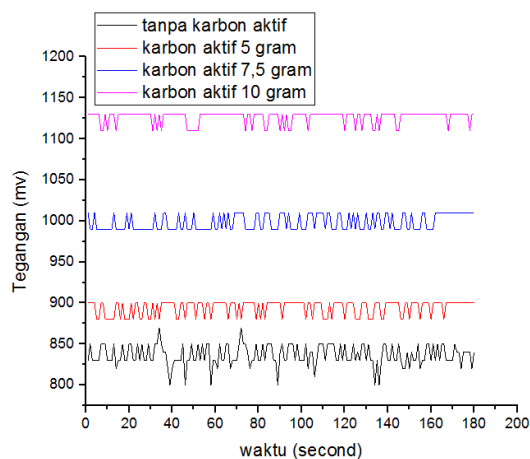


Reaksi reduksi oksidasi pada persamaan 6 dan 7 akan terjadi ketika elektroda seng(Zn) anoda yang bereaksi dengan H<sub>2</sub>O dengan suhu ruangan 26 °C dan di hubungkan ke anoda LED kemudian katoda LED di hubungkan ke katoda tembaga(Cu) yang dicelupkan pada sebuah larutan jeruk lemon(C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) dan NaOH yang di induksi oleh karbon aktif sehingga dapat terjadi reaksi seperti terlihat pada persamaan 8. Mempersiapkan bahan dan alat yang digunakan untuk penelitian.

- Meletakkan benda kerja yang sesuai di atas meja.
- Mencampur cairan sesuai dengan ukurannya.
- Memasang elektroda dan jembatan garam.
- setelah semua telah terangkai maka kita mengukur dengan menggunakan multimeter.
- Setelah selesai pengujian kemudian dilakukan pengambilan data dan pembuatan pembahasan pada rangkaian yang telah diuji.
- Kemudian dari pembahasan tersebut diambil kesimpulan dari hasil penelitian.

### 3. HASIL DAN DISKUSI

Data yang didapat dari hasil pengamatan kemudian dilakukan analisa dan perhitungan untuk memperoleh nilai parameter tegangan. Data hasil pengujian dan pengolahan dimuat dalam bentuk grafik hubungan antara variabel-variabel yang ada dalam penelitian yaitu penambahan mol perasan jeruk lemon yang melarutkan NaOH dan penambahan katalis karbon aktif.



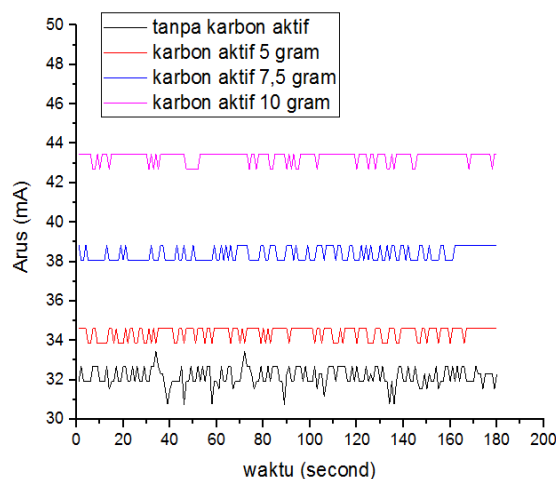
**Gambar 5:** Grafik Tegangan Terhadap Waktu.

Dapat diamati pada Gambar 5 bahwa volume cairan jeruk lemon dengan mol 125 ml tanpa penambahan katalis terjadi fluktuasi dengan nilai tegangan yang dihasilkan 800 mV sampai 870 mV kemudian untuk volume cairan jeruk lemon dengan mol 125 ml dengan 10 gram NaOH dan tambahkan 5 gram katalis karbon aktif tegangan yang dihasilkan cenderung stabil meski ada terjadi fluktuasi selama waktu pengamatan. Fluktuasi terjadi karena molekul cairan jeruk lemon ( $C_6H_8O_7$ ) dan NaOH memiliki lebih dari satu ikatan atom yang saling berikatan akibatnya molekul pada saat di induksi masih ada yang kuat. Nilai Tegangan paling tinggi yang dihasilkan dari penambahan 5 gram katalis karbon aktif diperoleh 880 mV - 900 mV atau kenaikan sekitar 1,03%-1,1%. Sementara itu untuk cairan jeruk lemon dengan 125 ml dengan tambahan 10 gram NaOH dan penambahan katalis karbon aktif 7,5 gram dan 10 gram di peroleh hasil tegangan untuk penambahan 7,5 gram karbon aktif diperoleh tegangan paling rendah 990 mV -1010 mV atau kenaikan sekitar 1,16% - 1,24%. Untuk penambahan 10 gram katalis karbon aktif diperoleh nilai tegangan 1110 mV - 1130 mV atau kenaikan sekitar 1,30% - 1,39%.

Dari hasil di atas dapat dijelaskan bahwa karbon aktif mempunyai sifat keelektromagnetan dengan kemolaran yang berlawanan karena adanya dipol-dipol pada karbon aktif yang bermuatan positif dan negatif. Penambahan karbon aktif ini bertujuan menginduksi molekul  $Zn+NaOH+Cu^{2+}+C_3H_5O(COOH)_3$  akan terurai menjadi ion-ion  $NaCH_2COO^+$  yang akan bereaksi dengan katoda  $Cu^{2+}$  menjadi reduksi dan  $OH^-$  akan bereaksi dengan anoda Zn menjadi oksidasi kemudian molekul  $H_2O$  akan bereaksi menjadi proses eksoterm sehingga pada elektrolit cairan jeruk lemon dan NaOH dengan tambahan katalis karbon aktif sendiri dapat mengurangi nilai fluktuasi dan dapat menaikkan tegangan 1,03% sampai 1,30%. Karena jeruk lemon dan NaOH sendiri terdiri dari beberapa unsur atom dan merupakan asam lemah dan NaOH sendiri merupakan unsur basa kuat sehingga penambahan katalis karbon aktif yang sifatnya polar dapat membantu mempermudah terjadinya respon tegangan dari reaksi cairan jeruk lemon dan NaOH.

Fluktuasi nilai tegangan dapat terjadi karena cairan elektrolit jeruk lemon( $C_6H_8O_7$ ) merupakan elektrolit lemah. Hal ini disebabkan kandungan molekul acetic acid( $CH_3COOH$ ) pada jeruk lemon( $C_6H_8O_7$ ) tidak berionisasi secara sempurna dalam sebuah larutan. Reaksi yang terjadi pada larutan acetic acid( $CH_3COOH$ ) adalah *reversible*, artinya reaksi dapat terjadi sebaliknya. Bahkan dalam suatu kondisi tertentu ion dalam molekul *acid* akan terpisah dan bergabung sama cepatnya. Hal ini yang menyebabkan terjadinya fluktuasi pada tegangan yang dihasilkan [9].

Grafik menunjukkan penambahan katalis karbon aktif maka arus yang di hasilkan semakin meningkat seiring unjuk kerja reaksi reduksi dan oksidasi yang terjadi pada galvanic sel. Reaksi reduksi dan oksidasi paling optimal didapatkan pada penambahan 10 gram katalis karbon aktif. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang skala perbandingan antara molaritas dan penambahan katalis untuk menstabilkan tegangan yang dihasilkan.



**Gambar 6:** Grafik Arus Terhadap Waktu

Gambar 6 menjelaskan grafik arus yang di hasilkan dari elektroda Cu yang bereaksi dengan jeruk lemon ( $C_6H_8O_7$ ) dengan mol 125 ml dengan penambahan katalis karbon aktif dengan berat 10 gram. Ketika di tambah dengan katalis karbon aktif dengan berat 5 gram dapat menghasilkan 34,615 mA second sampai 33,846 mA second, dengan penambahan karbon aktif dengan berat 7,5 gram dapat menghasilkan 30,77 mA second sampai 38,846 mA second dan dengan penambahan karbon aktif dengan berat 10 gram dapat

menghasilkan 42,692 mA second sampai 43,462 mA second. Sementara arus yang dihasilkan tanpa penambahan katalis berkisar antara 30,77 mA second sampai 33,46 mA second.

Hasil dari nilai pengaruh tegangan dapat mempengaruhi nilai arus yang dihasilkan. Ketika tegangannya fluktuasi maka arus yang di hasilkan pun akan fluktuasi. Ini di sebabkan karena untuk mendapatkan sebuah arus maka dibutuhkan nilai tegangan dibagi dengan hambatan yang diperoleh sehingga di dapatkan hasil pengukuran arus dengan cara di berikan hambatan sebesar 26 ohm dan di teruskan ke energi bebas dari Zn.

Elektron tertarik dari anode  $Zn^{+2e}$  dari  $H_2O$  menuju ke lampu led (beban) dengan cara menghubungkan katoda lampu led ke rangkaian katoda sel volta Cu yang bereaksi dengan cairan jeruk lemon ( $C_6H_8O_7$ ) dan anoda Zn dengan suhu  $26^{\circ}C$  (netral). Untuk menghindari ketidak stabilan energi yang di butuhkan lampu led (beban) maka di pasang kabel yang menuju ke anoda Zn yang bereaksi dengan  $H_2O$  dengan suhu  $26^{\circ}C$  yang memiliki nilai energi potensial mendekati nol sehingga kita dapat mengukur arus. Reaksi reduksi oksidasi akan terjadi ketika elektroda seng(Zn) anoda yang berada pada udara dengan suhu  $26^{\circ}C$  dan di hubungkan ke anoda LED kemudian katoda LED di hubungkan ke katoda tembaga(Cu) yang dicelupkan pada sebuah larutan  $C_6H_8O_7$  yang di induksi oleh karbon aktif.

Grafik pada Gambar 6 menunjukkan ketika ada penambahan katalis karbon aktif maka arus yang dihasilkan semakin meningkat seiring unjuk kerja galvanik sel. Terjadinya reaksi reduksi dan oksidasi paling optimal didapatkan pada penambahan 10 gram katalis karbon aktif . Hal ini menunjukkan harus adanya perbandingan yang optimal antara penambahan katalis. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang skala perbandingan antara molaritas dan penambahan berat katalis.

#### 4. KESIMPULAN

Dari analisa pengolahan data dan pembahasan maka hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan katalis karbon aktif mampu mempengaruhi kenaikan tegangan dan arus. Tegangan paling tinggi dihasilkan pada penambahan 10 gram katalis karbon aktif, kemudian diikuti 7,5 gram dan paling rendah dengan penambahan 5 gram katalis karbon aktif. Dimana tegangan dan arus paling besar di peroleh dengan penambahan 10 gram katalis karbon aktif dengan hasil  $V = 1110 - 1130$  mV dan  $I = 42,692 - 43,462$  mA second.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] DIDA, H. P., SUPARMAN, S., WIDHIYANURIYAWAN, D., "Pemetaan Potensi Energi Angin di Perairan Indonesia Berdasarkan Data Satelit QuikScat dan WindSa", *Jurnal Rekayasa Mesin*, v. 7, n. 2, pp 95-101, 2016
- [2] RYAN, M., *High Voltage Engineering and Testing.*, IET Power and Energy., UK, 2013
- [3] SURYATMO, F., *Dasar - Dasar Teknik Listrik*, Bandung., PT Rineka Cipta, 2006.
- [4] BADAN STANDAR NASIONAL., *Pedoman Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 201)*., SNI 04- 0225-2011.
- [5] KEMENTERIAN ESDM RI, *Handbook Energy & Economic Statistics Of Indonesia.*, Jakarta, Kementerian ESDM, 2017.
- [6] KEMENTERIAN ESDM RI, *Statistik Ketenagalistrikan Indonesia.*, Jakarta, Kementerian ESDM, 2017.
- [7] JONES, M., KING, A., MILLER, M., et al, *Exploring Voltaic and Electrolytic Cells.*, Calivornia, Carolina Biological Supply Company, 2009
- [8] KRISTIAN TEN, B., MATTEY, M., LINDEN, J., *Citric Acid Biotechnology.*, UK, Taylor and Francis. 2012.
- [9] CHANG, R., OVERBY, J., *General Chemistry.*, New York, The McGraw-HILL Companies, 2011.
- [10] ATINA., "Tegangan dan Kuat Arus Listrik Dari Asam Buah", *Sainmatika*, v. 12, n. 2, pp. 28-42, 2015.
- [11] RATNAWATI, PURBASARI, A dan LINASARI, Y., "Akumulasi Listrik Statis Pada Gelas Plastik Produksi Mesin Injection Molding: Pengaruh Kelembaban Udara, Temperatur, Dan Bahan Aditif", *Reaktor*, v.14 n. 4, pp. 305-313, 2013.
- [12] PUJANARSA, A., NURSUHUD, J., *Mesin Konversi Energi.*, Surabaya, Andi Yogyakarta, 2008.
- [13] PREVOR., *Sodium Hidroksida*. Prevor, 2011.
- [14] WATI, F, R., WARDANA, I, N, G., WINARTO, SUKARNI dan PUSPITASARI, P., "Pengaruh Penambahan Nanokatalis  $MnFe_2O_4$  Terhadap Proses Pirolisis Sampah Plastik HDPE". *Jurnal Rekayasa Mesin*, v.9, n. 3. pp. 221-225, 2018.

- [15] IQBALDIN, M, N et al., "Properties of Coconut Shell Activated Carbon", *Journal of Tropical Forest Science*, v. 25, n 4, pp. 497 – 503, 2013.
- [16] HARRIS, P, J, F., LIU, Z dan SUENAGA, K., "Imaging the Atomic Structure of Activated Carbon"., *Journal of Physics, Condensed Matter*, v. 20, pp. 1-5, 2008.
- [17] RAMDHANI, M., *Rangkaian Listrik*, Laboratoria Sistem Elektronika Jurusan Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, 2005.
- [18] MORTIMER, R, G., *Physical chemistry.*, San Diego Calivornia, Elsevier Academic Press, 2010.
- [19] RAILWAY and ELECTRICAL, Dunia Listrik-Perbedaan antara Netral dan Ground, <http://www.keretalistrik.com>, 2016. Diakses: Oktober 2019.
- [20] ABDULLAH, M., *Fisika Dasar II.*, Institut Teknologi Bandung, Ganesha, 2017.