

Analisis Kelistrikan Sel Volta Memanfaatkan Logam Bekas

Devi Yulianti, Amir Supriyanto dan Gurum Ahmad Pauzi

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng Bandar Lampung 35145
E-mail: deviyuli.dv@gmail.com

Diterima (19 Maret 2016) Direvisi (29 April 2016)

Abstract. *It has been conducted a research to analyze the scrap metals as voltaic cells. The research objective was to utilize scrap metals as an alternative source of electrical energy and as a voltaic cell to the battery. The materials required consist of a electrode copper (Cu), iron (Fe), aluminum (Al) and zinc (Zn), solution of $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, solution of $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, solution of $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, solution of $\text{FeSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, jelly powder, and salt NaCl. The electrode couple are Cu-Al, Cu-Fe, Cu-Zn, Al-Zn, and Fe-Zn. Volume variation are 20 ml, 25 ml, 30 ml, 35 ml, and 40 ml. Data of the voltage and current taken using a multimeter on each cell, without a load, with a load, and additional load. The results of the research were analyzed the value of power, current, and voltage with the greatest results in Cu-Zn electrode pair. The results are 14,949 mW, 3,05 mA, and 4,96 V.*

Keywords. *Cell volta, power, scrap metals.*

Abstrak. Telah dilakukan penelitian untuk menganalisis logam bekas sebagai sel volta. Tujuan penelitian adalah memanfaatkan logam bekas sebagai sumber energi listrik alternatif dan sebagai sel volta untuk baterai. Alat dan bahan yang dibutuhkan terdiri atas elektroda tembaga (Cu), besi (Fe), aluminium (Al) dan seng (Zn), larutan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, larutan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, larutan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, larutan $\text{FeSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, agar-agar, dan garam NaCl. Pasangan elektroda yang digunakan, yaitu Cu-Al, Cu-Fe, Cu-Zn, Al-Zn, dan Fe-Zn. Variasi volume yang dilakukan, yaitu 20 ml, 25 ml, 30 ml, 35 ml, dan 40 ml. Data tegangan dan arus diambil dengan menggunakan multimeter pada pengukuran masing-masing sel, tanpa beban, dengan beban, dan penambahan beban. Hasil penelitian dianalisis nilai daya, arus, dan tegangan dengan hasil paling besar pada pasangan elektroda Cu-Zn, yaitu 14,949 mW, 3,05 mA, dan 4,96 V.

Kata Kunci. Daya, logam bekas, sel volta.

PENDAHULUAN

Listrik memegang peranan penting dalam kehidupan. Listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia baik untuk kegiatan industri, kegiatan komersial, dan kegiatan rumah tangga. Energi listrik dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan penerangan

dan proses produksi yang melibatkan barang elektronik dan mesin industri.

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia maka kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat. Kebutuhan listrik di Jawa Bali mencapai 23.900 MW, kebutuhan listrik di Kalimantan Barat sebesar 406 MW, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan sebesar 543 MW, Sumatera Bagian Utara

sebesar 1.788 MW, Sumatera Bagian Selatan 1.493 MW dan Provinsi Lampung 342 MW. Berdasarkan data ini diperkirakan kebutuhan listrik akan semakin bertambah setiap tahunnya pada setiap daerah (Berita daerah, 2014).

Kebutuhan energi listrik yang tidak diiringi dengan peningkatan produksi energi akan menyebabkan Indonesia mengalami krisis energi. Dalam kurun waktu ± 10 tahun kedepan diperkirakan Indonesia akan mengalami krisis energi jika tidak segera dikembangkan sumber energi alternatif.

Sumber energi alternatif bertujuan untuk menggantikan sumber energi yang tidak dapat diperbarukan. Oleh karena itu, pemanfaatan bahan-bahan yang sudah tidak terpakai sangat menguntungkan apabila dapat digunakan sebagai sumber energi listrik. Salah satunya yang dapat digunakan untuk sumber energi listrik alternatif adalah logam bekas.

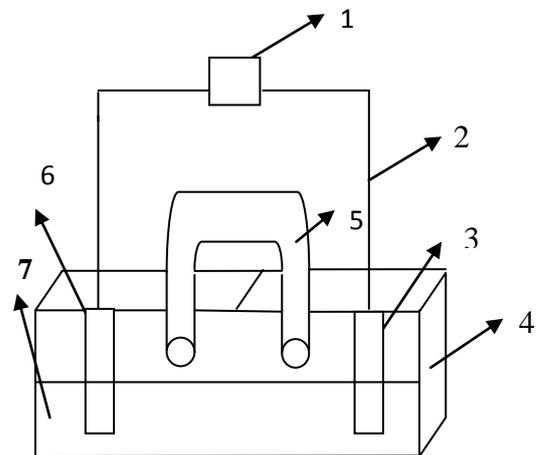
Logam bekas yang tidak digunakan lagi dapat dimanfaatkan sebagai elektroda pembentuk energi listrik alternatif. Logam yang terdapat pada kabel bekas, seng bekas, baterai bekas bisa dimanfaatkan sebagai elektroda. Elektroda yang digunakan yaitu seng (Zn), aluminium (Al), besi (Fe), dan tembaga (Cu) digunakan sebagai sumber elektron yang teroksidasi selama reaksi elektrokimia, sehingga diantara keduanya terjadi beda potensial. Beda potensial ini dapat menghasilkan arus listrik yang bisa menghasilkan energi listrik. Beda potensial dan arus listrik diukur dengan multimeter pada masing-masing elektroda. Oleh karena itu, pada penelitian ini didapatkan hasil beda potensial, kuat arus listrik, dan daya yang dihasilkan dari logam bekas.

Penelitian ini, bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman sel volta dengan memanfaatkan kembali logam bekas sebagai elektroda. Penelitian ini menggunakan beberapa elektroda, yaitu Zn, Al, Fe, dan Cu.

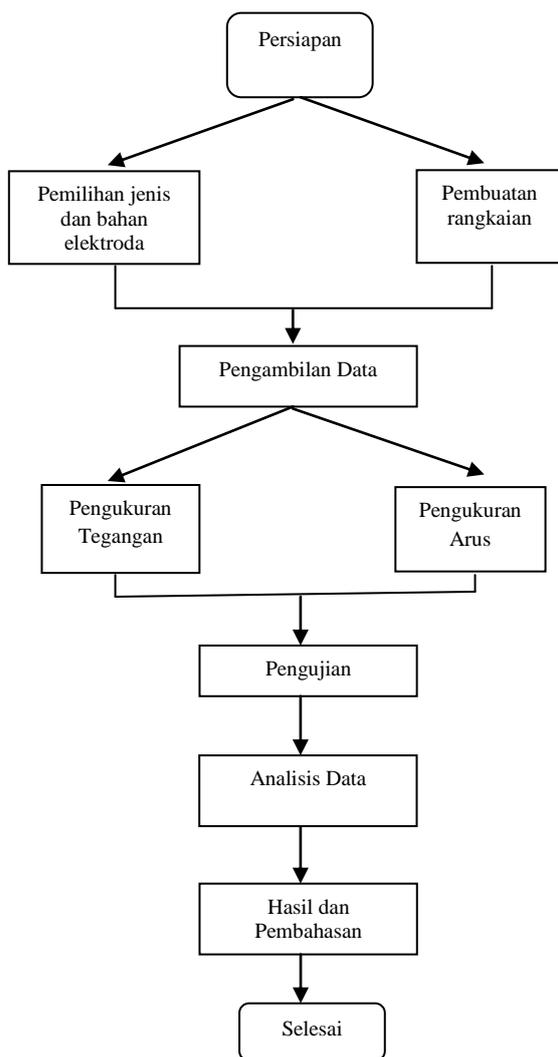
METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang dibutuhkan terdiri atas multimeter, kabel, penjepit buaya, tabung U, gelas ukur, gergaji besi, lampu LED, elektroda Cu, Fe, Al, Zn, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, agar-agar, dan garam NaCl, akrilik serta perekat.

Pembuatan media logam bekas yang digunakan dibuat dari bahan akrilik yang dibentuk seperti kotak untuk menampung larutan. Pada setiap kotak berisi elektroda positif dan negatif dengan pipa U dibagian tengahnya yang terbuat dari lampu yang sudah tidak terpakai. Pipa U berisi agar-agar dengan larutan garam. Setelah media uji terbentuk, elektroda dihubungkan ke multimeter dengan kabel kemudian dilakukan pengambilan data. Selanjutnya dihubungkan dengan lampu LED sebagai pengujian energi listrik yang dihasilkan. Media uji terlihat pada **Gambar 1** dan diagram alir penelitian pada **Gambar 2**.



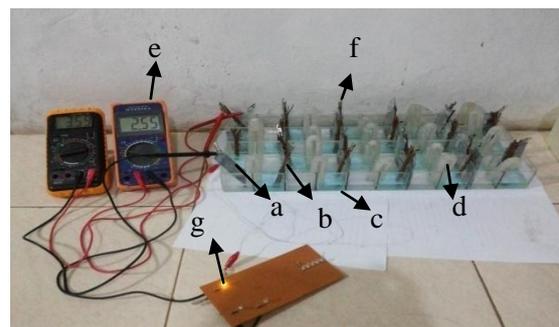
Gambar 1. Rangkaian alat (1) multimeter, (2) kabel penghubung, (3) elektroda negatif, (4) wadah penampung larutan, (5) pipa U, (6) elektroda positif, (7) larutan.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan elektroda yang digunakan, yaitu Cu, Zn, Al, dan Fe. Pasangan elektroda yang digunakan adalah Cu-Al, Cu-Fe, Cu-Zn, Al-Zn, dan Fe-Zn. Pasangan elektroda ini dipasang pada setiap sel (kotak). Ukuran luas elektroda yang digunakan adalah 3 cm x 8 cm untuk elektroda Al dan Zn, elektroda Fe digunakan paku dengan panjang 8 cm dan elektroda Cu digunakan bekas kabel yang telah dipotong menjadi lilitan dengan tinggi 8 cm. Secara keseluruhan rangkaian pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian secara keseluruhan yang terdiri dari (a) elektroda negatif, (b) elektroda positif, (c) larutan asam, (d) jembatan Garam, (e) multimeter, (f) penjepit buaya dan (g) LED.

Rangkaian pada Gambar 3 merupakan rangkaian keseluruhan dengan pasangan elektroda negatif dan elektroda positif yang diletakkan pada setiap sel dengan dihubungkan jembatan garam. Setiap sel berisi larutan asam untuk masing-masing elektroda dengan variasi volume yang dilakukan, yaitu 20 ml, 25 ml, 30 ml, 35 ml, dan 40 ml. Pengukuran diulang sebanyak 5 kali pada pengukuran masing-masing sel dan pengukuran dilakukan dengan pemakaian beban yang diukur setiap 5 menit selama 1 jam.

Pemanfaatan logam dapat digunakan sebagai elektroda penghantar listrik pada sel volta. Pasangan logam yang digunakan ditentukan berdasarkan pada urutan deret volta.

Urutan pada deret volta, yaitu semakin ke kiri kedudukan suatu logam dalam deret volta, maka logam semakin reaktif atau semakin mudah melepas elektron dan logam merupakan reduktor yang semakin kuat atau semakin mudah mengalami oksidasi. Sebaliknya, semakin ke kanan kedudukan suatu logam dalam deret volta, logam semakin kurang reaktif atau semakin sulit melepas elektron dan logam merupakan oksidator yang semakin kuat atau semakin mudah mengalami reduksi (Dogra, 1990).

Berdasarkan deret volta, logam Cu memiliki nilai potensial lebih besar dibandingkan logam Zn, Al, dan Fe. Logam Fe memiliki nilai potensial lebih besar dibandingkan logam Zn dan logam Al memiliki nilai potensial lebih besar dibandingkan logam Zn. Logam yang memiliki potensial lebih besar digunakan sebagai elektroda positif (katoda), sedangkan logam yang memiliki potensial lebih kecil digunakan sebagai elektroda negatif (anoda). Oleh karena itu, pasangan elektroda yang terbentuk, yaitu Cu-Zn, Cu-Al, Cu-Fe, Fe-Zn, dan Al-Zn. Jika diberikan dua buah elektroda, maka larutan elektrolit yang menghasilkan ion-ion tersebut bergerak sehingga terjadi proses transfer elektron dari anoda ke katoda yang menghasilkan keluaran berupa arus dan tegangan (Hendri dkk, 2015).

Elektroda diletakkan pada masing-masing sel yang berisi larutan elektrolit. Larutan elektrolit yang digunakan pada penelitian, yaitu larutan asam untuk masing-masing elektroda. Diantara elektroda positif dan elektroda negatif diletakkan pipa U yang berisi agar-agar dan garam. Pipa U yang berisi agar-agar dan garam dinamakan jembatan garam.

Fungsi dari jembatan garam, yaitu untuk menjaga kenetralan muatan listrik pada larutan. Oleh karena konsentrasi larutan elektrolit pada jembatan garam lebih tinggi daripada konsentrasi elektrolit di kedua bagian elektroda, maka ion negatif dari jembatan garam masuk ke salah satu setengah sel yang kelebihan muatan positif dan ion positif dari jembatan garam berdifusi ke bagian lain yang kelebihan muatan negatif.

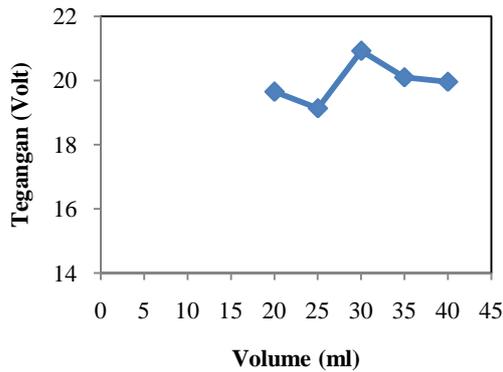
Adanya jembatan garam menyebabkan adanya pertemuan cairan elektrolit. Hal ini menyebabkan munculnya potensial perbatasan di kedua cairan. Elektroda negatif teroksidasi mentransfer elektron melalui kabel penghubung menuju elektroda positif. Aliran elektron ini yang

menyebabkan adanya voltase (Sartono dkk, 2014).

Pengukuran dilakukan pada tegangan masing-masing sel, pengukuran tanpa beban, pengukuran dengan beban dan penambahan beban dengan variasi volume 20 ml, 25 ml, 30 ml, 35 ml, dan 40 ml. Sel yang digunakan, yaitu sebanyak 20 buah. Pengukuran pertama, yaitu pengukuran tegangan pada masing-masing sel, pasangan elektroda yang paling besar menghasilkan tegangan, yaitu Cu-Zn dengan hasil pengukuran pada **Tabel 1**. Nilai tegangan yang dihasilkan dari semua volume pada **Tabel 1** memiliki nilai selisih yang sangat kecil. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa variasi volume pada pengukuran masing-masing elektroda nilai tegangan pada pengukuran tegangan masing-masing sel.

Tabel 1. Data pengamatan tegangan masing-masing sel pada pasangan elektroda Cu-Zn

Sel	Tegangan (Volt)				
	Volume				
	20 ml	25 ml	30 ml	35 ml	40 ml
1	1,020	1,014	1,007	1,037	0,990
2	1,006	1,001	0,995	1,029	0,967
3	1,000	0,992	0,993	1,012	0,979
4	1,005	0,965	0,987	1,027	0,988
5	0,983	0,948	0,970	1,016	0,943
6	0,996	0,996	0,995	1,018	0,973
7	0,988	0,985	0,976	1,009	0,983
8	0,996	0,985	0,987	1,018	0,970
9	0,996	0,995	0,993	1,030	0,979
10	1,012	1,007	0,982	1,016	0,983
11	0,994	1,002	0,991	1,017	0,971
12	0,977	0,920	0,970	1,023	0,963
13	0,994	0,996	0,987	1,002	0,958
14	0,988	0,997	0,987	1,026	0,980
15	0,997	0,998	0,987	1,031	0,997
16	0,985	0,971	0,964	1,032	0,981
17	0,999	0,977	0,975	1,025	0,991
18	0,957	0,939	0,934	1,033	0,995
19	0,964	0,967	0,970	1,023	0,985
20	0,995	1,001	0,980	1,035	0,996

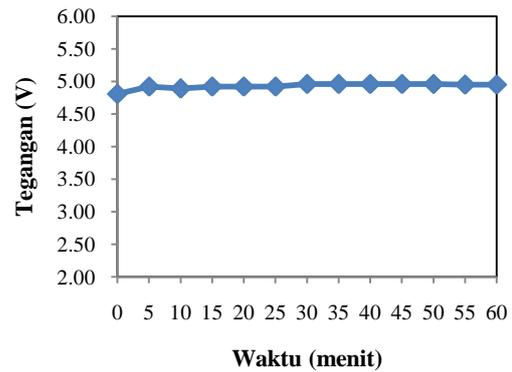


Gambar 4. Grafik hubungan tegangan dan volume dengan bahan elektroda Cu-Zn

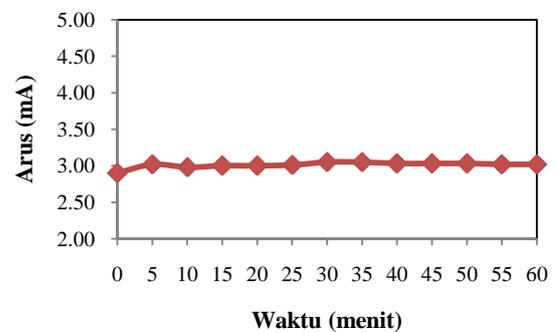
Pengukuran tanpa beban paling besar dihasilkan pada pasangan elektroda Cu-Zn dengan hasil grafik seperti pada **Gambar 4**. **Gambar 4** merupakan grafik hubungan tegangan terhadap volume dengan bahan elektroda Cu-Zn.

Hasil grafik pada **Gambar 4** pada volume 20 ml dihasilkan tegangan sebesar 19,65 V dan bertambah besar menjadi 19,96 V pada volume 40 ml. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa variasi volume mempengaruhi nilai tegangan pada pengukuran tanpa beban.

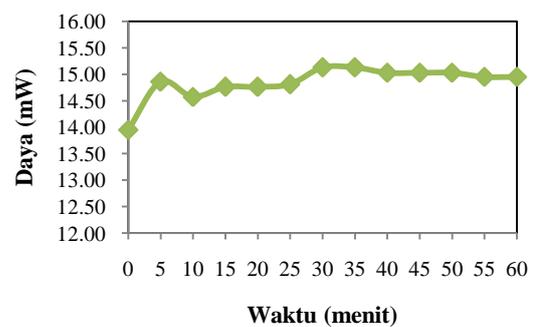
Pengukuran selanjutnya, yaitu pengukuran dengan beban pada masing-masing pasangan elektroda didapatkan hasil terbesar pada pasangan elektroda Cu-Zn. Pengukuran pada pasangan elektroda Cu-Zn pada volume 40 ml digunakan beban sebesar 1710,16 Ω dengan hasil seperti pada **Gambar 5**. Tegangan mengalami perubahan dari 4,81 V pada waktu menit pertama menjadi 4,95 V pada waktu ke-60 menit. Pengukuran arus mengalami kenaikan dari 2,90 mA pada waktu menit pertama menjadi 3,02 mA pada waktu ke-60 menit. Hasil ini dapat dilihat pada **Gambar 6** pengukuran daya dihasilkan 13,949 mW pada waktu menit pertama menjadi 14,949 mW pada waktu ke-60 menit dengan hasil grafik seperti pada **Gambar 7**.



Gambar 5. Grafik hubungan tegangan terhadap waktu pada volume 40 ml Cu-Zn



Gambar 6. Grafik hubungan arus terhadap waktu pada volume 40 ml Cu-Zn

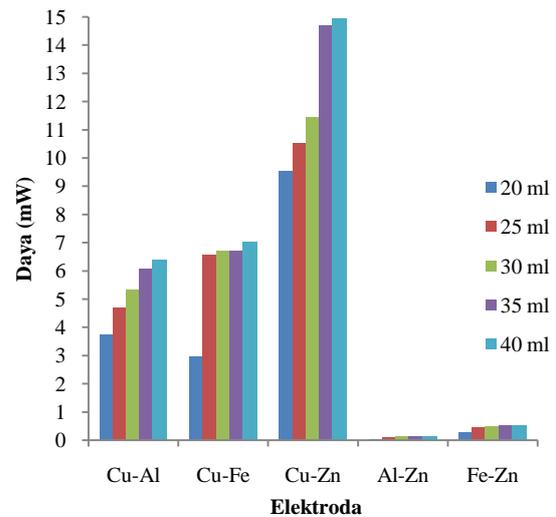


Gambar 7. Grafik hubungan daya terhadap waktu pada volume 40 ml Cu-Zn

Pengukuran selanjutnya, yaitu dengan penambahan beban pada masing-masing elektroda. Pada pasangan elektroda Cu-Al beban yang digunakan pada volume 40 ml, yaitu 6 buah LED diperoleh nilai tegangan pada menit awal 10,76 V dan 10,93 V pada saat waktu 60 menit, arus pada menit awal

diperoleh 0,122 mA dan 0,176 mA pada waktu ke-60 menit dan nilai daya pada menit awal diperoleh 1,313 mW dan 1,924 mW pada waktu ke-60 menit. Pada pengukuran pasangan elektroda Cu-Fe dengan 6 buah LED diperoleh nilai tegangan pada menit awal 10,96 V dan 10,82 V pada waktu ke-60 menit, nilai arus pada menit awal diperoleh 0,207 mA dan 0,148 mA pada waktu ke-60 menit dan nilai daya pada menit awal diperoleh 2,269 mW dan 1,601 mW pada waktu ke-60 menit. Pengukuran dengan elektroda Cu-Zn digunakan 10 buah LED diperoleh nilai tegangan awal 18,34 V dan 18,30 V pada waktu ke-60 menit, arus awal diperoleh 0,273 mA dan 0,250 mA pada waktu ke-60 menit dan nilai daya awal diperoleh 5,007 mW dan 4,575 mW pada waktu ke-60 menit. Pengukuran dengan Al-Zn digunakan 2 buah LED diperoleh nilai tegangan awal 3,57 V dan 3,53 V pada waktu ke-60 menit, arus awal diperoleh 0,073 mA dan 0,054 mA pada waktu ke-60 menit dan nilai daya awal diperoleh 0,261 mW dan 0,191 mW pada waktu ke-60 menit. Pengukuran dengan elektroda Fe-Zn digunakan 3 buah LED diperoleh nilai tegangan awal 5,29 V dan 5,30 V pada waktu ke-60 menit, arus awal diperoleh 0,065 mA dan 0,064 mA pada waktu ke-60 menit dan nilai daya awal diperoleh 0,344 mW dan 0,339 mW pada waktu ke-60 menit.

Pengukuran dengan penambahan beban dari semua pasangan elektroda dapat dikatakan bahwa pasangan elektroda yang memiliki daya untuk menghidupkan LED paling banyak, yaitu pada pasangan elektroda Cu-Zn, sedangkan pasangan elektroda Al-Zn memiliki daya menghidupkan LED paling sedikit, yaitu dua buah LED. Secara keseluruhan hasil hubungan daya terhadap elektroda pada setiap volume saat waktu ke-60 menit dapat dilihat pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Grafik hubungan daya terhadap pasangan elektroda

Pengukuran pada masing-masing sel dengan variasi pasangan elektroda dan variasi volume tidak memiliki perbedaan pada variasi volume, karena nilai tegangan yang dihasilkan tidak jauh berbeda pada masing-masing sel tetapi pada variasi pasangan elektroda memiliki nilai tegangan yang berbeda. Namun pada pengukuran dengan beban, nilai volume mempengaruhi nilai tegangan, arus, dan daya.

Pengukuran dengan penambahan beban memiliki hasil bahwa semakin besar beban yang digunakan nilai tegangan semakin besar, sedangkan nilai arus semakin kecil. Hal ini sesuai dengan hukum Ohm yang dicetuskan oleh George Simon Ohm yang berbunyi besar arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar akan berbanding lurus dengan tegangan yang diterapkan kepadanya dan berbanding terbalik dengan hambatannya.

Pengukuran menggunakan penambahan beban yang paling banyak, yaitu pada pasangan elektroda Cu-Zn dapat menghidupkan 10 buah LED dan dilakukan pengamatan nilai intensitas cahaya dengan hasil pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Data pengamatan instensitas cahaya pada pasangan elektroda Cu-Zn dengan volume 40 ml

Jumlah LED	Intensitas (Lux)
1	21
2	20
3	33
4	34
5	32
6	24
7	13
8	10

Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan luxmeter dengan hasil intensitas 34 lux pada nyala 4 buah LED. Namun, nilai semakin menurun sampai dengan instensitas 10 lux pada nyala 8 buah LED. Hasil ini semakin kecil dikarenakan semakin banyak lampu, arus yang dihasilkan semakin kecil dikarenakan hambatan semakin besar sehingga nyala lampu tidak terang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengukuran pada masing-masing sel dengan variasi volume pada setiap pasangan elektroda tidak mempengaruhi nilai tegangan, pengukuran tanpa beban dengan variasi volume tidak berpengaruh terhadap tegangan yang dihasilkan, sedangkan pada pengukuran dengan beban volume berpengaruh terhadap tegangan yang dihasilkan, pasangan elektroda Cu-Zn memiliki nilai tegangan paling besar pada

pengukuran tanpa beban dan menghasilkan daya paling besar pada pengukuran dengan beban dan semakin banyak LED yang dihidupkan semakin kecil nilai arus karena hambatan semakin besar, sehingga nilai intensitas semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Berita Daerah. 2014. *Konsumsi Listrik Awal 2014 Meningkat 9 Persen*. Beritadaerah.co.id. (diakses pada tanggal 12 November 2015 pukul 19.00 WIB).
- Dogra. 1990. *Kimia Fisik dan Soal-Soal*. Jakarta. Universitas Indonesia.
- Hendri, Yasni, Gusnedi dan Ratnawulan. 2015. Pengaruh Jenis Kulit Pisang dan Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kelistrikan dari Sel Accu dengan Menggunakan Larutan Kulit Pisang. *Pillar of Physic Vol. 6 Hal. 97-104*.
- Sartono, Muhamad, Vega Noviana, Siti Maemunah dan Nurkamalia Lubis. 2014. Pengaruh Jembatan Garam KCl dan Buah Terhadap Voltase Yang Dihasilkan Sel Galvani. *Jurnal Sains dan Teknologi Vol. 1 No. 1*.

