

Desain dan Realisasi Akumulator Elektrolit Air Laut dengan Penambahan Sodium Bicarbonate (NaHCO_3) sebagai Sumber Energi Alternatif

Gurum Ahmad Pauzi [✉], Randha Kentama Arwaditha, Amir Supriyanto, Sri Wahyu Suciyati, Arif Surtono, Junaidi, Warsito

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima:
28 November 2018
Disetujui:
29 November 2018
Dipublikasikan:
29 November 2018

Keywords:
Scale, CaCO_3 ,
 CaSO_4 , Formation
Water, Oil Reservoir

ABSTRAK

Penelitian tentang karakteristik elektrik sel elektrokimia dengan elektrolit air laut dengan penambahan NaHCO_3 menggunakan elektroda Cu-Zn telah dilakukan. Sistem elektrokimia ini dirancang agar dapat dilakukan penggantian elektrolit air laut tanpa membuat elektroda yang digunakan terpapar udara secara langsung. Pengukuran karakteristik elektrik meliputi tegangan, arus, dan daya, serta luminasi yang dihasilkan beban LED 1,2 watt. Penelitian ini melakukan perbandingan karakteristik elektrik sel elektrokimia dengan dan dengan tanpa penambahan NaHCO_3 . Pengukuran dilakukan selama 5 hari (120 jam) dengan penggantian elektrolit setiap 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem elektrokimia dengan penambahan NaHCO_3 mampu menyalakan LED lebih lama (5 hari) dibandingkan dengan tanpa penambahan NaHCO_3 yang hanya mampu menyalakan LED selama 3 hari. Laju korosi pada elektroda Cu-Zn tanpa penambahan NaHCO_3 semakin lama digunakan semakin besar, sedangkan dengan penambahan NaHCO_3 tidak terjadi korosi.

ABSTRACT

Research on the electrical characteristics of electrochemical cells with electrolyte of seawater with the addition of NaHCO_3 using Cu-Zn electrodes was carried out. This electrochemical system is designed to be able to replace electrolyte sea water without making electrodes used directly exposed to air. Measurements of electrical characteristics include voltage, current, and power, and luminance produced by 1.2 watt LED loads. This study compared the electrical characteristics of electrochemical cells with and without the addition of NaHCO_3 . Measurements are carried out for 5 days (120 hours) with electrolyte replacement every 24 hours. The results showed that the electrochemical system with the addition of NaHCO_3 was able to turn on the LED for longer (5 days) compared to without the addition of NaHCO_3 which was only able to turn on the LED for 3 days. The corrosion rate on Cu-Zn electrodes without the addition of NaHCO_3 the longer it is used the greater, whereas with the addition of NaHCO_3 there is no corrosion.

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan faktor penting yang mempengaruhi perkembangan manusia modern saat ini. Pertumbuhan Populasi, peningkatan standar hidup, urbanisasi, perkembangan teknologi dan industrialisasi semakin meningkatkan kebutuhan energi suatu Negara (Ozturk dan Osturk, 2018). Perkembangan teknologi menyebabkan penggunaan energi listrik mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Hal ini ditandai dengan begitu banyaknya penggunaan peralatan elektronik oleh masyarakat, yang tidak disertai pola kesadaran konsumsi energi listrik secara efisien. Masih minimnya kesadaran bahwa ketersediaan energi tersebut sangat terbatas (Antonov dan Rahman, 2015).

Seiring dengan semakin langkanya ketersediaan sumber energi fosil (minyak bumi, gas alam, dan batubara) yang bersifat tak terbarukan, maka perekonomian dunia mulai bergeser ke arah perekonomian energi. Peran energi sebagai komoditas yang diperdagangkan menjadi makin penting. Kecenderungan ini semakin diperkuat dengan belum tersedianya sumber energi terbarukan (energi surya, angin, panas bumi, nuklir, dan lain-lain) dengan biaya produksi yang terjangkau (Pradnyana, 2016).

Pemanfaatan air laut sebagai sumber energi listrik belum dimanfaatkan dengan secara maksimal. Bumi memiliki luas lautan yang lebih besar dibandingkan dengan daratan. Adanya listrik dari air laut merupakan solusi yang potensial dan murah bagi kebutuhan listrik penerangan masyarakat sekitar pantai dimana listrik PLN sulit diakses. Energi dari air laut dapat diperoleh melalui ayunan gelombang air, dan metode elektrokimia. Metode Elektrokimia ini dilakukan dengan memanfaatkan proses reduksi-oksidasi, yaitu elektroda negatif (anoda) akan mengalami reaksi oksidasi sehingga elektron pada permukaan anoda akan terlepas dan dibawa oleh ion elektrolit menuju elektroda positif (katoda) (Güell dkk., 2008).

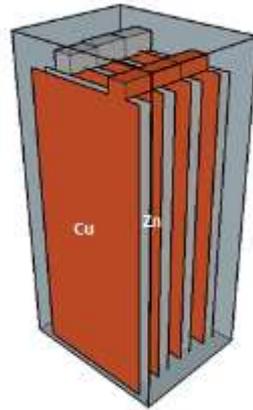
Air laut memiliki kandungan natrium klorida (NaCl) sebesar 3,5% (Zainuri dkk., 2016), sedangkan komposisi air laut pada salinitas 3,5% mengandung ion Na^+ sebesar 10,77 gram per kg air laut dan ion Cl^- sebesar 19,354 gram per kg air laut yang berfungsi sebagai ion-ion yang dapat menghantarkan listrik dari elektroda. Laju korosi elektroda dalam larutan NaCl tanpa adanya kontak listrik menjadi sangat lambat (Pauzi dkk., 2015), sedangkan bila terdapat kontak listrik maka laju korosi akan meningkat cepat. Elektroda zinc (Zn) yang berada dalam larutan NaCl 3,5% mengalami korosi yang cukup cepat dibandingkan aluminium, dan kadmium (Ali dan Abbas, 2009).

Laju korosi yang tinggi akan menghambat keberlangsungan produksi energi listrik yang dihasilkan oleh sel elektrokimia. Hal ini menunjukkan bahwa diperlukan upaya untuk menghambat laju korosi melalui penambahan senyawa dalam larutan elektrolit NaCl. Upaya peningkatan energi listrik telah dilakukan melalui analisis penambahan *Sodium Bikarbonat* (NaHCO_3) pada air dan hubungan jumlah energi elektrolisis, serta mendapatkan persentase *sodium bicarbonate* yang terbaik 12,5% (Marlina dkk., 2013). Sedangkan analisis karakteristik elektrik air laut sebagai sumber energi listrik terbarukan dengan menggunakan tiga variable elektroda, yaitu C-Zn, Cu-Al, dan Cu-Zn (Pauzi dkk., 2016) menunjukkan bahwa pasangan elektroda Cu-Zn menghasilkan tegangan lebih tinggi dibandingkan dengan sel elektroda pasangan lain. Pada penelitian ini analisa energi listrik pasangan elektroda Cu-Zn pada air laut dengan penambahan NaHCO_3 sebesar 12,5% dan menggunakan empat pasang elektroda positif dan negatif yang terpasang parallel dalam 1 sel.

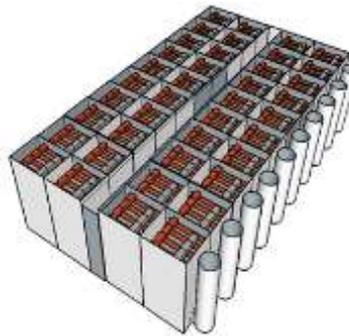
METODE

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini terdiri atas dua tahap: Pertama, alat didesain dengan sistem tertutup yang terdiri atas 40 sel, setiap sel dihubungkan secara seri. Setiap sel terdiri dari 4 buah pasangan elektroda Cu-Zn yang disusun secara berselang seling dengan dimensi lebar 4

cm dan panjang 9 cm (Gambar 1). Media setiap sel terbuat dari bahan akrilik dengan ketebalan 2 mm seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Susunan Elektrode Cu-Zn yang tersusun parallel pada tiap sel.



Gambar 2. Sistem elektrokimia 40 sel yang tersusun seri

Kedua, pengukuran karakteristik elektrik (tegangan, arus, daya) dilakukan terhadap elektrolit air laut tanpa penambahan *sodium bicarbonate* dan elektrolit air laut dengan penambahan *sodium bicarbonate*. Kaki output akhir pada 40 sel diberi beban LED 1,2 watt dan dilakukan pengukuran luminasinya pada jarak 10 cm selama 5 x 24 jam. Pengukuran tegangan dilakukan saat beban LED dilepas (V_b), tegangan saat diberi beban (V_b), arus saat terbebani (I) dan daya saat diberi beban (P).

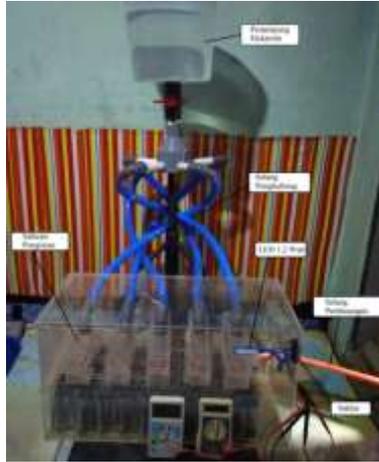
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan nilai potensial reduksi deret volta menunjukkan bahwa Cu memiliki beda potensial sebesar +0,34 volt, sedangkan Zn memiliki beda potensial sebesar -0,76 volt. Oleh karena itu beda potensial yang dihasilkan dari rangkaian kedua elektroda ini adalah sebesar 1,10 (Hakanson, 2016). Potensial reduksi deret volta menunjukkan bahwa atom yang mudah mengalami oksidasi akan semakin mudah melepas elektron dan bertindak sebagai anoda. Nilai potensial ini dihitung berdasarkan nilai potensial reduksi pada unsur-unsur logam deret volta yang dibandingkan terhadap potensial *standard* atom Hidrogen dengan konsentrasi 1 M pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm (Silberberg, 2003).

Sistem perangkat keras pada penelitian ini dirancang agar dapat melakukan pengisian ulang larutan elektrolit NaCl dalam sistem yang tertutup. Sistem ini bertujuan untuk mencegah oksigen

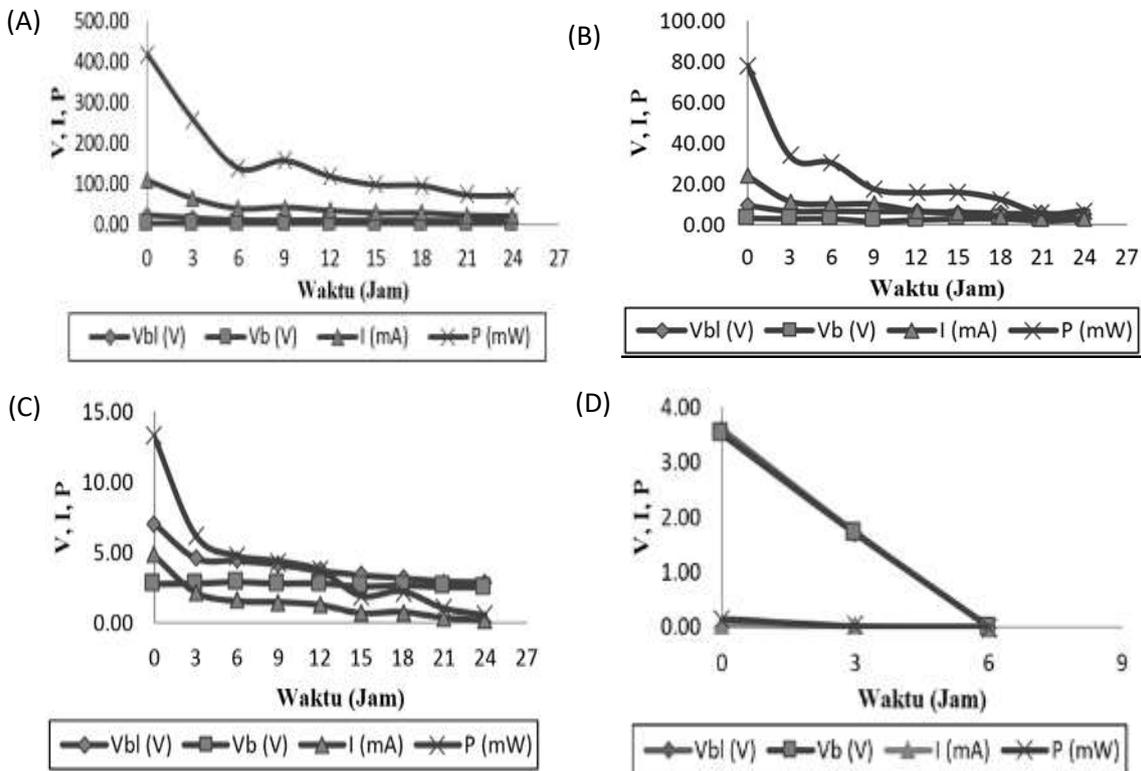
yang mengenai permukaan elektroda sehingga dapat meminimalkan terjadinya korosi pada anoda. Perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 3.

Hasil penelitian untuk elektrolit air laut menunjukkan nilai karakteristik elektrik sistem selama empat hari pengujian.



Gambar 3. Realisasi Alat

Karakteristik elektrik alat pengujian ditunjukkan pada Gambar 4. Pengujian hari pertama menghasilkan nilai tegangan tanpa beban led 1,2 watt (V_{bl}) maksimum sebesar 23,30 V dengan daya maksimum sebesar 419,40 mW, seperti ditunjukkan grafik pada Gambar 4.A.



Gambar 4. Grafik karakteristik elektrik alat pengujian hari (A) pertama, (B) kedua, (C) ketiga, dan (D) keempat

Gambar 4.B menunjukkan hasil pengujian hari kedua mengalami penurunan dengan menghasilkan V_{bi} maksimum sebesar 9,25 V dengan daya maksimum sebesar 78,31 mW. Pengujian hari ketiga mengalami penurunan kembali dengan menghasilkan V_{bi} maksimum sebesar 7,10 V dengan daya maksimum sebesar 13,26 mW (Gambar 4.C). Pengujian hari keempat mengalami penurunan kembali dengan menghasilkan V_{bi} maksimum sebesar 3,60 V dengan daya maksimum sebesar 0,14 mW (Gambar 4.D).

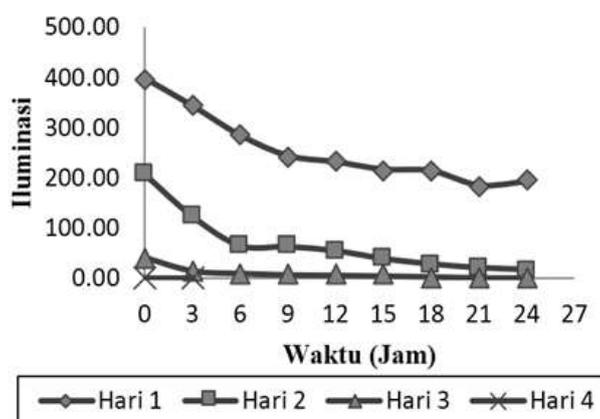
Grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa selama empat hari pengujian karakteristik elektrik yang dihasilkan akan semakin menurun. Pada hari keempat hanya dilakukan dua kali pengambilan data, disebabkan beban LED 1,2 watt sudah tidak mampu menghasilkan cahaya. Hal ini disebabkan munculnya korosi pada Zn dan munculnya lapisan pada permukaan Cu sebagai reaksi terhadap NaCl membentuk $CuCl_2$ (Al-Abdalah dkk., 2009; Arvarho, 2014).

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran laju korosi elektrolit air laut pada anoda. Pengukuran laju korosi pada anoda semakin meningkat pada tiap harinya dan sangat mempengaruhi penurunan daya listrik yang dihasilkan sel. Korosi yang dihasilkan menyebabkan aliran arus listrik menjadi terhambat. Kandungan NaCl pada air laut dapat meningkatkan laju korosi zinc (Liu dkk., 2013).

Tabel 1. Laju Korosi Elektrolit Air Laut

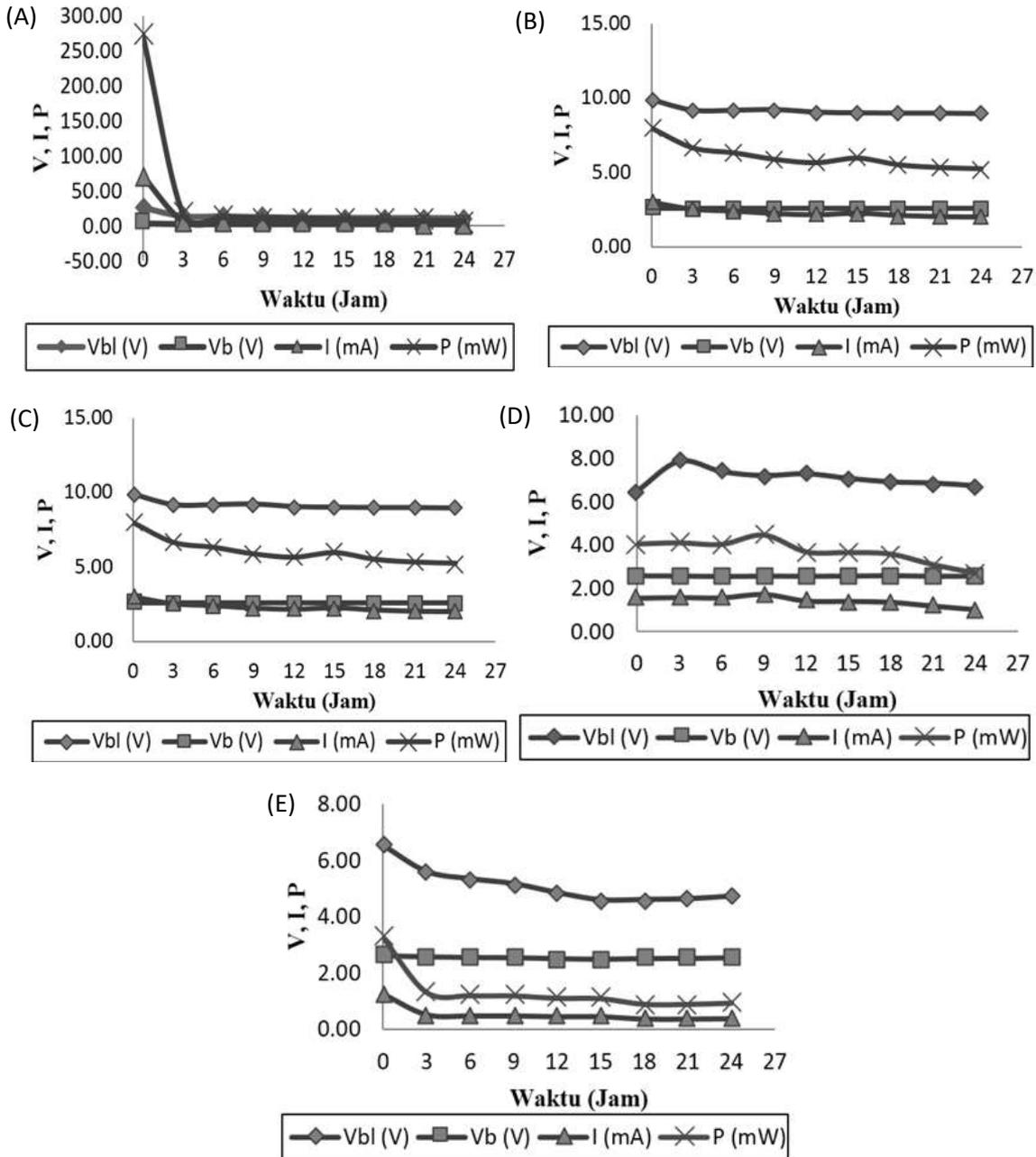
Hari Ke	Sel Ke	W_0 (gr)	W_1 (gr)	W (gr)	T (Jam)	R (mm/tahun)
1	1	5,35	5,35	0	24	0
2	2	5,06	5,06	0	48	0
3	3	5,12	5,11	0,01	72	0,047
4	4	5,22	5,19	0,03	96	0,107
5	5	5,29	5,25	0,04	120	0,114

Pengukuran luminasi yang telah dilakukan (Gambar 5) mampu menyalakan LED 1,2 watt selama 3 x 24 jam dengan luminasi LED maksimum sebesar 398,71 Lux, namun pada hari keempat, sudah tidak dapat menyala lagi. Penurunan karakteristik elektrik pada penelitian yang dihasilkan sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pauzi (2016).



Gambar 5. Iluminasi LED yang dihasilkan

Hasil penelitian selanjutnya untuk elektrolit air laut dengan penambahan *sodium bicarbonate* menunjukkan nilai karakteristik elektrik system selama lima hari pengujian seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Pengujian hari pertama menghasilkan nilai V_{bl} maksimum sebesar 25,99 V dengan daya maksimum sebesar 272,19 mW. Pengujian hari kedua mengalami penurunan dengan menghasilkan V_{bl} maksimum sebesar 9,89 V dengan daya maksimum sebesar 7,96 mW. Pengujian hari ketiga mengalami penurunan kembali dengan menghasilkan V_{bl} maksimum sebesar 8,64 V dengan daya maksimum sebesar 5,76 mW. Pengujian hari keempat mengalami penurunan kembali dengan menghasilkan V_{bl} maksimum sebesar 7,89 V dengan daya maksimum sebesar 4,47 mW. Pengujian hari kelima mengalami penurunan kembali dengan menghasilkan V_{bl} maksimum sebesar 6,54 V dengan daya maksimum sebesar 3,29 mW.

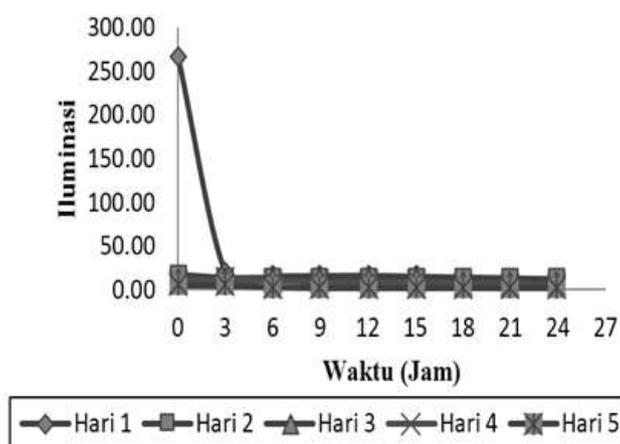


Gambar 6. Grafik pengukuran karakteristik elektrik sistem *sodium bicarbonate* (A) hari pertama (B) hari kedua (C) hari ketiga (D) hari keempat (E) hari kelima

Gambar 6.E menunjukkan grafik pengukuran pada hari kelima, LED 1,2 watt masih mampu menyala dengan tegangan pada 24 jam terakhir adalah 2,55 volt. Pengukuran laju korosi menunjukkan bahwa dengan penambahan sodium bicarbonate pada elektrolit air laut menunjukkan tidak terlihat adanya korosi, namun terjadi pelapisan pada permukaan anoda berupa gumpalan kristal sodium bicarbonate dan membuat massa Zn menjadi lebih besar. Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran laju korosi pada permukaan anoda, sedangkan Gambar 7 menunjukkan iluminasi LED yang dihasilkan NaHCO_3 .

Tabel 2. Laju Korosi Anoda pada Elektrolit Air Laut dengan Penambahan NaHCO_3

Hari Ke	Sel Ke	W_0 (gr)	W_1 (gr)	W (gr)	T (Jam)	R (mm/tahun)
1	1	5,11	5,18	-0,07	24	-
2	2	5,21	5,25	-0,04	48	-
3	3	5,16	5,25	-0,09	72	-
4	4	5,45	5,56	-0,11	96	-
5	5	5,33	5,48	-0,15	120	-

Gambar 10. Iluminasi LED yang dihasilkan NaHCO_3

Pengukuran luminasi LED 1,2 watt menunjukkan bahwa dengan penambahan sodium bicarbonate LED mampu menyala sampai dengan hari kelima dengan tersisa 1 lux (Gambar 10).

Penambahan *sodium bicarbonate* ke dalam air akan memecah molekul *sodium bicarbonate* menjadi Na^+ dan HCO_3^- yang berfungsi sebagai anion dan kation, sehingga akan meningkatkan daya hantar elektron dalam larutan elektrolit (Marlina dkk, 2013; Jabar dan Ibrahim, 2013). Hal ini terlihat pada tegangan maksimum yang dihasilkan oleh elektrolit dengan penambahan *sodium bicarbonate* yang cenderung lebih tinggi dibandingkan tanpa penambahan *sodium bicarbonate*. Laju korosi yang jauh lebih kecil, serta daya tahan sel yang mampu menghasilkan energi listrik yang lebih lama.

SIMPULAN

Penambahan *sodium bicarbonate* pada sel elektrokimia dengan elektroda Cu-Zn mampu menghasilkan tegangan yang lebih tinggi, menyalakan LED lebih lama dan menahan laju korosi pada permukaan elektroda anoda.

REFERENSI

- Ali, J. M., Abbas, Q. (2009). Corrosion and Galvanic behavior of Copper, Carbon steel and Zinc Couples in (3.5 %wt) NaCl Solution. *Al-Khwarizmi Engineering Journal*, 5 (3), 60-71.
- Antonov, A., Rahman A. (2015). Prakiraan dan Analisa Kebutuhan Energi Listrik Provinsi Sumatra Barat Hingga Tahun 2024 dengan Metode Analisis Regresi Linier Berganda. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 4, 2.
- Güell R., Aragay, G., Fontàs, C., Anticó, E., Merkoçi, A. (2008). Sensitive and Stable Monitoring of Lead and Cadmium in Seawater Using Screen-Printed Electrode and Electrochemical Stripping Analysis. *Nanobioelektronics & Biosensors Group*, 219-224.
- Liu, Shuan, Sun, H., Zhang, N., Sun, L. (2013). The Corrosion Performance of Galvanized Steel in Closed Rusty Seawater. *International Journal of Corrosion*, 2013 (267353), 9.
- Marlina E., Slamet, W., Lilis, Y. (2013). Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H₂O Dengan Katalis NaHCO₃. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4 (1), 53-58.
- Ozturk, S., Osturk, F. (2018). Forecasting Energi Consumption of Turkey by ARIMA Model. *Journal of Asian Scientific Research*, 8(2), 52-60.
- Pauzi, G.A.A., Rahmayanti, D., Nindi, E.M. (2015). Perhitungan Laju Korosi di dalam Air Laut dan Air garam 3% pada paku dan Besi ASTM 36. *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika (Gravity)*, 1 (1), 6.
- Pauzi. G.A., Hudaya, E., Supriyanto, A., Warsito. (2016). Analisis Uji Karakteristik Elektrik Air Laut sebagai Sumber Energi Listrik Terbaru. *Prosiding SN SMIAP 2016*.
- Pradnyana, G. (2016). Pemenuhan Kebutuhan Energi dalam Rangka Mewujudkan Ketahanan Nasional. *Jurnal Maksipreneur*, V (2), 67 – 76.
- Silberberg, M. S. (2003). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change*. New York: McGraw Hill Education.
- Zainuri M., Anam, K., dan Susanti, A. P. (2016). Hubungan Kandungan Natrium Chlorida (NaCl) dan Magnesium (Mg) dari Garam Rakyat di Pulau Madura. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan*. Universitas Trunojoyo Madura.