

**PENGARUH VARIASI LUAS PENAMPANG ELEKTRODA DAN
KONSENTRASI LARUTAN ELEKTROLIT TERHADAP POTENSIAL
SEL VOLTA DENGAN METODE SEL ELEKTROKIMIA**

***THE EFFECT OF VARIATIONS OF ELECTRODE SECTOR AREA AND
CONCENTRATION OF ELECTROLITE SOLUTIONS ON THE POTENTIAL
VOLTA CELLS USING ELECTRO CHEMICAL CELL METHOD***

Jeremy Wibisono Prakoso¹, Suwandiz², Nurwulan Fitriyanti³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
jeremywibi@student.telkomuniversity.ac.id, 2suwandiz.sains@gmail.com,
3nurwulanf@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Energi merupakan permasalahan utama dunia saat ini terutama negeri ini. Dari data kementerian ESDM tahun 2018-2020 mencatat konsumsi energi listrik di Indonesia setiap tahunnya semakin meningkat 6.9 %. Dalam penggunaan sumber daya alam ini ketersediaannya semakin menipis dan pemakaiannya memiliki konsekuensi. Semakin luasnya isu kenaikan harga, kerusakan lingkungan, dan krisis energi nasional menuntut penggunaan sumber energi baru yang terbarukan, salah satunya menggunakan Metode Sel Elektrokimia untuk menghasilkan listrik dengan larutan elektrolit. Pada penelitian Muh. Ali Usman [4] dengan mengembangkan variasi luas penampang elektroda (anoda dan katoda) agar daya yang dihasilkan lebih besar dengan menggunakan 3 larutan elektrolit (NaCl, KCl, dan NaOH) dan melihat pengaruh konsentrasi. Pengambilan data akan dilakukan sebanyak 6 kali percobaan dengan variasi luas penampang sebesar 5 cm², 10 cm², 15 cm², 20 cm², 25 cm², dan 30 cm² dengan volume air 1500 ml dan Konsentrasi dari setiap elektrolit 1.2M -2.27M. Dari pengujian tersebut, diperoleh nilai daya tertinggi dengan nilai 50.73 mWatt saat luas penampang 30 cm² dengan elektrolit NaOH, sedangkan untuk nilai daya terkecil terdapat di luas penampang 5 cm² dengan elektrolit NaCl dengan nilai 3,06 mWatt.

Kata kunci: Energi Alternatif, Sel Elektrokimia, Elektroda, Luas Penampang, Elektrolit

Abstract

Energy is a major problem in the world today, especially this country. From the data from the Ministry of Energy and Mineral Resources for 2018-2020, the consumption of electrical energy in Indonesia has increased by 6.9% annually. In the use of natural resources, their availability is dwindling and their use has consequences. The widespread issue of price increases, environmental damage and the national energy crisis demands the use of new renewable energy sources, one of which is using the Electrochemical Cell Method to generate electricity with electrolyte solutions. In Muh. Ali Usman [4] by developing a variation of the cross-sectional area of the electrode (anode and cathode) so that the power produced is greater by using 3 electrolyte solutions (NaCl, KCl, and NaOH) and seeing the effect of concentration. Data collection will be carried out 6 times with a variation of the cross-sectional area of 5 cm², 10 cm², 15 cm², 20 cm², 25 cm², and 30 cm² with a water volume of 1500 ml and the concentration of each electrolyte 1.2M -2.27M. From this test, the highest power value was obtained with a value of 50.73 mWatt when the cross-sectional area was 30 cm² with NaOH electrolyte, while the smallest power value was in the cross-sectional area of 5 cm² with NaCl electrolyte with a value of 3.06 mWatt.

Keywords: Alternative Energy, Electrochemical Cells, Electrodes, Cross-sectional Area, Electrolytes

1. Pendahuluan

Energi merupakan permasalahan utama dunia saat ini terutama negeri ini. Dari data kementerian ESDM tahun 2018-2020 mencatat konsumsi energi listrik di Indonesia setiap tahunnya semakin meningkat 6.9% [1] seiring dengan semakin meningkatnya aktivitas manusia yang menggunakan listrik terutama energi listrik yang kapasitasnya terbatas [1]. Saat ini sumber utama energi ialah listrik, masyarakat sangat bergantung terhadap pasokan pemerintah yang sebagian besarnya masih mengandalkan sumber daya alam tak terbarukan. Penggunaan terhadap sumber daya

tak terbarukan (fossil) ini terus dilakukan secara besar-besaran untuk memenuhi kebutuhan energi listrik nasional. Dalam penggunaan sumber daya alam ini ketersediaannya semakin menipis dan pemakaiannya memiliki konsekuensi. Semakin luasnya isu kenaikan harga, kerusakan lingkungan, dan krisis energi nasional menuntut penggunaan sumber energi baru yang terbarukan serta berwawasan lingkungan merupakan salah satu upaya yang dianggap penting dan perlu dilakukan [2]

Elektrokimia adalah suatu reaksi kimia yang menghubungkan reaksi oksidasi dan reduksi dengan aliran muatan elektron. Elektrokimia ini sering digunakan sebagai penyimpanan energi listrik, contohnya aki dan baterai sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber arus DC [3]. Sel Elektrokimia adalah alat yang dapat menghasilkan arus listrik dengan prinsip elektrokimia, sel elektrokimia ini memiliki dua elektroda yang disebut anoda dan katoda [4]. Elektrolit sebagai salah satu sumber energi listrik yang dapat dilakukan dengan menggunakan metode sel elektrokimia. Untuk menjaga muatan listriknya tetap netral pada elektrolit digunakan jembatan garam yang terisi penuh dengan larutan garam pekat yang mengandung garam KCl.

Salah satu contoh larutan elektrolit yang dapat digunakan sebagai sumber energi listrik adalah garam. Garam adalah benda padat berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa dengan bagian terbesar *Natrium Chlorida* serta senyawa lainnya, seperti *Magnesium Chlorida*, dan *Calcium Chlorida* [5]. Di samping itu, dalam paper penelitian yang berjudul “*Saltwater as the energy source for low-cost, safe rechargeable batteries*” karya J. Mater Chem sebelumnya sudah mengembangkan sebuah aplikasi baterai air garam terbaru sebagai hybrid antara baterai dan sel bahan bakar, baterai air garam ini menggunakan air laut murni yang mengandung Na^+ sebagai elektrolit, yang membuat aplikasi ini menjadi skala besar, sistem material anodanya dari karbon keras [7].

Pada penelitian ini penulis ingin melanjutkan dari penelitian sebelumnya [3] yang menggunakan air garam sebagai sumber energi alternatif. Pada penelitian tersebut air garam dapat menghasilkan energi listrik dengan menggunakan metode elektrokimia. Pada penelitian tersebut daya yang dihasilkan oleh sel elektrokimia yang memiliki elektroda tembaga dan seng yang memiliki 3 variasi luas penampang Cu yang dikombinasikan dengan 3 variasi luas penampang Zn, masing-masing sebesar 7 cm^2 , 14 cm^2 , dan 21 cm^2 yang menghasilkan daya dengan 7 cm^2 dengan nilai 0.10725 Watt , 14 cm^2 dengan nilai 0.6762 Watt , dan 21 cm^2 dengan nilai 0.8996 Watt .

Dari penelitian tersebut daya yang dihasilkan cukup kecil karena variasi luas penampang yang kecil luasnya. Sehingga pada penelitian ini dilakukan perubahan variasi luas penampang Cu dan Zn yang digunakan, yaitu sebesar 5 cm^2 , 10 cm^2 , 15 cm^2 , 20 cm^2 , 25 cm^2 , dan 30 cm^2 , dengan menggunakan 3 elektrolit yang berbeda seperti (NaCl, KCl, dan NaOH). Diharapkan dengan luas penampang yang semakin besar maka daya yang dihasilkan semakin besar.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Sel Elektrokimia

Sel Elektrokimia adalah alat yang dapat menghasilkan arus listrik dengan di dalam selnya, yaitu reaksi oksidasi dan reaksi reduksi (reaksi redoks), sel elektrokimia ini memiliki dua elektroda yang disebut anoda dan katoda. Jadi elektrolit ion^+ dan ion^- dialirkan listrik akan bergerak dan berkumpul di permukaan elektrodanya disitulah terjadinya reaksi redoks, redoksnya pun transfer elektron, dimana elektron masuk dan kebawah pada bagian elektrodanya nah rangkain proses itu ialah sel elektrokimia [3]

a. Sel Volta

Yaitu salah satu sel elektrokimia yang mampu menghasilkan listrik secara spontan. Listrik ini dihasilkan dari reaksi kimia yang berlangsung di dalam larutan.

b. Sel Elektrolis

c. Yaitu salah satu sel elektrokimia menghasilkan listrik tidak spontan, karena mengalami reaksi kimia saat listrik dialirkan menuju sel tersebut

d. Potensial Elektroda

Banyaknya arus listrik yang dihasilkan dari elektroda dapat ditentukan besarnya dengan menggunakan potensial elektroda dari Zn dan Cu. Hanya saja potensial elektroda suatu zat yang tidak mungkin berdiri sendiri, harus ada patokan yang menjadi standar yaitu potensial standar reduksi.

Bila elektroda pengukur mempunyai nilai lebih besar dari elektroda hidrogen (bernilai positif), maka elektroda tersebut mempunyai kecenderungan untuk tereduksi. Sedangkan bila elektroda pengukur mempunyai nilai lebih kecil dari elektroda hidrogen, maka elektroda tersebut mempunyai kecenderungan untuk teroksidasi. Karena reaksi setengah sel pada elektroda ditulis dalam bentuk reduksi, maka nilai potensial elektroda standar juga dapat disebut potensial reduksi standar [6].

$$E^{\circ}_{\text{sel}} = E^{\circ}_{\text{katode}} - E^{\circ}_{\text{anoda}} \quad (2.1)$$

Tabel 2.1 Tabel Potensial Reduksi Standar [6]

Setengah Reaksi	E° (V)
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s})$	+0,80
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + e^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+0,77
$\text{I}_2(\text{s}) + 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{I}^-(\text{aq})$	+0,54
$\text{NiO}_2(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$	+0,49
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$	+0,17
$\text{AgBr}(\text{s}) + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + \text{Br}^-(\text{aq})$	+0,07
$2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$	0
$\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Cd}(\text{s})$	+0,40
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$	+0,44
$\text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + 3 e^- \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{s})$	+0,74
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	+0,76
$2 \text{H}_2\text{O} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$	+0,83
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 e^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	+1,66

2.2 Skema Penelitian

Untuk penelitian yang dilakukan Sampel larutan adalah NaCl, KCl, dan NaOH. Kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur dengan massa 100-200 dan dicampur dengan air sebanyak 1500 ml, kemudian sampel tersebut dimasukkan ke dalam wadah yang memiliki sekat-sekat yang memiliki luas penampang 10 cm², 20 cm², dan 30 cm². Selanjutnya melakukan pengukuran dengan menggunakan metode sel elektrokimia dengan melakukan pengujian pengaruh luas penampang, pengaruh konsentrasi, dan pengaruh perbandingan larutan elektrolit.

2.3 Zat Terlarut

Zat terlarut merupakan zat-zat yang memiliki fasa padat dan gas, sedangkan yang berfasa cair dikatakan sebagai pelarut. Suatu zat dikatakan sebagai pelarut apabila memiliki komposisi yang lebih banyak dibandingkan dengan jumlah zat pelarut yang paling menentukan sifat larutan [16].

Larutan adalah suatu campuran homogeny yang terdiri dari dua atau lebih zat dalam komposisi yang bervariasi. Zat yang jumlahnya lebih sedikit di dalam larutan disebut (zat) terlarut, sedangkan zat yang jumlahnya lebih banyak daripada zat-zat lain dalam larutan disebut pelarut [17].

Semakin banyak jenis zat terlarut yang dicampurkan maka semakin tinggi pula titik didih larutannya. Jadi semakin besar konsentrasi larutan maka energi yang digunakan juga semakin besar maka waktu yang diperlukan juga semakin kecil [17].

2.4 Elektrolit

Elektrolit adalah suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ionnya. Zat yang jumlahnya lebih sedikit di dalam larutan disebut (zat) terlarut atau solut, sedangkan zat yang jumlahnya lebih banyak daripada zat-zat lain dalam larutan disebut pelarut atau solven. Larutan terdiri dari larutan non elektrolit dan larutan elektrolit. Larutan non elektrolit adalah larutan yang tidak menghantarkan arus listrik, sedangkan larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dengan mudah. Ion-ion merupakan atom-atom bermuatan elektrik. Elektrolit dapat berupa senyawa garam, asam, atau amfoter. Elektrolit kuat identik dengan asam, basa, dan garam. Elektrolit merupakan senyawa yang berkaitan ion dan kovalen polar [18].

Tabel 2.2 Perbandingan elektrolit kuat, lemah, dan non elektrolit [18]

Jenis Larutan	Sifat	Contoh senyawa	Reaksi ionisasi
Elektrolit kuat	terionisasi sempurna, menghantarkan arus listrik, lampu dapat menyala terang, terdapat gelembung gas	NaCl, HCl, NaOH, H ₂ SO ₄ , dan KCl	NaCl Na ⁺ + Cl ⁻ NaOH Na ⁺ + OH ⁻ H ₂ SO ₄ 2H ⁺ + SO ₄ ²⁻
Elektrolit lemah	terionisasi sebagian, menghantarkan arus listrik, lampu dapat menyala redup, terdapat gelembung gas	CH ₃ COOH, Na ₄ OH, HCN, Al(OH) ₃	CH ₃ COOH H ⁺ + CH ₃ COO ⁻ HCN H ⁺ + CN ⁻ Al(OH) ₃ Al ⁺ + 3OH ⁻
Non Elektrolit	tidak terionisasi, tidak menghantarkan listrik, tidak dapat menyalakan lampu, tidak terdapat gelembung gas	C ₆ H ₁₂ O ₆ , C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ , CO(NH ₂) ₂ , C ₂ H ₅ OH	

2.5 Konsentrasi

Konsentrasi merupakan perbandingan jumlah zat terlarut dengan pelarut ataupun larutan [19]. Untuk menyatakan konsentrasi dalam setiap sistem selalu ditetapkan hal-hal sebagai berikut:

Sesuatu yang digunakan untuk menyatakan banyaknya zat terlarut

Apakah zat yang terlarut ini dibandingkan dengan pelarut saja atau dengan keseluruhan larutan

Satuan yang digunakan untuk menyatakan banyaknya pembanding (pelarut/larutan)

Berikut rumus menghitung konsentrasi larutan

Rumus Molaritas:

$$M = \frac{m}{M_r} \times \frac{1000}{V}$$

Keterangan:

M = Konsentrasi larutan (mol)

m = Massa zat terlarut (gram)

Mr = Massa Relatif

V = Volume larutan (ml)

2.6 Pengolahan Data

Pada penelitian ini nilai dari energi listrik yang dihasilkan dari adanya perbedaan tegangan dan arus listrik. Daya listrik adalah jumlah energi yang diserap dalam sebuah rangkaian. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya yang dikeluarkan:

$$P = V \times I$$

Dimana:

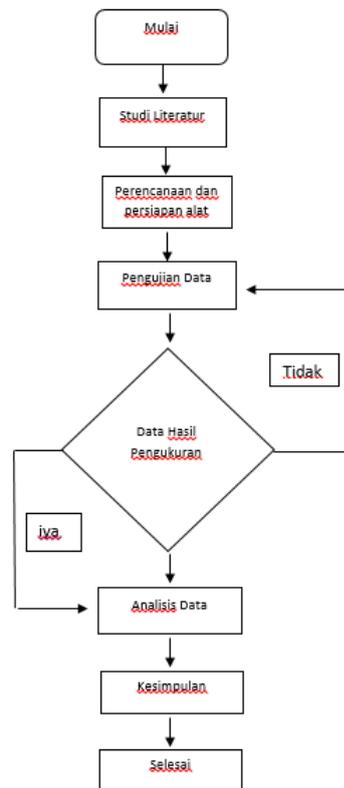
P = Watt (W)

V = Volt (V)

I = Ampere (A)

Setelah data sampel pertama diketahui, ulangi kembali tahap pengujian untuk percobaan sampel selanjutnya. Ketika nilai P dari seluruh sampel sudah didapat, seluruh nilai tersebut akan dianalisa. Data-data dari setiap daya yang didapat, setiap sampel akan dibuat grafik agar mempermudah proses analisa.

2.7 Rancangan Penelitian



Gambar 2.3 Diagram Alir Pengujian

Dalam metodologi penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan jurnal ilmiah dan literatur penunjang seperti Studi eksperimen penggunaan air garam sebagai sumber energi alternatif. Dari literatur yang telah dibuat dilakukan uji coba alat penggunaan air garam sebagai sumber energi alternatif yang dibuat dengan bahan yang telah ditentukan.

Untuk penelitian yang dilakukan Sampel larutan adalah NaCl, KCl, dan NaOH. Kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur dengan konsentrasi 1.2M-2.27M dan dicampur dengan air sebanyak 1500 ml, kemudian sampel tersebut dimasukkan ke dalam wadah yang memiliki sekat-sekat yang memiliki luas penampang 5 cm², 10 cm², 15 cm², 20 cm², 25 cm², dan 30 cm². Selanjutnya melakukan pengukuran dengan menggunakan metode sel elektrokimia.

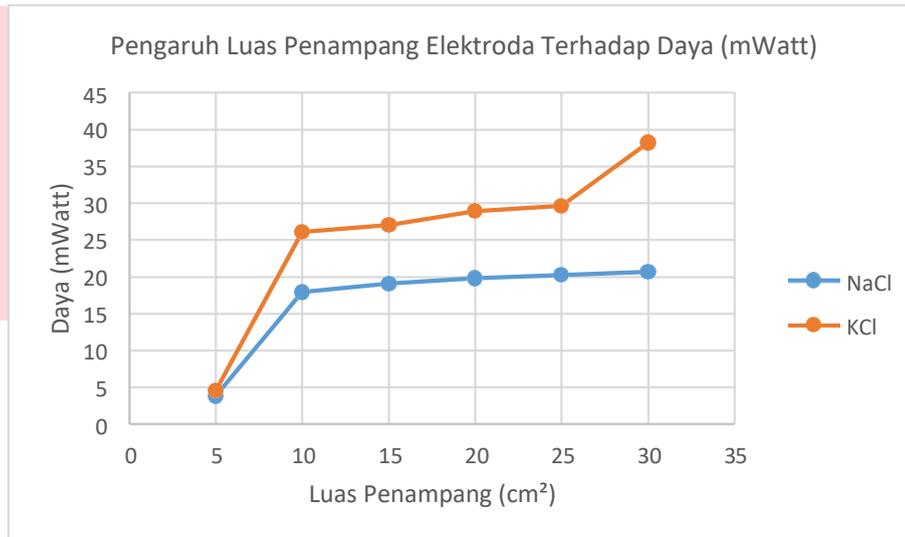
Tahap terakhir dari penelitian ini adalah pelaporan dari hasil penelitian pada analisis perbandingan luas penampang 5 cm², 10 cm², 15 cm², 20 cm², 25 cm², dan 30 cm². Perbandingan bisa dilihat dari pengamatan luas penampang. Hasil dari perbandingan yang telah dilakukan disertai beberapa kesimpulan dan saran yang dapat diperbaiki atau ditambahkan jika akan penelitian lebih lanjut lagi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian Daya Listrik Yang Dihasilkan Dari Pengujian

3.1.1 Pengaruh Luas Penampang Elektroda Terhadap Daya (Watt)

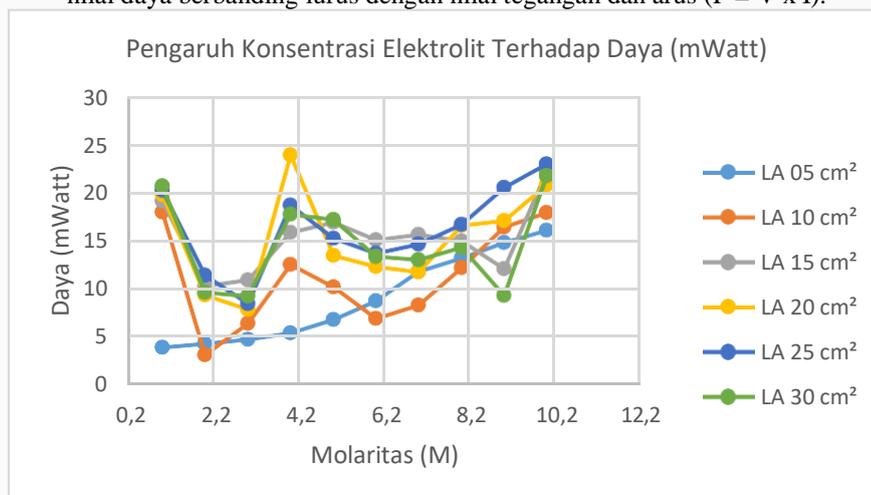
Pada kurva dibawah ini menunjukkan kenaikan daya dari setiap luas penampang, luas penampang 10 cm² menghasilkan nilai daya yaitu 17.94 mWatt, luas penampang 20 cm² menghasilkan nilai daya yaitu 19.81 mWatt, dan luas penampang 30 cm² menghasilkan nilai daya yaitu 20.66 mWatt. Secara teori hasil ini menunjukkan jika semakin besar luas penampang maka daya dihasilkan akan semakin besar. Karena nilai tegangan dan arus berbanding lurus ($P = V \times I$).



Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Luas Penampang Elektroda Terhadap Daya (watt)

3.1.2 Pengaruh Konsentrasi Elektrolit Terhadap Daya (Watt)

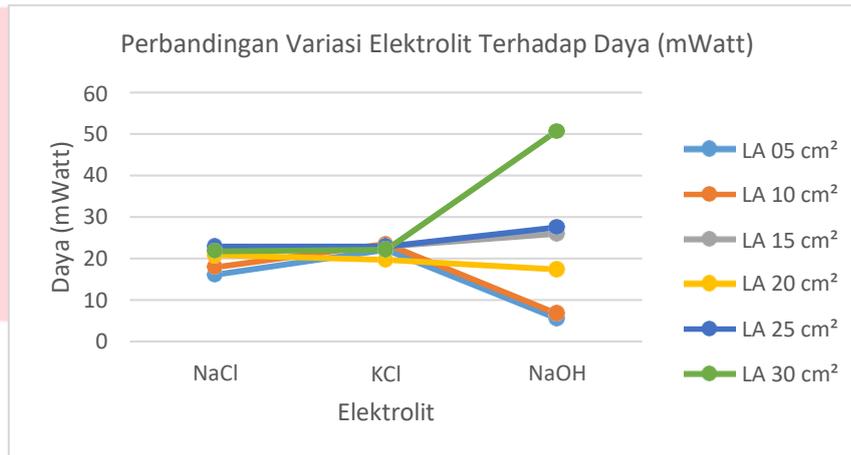
Pada kurva dibawah ini menunjukkan kenaikan daya dari setiap luas penampang yang dipengaruhi oleh kenaikan konsentrasi. Untuk luas penampang 10 cm² di titik 1.2M dengan nilai yaitu 17.94 mWatt, sedangkan dititik 2.27M dengan nilai yaitu 17.92 mWatt. Secara teori hasil ini menunjukkan jika semakin konsentrasi dibesarkan maka daya yang dihasilkan lebih besar, karena nilai daya berbanding lurus dengan nilai tegangan dan arus ($P = V \times I$).



Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Konsentrasi Elektrolit Terhadap Daya (Watt)

3.1.3 Perbandingan Variasi Elektrolit Terhadap Daya (Watt)

Pada kurva dibawah ini menunjukkan perbandingan variasi elektrolit dengan kenaikan daya dari setiap luas penampang. Meskipun ada penurunan di beberapa data dari setiap elektrolit dikarenakan ada kejenuhan di data tersebut. Secara hasil ini menunjukkan jika elektrolit yang menghasilkan daya lebih baik terdapat di elektrolit NaOH.



Gambar 5.0 Grafik Perbandingan Variasi Elektrolit Terhadap Daya (Watt)

4. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Pada pengujian diatas dihasilkan nilai daya di luas penampang 5 cm² adalah 3.84 mWatt, nilai daya di luas penampang 10 cm² adalah 17.94 mWatt, nilai daya di luas penampang 15 cm² adalah 19.11 mWatt, nilai daya di luas penampang 20 cm² adalah 19.81 mWatt, nilai daya di luas penampang 25 cm² adalah 20.23 mWatt, dan nilai daya di luas penampang 30 cm² adalah 20.66 mWatt.
2. Pada pengujian diatas pengaruh konsentrasi elektrolit berpengaruh terhadap nilai daya yang dihasilkan, jika konsentrasi di tambah maka nilai daya akan bertambah karena nilai daya berbanding lurus dengan nilai tegangan dan arus. Namun akan ada penurunan nilai daya di konsentrasi 1.93M yang dikarenakan adanya penjenuhan elektrolit.
3. Dalam pengujian perbandingan variasi elektrolit didapatkan hasil yaitu elektrolit NaCl 22.96 mWatt, KCl 23.54 mWatt, dan NaOH 50.73 mWatt. Perbedaan perbandingan pada nilai variasi elektrolit dikarenakan larutan NaCl dan KCl merupakan asam kuat namun tidak terurai sempurna, sedangkan NaOH merupakan basa kuat dimana memiliki sifat terurai sempurna didalam air sehingga membentuk ion positif dan ion negatif yang baik digunakan sebagai elektrolit pada sel elektrokimia

Adapun saran untuk penelitian serupa berikut adalah sebagai berikut:

1. Mencari solusi dengan menggunakan elektroda yang berbeda jenis untuk menghasilkan nilai yang lebih besar dan nilai konstan.
2. Melakukan variasi bahan pengisi jembatan garam
3. Menguji dengan variasi elektrolit sebanyak-banyaknya agar terlihat perbandingannya.

Daftar Pustaka:

- [1] Surhayati, S. H. (2019, September). Outlook Energi Indonesia. *Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional*, p. 45.
- [2] Haryono Dimas, W. (2014). "SAW-GEN" Sebagai sumber energi listrik ramah lingkungan dan murah. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- [3] Oxtoby, David W, H. P. Gillis, dan Norman H. Nachtrieb. 2001. Kimia Modern.
- [4] Muh. Ali Usman, M. H. (2 Juni 2017). Studi Eksperimen Penggunaan Air Garam Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Mahasiswa Teknik Mesin*.
- [5] Harahap, M. R. (2016). Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. 177
- [6] Herman, and Willy, Joetra. (2015). Pengaruh garam dapur *Nacl* terhadap kembang susut tanah Lampung. *Jurnal Momentum Vol.17no.1 Februari 2015*.
- [7] Utami, B., Nugramamoho, A, Cs., Mahardiani, L., Yamtinah, B., 2007, Kimia Untuk SMA & MA Kelas XII Program Ilmu Alam, 2009, Pusat Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- [8] Laili Mei Ari Putri, T. P. (2 Juni 2017). Pengaruh Konsentrasi Larutan Terhadap Laju Kenaikan Suhu Larutan. *Universitas Jember*, 147.
- [9] Riyanto. 2012. *Elektrokimia dan Aplikasinya*. Yogyakarta. Gramamaha Ilmu
- [10] Yayan Sunarya, A. S. (Juni 2007). *Mudah dan Aktif Belajar Kimia*. PT SETIA PURNA INVES.
- [11] Brady, James E. 1999. *Kimia Universitas Asas dan Struktur Jilid 1*. Diterjemahkan oleh Sukmariah Maun. Tangerang. Binarupa Aksara Publisher.