

## STUDI PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP PRODUKSI GAS OXYHIDROGEN PADA GENERATOR TIPE DRY CELL

### STUDY OF EFFECT MAGNETIC FIELDS TO OXYHYDROGEN GAS PRODUCTION ON DRY CELL TYPE GENERATOR

Christina<sup>1</sup>, Reza Fauzi Iskandar, M.T.<sup>2</sup>, Dr. Mamat Rokhmat<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi S1 Teknik Fisika Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom  
Jl. Telekomunikasi No.1, Bandung, Indonesia, Telp (022) 7564108

<sup>1</sup>sitanggangc@gmail.com, <sup>2</sup>rezafauzii@gmail.com, <sup>3</sup>mamatrokhmat76@gmail.com

#### Abstrak

Energi merupakan suatu kebutuhan yang memiliki peranan penting bagi kelangsungan hidup manusia. Penggunaan energi tersebut sebagian besar masih berasal dari energi fosil. Pada produksinya energi dari bahan fosil mengalami penurunan. Tetapi, hal ini disertai dengan pertumbuhan energi terbarukan yang terus mengalami peningkatan. Gas oxyhidrogen merupakan salah satu solusi untuk ikut serta dalam meningkatkan pertumbuhan energi terbarukan. Gas oxyhidrogen ini dihasilkan melalui proses elektrolisis pada generator tipe *dry cell*. Dalam upaya meningkatkan optimasi produksi gas maka dilakukan penelitian dengan menambahkan pengaruh medan magnet eksternal pada generator. Pada penelitian ini dilakukan penambahan medan magnet pada 8 posisi pada generator. Besar medan magnet yang diberikan yaitu 0,0209 – 0,0481 T dengan arus pada generator 5 A dan 3,62 V. Debit rata-rata yang dihasilkan pada arah medan magnet masuk ke generator yaitu pada saat posisi magnet berada di sisi kanan generator sebesar 0,07011 l/m. Serta pada besar arus 1,401 A untuk seluruh posisi menghasilkan debit rata-rata sebesar 0,06671 l/m. Pada arah medan magnet keluar dari generator yaitu pada saat posisi magnet berada pada di sisi kiri generator menghasilkan debit 0,06931 l/m. Serta pada besar arus 1,302 A untuk seluruh posisi menghasilkan debit rata-rata sebesar 0,06920 l/m. Dengan demikian, pada saat gaya lorentz yang diberikan tegak lurus dengan arah elektron memiliki pengaruh dalam memperoleh produksi gas oxyhidrogen yang lebih efektif.

**Kata kunci :** elektrolisis, gas oxyhidrogen, generator tipe *dry cell*, medan magnet

#### Abstract

*Energy is a necessity that has an important role for human survival. The use of energy is still largely derived from fossil energy. In production, the energy from the fossil material decreases. However, this is accompanied by renewable energy growth that continues to increase. Oxyhydrogen gas is one of the solution to participate in increasing the growth of renewable energy. This oxyhydrogen gas can be generated by electrolysis process on dry cell type generator. In an effort to increase the optimization of gas production, a study was conducted by adding a magnetic field external on the generator. In this study, the magnetic field is added to 8 positions on the generator. The magnitude of the magnetic field given is 0,0209 – 0,0481 T with a current of the generator 5A and voltage 3,62 V. The average flow rate generated in the direction of the magnetic field toward to the generator when the magnetic position is on the right side of the generator of 0,07011 l/m. And at a current of 1,401 A for all positions yields an average flow rate of 0,06671 l/m. In the direction on the magnetic field out of the generator that is when the position of the magnet is on the left side of the generator produce an average flow rate of 0,06931 l/m. And at a current of 1,302 A for all positions yields an average flow rate of 0,06920 l/m. Thus, when the lorentz force given perpendicular to the direction of the electron has an effect in obtaining a more effective oxyhydrogen gas production.*

**Keywords :** *electrolysis, oxyhydrogen gas, dry cell type generator, magnetic field*

#### 1. Pendahuluan

Energi merupakan suatu kebutuhan yang memiliki peranan penting bagi kelangsungan hidup manusia. Namun, manusia lebih banyak bergantung pada penggunaan energi yang berasal dari energi fosil. Seiring dengan kebutuhan manusia yang semakin kompleks dan pesatnya peningkatan pembangunan di bidang teknologi, industri, dan informasi, berakibat pada meningkatnya konsumsi energi. Pemanfaatan bahan bakar fosil dan nuklir secara besar-besaran merupakan sebuah ancaman lingkungan yang serius seperti berkurangnya sumber daya alam, emisi gas polutan, peningkatan limbah, dan perubahan iklim [8]. Dalam upaya untuk meningkatkan pertumbuhan energi terbarukan, maka penelitian mengenai energi terbarukan terus dikembangkan. Salah satu bentuk energi terbarukan tersebut adalah gas oxyhidrogen yang merupakan gabungan gas hidrogen dan gas oksigen. Untuk menghasilkan sesuatu yang ideal tentang perubahan air tersebut, masing-masing para ilmuwan menggunakan metode yang berbeda-beda [9]. Pengaruh medan magnet merupakan cara yang lebih dominan untuk meningkatkan produksi gas hidrogen dalam elektrolisis air [7]. Gaya Lorentz akan mempengaruhi muatan dan menyebabkan perubahan arah

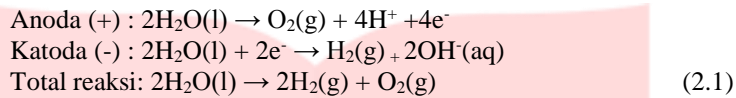
partikel [2]. Desain yang tepat dari arah magnet dan listrik diharapkan menghasilkan arus yang seragam dan distribusi ion yang sesuai antara elektroda sehingga meningkatkan produksi elektrolisis [2].

**2. Dasar Teori**

**2.1 Elektrolisis**

Elektrolisis merupakan suatu peristiwa penguraian senyawa elektrolit dengan menggunakan energi listrik sebagai sumber untuk menjalankan reaksi redoks yang tidak spontan. Pada proses elektrolisis terdapat dua buah elektroda yang tenggelam dalam larutan elektrolit dan terdapat arus DC yang melewatinya [2].

Senyawa yang dielektrolisis dapat berupa larutan ataupun lelehan dari suatu zat murni. Pada proses elektrolisis air, air dapat diuraikan menjadi unsur-unsur pembentuknya. Pada katoda, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron dan tereduksi menjadi gas H<sub>2</sub> dan ion hidroksida (OH<sup>-</sup>). Sementara itu pada anoda, dua molekul air lain terurai menjadi gas oksigen (O<sub>2</sub>), melepaskan 4 ion H<sup>+</sup> serta mengalirkan elektron ke katoda [2]. Reaksi keseluruhan yang terjadi adalah sebagai berikut:



**2.2 Gaya Lorentz**

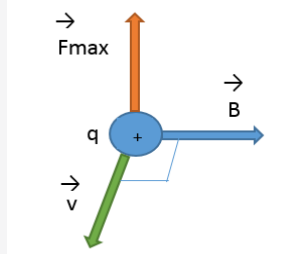
Gaya lorentz adalah gaya total suatu muatan bergerak yang dipengaruhi oleh medan listrik E dan medan magnet B.

$$\vec{F}_E = q \vec{E}
 \tag{2.2}$$

$$\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B} = q|\vec{v}||\vec{B}|\sin \angle(\vec{v}, \vec{B})
 \tag{2.3}$$

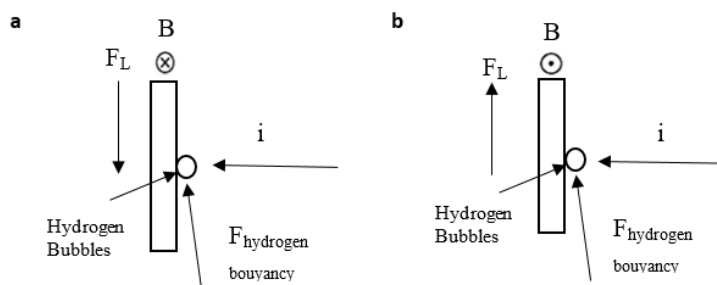
$$\vec{F} = \vec{F}_E + \vec{F}_B = q \vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})
 \tag{2.4}$$

Muatan yang bergerak atau arus akan menciptakan medan magnet di sekitarnya. Medan magnet tersebut memberikan gaya F pada muatan bergerak atau arus lain yang ada disekitarnya. Jika arah medan magnet sejajar dengan arah gerak partikel maka tidak akan ada gaya yang diberikan. Tetapi apabila arah medan magnet tegak lurus dengan arah gerak partikel maka akan terdapat gaya magnet dengan nilai maksimal [6].



Gambar 1. Arah gaya medan magnet

Berikut ini merupakan contoh skema efek medan magnet di sekitar katoda. Pada gambar (a) gaya Lorentz yang berada di bawah pengaruh medan listrik arah kiri dan medan magnet ke bagian dalam. Meskipun gaya apung ke atas, gelembung dapat bergerak ke bawah karena efek dari gaya Lorentz yang ke bawah. Sedangkan pada gambar (b) gaya Lorentz mengarah ke atas searah dengan gaya apung gelembung dikarenakan medan magnet yang diberikan ke arah luar. Hal tersebut menyebabkan gelembung hidrogen bisa lepas dari daerah elektroda lebih cepat dan efisiensi elektrolisis air meningkat [2].



Gambar 2. Skema efek medan magnet di sekitar katoda

Adanya medan magnet eksternal menyebabkan dampak yang besar terhadap produksi hidrogen dalam elektrolisis [7] yaitu meningkatkan laju elektrolisis [2], karena partikel bermuatan akan dipaksa dalam arah tegak lurus terhadap garis magnetik.

**2.3 Elektromagnetik**

Elektromagnetik merupakan magnet yang dapat dihasilkan dengan cara melilitkan kawat pada suatu penghantar yang kemudian dialiri arus listrik. Solenoida merupakan salah satu jenis kumparan kawat yang dililitkan berbentuk melingkar, tersusun rapat, dan akan menjadi magnet apabila dialiri arus listrik.

Kuat medan magnet pada solenoida dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan seperti berikut:

$$B = \mu_0 H \tag{2.5}$$

dimana  $H = \frac{NI}{L}$  maka,

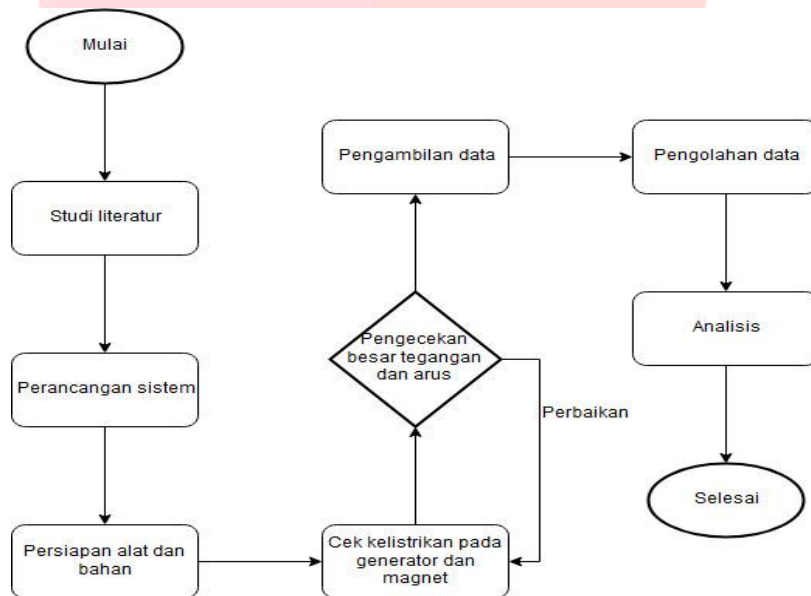
$$B = \frac{\mu_0 NI}{L} \tag{2.6}$$

Dengan  $\mu_0$  permeabilitas ruang hampa yaitu  $4\pi \times 10^{-7}$  Wb/A.m, N jumlah lilitan, L panjang solenoida (m), i arus listrik (A), H kuat medan magnet (Am/m), dan B medan magnetik (T).

**3. Metodologi**

**3.1 Rancangan Penelitian**

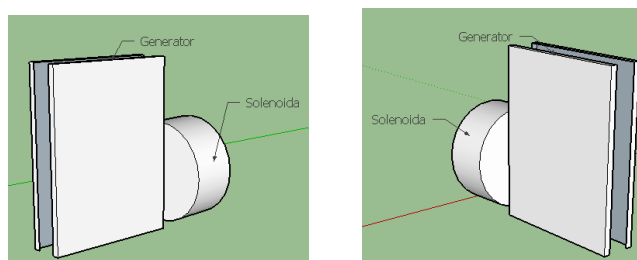
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap produksi gas oxyhidrogen pada generator tipe *dry cell*. Berikut adalah *flowchart* tahapan-tahapan penelitian.



Gambar 3. *Flowchart* penelitian

**3.2 Identifikasi Sistem**

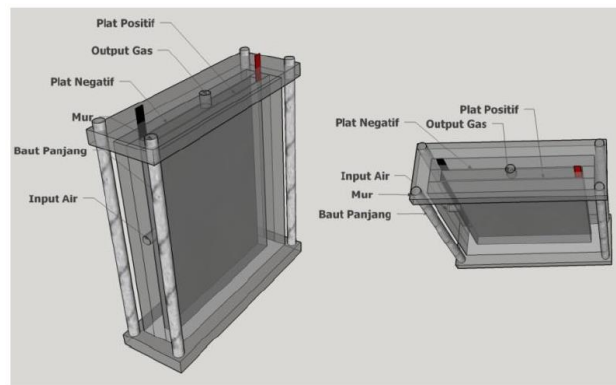
Sistem generator yang akan dirancang memanfaatkan prinsip kerja elektrolisis air. Elektrolisis air merupakan suatu proses untuk menghasilkan gas oxyhidrogen dengan menggunakan listrik sebagai sumber energinya. Pada penelitian ini dilakukan penelitian mengenai pengaruh medan magnet terhadap produksi gas. Arus yang diberikan pada kedua sistem yaitu generator dan solenoida merupakan sumber arus searah. Penambahan medan magnet eksternal diharapkan dapat mengoptimalkan produksi gas pada generator. Gas yang dihasilkan nantinya dapat digunakan sebagai bahan bakar yang bersumber dari energi terbarukan.



Gambar 4. Ilustrasi *dry cell* dengan medan magnet

### 3.3 Rancangan Pembuatan Sistem

Generator yang digunakan yaitu generator tipe *dry cell*, terbuat dari 2 buah plat sejajar SS tipe 304 dengan dimensi 17,5 x 12,5 x 7,5 cm.



Gambar 5. Generator HHO tipe dry cell [11]

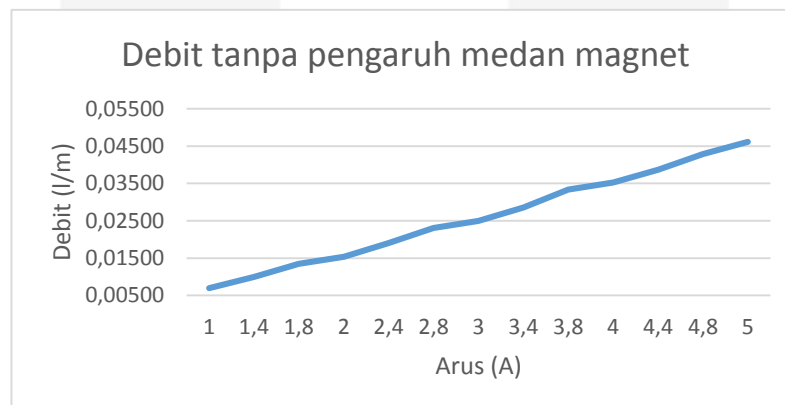
Pada penelitian ini *bubble flow meter* merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur laju aliran gas yang dihasilkan dari proses elektrolisis. *Bubble flow meter* memiliki skala minimum pengukuran yaitu 0,01 l/m (liter per menit). Magnet eksternal yang digunakan berupa solenoida dengan diameter kawat lilitan 0,7 mm sebanyak 1250 lilitan. Selubung pipa yang digunakan memiliki tebal 1 cm, diameter luar 10,1 cm, dan tinggi 7,5 cm. Besar arus yang dialirkan pada solenoid sebesar 1 – 2,3 A.

Katalis yang digunakan yaitu KOH. Penggunaan KOH sebagai katalis karena merupakan basa kuat, memiliki sifat tidak korosif, mudah menghantarkan listrik, memiliki mobilitas tinggi, dan sangat reaktif atau mudah bereaksi dengan unsur lain. Jumlah katalis yang digunakan sebanyak 10 gr ke dalam 990 mL aquades atau 0,1804 Molar.

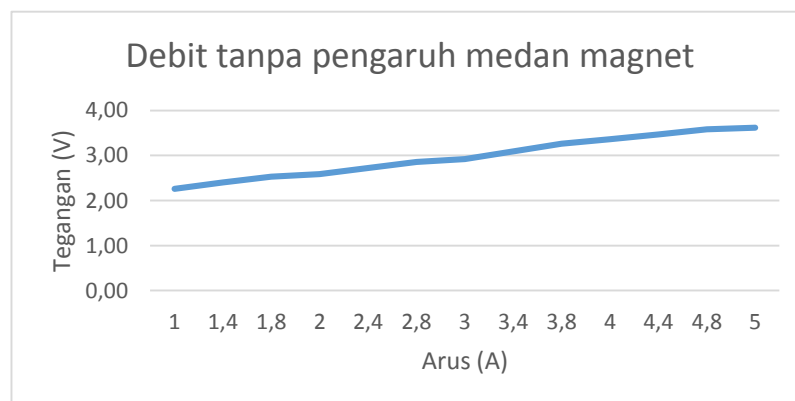
## 4. Hasil

### 4.1 Karakteristik Generator

Pengujian karakteristik generator dilakukan untuk mengetahui nilai debit yang dapat dihasilkan oleh generator tanpa pengaruh medan magnet. Berikut merupakan hasil dari pengujian karakteristik generator:



Gambar 6. Grafik karakteristik generator tanpa medan magnet



Gambar 7. Grafik I-V karakteristik generator tanpa medan magnet

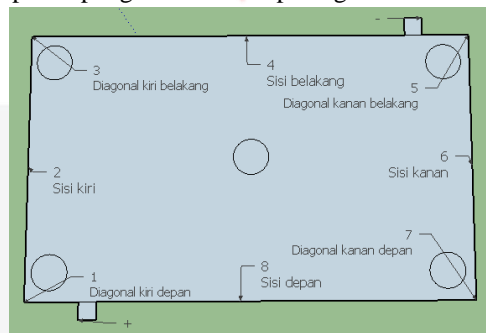
Hasil dari pengujian menyatakan bahwa semakin besar arus yang diberikan maka akan semakin besar debit yang dapat dihasilkan. Pada saat generator diberikan arus sebesar 5 A, data debit yang diambil dilakukan secara berulang. Hal ini dilakukan untuk memperoleh nilai rata-rata debit pada arus tersebut. Nilai rata-rata debit yang dihasilkan yaitu sebesar 0,04615 l/m. Nilai ini digunakan sebagai perbandingan nilai debit yang dihasilkan generator dengan pengaruh medan magnet eksternal pada input arus generator yang sama. Berikut tabel hasil pengujian:

Tabel 4. 1 Debit rata-rata tanpa pengaruh medan magnet eksternal

Arus (A)	Tegangan (V)	Debit (l/m)
5,00	3,62	0,04615
5,00	3,59	0,04615
5,00	3,57	0,04615
5,00	3,54	0,04615
5,00	3,53	0,04615
Debit rata-rata (l/m)		0,04615

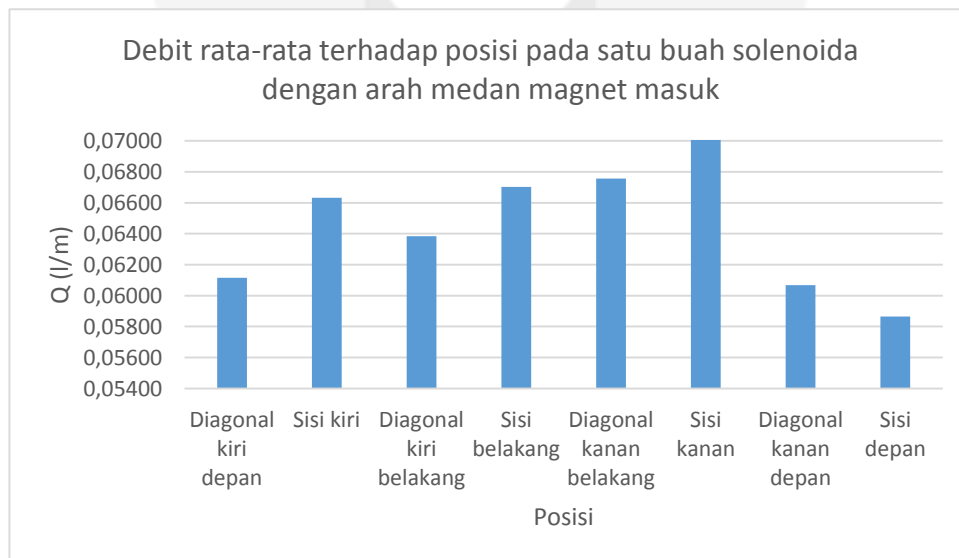
#### 4.2 Data Pengujian Generator dengan Pengaruh Medan Magnet

Pada pengujian ini dilakukan dengan menambahkan satu buah solenoida sebagai medan magnet eksternal dengan arah medan masuk dan keluar. Besar arus yang diberikan pada solenoida sebesar 1 – 2,3 A atau sebesar 0,0209 – 0,0481 T. Pengujian ini dilakukan di 8 posisi pada generator dengan jarak antara generator dan magnet yaitu 3 cm. Berikut adalah skema posisi pengambilan data pada generator:

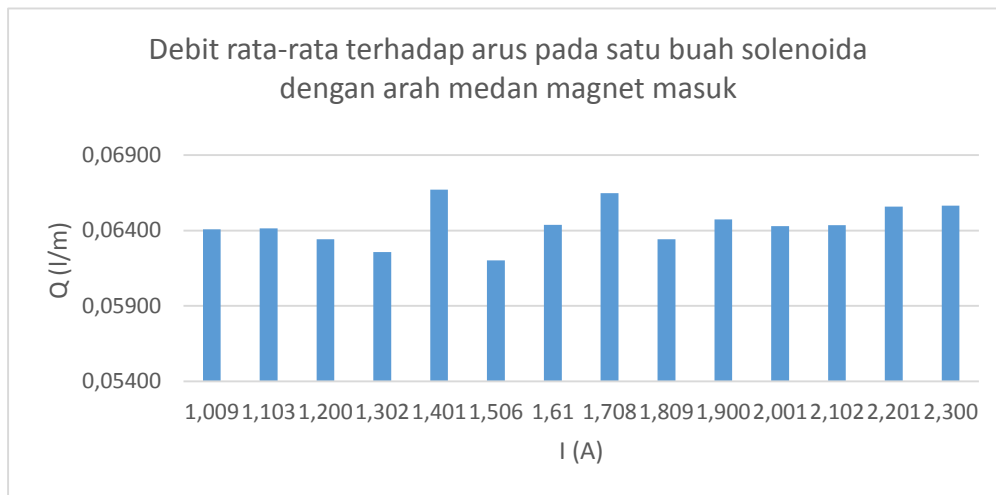


Gambar 8. Skema posisi pengambilan data

##### 4.2.1 Skema Satu Buah Solenoida dengan Arah Medan Magnet Masuk



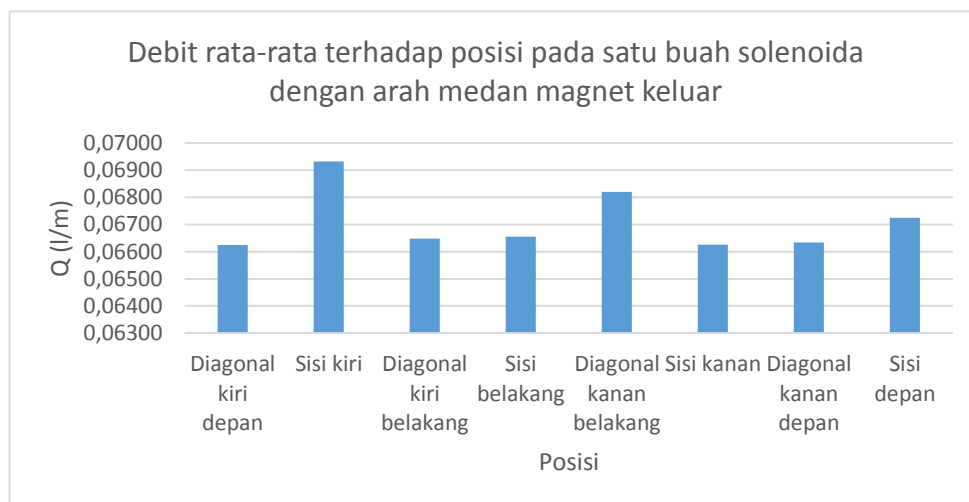
Gambar 9. Grafik debit rata-rata terhadap posisi dengan arah medan magnet masuk ke generator



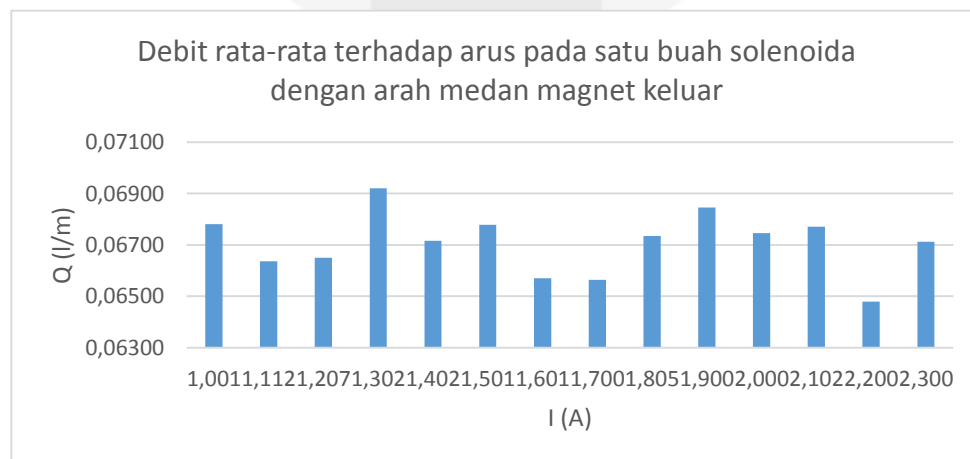
Gambar 10. Grafik debit rata-rata terhadap arus dengan arah medan magnet masuk ke generator

Dari gambar 9 dapat diketahui bahwa debit rata-rata terbesar yang dihasilkan generator pada saat dipengaruhi medan magnet dengan arah masuk ke generator mencapai 0,07011 l/m yaitu pada saat posisi magnet berada di sisi kanan. Debit rata-rata pada grafik merupakan nilai yang di dapat dari input arus 1 – 2,3 A yang diberikan pada setiap posisi. Gambar 10 merupakan grafik debit rata-rata pada seluruh posisi generator terhadap nilai arus yang sama. Nilai debit rata-rata terbesar yang dihasilkan yaitu 0,06671 l/m pada arus 1,401 A.

**4.2.2 Skema Satu Buah Solenoida dengan Arah Medan Magnet Keluar**



Gambar 11. Grafik debit rata-rata terhadap posisi dengan arah medan magnet keluar dari generator



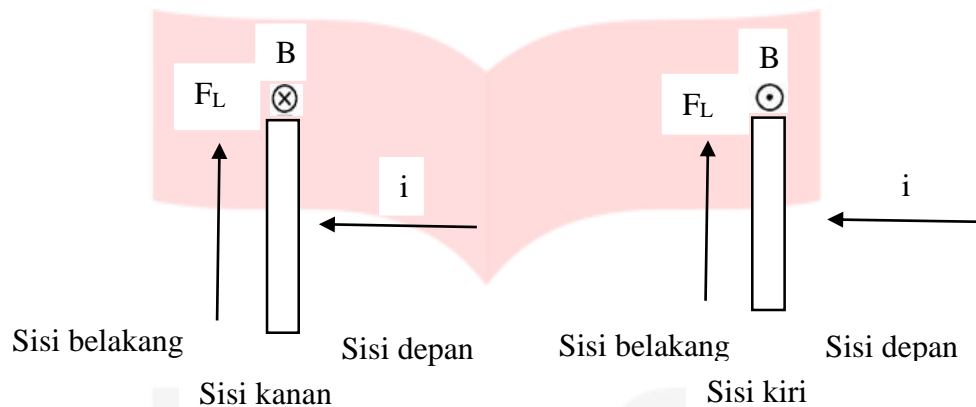
Gambar 12. Grafik debit rata-rata terhadap arus dengan arah medan magnet keluar dari generator

Dari gambar 11 dapat diketahui bahwa debit rata-rata terbesar yang dihasilkan generator pada saat dipengaruhi medan magnet dengan arah keluar dari generator mencapai 0,06931 l/m yaitu pada saat posisi magnet berada di sisi kiri. Debit rata-rata pada grafik merupakan nilai yang di dapat dari input arus 1 – 2,3 A yang diberikan pada setiap posisi. Gambar 12 merupakan grafik debit rata-rata pada seluruh posisi generator terhadap nilai arus yang sama. Nilai debit rata-rata terbesar yang dihasilkan yaitu 0,06920 l/m pada arus 1,302 A.

Berdasarkan hasil pengujian, produksi gas yang memiliki debit lebih besar yaitu pada saat gaya lorentz yang diberikan tegak lurus dengan arah elektron. Dari hasil penelitian diketahui bahwa pada saat posisi magnet berada pada sisi kanan generator dengan arah medan magnet masuk dan pada saat posisi magnet berada pada sisi kiri generator dengan arah medan magnet keluar merupakan posisi yang memiliki nilai debit rata-rata terbesar.

$$\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B} = q|\vec{v}||\vec{B}|\sin \angle(\vec{v}, \vec{B}) \quad (2.7)$$

Menurut persamaan diatas apabila sudut antara arah gerak kecepatan elektron dan medan magnet membentuk sudut  $90^\circ$  maka besarnya gaya magnet yang dihasilkan adalah maksimum.



Gambar 13. Skema arah medan magnet terhadap posisi generator

Gaya lorentz yang diberikan pada generator akan mempengaruhi gerak elektron yang berada pada elektroda. Arah gerak elektron yang berawal dari sumber kutub negatif menuju kutub positif akan terlepas lebih cepat sehingga proses pembentukan gas selama proses elektrolisis akan semakin cepat pula. Pada grafik hasil data pengamatan dapat diketahui bahwa nilai debit yang dihasilkan oleh generator pada masing-masing posisi memiliki nilai yang fluktuatif. Hal tersebut disebabkan adanya turbulensi dari gas yang teramati pada generator hingga menuju ke alat ukur serta tingkat akurasi dalam pengamatan.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit yang dihasilkan pada pengujian karakteristik generator yaitu generator tanpa pengaruh medan magnet pada arus 5 A dan tegangan 3,62 V sebesar 0,04615 l/m.
2. Pada arah medan magnet masuk ke generator yaitu pada saat posisi magnet berada di sisi kanan generator menghasilkan debit rata-rata terbesar yaitu 0,07011 l/m. Serta pada besar arus 1,401 A untuk seluruh posisi menghasilkan debit rata-rata sebesar 0,06671 l/m.
3. Pada arah medan magnet keluar dari generator yaitu pada saat posisi magnet berada pada di sisi kiri generator menghasilkan debit rata-rata terbesar yaitu 0,06931 l/m. Serta pada besar arus 1,302 A untuk seluruh posisi menghasilkan debit rata-rata sebesar 0,06920 l/m.
4. Gaya lorentz yang diberikan pada generator akan mempengaruhi gerak elektron yang berada pada elektroda. Elektron akan diberikan gaya tambahan untuk terlepas dari elektroda sehingga produksi gas oxyhidrogen akan lebih cepat. Debit gas akan bernilai maksimum yaitu pada saat gaya lorentz yang diberikan tegak lurus dengan arah elektron.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jumiati dkk, 2013. Pengaruh Konsentrasi Katalis dan Bentuk Elektroda dalam Proses Elektrolisis untuk Menghasilkan Gas Brown. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- [2] Lin, Ming-Yuan dkk, 2011. *The Effect of Magnetic Force on Hydrogen Production Efficiency in Water Electrolysis*. Department of Mechanical Engineering, National Central University, Taiwan.
- [3] Nugroho, Ihsan Adhi, 2016. Analisis Pengaruh Membran Polimer Nilon Terhadap Filtrasi HHO pada HHO Generator Tipe *Dry Cell*. Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknik Fisika, Universitas Telkom.

- [4] SYL, Isyana, 2010. Perilaku Sel Elektrolisis Air dengan Elektroda Stainless Steel. Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Yogyakarta.
- [5] Farid, Muhammad dkk, 2012. Perancangan dan Pembuatan Alat Pemroduksi Gas Brown dengan Metode Elektrolisis Berskala Laboratorium. Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] Young HD, Freedman RA, 2008. University Physics with Modern Physics 12th Edition. San Francisco, USA.
- [7] Bidin, Noriah dkk, 2017. *The Effect of Magnetic and Optic Field in Water Electrolysis*. Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia.
- [8] Ursúa, Alfredo & Pablo Sanchis, 2012. *Hydrogen Production From Water Electrolysis : Current Status and Future Trends*. Department of Electrical and Electronic Engineering, Public University of Navarra, Spain.
- [9] Putra, Arbie Marwan, 2010. Analisis Produktifitas Gas Hidrogen dan Gas Oksigen pada Elektrolisis Larutan KOH. Jurusan Fisika, UIN Malang.
- [10] Nagari, Praditya Surya dkk, 2016. PROKERH (Prototipe Kompor Energi HHO) sebagai Pemanfaatan Energi Terbarukan Berbasis HHO Generator Tipe *Dry Cell*. Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.
- [11] Muttaqin, Abdillah, 2018. Analisis Pengaruh Geometri Plat Elektroda pada Generator HHO Terhadap Laju Aliran Gas HHO yang Dihasilkan. Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknik Fisika, Universitas Telkom.