

Perancangan Generator HHO Untuk Mengubah Air Menjadi Bahan Bakar Menggunakan Elektroda Grafit dan Katalis NaOH dengan Metode Elektrolisis

Muhammad Anggih Syafutra¹, Oki Alfernando^{1,2,3,*}, Lince Muis^{1,2}, Nur Haleza¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Jambi, Jalan Tribrata KM 11 Pondok Meja, Mestong, Jambi 36364

²Pusat Unggulan IPTEK Bio Geo Material & Energi, Universitas Jambi, Jalan Tribrata KM 11 Pondok Meja, Mestong, Jambi 36364

³Pusat Studi Energi dan Nano Material, Universitas Jambi, Jalan Tribrata KM 11 Pondok Meja, Mestong, Jambi 36364

*E-mail: alfernandooki@unja.ac.id.

Abstrak

Indonesia mengisi sebesar 3,49% dari jumlah penduduk bumi dan sukses menduduki posisi ke-4 sebagai negara dengan jumlah penduduk terbesar di dunia. Dengan jumlah penduduk sebanyak itu, tentunya kebutuhan akan energi di Indonesia bisa dibilang sangat konsumtif. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri, energi alternatif sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan konsumtif akan energi di Indonesia, salah satu jenis energi terbarukan yang sangat potensial adalah mengubah air menjadi bahan bakar gas dengan metode elektrolisis. Pada penelitian ini, elektroda yang digunakan pada rangkaian alat konversi air menjadi bahan bakar (generator HHO) adalah elektroda grafit dengan menggunakan larutan NaOH sebagai katalis dengan 5 variasi konsentrasi, yaitu 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Dengan variasi konsentrasi akan didapat konsentrasi terbaik. Dengan efisiensi tertinggi pada konsentrasi katalis NaOH 20%, sebesar 63,95%.

Kata kunci: kebutuhan energi, energi alternatif, elektrolisis, grafit, katalis NaOH

1. Pendahuluan

Kenneth dan Jane (2006), menjelaskan bahwa perancangan adalah sebuah kegiatan merancang dan menentukan cara mengolah sistem informasi dari hasil analisa sistem sehingga dapat memenuhi kebutuhan dari pengguna termasuk diantaranya perancangan user interface, data dan aktivitas proses.

Menurut Muliawati (2008) dalam Wahyono (2016), energi merupakan kebutuhan pokok manusia dan konservasi energi terus dilakukan. Kayu, batubara hingga minyak bumi adalah sederetan sumber energi yang ketersediannya sudah mulai menipis. Energi fosil khususnya minyak bumi dan batu bara adalah sumber energi utama dan sebagai sumber devisa negara. Salah satu penggunaannya adalah sebagai pembangkit listrik. Energi fosil merupakan energi yang tidak terbarukan (non-renewable energy) dan energi fosil saat ini

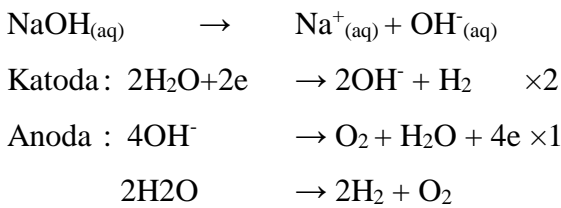
semakin menipis karena penggunaannya yang terus menerus tanpa adanya suatu alternatif untuk melakukan penghematan energi fosil itu sendiri.

Peraturan presiden no 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, mengamanatkan bahwa tahun 2025, konsumsi energi Indonesia adalah batu bara 33%, gas alam 30%, minyak bumi 20%, dan energi terbarukan 17%. Energi terbarukan 17% disini terdiri dari nabati 5%, panas bumi 5%, biomassa, nuklir, air, surya dan angin 5%, serta batu bara yang dicairkan 2%. Disini hidrogen belum merupakan prioritas pemerintah dalam pengembangan energi di Indonesia (Mujirto, 2013).

Menurut Widyatama (2017), elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air (H₂O) menjadi oksigen (O₂) dan hidrogen gas (H₂) dengan menggunakan arus listrik yang melalui air tersebut. Gas hidrogen dan oksigen

yang dihasilkan dari reaksi ini membentuk gelembung pada elektroda dan dapat dikumpulkan. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan hidrogen yang dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan hydrogen. Dengan menggunakan energi dari Accu, Air (H₂O) dapat dipisahkan ke dalam molekul diatomik hidrogen (H₂) dan oksigen (O₂). Pada proses elektrolisis diperlukan zat elektrolit sebagai katalisator larutan, pada percobaan yang dilakukan dipilih soda api sebagai katalisator yang digunakan untuk campuran air pada proses elektrolisis air.

Reaksi yang terjadi :



Untuk mengetahui volume gas HHO yang dihasilkan, diukur dengan menggunakan flowmeter yang dapat diperoleh dengan persamaan:

$$V = 30/t \quad (1)$$

Dimana V adalah laju Produksi gas HHO (ml), 30 adalah jumlah yang dihasilkan diukur dengan flowmeter dan t adalah waktu yang diperlukan untuk menghasilkan gas HHO.

Produk gas HHO yang terukur pada Oksihidrogen flowmeter dalam satuan l/min, dan energi yang berikan untuk memproduksi gas Oksihidrogen adalah energi listrik yang dibutuhkan untuk terjadinya reaksi elektrolisis air dalam satuan watt (J/sec). Maka untuk menghitung peforma generator Oksihidrogen diturunkan dari persamaan berikut ini:

$$COP_{HHO} = \frac{m_{HHO} \times LHV}{P_{HHO}} \times 10 \quad (2)$$

Dimana COP adalah performa generator oksihidrogen (%), m adalah laju aliran massa gas oksihidrogen (l/min), LHV adalah nilai kalor bawah (kJ/kg) dan P adalah daya yang dibutuhkan generator (watt) (Harman, 2019).

Menurut Afif (2017), konsumsi daya generator HHO dapat ditentukan menggunakan Persamaan :

$$P = VI \quad (3)$$

Dimana :

P = Daya alat (Watt)

V = Beda potensial (Volt)

I = Kuat arus listrik (Ampere)

Proses elektrolisis air menggunakan generator HHO tipe kering akan menghasilkan Brown's gas atau gas HHO. Sehingga diperlukan untuk mengetahui laju produksi Brown's gas atau gas HHO yang dihasilkan oleh guna mengetahui seberapa bagus kinerja dari generator tersebut dengan membandingkan volume dengan waktu dalam produksi gas HHO. Produktivitas gas HHO dapat diukur dengan persamaan berikut ini :

$$Q = V/t \quad (4)$$

Dimana :

Q = Produktivitas gas HHO (l/s)

V = Volume gas HHO (l)

t = waktu

Untuk mengetahui efisiensi alat yang didesain, dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini :

$$\eta = \frac{Q_{HHO} \times \rho_{HHO}}{P} \times LHV_{HHO} \quad (5)$$

Dimana :

Q_{HHO} = Produktivitas gas HHO (l/s)

ρ_{HHO} = Massa jenis gas HHO (g/l)

LHV_{HHO} = Nilai energi terendah (J/gr)

P = Konsumsi daya generator (Watt)

Grafrit adalah satu inti karbon yang merupakan konduktor listrik yang bisa digunakan sebagai material elektroda pada sebuah lampu listrik. Bahan grafit mempunyai keistimewaan seperti sifat mekanis seperti logam, ringan dan mempunyai sifat yang baik serta dari segi

ekonomi bahan dasar grafit buatan tersedia melimpah dan murah (Artadi, 2007).

Pemilihan grafit sebagai elektroda adalah selain karena grafit memiliki sifat seperti logam, melainkan juga untuk menanggulangi atau mengurangi korosi. Dikarenakan grafit tidak dapat berkarat, maka pemilihan grafit dirasakan pilihan yang tepat. Serta, penggunaan larutan NaOH sebagai katalis juga dikarenakan salah satu elektrolit yang mudah ditemukan.

NaOH merupakan basa kuat yang merupakan senyawa ionik yang bila dilarutkan dalam air akan terdisosiasi menjadi Na^+ dan OH^- . NaOH dapat terdisosiasi secara sempurna, oleh karena itu disebut sebagai basa kuat. Sedangkan bila dibandingkan dengan basa lemah seperti NH_3 adalah basa lemah yang akan lambat terdisosiasi (Sulungbudi, 2007). Oleh karena pertimbangan tersebut, penelitian ini menggunakan katalis NaOH. Belum lagi bila dibandingkan dengan basa kuat lain seperti KOH, katalis NaOH lebih ekonomis dan mudah didapatkan.

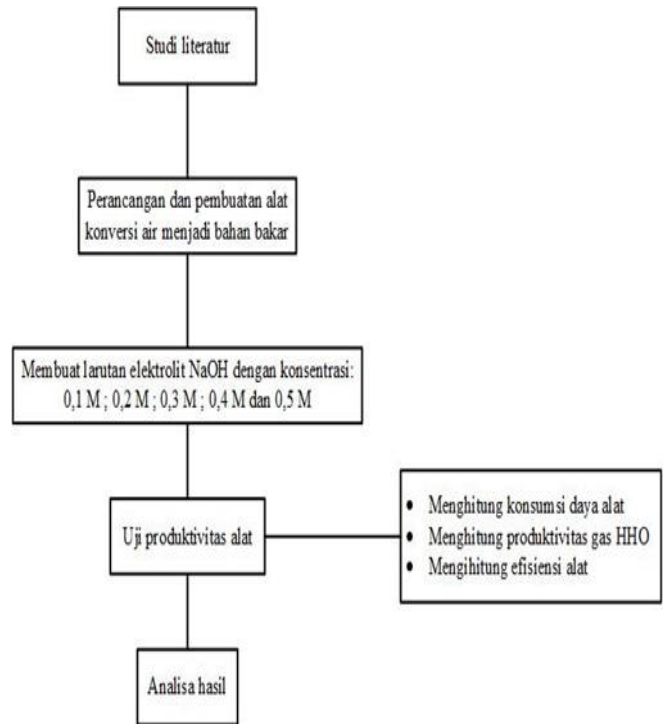
2. Metodologi

Alat dan bahan yang diunakan dalam penelitian ini adalah wadah plastik sebagai tempat reaksi elektrolisis, sedangkan elektroda grafit berupa inti baterai senter 1,5 volt ukuran besar (tipe D) sebanyak 9 pasang (18 buah), serta sumber daya listrik berupa power supply 12 volt, 10 ampere.



Gambar 1. Rangkaian alat

Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Elektroda grafit didapatkan dari inti karbon yang ada didalam baterai tabung tipe D, didapatkan batang karbon dengan ukuran diameter 0,6 cm dan tinggi 5,6 cm. Setelah didapatkan batang karbon sebanyak 18 buah, kemudian batang karbon tersebut dirangkai dengan kabel, untuk selanjutnya bisa dihubungkan ke power supply. Batang karbon tersebut dirangkai secara seri, dimana masing-masing batang karbon/grafit dihubungkan dengan kabel lalu dipisahkan menjadi elektroda dan anoda masing-masing sebanyak 9 buah. Kemudian, masing-masing kabel elektroda disatukan kepada kabel dengan kawat tembaga tunggal berukuran 2 x 1,5 mm, kemudian dibalut dengan isolator listrik agar dapat mengurangi panas yang ditimbulkan.

Kemudian preparasi katalis NaOH, persiapan yang harus dilakukan adalah membuat larutan elektrolit dari NaOH bubuk, dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Dimana bubuk NaOH dilarutkan dalam air sampai mencapai volume sebesar 1500 ml (1,5 liter). Jadi, didapatlah hasil perhitungan massa NaOH untuk masing-masing konsentrasi sebagai berikut.

Tabel 1. Massa NaOH yang dibutuhkan untuk membuat 1,5L larutan elektrolit

No	Konsentrasi larutan (%)	Massa yang dibutuhkan (g)
1	5	75
2	10	150
3	15	225
4	20	300
5	25	375

Setelah semua persiapan berupa persiapan alat dan larutan elektrolit, maka pengambilan data produktivitas gas HHO dapat dilakukan dengan merangkai alat seperti gambar diatas. Wadah reaksi elektrolisis dihubungkan ke power Supply sebagai sumber listrik dan dihubungkan juga dengan aerator akuarium dengan menggunakan selang, kemudian output gas dari wadah tersebut dialirkan ke bubbler dengan menggunakan selang, lalu gas akan ditampung dan diukur kecepatannya di dalam gelas ukur 100 ml yang dipasang secara terbalik dengan statif dan klef sebagai penyangganya, sebelumnya gelas ukur tersebut diisi dengan air hingga penuh sehingga dapat diamati dan diukur volume gasnya, lalu dihitung kecepatan waktu volumenya dengan stopwatch. Dengan demikian dapat dicari produktivitas gas HHO-nya.

3. Hasil dan pembahasan

Produktivitas gas HHO adalah kemampuan alat untuk memproduksi gas HHO dalam volume tertentu dibanding dengan waktu yang

dibutuhkan alat untuk memenuhi volume tersebut, sehingga dapat diperoleh ukuran efisiensi produktif dari alat tersebut. Karena dalam penelitian ini menggunakan aerator akuarium untuk menambah tekanan agar gas dapat mengalir, maka produktivitas gas total akan dikurangi dengan produktivitas udara dari aerator akuarium. Jadi didapatkanlah produktivitas gas HHO-nya.

Tabel 2. Produktivitas udara kompresor dengan volume 100

Data ke-	Waktu yang dibutuhkan (s)	Produktivitas udara (v/s)
1	16,90	0,006
2	18,79	0,0053
3	16,75	0,006
4	17,66	0,0056
5	18,23	0,0056
Rata-rata	17,67	0,0057

Produktivitas udara didapatkan dengan menggunakan persamaan (4). berdasarkan spesifikasi dari kompresor yang digunakan, laju alir udara atau kapasitas produksi udara maksimum yang dapat dihasilkan oleh kompresor tersebut adalah sebesar 2,5 liter/menit. Namun setelah diimplementasikan kepercobaan alat, data yang didapatkan adalah sebagai ditunjukkan pada Tabel 3 di atas. Hal ini kemungkinan terjadi bisa saja diakibatkan oleh beberapa faktor, seperti pengaruh ukuran bak reaksi, panjang selang yang digunakan dan lain sebagainya.

Tabel 3. Produktivitas gas HHO dengan waktu rata-rata

Konsentrasi (%)	waktu (s)	Waktu rata-rata (s)	Produktivitas gas HHO + udara kompresor	Produktivitas gas HHO (v/t)				
5	17,65	16,03	15,09	16,84	16,19	16,36	0,0061	0,0005
10	11,13	15,31	13,51	15,29	13,85	13,818	0,0072	0,0016
15	14,76	12,45	13,76	13,89	12,67	13,506	0,0074	0,0017
20	11,43	12,38	12,61	13,37	13,58	12,674	0,0079	0,0022
25	11,12	12,96	14,67	13,38	12,89	13,004	0,0077	0,0020

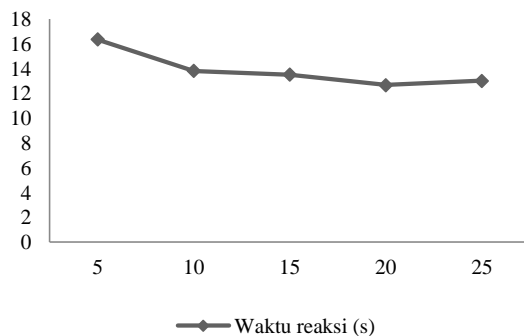
Produktivitas gas HHO dengan waktu rata-rata, adalah laju alir atau produktivitas gas hasil produksi yang didapatkan dengan

cara pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali setiap konsentrasi, kemudian data waktu yang didapatkan akan dicari rata-

ratanya lalu dimasukkan ke-persamaan (4) dan didapatkanlah hasil seperti Tabel 2 diatas.

Untuk mendapatkan produktivitas gas HHO, produktivitas gas yang dihasilkan oleh alat harus dikurangi dengan produktivitas udara dari kompresor. Hal ini bertujuan untuk mengetahui jumlah gas HHO yang dihasilkan dalam percobaan alat tersebut, selain itu hal ini juga bertujuan untuk mengetahui efisiensi alat dengan tidak mengukur keseluruhan gas yang dihasilkan. Jadi hanya gas HHO saja yang diukur efisiensinya. Untuk mendapatkan data produktivitas udara, caranya juga sama dengan mendapatkan data produktivitas gas secara keseluruhan. Hanya saja, peneliti tidak menyalakan power supply sehingga gas HHO tidak terbentuk. Sehingga, udara yang dihasilkan murni dari kompresor.

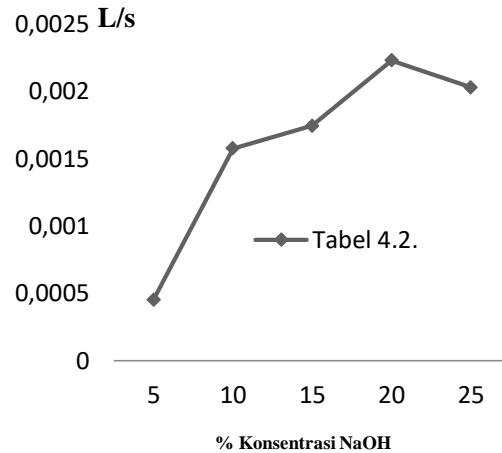
Setelah didapatkan hasil perhitungan yang ditampilkan pada Tabel 2. dan Tabel 3. dapat diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 3. Perbandingan waktu reaksi (s) dengan konsentrasi NaOH (%) dengan volume 0,1L

Data waktu didapatkan dengan cara menghitung lamanya gas yang dihasilkan untuk memenuhi gelas ukur skala 100 ml, menggunakan alat ukur berupa stopwatch. Gelas ukur diisi dengan air hingga penuh kemudian diposisikan secara terbalik dengan disangga dengan statif dan klef dan

mulut gelas ukur berada didalam wadah bubbler yang berisi air yang dihubungkan dengan selang output dari alat elektrolizer.



Gambar 3. Produktivitas gas HHO setiap konsentrasi NaOH

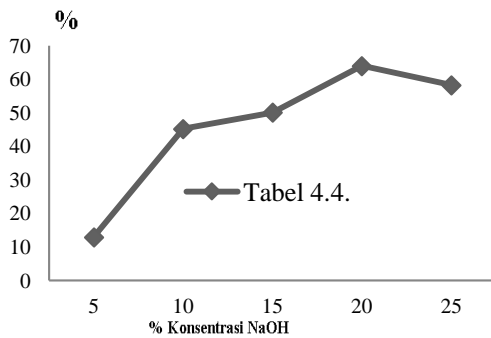
Gambar 4 menunjukkan grafik yang didapatkan pada Tabel 2. dimana, dapat dilihat bahwa produktivitas gas HHO cenderung naik selaras dengan semakin tingginya konsentrasi katalis NaOH. Tapi, terlihat dari grafik pada Gambar 3 pada data katalis NaOH dengan konsentrasi 25%, produktivitas gas HHO mengalami penurunan. Hal ini diakibatkan oleh waktu yang didapat pada data konsentrasi katalis NaOH 25% lebih lama dibandingkan data konsentrasi katalis NaOH 20%. Kemungkinan kesalahan ini diakibatkan oleh adanya kelebihan muatan listrik pada power supply jadi, daya yang dihasilkan kemungkinan tidak stabil. Hal ini ditandai oleh, panasnya power supply saat dijalankan pada reaksi tersebut.

Efisiensi alat ditunjukkan pada saat alat tersebut dapat bekerja secara optimal dalam kondisi tertentu. Cara menentukan efisiensi alat yang dirancang ini dilakukan dengan cara membandingkan antara produktivitas gas HHO, massa jenis gas HHO dan nilai energi terendah gas HHO dengan konsumsi daya alat atau bisa didapatkan dengan menggunakan persamaan (2.5).

Tabel 4. Efisiensi alat berdasarkan rata-rata waktu

Konsentrasi NaOH (%)	Produktivitas gas HHO (v/t)	Efisiensi (%)
5	0,0005	12,96
10	0,0016	45,21
15	0,0017	50,01
20	0,0022	63,95
25	0,0020	58,21

Berikut data efisiensi alat ditampilkan secara grafik :



Gambar 4. Efisiensi alat

Data pada **Tabel 4.** dan **Gambar 4** diatas menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi NaOH tidak selalu linear dengan efisiensi alat. Hal ini ditunjukkan dengan efisiensi alat pada konsentrasi NaOH 5%, efisiensi alat sebesar 12,96%. Kemudian pada konsentrasi NaOH 10%, efisiensi naik menjadi sebesar 45,21%. Lalu pada konsentrasi NaOH 15%, efisiensi alat naik menjadi 50,01%. Kemudian pada NaOH 20%, efisiensi alat naik menjadi 63,95%. Dan pada konsentrasi NaOH 25%, efisiensi alat kembali turun menjadi sebesar 58,21%.

Dapat dilihat dari data diatas, bahwa kondisi yang paling optimal adalah saat alat elektrolizer dioperasikan dengan menggunakan larutan elektrolit NaOH dengan konsentrasi 20%. Dimana, efisiensinya yang paling tinggi yaitu sebesar 63,95%.

4. Kesimpulan

1. Variasi konsentrasi katalis NaOH sangat berpengaruh dengan volume gas HHO yang dihasilkan. Karena semakin tinggi konsentrasi katalis NaOH, maka semakin banyak volume gas yang dihasilkan. Akan tetapi pada konsentrasi katalis NaOH 25%, volume yang dihasilkan menurun jumlahnya disbanding dengan katalis NaOH 20%.
2. Efisiensi alat sangat bergantung dengan produktivias gas HHO yang dihasilkan dan produktivitas gas HHO bergantung dengan variasi konsentrasi katalis NaOH.

Daftar Pustaka

- Afif, Muhammad Thowil., dkk. 2017. *Produksi Brown's Gas Pada Eletrolizer Tipe Drycell Dengan Material Elektroda Berbeda*. ISSN 2407-4845
- Harman dan Ahyar M., 2019. *Design Of HHO Generator To Reduce Exhaust Gas Emissions And Fuel Consumption Of Non-Injection Gasoline Engine*. Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin. Vol. 4, No. 1., ISSN 2548-7590.
- Hasan, Muhammad Nur. 2019. *Analisa Volume Hidrogen Dan Temperatur Nyala Api Pada Generator HHO (Variasi Jarak Plat, Luasan Plat, Dan Penambahan Katalis)*. ISSN : 2622-1284.
- Holleman, A. F.; Wiberg, E. 2001. *Inorganic Chemistry*. Academic Press: San Diego. ISBN 0-12-352651-5.
- Kimbrough, David Eugene. et.al. 2006. *The effect of electrolysis and oxidation–reduction potential on microbial survival, growth, and disinfection*. Int. J. Environment and Pollution, Vol. 27, Nos. 1/2/3.
- Laudon, Kenneth C. Dan Laudon, Jane P. 2006. *Sistem Informasi Manajemen*. Terjemahan Chriswan Sungkono Dan

- Machmudin Eka P. Edisi 10. Jakarta: Salemba Empa.
- Maulana, Inan. 2017. *Perancangan alat pendeteksi kualitas air minum menggunakan elektrolisis dan konduktivitas berbasis arduino uno*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Murjito. 2013. *Rancang Bangun Electrolyzer Sistem Dry Cell Untuk Penghematan Bahan Bakar Kendaraan Bermotor*. JURNAL GAMMA, ISSN 2086-3071.
- Nafisah, Syifaun. (2003). *Grafika Komputer*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Nugroho, Heru Fitra dan Bambang Yuniarto. 2016. *Pengujian Penggunaan Generator Hho Jenis Drycell Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor*. Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol. 4, No. 2.
- Sasongko, Endar Budi. dkk. 2014. *Kajian kualitas air dan penggunaan sumur gali oleh masyarakat di sekitar sungai kaliyasa kabupaten cilacap*. Jurnal Ilmu Lingkungan. Volume 12 Issue 2: 72-82.
- Sopandi, Ihsan, et.al,. 2015. *Studi Ketebalan Elektroda Pada Produksi Gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) Oleh Generator HHO Tipe Basah Dengan Katalis Natrium Bikarbonat*. Jurnal Rona Teknik Pertanian. ISSN : 2085-2614.
- Wahyono, Anies R. 2016. *Pembuatan Alat Produksi Gas Hidrogen dan Oksigen Tipe Wett Cell dengan Variasi Luas Penampang*. Jurnal Teknik Energi Vol 12 No. 1.
- Widyatama, Anton Putra. 2017. *Rancang Bangun Proses Produksi Gas Hidrogen (H₂) Melalui Elektrolisis Air Menggunakan Buck Converter Berbasis Mikrokontroler Arduino*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.