

PENGARUH GAS HIDROGEN DARI LARUTAN SODIUM HIDROKSIDA TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA KENDARAAN BERMOTOR

Geo Alfani

Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang
geo.alfani17059@student.unsika.ac.id

ABSTRACT

According to a survey conducted by the World Bank, Indonesia ranks fourth for the country with the highest pollution levels in the world after Egypt, India, and China. Of all the existing causes of air pollution, transportation emissions are proven to be a contributor to air pollution in Indonesia, which is around 85%. As an effort in terms of fuel savings to overcome the energy supply crisis, it is necessary to develop alternative renewable energies to meet the needs of this domestic energy supply. One of the researches on renewable energy currently being developed is the use of hydrogen which is used to reduce exhaust emissions and increase the efficiency of fuel consumption. Hydrogen in this case is obtained by utilizing an electrolysis reactor and sodium hydroxide solution. The method used to obtain hydrogen gas is by breaking water molecules by utilizing an electrolyzer with distilled water as raw material, sodium hydroxide solution, stainless plates for the anode and cathode. In this study hydrogen was able to reduce exhaust emissions of CO₂ by 32.8%, CO 48%, O₂ by 6.8%, and HC by 7% and was able to increase fuel efficiency in motor vehicles by 29.72%.

ABSTRAK

Menurut hasil survey yang dilakukan oleh World Bank, Indonesia menempati peringkat keempat untuk negara dengan tingkat polusi tertinggi di dunia setelah Mesir, India, dan Cina. Dari semua penyebab polusi udara yang ada, emisi transportasi terbukti sebagai penyumbang pencemaran udara di Indonesia, yakni sekitar 85%. Sebagai upaya dalam hal penghematan BBM guna mengatasi krisis ketersediaan energi, maka perlu adanya pengembangan-pengembangan energi alternatif terbarukan untuk memenuhi kebutuhan pasokan energi dalam negeri ini. Salah satu penelitian mengenai energi terbarukan pada saat ini dikembangkan adalah pemanfaatan hidrogen yang digunakan untuk mengurangi emisi buang dan meningkatkan efisiensi dari konsumsi bahan bakar. Hidrogen dalam hal ini didapatkan dengan memanfaatkan reaktor elektrolisis serta larutan sodium hidroksida. Metode yang dilakukan untuk mendapatkan gas hidrogen ialah dengan melakukan pemecahan molekul air dengan memanfaatkan alat elektrolizer dengan bahan baku air suling, larutan sodium hidroksida, lempengan stainless untuk anoda dan katoda. Pada penelitian ini hidrogen mampu menurunkan gas emisi buang CO₂ sebesar 32,8%, CO 48%, O₂ sebesar 6,8% dan HC sebesar 7% serta mampu meningkatkan efisiensi bahan bakar pada kendaraan bermotor sebesar 29,72%.

Kata Kunci: Emisi; Energi; Hidrogen

1. PENDAHULUAN

Krisis bahan bakar minyak (BBM) semakin mengancam keberlangsungan hidup manusia khususnya dalam sektor transportasi. Dalam hal ini, mobil dan sepeda motor sebagai bagian dari pengguna pengguna BBM. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Nasional, jumlah kendaraan bermotor roda empat atau lebih yang beroperasi pada akhir 2015 yaitu 22.512.918 unit dan akan selalu bertambah di setiap tahunnya (Hendrawan et al. 2018).

Selain itu konsumsi BBM di Indonesia 1,3 juta/barel sudah tidak seimbang dengan produksi minyak didalam negeri yang nilainya sekitar 1 juta/barel yang mengakibatkan kekurangan pasokan minyak bumi yang harus ditambal melalui impor dari luar negeri. Dari data ESDM tahun 2006 disebutkan bahwa cadangan bahan bakar minyak bumi menyisakan hanya 4,3 miliar barel. Dari perhitungan dengan jumlah penduduk negara Indonesia saat ini yang sekitar 240 juta jiwa maka cadangan minyak

bumi hanya tersedia 18 barel perkapita sehingga dapat diprediksi simpanan minyak bumi Indonesia hanya akan tersisa pada waktu kurang lebih 25 tahun.

Masalah krisisnya bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui masalah lain yang menghantui yaitu diperparah dengan tingkat polusi udara di Indonesia yang semakin memprihatinkan akibat dari emisi gas buang hasil pembakaran BBM (Cahyo & Muliatna 2013). Menurut hasil survey yang dilakukan oleh World Bank, Indonesia menempati peringkat keempat untuk negara dengan tingkat polusi tertinggi di dunia setelah Mesir, India, dan Cina. Dari semua penyebab polusi udara yang ada, emisi transportasi terbukti sebagai penyumbang pencemaran udara di Indonesia, yakni sekitar 85% (Segera 2016). Sebagai upaya dalam hal penghematan BBM guna mengatasi krisis ketersediaan energi, maka perlu adanya pengembangan-pengembangan energi alternatif terbarukan untuk memenuhi kebutuhan pasokan energi dalam negeri ini. Salah satu penelitian mengenai

energi terbarukan pada saat ini dikembangkan adalah pemanfaatan bahan bakar hidrogen yang digunakan dalam *Fuel Cell System*.

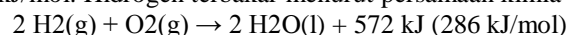
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidrogen

Hidrogen (bahasa Latin: hydrogenium, dari bahasa Yunani: hydro: air, genes: membentuk) adalah unsur kimia pada tabel periodik yang memiliki simbol H dan nomor atom 1. Pada suhu dan tekanan standar, hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat non-logam, bervalensi tunggal, dan merupakan gas diatomik yang sangat mudah terbakar. Dengan massa atom 1,00794 amu, hidrogen adalah unsur teringan di dunia.

Hidrogen juga adalah unsur paling melimpah dengan persentase kira-kira 75% dari total massa unsur alam semesta. Kebanyakan bintang dibentuk oleh hidrogen dalam keadaan plasma. Senyawa hidrogen relatif langka dan jarang dijumpai secara alami di bumi, dan biasanya dihasilkan secara industri dari berbagai senyawa hidrokarbon seperti metana. Hidrogen juga dapat dihasilkan dari air melalui proses elektrolisis, namun proses ini secara komersial lebih mahal daripada produksi hidrogen dari gas alam.

Gas hidrogen sangat mudah terbakar dan akan terbakar pada konsentrasi serendah 4% H₂ di udara bebas. Entalpi pembakaran hidrogen adalah -286 kJ/mol. Hidrogen terbakar menurut persamaan kimia :



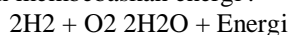
Ketika dicampur dengan oksigen dalam berbagai perbandingan, hidrogen meledak seketika disulut dengan api dan akan meledak sendiri pada temperatur 560 °C.

2.2 Bahan Bakar Hidrogen

Pembakaran pada dasarnya adalah proses oksidasi. Pada proses pembakaran terdapat energi yang dibebaskan berupa panas. Pada pembakaran hidrokarbon maka unsur zat arang (C) bersenyawa dengan unsur zat asam (O) membentuk karbon dioksida (O₂) dengan membebaskan energi sebagai berikut :



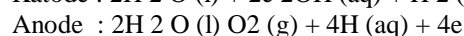
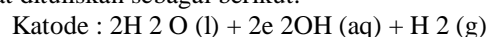
Pada dasarnya hal serupa dapat terjadi bila unsur zat air hidrogen (H) bersenyawa dengan unsur zat asam (O) terbentuk apa yang kita kenal sebagai air (H₂O) dengan membebaskan energi :



Rumus diatas merupakan perputaran suatu siklus air dipisah menjadi H₂ dan O₂ kemudian membentuk air kembali. Pada oksidasi H hanya terjadi air yang rumus kimianya H₂O dan yang bukan merupakan suatu polutan atau pengotor lingkungan. Bahkan H₂O merupakan bagian alamiah dari lingkungan. Pada pusat listrik konversi listrik menjadi hidrogen dapat dilakukan dengan elektrolisa. Dengan demikian maka pusat listrik yang letaknya jauh dari pusat beban akan dapat bekerja dengan efisien.

2.3 Elektrolisis

Proses Elektrolisis (reaksi peruraian yang terjadi ketika listrik dialirkan ke dalam larutan elektrolit), terdiri dari reaksi katoda yaitu reduksi dan reaksi anoda yaitu oksidasi. Molekul air dapat diuraikan menjadi unsur-unsur asalnya dengan mengalirinya arus listrik. Proses ini disebut elektrolisis air. Pada katoda, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi gas H₂ dan ion hidrokida (OH⁻). Sementara itu pada anoda, dua molekul air lain terurai menjadi gas oksigen (O₂), melepaskan 4 ion H⁺ serta mengalirkan elektron ke katoda. Ion H⁺ dan OH⁻ mengalami netralisasi sehingga terbentuk kembali beberapa molekul air. Reaksi keseluruhan yang setara dari elektrolisis air dapat dituliskan sebagai berikut.



2.4 Larutan Elektrolit

Berdasarkan kemampuan menghantarkan arus listrik (didasarkan pada daya ionisasi), larutan dibagi menjadi dua, yaitu larutan elektrolit, yang terdiri dari elektrolit kuat dan elektrolit lemah serta larutan non elektrolit. Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik, sedangkan larutan non elektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.

Larutan elektrolit kuat adalah larutan yang mempunyai daya hantar arus listrik, karena zat terlarut yang berada didalam pelarut (biasanya air), seluruhnya dapat berubah menjadi ion-ion dengan harga derajat ionisasi adalah satu ($\alpha = 1$). Yang tergolong elektrolit kuat adalah :

- (1) Asam kuat, antara lain: HCl, HClO₃, HClO₄, H₂SO₄, HNO₃ dan lain-lain.
- (2) Basa kuat, yaitu basa-basa golongan alkali dan alkali tanah, antara lain : NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Mg(OH)₂, Ba(OH)₂ dan lain-lain.
- (3) Garam-garam yang mempunyai kelarutan tinggi, antara lain : NaCl, KCl, KI, Al₂(SO₄)₃ dan lain-lain.

2.5 Hukum Faraday

Akibat aliran arus listrik searah ke dalam larutan elektrolit akan terjadi perubahan kimia dalam larutan tersebut. Menurut Michael Faraday (1834) lewatnya arus 1 F mengakibatkan oksidasi 1 massa ekuivalen suatu zat pada suatu elektroda (anoda) dan reduksi 1 massa ekuivalen suatu zat pada elektroda yang lain (katoda) (Sylvina tebriani, 2018).

Hukum Faraday I : Massa zat yang timbul pada elektroda karena elektrolisis berbanding lurus dengan jumlah listrik yang mengalir melalui larutan.

$$w \sim Q$$

$$w \sim I.t$$

$$w = e.I.t \tag{1}$$

$$= \frac{gek.I.t}{F} \tag{2}$$

$$= \frac{Ar.I.t}{n.F} \tag{3}$$

Keterangan :

- t = waktu (dt)
- w = massa zat yang diendapkan (g)
- Q = jumlah arus listrik = muatan listrik (C)
- E = tetapan = (gek : F)
- I = kuat arus listrik (A)
- Gek = massa ekuivalen zat (gek)
- Ar = massa atom relatif
- N = valensi ion
- F = bilangan faraday = 96 500 C

2.6 Stainless Steel

Stainless steel dapat bertahan dari serangan karat berkat interaksi bahan-bahan campurannya dengan alam. Stainless steel terdiri dari besi, krom, mangan, silikon, karbon dan seringkali nikel and molibdenum dalam jumlah yang cukup banyak.

Elemen-elemen ini bereaksi dengan oksigen yang ada di air dan udara membentuk sebuah lapisan yang sangat tipis dan stabil yang mengandung produk dari proses karat/korosi yaitu metal oksida dan hidroksida. Krom dapat bereaksi dengan oksigen, memegang peranan penting dalam pembentukan lapisan korosi ini. Pada kenyataannya, semua stainless steel mengandung paling sedikit 10% krom.

Keberadaan lapisan korosi yang tipis ini mencegah proses korosi berikutnya dengan berlaku sebagai tembok yang menghalangi oksigen dan air bersentuhan dengan permukaan logam. Hanya beberapa lapisan atom saja cukup untuk mengurangi kecepatan proses karat selambat mungkin karena lapisan korosi tersebut terbentuk dengan sangat rapat. Lapisan korosi ini lebih tipis dari panjang gelombang cahaya sehingga tidak mungkin untuk melihatnya tanpa bantuan instrumen modern.

Besi biasa, berbeda dengan stainless steel, permukaannya tidak dilindungi apapun sehingga mudah bereaksi dengan oksigen dan membentuk lapisan Fe₂O₃ atau hidroksida yang terus menerus bertambah seiring dengan berjalannya waktu. Lapisan korosi ini makin lama makin menebal dan kita kenal sebagai karat.

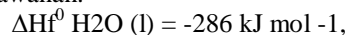
2.7 Entalpi Pembakaran

Reaksi suatu zat dengan oksigen disebut reaksi pembakaran. Zat yang mudah terbakar adalah unsur karbon, hidrogen, belerang, dan berbagai senyawa dari unsur tersebut. Pembakaran dikatakan sempurna apabila karbon (C) terbakar menjadi CO₂, hidrogen (H) terbakar menjadi H₂O, belerang (S) terbakar menjadi SO₂.

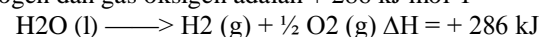
Perubahan entalpi pada pembakaran sempurna 1 mol suatu zat yang diukur pada 298 K, 1 atm disebut entalpi pembakaran standar (standard enthalpy of combustion), yang dinyatakan dengan ΔH_{c0}. Entalpi pembakaran juga dinyatakan dalam kJ mol⁻¹. Harga entalpi pembakaran dari berbagai zat pada 298 K, 1 atm.

2.8 Entalpi Penguraian

Reaksi penguraian adalah kebalikan dari reaksi pembentukan. Oleh karena itu, sesuai dengan azas kekekalan energi, nilai entalpi penguraian sama dengan entalpi pembentukannya, tetapi tandanya berlawanan.



maka entalpi penguraian H₂O (l) menjadi gas hidrogen dan gas oksigen adalah + 286 kJ mol⁻¹



3. METODOLOGI

Metode yang dilakukan untuk mendapatkan gas hidrogen ialah dengan melakukan pemecahan molekul air dengan memanfaatkan alat elektrolizer dengan bahan baku air suling, larutan sodium hidroksida, lempengan stainless untuk anoda dan katoda. Dalam prosedur penelitian untuk mendapatkan gas hidrogen dapat dibagi menjadi tiga langkah. Langkah pertama mempersiapkan alat dan bahan, langkah ke dua merakit reaktor elektrolisis dan langkah ketiga menguji dan menganalisa keluaran reaktor elektrolisis yaitu hidrogen.

Pada langkah pertama, mempersiapkan alat dan bahan. Alat dan bahan yang diperlukan adalah dua buah wadah berbentuk botol atau tabung, lempengan stainless, selang gas, kran gas, mur, baut, air suling, dan sodium hidroksida.

Pada langkah kedua, merakit alat yang sudah dipersiapkan untuk dijadikan sebuah reaktor elektrolisis. Proses perakitan alat yaitu dengan memasang lempengan anoda dan katoda pada botol, masukan air suling lalu larutkan sodium hidroksida, sambungan selang reaktor dengan tabung yang sudah berisi air untuk pembilasan gas, lalu sambungkan selang output pada tabung pembilasan dengan mesin pembakaran pada kendaraan, berikan tegangan pada lempengan anoda dan katoda untuk memicu terjadinya reaksi elektrolisis.

Pada langkah ketiga, yaitu menguji dan menganalisa keluaran yang didapatkan yaitu gas hidrogen. Pada langkah ini terdapat dua tahapan : tahapan pertama yaitu menganalisa pengaruh gas hidrogen terhadap keluaran emisi buang dan yang kedua yaitu menganalisa pengaruh gas hidrogen terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar pada kendaraan bermotor.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan percobaan pertama maka didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Uji Konsumsi Bahan Bakar

Kecepatan ± 40 km/jam	3× uji konsumsi bahan bakar			Rata - rata
	Km/100cc			
Standart	2.80	2.70	2.60	2.70
Hidrogen 5A	3.60	3.80	4.00	3.80
Hidrogen 20A	4.60	4.70	5.00	4.76

Sumber: Geo Alfani, 2021

Jika didapatkan rata-rata jarak yang dapat ditempuh dengan bahan bakar sebanyak 100cc maka dapat dihitung banyaknya bahan bakar yang diperlukan untuk menempuh jarak 1 km sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{standart} & : 2.7 \text{ km}/100\text{cc} \times 10 = 27 \text{ km/liter} \\ & = \frac{1}{27} \text{ liter/km} \\ & = 0.037 \text{ liter/km} \\ \text{hidrogen 5A} & : 3.80 \text{ km}/100\text{cc} \times 10 = 38 \text{ km/liter} \\ & = \frac{1}{38} \text{ liter/km} \\ & = 0.026 \text{ liter/km} \\ \text{hidrogen 20A} & : 4.76 \text{ km}/100\text{cc} \times 10 = 47.6 \text{ km/liter} \\ & = \frac{1}{47.6} \text{ liter/km} \\ & = 0.021 \text{ liter/km} \end{aligned}$$

Dapat dilihat dari hasil uji konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor setelah di berikan hidrogen dari hasil elektrolisis larutan sodium hidroksida mengalami pengurangan konsumsi bahan bakar yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Pada arus 5A} & = 0,037 \text{ liter/km} - 0,026 \text{ liter/km} \\ & = 0,011 \text{ liter/km} \\ & = \frac{0,011 \text{ liter/km}}{0,037 \text{ liter/km}} \times 100\% \\ & = 29,72\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pada arus 20A} & = 0,037 \text{ liter/km} - 0,021 \text{ liter/km} \\ & = 0,016 \text{ liter/km} \\ & = \frac{0,016 \text{ liter/km}}{0,037 \text{ liter/km}} \times 100\% \\ & = 43,24\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan data di atas didapat bahwa konsumsi bahan bakar pada kendaraan bermotor akan mengalami pengiritan jika disuplai hidrogen dari hasil elektrolisis. Terjadi pengurangan konsumsi bahan bakar sebesar 29,72% pada penggunaan elektrolizer dengan tegangan input 12 volt dan arus 5 ampere kemudian juga terjadi pengurangan konsumsi bahan bakar sebesar 43,24% pada penggunaan elektrolizer dengan tegangan input 12 volt dan arus 20 ampere. hal ini disebabkan adanya penambahan hidrogen dari elektrolizer tersebut. Pengurangan konsumsi bahan bakar berbanding lurus dengan input arus listrik yang disuplai. Semakin besar arus listrik yang digunakan maka akan semakin besar pula hidrogen yang dihasilkan oleh elektrolizer. Sehingga hidrogen yang mudah terbakar semakin besar, ketika pembakaran mesin semakin baik maka akan terjadi pengurangan konsumsi bahan bakar yang cukup signifikan pada jarak tertentu.

Tabel 2. Hasil Uji Emisi Gas Buang CO

Kecepatan Putaran 2000 rpm	Konsentrasi kadar CO (%)		
	1	2	Rata-rata
Standart	0,26	0,32	0,29
Hidrogen 5A	0,15	0,15	0,15
Hidrogen 20A	0.08	0.07	0,075

Sumber: Geo Alfani, 2021

Pada Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa gas hidrogen hasil penambahan dari proses eletrolisis

memiliki pengaruh yang cukup signifikan dengan adanya pengurangan dari emisi buang CO dari kendaraan bermotor. Pada kendaraan motor standar memiliki kadar CO rata-rata 0,29% setelah menggunakan Hidrogen dengan input tegangan 12 volt dan arus 5 ampere, kadar CO berkurang sebanyak 48,27% yaitu menjadi 0,15% dan ketika menggunakan hidrogen dengan tegangan 12 volt dan arus 5 ampere, kadar CO berkurang sebanyak 0,215% yaitu menjadi 0,075%. Kondisi ini disebabkan karena hidgen membantu pembakaran bahan bakar yang belum sempurna sehingga pembakaran dapat mendekati sempurna dan mengalami penurunan emisi gas buang CO.

Tabel 3. Hasil Uji Emisi Gas Buang CO₂

Kecepatan Putaran 2000 rpm	Konsentrasi kadar CO ₂ (%)		
	1	2	Rata-rata
Standart	1,2	1,3	1,25
Hidrogen 5A	0,83	0,85	0,84
Hidrogen 20A	0.68	0.72	0,70

Sumber: Geo Alfani, 2021

Pada Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa gas hidrogen hasil penambahan dari proses eletrolisis larutan hidroksida memiliki pengaruh yang cukup signifikan dengan adanya pengurangan dari emisi buang CO₂ dari kendaraan bermotor. Pada kendaraan motor standar memiliki kadar CO₂ rata-rata 1.25% setelah menggunakan Hidrogen dengan input tegangan 12 volt dan arus 5 ampere, kadar CO₂ berkurang sebanyak 32,8% yaitu menjadi 0,84% dan ketika menggunakan hidrogen dengan tegangan 12 volt dan arus 20 ampere, kadar CO₂ berkurang sebanyak 44% yaitu menjadi 0,70%. Kondisi ini disebabkan karena hidrogen membantu pembakaran bahan bakar yang belum sempurna sehingga pembakaran dapat mendekati sempurna dan mengalami penurunan emisi gas buang CO₂.

Tabel 4. Hasil Uji Emisi Gas Buang O₂

Kecepatan Putaran 2000 rpm	Konsentrasi kadar O ₂ (%)		
	1	2	Rata-rata
Standart	19,00	18,50	18,75
Hidrogen 5A	17,50	17,45	17,475
Hidrogen 20A	17,00	17,25	17,125

Sumber: Geo Alfani, 2021

Pada Tabel 4 dapat dilihat adanya pengaruh penambahan gas hidrogen terjadi penurunan pada kadar O₂. Kadar O₂ dalam gas buang menunjukkan jumlah oksigen yang tidak bereaksi dengan bahan bakar di dalam ruang bakar. pengurangan dari emisi buang O₂ dari kendaraan bermotor. Pada kendaraan motor standar memiliki kadar O₂ rata-rata 18.75% setelah menggunakan Hidrogen dengan input tegangan 12 volt dan arus 5 ampere, kadar O₂ berkurang sebanyak 6,8% yaitu menjadi 17,475% dan ketika menggunakan hidrogen dengan tegangan 12 volt dan arus 20 ampere, kadar O₂ berkurang sebanyak 8,6%

yaitu menjadi 17,125%. Semakin rendah kadar O₂ maka pembakaran pada kendaraan semakin baik artinya jika oksigen pada gas buang semakin sedikit artinya kadar oksigen pada mesin pembakara memenuhi setiap hidrokarbon sehingga memicu terjadinya pembakaran sempurna.

Tabel 5. Hasil Uji Emisi Gas Buang HC

Kecepatan Putaran 2000 rpm	Konsentrasi kadar HC (ppm)		
	1	2	Rata-rata
Standart	19,00	18,50	18,75
Hidrogen 5A	17,50	17,45	17,475
Hidrogen 20A	17,00	17,25	17,125

Sumber: Geo Alfani, 2021

Gas HC atau Hidrokrarbon adalah bahan bakar mentah yang tidak terbakar sempurna di dalam ruang bakar. Dapat dilihat pada tabel 5 bahwa kadar HC mengalami penurunan hal ini disebabkan karena pengaruh dari gas hidrogen dan oksigen dari hasil elektrolisis larutan sodium hidroksida sehingga hidrokarbon bereaksi dengan hidrogen dan oksigen. Pada kondisi standar kadar Hc yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor sebanyak 18,75 ppm namun setelah ditambahkan gas hidrogen dan oksigen dari hasil elektrolisis dengan input tegangan 12 volt dan arus 5 ampere kadar Hc mengalami penurunan sebesar 1,325 ppm menjadi 17,425 ppm dan ketika menggunakan input tegangan 12 volt dan arus 20 ampere kadar Hc mengalami penurunan sebesar 1,625 ppm menjadi 17,125 ppm.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisa pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hidrogen mampu menjadi energi baru terbarukan karena konsumsi Kendaraan Bermotor dengan tambahan hidrogen yang dihasilkan dari elektrolisis larutan hidroksida pada kecepatan ± 40 km/jam mengalami penurunan sebesar 29,72% pada input tegangan 12 volt dan arus 5 A ampere dan mengalami penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 43,24% pada tegangan input 12 volt arus 5 ampere.
2. Hidrogen dapat memberikan dampak penurunan emisi gas buang pada kendaraan bermotor dengan sangat baik sehingga dapat mengurangi dampak polusi udara yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, hasil dan pembahasan maka disarankan, (i) bagi para peneliti selanjutnya untuk memilih wadah yang tahan panas untuk mengurangi resiko kerusakan alat. (ii) agar menggunakan lempengan elektroda serta mur dan baut yang terbuat dari bahan anti karat agar tidak

mengubah konsentrasi dari larutan sodium hidroksida tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyo, P.N. & Muliatna, I.M., 2013. *Perancangan Sistem Pengereman Hidrolis Pada Mobil Listrik Garnesa*. JRM, 1(1), pp.54–56. Fakultas teknik Universitas negeri Semarang
- Hendrawan, M.A. et al., 2018. *Perancangan chassis Mobil Listrik Prototype Ababil dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016*. In *Proceeding of The URECOL*. pp. 96–105. Surakarta Universitas Research Colloquium
- Segeera, N.B., 2016. *Education for Sustainable Development (ESD) Sebuah Upaya Mewujudkan Kelestarian Lingkungan*. SOSIO DIDAKTIKA: Social Science Education Journal, 2(1), pp.22–30.
- Sylvina, T., 2018. *Analisa Pengaruh Tegangan Terhadap Hasil Elektroposisi Pada Lapisan Tipis Magnetite Menggunakan Arus Continue Direct Current*. Jurusan Tadris Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN ImamBonjol Padang