

ANALISIS PENGGUNAAN VARIASI KATALIS NaOH, NaCl, DAN KOH TERHADAP LAJU ALIRAN GAS HHO

Prasetyo¹⁾, Jenny Primanita Diningrum²⁾, Raden Hengki Rahmanto²⁾

¹⁾Program Strata Satu Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam “45” Bekasi

²⁾Tim Pengajar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam “45” Bekasi

Jl. Cut Mutia No.83, Margahayu, Bekasi Tim., Kota Bks, Jawa Barat 17113

E-mail Penulis: prass466@gmail.com

Abstrak

Peningkatan kebutuhan manusia akan energi, terutama energi fosil yang dimanfaatkan dalam kehidupan sehari – hari sebagai bahan bakar di industri maupun bahan bakar yang dimanfaatkan untuk pribadi. Peningkatan konsumsi bahan bakar fosil tidak diimbangi dengan ketersediaan sumber daya alam, oleh karena itu dibutuhkan energi alternatif untuk mengurangi ketergantungan kepada bahan bakar fosil. Salah satu energi alternatif yang telah ditemukan adalah elektrolisis air untuk menghasilkan gas HHO. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju produksi dan efisiensi dari alat generator gas HHO dengan menggunakan variasi katalis NaOH, NaCl dan KOH dimana masing – masing katalis menggunakan prosentase fraksi massa sebesar 4,76%. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil katalis NaOH memiliki laju aliran sebesar 2,203 ml/s dan merupakan katalis yang paling bagus dibanding dengan katalis NaCl 1,24 ml/s dan katalis KOH 1,859 ml/s. Kemudian untuk efisiensi diperoleh katalis KOH sebagai katalis paling bagus efisiensinya sebesar 8,76% dibanding dengan NaCl sebesar 8,18% dan NaOH sebesar 7,82%.

Kata Kunci: Laju aliran gas HHO, Elektrolisis air, Katalis

Abstract

Enhancement human need for energy, especially fossil energy that is used in everyday life as fuel in industry and fuel that is used for personal use. Increased consumption of fossil fuels is not offset by the availability of natural resources, therefore alternative energy is needed to reduce dependence on fossil fuels. One alternative energy that has been found is electrolysis of water to produce HHO gas. This study aims to determine the production rate and efficiency of the HHO gas generator using a variety of NaOH, NaCl and KOH catalysts where each catalyst uses a mass fraction percentage of 4.76%. From the results of the research that has been done the results of NaOH catalyst have a flow rate of 2.203 ml / s and are the best catalyst compared to 1.24 ml / s NaCl catalyst and 1.859 ml / s KOH catalyst. Then for efficiency, KOH catalyst was obtained as the best catalyst with an efficiency of 8.76% compared with NaCl of 8.18% and NaOH of 7.82%.

Key words: HHO gas flow rate, water electrolysis, catalyst

PENDAHULUAN

Sejak dilaksanakannya program konversi Minyak Tanah ke LPG yang dimulai pada tahun 2009, penjualan LPG nasional mengalami *trend* yang terus meningkat. Tercatat pada tahun 2015, penjualan LPG meningkat sebesar 4,66% dari 6.093.138 Mton di tahun 2014 menjadi 6.376.990 Mton di tahun 2015. Peningkatan tersebut disertai dengan peningkatan impor LPG pada tahun 2015 sebesar 11,69% dibandingkan tahun sebelumnya. Peningkatan persentase angka impor LPG lebih besar dari peningkatan angka persentase penjualan LPG dikarenakan produksi LPG tahun 2015 mengalami penurunan dibandingkan produksi LPG tahun 2014 sebesar 104.952 Mton (Statistik Migas Kementerian ESDM 2015).

Sekian banyak energi terbarukan, bahan bakar hidrogen merupakan energi yang ramah lingkungan dan menjadi perhatian besar pada banyak negara, terutama di negara maju. Hidrogen diproyeksikan oleh banyak negara akan menjadi bahan bakar masa depan yang ramah lingkungan dan lebih efisien, dimana suplai energi yang dihasilkan sangat bersih karena hanya menghasilkan uap air sebagai emisi selama berlangsungnya proses (Wahyono, Anies R., 2016). Gas HHO dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar kompor air dan sebagai bahan campuran untuk bahan bakar diesel atau bensin, untuk meningkatkan emisi gas buang kendaraan dan performa mesin. Proses produksi gas HHO dapat dipercepat dengan adanya tambahan katalis dalam larutan elektrolit. Katalis yang akan digunakan pada penelitian ini merupakan katalis jenis heterogen, yaitu NaOH, NaCl, dan KOH. Ketiga katalis tersebut merupakan katalis yang sering digunakan untuk proses elektrolisis air.

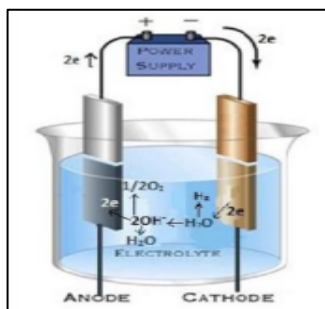
Hal ini berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya tentang variasi konsentrasi KOH, semakin besar konsentrasi KOH, maka semakin besar arus yang dihasilkan (Wahyono, Anies R., 2016). Pada tingkat laju produksi gas HHO dan efisiensi generator HHO meningkat dan mencapai nilai maksimum pada prosentase fraksi massa Natrium Hidroksida 4% (Novan Yoga Prasetya, dkk, 2017), grafik pada prosentase katalis NaCl (Natrium Klorida) 4% menghasilkan laju produksi yang besar dan stabil dibanding pada prosentase katalis 5 dan 6% (Hadi Mutakkim, dkk, 2017)

Berdasarkan beberapa pembahasan di atas, penulis ingin melakukan penelitian tentang *Generator Gas HHO*, untuk mengetahui laju aliran gas yang dihasilkan dari variasi penggunaan katalis NaOH, NaCl, dan KOH pada produksi gas HHO, dan untuk mengetahui jenis katalis yang paling efisien. Hasil yang paling efisien akan direkomendasikan kepada pembuat sebagai acuan. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui laju aliran gas HHO dengan variasi katalis NaOH, NaCl dan KOH. Selain itu untuk mengetahui efisiensi dari setiap katalis yang digunakan.

Upaya untuk memenuhi tujuan tersebut dibutuhkan beberapa tinjauan pustaka yaitu:

1. Elektrolisis air.

Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air (H_2O) menjadi oksigen (O_2) dan hidrogen gas (H_2) dengan menggunakan arus listrik yang melalui air tersebut. Jadi hasil dari elektrolisis air ini adalah hidrogen murni dan oksigen murni, walaupun sebenarnya proses ini lebih ditujukan untuk mendapatkan gas hidrogen. Pada katode, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi gas H_2 dan ion hidroksida (OH^-). Ion (OH^-) hasil reaksi air pada katoda bergerak menuju anoda, di anoda tersebut elektron terlepas menuju permukaan anoda dan bergerak kembali menuju power supply, akibat terlepasnya elektron tersebut dua buah ion OH^- terurai membentuk air dan gelembung oksigen, gas H_2 yang timbul dalam katoda dan gas O_2 yang timbul pada anoda hasil dari elektrolisis tersebut muncul berbentuk gelembung gas kecil pada permukaan masing – masing elektroda (Gamabr 1).



Gambar 1. Proses elektrolisis air

Reaksi keseluruhan yang setara dari elektrolisis air dapat dituliskan sebagai berikut.

Katoda : $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow 2OH^-(aq) + H_2(g)$

Anoda : $2OH^- \rightarrow \frac{1}{2} O_2(g) + H_2O(aq) + 2e^-$

Reaksi Keseluruhan : $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$

Gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan dari reaksi ini membentuk gelembung pada elektrode dan dapat dikumpulkan. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan hidrogen dan hidrogen peroksida (H_2O_2) yang dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan hidrogen.

2. Elektroda

Elektroda merupakan salah satu komponen yang sangat penting pada proses elektrolisis air. Elektroda berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari sumber tegangan ke air yang akan dielektrolisis. Pada elektrolisis yang menggunakan arus DC, elektroda terbagi menjadi dua kutub yaitu positif sebagai anoda dan negatif sebagai katoda. Material serta luasan elektroda yang digunakan sangat berpengaruh terhadap gas HHO yang dihasilkan dari proses elektrolisis air. Sehingga material elektroda harus dipilih dari material yang memiliki konduktifitas listrik dan ketahanan terhadap korosi yang baik. *Stainless Steel* merupakan baja paduan yang mengandung sedikitnya 11,5% krom berdasarkan beratnya. *Stainless Steel* memiliki prosentase jumlah krom yang memadai sehingga akan membentuk suatu lapisan pasif kromium oksida yang akan mencegah terjadinya korosi lebih lanjut. Untuk memperoleh ketahanan yang tinggi terhadap oksidasi biasanya dilakukan dengan menambahkan krom sebanyak 13 sampai 26%. Lapisan pasif Chromium(III) oxide (Cr_2O_3) yang terbentuk merupakan lapisan yang sangat tipis dan tidak kasat mata, sehingga tidak akan mengganggu penampilan dari *Stainless Steel*. Pada penelitian ini digunakan stainless steel tipe 304, stainless steel 304 dipilih karena tipe 304 memiliki komposisi karbon sebesar 0,042% ; Mangan 1,19% ; Fosfor 0,034% ; Sulfur 0,006% ; Silikon 0,049% ; Krom 18,24% ; Nikel 8,15% dan sisanya besi. *Stainless Steel* tipe 304 merupakan baja tahan karat yang serbaguna dan banyak digunakan. Komposisi kimia, kekuatan mekanik, kemampuan las, dan ketahanan

korosinya sangat baik dengan harga yang relatif terjangkau. (Novan Yoga Prasetya, Abdul Wahab & Ena Marlina, 2017)

Perhitungan yang digunakan

Fraksi massa adalah rasio dari massa zat terlarut terhadap jumlah massa zat total larutan (massa pelarut ditambah massa terlarut). Pada penelitian ini zat terlarutnya adalah NaOH, NaCl, KOH dan zat pelarutnya adalah air. Rumus perhitungan fraksi massa, laju aliran dan efisiensi diperoleh dari jurnal yang berjudul Pengaruh Prosentase Fraksi Massa NaOH (Natrium Hidroksida) Sebagai Katalis Dalam Proses Elektrolisis Dengan Menggunakan Elektroliser Tipe Dry Cell yang ditulis oleh Novan Yoga Prasetya dkk tahun 2017. Perhitungan Fraksi massa dapat dilihat pada Persamaan 1.:

$$\text{Fraksi Massa} = \frac{\text{Massa Katalis}}{\text{Massa Total}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Elektroliser merupakan tempat dimana terjadinya reaksi elektrolisis pemisahan ikatan hidrogen dan oksigen dari fluida dasarnya berupa air. Tempat elektrolisis adalah generator HHO. Pada proses elektrolisis air dikarenakan generator adalah tabung elektroliser yang merupakan tempat penampungan larutan elektrolit, sekaligus tempat berlangsungnya proses elektrolisis untuk menghasilkan *Brown's gas* atau gas HHO. Parameter – parameter yang harus diamati pada saat pengoprasian generator HHO meliputi beberapa hal, seperti seberapa besar daya atau energi yang dibutuhkan oleh generator HHO pada proses penguraian air (H_2O), laju produksi gas HHO (flow rate), dan efisiensi generator HHO.

1. Besarnya daya yang dibutuhkan generator HHO ditentukan oleh besarnya tegangan dan arus listrik yang digunakan dalam proses elektrolisis. Persamaan 2.

$$P = V \cdot I \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

P = Daya yang dibutuhkan generator HHO (Watt)

V = Beda potensial / voltase (Volt)

2. Laju Produksi / *flow rate* gas HHO.
Laju produksi gas HHO ditentukan dengan Persamaan 3.

$$V_{\text{gas HHO}} = \frac{\text{volume}}{t} \text{ (ml/s)} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

$V_{\text{gas HHO}}$ = Laju Produksi Gas HHO (ml/s)

volume = Volume Gas HHO (ml)

t = Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan Gas HHO

3. Efisiensi Generator HHO.
Efisiensi generator HHO atau proses Elektrolisis dihitung dengan Persamaan 4.

$$\eta_{\text{HHO}} = \frac{V_{\text{HHO}} \times \rho_{\text{HHO}} \times \text{LHV}_{\text{HHO}}}{P_{\text{HHO}}} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

η_{HHO} = Efisiensi Generator HHO (%)

V_{HHO} = Laju aliran Gas HHO (ml/s)

ρ_{HHO} = Massa Jenis Gas HHO (0,491167 gram/ltr)

LHV_{HHO} = Lower Heating Value atau nilai pembakaran terendah (13,25kJ/gram)

P_{HHO} = Daya Generator HHO (Watt).

Kemudian rumus perhitungan ketidakpastian pengukuran berulang seperti Persamaan 5. adalah sebagai berikut.

$$\bar{t} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{N} = \frac{\sum x_i}{N}$$

$$\Delta t = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N-1}} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

$\bar{t}$: Hasil pengukuran yang mendekati nilai benar

Δt : Ketidakpastian pengukuran

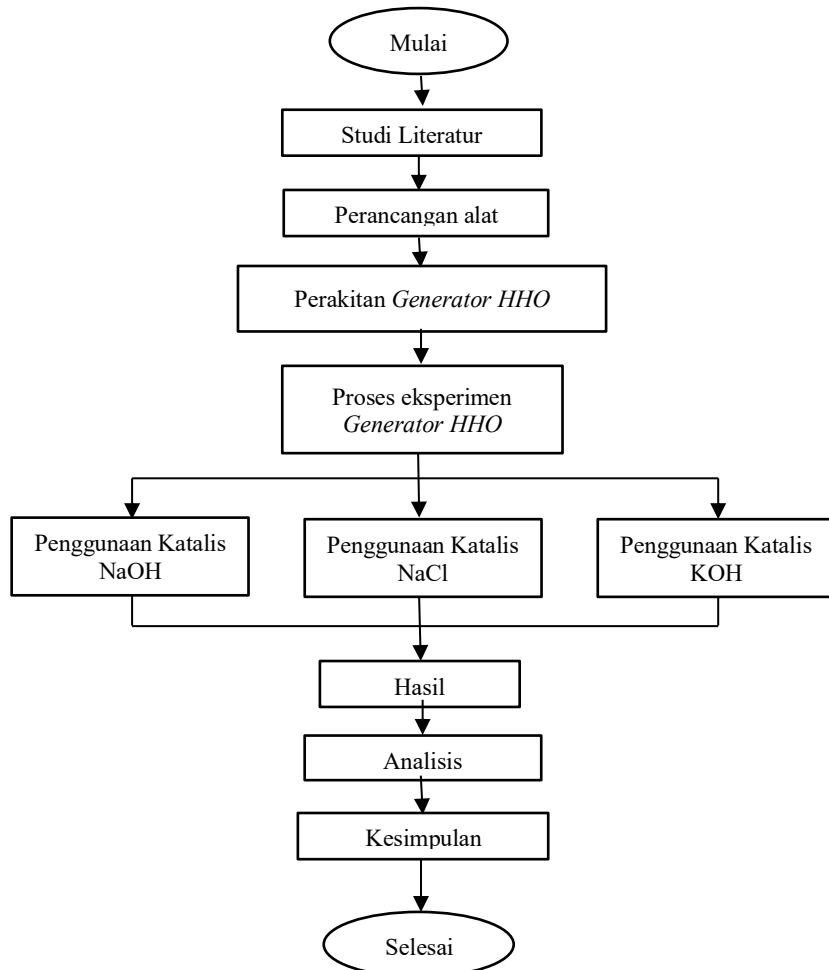
N : Banyaknya pengukuran yang dilakukan

METODE

1. Langkah-langkah Penelitian
Adapun tahapannya sebagai berikut;

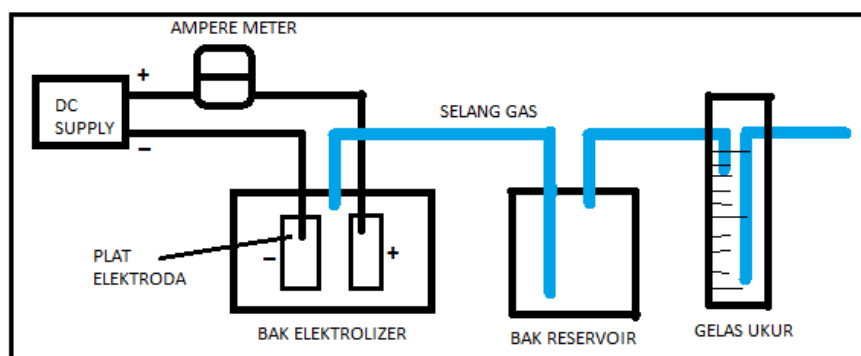
- a) Larutkan katalis sebanyak 4,76% dari volume total kedalam air yang berada dalam bak penampung
- b) Rangkaian elektroda diletakan dalam bak penampung yang telah terisi cairan elektrolit.
- c) Menyambungkan setiap kutub pada elektroda dengan sumber arus DC.
- d) Mengalirkan arus listrik kepada elektroda sampai tabung ukur volume penuh.
- e) Catat waktu yang dibutuhkan untuk mengisi tabung ukur volume sampai penuh.
- f) Ulangi langkah d dan e dengan variasi katalis yang digunakan.
- g) Catat jenis katalis yang digunakan, kuat arus dan tegangan yang digunakan, dan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan gas sebesar 50 ml.

2. Diagram penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Skema Penelitian



Gambar 3. Skema Penelitian

- DC Supply digunakan sebagai sumber arus DC.
- Kabel (+) dan (-) untuk mengalirkan arus ke elektroda.
- Amperemeter untuk mengukur kuat arus yang digunakan.
- Bak Elektroliser sebagai tempat terjadinya proses elektrolisis air.
- Elektroda sebagai media penghantar arus ke larutan elektrolit.
- Selang berfungsi mengalirkan gas HHO.
- Bak Reservoir sebagai tempat filtrasi gas HHO.
- Gelas Ukur berfungsi sebagai alat untuk mengukur volume gas yang dihasilkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian laju aliran gas HHO dimulai dari tanggal 17 Desember 2018 sampai dengan tanggal 20 Desember 2018. Penelitian dilakukan untuk mengetahui laju aliran dan efisiensi dari alat generator HHO tipe wett cell, dengan bahan utama berupa air dan tambahan katalis NaOH, NaCl, dan KOH dengan masing – masing prosentase massa 4,76% dari volume air sebesar 800 ml. Masing – masing katalis dilakukan tiga kali proses percobaan dengan menggunakan gelas ukur yang memiliki volume sebesar 50 ml, yang kemudian diambil rata – ratanya. Berikut adalah Tabel 1. dari hasil penelitian.

Tabel 1. Hasil penelitian generator gas HHO

No	Katalis	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Waktu (s)	$\bar{t} \pm \Delta t$ (s)
1	NaOH	4,6	38	24,56	$23,77 \pm 0,39$
				23,32	
				23,44	
2	NaCl	5,8	17	32,74	$40,32 \pm 3,95$
				42,18	
				46,03	
3	KOH	4,6	30	28,23	$26,9 \pm 2,16$
				29,80	
				22,67	

Berdasarkan Tabel 1. dapat diketahui bahwa untuk katalis NaOH membutuhkan tegangan sebesar 4,6 volt dan kuat arus sebesar 38 A, yang memiliki rata – rata waktu $23,77 \pm 0,39$ detik dalam menghasilkan gas HHO sebesar 50 ml. Kemudian untuk katalis NaCl membutuhkan tegangan sebesar 5,8 volt dan kuat arus sebesar 17 A, yang memiliki rata – rata waktu $40,32 \pm 3,95$ detik untuk menghasilkan gas HHO sebesar 50 ml. Selanjutnya untuk katalis KOH membutuhkan tegangan sebesar 4,6 volt dan kuat arus sebesar 30 A, yang memiliki rata – rata waktu $26,9 \pm 2,16$ detik dalam menghasilkan gas HHO sebesar 50 ml. Hasil tersebut diperoleh dari perhitungan ketidakpastian pengukuran berulang.

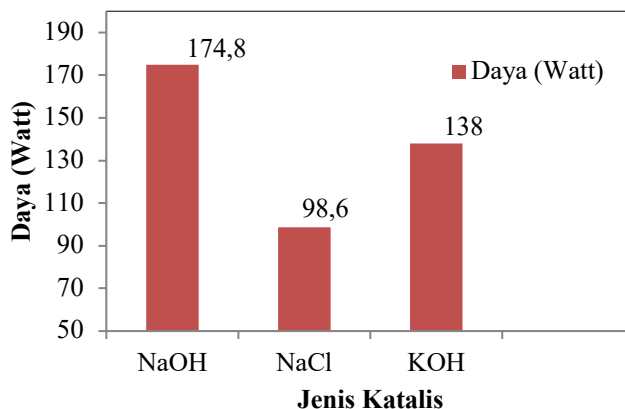
Berdasarkan Tabel 1. kita dapat melakukan perhitungan untuk mencari konsumsi daya dari generator HHO pada setiap katalis yang digunakan, menggunakan Persamaan 6. Berikut adalah persamaannya:

$$P_{HHO} = V \times I \text{ (Watt)} \dots \dots \dots (6)$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai dari daya yang dikonsumsi oleh generator gas HHO. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2. dan Gambar 4.

Tabel 2. Konsumsi daya generator HHO

No	Katalis (4,76%)	Daya (Watt)
1	NaOH	174,8
2	NaCl	98,6
3	KOH	138



Gambar 4. Grafik konsumsi daya generator gas HHO

Berdasarkan Gambar 4. terlihat bahwa grafik hubungan antara konsumsi daya pada generator HHO terhadap jenis katalis yang digunakan, dengan prosentase katalis NaOH, NaCl, dan KOH adalah 4,76%. Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa konsumsi daya dari NaOH sebesar 174,8 watt kemudian NaCl sebesar 98,6 watt dan KOH sebesar 138 watt. NaOH dan KOH merupakan jenis senyawa yang memiliki sifat basa kuat, sedangkan NaCl merupakan senyawa yang berasal dari asam kuat dan basa kuat tidak mengalami hidrolisis dan bersifat netral. Sifat dari basa kuat pada larutan elektrolit kuat dalam air dapat terurai sempurna membentuk ion positif (kation) dan ion negatif (anion). Untuk reaksi salah satu atau kedua ion larutan NaCl dengan air menyebabkan perubahan konsentrasi ion H^+ maupun ion OH^- dalam larutan, akibatnya larutan NaCl dapat bersifat asam, basa, maupun netral. Garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat bersifat netral dan garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah bersifat asam, sedangkan garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat bersifat basa.

Pada penelitian ini konsumsi daya dipengaruhi oleh katalis yang berbeda, dimana katalis yang bersifat basa kuat seperti NaOH dan KOH memiliki konsumsi daya yang lebih besar dibanding NaCl yang merupakan katalis bersifat netral. Kekentalan larutan semakin naik dan semakin baik dalam menghantarkan arus listrik, tetapi dengan semakin kentalnya larutan pada waktu pengujian tertentu mengalami kejenuhan dengan bertambahnya waktu pengujian maka ion yang terdapat dalam senyawa H_2O yaitu air akan semakin berkurang, yang mempengaruhi kesetimbangan larutan sehingga proses elektrolisis membutuhkan daya listrik yang besar untuk memecah air, semakin bertambahnya daya hantar listrik larutan elektrolit mengakibatkan hambatan dari rangkaian elektrolisis semakin kecil, dengan tegangan yang sama maka arus listrik yang dapat mengalir juga akan semakin besar.

Perhitungan Laju Aliran Gas HHO

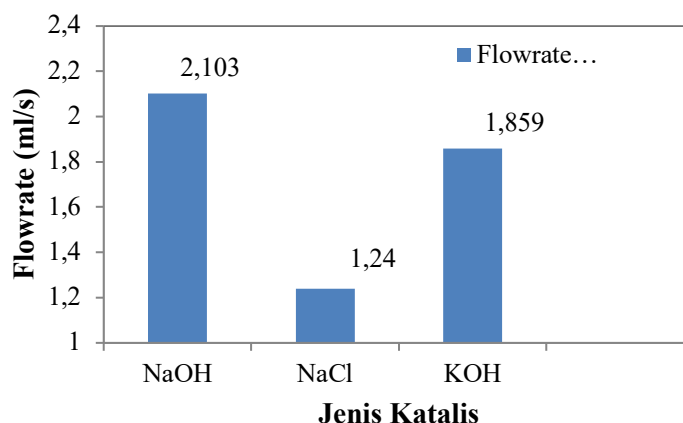
Berdasarkan Tabel 1. kita dapat melakukan perhitungan untuk mencari besarnya laju aliran dari gas HHO pada setiap katalis yang digunakan, menggunakan Persamaan 7. Berikut adalah persamaannya:

$$V_{\text{gasHHO}} = \frac{\text{volume}}{t} \text{ (ml/s)} \dots \dots \dots (7)$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai dari laju aliran gas HHO dari setiap katalis. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3. dan Gambar 5.

Tabel 3. Laju aliran gas HHO

No	Katalis (4,76%)	Flowrate (ml/s)
1	NaOH	2,103
2	NaCl	1,24
3	KOH	1,859



Gambar 5. Grafik laju aliran gas HHO

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa grafik hubungan antara laju produksi gas generator HHO terhadap jenis katalis yang digunakan, dengan prosentase katalis NaOH, NaCl, dan KOH adalah 4,76% di atas dapat diketahui laju aliran dari masing – masing katalis yang digunakan, dimana untuk katalis NaOH memiliki laju aliran sebesar 2,203 ml/s, kemudian NaCl memiliki laju aliran sebesar 1,24 ml/s, sedangkan KOH memiliki laju aliran sebesar 1,859 ml/s. Dari ketiga katalis tersebut, katalis NaOH merupakan katalis dengan laju aliran terbesar yang kemudian disusul oleh KOH dan NaCl. NaOH dan KOH merupakan jenis senyawa yang memiliki sifat basa kuat, sedangkan NaCl merupakan senyawa yang berasal dari asam kuat dan basa kuat tidak mengalami hidrolisis dan bersifat netral. NaOH memiliki tingkat kelarutan dalam air paling besar pada temperatur 20°C sebesar 1150 gr/L, hal ini menyebabkan laju aliran yang paling besar dari katalis lainnya.

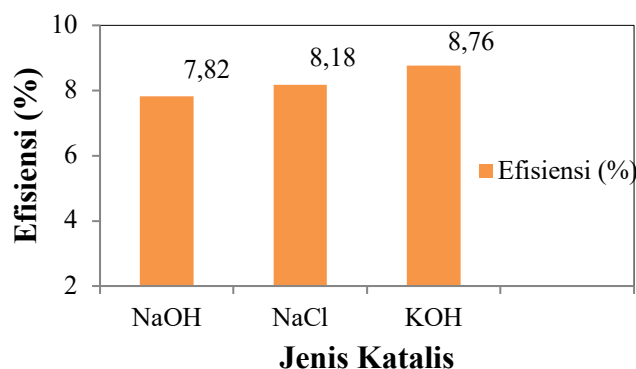
Perhitungan Efisiensi Generator HHO

Berdasarkan hasil perhitungan konsumsi daya generator HHO dan perhitungan laju aliran gas HHO, dapat dilakukan perhitungan untuk mencari efisiensi dari alat generator HHO, dengan tambahan nilai dari massa jenis gas HHO sebesar 0,491167 gr/l dan nilai dari LHV gas HHO sebesar 13,25 kJ/gr. Upaya mencari efisiensi digunakan Persamaan 8. Berikut adalah persamaannya:

$$\eta_{HHO} = \frac{V_{HHO} \times \rho_{HHO} \times LHV_{HHO}}{P_{HHO}} \times 100\% \quad (8)$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai efisiensi generator gas HHO dari setiap katalis. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4. dan Gambar 6.

Tabel 4. Efisiensi generator HHO		
No	Katalis (4,76%)	Efisiensi %
1	NaOH	7,82
2	NaCl	8,18
3	KOH	8,76



Gambar 6. Grafik efisiensi generator gas HHO

Berdasarkan Gambar 6, secara umum dapat dilihat bahwa nilai efisiensi dari masing – masing katalis yang digunakan, dimana nilai efisiensi dari katalis NaOH sebesar 7,82%, kemudian efisiensi dari katalis NaCl sebesar 8,18%, sedangkan efisiensi dari Katalis KOH sebesar 8,76%. KOH menjadi katalis dengan efisiensi paling tinggi, hal ini dapat terjadi karena efisiensi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu produktivitas yang dinyatakan dengan laju aliran, massa jenis HHO, LHV HHO, dan energi yang digunakan untuk melakukan proses elektrolisis yang dinyatakan dengan daya elektroliser. Nilai dari massa jenis HHO dan LHV HHO pada penelitian ini pada semua variasi sama, karena perbandingan gas hidrogen dan gas oksigen pada *Brown's gas* adalah sama, sehingga massa jenis HHO dan LHV HHO tidak mempengaruhi penyebab kenaikan atau penurunan efisiensi pada grafik. Sedangkan besarnya daya sangat mempengaruhi peningkatan dan penurunan efisiensi pada penelitian ini.

Semakin tinggi daya yang digunakan maka efisiensi akan semakin menurun, sebelumnya kita ketahui bahwa semakin besar kuat arus maka produktivitasnya juga semakin tinggi, tetapi tidak sebanding dengan semakin besar pula energi yang digunakan sehingga efisiensinya akan semakin turun. Besarnya energi yang digunakan banyak yang berubah menjadi panas dan bukan digunakan untuk melepaskan ikatan air, sehingga banyak energi yang terbuang dan efisiensinya akan semakin turun. Bukti bahwa semakin tinggi tegangan dan kuat arus maka akan semakin banyak energi yang berubah menjadi panas dan meningkatkan temperatur elektrolit terlihat kecenderungan efisiensi akan menurun pada penggunaan katalis NaOH yang memerlukan daya 174,8 watt, walaupun NaOH merupakan katalis dengan laju aliran yang paling baik. Kemudian NaCl yang memiliki laju aliran yang paling rendah tetapi dengan konsumsi daya yang lebih kecil mempunyai efisiensi yang lebih baik dari katalis NaOH, sedangkan katalis KOH yang memiliki laju aliran terbaik kedua setelah NaOH namun memiliki efisiensi yang lebih baik dari NaOH dan NaCl karena konsumsi daya yang tidak terlalu besar.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Katalis NaOH dengan prosentase massa 4,76% merupakan katalis yang memiliki laju produksi 2,203 ml/s, dan menjadikan NaOH sebagai katalis dengan laju produksi paling bagus dibanding NaCl dan KOH yang memiliki laju produksi berturut – turut sebesar 1,24 ml/s dan 1,859 ml/s. Besarnya laju produksi NaOH dipengaruhi oleh sifatnya yang merupakan senyawa basa kuat sama seperti KOH dan itu terlihat dari hasil laju produksi yang tidak berbeda jauh, dibandingkan dengan NaCl yang merupakan senyawa bersifat netral memiliki laju aliran yang lebih rendah dari NaOH dan KOH.
2. Katalis KOH merupakan katalis yang memiliki efisiensi paling besar dengan efisiensi 8,76%, lebih besar dari NaOH dan NaCl yang memiliki efisiensi berturut – turut sebesar 7,82% dan 8,18%. Nilai efisiensi dipengaruhi oleh nilai konsumsi daya generator HHO, itu terlihat dari nilai konsumsi daya NaCl sebesar 98,6 watt kemudian laju aliran 1,24 ml/s dan nilai efisiensinya sebesar 8,18%, lebih baik dibandingkan dengan efisiensi NaOH sebesar 7,82%, walaupun NaOH merupakan katalis dengan laju aliran 2.103 ml/s tetapi memiliki konsumsi daya yang besar yaitu 174,8 watt. Katalis KOH memiliki efisiensi paling baik sebesar 8,76%. Dapat disimpulkan bahwa nilai besar kecilnya efisiensi sangat dipengaruhi oleh nilai konsumsi daya generator HHO.

Saran

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk dapat mengontrol dari konsumsi daya generator gas HHO. Karena konsumsi daya sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai efisiensi alat.
2. Pada penelitian selanjutnya penulis menyarankan untuk dapat membandingkan alat generator gas HHO tipe wett cell dengan tipe dry cell, untuk mengetahui mana yang paling efisien.
3. Untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal, disarankan peneliti memakai alat ukur laju aliran khusus untuk gas, agar dapat mengurangi kesalahan dalam proses pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Mutakkim,Hadi., 2017.”Penggunaan Generator HHO Tipe *Dry Cell* Untuk Memproduksi Brown's Gas Dengan Katalis NaCl” *Jurnal Teknik Mesin Vol 8 No 01*.
- Prasetya, N.Yoga dkk., 2017.”Pengaruh Prosentase Fraksi Massa NaOH (Natrium Hidroksida) Sebagai Katalis Dalam Proses Elektrolisis Dengan Menggunakan Elektroliser Tipe Dry Cell”*Jurnal Teknik Mesin Vol 8 No 01*.
- Statistik Minyak dan Gas Bumi Kementrian ESDM tahun 2015.
- Ubaidillah,Ayik.,2016.Pengaruh Konsentrasi KOH Terhadap Produksi HHO Dalam Proses Elektrolisis.Skripsi.Program Sarjana Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Wahyono,R.Anies.,2016.”Pembuatan Alat Produksi Gas Hidrogen Dan Oksigen Tipe *Wett Cell* Dengan Variasi Luas Penampang”*Jurnal Teknik Energi Vol. 12, No. 1*.