



PRODUKSI GAS HIDROGEN MELALUI METODE ELEKTROLISIS PV (*PHOTOVOLTAIC*) DARI AIR LAUT MENGUNAKAN *GRAHPITE* DENGAN PENAMBAHAN KATALIS NaOH

**Selvi Sundari Sinaga, Lukman Hakim* Meriatna, Suryati, Muhammad,
Faisal**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

*E-mail: lukman.hakim@unimal.ac.id

Abstrak

Minyak bumi di Indonesia yang berasal dari bahan bakar fosil diperkirakan hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri hingga 9 tahun kedepan. Maka kita perlu energi alternative sebagai pengganti bahan bakar fosil seperti hidrogen. Salah satu cara untuk menghasilkan hidrogen yaitu dengan metode elektrolisis air laut dan merupakan metode yang paling menjanjikan untuk menghasilkan gas hidrogen yang murni. Elektrolisis membutuhkan energi listrik yang besar untuk menguraikan ion-ion maka pada penelitian ini menggunakan (Photovoltaic) PV sebagai sumber energi melalui sinar matahari. Air laut dengan volume 3500 ml, volume katalis NaOH yang ditambahkan 175 ml, dan kondisi operasi (waktu ambien). Adapun yang menjadi variabel bebas yaitu tegangan (5, 10, 15, 20) volt, waktu (15, 30, 45, 65) menit dan konsentrasi katalis (0,1 ; 0,25 ; 0,5 ; 0,75) M. Hasil flowrate gas hidrogen yang paling tinggi di dapat pada tegangan 20 volt pada menit ke 60 menit pada konsentrasi 0,1 M sebesar 12,8 ml/s sedangkan kadar natrium hipoklorit nilai tertinggi terdapat pada 20 volt, waktu ke 60 menit pada konsentrasi 0,75 M. Hasil kajian waktu elektrolisis terhadap penguraian air laut menjadi gas hidrogen tidak berpengaruh signifikan. Semakin tinggi tegangan yang diberikan maka flowrate dan kadar NaOCl yang dihasilkan semakin besar dan semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka akan semakin rendah gas hidrogen yang dihasilkan namun kadar NaOCl semakin tinggi. Sehingga nilai kadar NaOCl tertinggi pada konsentrasi 0,75 M, waktu 60 menit pada tegangan 20 V sebesar 0,184%.

Kata kunci: Energi, Hidrogen, Elektrolisis, (Photovoltaic) PV, Katalis.

1. Pendahuluan

Krisis energi bukan hanya menjadi isu di dunia, tetapi juga menjadi isu di Indonesia. Hingga saat ini Indonesia masih menggunakan energi fosil (minyak bumi, batu bara, dan gas bumi) sebagai sumber energi utama. Pemakaian energi fosil akan menyebabkan pemanasan global akibat sisa pembakarannya yang

berupa gas CO dan CO₂. Permasalahan kebutuhan di Indonesia merupakan masalah yang serius dalam kehidupan manusia. Energi merupakan komponen yang terpenting bagi kelangsungan hidup manusia karena hampir semua aktivitas kehidupan manusia tergantung terhadap ketersediaan energi. Dan kita ketahui bahwa kebutuhan energi nasional masih dipenuhi minyak bumi sekitar 53%. Dan diperkirakan akan habis 9 tahun kemudian karena 3,9 miliar barel.

Dan krisis energi yang melanda di Indonesia dikarenakan jumlah penduduk yang semakin meningkat berpengaruh langsung terhadap konsumsi bahan bakar. Di sisi lain isu lingkungan, di sisi lain isu lingkungan Global yang menuntun tingkat kualitas lingkungan yang baik, mendorong berbagai pakar energi untuk mengembangkan energi yang lebih ramah lingkungan yang mendukung keamanan pasokan kesetimbangan, dan nyatanya hidrogen dipandang sebagai salah satu calon yang menjanjikan yang mampu mengambil peran pelopor dalam masa transisi ini. Tentu saja, energi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hidrogen tidak boleh diambil dari bahan bakar fosil. Oleh sebab itu dengan melihat cadangan sumber energi fosil semakin menipis sementara energi yang dibutuhkan semakin meningkat maka hidrogen sebagai bahan baku yang beralih ke sumber energi terbarukan yang tersedia melimpah dan sebagai energi alternative terbarukan yang ramah lingkungan. Sehingga pada penelitian ini digunakan metode elektrolisis (*Photovoltaic*) PV dari air laut menggunakan elektroda *graphite* dengan menggunakan katalis NaOH.

2. Metodologi

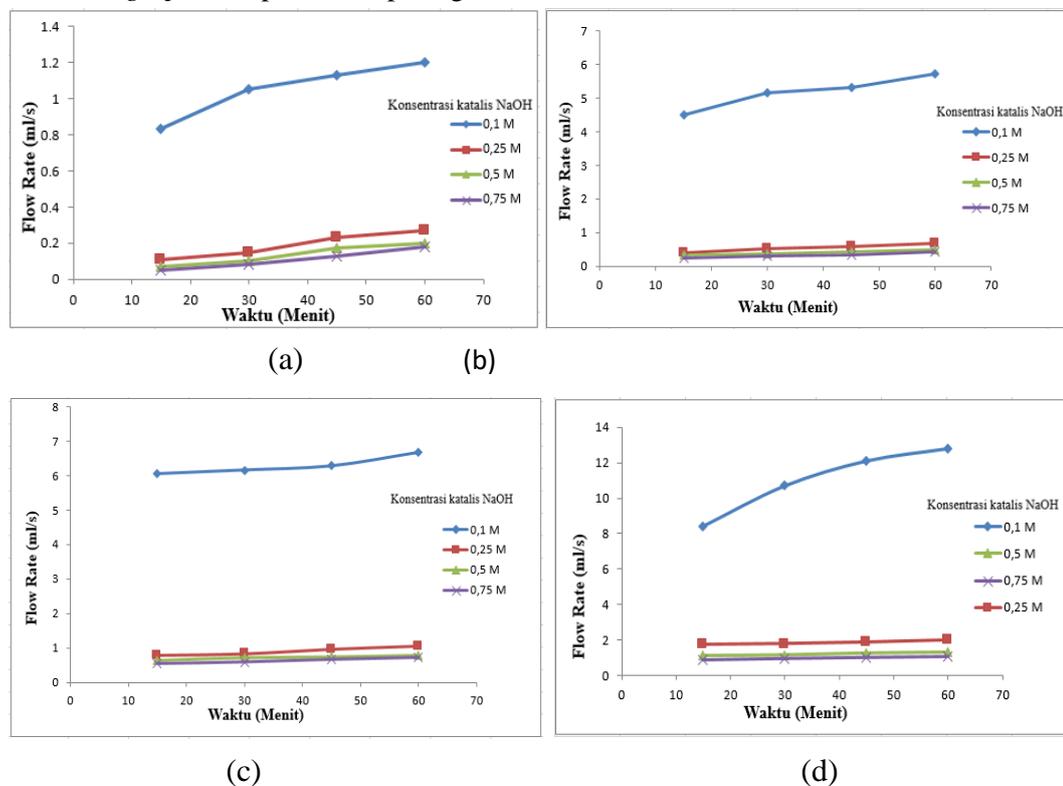
Pada proses pembuatan gas hidrogen ini menggunakan reaktor elektrolisis dengan bahan baku air laut 3500 ml dengan penambahan 175 ml katalis NaOH. Dalam prosedur penelitian pembuatan gas hidrogen dari air laut dengan metode elektrolisis dilakukan tiga tahapan. Tahapan pertama persiapan alat dan bahan, tahapan kedua pembuatan gas hidrogen, dan tahapan ketiga analisa gas hidrogen. Tahap persiapan alat dan bahan dilakukan dengan persiapan elektroda pada reaktor elektrolisis pada reaktor elektrolisis dan pengambilan bahan baku air laut. Proses pembuatan gas hidrogen dengan merangkaikan peralatan, masukkan cairan

elektrolit (air laut) dan katalis NaOH dengan variasi konsentrasi (0,1 ; 0,25; 0,5 ; 0,75) kedalam reaktor sebagai variabel tetap, menggunakan elektroda *Grahpite* pada reaktor dan dihubungkan (*Photovoltaic*) PV diatur pada tegangan 5 volt pertama dan variasi variabel bebas 5, 10, 15 dan 20 volt, dengan waktu elektrolisis sebagai variabel bebas 15, 30, 45, 60 menit. Analisa gas hidrogen dibagi dalam empat tahapan diantaranya: menghitung flow rate gas hidrogen, analisa uji bakar gas hidrogen, menggunakan alat GC, dan menggunakan alat *detector* gas. Analisa Natrium Hipoklorit menggunakan alat UV-VIS.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Pengaruh Waktu dan Konsentrasi Katalis NaOH (0,1 ; 0,25 ; 0,5 ; 0,75) M Terhadap *Flowrate* Gas Hidrogen

Dalam penelitian elektrolisis ini pengaruh waktu dan konsentrasi katalis NaOH (0,1 ; 0,25 ; 0,5 ; 0,75) M terhadap *flow rate* gas hidrogen dengan menggunakan elektroda *graphite* dapat dilihat pada gambar dibawah in



Gambar 3.1 Pengaruh Waktu dan Konsentrasi Katalis NaOH) M Terhadap *Flowrate* Gas Hydrogen. Gambar (a) 5 volt, gambar (b) pada 10 volt, gambar (c) 15 volt, gambar (d) 20 volt

Dari hasil grafik gambar a, b, c, dan d diatas dapat dilihat bahwa waktu elektrolisis kurang berpengaruh (tidak terlalu signifikan) dalam menghasilkan *flow rate* gas hidrogen. Sehingga dapat kita simpulkan bahwa penguraian air laut menjadi gas hidrogen sedikit dipengaruhi oleh lamanya waktu elektrolisis. Hal ini disebabkan untuk penguraian elektrolisis di perlukan energi yang tinggi, sel elektrolisis memerlukan energi untuk memompa elektron (Brandy 2019). Oleh sebab itu pada waktu 15 menit pada setiap variasi tegangan dari ke 4 grafik diatas memiliki hasil gas hidrogen lebih rendah dibandingkan dengan tegangan 20 volt pada waktu 60 menit dari setiap variasi konsentrasi katalis.

Hal ini disebabkan oleh sedikit aliran listrik yang sampai ke elektroda *graphite*, karena hanya sedikit aliran listrik yang diberikan dan sudah terakumulasi. Waktu elektrolisis tidak menyebabkan kenaikan *flow rate* gas hidrogen yang banyak, pengaruh waktu elektrolisis mengakumulasi hidrogen yang terbentuk dari reaksi, reaksi elektrolisis adalah reaksi yang tidak spontan sehingga membutuhkan waktu untuk penguraian zatnya. Lamanya waktu elektrolisis menyebabkan gas hidrogen akan terakumulasi sampai mencapai titik kestabilan (Hamid Purwono dan Oliatiwell, 2017). Sehingga nilai tertinggi *flow rate* gas hidrogen terdapat pada menit ke 60, tegangan 20 volt pada setiap variasi konsentrasi katalis namun nilai *flow rate* gas hidrogen yang paling tinggi pada menit ke 60, tegangan 20 volt dengan konsentrasi 0,1 M.

Selain pengaruh waktu kita dapat lihat pengaruh katalis NaOH dengan variasi konsentrasi terhadap *flow rate* gas hidrogen yang dihasilkan dengan melihat dari grafik diatas bahwa katalis sangat berpengaruh terhadap *flow rate* yang dihasilkan. Katalisator adalah zat yang dapat mempercepat laju reaksi kimia yang pada akhir reaksi didapat dalam keadaan semula atau tidak bereaksi (Widjajanti, 2005). Pada elektrolisis, katalis digunakan untuk mempermudah atau mempercepat penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen karena ion-ion katalisator mampu mempengaruhi kestabilan molekul air menjadi ion H^+ dan OH^- yang lebih mudah di elektrolisis karena terjadinya penurunan energi pengaktifan. Pengaruh variasi konsentrasi katalis sangat berpengaruh juga dengan melihat katalis jenis apa yang digunakan. Maka Semakin besar konsentrasi katalis NaOH

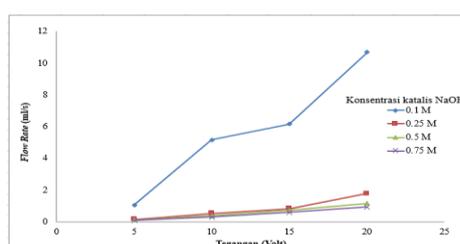
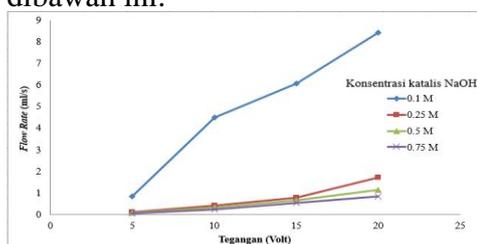
maka akan semakin sedikit gas hidrogen yang dihasilkan karena natrium hipoklorit yang dihasilkan dengan jumlah lebih banyak (jumiati, 2013). Ini disebabkan karena endapan natrium hipoklorit menggumpal dan menutupi bagian luas permukaan katoda sehingga dapat menghambat gas hidrogen ketika saat pengambilan sampel.

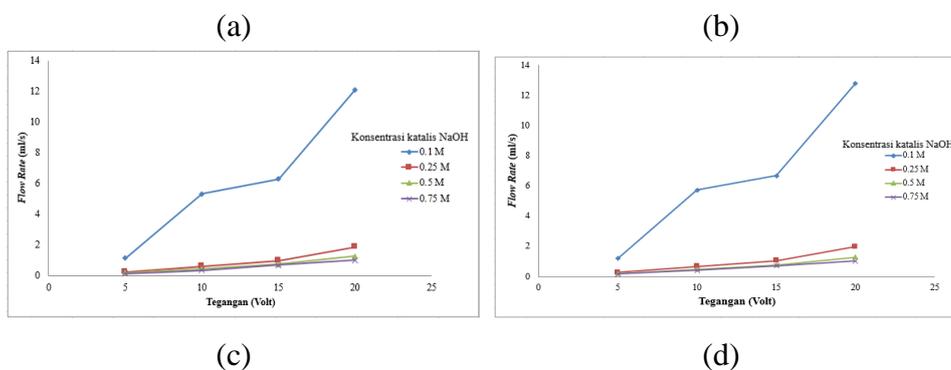
Semakin meningkatnya konsentrasi katalis NaOH maka, volume gas hidrogen yang dihasilkan mengalami penurunan dan kemudian relatif stabil untuk setiap kenaikan kuat arus, hal ini disebabkan oleh semakin besarnya jumlah konsentrasi katalis dalam larutan elektrolit maka larutan akan semakin mudah jenuh sehingga ion-ion dalam larutan elektrolit semakin sulit bergerak pada saat menghantarkan arus listrik (Taufiq, dkk., 2013)

Hal ini diduga dikarenakan semakin banyaknya jumlah katalis maka semakin mudah jenuhnya suatu larutan yang akan menyebabkan perpindahan elektron akan menjadi lebih lambat dan menghasilkan jumlah gas yang berkurang dari konsentrasi sebelumnya. Konsentrasi katalis yang bersifat elektrolit berpengaruh terhadap perilaku sel elektrolisis air dan gas yang dihasilkan serta waktu reaksi (Isana, 2010). Sehingga dapat kita lihat dari hasil penelitian diatas dengan nilai tinggi *flow rate* gas hidrogen pada gambar a,b,c dan d berada pada konsentrasi 0,1 M dengan variasi waktu dan tegangan namun nilai *flow rate* gas hidrogen tertinggi terdapat pada konsentrasi 0,1 M, tegangan 20 V dan waktu 60 menit sebesar 12.8 ml/s.

3.2 Pengaruh Tegangan dan Konsentrasi Katalis NaOH (0,1 ; 0,25 ; 0,5 ; 0,75) M Terhadap *Flowrate* Gas Hydrogen

Dalam penelitian elektrolisis ini pengaruh tegangan (5 ; 10 ; 15 ; 20) V dan konsentrasi katalis NaOH (0,1 ; 0,25 ; 0,5 ; 0,75) M terhadap *flow rate* gas hidrogen dengan menggunakan elektroda graphite dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



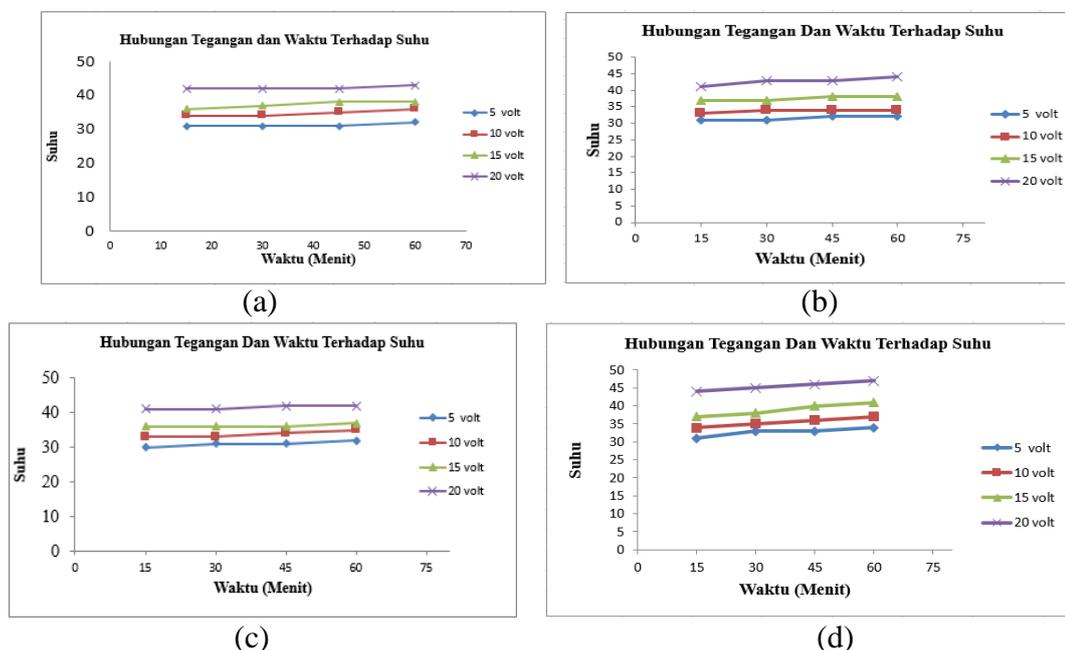


Gambar 3.2 Pengaruh Tegangan dan Konsentrasi Katalis NaOH *Flowrate* Gas *Hydrogen*. Gambar a 15 menit, gambar b 30 menit, gambar c 45 menit , gambar d 60 menit

Berdasarkan hasil diatas bahwa pengaruh tegangan apabila semakin tinggi tegangan maka akan semakin naik jumlah *flowrate* yang dihasilkan dan endapan yang di hasilkan juga semakin besar. Hal ini berbanding lurus dengan bunyi hukum Faraday I : Jumlah zat yang dihasilkan pada elektroda berbanding lurus dengan jumlah arus listrik yang melalui elektrolisis. Menurut Mudzakkir, (2014) semakin besar arus yang digunakan pada proses elektrolisis maka semakin banyak gas yang dihasilkan. Hal inilah yang menyebabkan *flow rate* semakin tinggi, sesuai dengan pernyataan (Welbieng,1983) sel elektrolisis memerlukan energi untuk memompa elektron sehingga ion yg bermuatan positif akan menyerap elektron dan ion yg bermuatan negatif akan melepas elektrton (Welbieng, 1983). Sehingga dapat dibuktikan pada penelitian ini bahwa nilai *flowrate* dari setiap variasi waktu pada tegangan 20 volt menit ke 60-lah yang memiliki nilai *flowrate* tinggi. sedangkan nilai *flowrate* tertinggi pada tegangan 20 volt menit ke 60 pada konsentrasi 0,1 M sebesar 12.8 ml/s.

3.3 Pengaruh Waktu Dan Tegangan terhadap Suhu

Dalam penelitian elektrolisis ini pengaruh waktu dan tegangan terhadap suhu elektrolisis pada *flowrate* gas hydrogen dengan menggunakan elektroda graphite dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



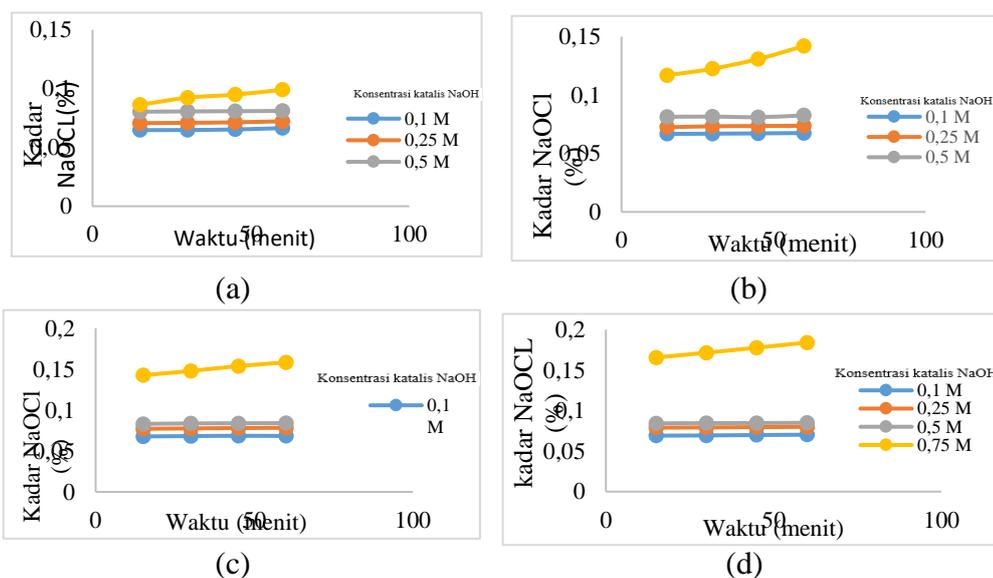
Gambar 3.3 Pengaruh Waktu Dan Tegangan terhadap Suhu, gambar a konsentrasi 0,1 M, gambar b konsentrasi 0,25 M, gambar c konsentrasi 0,5 M, gambar d konsentrasi 0,75M

Berdasarkan grafik gambar a, b, c, dan d diatas dapat kita lihat bahwa pengaruh waktu terhadap suhu reaksi yang dihasilkan nilai yang berbanding lurus antara terhadap tegangan dan waktu elektrolisis. Namun temperatur yang pada tegangan rendah tidak mengalami perubahan yang signifikan akibat dari panas yang dihasilkan masih terlalu kecil dan tidak cukup besar untuk menaikkan 3500 ml larutan. Hal ini disebabkan oleh semakin lama energi listrik yang diberikan maka semakin besar energi listrik yang berubah menjadi energi panas yang selanjutnya akan diserap oleh larutan elektrolit. Hasil dari pengamatan pengaruh tegangan terhadap perubahan suhu dapat kita lihat, semakin besar tegangan yang diberikan maka semakin besar pula perubahan suhu yang terjadi. Hal ini dikarenakan oleh transfer energi yang terjadi sehingga dapat dilihat bahwa kenaikan suhu yang tertinggi terjadi pada tegangan 20 volt dengan waktu elektrolisis 60 menit dari setiap variasi konsentrasi katalis NaOH. Kenaikan temperature ini disebabkan karena tegangan yang diberikan bertambah, sehingga energi yang diterima juga semakin bertambah. Waktu elektrolisis tidak begitu mempengaruhi

kenaikan *temperature*, ini dibuktikan pada setiap tegangan kenaikan *temperature* nya hanya 1-2°C

3.4 Pengaruh Waktu dan konsentrasi NaOH terhadap kadar NaOCl

Dalam penelitian elektrolisis ini pengaruh waktu dan Konsentrasi Katalis NaOH (0,1 ; 0,25 ; 0,5 ; 0,75) M terhadap kadar *NaOCl* menggunakan elektroda graphite dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

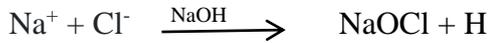


Gambar 3.4 Pengaruh Waktu dan konsentrasi NaOH terhadap kadar NaOCl. Gambar a 5 volt, gambar b 10 volt, gambar c 15 volt, gambar d 20 volt

Pengaruh waktu dan konsentrasi NaOH terhadap kadar NaOCl dapat kita lihat dari gambar grafik diatas bahwa jumlah yang dihasilkan sangat bergantung pada besarnya konsentrasi yang diberikan dan durasi waktu dilakukannya elektrolisis. Ini disebabkan hasil akumulasi natrium hipoklorit yang terbentuk dari menit-menit sebelumnya membuat produksi natrium hipoklorit lebih banyak. Namun pengaruh variasi konsentrasi katalis sangat berpengaruh juga dengan melihat katalis jenis apa yang digunakan. Maka semakin besar konsentrasi katalis NaOH maka akan semakin sedikit gas hidrogen yang dihasilkan karena natrium hipoklorit yang dihasilkan dengan jumlah lebih banyak (jumiati, 2013). Berdasarkan reaksi dimana NaCl akan terionisasi menjadi Na^+ dan Cl^- yang akan berikatan membentuk senyawa NaOCl dengan penambahan katalis NaOH



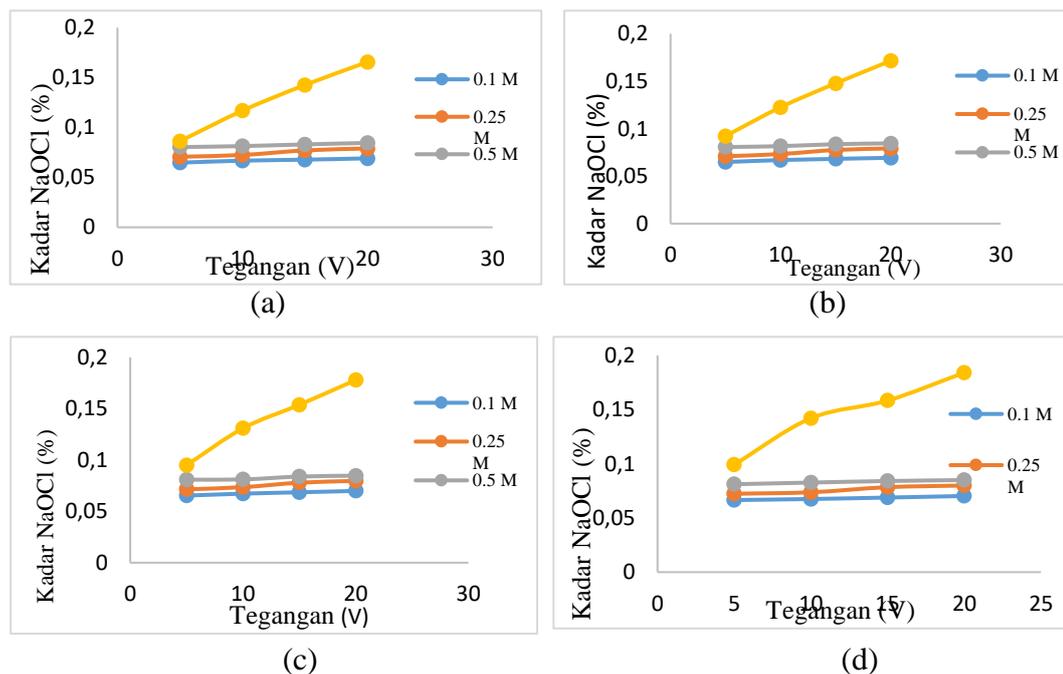
$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ dan OH^- akan terionisasi menjadi O^- dan H^+ sehingga



Karena ion H^+ cenderung lebih stabil jika berdiri sendiri, maka ion H^+ mengubah bentuk molekul gas H . Sedangkan ion Cl^- cenderung lebih negative terhadap Na^{2+} dan O^- maka akibat ketiga ion ini tersebut bersatu membentuk ikatan yang lebih stabil yaitu NaOCl . Sehingga penggunaan katalis NaOH lebih banyak menghasilkan Kadar NaOCl .

3.5 Pengaruh Tegangan dan konsentrasi NaOH terhadap kadar NaOCl

Dalam penelitian elektrolisis ini pengaruh waktu dan Konsentrasi Katalis NaOH (0,1 ; 0,25 ; 0,5 ; 0,75) M terhadap kadar NaOCl menggunakan elektroda graphite dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



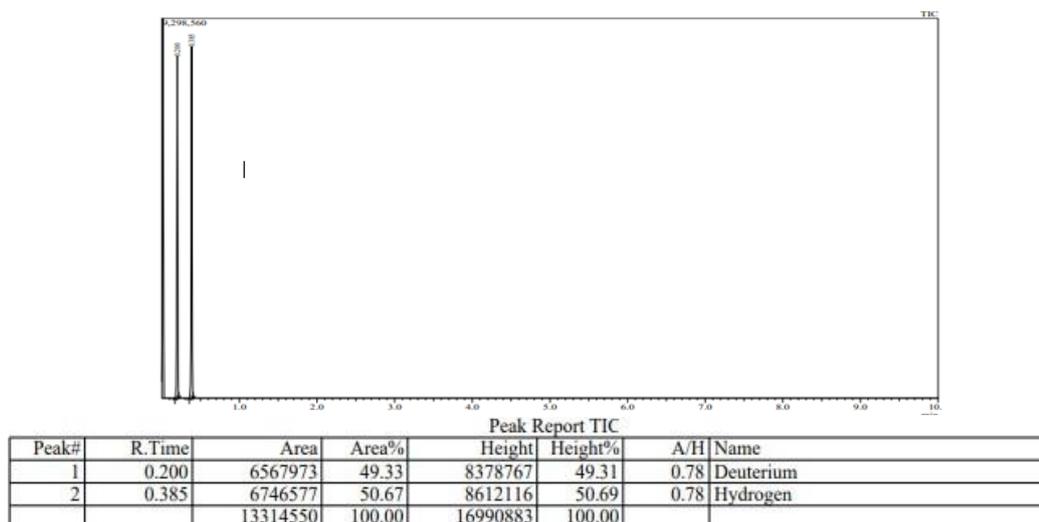
Gambar 3.5. Pengaruh Tegangan dan konsentrasi NaOH terhadap kadar NaOCl, gambar a 15 menit, gambar b 30 menit, gambar c 45 menit, gambar d 60 menit

Berdasarkan hasil dari gambar grafik a,b,c dan d diatas bahwa pengaruh tegangan apabila semakin tinggi tegangan maka akan semakin naik jumlah *flowrate* yang dihasilkan dan endapan yang di hasilkan juga semakin besar. Hal

ini berbanding lurus dengan bunyi hukum Faraday I : Jumlah zat yang dihasilkan pada elektroda berbanding lurus dengan jumlah arus listrik yang melalui elektrolisis. Sehingga nilai kadar NaOCl pada penelitian ini terdapat nilai tertinggi pada tegangan 20 V ini sama halnya dengan penghasil gas hidrogen sebelumnya yaitu 0.18400 % waktu ke 60 menit pada konsentrasi 0,75 M.

3.6 Pengujian Gas Hidrogen dan NaOCl

Pengujian NaOCl menggunakan UV-VIS spektrofotometri 1900 untuk yang berada di jurusan Teknik Kimia. Dari hasil sampel yang diuji diperoleh nilai kadar *chlorine* dalam sodium hipoklorit. Pengujian gas hidrogen melalui 3 metode yaitu dengan metode uji bakar, menggunakan *detector* gas hidrogen dan menggunakan alat *Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS)*. Pengujian gas hidrogen dapat dilakukan dengan cara sederhana yaitu dengan metode uji letupan. Mula-mula gas hidrogen yang dihasilkan dari reaksi elektrolisis diarahkan ke api yang menyala. Gas hidrogen yang berjumpa dengan lidah api akan terbakar dan menghasilkan letupan pada ujung tabung reaksi, sesuai dengan sifat yang dimiliki gas hidrogen yang mudah meledak apabila berada pada temperatur tinggi. Pada analisa metode uji bakar ini menghasilkan letupan sehingga gas tersebut dipastikan hidrogen. Pada penelitian ini menggunakan *detector* BH-90A dimana alat ini mampu mendeteksi adanya gas hidrogen sampai sebesar 1000 ppm, dan akan mengeluarkan suara saat gas hidrogen telah mencapai 1000 ppm. Ketika telah melewati atau mencapai 1000 ppm maka alat *detector* akan menimbulkan suara yang menandakan bahwa gas tersebut adalah hidrogen. Hasil uji *Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS)* dapat dilihat dari gambar dibawah ini :



Pengujian menggunakan *Chromatography – Mass Spectrometry (Gc-Ms)* adalah salah satu uji yang paling tinggi kemurniannya untuk mengetahui apakah betul atau tidak gas hidrogen. Berdasarkan hasil dari gambar grafik diatas bahwa penelitian ini terdapat uji GC dengan nilai hidrogen sebesar 50.69% dan *deuterium* sebesar 49.31%. Dimana kedua zat tersebut termasuk isotop hidrogen.

4. Simpulan dan Saran

Waktu elektrolisis tidak berpengaruh secara signifikan terhadap *flow rate* gas hidrogen yang terbentuk, semakin besar konsentrasi NaOH maka flowrate yang dihasilkan akan semakin sedikit, semakin tinggi konsentrasi katalis NaOH maka kadar Natrium Hipoklorit akan semakin tinggi, kadar NaOCl terbanyak dihasilkan pada tegangan 20 volt dengan waktu 60 menit yaitu sebesar 0,18400% pada konsentrasi 0,75 M, dan *Flow rate* gas hidrogen tertinggi terdapat pada tegangan 20 volt dengan waktu 60 menit dan konsentrasi katalis 0,1 M yaitu sebesar 12.8 cc/min. Saran pada Penelitian ini perlu dilanjutkan untuk Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk memilih konsentrasi katalis yang rendah untuk mendapatkan gas hidrogen yang lebih banyak.

5. Daftar Pustaka

1. Djati H. Salimy, 2010. *Produksi Hidrogen Proses Steam Reforming Dimethyl Ether (DME) Dengan Reaktor Nuklir Temperatur Rendah. Pusat Pengembangan Energi Nuklir (PPEN) Batan.*

2. Isana, S. Y. L., 2010, *Perilaku Sel Elektrolisis Air dengan Elektroda Stainless Steel*, Jurnal Kimia UNY, ISBN:978-97998117-7-6.
3. Jumiati, Joko. S., Dan Irvan D. F., 2013. *Pengaruh Konsentrasi Larutan Katalis Dan Bentuk Elektroda Dalam Proses Elektrolisis Untuk Menghasilkan Gas Brown*. Jurnal Pasitron, 1(III); 06-11.
4. Mudzakkir, A. 2014. *Prototype Hydrogen Fuel Generator (Pengaruh Suplai Arus Listrik dan Jumlah Lempeng Elektroda Terhadap Produksi Gas Hidrogen Dengan Elektrolit Asam Sulfat*. Laporan Tugas Akhir. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya
5. Ruslan Abdul Hamid, Purwono Purwono, Wiharyanto Oktiawan, m 2017 *Penggunaan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Karbon dengan Variasi Tegangan Listrik dan Waktu Elektrolisis dalam Penurunan Konsentrasi Tss dan Cod pada Pengolahan Air Limbah Domestik*.
6. Taufiq, M. Margianto, dan Ena Marlina. 2013. *Pengaruh Variasi Prosentase Katalis NaHCO₃ Terhadap Produksi Brown's Gas Pada Proses Elektrolisis Air Dengan Menggunakan Alat Tipe Dry Cell*. Jurnal Teknik Mesin. Vol 8 No. 1. Malang