

# PRODUKSI GAS HIDROGEN DITINJAU DARI PENGARUH *DUPLEX STAINLESS STEEL* TERHADAP VARIASI KONSENTRASI KATALIS DAN JENIS AIR YANG DILENGKAPI ARRESTOR

## *HYDROGEN GAS PRODUCTION IS VIEWED FROM THE EFFECT OF DUPLEX STAINLESS STEEL ON VARIATIONS IN THE CONCENTRATION OF CATALYSTS AND TYPES OF WATER EQUIPPED WITH ARRESTORS*

Yohandri Bow<sup>1</sup>, Ayu Permata Sari<sup>\*1</sup>, Ayu Dwi Harliyani<sup>1</sup>, Bayu Saputra<sup>1</sup>, Ria Budiman<sup>1</sup>

Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jalan Sriwijaya Negara Bukit Besar, Palembang 30139 Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918  
\*e-mail : ayupermatasariw@gmail.com

### ABSTRACT

*The potential for renewable energy is converting water into hydrogen gas through the electrolysis process. Electrolysis is the process of separating water molecules into hydrogen and oxygen gas by flowing an electric current. The electrolysis process is influenced by the type and concentration of catalyst, electrode, and the salinity of raw material. The electrolysis reactor prototype equipped with an arrestor to reduce risk of work accidents due to flashback fire. The results showed that in electrolysis process salinity value would be directly proportional to the gas produced from electrolysis the highest volume of hydrogen gas produced with a salinity of 8 ppt 100 ppm with a current of 35A. In the addition of a catalyst in the electrolysis process with current strength of 35 amperes the highest volume of hydrogen produced was 1.1744 liters at a concentration of 0.1M, for NaOH and with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a gas with a volume of 1.2199 liters and a concentration of 0,1 M and the highest efficiency was obtained at a concentration of 0.1M of 40.1503% for NaOH and 41.7063% for H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. In the arrestor test, it was found that filler material for stainless steel wool, copper powder, and aluminum oxide can prevent flashback fire.*

*Key words: Electrolysis, Electrode, Salinity, Catalyst, Arrestor.*

### 1. PENDAHULUAN

Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air (H<sub>2</sub>O) menjadi gas hidrogen (H<sub>2</sub>) dan oksigen (O<sub>2</sub>) dengan menggunakan arus listrik yang melalui air (Wahyono, dkk., 2017). Hidrogen merupakan salah satu sumber energi baru terbarukan yang dapat mengurangi emisi gas buang yaitu dengan pemanfaatan air sebagai bahan bakar, melalui proses elektrolisis senyawa air (H<sub>2</sub>O) diubah menjadi komponen pembentuknya yaitu oksigen dan menjadi hidrogen (Ahmad, 1992).

Produksi gas hidrogen dari air laut yang mengandung NaCl dapat berlangsung dengan cepat, karena NaCl sendiri berfungsi sebagai katalis alami. Besar kandungan dari katalis alami atau yang biasa disebut sebagai salinitas ini berpengaruh terhadap proses elektrolisis. Pada penelitian elektrolisis berbahan baku air dan air laut yang dilakukan oleh Made dan Wahyono, (2011) melakukan penelitian berdasarkan variasi Amper dan variasi salinitas. Dimana salinitas yang digunakan ialah 0,05 ppt, 15 ppt, dan 35 ppt dengan konversi gas terbaik pada variasi salinitas 35 ppt.

Pada penelitian Wahyono, dkk., (2017) Produksi gas H<sub>2</sub> dengan elektrolisis air dan air laut diperoleh konsentrasi tertinggi gas H<sub>2</sub> yang terbentuk yaitu pada elektrolisis aqua DM yang ditambahkan dengan NaCl dan NaOH sebesar 4500 ppm. Pada penelitian tersebut tidak dilakukannya variasi konsentasi katalis NaOH

pada proses elektrolisis. Pada penelitian Erlinawati, dkk., (2014) menyatakan pada produksi gas hidrogen dengan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> semakin besar arus dan banyaknya jumlah elektroda yang diberikan dengan konsentrasi asam sulfat yang sama maka akan semakin besar konsentrasi gas hidrogen yang dihasilkan. Semakin besar konsentrasi katalis, maka endapan yang terbentuk selama proses elektrolisis semakin besar, hal tersebut menyebabkan terhalangnya proses pembentukan gelembung gas pada elektroda (Jumiati, dkk., 2013).

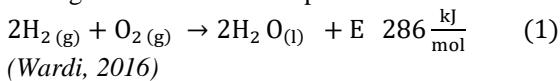
Katalisator adalah zat yang dapat mempercepat laju reaksi kimia yang pada akhir rekasi didapat dalam keadaan semula atau tidak bereaksi (Widjajanti, 2005). Pada elektrolisis air, katalis digunakan untuk mempermudah atau mempercepat penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen karena ion-ion katalisator mampu mempengaruhi kestabilan molekul air menjadi ion H<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup> yang lebih mudah di elektrolisis karena terjadinya penurunan energi pengaktifan

Wahyono dan Anies (2016) dalam penelitiannya menghasilkan gas HHO sebanyak 95,8 ml dan 82,6 ml. Elektrolit yang digunakan ialah KOH serta elektroda yang terbuat dari *Stainless Steel* dengan variasi luas penampang elektroda dengan ukuran 9 cm x 11 cm dan 9 cm x 14 cm.

Komponen terpenting dari proses elektrolisis adalah elektroda dan larutan elektrolit (Marwati, 2013). Salah satu bahan baku elektrolisis adalah air, elektrolisis air yang memiliki rumus kimia  $H_2O$  adalah peristiwa penguraian senyawa air ( $H_2O$ ) menjadi unsur-unsur pembentuknya yaitu hidrogen ( $H_2$ ) dan oksigen ( $O_2$ ) dengan menggunakan arus listrik. Menurut Brady (1994) elektrolisis adalah suatu peristiwa yang terjadi ketika arus listrik dialirkan melalui senyawa ionik dan senyawa tersebut mengalami reaksi kimia.

Gas hidrogen sebagai produk utama dan oksigen yang dihasilkan dari reaksi elektrolisis air membentuk gelembung pada elektroda dan dapat dikumpulkan di suatu penampung. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan hidrogen yang dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan hidrogen, proses elektrolisis ditemukan oleh Michael Faraday pada tahun 1820. Menurut Sayuty (2011) Faktor yang mempengaruhi proses elektrolisis antara lain penggunaan katalisator, luas permukaan tercelup, sifat bahan baku elektroda, konsentrasi pereaksi, dan besaran tegangan eksternal.

Hidrogen produk utama pada proses elektrolisis air memiliki sifat sangat mudah terbakar dan akan terbakar pada konsentrasi 4% di udara bebas. Entalpi pembakaran gas hidrogen adalah  $-286 \text{ kJ/mol}$ . Hidrogen terbakar menurut persamaan kimia:

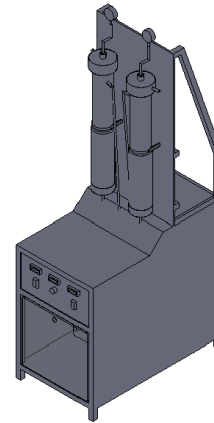


Berdasarkan hal tersebut maka dibutuhkannya pengaman pada saat pembakaran gas hidrogen. *Arrestor* adalah suatu komponen alat yang berfungsi untuk mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja seperti terjadinya ledakan akibat terjadinya *flashback fire* pada saat uji nyala gas hidrogen.

Pada penelitian ini dilakukan elektrolisis menggunakan *prototype* reaktor elektrolisis yang dilengkapi arrestor ditinjau dari pengaruh *Duplex Stainless Steel* terhadap variasi dan konsentrasi katalis serta jenis air pada proses elektrolisis.

## 2. METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air yang memiliki salinitas 0,05 ppt, 3 ppt, dan 8 ppt yang diambil dengan sesuai standar pengambilan sampel air laut (SNI 6964.8:2015). Setelah diketahui salinitas yang menghasilkan gas hidrogen secara optimum dilakukan variasi katalis NaOH dan  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi sebesar 0,1M, 0,25M, 0,5M, 0,75M dan 1M, serta variasi bahan jenis pengisi *Arrestor*. Adapun rancangan alat elektrolisis dapat dilihat pada Gambar 1.



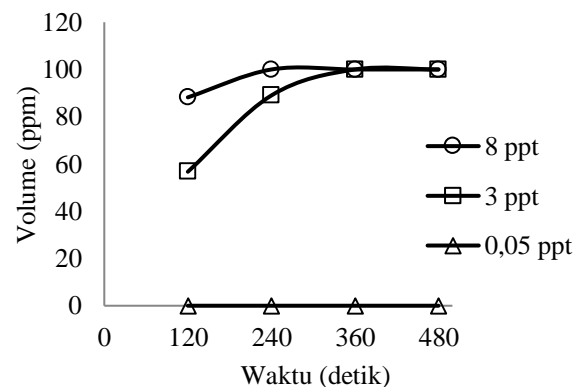
Gambar 1. Reaktor Elektrolisis

Proses elektrolisis dilakukan dengan metode *Hydrogen Generator Using Water Electrolysis Process* berdasarkan ISO 22734-1:2008 dengan penyesuaian pada desain dan kondisi alat. Adapun proses elektrolisis pada reaktor elektrolisis yang digunakan adalah umpan akan dipompakan kedalam elektrolizer sebanyak 17 liter, kemudian dilakukan proses elektrolisis dengan kuat arus tertentu. Hasil elektrolisis yang didapat berupa gas hidrogen dan oksigen yang berada di elektrolizer yang selanjutnya akan ditampung sementara di tangki gas penampung. Selama proses elektrolisis dilakukan pengambilan data setiap 2 menit berupa data kondisi operasi berupa tekanan, temperatur dan tegangan, setelah gas hidrogen diperoleh kemudian dilakukan pengambilan data temperatur pada arrestor untuk setiap 2 menit.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

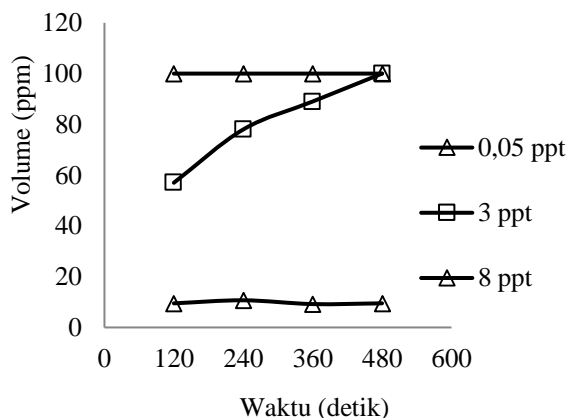
### 3.1. Pengaruh Salinitas dan Kuat Arus Terhadap Volume Gas Hidrogen yang Dihasilkan

Salinitas merupakan kadar garam yang dikandung air. Garam berperan sebagai katalis alami sehingga dapat mempengaruhi laju reaksi pada proses elektrolisis. Pada penelitian digunakan variasi bahan baku air dengan salinitas sebesar 8 ppt, 3 ppt, dan 0,05 ppt. Dari Hasil pengukuran jumlah gas yang dihasilkan selama proses elektrolisis yang kemudian dikonversikan ke grafik, dan dapat dilihat pada Gambar 2 sampai Gambar 4.



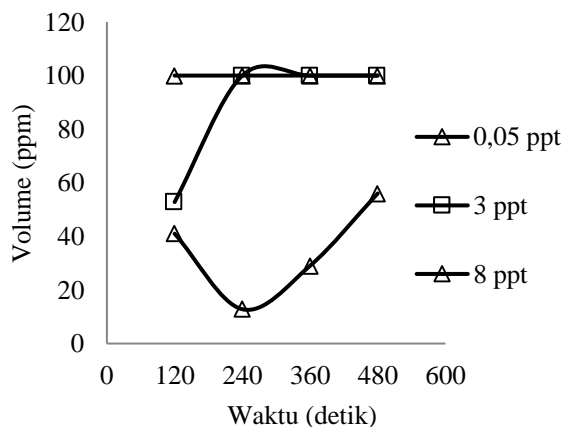
Gambar 2. Volume Gas Hidrogen Hasil Produksi dan Waktu Pada Variasi Arus 15 Amper.

Pada Gambar 2. dapat dilihat bahwa air dengan salinitas 8 ppt mampu menghasilkan gas hidrogen lebih banyak pada waktu 120 detik pertama dibandingkan dengan air dengan salinitas 3 ppt dan 0,05ppt dengan hasil berurutan 88,2 ppm, 56,7 ppm dan 0 ppm.



Gambar 3. Volume Gas Hidrogen Hasil Produksi dan Waktu Pada Variasi Arus 25 Amper.

Pada Gambar 3. Dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan jumlah gas hidrogen yang dihasilkan seiring dengan kenaikan arus yang digunakan, hal ini membuktikan bahwa hubungan antara salinitas berbanding lurus dengan arus. Hasil gas hidrogen pada 0,05 ppt, 3 ppt dan 8 ppt secara berurut 9,5 ppm, 57 ppm, dan 100 pp pada 120 detik awal pembentukan.



Gambar 4. Volume Hidrogen Hasil Produksi dan Waktu Pada Variasi Arus 35 Amper.

Pada Gambar 4. Hasil gas yang di peroleh kembali meningkat karena peningkatan kuat arus listrik yang digunakan dengan hasil gas masing-masing pada 0,05 ppt, 3 ppt, dan 8 ppt secara berurut adalah 41 ppm, 52 ppm dan 100 ppm pada 120 detik pertama pembentukan gas.

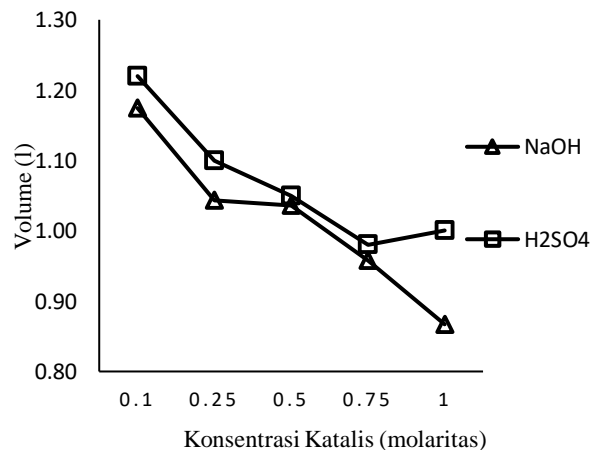
Dari Gambar 2, 3, dan 4 dapat dilihat bahwa pengaruh salinitas mengambil peran yang cukup banyak dalam pengaruh laju reaksi pembentukan

hidrogen berdasarkan variasi arus yang telah dilakukan. Berdasarkan variasi nilai salinitas dapat dilihat bahwa air dengan salinitas 8 ppt dan air dengan salinitas 3 ppt menghasilkan hidrogen dalam waktu kurang dari 120 detik dan dapat mencapai nilai optimun pengukuran pada waktu 120 detik sementara air dengan salinitas 0,05 ppt mulai memperoleh hasil gas pada variasi arus 35 Amper, hal ini cukup menunjukkan bahwa salinitas sangat mempengaruhi laju alir dan laju reaksi pembentukan gas hidrogen. Pada dasarnya pemebentukan gas hidrogen pada proses elektrolisis memiliki hubungan berbanding lurus antara hasil gas, waktu dan kuat arus (Jumiati, 2013).

Pembentukan gas hidrogen terjadi adanya pengaruh material elektroda. *Duplex Stainless Steel* digunakan sebagai elektroda pada prototype pembuatan gas hidrogen untuk diperoleh hasil gas yang banyak dan konstan dalam jangka waktu lama. Selain itu elektroda jenis ini direkomendasikan juga sebagai elektroda elektrolisa air laut yang akan menghasilkan arus yang tinggi dan elektroda lebih lama habis jika dibandingkan dengan elektroda jenis yang lainnya. Hal ini dikarenakan untuk menghasilkan gas yang konstan dan *relative* besar dalam jangka waktu lama (Sayuty, 2011).

### 3.2. Pengaruh Konsentrasi Katalis NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Terhadap Volume Gas Hidrogen yang Dihasilkan

Setelah dilakukannya proses percobaan variasi dan salinitas dimana volume gas hidrogen tertinggi pada salinitas 8 ppt dan kuat arus 35 ampere, maka kemudian dilakukan proses elektrolisis selama 720 detik menggunakan air salinitas 8 ppt dengan penambahan katalis NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Katalis adalah suatu zat yang ditambahkan pada reaksi kimia untuk mempercepat reaksi. Pada proses elektrolisis air, katalis dapat digunakan untuk mempercepat reaksi penguraian air menjadi gas H<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Berdasarkan hasil perhitungan jumlah gas yang dihasilkan selama proses elektrolisis dengan variasi konsentrasi katalis yang kemudian dikonversikan ke grafik, dan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Konsentrasi Katalis NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Terhadap Volume Gas Hidrogen

Pada Gambar 5 dapat dilihat pengaruh konsentrasi katalis NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap volume gas hidrogen pada proses elektrolisis yang dilakukan selama 720 detik pada kuat arus 35 ampere. Pada proses elektrolisis gas hidrogen akan terbentuk pada katoda, dimana pada katoda yang bermuatan negatif akan mengalami reaksi reduksi dan menarik kation yang akan membentuk menjadi gas hidrogen, sedangkan pada anoda akan mengalami proses oksidasi dengan muatan positif akan menarik anion yang akan teroksidasi menjadi gas oksigen. Penambahan katalis NaOH pada kuat arus 35 ampere didapatkan hasil terendah pada konsentrasi 1M sebesar 0,8670 liter, sedangkan hasil tertinggi pada konsentrasi 0,1M sebesar 1,1744 liter. Pada Katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> volume tertinggi sebesar 1,2199 liter pada konsentrasi 0,1M dan volume terendah sebesar 1 liter.

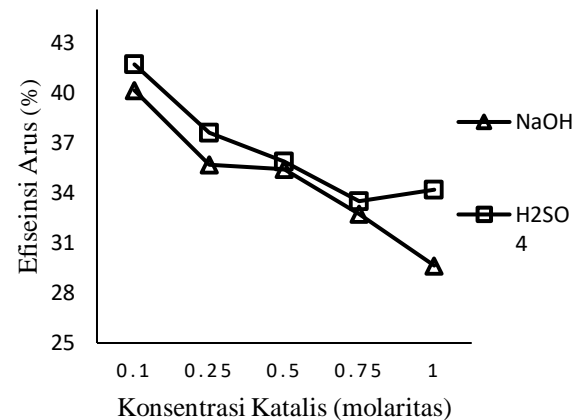
Berdasarkan Gambar 5 semakin meningkatnya konsentrasi katalis NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> maka, volume gas hidrogen yang dihasilkan mengalami penurunan dan kemudian relatif stabil untuk setiap kenaikan konsentrasi dan kuat arus, hal ini disebabkan oleh semakin besarnya jumlah katalis dalam larutan elektrolit maka larutan akan semakin mudah jenuh sehingga ion-ion dalam larutan elektrolit semakin sulit bergerak pada saat menghantarkan arus listrik (Taufiq, dkk., 2013). Terjadi penurunan volume gas hidrogen yang dihasilkan pada konsentrasi 0,25M kemudian relatif stabil setiap konsentrasi katalis NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 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). Pada penelitian Wahyono, dkk., (2017) menyatakan penambahan katalis mampu mengurangi energi aktivasi, dan penambahan jumlah gas hidrogen yang diproduksi. Menurut Mudzakkir, (2014) semakin besar arus yang digunakan pada proses elektrolisis air maka semakin banyak gas yang dihasilkan. Penelitian terdahulu memperkuat hasil percobaan yaitu pada katalis NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kondisi yang tertinggi untuk menghasilkan gas hidrogen yaitu pada kuat arus 35 ampere dan pada konsentrasi 0,1M.

Menurut Aziz., dkk. (2015), semakin besar derajat keasaman suatu larutan elektrolit mengakibatkan peningkatan jumlah elektron yang dihasilkan selama proses elektrolisis. Semakin banyak elektron yang terbentuk maka semakin mudah terjadinya perpindahan elektron yang akan meningkatkan kenaikan volume gas yang dihasilkan. Berdasarkan teori Arrhenius, dimana zat asam (larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) banyak mengandung ion H<sup>+</sup> jika dilarutkan dengan air, sedangkan pada zat basa (larutan NaOH) mengandung banyak ion OH<sup>-</sup> (Desriana, 2016), pada proses elektrolisis hidrogen diproduksi pada katoda, dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> akan terjadi reaksi membentuk hidrogen, sedangkan pada kondisi basa (Katalis NaOH) akan terjadi pembentukan gas hidrogen

dan pembentukan ion OH<sup>-</sup>. Kedua penelitian tersebut mendukung hasil penelitian yang dilakukan dimana pada elektrolisis dengan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> lebih banyak menghasilkan gas hidrogen dibandingkan dengan penambahan katalis NaOH.

### 3.3. Pengaruh Konsentrasi Katalis Terhadap Efisiensi Arus

Efisiensi arus didefinisikan sebagai perbandingan antara massa yang dihasilkan pada percobaan dibagi dengan massa yang terjadi secara teoritis (Daryoko, 2004). Grafik pengaruh konsentrasi katalis terhadap efisiensi arus dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Pengaruh Konsentrasi Katalis NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Terhadap Efisiensi Arus

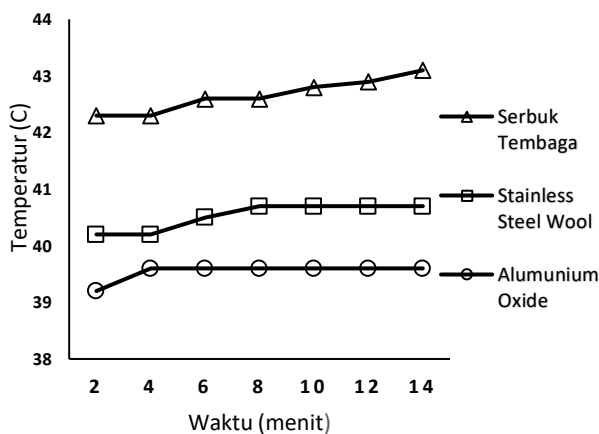
Pada Gambar 6. menunjukkan pengaruh katalis dan kuat arus terhadap efisiensi elektrolizer pada produksi gas hidrogen selama 720 detik dengan penggunaan katalis NaOH relatif menurun pada kuat arus 35 ampere yang sama dengan konsentrasi katalis yang berbeda. Pada konsentrasi 0,25 M mengalami penurunan efisiensi dari konsentrasi sebelumnya. Pada kuat arus 35A efisiensi tertinggi konsentrasi 0,1M sebesar 40,1503% kemudian mengalami penurunan pada konsentrasi 0,25M sebesar 4,4726%. Pada katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> efisiensi tertinggi pada konsentrasi 0,1M sebesar 41,7063% dan terendah pada konsentrasi 1 M sebesar 33,5043%. Penurunan efisiensi diduga disebabkan oleh massa hidrogen yang diproduksi secara praktek lebih sedikit dari massa hidrogen secara teori dan waktu proses elektrolisis yang sebentar. Berdasarkan Hukum Faraday II dimana waktu reaksi mempengaruhi jumlah gas yang dihasilkan pada proses elektrolisis (Purwoko, 2016). Daryoko, (2004) Penurunan efisiensi terjadi karena adanya kenaikan tegangan dan arus listrik yang diberikan pada proses elektrolisis yang menyebabkan kenaikan volume gas yang dihasilkan secara teoritis tidak diikuti dengan kenaikan jumlah volume yang dihasilkan secara praktek, sehingga semakin tinggi arus yang diberikan maka nilai efisiensi arus akan semakin kecil. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Rachman, (2017) yang menyatakan efisiensi dipengaruhi oleh beberapa hasil data diantaranya adalah jumlah gas yang dihasilkan secara praktek.

Kandungan air dengan salinitas 8 ppt dengan penambahan NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> akan membuat larutan menjadi konduktor listrik yang baik sehingga dapat meningkatkan efisiensi alat dibandingkan dengan tanpa penambahan katalis tersebut dalam proses elektrolisis. Efisiensi arus pada elektrolisis dengan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan katalis NaOH, dimana linear terhadap produksi gas hidrogen yang dihasilkan, hal ini dikarenakan secara teoritis efisiensi arus merupakan perbandingan antara massa gas hidrogen yang dihasilkan dengan massa gas hidrogen yang dihasilkan secara teori (Daryoko, 2004).

Pada proses elektrolisis digunakan elektroda *Duplex Stainless Steel*. Efisiensi dipengaruhi oleh arus dan jenis elektroda. Hal ini dikarenakan penurunan efisiensi disebabkan oleh terjadi karena adanya peningkatan arus dan tegangan menyebabkan proses elektrolisis juga berlangsung cepat, karena perpindahan molekul-molekulnya juga semakin meningkat, suhu pada proses ini juga mengalami peningkatan disebabkan pergerakan elektron selama proses elektrolisis semakin cepat. (Fitriyanti, 2019). Pada penelitian Sayuty (2011) elektroda *Duplex Stainless Steel* selain dapat menghasilkan arus yang lebih besar, jenis ini juga bereaksi dan menghasilkan gas yang konstan dan *relative* besar dalam jangka waktu lama.

#### 3.4. Hubungan Jenis Bahan Baku Pengisi Arrestor Terhadap Waktu Dan Kenaikan Temperatur Arrestor

Pada proses pembakaran hidrogen produk, terjadi kenaikan temperatur pada arrestor dengan berbagai bahan baku pengisian arrestor, hubungan jenis bahan baku pengisi arrestor dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik hubungan jenis bahan baku pengisi arrestor terhadap waktu dan kenaikan temperatur arrestor

Dari Gambar 7. menunjukkan bahwa kenaikan temperatur pada arrestor menandakan bahwa telah

terjadinya *flashback fire* dan kenaikan temperatur yang tertinggi terdapat pada serbuk tembaga dimana hal ini menandakan bahwa serbuk tembaga telah mencegah terjadinya proses oksidasi, karena Aluminium oxide dan serbuk tembaga merupakan senyawa yang biasa dimanfaatkan sebagai media untuk menambah ketahanan terhadap terjadinya oksidasi (Mubarak, dkk 2017) dan menghentikan terjadinya *flashback fire* namun pada *stainless steel wool* dan aluminium oxide juga mengalami kenaikan temperatur namun tidak terlalu signifikan hal itu disebabkan oleh panas yang merambat dari serbuk tembaga akibat terjadinya *flashback fire* dan hal ini menyatakan bahwa berbahan baku pengisi arrestor berupa *stainless steel wool*, serbuk tembaga, dan aluminium oxide mampu mencegah terjadinya *flashback fire* dan waktu optimal untuk menggunakan arrestor berbahan baku tersebut adalah selama 14 menit. *Stainless steel wool* dapat diaplikasikan pada sektor *on shore* dan *off shore* industri minyak dan gas sebagai sistem pemipaan, (*process piping, seawater piping, tube & pipe fittings, instrumentation & hydraulic tubing*), *heat exchanger* dan *reaction vessel* kawat karena sifatnya yang tahan korosi dan memiliki kekuatan terhadap suhu yang tinggi (Siddiqi, dkk 2017).

Perbedaan temperatur antara ketiga bahan baku pengisi arrestor ini disebabkan oleh perbedaannya sifat fisik pada ketiga bahan baku yaitu serbuk tembaga, *stainless steel wool*, dan aluminium oxide dimana serbuk tembaga adalah bahan yang pertama kontak dengan *flashback fire* dan memiliki peran penting terhadap mencegah terjadinya *flashback fire* karena sesuai sifat fisik serbuk tembaga ialah mengurangi terjadinya proses oksidasi sehingga *suplay* oksigen terhenti dan menyebabkan tidak terjadinya *flashback fire*. Begitu pula dengan *stainless steel wool* yang berperan sebagai peredam panas yang terjadi yang dibuktikan pada kenaikan temperatur aluminium oxide yang tidak terlalu tinggi. Ketiga bahan baku ini dapat dijadikan sebagai bahan baku pengisi arrestor secara terpisah namun kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dan akan memicu terjadinya ledakan akan besar akibat terjadinya *flashback fire*. Dikarenakan ketiganya telah memiliki peran tersendiri antara lain meredam panas dan mengurangi terjadinya oksidasi. Hal inilah yang menyatakan bahwa ketiga bahan baku ini lebih baik dibuat menjadi satu arrestor dibandingkan dengan dibuat secara terpisah, dan untuk waktu optimal pemakaian arrestor berbahan baku ini adalah 14 menit.

#### 4. PERBANDINGAN DENGAN PENELITIAN SEBELUMNYA

Untuk perbandingan penelitian yang telah dilakukan dengan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Bahan Baku	Katalis	Kuantitas Katalis	Salinitas	Kuat Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Volume Gas	Efisiensi (%)	Referensi
Air	NaCl	-	3 ppt	-	12	98 ml	-	Made dan Wahyono, (2011)
Air Laut	Zeolit Alam	5 gram	20‰	-	20	-	52,12	Kawaroe., dkk. (2016)
Air DM	NaCl + NaOH	-	-	-	12	4500 ppm	-	Wahyono., dkk. (2017)
Air PAM	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	15	-	0,2324 mol	41,12	Erlinawati., dkk. (2014)
Air Laut	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1 M	8 ppt	35	-	1,2199 liter	41,7063	Penelitian sekarang
Air Laut	NaOH	0,1 M	8 ppt	35	-	1,1744 liter	40,1503	Penelitian sekarang

Dari Tabel 1. dapat dilihat pada penelitian kali ini mendapatkan volume gas yang lebih besar dan efisiensi yang cukup baik dengan dilakukannya penambahan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan NaOH sebesar 0,1M pada elektrolisis air laut, hal ini terjadi karena penambahan katalis yang akan mempercepat reaksi, dan berpengaruh terhadap perpindahan elektron pada elektrolisis air laut dengan salinitas 8 ppt yang telah mengandung katalis alami, dan faktor kondisi operasi arus listrik yang lebih besar diberikan selama proses elektrolisis yang akan mempengaruhi volume gas yang dihasilkan secara praktek serta berpengaruh terhadap efisiensi. Sehingga didapatkan volume gas yang dihasilkan pada penelitian selama proses elektrolisis 720 detik dengan volume gas yang dihasilkan sebesar 1,2199 liter serta efisiensi 41,7063% untuk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan pada katalis NaOH sebesar 1,1744 liter gas hidrogen dengan efisiensi sebesar 40,1503%.

#### 5. SIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Salinitas sangat berpengaruh terhadap laju pembentukan gas hidrogen, dan terhadap gas yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai salinitas maka semakin banyak gas yang dihasilkan. Berdasarkan laju alir pembentukan gas hidrogen yang diperoleh dari elektrolisis dengan bahan baku air dengan salinitas 0,05 ppt 14,8 ppm, air dengan salinitas 3 ppt 85,2 ppm, air dengan salinitas 8 ppt 100 ppm.
2. Pada penelitian didapatkan hidrogen yang dihasilkan yaitu sebesar 1,1744 liter pada konsentrasi 0,1M kuat arus 35 ampere untuk katalis NaOH dan dengan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dihasilkan gas dengan volume 1,2199 liter pada kuat arus 35 ampere dan konsentrasi 0,1M.
3. Berdasarkan hasil perhitungan semakin tinggi konsentrasi katalis yang sejalan jumlah produksi

gas yang semakin tinggi maka efisiensi akan turun dan relatif stabil. Pada penelitian ini efisiensi tertinggi pada kuat arus 35 pada konsentrasi 0,1M sebesar 40,1503% untuk katalis NaOH, dan pada katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> didapatkan efisiensi tertinggi pada konsentrasi 0,1M yaitu sebesar 41,7063%.

4. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap serbuk tembaga, *stainless steel wool*, dan aluminium oxide dapat dijadikan sebagai jenis pengisi *arrestor* yang dapat mencegah terjadinya *flashback fire*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H. 1992. *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*. Bandung: Citra Aditya Bakti.
- Aziz, A., Wirda Udaibah, dan Malikhatul Hidayah. 2018. Pengaruh pH dan Tegangan Listrik Dalam Elektrolisis Limbah Padat Baja (*Slag Eaf*) Sebagai Upaya Mereduksi kandungan Logam Pada Limbah Padat Industri Galvanis. *Walisongo Journal of Chemistry*. Vol. 1 No. 2. ISSN:2621-5985. Semarang.
- Brady, J. E. 1994. *Kimia Universitas: Asas dan Struktur jilid 1* (A. H. Pudjaatmaka dan S. Achmadi, eds.). Jakarta: Erlangga.
- Daryoko, M. 2004. Efisiensi Arus Elektrolisis Pada Sel Elektrolisis Platina-Platina Asam Nitrat. *Prosiding Seminar Lingkungan Teknik Pengolahan Limbah Pada 15 September 2004*. Vol. IV. No. 1 Hal: 132-137. Serpong
- Desriana, D. 2016. *Perbandingan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Media Pembelajaran Berbasis Lingkungan Dengan Media Internet Dalam Pembelajaran Asam-Basa di MAN Indrapuri*.

- Skripsi. Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam
- Erlinawati, Ahmad Zikri., dan Ahmad Mudzakkir. 2014. Pengaruh Suplai Listrik dan Jumlah Sel Elektroda Terhadap Produksi Gas Hidrogen dengan Elektrolit Asam Sulfat. *Jurnal Kinetika*. Vol. 5. No. 1. Palembang.
- Isana, SYL. 2010, Perilaku sel elektrolisis air dengan elektroda stainless steel. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*, Pada 30 Oktober 2010, Vol. 1. ISBN: 978-979-98117-7-6. Yogyakarta.
- ISO 22734-1:2008 *Hydrogen Generator Using Water Electrolysis Process – Part 1: Industrial and Commercial applications*. Diakses pada tanggal 1 September 2020.
- Jumiati, Joko Sampurno., dan Irfana Diah Faryuni. 2013. Pengaruh Konsentrasi Larutan Katalis dan Bentuk Elektroda dalam Proses Elektrolisis untuk Menghasilkan Gas Brown. *Jurnal Positron*, Vol. 3 No. 1. Pontianak.
- Fitriyanti, N. 2019. Analisis Produktivitas Gas Hidrogen Berdasarkan Arus dan Tegangan Pada Proses Elektrolisis H<sub>2</sub>O. *Jurnal Fisika dan Terapannya*. No. 2. Vol. 6. Makassar.
- Kawaroe, U. M , Prastawa Budi, dan Muhammad Zakir. 2016. *Pengaruh Zeolit Alam Dalam Elektrolisis Air Laut Untuk Menghasilkan Gas Hidrogen*. Skripsi. Makassar: Universitas Hassanudin.
- Made, N. A. Y. dan Wahyono Hadi. 2011. Produksi Gas Hidrogen Melalui Proses Elektrolisis Air Sebagai Sumber Energi Hidrogen *Production by Electrolysis Process as An Energy Source. Undergraduate Thesis of Environment Engineering*. RSL 628.167 3 And p. Surabaya.
- Marwati, S. 2013. Pengaruh Agen Pereduksi dalam Proses Elektrodposisi terhadap Kualitas Deposit Cu dan Ag. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, Pada 18 Mei 2013. Hal. K115-K120. Yogyakarta.
- Mubarok, M. Z., Lucky Nugroho Aji, dan Soleh Wahyudi. 2017. Sintesis Serbuk Tembaga Dengan Metode Elektrolisis: Studi Perilaku Elektrokimia dan Karakterisasi Serbuk. *Prosiding SENAMM X, 2017*, Hal. 623-632. Jakarta.
- 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.
- Purowoko, A.A. 2016. *Pengaruh Variasi Kuat Arus Pada Proses Elektrolating Terhadap Tebal, Berat dan Struktur Mikro Lapisan Seng*. Skripsi. Semarang: Universitas Semarang.
- Rachman, R.M. 2017. Pengaruh Prosentase KOH Terhadap Produksi Brown's Gas Dalam Proses Elektrolisis Dengan Menggunakan Elektroliser Dry Cell. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 8 No. 01. Malang.
- Sayuty, A. 2011. Studi Eksperimen Konfigurasi Komponen Sel Elektrolisis Dalam Rangka Peningkatan Performa dan Reduksi Sox-Nox Motor Diesel. *Undergraduate Thesis of Marine Engineering*. RSP 628.167 3 Suy s. Surabaya.
- Siddiqi, A.U. Malik, S. Ahmad, dan I.N. Andijani. 1995. *The effect of dominant alloy additions on the corrosion behavior of some conventional and high alloy stainless steels in seawater*. *Pergamon Corrosion Science*. Vol. 37 No. 10. Saudi Arabia.
- SNI 6964.8:2015. Kualitas air laut – Bagian 8 Metode Pengambilan Contoh Air Laut. Diakses pada tanggal 1 September 2020
- Taufiq, M. Margianto, dan Ena Marlina. 2013. Pengaruh Variasi Prosentase Katalis NaHCO<sub>3</sub> Terhadap Produksi Brown's Gas Pada Proses Elektrolisis Air Dengan Menggunakan Alat Tipe Dry Cell. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol 8 No. 1. Malang.
- Wahyono dan Anies., 2016. Pembuatan Alat Produksi Gas Hidrogen Dan Oksigen Tipe *Wett Cell* Dengan Variasi Luas Penampang. *Jurnal Teknik Energi* Vol. 12, No. 1. Semarang
- Wahyono, Y., Heri Sutanto, H., dan Eko Hidayanto. 2017. Produksi gas hydrogen menggunakan metode elektrolisis dari elektrolit air dan air laut dengan penambahan katalis NaOH. *Youngster Physics Journal* Vol. 6 No. 4, Hal: 353–359. Semarang.
- Wardi, A. 2016. *Prototype Hydrogen Generator with Insulating Cotton (Pengaruh Variasi Konsentrasi Pottasium Hydroxide Terhadap Produksi Gas Hidrogen)*. Laporan Tugas Akhir. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Widjajanti, E. 2005. *Pengaruh Katalisator Terhadap Laju Reaksi*. Laporan Pengabdian Pada Masyarakat. Yogyakarta: Universitas Yogyakarta.