

**PENGARUH KONSENTRASI ELEKTROLIT, ARUS LISTRIK  
DAN WAKTU PADA PROSES ELEKTROLISIS AMMONIA  
TERHADAP PRODUKSI GAS HIDROGEN**

**SKRIPSI**



**ENDANG PRASTIWI  
08031181320023**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

## HALAMAN PENGESAHAN

# PENGARUH KONSENTRASI ELEKTROLIT, KUAT ARUS DAN WAKTU PADA PROSES ELEKTROLISIS AMMONIA TERHADAP PRODUKSI GAS HIDROGEN

### SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh:

**ENDANG PRASTIWI**

**08031181320023**

Indralaya, 27 Maret 2018

**Pembimbing I**



**Dr. Dedi Rohendi, M.T**  
**NIP. 196704191993031001**

**Pembimbing II**



**Dr. Nirwan Syarif, M.Si**  
**NIP. 197010011999031003**

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M. Sc.

NIP. 197210041997021001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Elektrolit Kuat Arus dan Waktu Pada Proses Elektrolisis Ammonia Terhadap Produksi Gas Hidrogen” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dalam sidang sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 26 Maret 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 27 Maret 2018

### Ketua :

**Dr. Dedi Rohendi, M.T**

NIP. 196704191993031001

### Anggota :

**Dr. Nirwan Syarif, M.Si**

NIP. 197010011999031003

**Dr. Ady Mara, M.Si**

NIP. 196404301990031003

**Dr. Muhammad Said, M.T**

NIP. 197407212001121001

**Nurlisa Hidayati, M.Si**

NIP. 197211092000032001

Mengetahui,



## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Endang Prastiwi  
NIM : 08031181320023  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 27 Maret 2018

Penulis,



Endang Prastiwi

NIM.08031181320023

## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Endang Prastiwi  
NIM : 08031181320023  
Fakutas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya hak bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Elektrolit, Kuat Arus dan Waktu Pada Proses Elektrolisis Ammonia Terhadap Produksi Gas Hidrogen”. Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 27 Maret 2018

Yang menyatakan,



Endang Prastiwi

NIM.08031181320023

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“bahagialah saat kau ingin bahagia, kemudian menangislah saat kau ingin menangis tapi saat engkau ingin mundur ingatlah ada banyak orang yang ingin kau bahagiakan dan ingin kau merasakan bahagia (endang)”*

*“berjalanlah perlahan, kemudian larilah lalu saat telah jauh melihatlah kebelakang dan engkau akan tersenyum karena melihat sejauh mana kau telah melangkah”*

*“ilmu tanpa agama adalah kecacatan, tetapi agama tanpa ilmu adalah kebutaan”*

*“sehebat apapun kamu merencanakan sesuatu, tetapi rencana Allah adalah sebaik-baiknya rencangan”*

*Skripsi ini kupersembahkan kepada:*

- ❖ *Kedua orangtua-ku (Bambang dan Jariah)*  
*serta keluarga besarku*
- ❖ *Adik-adik-ku (Dewi dan Susi)*
- ❖ *Calon imam-ku yang masih dirahasiakan-Nya*
- ❖ *Sahabat-sahabatku*
- ❖ *Almamaterku tercinta (Universitas Sriwijaya)*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT semata, kita memujinya, memohon pertolongan dan ampunan hanyalah kepadanya dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Pengaruh Waktu dan Kuat Arus Pada Proses Elektrolisis Ammonia Terhadap Produksi Gas Hidrogen”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T dan bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Bambang dan Ibu Jariah adalah orangtua yang tiada henti-hentinya mendoakan yang terbaik, terimakasih untuk setiap tetesan keringat dan air mata serta kasih sayang yang tak mungkin bisa dibalas.
2. Adik-adik (Dewi dan Susi) dan keluarga besar yang telah memberikan motivasi dan dukungan selama menempuh pendidikan hingga sampai saat sekarang ini.
3. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr.rer.nat.Risfidian Mohadi, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Dr. Muhammad Said M.T, Bapak Dr. Addy Mara, M.Si, dan Ibu Nurlisa Hidayati, M.Si selaku pembahas yang telah banyak memberikan kritik serta saran yang sangat bermanfaat.
6. Staf dosen dan analis FMIPA kimia yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat serta memberikan bantuan.
7. Mbak novi dan kak iin yang membantu dalam menyelesaikan administrasi selama perkuliahan.

8. Kak roni yang sebelumnya telah banyak membantu menyelesaikan administrasi selama perkuliahan.
9. Ria Dwi Astuti, S.E yang selalu siap nebeng kemanapun dan kapanpun, yang sama-sama lelah menyelesaikan skripsi ini, yang sering mendengar keluh kesahku, selalu ada disaat yang lain tak ada, yang tiada hari tanpa chatan (kecuali waktu mendekati dia kompre dan aku siding skripsi).
10. Wanita-wanita hebat Amalia Putri P., S.Si dan Dessy Ratna S., S.Si yang selalu dibuat repot dalam berbagai hal untuk menyelesaikan skripsi, mulai dari mendengarkan keluh kesahku baik secara langsung maupun tidak langsung dan terima kasih atas berbagai pelajaran hidup yang diberikan selama ini.
11. Bunda tira yang sering menasehatiku dan yuk ria dalam berbagai cara untuk menghadapi setiap kesulitan.
12. Maya Sari, S.Kom yang sering dimintai tolong, sering ditanya, dan sering menjadi teman keluh kesah meski secara tidak langsung.
13. Teman-teman ipa 2 waktu di MAN 1 Palembang, yang se bisa mungkin saling memberi support satu sama lain untuk mencapai kesuksesan, terima kasih untuk doa-doa yang selalu sama-sama kita haturkan kepada-Nya.
14. Kakak sepupuku yang sering diminta tolong meski jauh disana, kak Hendra, S.Kom.
15. Teman seperjuangan pada saat KP di BLH provinsi Linda Hani, S.Si.
16. Ganjil squad yang belajar bareng ditengah-tengah menghadapi ujian selama proses perkuliahan, memberikan semangat untuk segera wisuda dan terimakasih telah mengisi hari-hari yang bermanfaat.
17. Miki 2013 yang tidak mungkin disebut satu-persatu terimakasih atas pengalaman berharga yang tidak terlupakan mulai dari ospek, kuliah, praktikum hingga menyelesaikan skripsi.
18. Semua anggota DDV (Dompet Dhuafa Volunteer) Sumsel yang mendukung, mengajari banyak hal dalam hidup, belajar memberi tanpa berfikir diberi, dan selalu memberi motivasi-motivasi yang Insya Allah membangun.

19. Para pejuang skripsi (sisa semalam) yang mengisi kekosongan dan saling berbagi keluh kesah, saling memberi support, saling mengajak cepat revisian serta terima kasih atas semua cerita yang tidak berfaedah.
20. Seluruh pihak terkait dalam penyelesaian pembuatan skripsi.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 27 Maret 2018



Penulis

## SUMMARY

### The Effect Of Electrolyte Concentration, Current and Time on the Electrolysis of Ammonia to the Production ff Hydrogen Gas

Endang Prastiwi; supervised by Dr. Dedi Rohendi, M.T and Dr. Nirwan Syarif, M.Si

Pengaruh Konsentrasi Elektrolit, Kuat Arus dan Waktu pada Proses Elektrolisis Ammonia Terhadap Produksi Gas Hidrogen

xvi + 44 pages, 8 figures, 9 attachments

Research on the effect of electrolyte concentration, current and time on the electrolysis of ammonia to hydrogen gas production have been done. The process of ammonia electrolysis was carried out by varying the concentration of 0.5 M and 1 M ammonium chloride solution with 5 M potassium hydroxide plus 0.5 M ammonium chloride without potassium hydroxide added. The variation of electric current was 0.5; 1; 1.5; and 2 A and the variation of time 15, 30, 45, 60, 75 and 90 minutes. In this research, the result was obtained that the highest volume of hydrogen gas was at current 2 A with concentration of 1 M ammonia solution with 5 M potassium hydroxide added in the 90<sup>th</sup> minute of 51.5 mL. The highest reaction rate of hydrogen gas formation was current 2 A with 1 M ammonia solution + potassium hydroxide 5 M at 15 minute of 0.59 mL/min. The energy of water electrolysis required 0.76 watt.hour/g, while on ammonia electrolysis at ammonia concentration of 0.5 M and 1 M + potassium hydroxide 5 M and also 0.5 M without potassium hydroxide 5 M respectively 0,084 ; 0.066 and 0.115 watt.hour/g.

Keywords : Electrolysis, Ammonia, Production of Hydrogen gas

Citation : 30 (1990-2016)

## RINGKASAN

### **PENGARUH KONSENTRASI ELEKTROLIT, KUAT ARUS DAN WAKTU PADA PROSES ELEKTROLISIS AMMONIA TERHADAP PRODUKSI GAS HIDROGEN**

Endang Prastiwi dibimbing oleh : Dr. Dedi Rohendi, M.T dan Dr. Nirwan Syarif, M.Si

The Effect Of Electrolyte Concentration, Current and Time on the Electrolysis of Ammonia to the Production ff Hydrogen Gas

xvi + 44 halaman + 8 gambar + 9 lampiran

Penelitian tentang pengaruh konsentrasi elektrolit, kuat arus dan waktu pada elektrolisis ammonia terhadap produksi gas hidrogen telah dilakukan. Proses elektrolisis ammonia dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan ammonium klorida 0,5 M dan 1 M dengan ditambahkan kalium hidroksida 5 M serta ammonium klorida 0,5 M tanpa ditambahkan kalium hidroksida. Variasi arus listrik sebesar 0,5;1;1,5 dan 2 A dan variasi waktu selama 15, 30, 45, 60, 75 serta 90 menit. Pada penelitian ini diperoleh volume gas hidrogen tertinggi pada arus listrik 2 A dengan konsentrasi larutan ammonia 1 M ditambahkan kalium hidroksida 5 M pada menit ke-90 sebesar 51,5 mL. Laju reaksi pembentukan gas hidrogen tertinggi pada arus listrik 2 A dengan konsentrasi larutan ammonia 1 M ditambahkan kalium hidroksida 5 M pada menit ke-15 sebesar 0,59 mL/menit. Sementara itu, elektrolisis air membutuhkan energi rata-rata sebesar 0,76 watt.jam/g, sedangkan elektrolisis ammonia pada konsentrasi ammonia 0,5 M dan 1 M ditambahkan kalium hidroksida 5 M serta 0,5 M tanpa kalium hidroksida 5 M masing-masing membutuhkan energi rata-rata sebesar 0,084; 0,066 dan 0,115 watt.jam/g.

Kata kunci : Elektrolisis, Ammonia, Produksi gas hidrogen.

Kepustakaan : 30 (1990-2016)

## DAFTAR ISI

|   | Hal |
|---|-----|
| Halaman Judul.....  | i   |
| Halaman Pengesahan .....  | ii  |
| Halaman Persetujuan .....   | iii |
| Halaman Pernyataan Keaslian Karya Ilmiah .....                            | iv  |
| Halaman Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah Untuk Kepentingan Akademis ... | v   |
| Halaman Persembahan .....   | vi  |
| Kata Pengantar .....  | vii |
| <i>Summary</i> .....  | x   |
| Rangkuman .....   | xi  |
| Daftar Isi.....   | xii |
| Daftar Gambar.....  | xv  |
| Daftar Lampiran .....   | xvi |
| <br>  |     |
| BAB I PENDAHULUAN .....   | 1   |
| 1.1 Latar Belakang .....  | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah .....   | 3   |
| 1.3 Tujuan .....  | 3   |
| 1.4 Manfaat .....   | 4   |
| <br>  |     |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....  | 5   |
| 2.1 Ammonia.....  | 5   |
| 2.2 Hidrogen.....   | 7   |
| 2.3 Produksi Gas Hidrogen .....   | 8   |
| 2.3.1 <i>Steam Reforming</i> .....  | 8   |
| 2.3.2 Proses Termokimia Siklus Sulfur-Ionine .....                        | 10  |
| 2.3.3 Elektrolisis .....  | 10  |
| 2.4 Elektrolisis Ammonia.....   | 13  |
| 2.4.1 Keuntungan Penggunaan Elektrolisis Ammonia .....                    | 14  |

|  |    |
|--|----|
| 2.4.2 Kerugian Penggunaan Elektrolisis Ammonia .....   | 15 |
| 2.5 Study Literatur.....   | 15 |
| <br>   |    |
| BAB III METODE PENELITIAN.....   | 16 |
| 3.1 Waktu dan Tempat .....   | 16 |
| 3.2 Alat dan Bahan.....  | 16 |
| 3.2.1 Alat.....  | 16 |
| 3.2.2 Bahan .....  | 16 |
| 3.3 Prosedur Penelitian.....   | 16 |
| 3.3.1 Pembuatan Larutan Elektrolit .....   | 16 |
| 3.3.2 Proses Elektrolisis Ammonia .....  | 16 |
| 3.3.2.1 Elektrolisis Larutan Ammonia pada Waktu Bervariasi .....   | 17 |
| 3.3.2.2 Elektrolisis Larutan Ammonia pada Kuat Arus Bervariasi ..  | 17 |
| 3.3.3 Proses Elektrolisis Air.....   | 17 |
| 3.3.4 Analisis Data .....  | 18 |
| 3.3.4.1 Perhitungan Energi .....   | 18 |
| <br>   |    |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....  | 19 |
| 4.1 Pengaruh Konsentrasi, Kuat Arus serta Waktu Elektrolisis Ammonia terhadap Produksi Gas Hidrogen dan Laju Reaksi Pembentukan Gas Hidrogen ..... | 19 |
| 4.1.1 Pengaruh Konsentrasi Elektrolit, Kuat Arus serta Waktu pada Elektrolisis Ammonia terhadap Produksi Gas Hidrogen .....                        | 19 |
| 4.1.2 Pengaruh Konsentrasi Elektrolit, Kuat Arus dan Waktu terhadap pada Elektrolisis Ammonia Laju Pembentukan Gas Hidrogen.....                   | 22 |
| 4.2 Perbandingan Energi pada Elektrolisis Ammonia terhadap Elektrolisis Air.....   | 23 |
| <br>   |    |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....  | 25 |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 25 |
| 5.2 Saran.....   | 25 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| Daftar Pustaka ..... | 26 |
| Lampiran .....       | 29 |

## **DAFTAR GAMBAR**

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Gambar 1. | Diagram Alir Proses <i>Steam Reforming</i> .....   | 9  |
| Gambar 2. | Diagram Alir Proses Siklus Termokimia <i>Sulfur-Iodine</i> .....                           | 10 |
| Gambar 3. | Proses Elektrolisis.....   | 12 |
| Gambar 4. | Peralatan Elektrolisis dan Pengukuran Volume Gas Hidrogen ....                             | 17 |
| Gambar 5. | Volume Gas Hidrogen yang Dihasilkan pada Konsentrasi Elektrolit Bervariasi .....           | 19 |
| Gambar 6. | Grafik Pengukuran Gas Hidrogen pada Arus Listrik Bervariasi ...                            | 21 |
| Gambar 7. | Grafik Perhitungan Laju Reaksi Pembentukan Gas Hidrogen pada Arus Listrik Bervariasi ..... | 22 |
| Gambar 8. | Grafik Perhitungan Energi pada Elektrolisis Ammonia dan Elektrolisis Air .....             | 23 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Lampiran 1. | Skema kerja penelitian .....                           | 30 |
| Lampiran 2. | Produksi gas hidrogen .....                            | 31 |
| Lampiran 3. | Perhitungan laju reaksi pembentukan gas hidrogen ..... | 32 |
| Lampiran 4. | Perhitungan massa gas hidrogen .....                   | 35 |
| Lampiran 5. | Perhitungan energi.....                                | 38 |
| Lampiran 6. | Produksi gas hidrogen pada elektrolisis air .....      | 41 |
| Lampiran 7. | Perhitungan massa pada elektrolisis air .....          | 42 |
| Lampiran 8. | Perhitungan energi pada elektrolisis air .....         | 43 |
| Lampiran 9. | Gambar alat .....                                      | 44 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Limbah merupakan salah satu masalah yang harus ditangani dengan baik. Penanganan limbah yang kurang memadai dengan penerapan teknologi yang tidak sesuai akan menimbulkan berbagai efek negatif bagi lingkungan karena limbah dapat mengandung bahan kimia yang berbahaya dan beracun. Salah satu bahan kimia yang umum terkandung didalam limbah adalah ammonia ( $\text{NH}_3$ ). Ammonia banyak terkandung dalam limbah cair, baik limbah domestik, limbah pertanian, maupun limbah dari pabrik, terutama pabrik pupuk nitrogen (Bonnin, 2008). Pada penelitian ini menggunakan ammonium klorida sebagai sumber ammonia karena kesulitan untuk mendapatkan limbah yang mengandung ammonia.

Ammonia sudah dikenal luas sebagai bahan baku yang merupakan komoditas yang penting dalam perindustrian. Namun, di lain pihak ammonia juga merupakan salah satu polutan yang berbahaya (Halimah, 2013). Ammonia dalam bentuk cair atau gas dapat menyebabkan iritasi parah dan atau luka bakar pada mata, hidung, tenggorokan dan kulit. Ammonia dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan cedera permanen pada mata, kerusakan yang luas pada tenggorokan dan saluran pernapasan bagian atas, dan dapat mempengaruhi kerja jantung. Gas ammonia anhidrat mudah meledak pada konsentrasi 16-25% volume di udara. Selain itu ammonia juga bersifat korosif (Ekasari, 2011). Ammonia ( $\text{NH}_3$ ) adalah gas tidak berwarna dengan bau khas yang menyengat. Ammonia larut dalam air dengan membentuk larutan yang bersifat basa. Di dalam air, nitrogen ammonia berada dalam 2 bentuk, yaitu ammonia ( $\text{NH}_3$ ) dan ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Keseimbangan antara  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$  dipengaruhi oleh temperatur, akan tetapi perbandingan nilai  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$  sangat dipengaruhi oleh pH (Riwayati dan Ratnawati, 2010).

Pengolahan air limbah yang mengandung ammonia, terutama di industri, pada umumnya dengan cara biologis menggunakan lumpur aktif, *stripping* dengan udara, dan *ion exchange*. Ada beberapa kendala pada ketiga teknologi ini, antara lain ketidakmampuannya untuk mengurangi kandungan ammonia sampai level

rendah seperti yang diinginkan, transfer polutan dari satu media ke media lain, dan biaya tinggi. Teknologi yang mulai dikembangkan saat ini untuk mengurangi kandungan amonia adalah dengan teknik elektrolisis (Ratnawati, 2010).

Elektrolisis ammonia secara langsung merupakan teknologi yang sederhana dengan biaya pemeliharaan yang rendah serta menghasilkan gas hidrogen dan hasil samping berupa gas nitrogen yang langsung dapat dilepas ke lingkungan (Riwayati, 2010). Gas hidrogen merupakan sumber energi baru yang sangat prospektif karena mempunyai densitas energi tinggi dan ramah lingkungan. Gas hidrogen dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Hidrogen bukanlah sumber energi (*energy source*) melainkan pembawa energi (*energy carrier*), artinya hidrogen tidak tersedia bebas di alam atau dapat ditambang layaknya sumber energi fosil. Hidrogen harus diproduksi (Marlina, 2013).

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai elektrolisis ammonia yang telah dilakukan diantaranya Goshome (2016), melakukan penelitian mengenai produksi hidrogen bertekanan tinggi melalui elektrolisis ammonia cair. Penelitian dilakukan dengan arus listrik tertentu dan tegangan di bawah 2,0 V pada elektroda, menunjukkan bahwa NH<sub>4</sub>Cl dapat bekerja sebagai elektrolit untuk proses elektrolisis ammonia cair. Selain itu, elektrolisis ammonia menghasilkan hidrogen pada tekanan mencapai 20 MPa.

Dong (2016), melakukan penelitian mengenai peningkatan elektrolisis ammonia cair untuk menghasilkan hidrogen dengan menggunakan garam ammonium sebagai elektrolit dan Pt / Rh / Ir sebagai elektrokatalis. Elektrolisis ammonia cair dilakukan pada suhu yang telah tersistem menggunakan elektrolit garam ammonium yang bervariasi dan dengan atau tanpa elektroda referensi. Didapatkan bahwa elektrolit yang mengandung NH<sub>4</sub><sup>+</sup> meningkatkan densitas arus dan mengurangi resistensi larutan. Selain itu, garam-garam amonium dari NH<sub>4</sub>Br, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> dan NH<sub>4</sub>Cl mempertahankan efisiensi arus >80% dan menghasilkan rata-rata gas hidrogen 0,6 – 0,8 mL·min<sup>-1</sup> selama uji *chronopotentiometry* pada 120 mA·cm<sup>-2</sup> selama 3 jam. Anoda campuran Rh-Pt-Ir menunjukkan aktivitas elektrokatalitik terbaik dengan tegangan terendah 0,47 V dan kerapatan arus tertinggi 46,9 mA·cm<sup>-2</sup> pada 2,0 V. Perbandingan dengan anoda Pt-foil, tegangan terendah berkurang dua pertiga kali dan kerapatan arus meningkat dua kali lipat.

Riwayati (2010), melakukan penelitian mengenai penurunan kandungan ammonia dalam air dengan teknik elektrolisis. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pH, konsentrasi ion  $\text{Cl}^-$ , dan densitas arus terhadap proses elektrolisis ammonia. Pada penelitian tersebut digunakan air limbah sintetis dengan kandungan ammonia 100 ppm yang dielektrolisis dengan elektroda Pt/Stainless-steel dilakukan dengan variasi pH antara 10,5 – 12,5, konsentrasi NaCl 60 – 300ppm, dan densitas arus 3 – 12 mA/cm<sup>2</sup>. Hasil percobaan menunjukkan konversi tertinggi sebesar 30,16% diperoleh pada kondisi pH 12,5, densitas arus 15 mA/cm<sup>2</sup>, dan konsentrasi NaCl 300 ppm. Efisiensi Faraday tertinggi sebesar 78,4% dicapai pada kondisi pH 12,5, densitas arus 15mA/cm<sup>2</sup> dan konsentrasi NaCl 300 ppm.

Pada elektrolisis ammonia terlihat bahwa penurunan ammonia dalam air dipengaruhi oleh pH, konsentrasi ion  $\text{Cl}^-$ , dan densitas arus tetapi tidak dilakukan pengukuran jumlah produksi gas hidrogen yang dihasilkan dari proses elektrolisis ammonia. Pada penelitian ini dilakukan proses elektrolisis ammonia dengan memvariasikan waktu dan kuat arus listrik terhadap produksi gas hidrogen yang dihasilkan dari proses tersebut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Produksi gas hidrogen dapat dihasilkan dari proses elektrolisis air. Akan tetapi, produksi hidrogen dari elektrolisis air cukup mahal karena memerlukan energi yang tinggi. Salah satu metode produksi hidrogen yang lebih murah adalah melalui proses elektrolisis larutan ammonia.

Pada penelitian ini dikaji pengaruh konsentrasi larutan ammonia, arus dan waktu elektrolisis terhadap produksi gas hidrogen, serta energi listrik pada elektrolisis larutan ammonia.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan pengaruh konsentrasi larutan ammonia, waktu dan kuat arus listrik terhadap produksi gas hidrogen.

2. Menentukan pengaruh konsentrasi larutan ammonia, waktu dan kuat arus listrik terhadap laju pembentukan gas hidrogen.
3. Menentukan kebutuhan energi untuk elektrolisis ammonia pada berbagai kondisi dan membandingkan kebutuhan energi listrik pada elektrolisis ammonia dan elektrolisis air.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi alternatif mengenai kondisi optimum pada elektrolisis ammonia untuk menghasilkan gas hidrogen.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Alimah, S., dan Dewita, E. 2008. Pemilihan Teknologi Produksi Hidrogen dengan Memanfaatkan Energi Nuklir. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir.* 10 (2) : 123-132.
- Appl, M. 1999. Ammonia : Principles and Industrial Practice. Weinheim : Wiley-VCH.
- Bird, T. 1993. Kimia fisik untuk Universitas. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Bonnin, E. P., Biddinger, E. J., and Botte, G. G. 2008. Effect of Catalyst on Electrolysis of Ammonia Effluents. *Journal of Power Sources.* 182 : 284-290.
- Brett, C. M. A., and Brett, A. M. O. 1993. Electrochemistry : principles, Methods, and Applications. New York : Oxford University Press.
- Brigden, K., and Stringer, R. 2000. Ammonia and Urea Production : Incidents of Ammonia Release From The Profertil Urea and Ammonia. UK : University of Exeter.
- Dogra, S. 1990. Kimia Fisik dan Soal – Soal. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Dong, B., Tian, H., Bu, F., Liu, W., Teng, Y., and Diao, G. 2016. Improved Electrolysis of Liquid Ammonia For Hydrogen Generation Via Ammonium Salt Electrolyte and Pt/Rh/Ir Electrocatalysts. *International Journal of Hydrogen Energy.* 41 : 14507-14518.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta : Kanisius.
- Ekasari, S. 2011. Penyisihan Amonia dari Air Limbah Menggunakan Gabungan Proses Membran dan Oksidasi Lanjut dalam Reaktor Hibrida Ozon-Plasma Menggunakan Larutan Penyerap Asam Sulfat. Tesis Ilmiah. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Goshome, K., Yamada, T., Miyaoka, H., Ichikawa, T., and Kojima, Y. 2016. High Compressed Hydrogen Production Via Direct Electrolysis Of Liquid Ammonia. *International Journal of Hydrogen Energy.* 41 : 14529-14534.
- Halimah, N. 2013. Penurunan Kadar Ammonia pada Limbah Cair PT Cheil Jedang Indonesia dengan Metode Elektrolisa Secara Kontinyu. Skripsi. Jawa Timur: Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”.
- Hiskia, A. 1992. Elektrokimia dan Kinetika Kimia. Bandung : PT Citra Aditya Bakti.

- Jiang, M., Dandan, Z., and Xuebo, Z. 2014. Electrolysis of Ammonia for Hydrogen Production catalyzed by Pt and Pt-Ir Deposited on Nickel Foam. *Journal of Energy Chemistry.* 23 (1) : 1-8.
- Jorgensen, T.,C. 2002. Removal of Ammonia from Wastewater by Ion Exchange in the Presence of Organic Compounds. Master Thesis. Australis : University of Canterbury.
- Marlina, E., Wahyudi, S., dan Yuliati, L. 2013. Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H<sub>2</sub>O dengan Katalis NaHCO<sub>3</sub>. *Jurnal Rekayasa Mesin.* 4 (1) : 53-58.
- Murdianti, Y., dan Marta, R. 2011. Pengaruh pH, Konsentrasi Awal Ammonia dan Waktu Operasi pada Elektrolisis Ammonia. Skripsi. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Putra, A. M. 2010. Analisis Produktifitas Gas Hidrogen dan Gas Oksigen pada Elektrolisis Larutan KOH. *Jurnal Neutrino.* 2 (2) : 141-154.
- Ratnawati, Sumarno, dan Nugroho, A. 2010. Konversi Elektrokimia Ammonia Menjadi Hidrogen. *Teknik.* 31 (2) : 98-101.
- Riwayati, I. 2010. Penurunan Kandungan Amonia dalam Air dengan Elektrolisa Menggunakan Elektroda Stainless Steel/Platina. Tesis. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Riwayati, I., dan Ratnawati. 2010. Penurunan Kandungan Ammonia Dalam Air dengan Teknik Elektrolisis. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses. ISSN : 1411-4216 : 1-7.
- Salimy, D.H., dan Finahari, I.N. 2008. Perbandingan Produksi Hidrogen dengan Energi Nuklir Proses Elektrolisis dan Steam Reforming. Seminar Nasional Iv Sdm Teknologi Nuklir. ISSN : 1978-0176 : 175-182.
- SYL, I. 2010. Perilaku Sel Elektrolisis Air dengan Elektroda Stainless Steel. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia. ISBN : 978-979-98117-7-6 : 1-9.
- Valupadas, P. 1999. Wastewater Management Review for Fertilizer Manufacturing Sector. Environmental Service : Environmental Science Division.
- Vanlangendonck, Y., Cobisier, D., and Lierde, A., V. 2005. Influence of Operating Condition On the Ammonia Electro-oxidation Rate in Wastewaters from Power Plants (ELONETATM Technique). *Water Research.* 39 : 3028-3034.
- Vitse, F., Cooper, M., and Botte, G.G. 2005. On The Use of Ammonia Electrolysis for Hydrogen Production. *Journal of Power Sources.* 142 : 18-26.

- Yan, L., Liang, L., and Goel, R. 2009. Kinetic Study of Electrolytic Ammonia Removal Using Ti/IrO<sub>2</sub> as Anoda Under Different Experimental Conditions. *Journal of Hazardous Materials.* 161 : 1010-1016.
- Zhou, I., and Y.F.C. 2008. Catalytic Electrolysis of Ammonia on Platinum in Alkaline Solution for Hydrogen Generation. *International Journal of Hydrogen Energy.* 33 : 5897-5904.