

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TERPADU MENJADI GAS  
HIDROGEN MENGGUNAKAN OXYHYDROGEN (HHO)  
CELL REACTOR**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan  
Diploma III Pada Jurusan Teknik Kimia  
Program Studi Teknik Kimia**

**OLEH :**

**AYES MEYUZAR MUSLIM  
0617 3040 0291**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR**

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TERPADU MENJADI GAS  
HIDROGEN MENGGUNAKAN OXYHYDROGEN (HHO)  
CELL REACTOR**

**OLEH :**

**AYES MEYUZAR MUSLIM  
061730400291**

**Palembang, September 2020**

**Menyetujui,  
Pembimbing I,**



**Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.  
NIDN.0019116705**

**Pembimbing II,**






**Ir. Siti Chodijah, M.T.  
NIDN.0028126206**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia**



**Ir. Jaksen M. Amin, M.Si.  
NIP. 196209041990031002**

**Telah Diseminarkan Dihadapan Tim Penguji  
Di program Diploma III- Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
Pada Tanggal 14 September 2020**

Tim Penguji :	Tanda Tangan
1. Ir. Selastia Yuliati, M.Si NIDN 0004076114	(  )
2. Ir. Siti Chodijah, M.T. NIDN 0028126206	(  )
3. Ir. M. Zaman, M.Si., M.T. NIDN 0003075913	(  )

Palembang, September 2020  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
D3 Teknik Kimia



Idha Silvyati, S.T., M.T  
NIP 197507292005012003



**ABSTRAK**  
**PRODUKSI GAS HIDROGEN (H<sub>2</sub>) DARI LIMBAH CAIR TERPADU  
MENJADI HIDROGEN *FUEL CELL* MENGGUNAKAN  
OXYHYDROGEN (HHO) *CELL REACTOR***

---

(Ayes Meyuzar Muslim, 2020 : 73 halaman, 25 tabel, 15 gambar, 4 lampiran)

Penggunaan bahan bakar fosil akan menghasilkan polusi udara dan emisi CO<sub>2</sub> serta dapat menimbulkan dampak yang akan merusak lingkungan dan iklim global. Akibat permasalahan ini, beberapa jenis sumber energi alternatif mulai diteliti salah satunya gas oxyhidrogen (HHO) menjadi Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang dapat diciptakan dari air sebagai sumbernya. Bahan baku air yang digunakan untuk menghasilkan gas hidrogen, dapat bersumber dari limbah cair terpadu yang terlebih dahulu telah melewati proses pengolahan menjadi air bersih. Proses pengolahan air limbah menjadi air bersih menggunakan elektrokoagulator pada tegangan 12 volt dan waktu reaksi 30 menit. Air limbah yang telah melewati proses elektrokoagulasi akan mengalami penyisihan nilai polutan, sehingga air hasil pengolahan dapat dimanfaatkan menjadi umpan pada proses produksi gas oxyhidrogen (HHO). Penelitian ini bertujuan menentukan kondisi optimum produksi gas hidrogen (H<sub>2</sub>) berdasarkan hubungan kuat arus listrik yang dialiri terhadap konsentrasi katalis yang divariasikan. Menggunakan metode elektrolisis pada alat oxyhidrogen (HHO) *cell reactor* dengan elektroda *stainless steel* dan katalis kalium hidroksida (KOH). Konsentrasi katalis yang divariasikan 0,1M; 0,2M, 0,3M; 0,4M dan 0,5M. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi katalis berpengaruh terhadap kuat arus listrik yang terukur dan kemurnian gas hidrogen (H<sub>2</sub>) yang dihasilkan, semakin tinggi konsentrasi katalis yang ditambahkan maka akan semakin tinggi kuat arus listrik yang mengalir proses, sehingga semakin murni gas hidrogen (H<sub>2</sub>) yang dihasilkan. Kondisi optimum kemurnian gas hidrogen (H<sub>2</sub>) diperoleh pada konsentrasi katalis 0,5 M dengan kemurnian sebesar 346 mg/m<sup>3</sup>.

**Kata kunci :** *Energi Baru dan Terbarukan, Gas Oxyhidrogen (HHO), Katalis, Limbah Cair Terpadu, Oxyhidrogen (HHO) Cell Reactor.*

## ABSTRACT

### ***HYDROGEN GAS PRODUCTION (H<sub>2</sub>) FROM INTEGRATED WASTE TO FUEL CELL HYDROGEN USING OXYHYDROGEN (HHO) CELL REACTOR***

---

**(Ayes Meyuzar Muslim, 2020 : 73 pages, 25 tables, 15 pictures, 4 appendices)**

The use of fossil fuels will produce air pollution and CO<sub>2</sub> emissions and can have damaging impacts on the environment and global climate. As a result of this problem, several types of alternative energy sources have begun to be investigated, one of which is oxyhydrogen gas (HHO) to New and Renewable Energy (EBT) which can be created from water as its source. The raw material for water used to produce hydrogen gas can be sourced from integrated liquid waste which has first been processed into clean water. The process of treating wastewater into clean water uses an electrocoagulator at a voltage of 12 volts and a reaction time of 30 minutes. Wastewater that has gone through the electrocoagulation process will be removed from the pollutant value, so that the treated water can be used as feed for the oxyhydrogen gas (HHO) production process. This study aims to determine the optimum conditions for the production of hydrogen gas (H<sub>2</sub>) based on the strong relationship between the electric current and the varied catalyst concentrations. Using the electrolysis method in the oxyhydrogen (HHO) cell reactor with stainless steel electrodes and potassium hydroxide (KOH) catalyst. The catalyst concentrations were varied 0.1M; 0.2M, 0.3M; 0.4M and 0.5M. The results showed that the concentration of the catalyst had an effect on the measured electric current and the purity of the hydrogen gas (H<sub>2</sub>) produced, the higher the concentration of the catalyst added, the higher the electric current that flowed through the process, so the purer the hydrogen gas (H<sub>2</sub>). generated. The optimum purity condition for hydrogen gas (H<sub>2</sub>) was obtained at a catalyst concentration of 0.5 M with a purity of 346 mg / m<sup>3</sup>.

***Keywords:*** *New and Renewable Energy, Oxyhydrogen Gas (HHO), Catalysts, Integrated Liquid Waste, Oxyhydrogen (HHO) Cell Reactor.*

## MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya.” (Q.S. Al-Baqarah: 286)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan.” (Q.S Al-Insyirah: 5-6)

Hari ini harus lebih baik dari hari kemarin dan hari esok adalah harapan.

Perbaiki sholatmu, maka Allah akan perbaiki hidupmu.

Man Jadda Wa Jada “Siapa yang bersungguh-sungguh akan berhasil”

Man Shobaro Zafiro “Siapa yang bersabar akan beruntung”

Man Saaro ‘Alaa Darbi Washola “Siapa yang berjalan di jalur-Nya akan sampai”

Jadilah seperti padi, semakin berisi semakin merunduk.

Laporan ini kupersembahkan kepada:  
Kedua orang tua yang selalu mengasihi  
Orang-orang terhebat dalam kehidupanku  
Teman-teman yang selalu ada di sisi  
Almamaterku.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul: “Produksi Gas Hidrogen ( $H_2$ ) Dari Limbah Cair Terpadu Menjadi Hidrogen *Fuel Cell* Menggunakan *Oxyhydrogen (HHO) Cell Reactor*”.

Laporan akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Diploma III di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam pelaksanaan sampai penyusunan Laporan Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Carlos R.S., S.T., M.T., selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Jaksen M. Amin, M.Si. selaku ketua jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ahmad Zikri, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Idha Silviyati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ibu Dr. Ir. Rusdianasari, M. Si. selaku Pembimbing 1 Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Ibu Ir. Siti Chodijah, M.T. selaku Pembimbing 2 Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Bapak dan Ibu Dosen beserta staff dan Karyawan di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Seluruh Teknisi Laboratorium dan Administrasi Teknik Kimia yang banyak membantu dalam menyelesaikan Laporan Akhir
10. Bapak A. Bustomi selaku Teknisi Laboratorium Polimer yang banyak membantu dalam menyelesaikan penelitian Laporan Akhir.

11. Bapak Widodo selaku Teknisi Laboratorium Hidrokarbon yang banyak membantu dalam menyelesaikan penelitian Laporan Akhir.
12. Kedua orang tua dan keluarga besar yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik dalam segi moril, materil serta do'a yang tulus demi kelancaran pada saat penelitian dan penyelesaian laporan ini.
13. Teman-teman ChemangKA-ku yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan penelitian ini.
14. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan laporan ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca, yang tentunya akan mendorong penulis untuk berkarya lebih baik lagi pada kesempatan yang akan datang. Semoga uraian dalam laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, September 2020

Penulis



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
2.1 Tujuan Penelitian .....	3
3.1 Manfaat Penelitian .....	3
4.1 Rumusan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Limbah .....	5
2.1.1. Limbah Cair .....	5
2.1.2. Limbah Cair Terpadu .....	6
2.2 Elektrokoagulasi.....	7
2.2.1. Proses Elektrokoagulasi .....	9
2.2.2. Reaksi Elektrokoagulasi.....	10
2.2.3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Elektrokoagulasi .....	11
2.2.4. Kelebihan dan Kekurangan Proses Elektrokoagulasi .....	12
2.3 Elektrolisis.....	13
2.3.1. Elektrolisis Air .....	13
2.3.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Elektrolisis.....	16
2.3.3. Air .....	17
2.3.4. Elektrolit.....	18
2.3.5. Elektroda .....	21
2.3.6. Hukum Faraday .....	24
2.3.7. Perbandingan Stoikiometri Pada Reaksi .....	24
2.3.8. <i>Oxyhidrogen (HHO) Cell Reactor</i> .....	25
2.3.9. Tekanan Absolute dan Tekanan Terukur .....	25
2.4 Katalis KOH.....	26
2.5 Energi .....	27
2.5.1. Macam-macam Energi .....	27
2.6 Gas Hidrogen .....	28
2.6.1. Karakteristik Gas Hidrogen .....	30
2.6.2. Hidrogen Sebagai Bahan Bakar .....	30
2.6.3. Penyimpanan Hidrogen.....	31

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	32
3.2 Alat dan Bahan .....	32
3.2.1. Alat yang Digunakan.....	32
3.2.2. Bahan yang Digunakan .....	33
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	34
3.3.1. Perlakuan.....	34
3.3.2. Rancangan Percobaan .....	34
3.4 Prosedur Penelitian .....	36
3.4.1. Pengolahan Limbah Cair Terpadu Menjadi Air Bersih .....	36
3.4.2. Produksi Gas Hidrogen .....	37
3.5 Prosedur Analisis .....	38
3.5.1. Analisa Air Bersih.....	38
3.5.2. Analisa Gas Hidrogen (H <sub>2</sub> ) .....	39

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Penelitian .....	42
4.1.1. Karakterisasi Awal Limbah Cair Terpadu .....	42
4.1.2. Karakteristik Akhir Limbah Cair Terpadu.....	42
4.1.3. Kondisi Operasi Alat HHO <i>Cell Reactor</i> .....	43
4.1.4. Data Hasil Perhitungan Volume dan Laju Alir Gas Oxyhidrogen(HHO) .....	43
4.1.5. Karakterisasi Hasil Produksi Gas Oxyhidrogen(HHO) .....	43
4.2. Pembahasan .....	44
4.2.1. Analisis Penyisihan Nilai Polutan Setelah Melewati Proses Elektrogoagulasi .....	45
4.2.2. Analisis Hubungan konsentrasi katalis terhadap arus listrik yang terukur.....	48
4.2.3 Analisis Pengaruh Konsentrasi Katalis Terhadap kemurnian Gas Oxyhidrogen (HHO) yang Diproduksi .....	50

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran.....	52

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
-----------------------------	-----------

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Baku Mutu Limbah Cair Campuran Berdasarkan Pergub Sumsel .....	7
2. Ketetapan Fisik Air.....	18
3. Sifat Daya Hantar Listrik dalam Larutan.....	19
4. Nilai Pontensial Standar Beberapa Elektroda.....	23
5. Sifat Fisik Gas Hidrogen .....	30
6. Nilai kalor pada berbagai macam bahan bakar.....	31
7. Data Hasil Karakterisasi Awal Limbah Terpadu.....	42
8. Data Hasil Karakterisasi Akhir Limbah Terpadu .....	42
9. Data Kondisi Operasi Alat HHO <i>Cell Reactor</i> .....	43
10. Data Hasil Perhitungan Laju dan Volume Gas Hidrogen (H <sub>2</sub> ) yang dihasilkan Selama 5 Menit .....	43
11. Data Hasil Karakterisasi Hasil Produksi Gas Hidrogen dari Limbah Cair Terpadu.....	43
12. Data Hasil Sebelum dan Sesudah Pengolahan Limbah .....	46
13. Data Hasil Karakterisasi Awal Limbah Cair Terpadu.....	56
14. Data Hasil Karakterisasi Awal Limbah Cair Terpadu.....	56
15. Banyak Katalis yang digunakan .....	57
16. Arus Listrik yang Terukur .....	57
17. Tekanan yang Terukur.....	57
18. Hasil Karakterisasi Gas.....	58
19. Data hasil pengamatan arus listrik dan waktu air limbah.....	60
20. Tabulasi Hasil Perhitungan Mol Elektrn .....	61
21. Data Hasil Perhitungan Mol Hidrogen .....	66
22. Data Pengukuran Tekanan Tabung H <sub>2</sub> .....	67
23. Tabulasi Hasil Perhitunngan Volume dan Laju Gas Hidrogen (H <sub>2</sub> ).....	67
24. Data Waktu, Tegangan dan Arus Listrik .....	68
25. Tabulasi Hasil Perhitungan Daya Listrik yang digunakan .....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Foto Alat Elektrokoagulasi .....	7
2. Elektrolisis Air .....	15
3. Deret Volta.....	22
4. Bentuk Kalium Hidroksida (KOH) .....	26
5. Desain Alat Elektrokoagulasi.....	31
6. Desain Alat <i>oxyhydrogen</i> (HHO) <i>Cell Reactor</i> . .....	32
7. Skema Proses Alat Elektrokoagulasi .....	34
8. Skema Proses Alat <i>oxyhydrogen</i> (HHO) <i>Cell Reactor</i> . .....	35
9. Diagram Balok Produksi Gas Hidrogen (H <sub>2</sub> ).....	40
10. Pengaruh konsentrasi katalis terhadap arus listrik yang terukur .....	48
11. Pengaruh Konsentrasi Katalis Terhadap Kemurnian Gas hidrogen (H <sub>2</sub> ) yang Diproduksi. ....	50
12. Limbah cair terpadu sebelum dan sesudah diolah.....	70
13. Proses elektrokoagulasi.....	71
14. Proses produksi gas <i>oxyhydrogen</i> (HHO) .....	72
15. Uji pembakaran gas hidrogen (H <sub>2</sub> ).....	73

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Pengamatan.....	56
2. Perhitungan .....	59
3. Dokumentasi Penelitian .....	70
4. Surat-surat .....	74