



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Badak LNG**

# **RANCANG BANGUN REAKTOR ELEKTROLISIS OXY-HIDROGEN TIPE *DRY CELL***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:  
**Muhammad Fadil**  
**NIM. 1802322003**

**PROGRAM STUDI KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
2021**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Badak LNG**

## **RANCANG BANGUN REAKTOR ELEKTROLISIS OXY-HIDROGEN TIPE *DRY CELL***

Laporan Tugas Akhir

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

**Muhammad Fadil  
NIM. 1802322003**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
2021**



*“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk keluarga, bangsa dan almamater”*

## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN REAKTOR ELEKTROLISIS OXY-HIDROGEN  
TIPE DRY CELL**

Oleh:  
Muhammad Fadil  
NIM. 1802322003  
Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi

Naskah TA ini disiapkan untuk melaksanakan ujian Tugas Akhir

Pembimbing 1

Drs. Azwardi, S.T., M.Kom.  
NIP: 195804061986031001

Pembimbing 2

DocuSigned by:

B0DF28F3836B487...  
Ir. Ferri Yohannes, S.T., I.P.M.  
NIP. 132181

Ketua Program Studi  
Diploma III Teknik Konversi Energi

Ir. Agus Sukandi, M.T.  
NIP. 196006041998021001



Hak

ipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN REAKTOR ELEKTROLISIS OXY-HIDROGEN  
TIPE DRY CELL**

Oleh:  
Muhammad Fadil  
NIM. 1802322003  
Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan  
Penguji pada tanggal 24 Agustus 2021 dan diterima sebagai persyaratan untuk  
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III  
Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

**DEWAN PENGUJI**

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Isnanda Nuriskasari. S.Si., M.T.	Penguji 1		24/08/2021
2	Ir. Kusumo Adhi Putranto. S.T., M.B.A., I.P.M., C.M.R.P.	Penguji 2	DocuSigned by:  F1E26A64D068469...	24/08/2021
3	Ir. I Wayan Yuda Semaradipta. S.T., I.P.M.	Penguji 3	DocuSigned by:  A19E0C479822480...	24/08/2021

Bontang, 24 Agustus 2021

Disahkan Oleh:  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.  
NIP. 197707142008121005



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fadil

NIM : 1802322003

Program Studi : Teknik Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bontang, 24 Agustus 2021



**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Muhammad Fadil  
NIM. 1802322003



## RANCANG BANGUN REAKTOR ELEKTROLISIS OXY- HIDROGEN TIPE DRY CELL

Muhammad Fadil

Politeknik Negeri Jakarta

Email: muhammadfadilm30@gmail.com

### ABSTRAK

Kebutuhan akan sumber bahan bakar yang bersih dan berkelanjutan memunculkan gagasan digunakannya gas hidrogen sebagai sumber bahan bakar. Pada penelitian ini, gas hidrogen diaplikasikan sebagai pengganti bahan bakar pada Oxy-Fuel Welding. Gas Hidrogen didapatkan dari proses elektrolisis air yang akan menghasilkan gas hidrogen dan oksigen (HHO) yang memiliki nilai oktan dan nilai bakar tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar. Pada suhu dan tekanan standar, gas hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, dan merupakan gas diatomik yang sangat mudah terbakar dan meledak. Bersama sama dengan gas oksigen yang dihasilkan dari proses elektrolisis, nantinya akan melengkapi dua dari tiga syarat terjadinya api, untuk mencegah terlengkapinya segitiga api, maka desain dari sel elektrolisis harus mampu mencegah terjadinya kebocoran, mencegah tercapainya suhu auto ignition dan mampu memisahkan gas oxy dan bahan bakar. Pada tugas akhir ini dibuat rancang bangun unit reactor elektrolisis yang terdiri atas sel elektrolisis tipe dry cell serta komponen komponen lainnya penunjang operasi dari sel elektrolisis. Penentuan dimensi komponen dilakukan dengan perhitungan pendekatan menggunakan ASME BPVC dan ASME B31.3. Rancang bangun menghasilkan reactor dengan elektroda titanium dan platinum yang mampu bekerja pada tekanan proses 3 Bar dan gas produk berhasil menyalakan api pada *torch*.

**Kata Kunci:** HHO generator, oxy-fuel welding, reactor elektrolisis, sel elektrolisis, dry cell

- Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



# DESIGN AND FABRICATION OF OXY-HIDROGEN ELECTROLYSIS REACTOR DRY CELL TYPE

Muhammad Fadil

Jakarta State Polytechnic

Email: muhammadfadilm30@gmail.com

## ABSTRACT

*The need for clean and sustainable fuel sources led to the idea of using hydrogen gas as a fuel source. In this study, hydrogen gas will applied as a substitute for fuel in Oxy-Fuel Welding. Hydrogen gas is obtained from the electrolysis of water which will produce hydrogen and oxygen gas (HHO) which has an octane value and a high fuel value so that it can be used as fuel. Hydrogen gas is colorless, odorless, and a highly flammable and explosive diatomic gas. Together with the oxygen gas, it will complete two of the three conditions for a fire to occur, to prevent the fire, the design must be able to prevent leakage, prevent the auto ignition temperature and be able to separate oxy gas and fuel gas. In this final project, an electrolysis reactor unit is designed which consists of a dry cell type electrolysis cell and other components to support the operation of an electrolysis cell. the dimensions of the components carried out by an approaching calculation using ASME BPVC and ASME B31.3. The design produces a reactor with titanium and platinum electrodes that can work at 3 Bar pressure and the gas successfully fires on a torch.*

**Keywords:** HHO generator, oxy-fuel welding, electrolysis reactor, electrolysis cell, dry cell

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritrik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir dengan dengan judul “Rancang Bangun Reaktor Elektrolisis Tipe *Dry Cell*” ini dengan sebaik-baiknya.

Pelaksanaan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa Diploma Tiga Politeknik Negeri Jakarta. Pengerjaan tugas akhir ini tentunya tidak akan terlaksana dengan baik jika tidak dibantu oleh beberapa pihak, sehingga penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, karna hanya dengan rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Keluarga penulis yang senantiasa mendukung dan mendoakan pengerjaan tugas akhir ini agar berjalan lancar dan sesuai harapan.
3. Bapak Johan Anindito Indriawan selaku Direktur LNG Academy.
4. Bapak Kusumo Adhi Putranto selaku Wakil Direktur LNG Academy Bidang Akademik.
5. Bapak Drs. Azwardi, ST, M.Kom. selaku Pembimbing I tugas akhir dari Politeknik Negeri Jakarta.
6. Bapak Ferri Yohannes Utama selaku Pembimbing II tugas akhir dari Badak LNG.
7. Bapak Lili Suqlaeli, Bapak Dedi, Bapak Bachtiar S., Bapak Dimas, Bapak Lalu Jumawal, Bapak Joko, Bapak Suan, Bapak Dani, Bapak Benny, Bapak Nono, Bapak Saut, Bapak Burhan serta karyawan lain di Mechanical Section Badak LNG yang telah membantu penulis dalam pengerjaan tugas akhir.
8. Audia Fortuna Mukti dan Mochammad Hamsyah S. selaku rekan satu tim penulis selama pengerjaan tugas akhir.
9. Teman-teman LNG Academy Angkatan 8 yang telah memberikan dukungan dan bantuan demi kelancaran pengerjaan tugas akhir.
10. Serta pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Semoga semua amal kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis akan dicatat dan dibalas berlipat ganda oleh Allah SWT. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan pengetahuan bagi semua pihak. Kritik dan saran sangat diharapkan oleh penulis demi tersusunnya laporan ini dengan sebaik-baiknya.

Bontang, 23 Agustus 2021

Muhammad Fadil





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR ISI**

<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>BAB I</b> .....	1
<b>1.1. Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2. Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3. Tujuan</b> .....	3
<b>1.4. Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.5. Manfaat</b> .....	4
<b>1.6. Lokasi Objek</b> .....	5
<b>1.7. Sistematika Penulisan</b> .....	5
<b>BAB II</b> .....	7
<b>2.1. Hidrogen</b> .....	7
<b>2.2. Sel Elektrolisis</b> .....	8
<b>2.3. Elektrolisis Air</b> .....	11



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.	Oxy-Hidrogen Generator .....	12
2.5.	Elektroda .....	15
2.5.1.	Pemilihan Material Elektroda .....	15
2.6.	Perhitungan Heat Transfer Sel Elektrolisis.....	18
2.6.1.	Laju Perpindahan Panas.....	20
2.6.2.	Perpindahan Panas Pelat.....	23
2.6.3.	<del>U<sub>gk</sub></del> .....	25
2.7.	Perhitungan Desain Sel Elektrolisis .....	26
2.7.1.	Tekanan Bejana Tekan.....	27
2.7.2.	Komponen Utama Bejana Tekan .....	27
2.7.3.	<del>U<sub>g</sub></del> .....	32
2.8.	Perhitungan Desain <del>U<sub>g</sub></del> .....	33
2.9.	<del>U<sub>g</sub></del> .....	33
BAB III.....		34
3.1.	Diagram Alir Pengerjaan .....	34
3.2.	Penjelasan Langkah Kerja.....	36
3.2.1.	Studi Literatur dan Referensi .....	36
3.2.2.	Perancangan Proses dan Desain Alat.....	36
3.2.3.	Fabrikasi dan Perakitan HHO Generator.....	42
3.2.4.	Eksperimen Menggunakan Metode Taguchi dan Analisis Statistik .....	47



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.3.	Metode Pemecahan Masalah.....	47
<b>BAB IV .....</b>		<b>49</b>
4.1	Desain dan Kalkulasi Reaktor .....	49
4.1.1	Plate, Luasan Reaksi, dan Heat Transfer .....	49
4.1.2	Gasket dan Volume Reaktor .....	56
4.1.3	PMMA Board dan Separator.....	57
4.1.4	Bolting .....	60
4.1.5	Tubing .....	61
4.1.6	Pump Collector.....	62
4.2	Hasil Desain dan Kalkulasi Tangki Elektrolit.....	63
4.3	Hasil Kalkulasi Gas Container .....	65
4.4	Fabrikasi .....	67
4.4.1.	Reaktor Elektrolisis .....	67
4.4.2.	Tangki Elektrolit.....	76
4.5	Pengujian .....	81
4.5.1.	Pengujian Non-Destruktif .....	81
4.5.2.	Pengujian Sistem Rangkaian HHO Generator dan Validasi Perhitungan Teoritis Heat Transfer.....	85
4.5.3.	Pengujian Bakar Gas Produk .....	87
<b>BAB V .....</b>		<b>90</b>
5.1.	Kesimpulan.....	90



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2. Saran .....	92
DAFTAR PUSTAKA .....	94
LAMPIRAN 1.....	96
LAMPIRAN 2.....	97
LAMPIRAN 3.....	99
LAMPIRAN 4.....	101
LAMPIRAN 5.....	102
LAMPIRAN 6.....	104
LAMPIRAN 7.....	106
LAMPIRAN 8.....	109
BIODATA MAHASISWA .....	110



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Sifat Fisik Hidrogen.....	8
Tabel 2. 2 Properties fisik dari titanium.....	16
Tabel 2. 3 Perbandingan Sifat Material Elektroda.....	17
Tabel 3. 1 Properties Fisik dari PMMA.....	42
Tabel 3. 2 Properties Fisik Gasket Neoprene.....	44
Tabel 4. 1 Data Input Perhitungan Persamaan (2.5).....	52
Tabel 4. 2 Data Input Perhitungan Persamaan (2.2).....	53
Tabel 4. 3 Data Input Perhitungan Persamaan (2.3).....	55
Tabel 4. 4 Data Input Perhitungan Persamaan (2.4).....	56
Tabel 4. 5 Data Input Perhitungan Persamaan (2.15).....	58
Tabel 4. 6 Data Input Perhitungan Persamaan (2.18).....	61
Tabel 4. 7 Data Input Perhitungan Persamaan (2.18).....	62
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Thickness Shell Tangki Elektrolit.....	64
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Thickness Head Tangki Elektrolit.....	64
Tabel 4. 10 Spesifikasi Gas Container.....	66
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Thickness Shell Gas Container.....	66

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1 Faktor reaksi elektrolisis .....	10
Gambar 2. 2 Proses Elektrolisis Air.....	12
Gambar 2. 3 Komponen Dasar HHO Generator .....	13
Gambar 2. 4 Generator HHO Tipe Dry Cell.....	14
Gambar 2. 5 Generator HHO Tipe Wet Cell.....	14
Gambar 2. 6 Pembongkaran Sel elektrolisis Daiki di Area Laydown Material PT Badak NGL.....	16
Gambar 2. 7 Plat Elektrolisis Daiki setelah dibersihkan dan dipilah.....	17
Gambar 2. 8 Material Gate Pass (izin mengeluarkan material dari area kilang) .....	17
Gambar 2. 9 Skema Pemanasan.....	21
Gambar 2. 10 Skema Pendinginan.....	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	34
Gambar 3. 2 Diagram Alir Perancangan Alat.....	35
Gambar 3. 3 Skema dan Konsep HHO Generator .....	37
Gambar 3. 4 Spesifikasi Bolt SAE.....	43
Gambar 4. 1 Desain Pemotongan Pelat Elektrolisis Daiki.....	50
Gambar 4. 2 Desain Pelat Elektroda .....	50





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 3 Desain Gas Container.....	65
Gambar 4. 4 Desain 3D Reaktor Elektrolisis.....	69
Gambar 4. 5 Desain 3D Pelat Elektroda .....	69
Gambar 4. 6 Desain 3D PMMA Board.....	70
Gambar 4. 7 Pemotongan Pelat Menggunakan Mesin Lasser Cutting.....	72
Gambar 4. 8 Pemotongan Gasket Menggunakan Plong.....	73
Gambar 4. 9 Proses Perakitan Sel Elektrolisis .....	75
Gambar 4. 10 Pemotongan Pipa SS Menggunakan Sawing Machine .....	77
Gambar 4. 11 Pemotongan Pelat SS menggunakan Gerinda.....	77
Gambar 4. 12 Pengeboran Pipa SS .....	78
Gambar 4. 13 Pembubutan Pipa SS .....	79
Gambar 4. 14 Tapping Pipa SS.....	79
Gambar 4. 15 SMAW Untuk Memberi Tack Sebagai Awal Pengelasan.....	81
Gambar 4. 16 Pemasangan Fitting Pneumatic Test .....	82
Gambar 4. 17 Penutupan Lubang Pada Reaktor Elektrolisis .....	82
Gambar 4. 18 Penutupan Lubang Pada Tangki Elektrolit.....	83
Gambar 4. 19 Membuka Knob Pressure Line Secara Perlahan .....	83
Gambar 4. 20 Penggunaan Snoopy Sebagai Pendeteksi Kebocoran.....	84
Gambar 4. 21 Pressure Gauge Menunjukkan Tekanan 3,3 Bar .....	84
Gambar 4. 22 Kebocoran Terdeteksi Pada Sambungan Antara Fitting dan PMMA .....	85



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 23 Pengujian dan Pengambilan Data Perpindahan Panas .....	86
Gambar 4. 24 Api saat tekanan konstan 0,2 Bar .....	88
Gambar 4. 25 Nyala api torch yang berwarna merah.....	88
Gambar 4. 26 lembar seng yang berhasil dilubangi.....	89
Gambar 4. 27 Pelat karbon memanaskan dan cat terkelupas.....	89
Gambar 4. 28 Timah dan akrilik yang berhasil dilelehkan .....	89
Gambar 5. 1 Desain PMMA Board.....	90
Gambar 5. 2 Desain Pelat Elektroda .....	91



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Oxy-Fuel Welding/Cutting merupakan salah satu proses pengelasan/pemotongan logam secara manual dengan memanaskan permukaan logam yang akan disambung/dipotong sampai mencair oleh nyala gas melalui pembakaran fuel dengan oksigen. Umumnya, gas yang digunakan pada proses pengelasan ini adalah gas asetilin ( $C_2H_2$ ) yang merupakan gas hidrokarbon. Di sisi lain, bahan bakar hidrokarbon yang berasal dari fosil ini membawa dampak negatif terhadap lingkungan yakni munculnya gas polutan ( $CO_2$ ,  $CO$ ,  $NO_x$ ) yang akan menyebabkan efek rumah kaca serta akan mengakibatkan perubahan iklim dan masalah kesehatan lainnya di bumi. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu jenis gas alternatif yang dapat menggantikan gas asetilin serta dapat mengatasi masalah kerusakan lingkungan.

Air merupakan salah satu potensi pengembangan energi alternatif yang ada di dunia. Air yang tersusun atas dua atom hidrogen dan satu atom oksigen, apabila dielektrolisis maka akan menghasilkan gas *Oxy-Hydrogen* (HHO) atau yang lebih dikenal dengan sebutan Brown Gas. Brown Gas hasil elektrolisis air diketahui memiliki sifat bahan bakar yang bersih, bertenaga, dan memiliki nilai oktan yang cukup tinggi serta dapat mengurangi emisi gas buang secara signifikan. Bahan baku air juga sangat melimpah di bumi, yakni sekitar 70% dari bumi diisi oleh air, dan 3% diantara merupakan air murni yang dapat dimanfaatkan. Di PT Badak NGL sendiri, air murni dapat diperoleh dari pengumpulan kondensasi Air Conditioner (AC) di beberapa gedung. Hasil pengumpulan air distilat tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi Brown Gas.

Brown Gas yang merupakan *Oxy-Hydrogen* dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada *Oxy-Fuel Welding and Cutting*. Pada saat ini, welding jenis ini banyak menggunakan gas asetilen dan gas alam (umumnya propana) sebagai bahan bakarnya. Padahal, kedua jenis gas tersebut memiliki rantai karbon yang apabila

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dibakar akan menghasilkan gas polutan berupa  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  yang dapat merusak lingkungan. Sehingga gas *Oxy-Hydrogen* merupakan pilihan yang tepat sebagai pengganti bahan bakar karbon.

Reaktor, tangki, dan vessel dari rancang bangun HHO Generator ini, merupakan wadah dengan konsep bejana bertekanan, tekanan terus meningkat seiring produksi dari gas HHO, pembakaran yang terjadi dalam bejana tekan dapat menimbulkan ledakan yang tidak diinginkan dan berpotensi merusak perangkat dan menjadi ancaman keselamatan bagi pengguna. Untuk mencegah terjadinya pembakaran yang tidak diinginkan perlu diadakannya sistem yang mencegah terjadinya flashback dan timbulnya api. Pada rancang bangun terdahulu, digunakan flashback arrestor dan bubbler.

Untuk meningkatkan keamanan pada rancang bangun ini ditambahkan sistem keamanan pada reaktor yang berfungsi memisahkan gas hasil produksi (mencegah terlengkapinya komponen segitiga api dalam satu wadah). Sistem keamanan berupa gas separator, memisahkan produksi gas dari masing masing ruang sementara membiarkan cairan bebas melewati ruang disebelah sekat (gas separator).

Kemudian perancangan heat transfer yang optimal diperlukan untuk menjaga reaktor dari temperatur tinggi yang dapat merusak komponen, menurunkan efisiensi, dan menimbulkan komponen segitiga api. Pemilihan reaktor tipe dry-cell memberikan kemampuan heat transfer yang lebih baik dan penggunaan daya yang lebih optimal dibandingkan tipe wet cell.

Berdasarkan beberapa hal di atas, penulis mengajukan tugas akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Reaktor Elektrolisis Oxy-Hidrogen Tipe Dry Cell”**.

### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Bagaimana rancangan sistem untuk menghasilkan gas *Oxy-Hydrogen* sebagai *welding torch* ramah lingkungan melalui elektrolisis air?
2. Bagaimana desain dari rancang bangun unit *Oxy-Hydrogen* (HHO) *Generator* sebagai *welding torch* ramah lingkungan?
3. Bagaimana analisis parameter desain untuk menghasilkan Unit *Oxy-Hydrogen* (HHO) *Generator* yang optimum?

### 1.3. Tujuan

#### ➤ Tujuan umum:

- 1) Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma III Politeknik Negeri Jakarta.
- 2) Mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang pengolahan gas, mekanikal rotating, dan listrik instrumentasi serta mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh selama mengikuti proses belajar mengajar.

#### ➤ Tujuan khusus:

- 1) Merancang bangun unit *Oxy-Hydrogen* (HHO) *Generator* sebagai *welding torch* ramah lingkungan dengan desain yang compact/portable serta aman dan sustainable.
- 2) Merancang bangun unit *Reactor Elektrolisis* dalam unit HHO *Generator* dengan memanfaatkan material material yang telah ditentukan.

### 1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mendesain unit *Oxy-Hydrogen* (HHO) *Generator* yang akan diaplikasikan sebagai *welding torch*. Dengan fokus pada desain dan rancang bangun unit *Reaktor Oxy-Hydrogen* (HHO).



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 2) Tugas akhir ini dilakukan dengan memanfaatkan material dan bahan yang ada di lingkungan PT Badak NGL.
- 3) Topik bahasan tugas akhir dibatasi sampai keberhasilan produksi gas. (tidak membahas spesifikasi pengelasan dan seterusnya).
- 4) Topik bahasan tidak membahas pemanfaatan aktual gas sebagai alternatif oxy-fuel welding yang sudah ada.

### 1.5. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Bagi Penulis
  - a) Sebagai syarat untuk memenuhi penyusunan Tugas Akhir guna mendapatkan gelar Diploma III dari Program Studi Teknik Konversi Energi di Politeknik Negeri Jakarta.
  - b) Menambah pengalaman dan keterampilan dalam merancang bangun suatu alat industri.
  - c) Dapat mengimplementasikan pengetahuan yang telah diperoleh selama masa perkuliahan dengan mempraktikkannya secara nyata.
- Bagi LNG Academy dan Politeknik Negeri Jakarta
 

Sebagai media pembelajaran dan penelitian unit elektrolisis untuk menghasilkan gas HHO sebagai welding torch yang ramah lingkungan.
- Bagi PT Badak NGL dan Dunia Industri
  - a) Mengoptimalkan pemanfaatan air limbah kondensasi *Air Conditioner* (AC) di beberapa gedung dan material bekas pada Plant 32 PT Badak NGL (sel elektrolisis daiki)



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- b) Menghasilkan unit *Oxy-Hydrogen* (HHO) Generator yang akan diaplikasikan sebagai *welding torch* ramah lingkungan pengganti *welding gas* berbasis karbon di PT Badak NGL.

### 1.6. Lokasi Objek

Lokasi objek Tugas Akhir berada di Workshop LNG Academy dan Bengkel Induk PT Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur.

### 1.7. Sistematika Penulisan

#### BAB I PENDAHULUAN

BAB I menguraikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan batasan masalah, lokasi objek tugas akhir, manfaat yang akan didapat, dan sistematika penulisan keseluruhan proposal tugas akhir.

#### BAB II KAJIAN PUSTAKA

BAB II menguraikan studi pustaka atau literatur, memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan atau penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam tugas akhir.

#### BAB III METODE PENELITIAN

Metodologi pemecahan masalah merupakan pemaparan mengenai metode yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir objek dalam penulisan laporan tugas akhir. Bab 3 ini paling tidak memuat informasi mengenai: diagram alir, penjelasan diagram alir, dan metode pemecahan masalah.

##### 3.1. Diagram alir

Diagram alir atau flow chart adalah diskripsi ringkas langkah-langkah pengerjaan atau penyelesaian tugas akhir secara keseluruhan. Penggambaran diagram alir menggunakan standar.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### 3.2. Penjelasan Langkah Kerja

Penjelasan singkat tentang langkah-langkah kerja dan penjelasan yang perlu didetailkan.

### 3.3. Metode Pemecahan Masalah

Metode Pemecahan masalah disesuaikan dengan topik yang diambil apakah perancangan, rancang bangun, fabrikasi, analisi sederhana, perawatan dan lainnya.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab Pembahasan terdiri dari beberapa subbab dimana setiap bab merupakan pembahasan dari setiap tujuan penulisan laporan tugas akhir, oleh karena itu banyaknya subbab dalam pembahasan sama dengan banyaknya tujuan yang dinyatakan dalam bab I.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Simpulan merupakan ringkasan/ inti dari setiap subbab pembahasan yang menjadi jawaban atas tujuan penulisan laporan tugas akhir yang telah dinyatakan dalam bab I. ringkasan boleh juga diawali dengan ringkasan singkat mengenai institusi yang menjadi objek penulisan tugas akhir.

### 5.2. Saran

Saran bersifat tentatif penulis boleh memberikan saran boleh juga tidak memberikan saran. Sebaiknya saran yang diberikan berupa penyelesaian masalah atau perbaikan suatu kondisi berdasarkan hasil kajian yang dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## BIODATA MAHASISWA



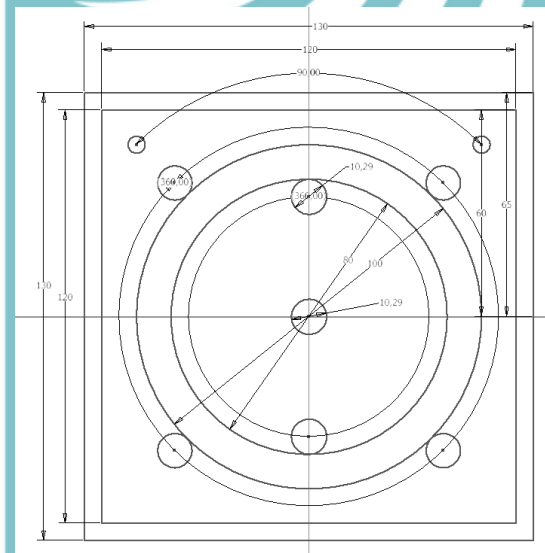
## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

1. Telah berhasil dilakukan rancang bangun unit Oxy-Hydrogen (HHO) Generator dengan memanfaatkan pelat titanium bekas milik Badak LNG.
2. Telah diuji bahwa sistem yang dibuat berhasil memproduksi gas dan menyalakan api pada welding torch.

Adapun focus dari laporan tugas akhir ini adalah reaktor yang dibuat pada unit Oxy-Hydrogen (HHO) Generator, dengan detail sebagai berikut :



Gambar 5. 1 Desain PMMA Board

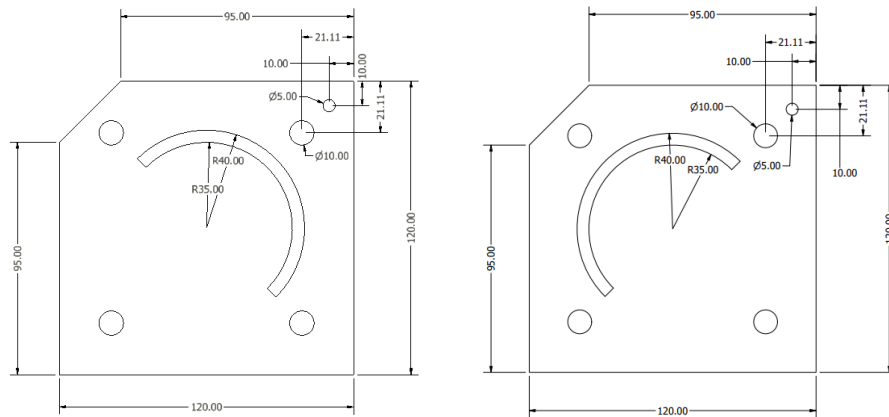
#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 5. 2 Desain Pelat Elektroda

- Dari perancangan dan perhitungan desain reactor elektrolisis, dihasilkan komponen Cover board dengan material PMMA dan dimensi  $130 \times 130 \times 10$  ( $\text{mm}^3$ ). Pelat katoda berupa titanium dan anoda titanium berlapis platinum black, yang keduanya berukuran  $120 \times 120 \times 1$  ( $\text{mm}^3$ ). Gasket yang digunakan adalah Neoprene, Kemudian digunakan Carbon Steel Bolt SAE Grade 8 dengan ukuran  $3/8''$  16 TPI sebagai penggabung antara pelat, gasket, dan cover board. Untuk saluran penghubungnya digunakan tubing berupa pneumatic hose dengan diameter 8 mm dan ketebalan 1,5 mm.
- Fabrikasi dilakukan pada pelat elektroda, PMMA board, dan bolting berdasarkan dimensi yang telah dirancang serta mempertimbangkan kemudahan pemasangan dan perakitan komponen-komponen pendukung. Proses fabrikasi juga mempertimbangkan biaya serta waktu yang tersedia. Hasil fabrikasi sesuai dengan rancangan dan pada pengujian *Pneumatic test* tidak ditemukan kecacatan.
- Selain itu dilakukan juga fabrikasi untuk komponen komponen pendukung dari HHO generator, seperti tangki dan casing. Selain komponen yang disebutkan diatas dilakukan pengadaan atau penggunaan komponen yang sudah ada.
- Analisis perpindahan panas aktual dari reactor elektrolisis dilakukan menggunakan 3A3C15N dan elektrolit KOH 0,25 M yang merupakan



konfigurasi optimal menurut hasil eksperimen oleh rekan satu tim dari peminatan Pengolahan Gas. Dengan data-data yang diambil selama perjalanan alat, didapatkan durasi pemanasan 4200 detik, yang mana lebih singkat dibandingkan durasi teoritis yaitu 6354 detik. Sementara itu durasi pendinginan lebih lama jika dibandingkan durasi pendinginan teoritis, yaitu 1650 detik dengan 619 detik.

- Hal ini kemungkinan diakibatkan oleh laju pemanasan yang lebih besar dibanding nilai asumsi atau laju pendinginan yang lebih lambat dibandingkan teoritis. Penulis beranggapan terjadi heat disturbance atau heat gain yang mungkin dikarenakan tidak tepatnya suhu input pelat elektroda serta variasi dari arus selama proses elektrolisis. Selain itu, diawal perhitungan juga sudah dinyatakan heat loses dan heat gain yang berasal dari luar system diabaikan, karena ketidakmampuan melengkapi data input, yang pasti turut memengaruhi perpindahan panas yang terjadi.

## 5.2.Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan untuk mengoptimalkan kinerja dari alat hasil tugas akhir ini antara lain:

1. Dari hasil perhitungan perpindahan panas pada saat perjalanan alat, ditemukan bahwa kalor yang diterima dan disimpan reactor lebih besar dibandingkan perhitungan teoritis, salah satu metode penanggulangan yang mungkin dilakukan adalah dengan mencari metode dan instrument pengukuran temperature pelat yang tepat, atau meningkatkan laju pendinginan.
2. Perlu untuk menganalisa heat gain dan heat loses yang terjadi untuk meningkatkan keakuratan perhitungan teoritis.
3. Perlu dipertimbangkan untuk memisahkan dua gas diperlukan dua wadah penampungan yang volume masing-masingnya sebanding dengan perbandingan mol produk kedua gas.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

4. Perlu memperhatikan dan menjaga temperature elektrolit terkait kelarutan gas dalam cairan.
5. Perlu memperhatikan arah aliran fluida baik gas ataupun cairan dan mencegah terjadinya aliran balik serta aliran menuju sisi yang berlawanan akibat penyeteraan tekanan dalam system.
6. Perlu dipertimbangkan untuk mengganti material PMMA Board dengan material isolator yang lebih kuat.
7. Perlu dipertimbangkan untuk mengganti welding torch dengan torch yang berukuran lebih kecil. Atau menggunakan torch yang sama dan meningkatkan laju produksi gas, dengan meningkatkan arus atau konsentrasi elektrolit.
8. Perlu dipertimbangkan untuk menampung terlebih dahulu produksi gas dalam wadah dengan kapasitas yang besar, sebelum nantinya dimanfaatkan sesuai kebutuhan. Dalam kasus ini apabila gas H<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> mampu dipisahkan, nantinya penggunaannya dalam pengelasan dapat menyisakan gas H<sub>2</sub> yang dapat digunakan untuk keperluan lainnya.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## DAFTAR PUSTAKA

- Chinguwa, S., Jen, T., & Akinlabi, E. (2020). Conceptualization of the optimal design of a hydroxyl booster dry cell for enhancing efficiency of internal combustion engines. *Procedia CIRP*, 91, 819-823. doi: 10.1016/j.procir.2020.03.118
- Mazloomi, S., & Sulaiman, N. (2012). Influencing factors of water electrolysis electrical efficiency. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 4257-4263. doi: 10.1016/j.rser.2012.03.052
- Nagai, N. (2003). Existence of optimum space between electrodes on hydrogen production by water electrolysis. *International Journal Of Hydrogen Energy*, 28(1), 35-41. doi: 10.1016/s0360-3199(02)00027-7
- Pradigdo, D., Soeparman, S., & Widodo, A. (2018). Pengaruh Dimensi terhadap Volume Gas HHO dan Daya Listrik pada Proses Elektrolisis. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(2), 93-98. doi: 10.21776/ub.jrm.2018.009.02.4
- Putra, A. (2012). Analisis Produktifitas Gas Hidrogen dan Gas Oksigen Pada Elektrolisis Larutan KOH. *JURNAL NEUTRINO*. doi: 10.18860/neu.v0i0.1642
- Sahwan, K., & Tamjidillah, M. (2020). Pengaruh Jarak Antar Elektroda Plat Stainless Steel Terhadap Produktifitas Dan Efisiensi Generator HHO Menggunakan Metode Elektrolisis Air Sumur Dengan Katalis NaHCO<sub>3</sub>. *JTAM ROTARY*, 2(2), 195. doi: 10.20527/jtam\_rotary.v2i2.2415
- Siregar, M., Umurani, K., & Damanik, W. (2020). Pengaruh Jenis Katoda Terhadap Gas Hidrogen Yang Dihasilkan Dari Proses Elektrolisis Air Garam. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 21(2), 57-65. doi: 10.23917/mesin.v21i2.10386
- Sopandi, I., Hananto, Y., & Rudyanto, B. (2015). Studi Ketebalan Elektroda Pada Produksi Gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) Oleh Generator Hho Tipe Basah Dengan Katalis NaHCO<sub>3</sub> (Natrium Bikarbonat). *Rona Teknik Pertanian*, 8(2), 38-49. doi: 10.17969/rtp.v8i2.3007
- Sudarmanta, B. (2016). Application of Dry Cell HHO Gas Generator With Pulse Width Modulation on Sinjai Spark Ignition Engine Performance. *International Journal Of Research In Engineering And Technology*, 05(02), 105-112. doi: 10.15623/ijret.2016.0502019
- Sudrajat, A., Mayfa Handayani, E., Tamaldin, N., & Kamal Mat Yamin, A. (2018). Principle of generator HHO hybrid multistack type production technologies to increase HHO gas volume. *SHS Web Of Conferences*, 49, 02016. doi: 10.1051/shsconf/20184902016

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Syaiful, A., Indarto, B., Rachmat, D., & Sunarno, H. (2015). Pengaruh Variasi Lapisan Pelat Sejajar pada Laju Produksi HHO dari Generator Oxyhydrogen Berbasis Sel Elektrolisis. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 11(1), 28. doi: 10.12962/j24604682.v11i1.782
- Callister, William D. 2007. *Materials Science and Engineering Department of Metallurgical Engineering The University of Utah*.
- O'Connor, Ken., Maret 2006. *Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems*. BMS Document GLM-QSA-1700.1.
- Incropera, Frank, P., Dewitt, D.P. 2011. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. 7th edition Engineering University of Notre Dame. Netherland.
- PT Fajar Benua Indopack. *Guide to Non Metallic Gasket*. PT Fajar Benua Indopack. Indonesia.
- Daiki Engineer Co., LTD. *Hypochlorite generator units manual book*. Daiki Engineer Co., LTD. Tokyo, Japan.
- Çengel, Yunus A, 1998, *Heat Transfer: A Practical Approach*, Second Edition, McGraw-Hill, New York.
- ASME, BPVC, 2010, *Rules for Construction of Pressure Vessels, Section VIII Division 1*, ASME International, New York.
- Budynas, Richard G, J. Keith Nisbett, 2011, *Shigley,s Mechanical Engineering Design*, Ninth Edition, McGraw-Hill, New York.
- Precision Urethane & Machine, Inc., “POLYURETHANE ADVANTAGES & PROPERTIES” [precisionurethane.com](http://precisionurethane.com). 2021, [online]. Available: <https://www.precisionurethane.com/urethane-advantage.html>.
- Polymer Properties Database, “POLYURETHANE” [polymerdatabase.com](http://polymerdatabase.com). 2021, [online]. Available: <https://polymerdatabase.com/polymer%20classes/Polyurethane%20type.html>.
- Nuclear Power, “External vs Internal – Nusselt Number” [nuclear-power.com](http://nuclear-power.com) 2021, [online]. Available: <https://www.nuclear-power.com/nuclear-engineering/heat-transfer/convection-convective-heat-transfer/external-vs-internal-nusselt-number/>.
- Engineers Edge, “rectangular plate uniform load simply supported equations and calculator” [engineersedge.com](http://engineersedge.com). 2021, [online]. Available: [https://www.engineersedge.com/material\\_science/rectangular\\_plate\\_uniform\\_load\\_13643.htm](https://www.engineersedge.com/material_science/rectangular_plate_uniform_load_13643.htm).

## LAMPIRAN 1 HASIL RANCANG BANGUN



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



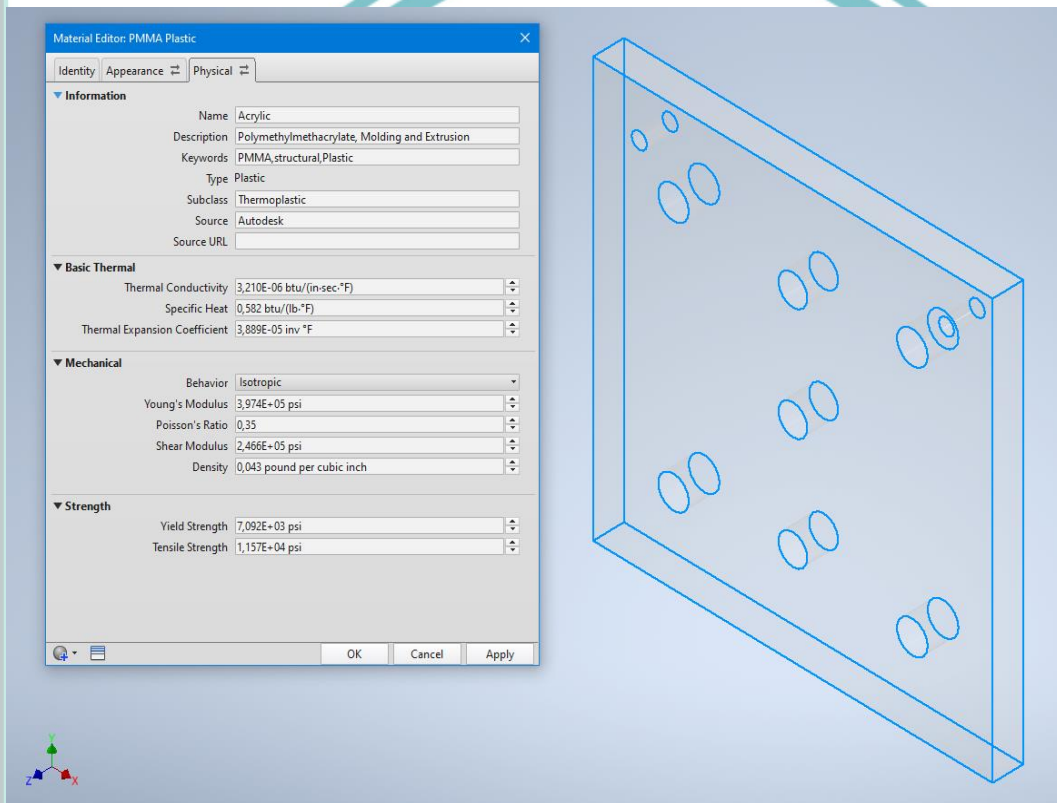
JAKARTA



## LAMPIRAN 2

### DATA PROPERTIES DAN SIMULASI PMMA BOARD PADA REACTOR

Sumber data properties dan simulasi PMMA board pada reactor menggunakan software Autodesk Inventor



Young's modulus = 2739,977 MPa

Shear modulus = 1700,247 MPa

Yield strength = 48,898 MPa

Tensile Strength = 79,772 MPa

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

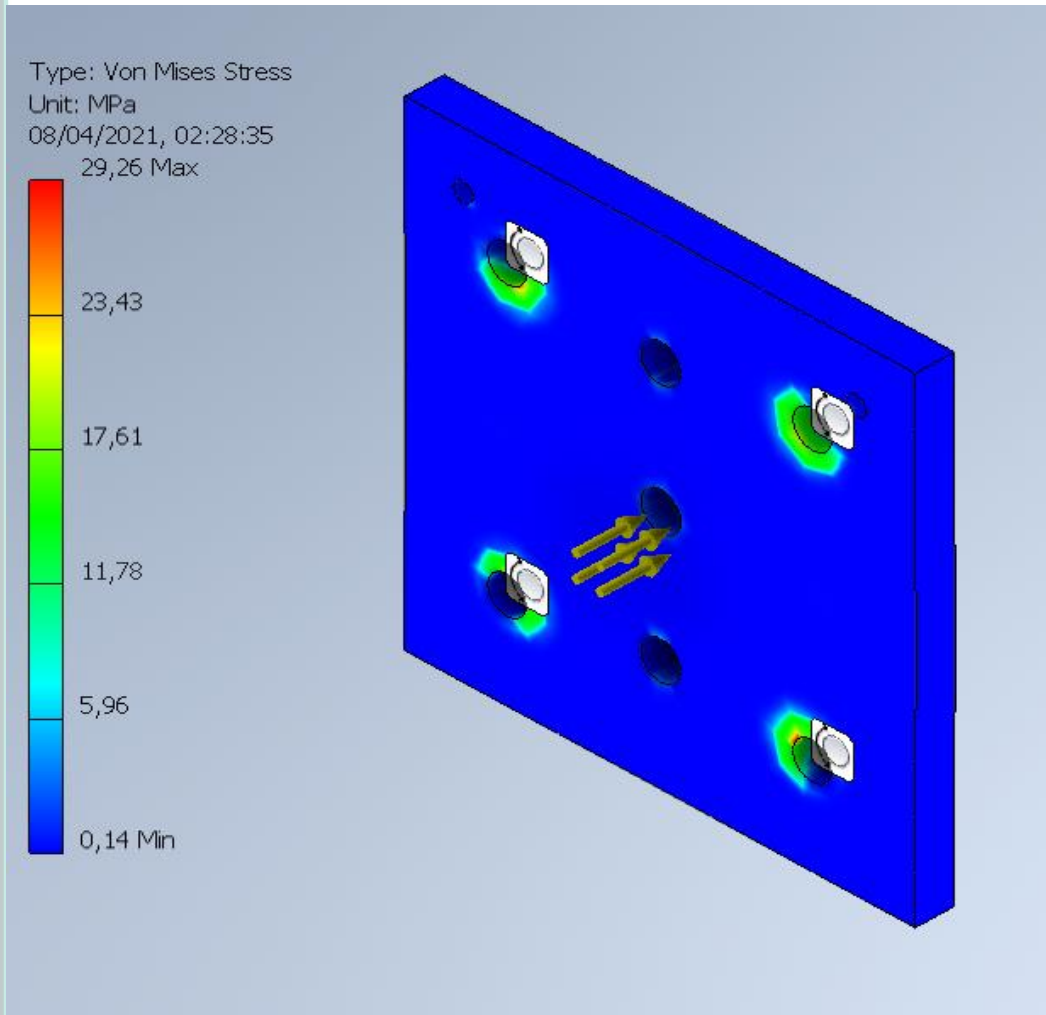




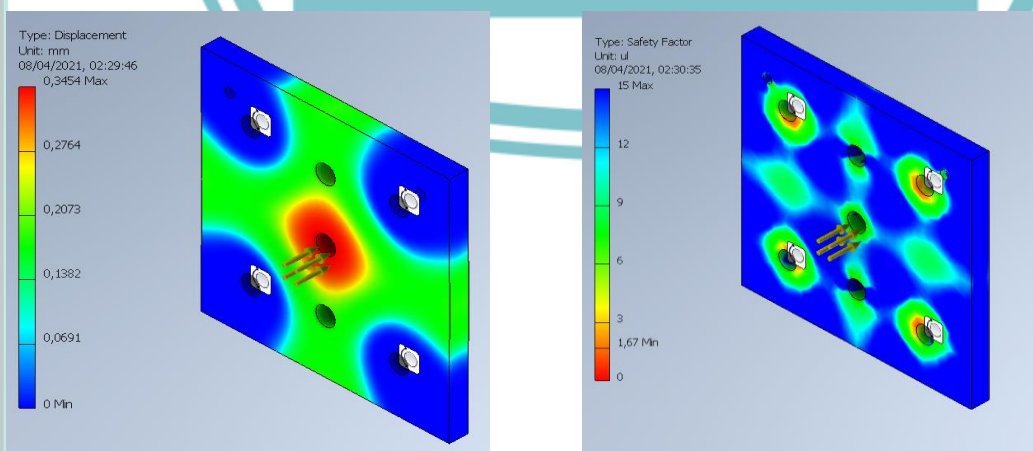
## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hasil dari simulasi Von Mises Stress Analysis menunjukkan stress terbesar yang mungkin terjadi sebesar 29,26 MPa pada bagian lubang bolt





### LAMPIRAN 3

#### RUMUS PERHITUNGAN DESAIN TANGKI ELEKTROLIT

SHELL THICKNESS			
Variabel	Simbol	Formula	Satuan
Internal design pressure	P	Known based on proses	KPa
Maximum allowable stress value	S	Based on material ASME II Part D	kPa
Inside diameter of the shell	d	Based on material	mm
Inside radius of the shell	R	Based on (d)	mm
Corrosion Allowance	CA	Based on material	mm
Joint Efficiency	E	Based on proses	-
Minimum required thickness of shell	t	$t = \frac{PR}{SE - 0,6P}$	mm
Required Thickness	$t_{req}$	$t_{req} = t + CA$	mm
Nominal Thickness	$t_{nom}$	Market availability	mm
Corroded Thickness	$t_{cor}$	$t_{nom} - CA$	mm
Maximum Allowable Working Pressure	MAWP	$MAWP = \frac{SEt_{cor}}{R + 0,6t_{cor}}$	kPa
Maximum Allowable Pressure new & cold	$MAWP_{nc}$	$MAWP_{nc} = \frac{SEt_{nom}}{R + 0,6t_{nom}}$	kPa

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Head Thickness Calculation			
Variabel	Simbol	Formula	Satuan
Attachment Method Coef.	C	Based on proses	-
Span Diameter	d	Based on material	mm
Corrosion Allowance	CA	Based on material	mm
Minimum Required Thickness of Head	t	$t = d\sqrt{CP/SE}$	mm
Required Thickness	t <sub>req</sub>	$t_{req} = t + CA$	mm
Nominal Thickness	t <sub>nom</sub>	Market availability	mm
Corroded Thickness	t <sub>cor</sub>	t <sub>nom</sub> - CA	mm
Maximum Allowable Working Pressure	MAWP	$MAWP = \frac{SEt_{cor}^2}{Cd^2}$	kPa
Maximum Allowable Pressure New & Cold	MAWP <sub>nc</sub>	$MAWP_{nc} = \frac{SEt_{nom}^2}{Cd^2}$	kPa



## LAMPIRAN 4

### RUMUS PERHITUNGAN DESAIN GAS CONTAINER

SHELL THICKNESS			
Variabel	Simbol	Formula	Satuan
Internal design pressure	P	Known based on proses	KPa
Maximum allowable stress value	S	Based on material ASME II Part D	kPa
Inside diameter of the shell	d	Based on material	mm
Inside radius of the shell	R	Based on (d)	mm
Corrosion Allowance	CA	Based on material	mm
Joint Efficiency	E	Based on proses	-
Minimum required thickness of shell	t	$t = \frac{PR}{SE - 0,6P}$	mm
Required Thickness	t <sub>req</sub>	t <sub>req</sub> = t + CA	mm
Nominal Thickness	t <sub>nom</sub>	Market availability	mm
Corroded Thickness	t <sub>cor</sub>	t <sub>nom</sub> - CA	mm
Maximum Allowable Working Pressure	MAWP	$MAWP = \frac{SEt_{cor}}{R + 0,6t_{cor}}$	kPa
Maximum Allowable Pressure new & cold	MAWP <sub>nc</sub>	$MAWP_{nc} = \frac{SEt_{nom}}{R + 0,6t_{nom}}$	kPa

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**LAMPIRAN 5**

**PERHITUNGAN DESAIN KEBUTUHAN REINFORCEMENT PAD**

**PMMA BOARD PADA REAKTOR**

DATA INPUT			
Variabel	Simbol	Value	Satuan
Opening Diameter	d	10,3	mm
E	E	1	-
Maximum Allowable Joint Efficiency	E <sub>1</sub>	1	-
Correction Factor	F	1	-
Specified wall thickness	t	<b>10,000</b>	mm
Required wall thickness	t <sub>r</sub>	<b>4,604</b>	mm
Required nozzle wall thickness	t <sub>rn</sub>	1,000	mm
Nozzle wall thickness	t <sub>n</sub>	2,000	mm
Nominal thickness of nozzle internal projection	t <sub>i</sub>	2,000	mm
Strength reduction factor	f <sub>r1</sub>	0,009735771	-
Strength reduction factor	f <sub>r2</sub>	0,009735771	-
Welding cap height	leg	0	mm
Allowable stress in nozzle	S <sub>n</sub>	1000	kPa

Dengan mencapai persamaan berikut, maka bukaan yang ada pada tangki sudah cukup diperkuat dan tidak perlu menggunakan tambahan reinforcement pad

$$A_1 + A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43} \geq A$$

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dengan

$$\bullet \quad A = d t_r F + 2 t_n t_r F (1 - f_{r1})$$

$$A = 65,65790604$$

$$\bullet \quad A_1 \begin{cases} = d(E_1 t - Ft_r) - 2 t_n (E_1 t - Ft_r) (1 - f_{r1}) \\ = 2 (t + t_n) (E_1 t - Ft_r) - 2 t_n (E_1 t - Ft_r) (1 - f_{r1}) \end{cases}$$

Pilih nilai yang terbesar

$$A_1 = 108,1301$$

$$\bullet \quad A_2 \begin{cases} = 5(t_n - t_{rn}) f_{r2} t \\ = 5(t_n - t_{rn}) f_{r2} t_n \end{cases}$$

Pilih nilai yang terbesar

$$A_2 = 0,486788559$$

$$\bullet \quad A_3 \begin{cases} = 5 t_i f_{r2} \\ = 5 t_i t_i f_{r2} \\ = 2 h t_i f_{r2} \end{cases}$$

Pilih nilai yang terbesar

$$A_3 = 0,973577117$$

$$\bullet \quad A_{41} = \text{outward nozzle weld} = (\text{leg})^2 f_{r2}$$

$$A_{41} = 0$$

$$\bullet \quad A_{43} = \text{inward nozzle weld} = (\text{leg})^2 f_{r2}$$

$$A_{43} = 0$$

$$A_1 + A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43} \geq A$$

$$109,5905026 \geq 65,65790604$$



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LAMPIRAN 6

### PERHITUNGAN DESAIN KEBUTUHAN REINFORCEMENT PAD PADA TANGKI ELEKTROLIT

DATA INPUT			
Variabel	Simbol	Value	Satuan
Opening Diameter	d	10,3	mm
E	E	1	-
Maximum Allowable Joint Efficiency	E <sub>1</sub>	1	-
Correction Factor	F	1	-
Specified wall thickness	t	3,5	mm
Required wall thickness	t <sub>r</sub>	0,993	mm
Required nozzle wall thickness	t <sub>rn</sub>	1,000	mm
Nozzle wall thickness	t <sub>n</sub>	2,000	mm
Nominal thickness of nozzle internal projection	t <sub>i</sub>	2,000	mm
Strength reduction factor	f <sub>r1</sub>	0,009735771	-
Strength reduction factor	f <sub>r2</sub>	0,009735771	-
Welding cap height	leg	0	mm
Allowable stress in nozzle	S <sub>n</sub>	1000	kPa

Dengan mencapai persamaan berikut, maka bukaan yang ada pada tangki sudah cukup diperkuat dan tidak perlu menggunakan tambahan reinforcement pad

$$A_1 + A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43} \geq A$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dengan

$$\bullet \quad A = d t_r F + 2 t_n t_r F (1 - f_{r1})$$

$$A = 14,16596894$$

$$\bullet \quad A_1 \begin{cases} = d(E_1 t - Ft_r) - 2 t_n (E_1 t - Ft_r) (1 - f_{r1}) \\ = 2 (t + t_n) (E_1 t - Ft_r) - 2 t_n (E_1 t - Ft_r) (1 - f_{r1}) \end{cases}$$

Pilih nilai yang terbesar

$$A_1 = 15,88962367$$

$$\bullet \quad A_2 \begin{cases} = 5(t_n - t_r) f_{r2} t \\ = 5(t_n - t_r) f_{r2} t_n \end{cases}$$

Pilih nilai yang terbesar

$$A_2 = 0,170375995$$

$$\bullet \quad A_3 \begin{cases} = 5 t_i f_{r2} \\ = 5 t_j f_{r2} \\ = 2 h t_i f_{r2} \end{cases}$$

Pilih nilai yang terbesar

$$A_3 = 0,340751991$$

$$\bullet \quad A_{41} = \text{outward nozzle weld} = (\text{leg})^2 f_{r2}$$

$$A_{41} = 0$$

$$\bullet \quad A_{43} = \text{inward nozzle weld} = (\text{leg})^2 f_{r2}$$

$$A_{43} = 0$$

$$A_1 + A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43} \geq A$$

$$16,40075166 \geq 14,16596894$$





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LAMPIRAN 7**

**PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN DESAIN THICKNESS PMMA**

Sebagai pembanding, nilai thickness yang didapatkan dari perhitungan menggunakan metode pendekatan berdasarkan standard ASME BPVC Sect VIII. Berikut adalah nilai thickness PMMA Reactor berdasarkan metode kalkulasi yang dijelaskan pada website [www.engineersedge.com](http://www.engineersedge.com)

**Rectangular Plate Uniform Load Simply Supported Equations and Calculator**

[Strength of Materials](#) | [Beam Stress Deflection](#)

Rectangular plate, uniform load, simply supported (Empirical) equations and calculator

Since comers tend to rise off the supports, vertical movement must be prevented without restricting rotation.

Symbols used:

a = minor length of rectangular plate, (m, in)

b = major length of rectangular plate, (m, in)

p = uniform pressure loading, (Pa, lbs/in<sup>2</sup>)

v = Poisson's ratio

E = Young's modulus, (N/m<sup>2</sup>, lbs/in<sup>2</sup>)

t = plate thickness, (m, in)

s<sub>m</sub> = maximum stress, (N/m<sup>2</sup>, lbs/in<sup>2</sup>)

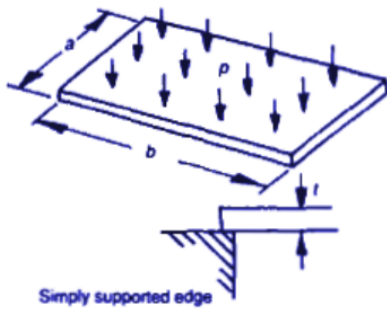
y<sub>m</sub> = maximum deflection, (m, in)



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Stress At Center

$$\sigma_m = \frac{0.75pa^2}{t^2[1.61(a/b)^3 + 1]}$$

Deflection at center

$$y_m = \frac{0.142pa^4}{Et^3[2.21(a/b)^3 + 1]}$$

D = flexural rigidity=  $Et^3/(12(1 - \nu^2))$

Berdasarkan persamaan stress at center diatas, didapatkan persamaan untuk mencari plate thickness sebagai berikut.

$$t = \sqrt{\frac{0,75pa^2}{\sigma_m[1,61(a/b)^3 + 1]}}$$

Dengan data input sebagai berikut, didapatkan nilai dari plate thickness.

Variabel	Simbol	Value	Satuan
Minor length of rectangular plate	a	0,110	m
Major length of rectangular plate	b	0,110	m
Uniform pressure loading	p	0,4	MPa
Poisson's ratio	v	0,35	-

Young's modulus	E	2739,977	N/m <sup>2</sup>
Maximum stress	$\sigma_m$	79,772	MPa
Maximum deflection	$y_m$	-	-

$$t = \sqrt{\frac{0,75 \times 0,4 \times 0,110^2}{79,772[1,61(0,110/0,110)^3 + 1]}}$$

$$t = 0,004175494 \text{ m}$$

$$t = 4,175494 \text{ mm}$$

Dibandingkan dengan nilai yang didapat dari perhitungan menggunakan metode pendekatan berdasarkan standard ASME BPVC Sect VIII. Nilai required thickness tidak begitu jauh berbeda, yaitu 4,176 mm dan 4,604 mm



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## LAMPIRAN 8

### PROSEDUR PENGGUNAAN OXY-HYDROGEN GENERATOR UNTUK WELDING TORCH

1. Menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) yang lengkap diantaranya: sarung tangan, kacamata safety, masker, sepatu safety, dan pelindung kepala (saat welding).
2. Mempersiapkan larutan elektrolit
  - a. Melarutkan 42 gram KOH pada 3 Liter air.
  - b. Memastikan seluruh fitting telah terhubung sehingga tidak terjadi kebocoran.
  - c. Menuangkan larutan elektrolit ke pada sisi salah satu tangki hingga reaktor penuh dan kedua tangki air mencapai level 50% atau setengahnya.
3. Menghubungkan generator pada sumber listrik.
4. Jika diperlukan, menaikkan tekanan hingga di atas atmosfer.
5. Membuka valve pada welding torch secara perlahan.
6. Menyulutkan gas yang keluar pada torch menggunakan api.
7. Welding torch siap untuk digunakan.

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### BIODATA MAHASISWA

1. Nama Lengkap : Muhammad Fadil
2. NIM : 1802322003
3. Tempat, Tanggal Lahir : Gunung Kidul, 30 Mei 2000
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Alamat : PC6C No 122C Komplek Perumahan Badak LNG,  
Kelurahan Satimpo, Kecamatan Bontang Selatan,  
Bontang, Kalimantan Timur
6. Email : [muhammadfadilm30@gmail.com](mailto:muhammadfadilm30@gmail.com)
7. Pendidikan
 

SD (2006 – 2012)	: SD Negeri 41 Kota Mataram
SMP (2012 – 2015)	: SMP Negeri 6 Kota Mataram
SMA (2015 – 2018)	: SMA Negeri 1 Kota Mataram
8. Program Studi : Teknik Konversi Energi
9. Bidang Peminatan : Teknik Perawatan *Mechanical & Rotating*
10. Topik Tugas Akhir : Rancang Bangun Reaktor Elektrolisis Tipe Dry Cell

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**