

**SKRIPSI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK HIDROGEN DARI NATRIUM**  
**KLORIDA MELALUI METODE ELEKTROLISIS DENGAN**  
**KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN**



**Oleh :**

**NUR AINUN YATI AFIFAH DALIMUNTHE**

**(2110017411041)**

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada*  
*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri*  
*Universitas Bung Hatta*

**UNIVERSITAS BUNG HATTA**

**JUNI 2023**



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA  
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**PRA RANCANGAN PABRIK HIDROGEN DARI NATRIUM KLORIDA  
MELALUI METODE ELEKTROLISIS DENGAN KAPASITAS 24.000  
TON/TAHUN**

**OLEH :**

**NUR AINUN YATI AFIFAH DALIMUNTHE**  
**2110017411041**

**Disetujui Oleh:  
Pembimbing**

**Dr. Pasymi, S.T., M.T.**

**Diketahui Oleh :**

**Fakultas Teknologi Industri  
Dekan**

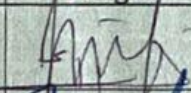
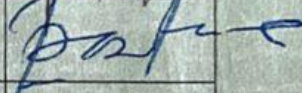
**Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.**

**Jurusan Teknik Kimia  
Ketua**

**Dr. Firdaus, S.T., M.T.**

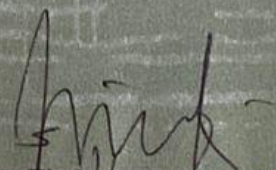
## PENYERAHAN LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama : Nur Ainun Yati Afifah Dalimunthe  
NPM : 2110017411041  
Tanggal Sidang : 26 Juni 2023

Nama Dosen	Instansi	Tanda Tangan
Dr. Firdaus, S.T, M.T	Jurusan	
Dr. Pasymi, S.T, M.T	Pembimbing I	
	Perpustakaan FTI	

Padang, 03 Juli 2023

Koordinator Skripsi / Pra Rancangan Pabrik

  
Dr. Firdaus, S.T., M.T.

NIP/NIK : 961100398/1018026901



**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI  
SKRIPSI**

**PRA RANCANGAN PABRIK HIDROGEN DARI NATRIUM KLORIDA  
MELALUI METODE ELEKTROLISIS DENGAN KAPASITAS 24.000  
TON/TAHUN**

Oleh:

**NUR AINUN YATI AFIFAH DALIMUNTHE**  
2110017411041

Sidang Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta Dengan Team Penguji:

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Pasymi, S.T, M.T	
Anggota	1. Ellyta Sari, S.T, M.T	
	2. Erda Rahmilaila Desfitri, S.T, M.Eng, Ph.D	

Pembimbing

Dr. Pasymi, S.T., M.T.



JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA

Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

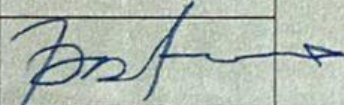
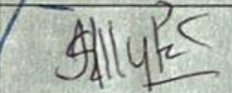
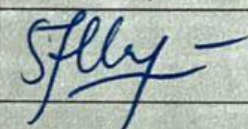
LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN

SKRIPSI / PRA RANCANGAN PABRIK

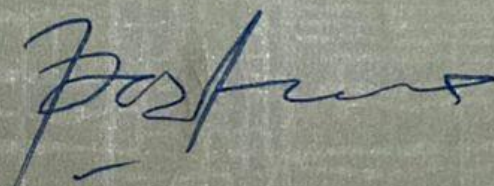
Nama : Nur Ainun Yati Afifah Dalimunthe

NPM : 2110017411041

Tanggal Sidang : 26 Juni 2023

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Pasyimi, S.T, M.T	
Anggota	1. Ellyta Sari, S.T, M.T	
	2. Erda Rahmilaila Desfitri, S.T, M.Eng, Ph.D	

Pembimbing

  
Dr. Pasyimi, S.T, M.T

## INTISARI

Pabrik Hidrogen dari Natrium Klorida ini dirancang dengan kapasitas produksi 24.000 ton/tahun dengan lokasi pabrik direncanakan di Cilegon, Provinsi Banten. Pabrik ini beroperasi selama 300 hari per tahun. Proses produksi yang digunakan adalah proses elektrolis untuk menguraikan Natrium Klorida dan air menjadi gas hidrogen, gas klorin dan natrium hidroksida dengan menggunakan arus listrik. Hidrogen yang dihasilkan kemudian dilakukan tahap pemurnian sehingga mencapai 99%. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perusahaan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi "*line and staff*", dan mampu menyerap tenaga kerja sebanyak 105 orang. Massa konstruksi pabrik direncanakan selama 5 tahun. Hasil analisa ekonomi pada rancangan pabrik Hidrogen ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan jumlah *Total Capital Investment* yang dibutuhkan sebesar US\$ 211.195.335,58 atau Rp 3.240.792.424.475,10 yang diperoleh dari pinjaman bank 50% dan 50% modal sendiri. Laju pengembalian modal (ROR) sebesar 41%, waktu pengembalian modal 2 tahun 38 bulan dan Break Event Point (BEP) sebesar 40,03 %.

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena telah memberikan kesempatan kepada kita untuk dapat menuntut ilmu di muka bumi ini, sehingga pada kesempatan ini berkat keridha'an dan bantuan-Nya penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

### **“Prarancangan Pabrik Hidrogen Dari Natrium Klorida Melalui Metode Elektrolisis dengan Kapasitas 24.000 Ton/Tahun”**

Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah dalam rangka memenuhi salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta. Pembuatan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr.Eng Reni Desmiarti, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.
2. Bapak Dr. Firdaus, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta Padang.
3. Bapak Dr.Pasymi,ST.,MT.,selaku pembimbing yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan moral dan material kepada penulis.
6. Rekan-rekan di Teknik Kimia yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan bertukar pendapat.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan meskipun penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari pembaca demi perbaikan karya tulis ini.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Padang, Juni 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Kapasitas Rancangan .....	2
1.3 Lokasi Pabrik .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>14</b>
2.1 Tinjauan Umum.....	14
2.2 Proses Produksi Hidrogen.....	17
2.3 Spesifikasi Bahan .....	21
<b>BAB III TAHAPAN PROSES DAN DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>24</b>
3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram .....	24
3.2 Deskripsi Proses dan Flowsheet .....	26
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI.....</b>	<b>29</b>
4.1 Neraca Massa .....	29
4.2 Neraca Energi.....	35
<b>BAB V UTILITAS .....</b>	<b>40</b>
5.1 Unit Penyediaan Listrik .....	40
5.2 Unit Penyediaan Air .....	40
5.3 Unit Penyedia Steam .....	50
5.4 Unit Pengolahan Limbah .....	51
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN .....</b>	<b>56</b>
6.1 Spesifikasi Peralatan Utama.....	56
6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas .....	78
<b>BAB VII TATA LETAK DAN K3LH.....</b>	<b>91</b>
7.1 Tata Letak Pabrik .....	91



7.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup .....	94
<b>BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN .....</b>	<b>103</b>
8.1 Bentuk Perusahaan .....	103
8.2 Struktur Organisasi .....	103
8.3 Tugas dan Wewenang .....	104
8.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji .....	110
8.5 Sistem Kerja .....	111
8.6 Jumlah Karyawan .....	112
8.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	113
<b>BAB IX ANALISA EKONOMI .....</b>	<b>116</b>
9.1 Total <i>Capital Investment</i> (TCI) .....	116
9.2 Harga Jual ( <i>Total Sales</i> ) .....	117
9.3 Tinjauan Kelayakan Pabrik .....	117
<b>BAB X TUGAS KHUSUS.....</b>	<b>120</b>
10.1 Pendahuluan .....	120
10.2 Ruang Lingkup Rancangan .....	120
10.3 Rancangan .....	120
<b>BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>135</b>
11.1 Kesimpulan .....	135
11.2 Saran .....	135

## **DAFTARPUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Daftar pabrik penghasil hidrogen didunia.....	2
<b>Tabel 1.2</b> Data Produksi pabrik natrium klorida (NaCl) .....	3
<b>Tabel 1.3</b> Kebutuhan Ekspor dan Impor Hidrogen di indonesia .....	3
<b>Tabel 1.4</b> Kebutuhan Hidrogen pada pabrik methanol .....	5
<b>Tabel 1.5</b> Analisa SWOT kota Cilegon.....	7
<b>Tabel 1.6</b> Analisa SWOT kota Jawa timur .....	10
<b>Tabel 1.7</b> Analisa SWOT kota Sidoarjo .....	13
<b>Tabel 2.1</b> Metode pembuatan hidrogen.....	14
<b>Tabel 4.1</b> Neraca Massa Tangki Pencampuran mixer.....	30
<b>Tabel 4.2</b> Neraca Massa Elektrolizer .....	31
<b>Tabel 4.3</b> Neraca Massa Evaporator .....	31
<b>Tabel 4.4</b> Neraca Massa Kristalizer .....	32
<b>Tabel 4.5</b> Neraca Massa Centrifuge .....	33
<b>Tabel 4.6</b> Neraca Massa Rotary Dryer .....	34
<b>Tabel 4.7</b> Neraca Energi Tangki Pelarut mixer .....	35
<b>Tabel 4.8</b> Neraca Energi Heater.....	35
<b>Tabel 4.9</b> Neraca Energi Elektrolisis.....	36
<b>Tabel 4.10</b> Neraca Energi Cooler.....	36
<b>Tabel 4.11</b> Neraca Energi Kompresor.....	37
<b>Tabel 4.12</b> Neraca Energi Cooler 2.....	37
<b>Tabel 4.13</b> Neraca Energi Kompresor 2.....	38
<b>Tabel 4.14</b> Neraca Energi Evaporator .....	38
<b>Tabel 4.15</b> Neraca Energi Kristalizer .....	39
<b>Tabel 4.16</b> Neraca Energi Rotary Dryer.....	39
<b>Tabel 5.1</b> Kebutuhan Listrik .....	40
<b>Tabel 5.2</b> Kebutuhan Air Sanitasi .....	40
<b>Tabel 5.3</b> Kebutuhan Air Pendingin.....	41
<b>Tabel 5.4</b> Kebutuhan Steam.....	41
<b>Tabel 5.5</b> Kualitas Air Sungai .....	41
<b>Tabel 5.6</b> Persyaratan Air Umpan Boiler .....	46
<b>Tabel 5.7</b> Kehilangan Efisiensi Termal .....	47
<b>Tabel 5.8</b> Resin Yang Digunakan .....	48
<b>Tabel 6.1</b> Spesifikasi Warehouse NaCl.....	56
<b>Tabel 6.2</b> Spesifikasi Screw Conveyor.....	56
<b>Tabel 6.3</b> Spesifikasi Bucket Elevator .....	57
<b>Tabel 6.4</b> Spesifikasi Mixer .....	58
<b>Tabel 6.5</b> Spesifikasi Elektrolizer .....	59
<b>Tabel 6.6</b> Spesifikasi Tangki Penampungan NaOH.....	59
<b>Tabel 6.7</b> Spesifikasi Evaporator .....	60
<b>Tabel 6.8</b> Spesifikasi Kristalizer .....	61
<b>Tabel 6.9</b> Spesifikasi Centrifugal Filter .....	62

<b>Tabel 6.10</b> Spesifikasi Rotary Dryer .....	62
<b>Tabel 6.11</b> Spesifikasi Screw Conveyor Produk NaOH.....	63
<b>Tabel 6.12</b> Spesifikasi Warehouse NaOH .....	63
<b>Tabel 6.13</b> Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Hidrogen .....	64
<b>Tabel 6.14</b> Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Klorin.....	65
<b>Tabel 6.15</b> Spesifikasi Heater Larutan NaCl (HE-131) .....	66
<b>Tabel 6.16</b> Spesifikasi Cooler H <sub>2</sub> (CO-351) .....	66
<b>Tabel 6.17</b> Spesifikasi Kompresor H <sub>2</sub> ke Cooler 2 (C-361).....	67
<b>Tabel 6.18</b> Spesifikasi Cooler H <sub>2</sub> (CO-352).....	67
<b>Tabel 6.19</b> Spesifikasi pompa H <sub>2</sub> ke Cooler 3 (C-362) .....	68
<b>Tabel 6.20</b> Spesifikasi heater H <sub>2</sub> (CO-353) .....	69
<b>Tabel 6.21</b> Spesifikasi Heater Cl <sub>2</sub> (CO-354) .....	69
<b>Tabel 6.22</b> Spesifikasi pompa Cl <sub>2</sub> ke Cooler 5 (C-363).....	70
<b>Tabel 6.23</b> Spesifikasi heater Cl <sub>2</sub> (CO-355) .....	70
<b>Tabel 6.24</b> Spesifikasi pompa Cl <sub>2</sub> ke Cooler 6 (C-364).....	71
<b>Tabel 6.25</b> Spesifikasi heater Cl <sub>2</sub> (CO-356) .....	72
<b>Tabel 6.26</b> Spesifikasi pompa Cl <sub>2</sub> ke Cooler 7 (C-365).....	72
<b>Tabel 6.27</b> Spesifikasi Heater Cl <sub>2</sub> (CO-357) .....	73
<b>Tabel 6.28</b> Spesifikasi Pompa Cl <sub>2</sub> ke Cooler 8 (C-366).....	74
<b>Tabel 6.29</b> Spesifikasi Heater Cl <sub>2</sub> (CO-358) .....	74
<b>Tabel 6.30</b> Spesifikasi Pompa (P-1141) .....	75
<b>Tabel 6.31</b> Spesifikasi Pompa (P-1142) .....	75
<b>Tabel 6.32</b> Spesifikasi Pompa (P-1143).....	76
<b>Tabel 6.33</b> Spesifikasi Pompa (P-1144) .....	77
<b>Tabel 6.34</b> Spesifikasi Pompa (P-1145) .....	77
<b>Tabel 6.35</b> Spesifikasi Pompa Air Sungai (P-1001) .....	78
<b>Tabel 6.36</b> Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai (BP-1101) .....	78
<b>Tabel 6.37</b> Spesifikasi Pompa ke Unit <i>Raw Water</i> (P-1002) .....	79
<b>Tabel 6.38</b> Spesifikasi Tangki Pelarutan Alum (T-2202) .....	79
<b>Tabel 6.39</b> Spesifikasi Pompa Larutan Alum (P-1005) .....	80
<b>Tabel 6.40</b> Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor (T-2201) .....	80
<b>Tabel 6.41</b> Spesifikasi Pompa Larutan Kapur Tohor (P-1003) .....	81
<b>Tabel 6.42</b> Spesifikasi Tangki Pelarut Kaporit (T-2203) .....	81
<b>Tabel 6.43</b> Spesifikasi Pompa Larutan Kaporit .....	82
<b>Tabel 6.44</b> Spesifikasi Unit Pengolahan <i>Raw Water</i> (BP-2102) .....	82
<b>Tabel 6.45</b> Spesifikasi Pompa dari Unit pengolahan <i>Raw Water</i> .....	83
<b>Tabel 6.46</b> Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-3901) .....	84
<b>Tabel 6.47</b> Spesifikasi Pompa Air Bersih (P-1007).....	84
<b>Tabel 6.48</b> Spesifikasi Bak Penampungan Air Bersih (BP-3203) .....	85
<b>Tabel 6.49</b> Spesifikasi Pompa ke <i>Softener Tank</i> (P-1008).....	85
<b>Tabel 6.50</b> Spesifikasi <i>Softener Tank</i> (ST-4101).....	86
<b>Tabel 6.51</b> Spesifikasi Pompa ke Tangki Air Demin (P-1009).....	86

<b>Tabel 6.52</b> Spesifikasi Tangki Air Demin (TDW-4201).....	87
<b>Tabel 6.53</b> Spesifikasi Pompa Masuk <i>Cooling Tower</i> (P-1010) .....	87
<b>Tabel 6.54</b> Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-5101).....	88
<b>Tabel 6.55</b> Spesifikasi Pompa Daerator (P-1013).....	88
<b>Tabel 6.56</b> Spesifikasi Daerator (DE-5201) .....	89
<b>Tabel 6.57</b> Spesifikasi Pompa Masuk <i>Boiler</i> (P-1014) .....	89
<b>Tabel 6.58</b> Spesifikasi <i>Boiler</i> (B-5301).....	90
<b>Tabel 6.59</b> Spesifikasi Pompa Bahan Bakar Masuk <i>Boiler</i> (P-1015).....	90
<b>Tabel 8.1</b> Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i> .....	111
<b>Tabel 8.2</b> Jadwal Pembagian Shift Karyawan .....	112
<b>Tabel 8.3</b> Karyawan <i>Non Shift</i> .....	112
<b>Tabel 8.4</b> Karyawan <i>Shift</i> .....	113

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Hubungan Tahun dengan kebutuhan impor di indonesia .....	4
<b>Gambar 1.2</b> kebutuhan hidrogen pada pabrik metanol di indonesia .....	5
<b>Gambar 1.3</b> Lokasi Pabrik di Cilegon .....	6
<b>Gambar 1.4</b> Lokasi Pabrik di Jawa Timur .....	9
<b>Gambar 1.5</b> Lokasi pabrik di sidoarjo .....	12
<b>Gambar 2.1</b> Pembuatan hidrogen dengan proses biomass gasifikasi.....	17
<b>Gambar 2.2</b> Pembuatan hidrogen menggunakan proses gasifikasi .....	18
<b>Gambar 2.3</b> Pembuatan hidrogen menggunakan proses elektrolisis .....	20
<b>Gambar 3.1</b> Blok Diagram Pembuatan Hidrogen .....	25
<b>Gambar 3.2</b> Flowsheet Pra Rancangan Pabrik Hidrogen dari Natrium Klorida menggunakan Metode elektrolisis.....	28
<b>Gambar 4.1</b> Diagram alir Tangki Pencampuran .....	30
<b>Gambar 4.2</b> Diagram Alir Elektrolizer .....	30
<b>Gambar 4.3</b> Diagram alir Evaporator .....	31
<b>Gambar 4.4</b> Diagram Alir Kristalizer .....	32
<b>Gambar 4.5</b> Diagram Alir Centrifuge.....	33
<b>Gambar 4.6</b> Diagram Alir Rotary Dryer.....	34
<b>Gambar 4.7</b> Diagram Alir Tangki Pencampuran .....	35
<b>Gambar 4.8</b> Diagram Alir Heater.....	35
<b>Gambar 4.9</b> Diagram Alir Panas Elektrolizer .....	36
<b>Gambar 4.10</b> Diagram Alir Panas Cooler.....	36
<b>Gambar 4.11</b> Diagram Alir Panas Kompresor.....	37
<b>Gambar 4.12</b> Diagram Alir Panas Cooler 2.....	37
<b>Gambar 4.13</b> Diagram Alir Panas Kompresor 2 .....	38
<b>Gambar 4.14</b> Diagram Alir Panas Evaporator .....	38
<b>Gambar 4.15</b> Diagram Alir Panas Kristalizer .....	39
<b>Gambar 4.16</b> Diagram Alir Panas Rotary Dryer.....	39
<b>Gambar 5.1</b> Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi.....	43
<b>Gambar 5.2</b> Lapisan Kerak Pada Pipa.....	47
<b>Gambar 5.3</b> Blok Diagram Proses Pengolahan Air Proses.....	48
<b>Gambar 5.5</b> Blok Diagram Proses Pengolahan Limbah Cair .....	52
<b>Gambar 5.6</b> Flowsheet Utilitas Pabrik Hidrogen dari Natrium Klorida Melalui Metode Elektrolisis.....	55
<b>Gambar 7.1</b> Tata Letak Lingkungan Pabrik Hidrogen .....	93
<b>Gambar 7.2</b> Tata Peralatan Pabrik.....	94
<b>Gambar 7.3</b> <i>Safety Helmet</i> .....	99
<b>Gambar 7.4</b> <i>Safety Belt</i> .....	100
<b>Gambar 7.5</b> <i>Boot</i> .....	100
<b>Gambar 7.6</b> <i>Safety Shoes</i> .....	100

<b>Gambar 7.7</b> <i>Safety Gloves</i> .....	101
<b>Gambar 7.8</b> <i>Ear Plug</i> .....	101
<b>Gambar 7.9</b> <i>Safety Glasses</i> .....	101
<b>Gambar 7.10</b> <i>Respirator</i> .....	102
<b>Gambar 7.11</b> <i>Face Shield</i> .....	102
<b>Gambar 7.12</b> <i>Rain Coat</i> .....	102
<b>Gambar 8.1</b> Struktur Organisasi Perusahaan .....	105
<b>Gambar 9.1</b> Grafik <i>Break Event Point (BEP)</i> .....	119

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A NERACA MASSA .....	LA-1
LAMPIRAN B NERACA ENERGI.....	LB-1
LAMPIRAN C SPESIFIKASI PERALATAN .....	LC-1
LAMPIRAN D ANALISIS EKONOMI.....	LD-1

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Krisis energi yang melanda Indonesia dikarenakan karena jumlah penduduk yang semakin meningkat berpengaruh langsung terhadap konsumsi bahan bakar. Energi yang berasal dari fosil termasuk energi yang tidak dapat diperbaharui sehingga semakin menipis. Disisi lain, isu lingkungan global yang menuntut tingkat kualitas lingkungan yang lebih baik, mendorong berbagai pakar energi untuk mengembangkan energi yang lebih ramah lingkungan dan mendukung keamanan pasokan berkesinambungan. Hidrogen sangat dimungkinkan menjadi alternatif bahan bakar masa depan. Proses produksi hidrogen dapat dilakukan secara biologi maupun secara kimiawi. Secara biologi (bioteknologi) adalah teknik pendayagunaan organisme hidup atau bagiannya untuk membuat atau memodifikasi suatu produk dan meningkatkan/ memperbaiki sifat organisme untuk penggunaan dan tujuan khusus seperti untuk pangan, farmasi dan energi (Siregar, 2010).

Pada tahun 2013, cadangan gas bumi nasional adalah 150,4 tscf (*trillions standard cubic feet*), dengan cadangan terbukti sebesar 101,5 tscf dan cadangan potensial sebesar 48,9 tscf. Produksi gas bumi Indonesia pada tahun 2013 adalah sebesar 8.130 mmscfd (*million metric standard cubic feet per day*). Hal ini berarti dengan asumsi tidak adanya penemuan cadangan gas baru, maka usia gas bumi Indonesia sekitar 34 tahun lagi. Sehingga, dibutuhkan solusi berupa Energi Baru Terbarukan (EBT) yang potensial dan ramah lingkungan sebagai suplai energi di Indonesia (Wahyono .Y dkk, 2017).

Gas hidrogen ( $H_2$ ) dapat diperoleh salah satunya dengan metode elektrolisis air. Pemisahan gas hidrogen ( $H_2$ ) dari molekul air dengan cara memasukkan arus listrik dengan besaran yang sesuai sehingga gas oksigen dan hidrogen dapat terpisahkan. Air dapat berupa air tawar dan air asin (air laut) yang merupakan bagian terbesar di bumi ini. Di dalam lingkungan alam proses, perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan



istilah siklus hidrologi. Elektrolisis adalah metode sederhana produksi hidrogen. Arus listrik lemah dialirkan melalui listrik, dan gas oksigen terbentuk di anoda sementara gas hidrogen terbentuk di katoda. Biasanya katoda terbuat dari platina atau logam inert lainnya ketika hidrogen diproduksi untuk disimpan. Namun jika gas akan dibakar ditempat, oksigen yang dihasilkan harus mendukung pembakaran, sehingga kedua elektroda harus terbuat dari bahan inert. Efisiensi maksimum teoritis adalah antara 80-94 % (Fazlunnazar M dkk, 2020).

Metode elektrolisis merupakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Komponen terpenting dari sebuah elektrolisis adalah elektroda dan larutan elektrolit. Proses elektrolisis berjalan sangat lambat sehingga perlu diupayakan cara-cara untuk meningkatkan efisiensi produk, misalnya dengan penambahan zat terlarut yang bersifat elektrolit zat terlarut tersebut misalnya garam (Fazlunnazar M dkk, 2020).

Pendirian pabrik Hidrogen dari bahan baku natrium klorida ini akan memberikan keuntungan secara bisnis karena harga bahan baku yang murah yaitu US\$ 1-1,3 kg. Metrik dengan harga produk yang dihasilkan sebesar US\$ 2-2,5/Kg dan produk samping masih memiliki nilai jual (Alibaba, 2022).

Selain itu pendirian pabrik ini tentunya juga akan memberikan keluasan dalam terbukanya lapangan kerja. Banyaknya prospek kerja dibutuhkan pada perusahaan ini akan menghasilkan penurunan dari jumlah angka pengangguran yang cukup besar di Indonesia. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat jumlah dari angka pengangguran di wilayah Indonesia yaitu sebesar 9,1 juta orang pada bulan Agustus 2021. Oleh karena itu, pendirian dari perusahaan pabrik hidrogen ini akan memberikan kesempatan terutama bagi masyarakat daerah atau sekitar untuk membuka lapangan kerja dan mengurangi nilai dari angka pengangguran.

## **1.2 Kapasitas Rancangan**

Menentukan kapasitas produksi perancangan pabrik Hidrogen berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

### **1.2.1 Kapasitas Pabrik Yang Sudah Ada**

Daftar pabrik Hidrogen yang ada di beberapa negara dapat dilihat pada **Tabel 1.1**

**Tabel 1.1** Daftar Pabrik Penghasil Hidrogen di Dunia

<b>Nama perusahaan</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)</b>	<b>Sumber</b>
Borsod Chem MCHZ	Republik Cheko	55.478.719	www.borsodchem-cz.com
Luoyang Petrochemical Engineering	Cina	369.686.260	www.blomberg.com
Air Liquide Large Industries U.S L.P	Amerika	131.478.377	www.airliquide.com
Dalian West Pacific	Cina	554.477.830	www.cnpc.com
Sincrudos de Oriente's (SINCOR) oil	Venezuela	1.848.225.060	https://ucpcdn.thyssenkrupp.com

### 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Natrium klorida, juga dikenal dengan garam dapur atau halit adalah senyawa kimia dengan rumus molekul NaCl, mewakili perbandingan 1:1 ion natrium dan klorida. Dengan massa molar masing-masing 22,99 dan 35,45 g/mol, 100 g NaCl mengandung 39,34 g Na dan 60,66 g Cl. Bahan baku pembuatan Hidrogen adalah natrium klorida (NaCl). Data produksi pabrik penghasil NaCl dapat dilihat pada **Tabel 1.2**

**Tabel 1.2** Data Produksi Pabrik Natrium klorida (NaCl)

<b>Nama Perusahaan</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kapasitas (Ton/Tahun)</b>
PT. Cheetham Garam Indonesia	Cilegon	800.000
PT. Garam	Jawa Timur	500.000
PT. Toya Indo Manunggal	Sidoarjo	250.000

(sumber : source [www.google.com](http://www.google.com))

### 1.2.3 Kebutuhan Pasar

Berdasarkan data ekspor dan impor Hidrogen di Indonesia dapat dilihat bahwa kebutuhan untuk Hidrogen masih cukup besar. Hal ini dapat dilihat pada **Tabel 1.3**

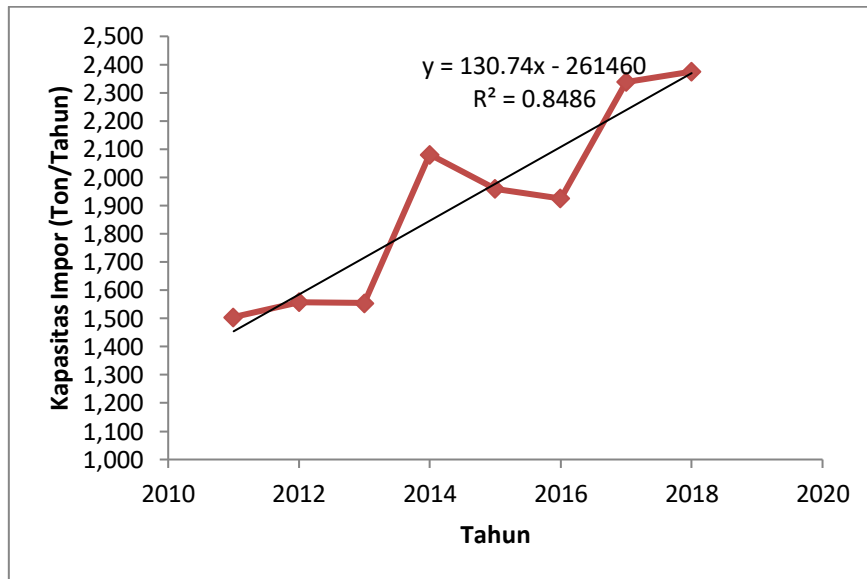
**Tabel 1.3** Kebutuhan Ekspor dan Impor Hidrogen di Indonesia

<b>Tahun</b>	<b>Data Impor Hidrogen (Ton/Tahun)</b>
--------------	--

2011	1.505
2012	1.558
2013	1.554
2014	2.081
2015	1.960
2016	1.925
2017	2.338
2018	2.375
2019	0,4
2020	0,5

(Sumber: Badan Pusat Statistik .2020)

Dari data kebutuhan hidrogen di Indonesia tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara tahun dengan kebutuhan hidrogen import dapat dilihat pada **Gambar 1.1**



**Gambar 1.1** Hubungan Tahun dengan Kebutuhan Impor di Indonesi

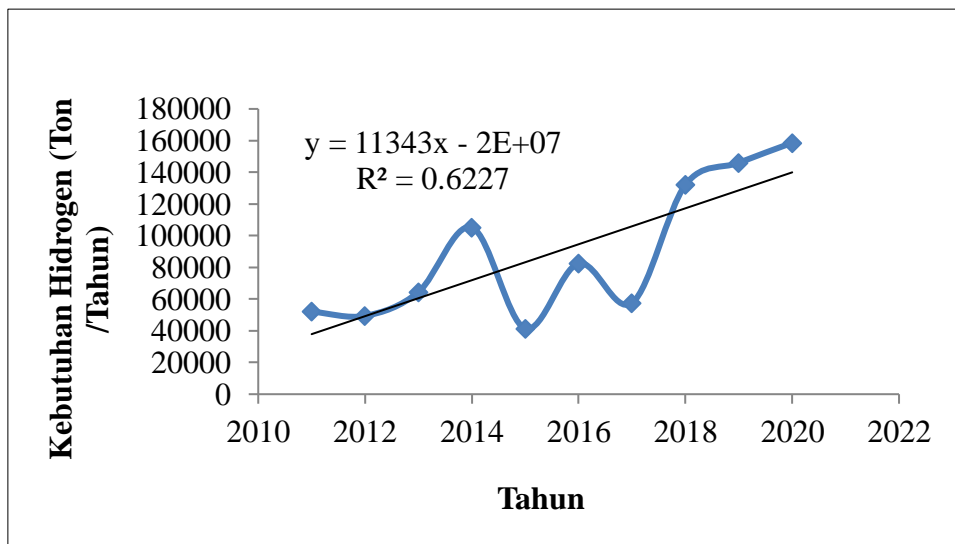
Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa data impor pada tahun 2011 hingga 2018 mengalami kenaikan setiap tahunnya. Permintaan hidrogen pada tahun 2020 adalah ~90 Mt, dengan lebih dari 70 Mt digunakan sebagai hidrogen murni dan kurang dari 20 Mt dicampur dengan gas yang mengandung karbon dalam produksi metanol dan manufaktur baja. Hampir semua permintaan ini untuk pemurnian dan keperluan industri. Kebutuhan hidrogen pada pabrik methanol dapat dilihat pada **Tabel 1.4**

**Tabel 1.4** Kebutuhan Hidrogen pada Pabrik Methanol

Tahun	Ton/Tahun
2011	52.086
2012	49.428
2013	64.451
2014	105.204
2015	41.415
2016	82.481
2017	57.575
2018	132.117
2019	146.029
2020	158.629

(Sumber : Badan Pusat Statistik .2020)

Dari data kebutuhan hidrogen pada pabrik methanol dapat dibuat grafik hubungan antara tahun dengan kebutuhan hidrogen pada pabrik methanol dapat dilihat pada **Gambar 1.2**



**Gambar 1.2** Grafik Kebutuhan hidrogen pada pabrik metanol di Indonesia

Berdasarkan **Tabel 1.4** kebutuhan hidrogen pada pabrik metanol maka dapat ditentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2030 dapat diperoleh melalui persentase jumlah kebutuhan setiap tahun maka diprediksi kebutuhan hidrogen pada pabrik metanol pada tahun 2030 sebesar 88.941 Ton/Tahun. Produksi hidrogen yang direncanakan dapat mencukupi 27% dari penggunaan hidrogen pada tahun 2030 yaitu sebesar 24.000 Ton/Tahun.

### 1.3 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting. Dalam pemilihan lokasi pabrik digunakan analisa SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, dan Threat*). Pabrik Hidrogen ( $H_2$ ) direncanakan berdiri di tiga lokasi alternatif yaitu Cilegon, Jawa timur, Sidoarjo. Dalam penentuan rencana lokasi berdiri pabrik Hidrogen bergantung pada faktor-faktor yang dipertimbangkan sesuai dengan uraian masing-masing lokasi alternatif sebagai berikut:

#### 1.3.1 Alternatif Lokasi 1 kota Cilegon, Banten, dapat dilihat pada **Gambar 1.3**



**Gambar 1.3** Ramanuju Kec. Purwakarta, Kota Cilegon, Banten.  
**Sumber :** (maps.google.com)

Analisa Ramanuju Kec. Purwakarta, Kota Cilegon, Banten dapat dilihat pada **Tabel 1.5**

**Tabel 1.5** Analisa SWOT Daerah Ramanuju Kec. Purwakarta, Kota Cilegon, Banten

Variabel	Internal		Eksternal	
	<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunity</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Tantangan)
Bahan baku	Dekat dengan sumber bahan baku PT. Cheetham Garam Indonesia	Potensi Surya rendah	Ketersediaan utilitas memadai.	Potensi Surya Rendah
Pemasaran	Dekat dengan gerbang Tol Merak Dekat dengan Pelabuhan Merak Pertumbuhan ekonomi regional (PDRB) yang stabil, sehingga memberikan investasi regional yang kondusif.	-	Pemasaran produk sangat banyak  Pertumbuhan ekonomi Indonesia yang stabil.	-
Utilitas	Kemampuan pengelolaan lingkungan yang lebih baik dibanding provinsi lainnya. Dekat dengan waduk Infrastruktur (dermaga, jalan, pelabuhan, ketersediaan energi listrik dll sudah memadai.	-	Lokasi di dekat perairan laut sehingga memudahkan dalam segi utilitas.	Iklm dan potensi bencana tidak stabil.
Tenaga kerja	Sumber daya manusia sebagai angkatan kerja yang dimiliki memadai	Kualitas masyarakat sekitar sebagai tenaga kerja dengan	Bisa meningkatkan kompetensi	Harus bisa mengoptimalkan kompetensi

	dengan jumlah penduduknya yang banyak.	grade mampu masih minim.	masyarakat sekitar dalam menjadi tenaga kerja untuk proses pengolahan hidrogen	tenaga kerja dalam bentuk pelatihan yang banyak
--	--	--------------------------	--	---

**1.3.2** Alternatif Lokasi Kab. Sumenep, Jawa Timur dapat dilihat pada **Gambar 1.4**



**Gambar 1.4** Kalianget Kec. Kalianget Kab. Sumenep, Jawa Timur  
**Sumber :** (maps.google.com)

Analisa Kalianget Kec. Kalianget Kab. Sumenep, Jawa Timur dapat dilihat pada **Tabel 1.6**

**Tabel 1.6** Analisa SWOT Daerah Kalianget Kec. Kalianget Kab. Sumenep, Jawa Timur

Variabel	Internal		Eksternal	
	<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunity</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Tantangan)

Bahan baku	Dekat dengan sumber bahan baku dari PT Garam Dekat dengan sumber bahan baku garam dari PT sekitar	Sumber air waduk		Ketersediaan bahan pendukung terbatas
Pemasaran	Wilayah yang dekat dengan stasiun pelabuhan Kalingat sekitar 2 KM Pertumbuhan ekonomi regional (PDRB) yang stabil, sehingga memberikan investasi regional yang kondusif.	-	Pemasaran produk sangat banyak Pertumbuhan ekonomi Indonesia yang stabil.	Kompetitor penjualan tinggi
Utilitas	Kemampuan pengelolaan lingkungan yang lebih baik dibanding provinsi lainnya. Infrastruktur (dermaga, jalan, pelabuhan, ketersediaan energi listrik dll sudah memadai.	-	Lokasi di dekat perairan laut sehingga memudahkan dalam segi utilitas.	Iklm dan potensi bencana tidak stabil.



Tenaga kerja	Sumber daya manusia sebagai angkatan kerja yang dimiliki memadai dengan jumlah penduduknya yang banyak.	Kualitas masyarakat sekitar sebagai tenaga kerja dengan grade mampu masih minim.	Bisa meningkatkan kompetensi masyarakat sekitar dalam menjadi tenaga kerja untuk proses pengolahan hidrogen	Harus bisa mengoptimalkan kompetensi tenaga kerja dalam bentuk pelatihan yang banyak
--------------	---	--	---	--

**1.3.3** Alternatif Lokasi 3 Mojokerto Kab. Sidoarjo, Jawa Timur dapat dilihat pada **Gambar 1.5**



**Gambar 1.5** Mojokerto Kec. Taman Kab. Sidoarjo Jawa Timur  
Sumber : (maps.google.com)

Analisa Mojokerto Kec. Taman Kab. Sidoarjo Jawa Timur dapat dilihat pada **Tabel 1.7**

**Tabel 1.7** Analisa SWOT Daerah Mojokerto Kec. Taman Kab. Sidoarjo Jawa Timur

Variabel	Internal		Eksternal	
	<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunity</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Tantangan)
Bahan baku	Dekat dengan sumber bahan baku dari PT. Toya Indo Manunggal Potensi Surya Tinggi	Bahan Baku pendukung sangat sedikit	-	Bahan baku pendukung sangat sedikit
Pemasaran	Pertumbuhan ekonomi regional (PDRB) yang stabil, sehingga memberikan investasi regional yang kondusif.	Pemasaran produk sedikit	Pertumbuhan ekonomi Indonesia yang stabil.	Pemasaran produk sedikit
Utilitas	Infrastruktur (dermaga, jalan, pelabuhan, ketersediaan energi listrik dll tidak memadai.	Disekitar lokasi tidak ada perairan		Iklm dan potensi bencana tidak stabil.
Tenaga kerja	Sumber daya manusia sebagai angkatan kerja yang dimiliki memadai dengan jumlah penduduknya yang banyak.	Kualitas masyarakat sekitar sebagai tenaga kerja dengan grade mampu masih minim.	Bisa meningkatkan kompetensi masyarakat sekitar dalam menjadi tenaga kerja untuk proses pengolahan hidrogen	Harus bisa mengoptimalkan kompetensi tenaga kerja dalam bentuk pelatihan yang banyak