

**PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN HYDROGEN CHLORIDE
KAPASITAS 125.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti
Ujian Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

OLEH :

CHOIRIANSYAH PUTRA

03101003031

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

INDERALAYA

2015

**PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN HYDROGEN CHLORIDE
KAPASITAS 125.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti
Ujian Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

OLEH :

CHOIRIANSYAH PUTRA

03101003031

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

INDERALAYA

2015

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi rahmat, karunia, lindungan dan bimbingan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Pra Rencana Pabrik Pembuatan Hydrogen Chloride Kapasitas 125.000 Ton/Tahun**”.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Selama waktu penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak menerima bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Kedua Orang tua tercinta dan Kakak tersayang yang telah memberikan doa dan dukungan.
- 2) Ibu Dr. Hj. Tuty Emilia A., ST. MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
- 3) Ibu Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia
- 4) Ibu Dr. Novia, S.T, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia
- 5) Bapak Ir. H. Abdullah Saleh, M.S, M.Eng, dan Ibu Lia Cundari, S.T, M.T selaku Koordinator Tugas Akhir.
- 6) Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan bantuan.
- 7) Seluruh teman-teman Teknik Kimia seperjuangan khususnya ‘Black Team’ yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat.

Akhirnya, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Inderalaya, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
INTISARI	x
<u>BAB I</u> PEMBAHASAN UMUM	1
1.1. Pendahuluan.....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan Hydrogen Chlorine.....	1
1.3. Tujuan Pendirian Pabrik	2
1.4. Macam-macam Proses Pembuatan	2
1.5. Sifat-sifat Fisika dan Kimia.....	4
1.5.1. Hidrogen	4
1.5.2. Chlorine	4
1.5.3. Air.....	5
1.5.4. Carbon dioksida.....	5
1.5.5. Hydrogen Chloride.....	5
<u>BAB II</u> PERENCANAAN PABRIK	6
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	6
2.2. Pemilihan Kapasitas	7
2.3. Pemilihan Bahan Baku	8
2.4. Pemilihan Proses	8
2.5. Uraian Proses	9
2.5.1. Tahap Persiapan.....	9
2.5.2. Tahap Reaksi	9
2.5.3. Tahap Pemurnian.....	10
<u>BAB III</u> LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	12
3.1. Lokasi Pabrik	12
3.2. Tata Letak Pabrik.....	13
3.3. Perincian Luas Area.....	14

<u>BAB IV</u>	NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	<u>19</u>
	4.1. Neraca Massa.....	<u>19</u>
	4.2. Neraca Panas.....	<u>23</u>
<u>BAB V</u>	UTILITAS	<u>29</u>
	5.1. Unit Pengolahan Air	<u>29</u>
	5.1.1. Air Pendingin.....	<u>29</u>
	5.1.2. Air Umpan Boiler	<u>31</u>
	5.1.3. Air domestik	<u>32</u>
	5.1.4. Air Proses	<u>32</u>
	5.1.5. Total Air yang disuplai	<u>32</u>
	5.2. Amoniak Pendingin.....	<u>33</u>
	5.3. Unit Penyediaan <i>Steam</i>	<u>33</u>
	5.4. Unit Penyediaan Tenaga Listrik	<u>33</u>
	5.4.1. Peralatan	<u>33</u>
	5.4.2. Penerangan Pabrik	<u>33</u>
	5.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	<u>35</u>
	5.5.1. Bahan Bakar Boiler	<u>35</u>
	5.5.2. Bahan Bakar untuk Generator	<u>36</u>
	5.5.3. Total Kebutuhan Bahan Bakar	<u>36</u>
<u>BAB VI</u>	SPESIFIKASI PERALATAN	<u>38</u>
<u>BAB VII</u>	ORGANISASI PERUSAHAAN	<u>69</u>
	7.1. Bentuk Perusahaan	<u>69</u>
	7.2. Struktur Organisasi	<u>69</u>
	7.3. Manajemen Perusahaan	<u>70</u>
	7.3.1. Kepegawaian	<u>70</u>
	7.4. Sistem Kerja	<u>71</u>
	7.5. Metode Penentuan Jumlah Pekerja	<u>72</u>
	7.5.1. Direct Operating Labor	<u>72</u>
	7.5.2. Indirect Operating Labor	<u>74</u>
<u>BAB VIII</u>	ANALISA EKONOMI.....	<u>77</u>
	8.1. Profitabilitas	<u>78</u>
	8.1.1. Perhitungan Annual Cash Flow	<u>78</u>
	8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal	<u>79</u>
	8.2.1. Lama Pengangsuran Pengembalian Modal	<u>79</u>
	8.2.2. Pay Out Time (POT).....	<u>80</u>
	8.3. Total Modal Akhir	<u>81</u>
	8.3.1. Net Profit Over Total life of Project (NPOTLP)	<u>81</u>
	8.3.2. Total Capital Sink (TCS)	<u>82</u>
	8.4. Laju Pengembalian Modal.....	<u>83</u>

8.5. Break Even Point (BEP)	84
-----------------------------------	----

BAB IX TUGAS KHUSUS	<u>88</u>
BAB X KESIMPULAN	104
DAFTAR NOTASI	105
DAFTAR PUSTAKA	114
LAMPIRAN	116

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Perbandingan Proses	4
Tabel 2.1 Data Impor Hydrogen Chlorine	7
Tabel 7.1 Jadwal Kerja Masing-masing Regu	71
Tabel 7.2 Perincian Jumlah Karyawan.....	74
Tabel 8.1 Angsuran Pengembalian Modal TCI.....	80
Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi	86
Tabel L.4.1 Indeks Harga Tahun 1987-2002	431
Tabel L.4.2 Indeks Harga Tahun 2003-2019	432
Tabel L.4.3 Daftar Harga Peralatan	433
Tabel L.4.4 Daftar Gaji Karyawan Per Bulan.....	436

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Grafik Kebutuhan Hydrogen Chloride di Indonesia	7
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pendirian Pabrik	15
Gambar 3.2. Peta Lokasi Pendirian Pabrik detail	16
Gambar 3.3. Tata Letak Pabrik	17
Gambar 3.4. Layout Peralatan	18
Gambar 7.1. Jumlah Buruh <i>direct operating</i>	73
Gambar 7.2. Struktur Organisasi Perusahaan	76
Gambar 8.1. Penentuan Break Even Point (BEP)	85
Gambar 9.1. Reaktor Turbular	96
Gambar 9.2. Reaktor Fluidized Bed.....	97
Gambar 9.3. Katalis Bed dan Aliran di Fixed Bed Reaktor.....	97
Gambar 9.4. Reaktor Batch	98
Gambar 9.5. Reaktor Alir Pipa.....	98
Gambar 9.6. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk	99
Gambar 9.7. Reaktor Semi Batch	100

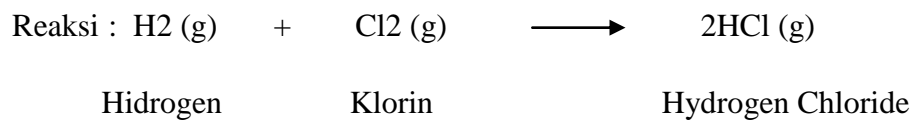
DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Perhitungan Neraca Massa.....116
Lampiran 2	Perhitungan Neraca Panas.....143
Lampiran 3	Perhitungan Spesifikasi Peralatan.....199
Lampiran 4	Perhitungan Ekonomi431
Lampiran 5	Perhitungan Jumlah Karyawan.....439
Lampiran 6	Perhitungan Luas Area Pabrik.....440
Lampiran 7	Perhitungan Harga Bahan Baku dan Produk.....447

INTISARI

Pabrik Hydrogen Chloride direncanakan berlokasi di Jl. Raya Lambuan, Panimbang, Provinsi Banten, Indonesia. Pabrik ini meliputi area seluas 6 Ha dengan kapasitas 125.000 ton per tahun.

Proses pembuatan Hydrogen Chloride dilakukan melalui proses direct antara klorin dan hidrogen yang berlangsung di Reaktor (R-01) pada temperatur 1250 oC dan tekanan 4 atm dengan reaksi sebagai berikut :



Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi line and staff, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 173 orang.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, maka Pabrik Pembuatan Hydrogen Chloride ini dinyatakan layak didirikan. Dengan analisa Ekonomi berikut:

Investasi	= US \$ 26.736.355,35
Hasil penjualan per tahun	= US \$ 98.130.485,60
Biaya produksi per tahun	= US \$ 69.981.807,47
Laba bersih per tahun	= US \$ 18.296.640,78
Pay Out time	= 1,6 tahun
Rate of return on investment	= 68,43%
Break Even Point	= 34,14%
Service Life	= 11 tahun

BAB 1

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Latar Belakang

Negara Indonesia adalah salah satu negara dari ASEAN (*Association of South East Asian Nation*) yang memiliki potensi baik dari segi letak geografis, wilayah yang agraris dan sumber daya alam yang melimpah. Hal ini dapat menjadi daya tarik investor asing dapat melakukan ekspansi ke dalam negeri. Di Indonesia, pertumbuhan kegiatan industri terus mengalami peningkatan baik secara kualitas maupun kuantitas, dengan meningkatnya laju pertumbuhan pada sektor industri diharapkan dapat membangun ekonomi nasional. Pembangunan industri kimia diharapkan pula dapat mengurangi ketergantungan untuk membeli bahan kimia dari luar negeri, mengurangi devisa negara, dan dapat mengekspor ke luar negeri, serta memberikan peluang untuk lapangan pekerjaan sehingga dapat mengurangi jumlah pengangguran.

Hydrogen Chloride mempunyai rumus molekul HCl, dan merupakan salah satu larutan asam kuat, yang memiliki sifat korosif. Hydrogen Chloride digunakan sebagai *intermediate*, atau sebagai katalis dalam proses pembuatan produk petrokimia seperti alkyl benzene, ethyl benzene, alkyl aryl ketone, ethyl chloride. Hydrogen Chloride banyak digunakan sebagai bahan penunjang pada industri farmasi, industri pengolahan karet, industri tekstil, industri kimia organik, dan industri minyak pelumas. Ditinjau dari industri yang memerlukan Hydrogen Chloride maka mendorong dilakukannya penambahan jumlah pabrik Hydrogen Chloride untuk menghindari produk impor dari luar negeri. Dengan meninjau kebutuhan tersebut, maka pabrik Hydrogen Chloride berpotensi untuk dibangun di Indonesia.

1.2. Sejarah Perkembangan

Senyawa Asam klorida ditemukan pertama kali pada 800 sebelum masehi dari seorang ahli kimia yang bernama Jabir bin Hayaan (Geber) menggunakan

cara pencampuran antara asam sulfat dan natrium klorida. Ia mendapatkan sejumlah zat-zat kimia penting lainnya, kemudian penemuannya disimpan ke dalam lebih dari dua puluh buku. Pada abad pertengahan, asam klorida diketahui oleh banyak ahli kimia dari Eropa sebagai *spirit of salt*. Produksi asam klorida secara terus-menerus dicatat oleh Bailiys Valentinus pada abad ke -15.

Pada abad ke-17, Johann Rudolf Glauber dari Karistadt am Main, Jerman menggunakan natrium klorida dan asam sulfat untuk membuat natrium sulfat melalui proses Mannheim. Proses ini akan melepaskan gas Hydrogen klorida sebagai produk sampingnya. Joseph Priestley dari Leeds berhasil menghasilkan Hydrogen klorida murni pada tahun 1772. Pada tahun 1818, Humphry Davy dari Penzance, Inggris membuktikan bahwa komposisi zat kimia zat tersebut terdiri dari Hydrogen dan klorin. Semasa revolusi industri di Eropa, permintaan atas senyawa-senyawa alkalin meningkat. Proses industri baru yang memperbolehkan produksi natrium karbonat (soda abu) dalam skala besar berhasil dikembangkan oleh Nicolas Leblanc. Dalam proses Leblanc, natrium klorida diubah menjadi natrium karbonat menggunakan asam sulfat, batu kapur, dan batubara.

1.3. Tujuan Pendirian Pabrik

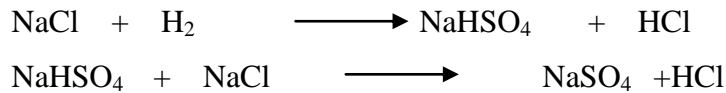
- 1) Menciptakan lapangan pekerjaan.
- 2) Menciptakan pemerataan usaha dengan memacu pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan bahan baku Vinil Klorida Monomer, Ethyl Chloride, dan Magnesium Klorida.
- 3) Mampu memenuhi kebutuhan nasional sehingga dapat mengurangi angka impor Hydrogen Chloride.
- 4) Meningkatkan devisa negara.
- 5) Meningkatkan pendapatan per kapita melalui sektor industri.

1.4. Macam-Macam Proses Pembuatan

Beberapa proses pembuatan Hydrogen chloride yang telah dilakukan, antara lain :

1.4.1. Proses Salt-Sulfuric Acid

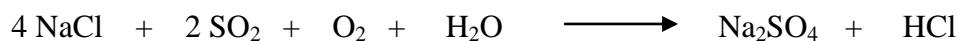
Pada proses ini terjadi 2 tahap reaksi, yaitu :



Reaksi kedua bersifat endotermik sehingga dibutuhkan temperatur yang cukup tinggi sehingga diperlukan beberapa furnace dengan tipe yang berbeda.

1.4.2. Proses *Hargreaves*

Pada proses ini digunakan bahan baku garam, SO₂, udara, dan air dengan reaksi :



Reaksi yang terjadi bersifat endotermik dan reaktan yang masuk harus dinaikkan temperaturnya sampai 450°C - 540°C.

1.4.3. Proses *Direct Sintetic H₂ dan Cl₂*

Prinsip dari proses ini adalah proses yang mereaksikan Hydrogen dan Klorin secara langsung dalam suatu reaktor. Produk HCl yang dihasilkan pada proses ini mempunyai konsentrasi yang relatif tinggi ±20° baume. Reaksi yang terjadi antara H₂ dan Cl₂ sangat endotermik, sehingga reaktor biasanya dilengkapi dengan suatu sistem pemanas. Gas HCl yang dihasilkan diturunkan temperaturnya dalam suatu cooler. Gas tersebut kemudian dipisahkan dari gas inert lain dalam suatu absorber sehingga produk yang di dapat mempunyai kemurniaan yang tinggi.

Tabel 1.1 Perbandingan Proses

No.	Uraian	Uraian Proses		
		Salt Sulfuric Acid	Hargreaves	Direct H ₂ , Cl ₂
1	Bahan Baku	NaCl, H ₂	NaCl, H ₂ , O ₂	H ₂ , Cl ₂
2	Temperatur (T) & Tekanan (P)	1000°C	450-540 °C	1250 °C
		1 atm	1 atm	4 atm
3	Kemurnian Produk	36,8%	32%	99,99%
4	Konversi	-	-	99%

1.5. Sifat Kimia dan Fisika

1.5.1. Hidrogen

Rumus Molekul	: H ₂
Berat Molekul	: 2,016 gr/mol
Normal Boiling Point	: -252,222 °C
Melting Point	: -258,88 °C
Temperatur Kritis	: -239,444 °C
Tekanan Kritis	: 187,961 psia
Volume Kritis	: 1,041 ft ³ /lbmol
Specific Gravity	: 0,07
Panas Penguapan	: 388,546 Btu/lbmol

1.5.2. Chlorine

Wujud	: Gas
Rumus Molekul	: Cl ₂
Berat Molekul	: 70,906
Densitas, g/L (0 °C)	: 3.209
Titik Didih, °C	: -34,6
Titik Leleh, °C	: -101,6
Temperatur kritis, °C	: 144

Tekanan Kritis, atm : 76,1

1.5.3. Air

Rumus Molekul : H₂O
Fase : Liquid
Berat Molekul : 18,02 gr/mol
Normal Boiling Point : 100 °C
Freezing Point : 0 °C
Temperatur Kritis : 373,85 °C
Tekanan Kritis : 220,5 bar
Densitas Liquid : 724,85 °C

1.5.4. Karbondioksida

Rumus Molekul : CO₂
Berat Molekul : 44,01 gr/mol
Fase : Gas
Warna : Tidak bewarna
Titik Didih : - 80 °C
Titik Leleh : -56.5 °C
Temperatur kritis : 304,2 °C
Tekanan kritis : 73,8 atm
Densitas : 1,153 kg/m³
Energi Pembentukan : - 393,77 kJ/mol

1.5.5. Hydrogen Chloride

Rumus Molekul : HCl
Berat Molekul : 36,46 gr/mol
Fase : Gas
Warna : Tidak bewarna
Titik Didih : - 85 °C
Titik Leleh : -114,22 °C
Densitas : 1,49 kg/m³
Tekanan Uap : 4352 kPa

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2009. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- _____. 2010. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- _____. 2011. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- _____. 2012. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- _____. 2013. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- Coulson, J.M. Richardson, Sinnott, R.K. 1983. *Chemical Engineering Volume 6 (SI Units) Design*. Oxford: Pergamon Press.
- Felder, Richard M. and Rousseau, Ronald W. 2000. *Elementary Principles of Chemical Process, 3rd Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Fogler, S. 1992. *Elements of Chemical Reaction Engineering, 2nd Edition*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Ismail, Syarifuddin. 1996. *Alat Industri Kimia, Cetakan Ketiga*. Palembang: Penerbit Unsri. ISBN 979-587-168-4.
- Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw-Hill International Edition.
- Levenspiel, Octave. 1973. *Chemical Reaction Engineering, 2nd Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Perry, R.H. and Green, D. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th Edition*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Peter, M. S., and Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering, 4th Edition*. New York : Mc Graw Hill International Book Co
- Smith, J.M. 1981. *Chemical Engineering Kinetics, 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.

Smith, J.M. Ness, Van H.C. and Abbott, M.M.1996. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 5th Edition. New York: McGraw-Hill.

Treybal, R.E.1987. *Mass Transfer Operations*, 3rd Edition. Rhode Island: McGraw-Hill Book Co.

US Patent No. 0259796 A1. Jae Kun Lee et al. 2013. *Method and System for Producing High-Purity Hydrogen Chloride*. Diakses pada 10 September 2014 dari <http://www.uspto.gov/>

US Patent No. 3,085,860. Armih Jacobowsky et al. 1953. *Process for Preparing Hydrogen Chloride*. Diakses pada 20 November 2014 dari <http://www.uspto.gov/>

US Patent No. 2,886,413. Kurt Sennewald et al. 1959. *Process for the Production Under Pressure of dry Gaseous Hydrorate Aquoeus Hydrochloric Acid*. Diakses pada 12 Desember 2014 dari <http://www.uspto.gov/>

US Patent No. 8,551,299 B2. Majid Keshavarz et al. 2013. *Methods of Producing Hydrochloric Acid from Hydrogen Gas and Chlorine Gas* Diakses pada 18 Desember 2014 dari <http://www.uspto.gov/>

US Patent No. 2,444,256. Earl S. Hil et al. 1948. *Process for Manufacturing Hydrogen Chloride*. Diakses pada 17 Desember 2014 dari <http://www.uspto.gov/>

Vilbrandt, Frank C, and Charles E.D.1959. *Chemical Engineering Plant Design*. Fourth Edition, Mcgraw Hill, Tokyo.

Walas, Stanley M. 1988. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. USA : Butterworth Publishers.

www.alibaba.com. Manufacturers, Suppliers, Exporters & Importers from the world's largest online. Diakses pada tanggal : 6 Mei 2015

www.ciptakarya.pu.go.id. Peraturan Daerah Provinsi Banten Nomor 2 Tahun 2011. Diakses pada tanggal : 20 April 2015

www.matche.com. Chemical Equipment Price. Diakses pada tanggal : 6 Mei 2015

www.urbanindo.com. Tanah Dijual Industrial Estate Cilegon Banten . Diakses pada tanggal : 20 Mei 2015