



KATA PENGANTAR

Dengan mengucap syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik dengan judul “Pabrik HCl Dari Hidrogen dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic Hydrogen and Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun” dimana tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum program studi S-1 Teknik Kimia dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Pada penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dalam bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik & Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Ir. Sutiyono, MT., Ibu Ir. Caecilia Pujiastuti, MT., dan Ibu Ir. Nana Dyah Siswati, M.Kes., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
5. Keluarga besar terutama kedua orang tua memberikan semangat dan doa dalam penyusunan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini.
6. Silviya Nur Ridha selaku partner dan segenap pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini.

Penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan serta fasilitas yang telah diberikan sehingga menyadari laporan akhir pra rancangan pabrik ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu, membutuhkan saran dan kritik yang membangun untuk memperbaiki laporan ini. Akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic
Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknik dan Sains Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 9 September 2024

Penulis



DAFTAR ISI

| | |
|--|---------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL..... | vii |
| INTISARI..... | vii |
| BAB I PENDAHULUAN | I-1 |
| BAB II SELEKSI DAN URAIAN ROSES | II-1 |
| BAB III NERACA MASSA | III-1 |
| BAB IV NERACA PANAS..... | IV-1 |
| BAB V SPESIFIKASI ALAT..... | V-1 |
| BAB VI INSTRUMEN DAN KESELAMATAN KERJA | VI-1 |
| BAB VII UTILITAS | VII-1 |
| BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK | VIII-1 |
| BAB IX STRUKTUR ORGANISASI..... | IX-1 |
| BAB X ANALISA EKONOMI | X-1 |
| BAB XI DISKUSI DAN KESIMPULAN..... | XI-1 |
| DAFTAR PUSTAKA | DP-1 |
| APPENDIX A NERACA MASSA..... | APPA-1 |
| APPENDIX B NERACA PANAS..... | APP B-1 |
| APPENDIX C SPESIFIKASI ALAT..... | APP C-1 |
| APPENDIX D ANALISA EKONOMI..... | APP D-1 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|---------|
| Gambar I. 1 Grafik Kapasitas Produksi | I-4 |
| Gambar I. 2 Peta Lokasi Secara Geografis..... | I-10 |
| Gambar II. 1 Flowsheet dasar Proses Salt (Mannheim)..... | II-2 |
| Gambar II. 2 Flowsheet Dasar Proses Hargreaves | II-3 |
| Gambar II.3 Flowsheet Dasar Proses direct Synthetic..... | II-4 |
| Gambar II. 4 Blok Diagram Alir | II-8 |
| Gambar VIII. 1 Peta Lokasi Secara Geografis..... | VIII-1 |
| Gambar VIII. 2 Tata Letak Pabrik | VIII-9 |
| Gambar VIII. 3 Tata Letak Peralatan | VIII-10 |
| Gambar IX. 3 Struktur Organisasi..... | IX-12 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|---------|
| Tabel I. 1 Data Konsumsi HCl..... | I-2 |
| Tabel I. 2 Data Kebutuhan Impor HCl..... | I-3 |
| Tabel I. 3 Data Kapasitas Produksi HCl | I-3 |
| Tabel I. 4 Judul Pra Rencana Pabrik HCl | I-5 |
| Tabel II. 1 Perbandingan Berbagai Proses | II-4 |
| Tabel VI.1 Instrumentasi Pada Pabrik HCl..... | VI-4 |
| Tabel IV.2 Penggunaan Fire Extinguisher Pada Pabrik HCl..... | VI-9 |
| Tabel VII.1 Jumlah Steam Untuk Memproduksi HCl | VII-2 |
| Tabel VII.2 Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air | VII-6 |
| Tabel VII.3 Persyaratan Kadar Maksimum Air Umpan Boiler | VII-8 |
| Tabel VII.4 Persyaratan Air Untuk WTP..... | VII-8 |
| Tabel VII.5 Kebutuhan Air Pendingin | VII-9 |
| Tabel VII. 6 Kebutuhan Air Proses..... | VII-13 |
| Tabel VII. 7 Kebutuhan Air | VII-13 |
| Tabel VII.8 Kebutuhan Dowtherm | VII-14 |
| Tabel VII.9 Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Proses | VII-139 |
| Tabel VII.10 Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Utilitas | VII-139 |
| Tabel VII.11 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan | VII-140 |
| Tabel VII.12 Jumlah Lampu Merkury | VII-141 |
| Tabel IX. 1 Jadwal Kerja Karyawan Proses..... | IX-9 |
| Tabel IX.2 Perincian Jumlah Tenaga Kerja | IX-11 |
| Tabel X.1 Biaya Langsung (Direct Cost)..... | X-4 |
| Tabel X.2 Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost) | X-4 |
| Tabel X.3 Biaya Produksi Langsung (Direct Production Cost)..... | X-5 |
| Tabel X.4 Fixed Charge (Fixed Cost) | X-6 |
| Tabel X.5 Plant Overhead | X-7 |
| Tabel X.6 General Expenses | X-7 |
| Tabel X.7 Biaya Total Produksi..... | X-9 |
| Tabel X.8 Modal Sendiri Pada Tahun Masa Konstruksi..... | X-10 |



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic
Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

| | |
|--|------|
| Tabel X.9 Modal Pinjaman Pada Tahun Masa Konstruksi | X-10 |
| Tabel X.10 Cash Flow | X-12 |
| Tabel X.11 Internal Rate Of Return (IRR)..... | X-16 |
| Tabel X.12 Lama Pengembalian Modal, Pay Back Period (PBP)..... | X-17 |



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic
Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

INTISARI

Pabrik asam klorida dari klorin dan hydrogen dengan proses *direct synthetic* pada kapasitas 100.000 ton/tahun akan didirikan di dekat Kawasan Industri JIPE (Java Integrated Industrial and Port Estate) Manyar Sidomukti, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Pabrik asam klorida ini menggunakan sistem operasi kontinyu selama 24 jam dalam sehari dengan 330 hari kerja dan 167 karyawan. Pada proses ini produk yang dihasilkan adalah asam klorida 37%. Industri HCl di Indonesia mempunyai perkembangan yang cukup stabil, hal ini dapat dilihat dengan berkembangnya industri kimia yang membutuhkan HCl, seperti industri petrokimia, industri farmasi, industri tekstil, industri kimia organik, industri pengolahan karet dan industri minyak pelumas.

Pada tahapan proses bahan baku, klorin dan hidrogen diumpankan menuju furnace untuk direaksikan menggunakan proses pembakaran pada bagian burner agar suhu operasi dapat tercapai. Setelah bereaksi produk keluaran akan diumpankan menuju absorber untuk dilakukan proses penyerapan HCl menggunakan pelarut air yang didalamnya terjadi difusi molekuler untuk menghasilkan HCl 20% yang akan dipekatan menjadi HCl 37% dengan menggunakan alat evaporator dalam keadaan vakum. Gas buang yang tidak ikut terserap pada absorber akan di recycle untuk bereaksi kembali melalui furnace. Proses pemekatan HCl melibatkan kondensor barometrik dan steam jet ejector untuk menarik uap air agar tidak berada di evaporator dengan tujuan memvakumkan tekanannya. Uap air yang keluar dari kedua alat tersebut akan terjadi proses kondensasi yang nantinya digunakan kembali untuk pengisian air umpan boiler. Ketentuan pendirian pabrik asam klorida yang telah direncanakan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| 1. Kapasitas | : 100.000 ton/tahun |
| 2. Bentuk perusahaan | : Perseroan Terbatas (PT) |
| 3. Sistem Organisasi | : Garis dan Staff |
| 4. Lokasi pabrik | : Kawasan Industri JIPE (Java |



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic
Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

| | |
|-------------------------|--|
| | Integrated Industrial and Port Estate) Manyar Sidomukti, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur |
| 5. Luas tanah | : 26.121 m ² |
| 6. Sistem Operasi | : Kontinu |
| 7. Waktu Operasi | : 330 hari/tahun; 24 jam/hari |
| 8. Jumlah Karyawan | : 167 Orang |
| 9. Bahan yang digunakan | : Klorin (Cl ₂) dan Hidrogen (H ₂) |

Analisa Ekonomi

| | |
|--|------------------------|
| 1. Masa Konstruksi | : 2 tahun |
| 2. Umur Peralatan | : 10 tahun |
| 3. Fixed Capital Investment (FCI) | : Rp 674.900.411.942 |
| 4. Working Capital Investment (WCI) | : Rp 782.894.891.155 |
| 5. Total Capital Investment (TCI) | : Rp 1.457.795.303.096 |
| 6. Biaya Bahan Baku (per Tahun) | : Rp 3.918.882.837.419 |
| 7. Biaya Utilitas (per Tahun) | : Rp 12.010.833.779 |
| 8. Biaya Produksi (TPC) | : Rp 4.420.303.729.403 |
| 9. Hasil Penjualan | : Rp 4.750.472.088.187 |
| 10. Bunga Pinjaman Bank | : 0.0825% |
| 11. Rate on Investment (Sebelum Pajak) | : 38,2380% |
| 12. Rate on Investment (Setelah Pajak) | : 28,6785 % |
| 13. Pay Out Periode | : 3,10 tahun |
| 14. Internal Rate of Return | : 24,4406% |
| 15. Break Even Point (BEP) | : 35,7726 % |



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Usaha-usaha inovasi terbaru perlu dikembangkan untuk meningkatkan perekonomian negara. Salah satunya yaitu dengan mengembangkan industri kimia. Dengan adanya pengembangan industri kimia, tentunya sejalan dengan kebutuhan bahan-bahan di Indonesia yang terus meningkat. Produk industri kimia dapat digunakan langsung sebagai produk akhir maupun digunakan sebagai bahan baku dalam industri lain sebagai produk-antara. Pendirian pabrik industri di Indonesia dapat mengurangi tingkat pengangguran dan juga mengurangi ketergantungan untuk pembelian bahan kimia. Namun, kebutuhan berbagai bahan kimia masih bergantung pada impor dari luar negeri China dan India. HCl merupakan senyawa kimia yang bersifat asam, yang terdiri dari ikatan atom hidrogen dan atom klorin. Industri HCl di Indonesia mempunyai perkembangan yang cukup stabil, hal ini dapat dilihat dengan berkembangnya industri kimia yang membutuhkan HCl, seperti industri petrokimia, industri farmasi, industri tekstil, industri kimia organik, industri pengolahan karet dan industri minyak pelumas. Dilihat dari kegunaannya pendirian industri HCl sangat menguntungkan bagi perekonomian negara (Darni et al., 2019).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tingkat konsumsi HCl di Indonesia cukup tinggi, tetapi tidak berbanding lurus dengan tingkat produksi HCl di Indonesia masih tergolong rendah. Indonesia pernah melakukan ekspor HCl ke beberapa negara tetangga seperti Vietnam dan Singapura, namun mulai pada tahun 2018, kegiatan ekspor HCl tidak dilakukan oleh Indonesia. Sementara itu, kebutuhan konsumsi dalam negeri dan impor akan HCl tetap tinggi (Kevin et al., 2021). Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu adanya pendirian pabrik HCl guna memenuhi kebutuhan HCl di Indonesia dan Indonesia dapat mengekspor kembali HCl ke luar negeri.



I.2 Kegunaan Produk

HCl mempunyai kegunaan yang sangat luas dalam industri kimia seperti halnya berikut:

1. Dapat memacu pertumbuhan industri hulu khususnya yang memproduksi hidrogen dan klorin, serta memacu pertumbuhan industri hilir yang menggunakan bahan HCl sebagai bahan baku maupun bahan pembantu.
2. Dapat mengaktifkan kembali kegiatan ekspor ke luar negeri dengan adanya pabrik HCl di Indonesia, serta mengurangi impor HCl dari luar negeri.
3. Dapat memenuhi kebutuhan HCl yang digunakan sebagai bahan baku industri minyak, industri farmasi, industri tekstil dan lain-lain.

I.3 Kapasitas Perencanaan Pabrik

Hal yang perlu diperhatikan dalam mendirikan pabrik yaitu menentukan kapasitas produksi pabrik. Nilai kapasitas produksi pabrik akan berpengaruh dalam perhitungan baik dari segi teknis maupun ekonomis. Dengan kapasitas pabrik yang tepat maka diharapkan pabrik yang akan didirikan menghasilkan keuntungan. Untuk menentukan kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan maka diperlukan data konsumsi HCl, kapasitas produksi, kebutuhan impor HCl yang ada di Indonesia.

Tabel I. 1 Data Konsumsi HCl

| Tahun | Konsumsi (ton/tahun) |
|-------------|----------------------|
| 2019 | 3,556,052.8310 |
| 2020 | 3,567,204.0940 |
| 2021 | 3,566,856.1710 |
| 2022 | 3,566,364.6230 |
| 2023 | 3,567,269.8000 |
| $\Sigma\%P$ | |

Sumber: Kementerian Perindustrian dan Perdagangan



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic
Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

Berikut data Kebutuhan HCl di Indonesia.

Tabel I. 2 Data Kebutuhan Impor HCl

| Tahun | Kebutuhan Impor (Ton/Tahun) |
|-------|-----------------------------|
| 2019 | 11.447,17 |
| 2020 | 295,91 |
| 2021 | 643,83 |
| 2022 | 1.135,38 |
| 2023 | 230,20 |

Sumber : Badan Pusat Statistik

Tabel I. 3 Data Kapasitas Produksi HCl

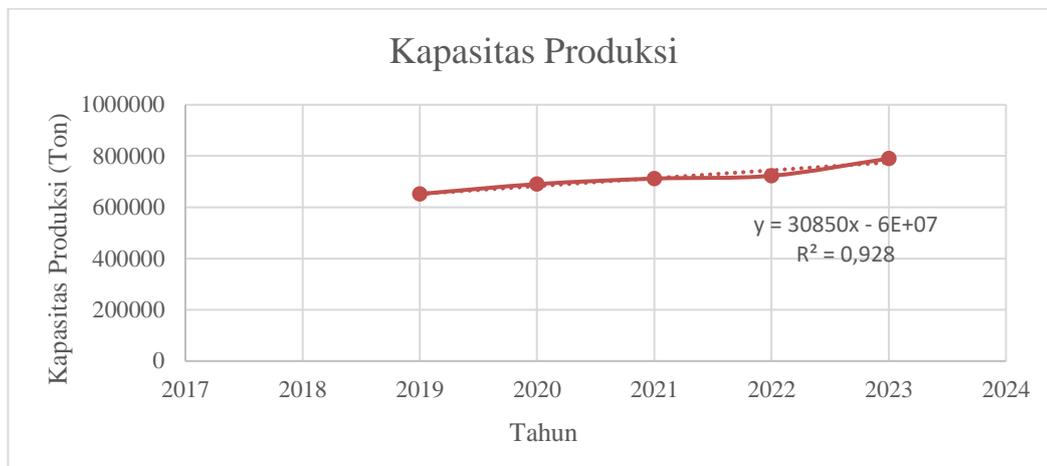
| Tahun | Kapasitas Produksi (Ton/Tahun) |
|-------|-----------------------------------|
| 2019 | 652.000 |
| 2020 | 690.500 |
| 2021 | 712.000 |
| 2022 | 723.000 |
| 2023 | 790.000 |

Sumber: Kementerian Perindustrian dan Perdagangan

Dikarenakan kegiatan ekspor berhenti pada tahun 2017, maka tidak ditemukan data ekspor saat ini. Data ekspor dapat diproyeksikan dengan data kapasitas produksi pabrik HCl di Indonesia, karena dapat menjadi gambaran potensi pasar dan produksi di dalam negeri. Untuk memperkirakan kebutuhan HCl pada tahun 2026, maka data kapasitas produksi dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic
Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”



Gambar I. 1 Grafik Kapasitas Produksi

Perhitungan kapasitas produksi dengan metode discounted, dengan persamaan

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5$$

Keterangan:

$m1$ = nilai impor saat pabrik didirikan

$m2$ = kapasitas pabrik lama

$m3$ = kapasitas pabrik yang akan didirikan

$m4$ = prediksi nilai ekspor saat pabrik didirikan

$m5$ = prediksi kebutuhan dalam negeri saat pabrik didirikan

Diperoleh kenaikan impor sebesar 4.20% dari tahun 2023 ke tahun pabrik yang akan didirikan yaitu tahun 2026. Kapasitas pabrik lama diambil dari total kapasitas produksi HCl di Indonesia sebanyak 3.567.500 ton/tahun. Impor HCl di Indonesia sampai tahun 2026, sebagai berikut:

$$m1 = P (1 + i) n$$

$$m1 = 230,20 (1 + (0,0420)) (2026-2023)$$

$$m1 = 271,3443 \text{ ton/tahun}$$

Perkiraan konsumsi dalam negeri pada tahun 2026, sebagai berikut:

$$m5 = P (1 + i) n$$

$$m5 = 3.567.269 (1 + (0,0032)) (2026-2023)$$

$$m5 = 3.612.492 \text{ ton/tahun}$$

Maka kapasitas pabrik jika didirikan pada tahun 2026 adalah



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic
Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$271,344 + 3.567.500 + m_3 = 0 + 3.612.492$$

$$m_3 = 44.721 \text{ ton/tahun}$$

Diperkirakan jumlah kebutuhan HCl pada tahun 2026 adalah sebesar 44.721 ton/tahun. Dari kebutuhan yang ada, direncanakan pabrik HCl dibuat dengan kapasitas 110% dari total kebutuhan pada tahun 2026, sehingga kapasitas produksi pabrik sebesar 50.000 ton/tahun. Dengan beberapa pertimbangan pabrik HCl yang telah direncanakan, maka kapasitas yang diambil adalah 100.000 ton/tahun.

Berikut ini berbagai judul pra rencana pabrik HCl yang sudah disusun di berbagai universitas :

Tabel I. 4 Judul Pra Rencana Pabrik HCl

| No | Judul | Tahun | Kapasitas Produksi (Ton/Tahun) | Sudah dilakukan Pra rencana Pabrik |
|----|--|-------|--------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Pra Rencana Pabrik HCL dari Hydrogen dan Chlorin dengan kapasitas 65.000 ton/tahun | 2024 | 65.000 | Universitas Islam Indonesia |
| 2 | Pra Rancangan Pabrik Hydrogen Chloride dengan kapasitas 125.000 ton/tahun | 2025 | 125.000 | Universitas Sriwijaya |

I.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

I.4.1 Spesifikasi Bahan Baku Utama

1. H₂

A. Sifat Fisika

- Rumus molekul : H₂
- Fase : Gas
- Warna : Tidak berwarna
- Bau : Tidak berbau
- Berat Molekul : 2,02 g/mol
- Titik leleh : -259,1 °C



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic
Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

- g. Titik didih : -252,7 °C (pada 1 atm)
h. Kelarutan dalam air : 0,0214 g/l (pada 0°C dan 1 atm)
(Perry, 2019, Hal.2-96)
i. Kemurnian : 99,9
(PT. Air Product Indonesia, 2023)
j. Viskositas : 107,22 mPoise (Pada suhu 25°C)
(Yaws, 1999, Hal. 2-13)

B. Sifat Kimia

1. Hidrogen mudah bereaksi dengan oksigen pada berbagai rasio pencampuran dan membentuk air. Campuran hidrogen dan air dapat dinyalakan dengan percikan energi yang sangat rendah.
2. Hidrogen dapat bereaksi dengan senyawa organik misalnya dengan mereaksikan hidrogen dengan benzene untuk membuat sikloheksana.
(Abe, 2000)

2. Cl₂

A. Sifat Fisika

- a. Rumus molekul : Cl₂
b. Fase : Gas
c. Warna : Tidak berwarna, kuning
d. Bau : Tajam
e. Berat Molekul : 70,9 g/mol
f. Titik leleh : -101,6 °C
g. Titik didih : -34,6 °C (pada 1 atm)
h. Kelarutan dalam air : 1,46 g/l (pada 0°C)
(Perry, 2019, Hal. 2-10)
i. Kemurnian : 99%
(PT. Asahimas Chemical Indonesia, 2023)
j. Viskositas : 134,03 mPoise (Pada suhu 25°C)
(Yaws, 1999)



B. Sifat kimia

1. Klorin termasuk dalam unsur alami yang memiliki afinitas kuat terhadap hidrogen dan logam, serta relatif memiliki afinitas yang kecil terhadap oksigen.
2. Klorin bereaksi dengan hidrokarbon, misalnya menggantikan atom klorin dengan atom hidrogen secara berurutan.
3. Klorin bergabung dengan hampir semua elemen, kecuali gas mulia yang lebih ringan.

(Hardiwch, 1883)

I.4.2 Spesifikasi Bahan Baku Pendukung

I.4.2.1 Udara

Udara terdiri dari beberapa unsur utama yaitu udara kering, uap air dan aerosol. Sebagian besar campurannya adalah nitrogen sebesar 79% mol dan oksigen sebesar 21% mol. Adapun bahan baku pendukung yang digunakan adalah nitrogen dan oksigen:

1. O₂

A. Sifat Fisika

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| a. Rumus molekul | : O ₂ |
| b. Wujud | : Gas tak berwarna |
| c. Berat molekul | : 32 g/gmol |
| d. Densitas | : 1,327 g/cm ³ |
| e. Titik didih | : -182,812 °C |
| f. Titik lebur | : -218,78 °C |
| g. Temperatur kritis | : -118,419 °C |
| h. Tekanan kritis | : 49,77 atm |

B. Sifat Kimia

1. Reagen pada reaksi hidrolisa
2. Dapat bereaksi dengan senyawa lain kecuali He, Ne dan Ar

(Othmer, 2006, Hal. 219)

2. N₂

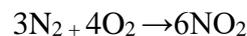


A. Sifat Fisika

- a. Rumus molekul : N₂
- b. Wujud : Gas tak berwarna
- c. Berat molekul : 28,0134 g/gmol
- d. Titik didih : -195,65 °C
- e. Densitas relative : 0,967
- f. Temperatur kritis : -146,8 °C
- g. Tekanan kritis : 33,55 atm

B. Sifat kimia

1. Nitrogen bereaksi dengan oksigen dan klorida pada fase gas suhu 400°C menghasilkan senyawa nitrosyl chloride
2. Campuran nitrogen silfida dapat terbentuk dari reaksi nitrogen dengan elementary sulfur pada suhu 100°C
3. Nitrogen dapat bereaksi dengan ozon sehingga membentuk nitrogen oksida, dengan reaksinya sebagai berikut :



(Othmer, 2006, Hal. 219)

I.4.3 Spesifikasi Produk

1. Larutan HCl 37%

A. Sifat Fisika

- a. Rumus molekul : HCl
- b. Fase : Cair, jernih
- c. Warna : Tidak berwarna
- d. Bau : Tidak berbau
- e. Berat molekul : 36,46 g/mol
- f. Titik leleh : -111 °C
- g. Titik didih : -85 °C (pada 1 atm)
- h. Titik beku : -25 °C
- i. Kelarutan dalam air : 82,3 g/l (Pada 0°C)

(Perry, 2019)



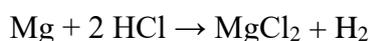
Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic
Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

- j. Densitas : 0,796 (Pada 25°C)
k. Viskositas : 146,44 mPoise (Pada suhu 25°C)
(Yaws, 1999)

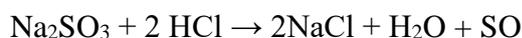
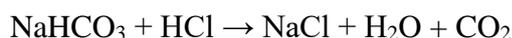
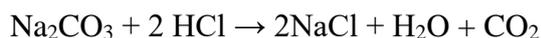
B. Sifat Kimia

1. Dapat mengubah lakmus biru menjadi merah dan dapat mengubah warna indikator metil orange menjadi merah muda. Karena, HCl terionisasi di dalam air menghasilkan ion H₂O dan Cl.

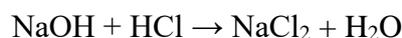
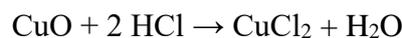
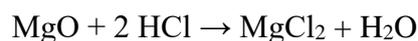
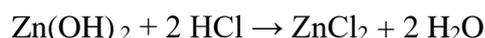
2. HCl bereaksi dengan logam membentuk logam klorida dan hidrogen.



3. Garam-garam seperti karbonat, hidrogen karbonat, sulfit, dan lain-lain, menghasilkan gas karbon dioksida dan gas sulfur dioksida. Reaksinya sebagai berikut :



4. Asam klorida bereaksi dengan oksida dan hidroksida membentuk garam dan air.



(Parvez, 2021)

I.5 Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan untuk menentukan efisiensi perusahaan yang ditinjau dari segi ekonomis. Daerah operasi ditentukan oleh faktor utama dan faktor khusus, sedangkan tepatnya lokasi pabrik dipilih dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi pabrik tersebut, antara lain sumber bahan

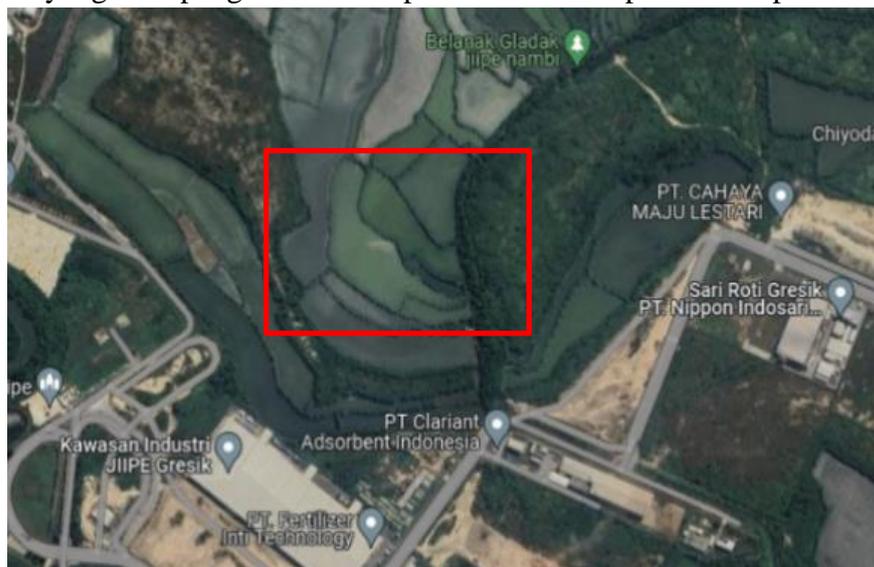


Pra Rancangan Pabrik “Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

baku, pemasaran, penyediaan tenaga listrik, penyediaan air, jenis transportasi, kebutuhan tenaga kerja, dan tinggi rendahnya pajak keadaan masyarakat.

I.5.1 Faktor Utama

Faktor utama yang mempengaruhi dalam pemilihan lokasi pabrik meliputi:



Gambar I. 2 Peta Lokasi Secara Geografis

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan bahan yang terpenting dalam proses operasional pabrik, sehingga letak pabrik dengan sumber bahan bakunya perlu dipertimbangkan. Bahan baku utama pabrik HCl adalah hidrogen yang diperoleh dari PT. Air Product Indonesia yang berlokasi di Bekasi, Jawa Barat dengan kapasitas sebesar 254.265 ton/tahun dan klorin yang diperoleh dari PT. Asahimas Chemical Indonesia yang berlokasi di Cilegon, Jawa Barat dengan kapasitas produksi 612.500 ton/tahun. Lokasi pabrik yang dekat dengan sumber bahan baku menunjang kemudahan operasional pabrik. Beberapa pertimbangan mengenai bahan baku ini adalah jarak sumber bahan baku *hydrogen* dengan pabrik sekitar 766,7 km melalui jalur darat yang beralamat di Kawasan industri Jababeka , Harja Mekar, Cikarang Utara, Bekasi, Jawa Barat. Jarak sumber bahan baku *chlorin* dengan pabrik sekitar 900 km melalui jalur darat yang beralamat di Gunungsugih, Cilegon, Banten, Jawa Barat.



Pra Rancangan Pabrik “Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

2. Pemasaran Produk

Suatu pabrik didirikan karena adanya permintaan barang dari konsumen, oleh karena itu hasil produksi memerlukan daerah yang cocok untuk pemasaran. Distribusi dan pemasaran dapat dilakukan dengan mudah melalui jalur darat maupun laut. Gresik merupakan tempat yang sangat strategis mengingat akses jalan tol transjawa yang juga melewati Gresik. Beberapa pabrik yang membutuhkan HCl yaitu PT. Smart, Tbk (Rungkut, Surabaya) sebagai pabrik pembuatan minyak goreng, PT. Gracia Pharmindo (Gubeng, Surabaya) sebagai pabrik yang memproduksi obat batuk kombinasi Bromhexine HCl, PT. Ethica Industri Farmasi (Tegalsari, Surabaya) yang memproduksi obat Ephedrine HCl, PT. Unilever (Rungkut, Surabaya) yang memproduksi produk kimia Wipol yang digunakan untuk pembersih lantai.

3. Utilitas

Utilitas yang berada di Kawasan JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) didukung karena pada daerah tersebut memiliki Utility Centre yang dapat menunjang proses operasional pabrik. Utilitas yang diperlukan meliputi air, bahan bakar dan listrik.

a. Sumber air

Hal ini air digunakan sebagai sanitasi, pencegahan bahaya kebakaran, media pendingin, steam serta untuk air proses. Kebutuhan air dapat diambil dari Sungai Bengawan Solo terdekat dengan debit $648 \text{ m}^3/\text{s}$ dan ditambah dengan air PDAM untuk keperluan air bersih bagi karyawan.

b. Bahan bakar Bahan bakar berupa Marine Fuel Oil (MFO) didatangkan dari PT. Pertamina dengan kapasitas 590 miliar barel/bulan.

c. Listrik

Pembangkit listrik utama diperoleh dari steam turbin generator untuk area plant dengan kapasitas 5925 kWh, dan untuk area kantor didapat dari PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN).



4. Kondisi Geografis

Secara geografis, wilayah Kabupaten Gresik terletak antara 112° - 113° Bujur Timur dan 7° - 8° Lintang Selatan merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2-12 meter di atas permukaan air laut, tetapi berbeda dengan Kecamatan Panceng yang mempunyai ketinggian 25 meter di atas permukaan air laut. Sebagaimana wilayah Kabupaten Gresik merupakan daerah pesisir Pantai dengan Panjang Pantai 140 km, 69 km di daratan Pulau Jawa memanjang mulai dari Kecamatan Kebomas, Gresik, Manyar, Bungah, Sidayu, Ujungpangkah, dan Panceng serta 71 km di Kecamatan Sangkapura dan Tambak yang berada di Pulau Bawean. Kawasan JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) memiliki keunggulan dari segi geografis yaitu berada di dekat Selat Madura sebagai natural break water, sehingga Kawasan JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) bebas dari bencana gempa dan tsunami.

5. Iklim dan Cuaca

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika Kabupaten Gresik, diantaranya :

- Keadaan iklim normal Gresik dengan curah hujan rata-rata perhari sebesar 20,45 mm pada periode 2017 sampai dengan 2023 dan dalam kategori tidak ada peringatan.
- Suhu rata-rata Gresik sebesar $27,8^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban rata-rata sebesar 82,79% dan kecepatan angin rata-rata sebesar 3,6 m/det.
- Jumlah curah hujan rata-rata sebesar 219,88 mm dan penyinaran matahari per hari rata-rata sebesar 5,72%.

1.5.2 Faktor Khusus

Beberapa faktor khusus pemilihan lokasi, diantaranya :

a. Transportasi

Kelancaran pengangkutan bahan baku atau produk maka hal yang perlu diperhatikan yaitu transportasi agar mendapatkan biaya serendah mungkin dalam waktu yang singkat. Jalur transportasi yang mendukung akses menuju lokasi pabrik HCl yaitu transportasi darat yang mudah diakses mobil dan truk



Pra Rancangan Pabrik “Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

angkutan. Selain itu Kawasan industri JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) Gresik, sebesar 400 ha terintegrasi Pelabuhan Laut Dalam yang berlokasi strategis di Selat Madura, dengan Panjang dermaga total 6.200 m, kedalaman air laut dermaga: -7.00 LWS; -11 LWS; -14,00 LWS, -16,00 LWS. Pelabuhan JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) Gresik dapat melayani kapal berukuran besar hingga 100.000 DWT.

b. Tenaga kerja

Salah satu faktor yang sangat penting yaitu tenaga kerja dan buruh, dengan adanya kemampuan dan kualitas tenaga kerja yang baik akan menunjang keberhasilan Perusahaan. Gresik merupakan daerah industri dengan tingkat kepadatan penduduk mencapai 1.332.664 jiwa. Laju pertumbuhan penduduk kabupaten Gresik tahun 2020-2022 adalah sebesar 0,92%. Menurut data Badan Pusat Statistik, pengangguran terbuka pada tahun 2023 diperkirakan sebesar 6,82%, hal ini menunjukkan tingkat penganggur relatif tinggi. Tenaga kerja yang terlatih dan terdidik cukup banyak tersedia di Kawasan Industri JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) Gresik. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2022 didapatkan data penduduk yang belum bekerja sesuai tingkat pendidikannya yaitu lulusan SMA/SMK/dan sederajat berjumlah 4.128.219 orang, lulusan D1, D2, dan D3 berjumlah 235.359 orang, lulusan S1 dan D4 berjumlah 884.769 orang. Oleh karena itu, dengan adanya pendirian Pabrik HCl di Kawasan Industri JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) Gresik akan dibuka lapangan kerja bagi penduduk yang belum bekerja sekitar 200 lowongan pekerjaan. Selain itu dengan pendirian pabrik juga membantu untuk meningkatkan ekonomi penduduk di Kawasan Industri JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) Gresik dengan ketentuan upah sesuai dengan Penetapan Keputusan Gubernur Jawa Timur yaitu No.188/656/KPTS/013/2023 tentang Upah Minimum Kabupaten/Kota di Wilayah Gresik tahun 2024 sebesar Rp. 4.642.031 dan diperkirakan upah tenaga kerja pada tahun 2026 sebesar Rp. 5.045.308.



Pra Rancangan Pabrik “Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

3. Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah

Menurut Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah, lokasi pabrik yang dipilih berada di Kawasan industri, sehingga dapat memudahkan dalam perizinan untuk mendirikan pabrik di wilayah tersebut, dalam Peraturan Daerah kabupaten Gresik No.8 tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Gresik tahun 2010-2030, menyatakan bahwa wilayah JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) merupakan Kawasan industri, Perdagangan dan Jasa.

4. Buangan Pabrik

Buangan pabrik tidak menimbulkan masalah yang serius, dikarenakan pabrik tidak membuang sisa-sisa proses produksi yang masih mengandung zat berbahaya. Sebelum dibuang ke badan penerima air buangan sisa produksi melewati proses pengolahan terlebih dahulu. Kawasan JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) juga telah tersedia pengelolaan limbah cair sehingga dapat membantu dalam proses buangan pabrik khususnya limbah cair.

5. Karakteristik Lokasi

Struktur tanah cukup baik dan juga daya dukung terhadap pondasi bangunan dan pondasi jalan. Dalam Kawasan JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) telah dilakukan Studi Kelayakan melalui Studi AMDAL Pembangunan Industri dari Perusahaan Pengelola JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) Yakni PT. Berkah Kawasan Manyar Sejahtera yang merupakan Perusahaan patungan dari PT. Pelindo III dan PT. AKR Corporindo Tbk.

6. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Tidak ada pertentangan dari masyarakat sekitar dengan adanya rencana pendirian pabrik dan terdapat ketentuan jalan umum bagi industri di daerah tersebut. Selain itu dengan adanya pabrik disekitar masyarakat, maka dapat menambah pendapatan dengan membuka usaha seperti toko, warung makan, atau tempat kos. Wilayah JIPE (Java Integrated Industrial and Ports Estate) juga merupakan wilayah strategis karena di sekitar lokasi telah terdapat fasilitas-



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik HCl Dari Hidrogen Dan Klorin Dengan Proses Direct Synthetic
Hydrogen And Chlorine Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”

fasilitas yang dapat memenuhi kebutuhan karyawan seperti sarana Pendidikan mulai dari SD, SMP, dan SMA, dan juga sarana ibadah.