

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara yang berkembang, Indonesia berusaha untuk mengurangi ketergantungan dari negara lain. Untuk itu dilakukanlah pembangunan dibidang industri kimia. Industri kimia di Indonesia diarahkan untuk meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan akan bahan kimia dalam negeri dan juga luar negeri guna menghadapi era globalisasi. Selain itu perkembangan industri kimia yang cukup pesat, diharapkan mampu membuka lapangan pekerjaan. Salah satu industri kimia yang kebutuhannya belum terpenuhi dalam negeri dan memiliki peluang ekonomi cukup besar adalah *hydrochloric acid*. Dimana kebutuhan *hydrochloric acid* masih dipenuhi oleh beberapa negara pengimpor.

Hydrochloric acid (HCl) merupakan suatu senyawa kimia bersifat asam, yang terdiri dari ikatan atom hidrogen dan atom klorin. Penggunaan katalis yang efektif dan efisien telah menjadi tren dengan makin maraknya penggunaan katalis an-organik sehingga mengakibatkan kebutuhan *hydrochloric acid* di bidang industri semakin meningkat, mengingat *hydrochloric acid* merupakan katalis utama pada beberapa industri kimia proses.

Industri *hydrochloric acid* di Indonesia mempunyai perkembangan yang cukup stabil, hal ini dapat dilihat dengan berkembangnya industri kimia yang membutuhkan *hydrochloric acid*, seperti industri petrokimia, industri farmasi, industri tekstil, industri kimia organik, industri pengolahan karet dan industri minyak pelumas. Maka dari itu sangat penting adanya perencanaan pendirian pabrik *hydrochloric acid* di Indonesia. Pendirian pabrik *hydrochloric acid* diharapkan dapat mengurangi impor sehingga dapat mendorong pertumbuhan industri lain yang memanfaatkan *hydrochloric acid* sebagai bahan baku, dapat membuka lapangan pekerjaan dan diharapkan mampu bersaing di pasar internasional sehingga dapat meningkatkan devisa negara.

1.2 Perumusan Masalah

Sehubungan dengan meningkatnya kebutuhan *hydrochloric acid* untuk kebutuhan didalam negeri, maka diperlukan suatu usaha untuk mendirikan pabrik *hydrochloric acid*. Tugas akhir ini memaparkan bagaimana merancang suatu pabrik *hydrochloric acid* dari bahan baku *Sulfuric Acid* dan *Sodium Chloride*.

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Prarancangan pabrik *hydrochloric acid* ini bertujuan untuk:

1. Memproduksi *hydrochloric acid* dengan kapasitas 45.000 ton/tahun guna memenuhi kebutuhan industri dalam negeri.
2. Mengaplikasikan diagram alir proses pembuatan *hydrochloric acid* kedalam simulasi *Aspen Hysys*.
3. Untuk mengurangi tingkat pengagguran sekitar daerah rencana pendirian pabrik berlangsung.
4. Menunjang perkembangan industri kimia di Indonesia serta meningkatkan nilai tambah sektor industri.
5. Meminimalkan dampak lingkungan dari proses produksi melalui penerapan teknologi ramah lingkungan.

1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik

Manfaat dari pendirian pabrik *hydrochloric acid* ini antara lain:

1. Menyediakan bahan baku *hydrochloric acid* bagi industri di dalam negeri.
2. Meningkatkan kemandirian industri kimia nasional.
3. Menciptakan lapangan kerja bagi tenaga kerja lokal.
4. Mengurangi biaya impor dan meningkatkan devisa negara.

1.5 Batasan Masalah

Dalam prarancangan ini, beberapa batasan dan lingkup kerja yang akan ditinjau meliputi:

1. Proses produksi yang digunakan adalah reaksi antara *sulfuric acid* dan

sodium chloride.

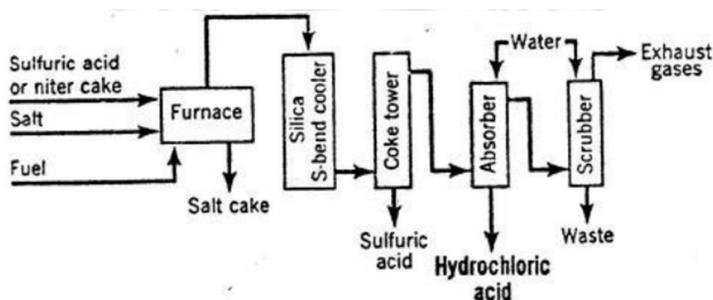
2. Kapasitas produksi dirancang sebesar 45.000 ton/tahun.
 3. Pemilihan lokasi pabrik mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, infrastruktur, dan pasar.
 4. Analisis teknis meliputi pemilihan teknologi, desain proses, serta peralatan utama.

1.6 Pemilihan Proses

Pemilihan proses adalah bagian yang paling krusial dalam merancang pabrik kimia. Pada dasarnya, pembuatan HCl dapat dilakukan melalui beberapa jenis proses tergantung dari jenis bahan baku yang digunakan, antara lain:

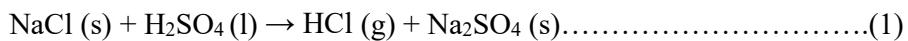
1.6.1 Proses Mannheim furnace

Dibawah ini dapat kita lihat gambar diagram alir *Mannheim furnace* itu sendiri yang ditunjukkan pada gambar 1.1 berikut ini.



Gambar 1.1 Diagram Alir Proses *Mannheim*

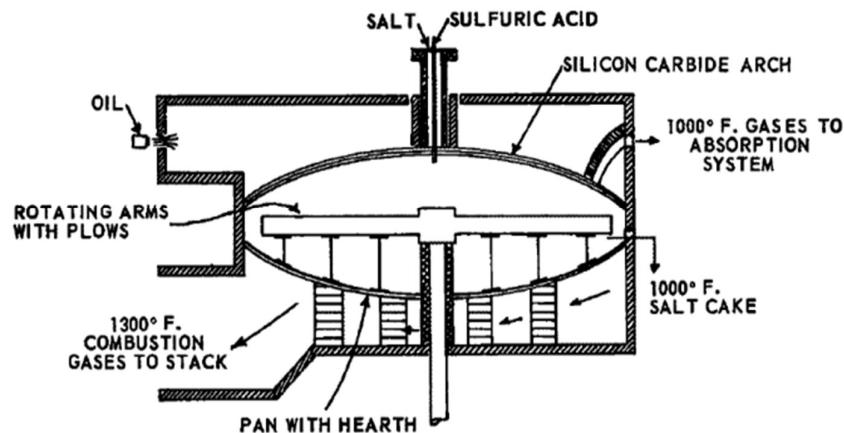
(Uzair, et al., 2020)



Proses produksi *hydrochloric acid* (HCl) dari reaksi antara asam sulfat (H_2SO_4) atau niter *cake* dengan garam (*salt*) di dalam *furnace* (tungku). Proses ini memanfaatkan bahan bakar (*fuel*) sebagai sumber panas untuk menginisiasi reaksi antara garam dan asam sulfat. Di dalam *furnace*, garam dan asam sulfat direaksikan secara termal, menghasilkan *hydrochloric acid* (HCl) dan residu padat berupa *salt cake*. Gas hasil reaksi kemudian dialirkan ke *Silica S-bend cooler*, yaitu alat

pendingin berbentuk ‘S’ yang berfungsi menurunkan suhu gas panas sebelum memasuki tahap pemurnian berikutnya.

Setelah didinginkan, gas diarahkan ke *coke tower*, yang berfungsi untuk memisahkan sisa-sisa asam sulfat yang mungkin terbawa dalam aliran gas—proses ini dilakukan melalui pencucian dengan bahan berbasis kokas (*coke*). Asam sulfat yang berhasil dipisahkan dikembalikan atau ditampung untuk digunakan kembali. Gas yang telah dibersihkan kemudian masuk ke absorber, tempat di mana gas HCl diserap oleh air dan menghasilkan larutan asam klorida sebagai produk utama. Sisa gas yang tidak terlarut dialirkan ke unit *scrubber*, dimana sisa gas HCl yang belum terserap diinjeksikan kembali dengan air sehingga kandungan HCl dalam gas buang dapat diminimalkan. Limbah cair dari scrubber dikumpulkan sebagai waste, sedangkan gas sisa dialirkan ke sistem cerobong sebagai exhaust gases yang telah relatif bersih.



Gambar 1.2 Mannheim furnace

(Uzair, et al., 2020)

Berikut adalah penjelasan masing-masing komponen dari gambar proses *Mannheim furnace*.

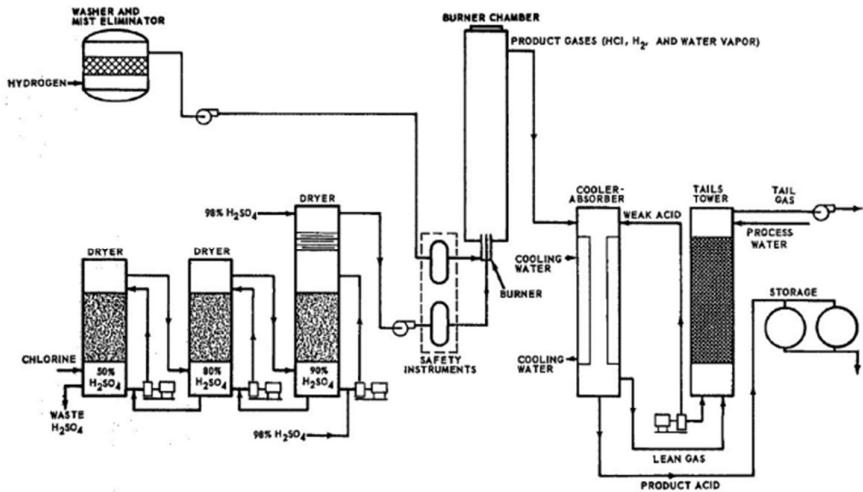
Tabel 1.1 Penjelasan fungsi komponen *Mannheim furnace*

Komponen	Fungsi / Penjelasan
<i>Salt (Garam - NaCl)</i>	Bahan baku utama yang dimasukkan ke reaktor. Reaksi dengan H_2SO_4 menghasilkan gas HCl dan <i>salt cake</i>

	(NaHSO ₄).
<i>Sulfuric Acid</i> (H ₂ SO ₄)	Bahan baku kedua yang bereaksi dengan garam untuk menghasilkan gas HCl dan residu padat (<i>salt cake</i>).
<i>Silicon Carbide</i> <i>Arch</i>	Lapisan tahan panas dan korosi yang melindungi bagian atas reaktor dari suhu tinggi dan reaksi kimia korosif.
<i>Rotating Arms</i> <i>with Plows</i>	Lengan pengaduk berputar yang dilengkapi dengan bajak (plows) untuk meratakan dan mencampur reaktan di permukaan hearth.
<i>Pan with Hearth</i>	Permukaan datar tempat reaksi berlangsung dan garam diaduk serta dipanaskan hingga bereaksi sempurna.
<i>1300°F</i> <i>Combustion Gases</i> <i>to Stack</i>	Gas hasil pembakaran dari pemanas (1300°F atau sekitar 704°C) yang dibuang ke cerobong setelah digunakan.
<i>1000°F Gases to</i> <i>Absorption System</i>	Gas HCl yang terbentuk pada suhu sekitar 1000°F (~538°C) kemudian dialirkan ke sistem absorpsi untuk dilarutkan dalam air dan membentuk HCl cair.
<i>1000°F Salt cake</i>	Produk samping padat (biasanya natrium bisulfat - NaHSO ₄) yang tersisa setelah reaksi, dibuang atau diproses lanjut.
<i>Oil</i> (Bahan Bakar)	Bahan bakar untuk menghasilkan panas melalui pembakaran guna menjaga suhu operasi reaktor.

1.6.2 Proses *Combustion Cl₂ dan H₂*

Pada Gambar 1.4 dapat kita lihat gambar dari peralatan produksi *hydrochloric acid* dengan proses Combustion yang lengkap dengan nama.



Gambar 1.3 Peralatan Produksi HCl dengan Proses *Combustion*

(Uzair, et al., 2020)

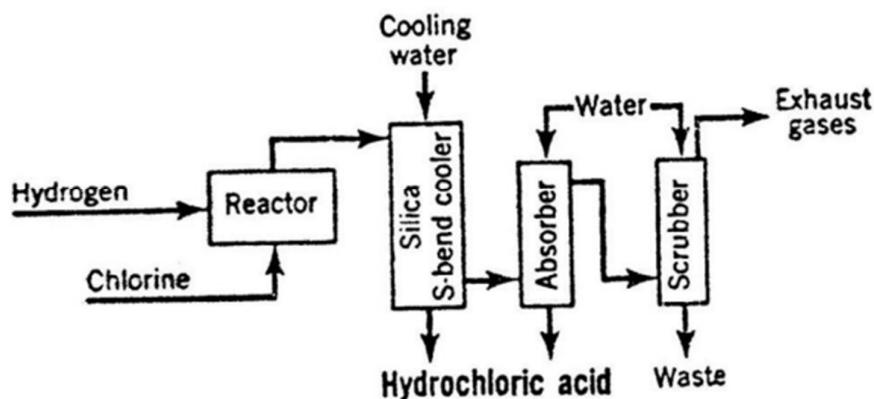
Metode sintesis langsung yang melibatkan reaksi antara gas hidrogen (H_2) dan gas klorin (Cl_2). Tahapan pertama dimulai dari pengeringan gas klorin yang dilakukan secara bertahap melalui beberapa unit pengering (*dryer*) yang masing-masing diisi dengan asam sulfat pekat (H_2SO_4) dengan konsentrasi bertingkat dari 50%, 80%, 95%, hingga 98%. Tujuan pengeringan ini adalah untuk menghilangkan kelembapan atau uap air agar gas yang digunakan benar-benar kering, sehingga mencegah pembentukan asam hipoklorat atau reaksi samping yang tidak diinginkan.

Setelah melalui tahap pengeringan, gas klorin dan hidrogen dimasukkan ke dalam ruang pembakaran (*burner chamber*), tempat keduanya direaksikan secara langsung pada suhu tinggi. Reaksi eksotermik ini menghasilkan gas hidrogen klorida (HCl) dan sejumlah uap air. Produk gas hasil pembakaran tersebut kemudian dialirkan ke unit pendingin (*cooler-absorber*) untuk menurunkan suhunya agar proses absorpsi berikutnya menjadi lebih efisien. Setelah didinginkan, gas-gas tersebut masuk ke dalam menara absorber (*cooler-absorber*) dan menara lanjutan (tails tower), di mana gas HCl diserap oleh air untuk membentuk asam klorida cair.

Hydrochloric acid yang dihasilkan dikumpulkan dan dialirkan ke tangki penyimpanan untuk distribusi lebih lanjut. Sementara itu, gas-gas sisa yang tidak

terserap (lean gas and tail gas) dibuang melalui sistem pembuangan gas setelah mengalami pemurnian. Proses ini merupakan metode yang efisien dan umum digunakan dalam industri kimia untuk menghasilkan HCl dalam bentuk larutan asam klorida dengan konsentrasi tinggi.

Dibawah ini dapat kita lihat gambar diagram alir *Proses Combustion* itu sendiri yang ditunjukkan pada Gambar 1.5 berikut ini.



Gambar 1.4 Diagram Alir Proses *Combustion*

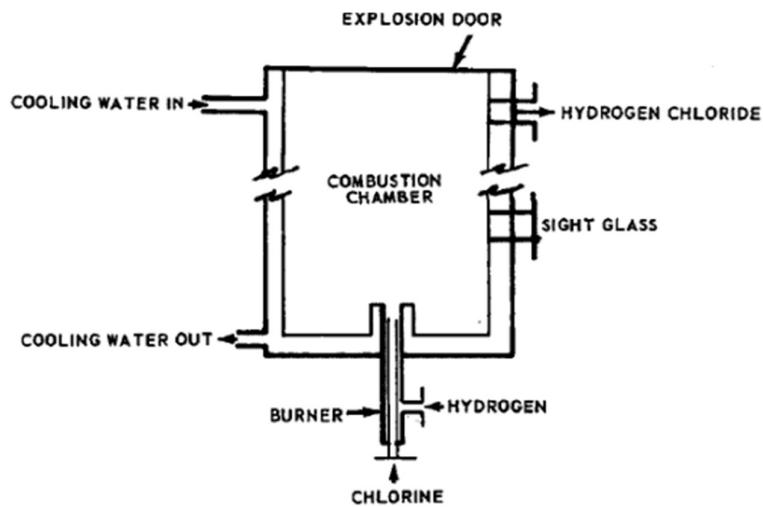
(Uzair, et al., 2020)

Proses produksi *hydrochloric acid* (HCl) melalui reaksi langsung antara gas hidrogen (H_2) dan gas klorin (Cl_2) dalam suatu reaktor. Di dalam reaktor, kedua gas tersebut bereaksi secara eksotermik membentuk gas hidrogen klorida (HCl). Reaksi ini sangat efisien dan cepat, sehingga perlu dikontrol suhu dan tekanannya agar tidak terjadi kelebihan panas yang dapat merusak sistem.

Gas HCl yang terbentuk dialirkan menuju *Silica S-bend cooler*, yang berfungsi untuk mendinginkan gas panas hasil reaksi menggunakan air pendingin (*cooling water*). Setelah suhu gas cukup turun, gas tersebut diarahkan ke absorber, di mana gas HCl akan dilarutkan dalam air untuk membentuk larutan asam klorida (HCl cair) sebagai produk utama.

Sisa gas yang tidak terserap di absorber kemudian masuk ke *scrubber*, tempat dilakukan pencucian akhir menggunakan air untuk menghilangkan sisa-sisa gas berbahaya. Limbah cair dari scrubber dialirkan sebagai *waste*, sedangkan gas

yang sudah bersih dialirkan keluar sebagai *exhaust gases* ke atmosfer, biasanya setelah memenuhi standar emisi. Proses ini sederhana, efisien, dan umum digunakan dalam industri untuk memproduksi HCl berkualitas tinggi.



Gambar 1.5 Burner Combustion Chamber

(Uzair, et al., 2020)

Berikut adalah penjelasan komponen pada gambar 1.6 *Burner Combustion Chamber* pada tabel 1.2

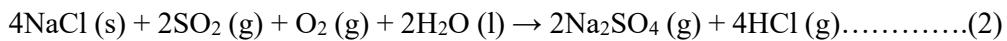
Tabel 1.2 Penjelasan fungsi komponen *Burner Combustion Chamber*

No	Komponen	Fungsi
1	<i>Burner</i>	Tempat pencampuran dan pembakaran gas hidrogen dan klorin.
2	<i>Hydrogen Inlet</i>	Saluran masuk gas hidrogen ke <i>burner</i> .
3	<i>Chlorine Inlet</i>	Saluran masuk gas klorin ke <i>burner</i> .
4	<i>Combustion Chamber</i>	Ruang utama tempat terjadinya reaksi antara hidrogen dan klorin.
5	<i>Cooling Water In</i>	Saluran masuk air pendingin untuk menjaga suhu reaktor.

6	<i>Cooling Water Out</i>	Saluran keluar air pendingin setelah menyerap panas dari combustion chamber.
7	<i>Hydrogen Chloride Outlet</i>	Saluran keluaran gas HCl hasil reaksi menuju tahap pendinginan/absorpsi.
8	<i>Sight Glass</i>	Jendela untuk memantau visual proses pembakaran di dalam reaktor.
9	<i>Explosion Door</i>	Sistem pengaman yang terbuka otomatis jika terjadi tekanan berlebih.

1.6.3 Proses *Hargreaves*

Pada proses ini bahan baku yang digunakan adalah garam, gas SO_2 , udara, dan air dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Pada proses ini, terlebih dahulu campuran gas sulfur dioxida, udara, dan air dilewatkan di briket garam sebelum melalui beberapa reaktor vertikal. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis dan reaktan yang masuk harus berjalan pada suhu 427°C (800°F) sampai 538°C (1000°F). Produk bawah reaktor berupa Na_2SO_4 dan untuk produk atas berupa gas HCl . Proses pendinginan dan pemurnian produk atas dilakukan seperti pada proses *combustion*. Konversi yang dihasilkan pada proses ini berada pada kisaran 90-99% (Faith, et al., 1960).

Beberapa keuntungan dari proses ini, yaitu dapat menggunakan bahan baku bermutu lebih rendah (garam dapur), diklaim memiliki efisiensi yang tinggi dalam menghasilkan produk asam klorida, serta menggunakan bahan bakar alternatif seperti hidrogen yang lebih bersih daripada bahan bakar fosil. Sementara itu, kekurangannya adalah membutuhkan desain khusus untuk menyimpan bahan baku, harga bahan baku gas SO₂ lebih mahal, alat *pre-treatment* bahan baku yang lebih mahal, serta reaksi SO₂ dan O₂ dalam fasa gas lebih rumit dalam perencanaan dan kontrol prosesnya (Dewi, et al., 2020).

1.6.4 Perbandingan Proses

Dari beberapa uraian proses yang telah dijabarkan, maka dapat ditabelkan perbedaan dan persamaan dari proses tersebut di atas, adapun tabel tersebut sebagai berikut :

Tabel 1.3 Perbandingan Proses Pembuatan *hydrochloric acid*

Pembatas	Nama Proses		
	<i>Mannheim</i>	<i>Combustion</i>	<i>Hargreaves</i>
Bahan Baku	Garam dan <i>Sulfuric acid</i>	<i>Chlorine dan Hydrogen</i>	Garam dan <i>Sulfur dioxide</i> , Air
Pengendalian bahan baku utama	Umum	Umum	Khusus (briquett garam)
Reaktor	<i>Mannheim furnace</i>	<i>Burner Chamber</i>	<i>Vertical Kiln Series</i>
Suhu Reaksi	843°C	900°C	427-538°C
Peralatan	5 Unit	4 Unit	7 Unit
Yields	98%	90% - 99%	90% - 99%

(Sumber : Keyes,1960)

Uraian dari ketiga jenis proses dalam pembuatan HCl menunjukkan bahwa setiap proses memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Pemilihan proses tergantung pada faktor-faktor seperti skala produksi, ketersediaan bahan baku, persyaratan lingkungan, dan faktor ekonomi. Dari perbandingan ketiga proses tersebut, maka proses yang dipilih adalah proses mannheim. Pemilihan proses ini, didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

- a) Penghematan biaya produksi dapat dilakukan karena bahan baku yang dibutuhkan tidak beragam dan mudah didapat.
- b) Konversi yang dihasilkan dapat mencapai sekitar 98%.
- c) Adanya produk samping berupa natrium sulfat yang biasanya digunakan oleh industri kaca dan kertas sehingga dapat memberi nilai tambah.
- d) Kondisi operasi yang digunakan cukup ringan.
- e) Instalasi peralatan lebih sederhana dan tidak rumit sehingga investasi lebih ekonomis.

1.7 Kapasitas Rancangan

1.7.1 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri

Beberapa pabrik asam klorida dengan kapasitas produksinya menjadi salah satu acuan dalam menentukan *range* kapasitas produksi pabrik yang dirancang pada pra rancangan pabrik ini, ditunjukkan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Pabrik *Hydrochloric Acid* Dengan Kapasitas Produksinya

Negara	Nama Industri	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
Indonesia	PT Asahimas Chemical	82.000
Geismar, Louisiana	BASF	200.000
Wichita, Kansas	Occidental Chemical	211.000-247.000
Baytown, Texas	Bayer	90.000
Corpus Christi, Texas	DuPontFluoroproducts	110.000
Henderson, Nevada	Pionerr Chlor Alkali	45.000
Geismar, Louisiana	Rubicon	145.000

Sumber: (*Independent Commodity Intelligence Services* (ICIS), dikutip dari Nugraheni & Khoiriah (2022))

Berdasarkan Tabel 1.4 dapat diketahui bahwa kapasitas produksi pabrik asam klorida jika ditetapkan dalam skala global harus memiliki kapasitas minimum sebesar 30.000 ton/tahun, sedangkan kapasitas produksi maksimal asam klorida yang dapat ditetapkan sebesar 247.000 ton/tahun. Sementara itu, jika ditinjau dari dalam negeri diketahui bahwa pabrik asam klorida di Indonesia hanya satu yaitu PT Asahimas Chemical dengan kapasitas 82.000 ton/tahun.

1.7.2 Ketersediaan Bahan Baku

Pabrik yang didirikan harus memperoleh *supply* bahan baku secara terus menerus (*continue*). Bahan baku yang digunakan adalah natrium klorida (NaCl) dan asam sulfat (H₂SO₄). Di Indonesia H₂SO₄ dan NaCl sudah diproduksi oleh beberapa pabrik sehingga kebutuhan bahan baku dapat terjamin. Bahan baku yang digunakan

lebih baik jika dapat dipenuhi dari dalam negeri, tetapi impor dapat dilakukan jika produksi dalam negeri tidak dapat memenuhi kebutuhan. Beberapa pabrik di Indonesia yang berperan sebagai produsen bahan baku dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Pabrik Di Indonesia Yang Berperan Sebagai Produsen Bahan Baku

Pabrik	Produk	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
PT Petrokimia	H ₂ SO ₄	Gresik	1.145.000
PT Timuraya Tunggal	H ₂ SO ₄	Karawang	24.000
PT Indonesia Acid Industri	H ₂ SO ₄	Jakarta Timur	82.500
PT Smelting	H ₂ SO ₄	Gresik	92.000
PT Dunia Kimia Utama	H ₂ SO ₄	Sumatera Selatan	30.000
PT Supra Matam Kimia	H ₂ SO ₄	Cilacap	300.000
PT Karya Supra Perkasa	H ₂ SO ₄	Cilegon	300.000
PT Garam Persero	NaCl	Gresik	500.000

(Sumber: Kementerian Perindustrian, 2024)

1.7.3 Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas produksi pabrik yang didirikan merupakan salah satu hal yang penting untuk dipertimbangkan dengan baik. Nilai kapasitas pabrik yang ditetapkan berpengaruh dalam perhitungan baik dari segi teknis maupun ekonomis. Hal ini dikarenakan jika kapasitas pabrik yang ditetapkan dengan tepat, maka dapat menghasilkan banyak keuntungan. Pabrik asam klorida ini didirikan pada tahun 2027 dengan peluang kapasitas yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan menutupi nilai impor dari luar negeri. Dalam menentukan kapasitas produksi pabrik *hydrochloric acid* hal-hal yang pertimbangan sebagai berikut:

1.7.3.1 Kebutuhan *Hydrochloric Acid* di Indonesia

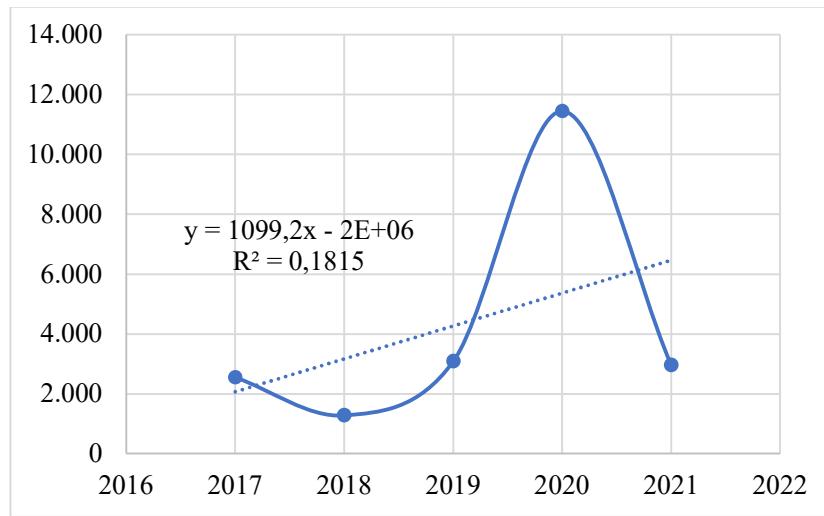
- a) *Supply*
 - Data Impor

Berikut data impor *hydrochloric acid* pada tahun terakhir.

Tabel 1.6 Data Impor *hydrochloric acid* di Indonesia

Tahun	Impor (Ton/Tahun)
2017	2.549
2018	1.280
2019	3.087
2020	11.450
2021	2.960

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2022)



Gambar 1.6 Grafik Impor Asam Klorida di Indonesia

Dari data di atas diperoleh persamaan regresi linear: $y = b x + a$

Dimana :

y = kebutuhan (ton/tahun)

a = konstanta

b = koefisien regresi (kemiringan)

x = tahun perencanaan berdirinya pabrik(2026)

Sehingga:

$$y = 1.099,20x - 2.213.920,00$$

Jadi kebutuhan Impor *hydrochloric acid* pada tahun 2027 adalah:

$$y = 1.099,20(2027) - 2.213.920,00$$

$$= 11.960 \text{ ton/tahun}$$

- Data Produksi

Produksi *hydrochloric acid* di Indonesia yaitu :

Tabel 1.7 Data Produksi *Hydrochloric Acid* di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2016	82.000
2017	82.000
2018	82.000
2019	82.000
2020	82.000

Dari data produksi dalam negeri di atas, diketahui bahwa pabrik *hydrochloric acid* di Indonesia hanya satu yaitu PT. Asahimas dengan kapasitas 82.000 ton/tahun. Produksi pada tahun 2027 dianggap tetap pada nilai 82.000 ton/tahun karena pabrik telah beroperasi pada kapasitas terpasangnya.

Berdasarkan data impor dan produksi dalam negeri *hydrochloric acid* di Indonesia pada tahun 2027 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai supply *hydrochloric acid* di Indonesia, yaitu :

$$\text{Supply} = \text{Impor} + \text{Produksi}$$

$$= (11.960 + 82.000) \text{ ton/tahun}$$

$$= 93.960 \text{ ton/tahun}$$

a) *Demand*

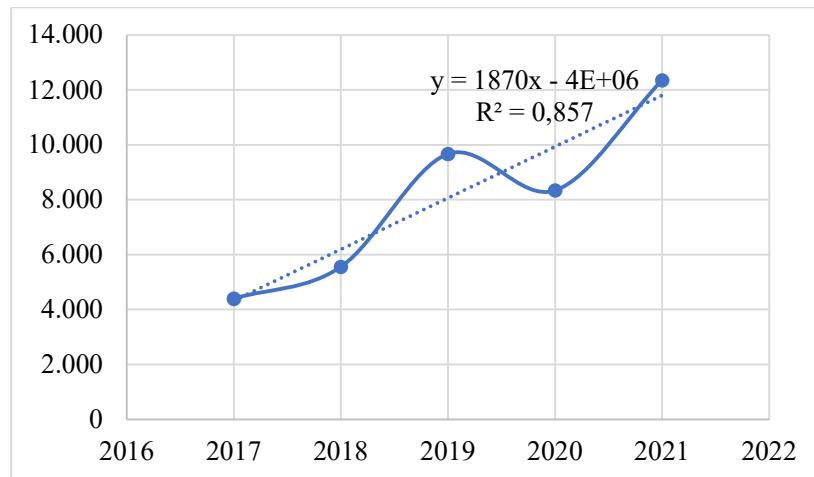
- Eksport

Berikut merupakan data eksport *hydrochloric acid* di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir.

Tabel 1.8 Data Eksport *hydrochloric acid* di Indonesia

Tahun	Eksport (Ton/Tahun)
2017	4.399
2018	5.562
2019	9.670
2020	8.340
2021	12.360

(Sumber: Index Box, Inc., 2022)



Gambar 1.7 Grafik Ekspor *Hydrochloric Acid*

Dari data tersebut diperoleh persamaan regresi linear, yaitu :

$$y = 1.870x - 3.765.593,8$$

Dimana :

y = kebutuhan (ton/tahun)

x = tahun perencanaan berdirinya pabrik (2027)

Kebutuhan eksport *hydrochloric acid* pada tahun 2027 dapat diprediksi dengan persamaan tersebut, sehingga :

$$\begin{aligned} y &= (1.870(2027)) - 3.765.593,8 \\ &= 23.026 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

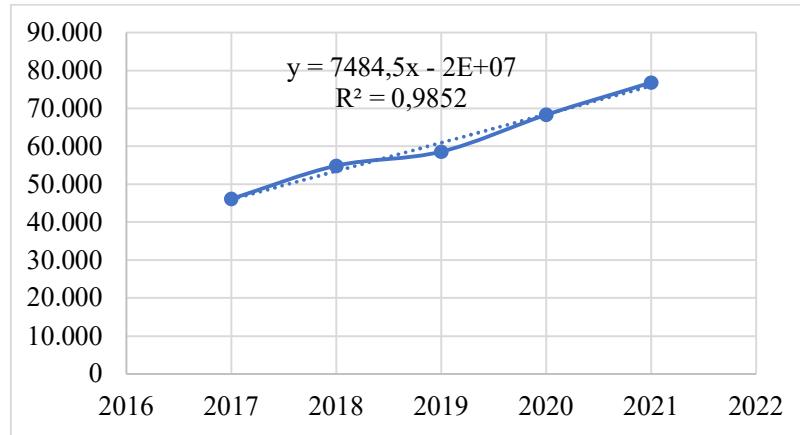
- Konsumsi dalam negeri

Berdasarkan data dari Departemen Perindustrian dan Perdagangan maka dapat diketahui total konsumsi *hydrochloric acid* per tahun dalam negeri.

Tabel 1.9 Data Konsumsi *hydrochloric acid* di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2017	46.137
2018	54.862
2019	58.586
2020	68.311

2021	76.835
------	--------



Gambar 1.8 Grafik konsumsi *Hydrochloric Acid*

Dari data di atas diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$y = (7.484,44(2026)) - 15.042.653,64$$

Dimana :

y = kebutuhan (ton/tahun)

x = tahun perencanaan berdirinya pabrik(2027)

Jadi kebutuhan konsumsi hydrochloric acid pada tahun 2027 adalah:

$$\begin{aligned} Y &= (7.484,44(2027)) - 15.042.653,64 \\ &= 120.822 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan data ekspor dan konsumsi *hydrochloric acid* di Indonesia pada tahun 2026 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai *demand* (permintaan) dari *hydrochloric acid* di Indonesia, yaitu: $\text{Demand} = \text{Ekspor} + \text{Konsumsi}$

$$\begin{aligned} &= (23.026 + 120.822) \text{ ton/tahun} \\ &= 143.847,8 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan proyeksi impor, produksi, ekspor, dan konsumsi pada tahun 2027, maka peluang pasar untuk *hydrochloric acid* dapat ditentukan dengan kapasitas pabrik sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Peluang} &= \text{Demand} - \text{Supply} \\ &= (143.847,8 - 93.960) \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

= 49.888 ton/tahun

Berdasarkan analisis kebutuhan *hydrochloric acid* (HCl) di Indonesia tahun 2027, diperoleh proyeksi total *demand* (permintaan) sebesar 143.847,8 ton/tahun, yang mencakup konsumsi dalam negeri dan ekspor. Sementara itu, total *supply* (pasokan) yang tersedia berasal dari produksi dalam negeri oleh PT Asahimas (sebesar 82.000 ton/tahun) dan impor (sebesar 11.960 ton/tahun), sehingga total *supply* pada tahun 2027 diperkirakan mencapai 93.960 ton/tahun.

Dengan demikian, terdapat selisih antara *demand* dan *supply* sebesar 49.888 ton/tahun, yang menunjukkan adanya kekurangan pasokan *hydrochloric acid* di pasar domestik. Kekurangan ini mencerminkan peluang pasar yang cukup besar untuk pendirian pabrik *hydrochloric acid* baru di Indonesia.

Berdasarkan data dan analisis tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik *hydrochloric acid* yang akan dirancang adalah sebesar 50.000 ton/tahun. Kapasitas ini dipilih karena:

- Mampu menutup *gap* antara *supply* dan *demand* yang ada, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pasar secara optimal;
- Memberikan fleksibilitas produksi dalam menyesuaikan permintaan pasar yang cenderung meningkat dari tahun ke tahun;
- Berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap impor dan meningkatkan kemandirian industri bahan kimia di dalam negeri.

Dengan kapasitas sebesar 50.000 ton/tahun, pabrik ini diharapkan mampu berkontribusi signifikan terhadap pemenuhan kebutuhan *hydrochloric acid* di Indonesia serta mendukung pertumbuhan industri yang memanfaatkan bahan kimia ini, seperti industri tekstil, logam, pertambangan, dan pengolahan air.

1.8 Pemilihan Lokasi Pabrik

Dalam perencanaan suatu pabrik, penentuan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik. Penentuan ini juga ditinjau dari segi ekonomis yaitu berdasarkan pada “*Return On Investment*”, yang merupakan persentase pengembalian modal tiap tahun.

Setelah mempelajari dan mempertimbangkan beberapa faktor yang

mempengaruhi penentuan lokasi, maka pabrik yang direncanakan ini didirikan di daerah Manyarejo, Gresik, Jawa Timur. Kawasan ini terletak di daerah kawasan indutri kimia, yang memudahkan pemasokan barang berjalan dengan sempurna.



Gambar 1.9 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik

(Sumber: Google Earth, 2025)

Berikut adalah beberapa faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan Ketika kita memilih Lokasi pabrik yang akan dibangun.

1.8.1 Bahan Baku

Persediaan bahan baku dalam suatu pabrik adalah merupakan salah satu faktor penentuan dalam memilih lokasi pabrik yang tepat. Dalam hal ini bahan baku yang digunakan berasal dari produk lokal dalam negeri. Bahan baku yang digunakan dapat diperoleh di Gresik dan sekitarnya, yaitu Bahan baku yaitu *Sodium chloride* dan *Sulfuric acid* dapat diperoleh dengan mudah karena letak sumber bahan baku dekat dengan lokasi pendirian pabrik. Hal ini lebih menjamin penyediaan bahan baku dan kontinuitasnya.

1.8.2 Pemasaran

Dengan melihat pangsa pasar yang prospektif maka produk ini bisa dikatakan memenuhi pangsa pasar tersebut. Distribusi dan pemasaran dari produk dapat dilakukan melalui kota Surabaya dimana segala fasilitas telah tersedia karena

kedudukan Surabaya sebagai Ibukota Propinsi Jawa Timur.

1.8.3 Transportasi dan Telekomunikasi

Sebagai kawasan industri, Gresik merupakan wilayah yang sarana transportasi dan telekomunikasinya cukup memadai. Gresik dekat dengan pelabuhan, jalan raya dan jalan tol yang memadai sehingga sangat mendukung pendistribusian produk, tidak hanya di dalam negeri tetapi luar negeri juga dapat dijangkau.

1.8.4 Tenaga Kerja

Pada dasarnya di setiap lokasi memiliki potensi yang hampir sama, karena dimanapun ada lapangan pekerjaan akan selalu ada tenaga kerja yang mengisi. Tenaga kerja dapat dipenuhi dengan mudah di daerah sekitar pabrik maupun dari luar daerah.

1.8.5 Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik juga perlu memperhatikan faktor yang terkait di dalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri yang berhubungan dengan pemerataan tenaga kerja, kesejahteraan dan hasil pembangunan, maka Gresik baik dipilih sebagai lokasi pendirian pabrik ini.

1.8.6 Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah keperluan tenaga listrik, air, dan bahan bakar. Kebutuhan tenaga listrik akan diperoleh dari PLN setempat dan generator pembangkit lisrik. Kebutuhan air akan diperoleh dari sungai yang letaknya tidak jauh dari lokasi pabrik dengan melakukan pengolahan terlebih dahulu.

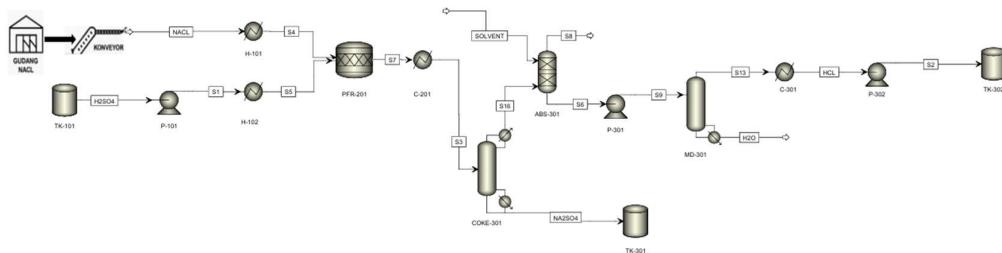
1.8.7 Karakteristik Tanah dan Lokasi

Struktur dan karakteristik tanah di daerah Gresik tidak perlu ditakutkan lagi mengingat banyaknya industri lainnya yang sudah ada. Gresik sebagai kawasan industri memiliki kelayakan yang baik.

1.9 Uraian Proses

Pada gambar dibawah ini dapat kita lihat jalannya produksi **hidrogen klorida (HCl)** melalui reaksi antara **asam sulfat (H₂SO₄)** dan **natrium klorida (NaCl)**. Proses ini terdiri atas beberapa tahap utama yang saling terintegrasi, mulai

dari pengumpunan bahan baku hingga pemisahan dan pemurnian produk akhir.



Gambar 1.10 Flowsheet Pembuatan *Hydrochloric Acid*

1.9.1 Tahap Awal Proses Produksi HCl (Persiapan Bahan Baku)

Produksi *hydrochloric acid* (HCl) dengan proses Mannheim memulai seluruh operasinya dari persiapan dan penanganan dua bahan baku utama yaitu natrium klorida (NaCl) dan asam sulfat pekat (H₂SO₄). Tahap awal ini sangat krusial karena kondisi dan kualitas bahan baku sangat memengaruhi efisiensi dan kemurnian produk akhir.

a. Natrium Klorida (NaCl)

Natrium klorida yang digunakan dalam pabrik ini diperoleh dari PT Garam (Persero), sebuah perusahaan milik negara yang memproduksi garam industri dan konsumsi di Indonesia. Garam yang digunakan adalah garam industri berkualitas tinggi, yang telah melalui proses pencucian dan pemurnian untuk mengurangi kandungan pengotor seperti magnesium, kalsium, dan sulfat.

Tabel 1.10 Komposisi umum NaCl dari PT Garam

No.	Komponen	Kandungan (% berat)
1.	NaCl	≥ 98.5
2.	Kelembaban (H ₂ O)	≤ 0.5
3.	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	≤ 0.2
4.	SO ₄ ²⁻	≤ 0.3
5.	Bahan Tak Larut	≤ 0.5

Bahan baku ini kemudian dialirkan ke unit proses menggunakan konveyor,

yang berfungsi sebagai alat transportasi padatan secara kontinu dari gudang menuju pemanas awal. Sebelum digunakan di dalam reaktor, natrium klorida terlebih dahulu dipanaskan dalam heater H-101. Tahap pemanasan ini sangat penting karena garam memiliki sifat higroskopis, yaitu mudah menyerap kelembapan dari udara. Jika NaCl dalam kondisi lembap, reaksi dengan asam sulfat akan menjadi kurang efisien, selain itu juga dapat menimbulkan kerak pada permukaan peralatan proses. Oleh karena itu, pemanasan awal bertujuan untuk mengeringkan garam serta memastikan bahan baku masuk ke reaktor dalam kondisi optimal.

b. Asam Sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat yang digunakan diperoleh dari PT Petrokimia Gresik, salah satu produsen pupuk dan bahan kimia terbesar di Indonesia. Produk H_2SO_4 dari PT Petrokimia biasanya diproduksi melalui proses kontak dan tersedia dalam konsentrasi tinggi, yakni 98% w/w.

Tabel 1.11 Komposisi asam sulfat 98% dari PT Petrokimia Gresik

Komponen	Kandungan (% berat)
H_2SO_4	98.0 – 98.5
Air (H_2O)	1.5 – 2.0
Kandungan logam (Fe, Pb, dll)	≤ 0.05

Kemudian asam sulfat cair disimpan dalam tangki penyimpanan TK-101 yang didesain khusus agar tahan terhadap sifat korosif asam sulfat. Biasanya material tangki dilapisi dengan bahan pelindung seperti karet atau *fiberglass reinforced plastic* (FRP) untuk mencegah kebocoran dan memperpanjang umur peralatan. Dari tangki penyimpanan, asam sulfat dialirkan menggunakan pompa P-101 menuju heater H-102. Pompa yang digunakan harus terbuat dari material khusus yang tahan terhadap korosi, misalnya baja tahan asam atau alloy khusus, sehingga aman untuk mengalirkan H_2SO_4 dengan konsentrasi tinggi. Sama seperti pada natrium klorida, asam sulfat juga mengalami tahap pemanasan awal sebelum masuk ke dalam reaktor. Pemanasan ini bertujuan untuk menyesuaikan kondisi operasi dengan suhu reaksi yang dibutuhkan, serta memastikan laju reaksi dapat

berlangsung lebih cepat dan stabil di dalam reaktor utama.

Dengan demikian, tahap persiapan bahan baku ini berfungsi untuk menjamin kedua reagen, yaitu NaCl dan H₂SO₄, berada pada kondisi yang paling sesuai sebelum bereaksi di reaktor Mannheim. Persiapan yang baik akan meminimalkan terjadinya hambatan proses, mengurangi risiko terbentuknya kerak, serta meningkatkan efisiensi keseluruhan reaksi pembuatan asam klorida.

1.9.2 Reaksi dalam Reaktor PFR-201

Setelah melalui tahap persiapan, natrium klorida padat dan asam sulfat cair dialirkan secara bersamaan menuju reaktor utama, yaitu PFR-201. Reaktor ini berjenis *plug flow reactor* yang dalam praktik industri biasanya dikenal dengan nama ***Mannheim furnace***. Reaktor ini didesain khusus untuk menangani reaksi antara garam padat dengan asam kuat pada suhu tinggi. Proses berlangsung secara kontinyu, di mana NaCl padat yang telah dikeringkan sebelumnya bertemu dengan aliran H_2SO_4 cair panas, sehingga memungkinkan reaksi kimia terjadi dengan cepat dan efisien. Berikut Adalah reaksi yang terjadi:



Reaktor *Mannheim* dilengkapi dengan sistem pemanas eksternal untuk menjaga suhu operasi tetap tinggi, biasanya pada suhu 360 °C. Suhu ini diperlukan agar reaksi dapat berlangsung secara maksimal dan produk HCl dapat terbentuk dalam jumlah yang cukup besar. Selain itu, reaktor dirancang agar padatan yang terbentuk, yaitu Na₂SO₄, dapat dipisahkan secara bertahap dari aliran gas. Desain ini penting untuk menghindari penumpukan padatan di dalam reaktor yang dapat mengganggu aliran bahan dan mengurangi efisiensi proses.

Aliran produk keluar dari reaktor kemudian dipisahkan menjadi dua fasa. Fasa gas mengandung HCl yang masih panas, sedangkan fasa padat berupa Na_2SO_4 akan dialirkan ke unit pemisahan berikutnya. HCl dalam bentuk gas tidak langsung digunakan, tetapi harus melalui tahap pendinginan, absorpsi, dan kondensasi, sementara padatan Na_2SO_4 ditangani sebagai produk samping yang memiliki nilai ekonomi tersendiri di industri kimia.

1.9.3 Tahap Pemisahan Produk Padat Na_2SO_4

Hasil keluaran dari reaktor Mannheim berupa campuran gas HCl dan padatan natrium sulfat (Na_2SO_4). Karena kedua produk ini berada dalam fasa berbeda, maka diperlukan tahapan pemisahan agar masing-masing produk dapat diolah lebih lanjut sesuai kebutuhan. Padatan Na_2SO_4 yang terbentuk memiliki titik leleh tinggi dan bersifat stabil, sehingga mudah ditangani dalam bentuk padatan. Untuk memisahkannya dari aliran gas, campuran hasil reaksi dialirkan menuju unit pemisah padatan COKE-301.

Unit COKE-301 berfungsi sebagai tempat pengendapan dan penampungan padatan Na_2SO_4 . Pada tahap ini, padatan dipisahkan dari aliran gas panas dengan memanfaatkan perbedaan fasa. Gas HCl yang lebih ringan akan terus bergerak menuju tahap absorpsi berikutnya, sedangkan padatan Na_2SO_4 akan tertahan dan dikumpulkan. Sistem pemisahan ini sangat penting, sebab bila padatan tidak segera dipisahkan, maka dapat menimbulkan penyumbatan pada jalur pipa maupun menurunkan efisiensi alat di tahap selanjutnya.

Padatan natrium sulfat yang sudah terpisahkan kemudian ditampung ke dalam tangki penyimpanan TK-301. Produk samping ini memiliki nilai komersial yang cukup baik, karena dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri, misalnya sebagai bahan baku pembuatan deterjen, kaca, maupun pulp dan kertas. Dengan demikian, walaupun Na_2SO_4 merupakan hasil samping, penanganannya tetap diperhatikan agar dapat memberi nilai tambah bagi proses produksi secara keseluruhan.

Tahap pemisahan padatan ini tidak hanya berperan dalam menghasilkan produk samping yang bermanfaat, tetapi juga berfungsi menjaga kelancaran proses produksi. Dengan memisahkan padatan sejak awal, kualitas aliran gas HCl yang menuju unit absorber menjadi lebih baik, sehingga proses penyerapan HCl di tahap selanjutnya dapat berjalan lebih efisien dan terkontrol.

1.9.4 Absorpsi Gas HCl

Setelah padatan natrium sulfat berhasil dipisahkan, aliran gas hasil reaksi yang keluar dari reaktor mengandung terutama gas hidrogen klorida (HCl) dengan

temperatur yang masih tinggi. Gas ini kemudian dialirkan menuju unit absorber ABS-301 untuk dilakukan proses penyerapan. Tujuan utama tahap ini adalah mengubah HCl dari fasa gas menjadi larutan asam klorida (HCl cair) dengan menggunakan air sebagai media penyerap.

Di dalam absorber, gas HCl dialirkan secara berlawanan arah (*countercurrent*) dengan aliran air yang dimasukkan dari bagian atas kolom. Kontak antara gas dan cairan yang intensif terjadi melalui tray atau packing yang terdapat di dalam kolom absorber, sehingga memperluas permukaan kontak dan meningkatkan efisiensi penyerapan. Gas HCl yang sangat larut dalam air akan terserap hampir sempurna, menghasilkan larutan asam klorida dengan konsentrasi tertentu, umumnya berkisar 30–35% massa.

Proses absorpsi ini sangat krusial, sebab selain menghasilkan produk utama berupa HCl cair, juga berfungsi menekan emisi gas berbahaya. HCl dalam bentuk gas bersifat korosif dan beracun jika terlepas ke atmosfer, sehingga tahap penyerapan ini sekaligus menjadi sistem pengendalian lingkungan. Air yang digunakan dalam absorber biasanya merupakan air proses yang sudah diatur suhunya. Suhu yang lebih rendah akan meningkatkan kelarutan HCl dalam air, sehingga efisiensi penyerapan lebih tinggi. Oleh karena itu, sering kali air yang masuk ke absorber telah didinginkan terlebih dahulu agar penyerapan berlangsung optimal.

Hasil keluaran dari unit absorber berupa larutan HCl cair yang sudah terbentuk di bagian bawah kolom, sedangkan gas buang yang keluar dari bagian atas umumnya sudah sangat minim kandungan HCl-nya. Gas sisa ini tetap melewati unit pemurnian tambahan, seperti *mist eliminator* atau kondensor, untuk memastikan tidak ada uap HCl yang lolos ke udara. Dengan demikian, unit absorber tidak hanya menghasilkan produk utama, tetapi juga menjadi bagian dari sistem pengendalian mutu dan keselamatan proses secara keseluruhan.

1.9.5 Pemurnian Gas dan Kondensasi

Setelah melalui proses absorpsi di unit ABS-301, sebagian besar gas HCl telah berhasil terserap menjadi larutan HCl. Namun, masih terdapat sejumlah kecil

uap HCl yang terbawa bersama aliran gas sisa. Untuk mencegah kehilangan produk dan meminimalkan emisi berbahaya, aliran ini dialirkan ke unit pemurnian berikutnya, yaitu mist eliminator MD-301.

Fungsi utama MD-301 adalah memisahkan butiran-butiran cairan halus atau kabut (mist) yang masih terbawa bersama aliran gas. Kabut ini biasanya terdiri dari tetesan larutan HCl maupun uap air yang tidak sepenuhnya tertangkap di dalam absorber. Dengan adanya mist eliminator, partikel-partikel cair tersebut dapat dipisahkan sehingga kualitas gas buang yang keluar menjadi lebih aman, sekaligus meningkatkan efisiensi penyerapan total HCl. Proses ini penting karena kabut HCl yang lolos dapat menimbulkan masalah korosi pada peralatan maupun pencemaran udara di lingkungan sekitar pabrik.

Gas yang keluar dari mist eliminator kemudian diarahkan menuju kondensor C-301. Di dalam kondensor, gas HCl yang masih tersisa akan mengalami pendinginan. Proses pendinginan ini menyebabkan uap air bersama gas HCl yang terlarut di dalamnya terkondensasi, membentuk larutan HCl tambahan. Dengan demikian, selain meningkatkan perolehan produk, tahap kondensasi ini juga berfungsi sebagai langkah akhir untuk memastikan tidak ada HCl yang terbuang dalam bentuk gas. Suhu operasi kondensor biasanya dijaga cukup rendah dengan menggunakan media pendingin, seperti air sungai yang telah diolah atau air dari cooling tower.

Produk hasil kondensasi kemudian dikumpulkan dan dipompa menuju tangki penyimpanan produk akhir. Sementara itu, gas sisa yang keluar dari kondensor umumnya sudah sangat minim kandungan HCl-nya sehingga relatif aman. Gas buang ini tetap dilepas ke atmosfer melalui cerobong setelah dipastikan memenuhi standar emisi yang berlaku. Dengan adanya tahapan pemurnian dan kondensasi ini, proses produksi tidak hanya menghasilkan asam klorida dengan rendemen tinggi, tetapi juga memperhatikan aspek keselamatan dan kelestarian lingkungan.

1.9.6 Penyimpanan Produk Akhir HCl

Larutan asam klorida yang telah melalui tahap absorpsi, pemurnian, dan kondensasi kemudian dialirkan menuju tangki penyimpanan produk akhir, yaitu TK-302. Pada tahap ini, asam klorida sudah berada dalam bentuk cair dengan konsentrasi yang sesuai spesifikasi produk, umumnya berkisar antara 30–37% berat. Untuk memastikan aliran menuju tangki berjalan lancar, larutan HCl dipompa terlebih dahulu menggunakan pompa P-302. Pompa ini didesain khusus dengan material yang tahan terhadap sifat korosif asam, sehingga dapat menjamin keamanan operasi serta memperpanjang umur peralatan.

Tangki penyimpanan TK-302 didesain dengan pertimbangan khusus terhadap karakteristik asam klorida. HCl merupakan zat yang sangat korosif terhadap sebagian besar logam, sehingga material tangki biasanya menggunakan baja karbon dengan pelapisan khusus, seperti karet, PVC, atau resin tahan asam. Dalam beberapa kasus, tangki dapat pula dibuat dari fiberglass reinforced plastic (FRP) yang memiliki ketahanan tinggi terhadap larutan asam kuat. Desain tangki dilengkapi dengan sistem ventilasi dan katup pengaman untuk mengatur tekanan, serta sistem pemantauan level cairan agar penyimpanan selalu berada pada batas aman.

Produk HCl cair yang tersimpan dalam TK-302 selanjutnya siap dipasarkan atau digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai proses industri. Asam klorida merupakan salah satu bahan kimia dasar yang sangat penting, dengan kegunaan luas, antara lain dalam industri kimia, logam, farmasi, pengolahan makanan, serta produksi senyawa organik dan anorganik lainnya. Oleh karena itu, tahap penyimpanan akhir ini berperan penting tidak hanya sebagai tempat penampungan sementara, tetapi juga sebagai titik kendali mutu terakhir sebelum produk dikirimkan kepada konsumen.

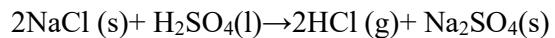
Dengan adanya TK-302, keseluruhan rangkaian produksi HCl menjadi lebih terjamin dari sisi kontinuitas pasokan dan kualitas produk. Tangki penyimpanan memungkinkan sistem distribusi yang lebih fleksibel, baik untuk kebutuhan internal pabrik maupun untuk penjualan keluar. Dengan demikian, tahap ini menutup

keseluruhan proses produksi dengan menghasilkan produk akhir berupa asam klorida cair yang stabil, aman, dan siap dimanfaatkan di berbagai sektor industri.

1.10 Analisa Ekonomi Awala Bahan Baku

1.10.1 Reaksi Kimia Dasar

Produksi *hydrochloric acid* (HCl) dalam prarancangan ini menggunakan reaksi Mannheim, yaitu reaksi antara natrium klorida (NaCl) padat dengan asam sulfat pekat (H₂SO₄). Reaksi ini berlangsung pada suhu tinggi di dalam tungku khusus dan menghasilkan gas HCl serta padatan natrium sulfat (Na₂SO₄) sebagai produk samping. Persamaan reaksinya sebagai berikut:



Reaksi ini menunjukkan bahwa untuk setiap 2 mol HCl yang dihasilkan, dibutuhkan 2 mol NaCl dan 1 mol H₂SO₄. Oleh karena itu, kebutuhan bahan baku ditentukan berdasarkan perbandingan stoikiometri dan kapasitas produksi tahunan.

1.10.2 Estimasi Kebutuhan Bahan Baku Tahunan

Dengan kapasitas pabrik sebesar 50.000 ton/tahun HCl, kebutuhan bahan baku dihitung sebagai berikut:

Tabel 1.12 Rasio kebutuhan bahan baku pertahunnya

Bahan Baku	Rasio Per Ton HCl (Ton)	Kebutuhan Tahunan (Ton)
NaCl	1,605	80.250
H ₂ SO ₄	1,344	67.200

Nilai-nilai ini didapatkan berdasarkan rasio massa molar dari masing-masing komponen yang terlibat dalam reaksi. Perhitungan dilakukan dengan mempertimbangkan efisiensi reaksi dan potensi kehilangan selama proses.

1.10.3 Harga Bahan Baku dan Estimasi Biaya

Harga bahan baku ditentukan berdasarkan kisaran harga industri kimia lokal pada tahun 2025. Pabrik dirancang di wilayah Gresik, Jawa Timur, yang merupakan pusat distribusi bahan kimia industri nasional, sehingga harga yang digunakan mencerminkan kondisi pasar dalam negeri dengan efisiensi logistik yang baik. Berikut adalah asumsi harga bahan baku serta total biaya yang dibutuhkan

pertahunnya.

Tabel 1.13 Harga bahan baku serta total biaya yang dibutuhkan

Bahan Baku	Harga per ton (Rp)	Total Biaya (Rp)
NaCl	800.000	64.200.000.000
H ₂ SO ₄	450.000	30.240.000.000
Total		94.440.000.000

Dengan asumsi harga tersebut, total biaya bahan baku yang dibutuhkan untuk menjalankan pabrik selama satu tahun produksi penuh adalah sebesar Rp 94,44 miliar.

1.10.4 Harga Jual Produk dan Estimasi Pendapatan

Harga pasar HCl industri di Indonesia tahun 2024–2025 diperkirakan sekitar Rp 4.000.000 per ton. Maka, dengan total produksi sebesar 50.000 ton per tahun, pendapatan kotor yang dapat diperoleh adalah:

$$\text{Pendapatan} = 50.000 \times 4.000.000 = \text{Rp } 200.000.000.000$$

1.10.5 Biaya Bahan Baku per Ton Produk

$$\text{Biaya bahan baku per ton HCl} = \frac{94.440.000.000}{50.000} = \text{Rp } 1.888.800$$

Nilai ini menunjukkan bahwa hanya sekitar 47% dari harga jual dialokasikan untuk bahan baku, sisanya tersedia untuk menutupi biaya operasional lain dan menghasilkan laba.

1.10.6 Marjin Kotor dari Bahan Baku

$$\text{Marjin kotor per ton} = 4.000.000 - 1.888.800 = \text{Rp } 2.111.200$$

$$\text{Total marjin kotor per tahun} = 2.111.200 \times 50.000 = \text{Rp } 105.560.000.000$$

Marjin ini belum termasuk biaya energi, tenaga kerja, dan lainnya, tetapi secara kasar menunjukkan bahwa dari sisi bahan baku saja, pabrik HCl ini memiliki potensi keuntungan yang sangat signifikan.