

**PRARANCANGAN PABRIK HCI DARI HIDROGEN DAN
KLORIN KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Disusun Oleh :

Nama : Shafira Dwi Nugraheni

NIM : 18521159

Nama : Ulfah Lailatul Khoiriah

NIM : 18521186

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRARANCANGAN PABRIK HCI DARI HIDROGEN DAN KLORIN KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Shafira Dwi Nugraheni
NIM : 18521159

Nama : Ulfah Lailatul Khoiriah
NIM : 18521186

Yogyakarta, 18 September 2022

Menyatakan bahwa seluruh hasil Prarancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka kami siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Shafira Dwi Nugraheni



Ulfah Lailatul Khoiriah

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK HCl DARI HIDROGEN DAN KLOORIN

KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh :

**Nama : Shafira Dwi Nugraheni
NIM : 18521159**

**Nama : Ulfah Lailatul Khoiriah
NIM : 18521186**

Yogyakarta, September 2022

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Suharno Rusdi



Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRARANCANGAN PABRIK HCl DARI HIDROGEN DAN KLOORIN
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Shafira Dwi Nugraheni Nama : Ulfah Lailatul Khoiriah
NIM : 18521159 NIM : 18521186

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Program Studi Teknik
Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, September 2022

Tim Penguji,

Dr. Suharno Rusdi

Ketua

Dr. Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.

Anggota I

Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.

Anggota II




.....
.....
.....
.....
.....

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ira Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji bagi Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Prarancangan Pabrik HCl dari Hidrogen dan Klorin Kapasitas 65.000 Ton/Tahun dengan baik.

Tugas Akhir Prarancangan Pabrik Kimia ini disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapatkan selama menempuh pendidikan di bangku kuliah, dan merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia dari Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan karunia-Nya
2. Orang tua yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik moril maupun materil selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan akademik.

4. Bapak Dr. Suharno Rusdi, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan waktu, arahan dan bimbingannya selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Ibu Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktu, arahan dan bimbingannya selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
7. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia angkatan 2018 yang selalu memberikan dukungan serta saling membagikan ilmunya.
8. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 18 September 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
ABSTRAK	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan	2
1.3 Tinjauan Pustaka	6
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	10
BAB II PERANCANGAN PRODUK	14
2.1 Spesifikasi Produk	14
2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung	14
2.4 Pengendalian kualitas produk	17
BAB III PERANCANGAN PROSES	18
3.1 Diagram Alir Proses dan Material	18
3.2 Uraian Proses	20
3.3 Spesifikasi Alat	23
3.4 Neraca Massa	29
3.5 Neraca Panas	33

BAB IV PERANCANGAN PABRIK	35
4.1 Lokasi Pabrik	35
4.2 Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>)	40
4.3 Tata Letak Alat Proses (<i>Machines Layout</i>).....	42
4.4 Struktur Organisasi Perusahaan	44
BAB V UTILITAS.....	65
5.1 Unit Penyedia dan Pengolah Air.....	65
5.2 Unit Penyedia Kebutuhan Air	74
5.3 Unit Pembangkit <i>Steam</i>	76
5.4 Unit Penyedia <i>Dowtherm A</i>	77
5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar	78
5.6 Unit Penyedia Udara Tekan	78
5.7 Unit Pembangkit Listrik.....	78
5.8 Spesifikasi Alat Utilitas	83
BAB VI EKONOMI	95
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	110
DAFTAR PUSTAKA	113
LAMPIRAN.....	115

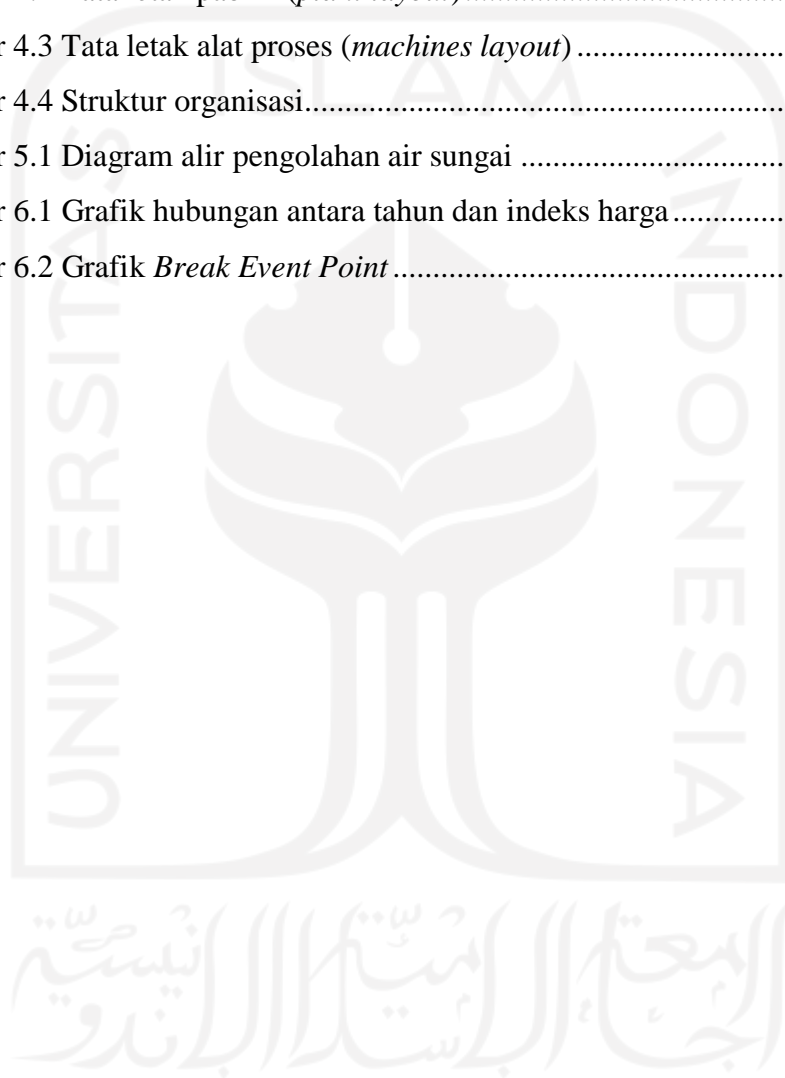
DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Delapan pabrik HCl yang telah berdiri di dunia	3
Tabel 1.2 Data ekspor dan impor hidrogen	4
Tabel 1.3 Data ekspor dan impor klorin.....	4
Tabel 1.4 Data kebutuhan impor.....	5
Tabel 1.5 Data persen pertumbuhan kebutuhan impor	5
Tabel 1.6 Proyeksi impor HCl	6
Tabel 1.7 Perbandingan Proses	9
Tabel 1.8 Data entalpi dan energi <i>Gibbs</i>	11
Tabel 3.1 Spesifikasi reaktor.....	23
Tabel 3.2 Spesifikasi absorber 1	24
Tabel 3.3 Spesifikasi absorber 2	24
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>acid reboiler</i>	25
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>cooler</i>	25
Tabel 3.6 Spesifikasi kompresor	26
Tabel 3.7 Spesifikasi <i>expansion valve</i>	27
Tabel 3.8 Spesifikasi tangki	27
Tabel 3.9 Spesifikasi pompa	28
Tabel 3.10 Neraca massa total	29
Tabel 3.11 Neraca massa reaktor furnace	30
Tabel 3.12 Neraca massa absorber 1.....	30
Tabel 3.13 Neraca massa absorber 2.....	31
Tabel 3.14 Neraca massa <i>acid reboiler</i>	31
Tabel 3.15 Neraca panas reaktor.....	33
Tabel 3.16 Neraca panas absorber 1	33
Tabel 3.17 Neraca panas absorber 2	33
Tabel 3.18 Neraca panas <i>acid reboiler</i>	34
Tabel 3.19 Neraca panas <i>cooler-1</i>	34
Tabel 3.20 Neraca panas <i>cooler-2</i>	34
Tabel 4.1 Rincian luas tanah dan bangunan pabrik.....	39
Tabel 4.2 Jadwal kerja karyawan <i>shift</i>	57

Tabel 4.3 Jumlah karyawan.....	58
Tabel 4.4 Rincian penggolangan jabatan	60
Tabel 4.5 Rincian gaji karyawan.....	61
Tabel 5.1 Kebutuhan air pendingin	74
Tabel 5.2 Kebutuhan air pembangkit <i>steam</i>	74
Tabel 5.3 Kebutuhan air untuk air servis	76
Tabel 5.4 Unit pembangkit listrik	79
Tabel 5.5 Kebutuhan listrik utilitas	79
Tabel 5.6 Kebutuhan lain-lain.....	80
Tabel 5.7 Spesifikasi pompa utilitas	83
Tabel 5.8 Spesifikasi bak penampung.....	88
Tabel 5.9 Spesifikasi tangki utilitas	89
Tabel 5.10 Spesifikasi <i>screener</i>	91
Tabel 5.11 Spesifikasi <i>sand filter</i>	92
Tabel 5.12 Spesifikasi <i>cooling tower</i>	92
Tabel 5.13 Spesifikasi <i>deaerator</i>	93
Tabel 5.14 Spesifikasi <i>blower</i>	93
Tabel 5.15 Spesifikasi <i>mixed bed</i>	94
Tabel 6.1 <i>Physical plant cost</i>	103
Tabel 6.2 <i>Direct plant cost</i>	104
Tabel 6.3 <i>Fixed capital investment</i>	104
Tabel 6.4 <i>Direct manufacturing cost</i>	104
Tabel 6.5 <i>Indirect manufacturing cost</i>	104
Tabel 6.6 <i>Fixed manufacturing cost</i>	105
Tabel 6.7 <i>Manufacturing cost</i>	105
Tabel 6.8 <i>Working capital</i>	105
Tabel 6.9 <i>General expenses</i>	105
Tabel 6.10 <i>Total production cost</i>	106
Tabel 6. 11 <i>Fixed cost</i>	106
Tabel 6.12 <i>Regulated cost</i>	106
Tabel 6.13 <i>Variable cost</i>	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram alir proses	18
Gambar 3.2 Diagram alir material	19
Gambar 4.1 Rencana lokasi pendirian pabrik	36
Gambar 4.2 Tata letak pabrik (<i>plant layout</i>).....	40
Gambar 4.3 Tata letak alat proses (<i>machines layout</i>)	42
Gambar 4.4 Struktur organisasi.....	51
Gambar 5.1 Diagram alir pengolahan air sungai	82
Gambar 6.1 Grafik hubungan antara tahun dan indeks harga.....	97
Gambar 6.2 Grafik <i>Break Event Point</i>	109



ABSTRAK

Hidrogen Klorida merupakan salah satu asam kuat yang bersifat korosif dengan rumus molekul HCl. Hidrogen Klorida dapat digunakan dalam berbagai sektor industri seperti industri kimia organik, industri farmasi, industri tekstil, industri pengolahan logam, dan industri minyak pelumas. Selain itu, HCl juga dapat digunakan dalam produksi zat pembersih, zat aditif makanan, produksi gelatin, dan sebagai pereaksi dalam produksi senyawa kimia organik. Peluang berkembangnya industri HCl di Indonesia cukup besar, mengingat kebutuhannya yang terus meningkat dan jumlah impor yang masih tinggi. Pabrik HCl ini direncanakan akan dibangun di Kecamatan Palaran, Samarinda, Kalimantan Timur dengan kapasitas 65.000 ton/tahun yang beroperasi selama 330 hari dengan total 148 karyawan serta dibangun di atas lahan seluas 69.261 m². Proses pembuatan HCl dilakukan dengan proses *direct synthetic hydrogen and chlorine* menggunakan bahan baku gas hidrogen dan klorin dalam reaktor furnace yang beroperasi pada suhu 1300°C dan tekanan 29 atm, dengan kemurnian produk HCl yang dihasilkan adalah 37%. Untuk mencapai kapasitas 65.000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku hidrogen sebesar 1.350.890,09 kg/tahun dan klorin sebesar 25.798.542,62 kg/tahun. Utilitas yang dibutuhkan yaitu air sebesar 319.144,63 ton/tahun yang diperoleh dari Sungai Mahakam, kebutuhan listrik sebesar 335,99 kW yang diperoleh dari PLN serta generator sebagai cadangan. Pabrik HCl dirancang memiliki tingkat risiko yang rendah (*low risk*). Hasil evaluasi ekonomi menunjukkan modal tetap sebesar Rp 543.946.272.929,63/tahun, modal kerja sebesar Rp 319.881.569.491,62/tahun dengan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 141.254.327.074/tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 98.878.028.952/tahun. Berdasarkan hasil studi analisa kelayakan diperoleh *Break Even Point* (BEP) 48,81%, *Shut Down Point* (SDP) 23,18%, dan *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) 19,23%. Sementara itu, *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 25,97% sedangkan ROI setelah pajak 18,18%, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 3,85 tahun, POT setelah pajak 5 tahun. Dari tinjauan ekonomi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik HCl dari hidrogen dan klorin dengan kapasitas 65.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Hidrogen, Klorin, Pabrik HCl, Reaktor Furnace

ABSTRACT

Hydrogen Chloride is a strong corrosive acid with the molecular formula HCl. Hydrogen Chloride can be used in various industrial sectors such as the organic chemical industry, the pharmaceutical industry, the textile industry, the metal processing industry, and the lubricating oil industry. In addition, HCl can also be used in the production of cleaning agents, food additives, gelatin production, and as a reagent in the production of organic chemical compounds. The opportunity for the development of the HCl industry in Indonesia is quite large, given the increasing demand and the high number of imports. The HCl plant is planned to be built in Palaran District, Samarinda, East Kalimantan with a capacity of 65,000 tons/year which operates for 330 days with a total of 148 employees and is built on an area of 69,261 m². The process of making HCl is carried out with a direct synthetic hydrogen and chlorine process using hydrogen and chlorine gas as raw materials in a furnace reactor that operates at a temperature of 1300°C and a pressure of 29 atm, with the purity of the HCl product produced is 37%. To reach the capacity of 65,000 tons/year, hydrogen is needed at 1,350,890.09 kg/year and chlorine at 25,798,542.62 kg/year. The utilities required are 319,144.63 tons/year of water obtained from the Mahakam River, 335.99 kW of electricity obtained from PLN and a generator as a backup. The HCl plant is designed to have a low risk level. The results of the economic evaluation show fixed capital of Rp 543,946,272,929.63/year, working capital of Rp 319,881,569,491.62/year with profit before tax of Rp 141,254,327,074/year and profit after tax of Rp 98,878,028,952/year. Based on the results of the feasibility analysis study obtained Break Even Point (BEP) 48.81%, Shut Down Point (SDP) 23.18%, and Discounted Cash Flow Rate (DCFR) 19.23%. Meanwhile, Return on Investment (ROI) before tax 25.97% while ROI after tax 18.18%, Pay Out Time (POT) before tax 3.85 years, POT after tax 5 years. From this economic review, it can be concluded that the HCl plant from hydrogen and chlorine with a capacity of 65,000 tons/year is feasible to build.

Keywords: *Hydrogen, Chlorine, HCl Plant, Reactor Furnace*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi yang baik di bidang industri. Adanya sumber daya alam yang memadai dan letak geografis yang baik, kegiatan industri di Indonesia dapat terus mengalami peningkatan dari segi kualitas dan kuantitas. Peningkatan laju pertumbuhan industri ini dapat menjadi salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi di Indonesia, dengan tidak adanya impor dari luar negeri sehingga dapat mengurangi devisa negara. Pendirian pabrik industri di dalam negeri juga dapat membuka lapangan pekerjaan baru untuk masyarakat sehingga dapat mengurangi pengangguran. Perkembangan sektor industri dapat mengurangi ketergantungan pembelian bahan kimia.

Salah satu bahan kimia yang seharusnya sudah dapat diproduksi di Indonesia adalah Hidrogen klorida (HCl). Hidrogen klorida dengan rumus molekul HCl merupakan salah satu asam kuat yang bersifat korosif. Hidrogen klorida digunakan untuk perantara atau katalis dalam sebagian besar produksi produk petrokimia, seperti alkil benzena, etil benzena, alkil aril keton, dan etil klorida. Hidrogen klorida juga banyak digunakan sebagai bahan pendukung dalam industri kimia organik, industri farmasi, industri tekstil, industri pengolahan karet, industri pengolahan logam, industri minyak pelumas, serta beberapa industri lain. Ditinjau dari kegunaannya dalam sektor industri potensi pendirian pabrik hidrogen klorida atau HCl sangat menguntungkan

bagi perekonomian negara, sehingga kebutuhan impor bahan tersebut berkurang.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tingkat konsumsi HCl di Indonesia cukup tinggi, namun tingkat produksi HCl di Indonesia masih rendah. Hal tersebut dapat dilihat dari tidak adanya data ekspor HCl selain di tahun 2017, sehingga di tahun berikutnya kebutuhan HCl hanya dapat terpenuhi dengan impor. Sehubungan dengan hal tersebut, maka pendirian pabrik HCl sangat tepat untuk memenuhi kebutuhan HCl di Indonesia dan tidak menutup kemungkinan Indonesia dapat kembali mengekspor HCl ke luar negeri.

1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan merupakan salah satu hal yang penting untuk dipertimbangkan dengan baik. Nilai kapasitas produksi pabrik akan berpengaruh dalam perhitungan baik dari segi teknis maupun ekonomis. Dengan kapasitas pabrik yang tepat diharapkan pabrik yang akan didirikan tidak rugi dan dapat menghasilkan keuntungan. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan adalah kapasitas pabrik yang telah berdiri sebelumnya, ketersediaan bahan baku, dan kebutuhan produk.

1.2.1 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri

Dalam menentukan kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan perlu melakukan perbandingan terhadap kapasitas produksi dari berbagai pabrik serupa yang telah beroperasi baik di dalam negeri

maupun di luar negeri. Hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran terkait rentang kapasitas produksi pabrik yang layak untuk didirikan. Delapan pabrik HCl yang telah berdiri di dunia dapat dilihat di tabel 1.1 sebagai berikut:

Tabel 1.1 Delapan pabrik HCl yang telah berdiri di dunia

Nama Negara	Nama Industri	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
Indonesia	PT Asahimas	82000
Geismar, Louisiana	BASF	200000
Wichita, Kansas	Occidental Chemical	211000-247000
Baytown, Texas	Bayer	90000
Corpus Christi, Texas	DuPontFluoroproducts	110000
Henderson, Nevada	Pioneer Chlor Alkali	45000
Geismar, Louisiana	Rubicon	145000
La Porte, Texas Freeport, Texas	Dow	30000

Sumber : *Independent Commodity Intelligence Services*

Berdasarkan data tersebut kapasitas produksi minimal HCl sebesar 30.000 ton/tahun sedangkan kapasitas maksimal produksi HCl sebesar 247.000 ton/tahun. Pabrik akan beroperasi dengan baik dan menguntungkan dalam rentang kapasitas yang sangat lebar yaitu antara 30.000 – 247.000 ton/tahun.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku juga perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas pabrik. Pabrik yang didirikan harus dapat memperoleh supply bahan baku secara terus menerus. Bahan baku yang digunakan akan lebih baik jika dapat dipenuhi dari dalam negeri, namun

impor dapat dilakukan jika produksi dalam negeri tidak dapat memenuhi kebutuhan. Bahan baku yang digunakan adalah hidrogen dan klorin. Bahan baku gas hidrogen sebesar 1350,89 ton/tahun diperoleh dari PT *Air Liquide* Indonesia yang berlokasi di Bekasi, Jawa Barat dengan kapasitas produksi sebesar 218.176 ton/tahun dan klorin sebesar 25798,54 ton/tahun diperoleh dari PT Asahimas Chemical Indonesia yang berlokasi di Cilegon, Jawa Barat dengan kapasitas produksi 470.000 ton/tahun. Untuk mengetahui proyeksi ketersediaan bahan baku di Indonesia dapat dilihat melalui data ekspor impor yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik yang ditunjukkan pada Tabel 1.2 dan Tabel 1.3 sebagai berikut:

Tabel 1.2 Data ekspor dan impor hidrogen

Tahun	Jumlah Ekspor (Ton/Tahun)	Jumlah Impor (Ton/Tahun)
2017	15,586	2338,021
2018	0,144	2357,109
2019	2,760	367,535
2020	20,040	538,840
2021	36,312	198,808

Sumber : Badan Pusat Statistik

Tabel 1.3 Data ekspor dan impor klorin

Tahun	Jumlah Ekspor (Ton/Tahun)	Jumlah Impor (Ton/Tahun)
2017	26,619	1113,704
2018	1,440	1069,655
2019	5,785	2303,940
2020	3,375	1399,143
2021	5,6204	1255,654

Sumber : Badan Pusat Statistik

1.2.3 Kebutuhan produk di Indonesia

Untuk mengetahui proyeksi kebutuhan HCl di Indonesia dapat dilihat melalui data impor yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik.

Data impor HCl ditunjukkan pada Tabel 1.4 sebagai berikut:

Tabel 1.4 Data kebutuhan impor

Tahun	Kebutuhan Impor (Ton/Tahun)
2017	1279,557
2018	3085,672
2019	11447,169
2020	295,906
2021	617,419

Sumber : Badan Pusat Statistik

Berdasarkan data tersebut dapat dibuat estimasi konsumsi HCl pada tahun 2025 dengan nilai rata-rata persen pertumbuhan nilai impor. Persen pertumbuhan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{Pertumbuhan} = \frac{(\text{Konsumsi tahun } n - \text{Konsumsi tahun } (n - 1))}{\text{Konsumsi tahun } (n - 1)} \times 100$$

Tabel 1.5 Data persen pertumbuhan kebutuhan impor

Tahun	Kebutuhan Impor (Ton/Tahun)	Persen Pertumbuhan (%)
2017	1279,557	-
2018	3085,672	141,15 %
2019	11447,169	270,97 %
2020	295,906	-97,41 %
2021	617,419	108,84 %
Rata-Rata		105,84 %

Diperoleh nilai rata-rata pertumbuhan HCl sebesar 105,84% per tahun dengan persen pertumbuhan tertinggi sebesar 270,97% per tahun. Dengan nilai tersebut maka dapat diperkirakan bahwa kebutuhan HCl pada tahun-tahun mendatang sebagai berikut:

Tabel 1.6 Proyeksi impor HCl

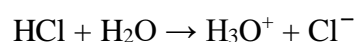
Tahun	Data Impor (Ton/Tahun)
2022	1270,895
2023	4714,640
2024	17489,900
2025	64882,284

Dari tabel 1.6 dapat diketahui proyeksi impor HCl pada tahun 2025 sebesar 64882,284 ton/tahun. Digunakan asumsi kebutuhan konsumsi HCl dalam negeri sama dengan impor. Dengan mempertimbangkan besarnya konsumsi HCl di Indonesia, jumlah bahan baku, dan data kapasitas pabrik yang telah berdiri, maka ditetapkan kapasitas produksi perancangan pabrik HCl ini sebesar 65.000 ton/tahun.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Hidrogen Klorida (HCl)

Hidrogen klorida (HCl) merupakan suatu asam monoprotik yaitu asam yang dapat berdisosiasi hanya sekali untuk menghasilkan satu ion H^+ (proton tunggal). Asam hidroklorida dalam air, H^+ bergabung dengan satu molekul air membentuk ion hidronium, H_3O^+ :



Kemudian ion lain yang terbentuk adalah Cl^- atau ion klorida. Oleh karena itu, dalam pembuatan garam-garam yang disebut klorida seperti natrium klorida (NaCl) digunakan asam klorida. Asam klorida ini disebut asam kuat karena dapat terdisosiasi dengan sempurna di dalam air. Hidrogen Klorida dengan rumus molekul HCl secara luas digunakan dalam industri. Senyawa ini sering digunakan dalam industri dan merupakan komponen penting, sejak ditemukan oleh ahli kimia dari Persia yaitu Abu Musa Jabir bin Hayyan sekitar 800 tahun yang lalu dengan cara mencampurkan natrium klorida dengan asam sulfat (*vitriol*) (Leicester, 1971; Van Dorst, 2004).

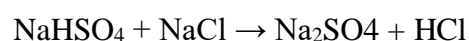
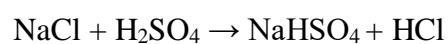
Sejak terjadinya revolusi industri, HCl menjadi salah satu senyawa yang penting untuk berbagai hal, diantaranya digunakan sebagai pereaksi dalam produksi senyawa kimia organik seperti vinil klorida yang akan digunakan sebagai plastik dan untuk membuat poliuretana. Tidak hanya itu kegunaan lain dalam produksi zat pembersih, zat aditif makanan, produksi gelatin, dan beberapa produksi industri lainnya.

1.4.2 Proses Pembuatan HCl

Menurut Kirk dan Othmer (1978) pembuatan HCl dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya :

1. Proses *Salt-Sulfuric Acid*

Terjadi 2 tahap reaksi pada proses ini yaitu :



Temperatur tinggi dibutuhkan karena reaksi kedua bersifat endotermik, sehingga beberapa furnace dengan tipe yang berbeda diperlukan.

2. Proses *Hargreaves*

Bahan baku yang digunakan pada proses ini adalah garam, SO₂, udara, dan air dengan reaksi : $4\text{NaCl} + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{HCl}$

Reaksi bersifat endotermik sehingga reaktan yang masuk harus dinaikkan temperaturnya antara 450-540 °C.

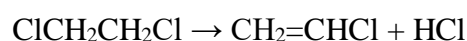
3. Proses *Direct Synthetic Hydrogen (H₂) dan Chlorine (Cl₂)*

Proses ini memiliki prinsip dengan mereaksikan hidrogen dan klorin secara langsung dalam reaktor. Produk yang dihasilkan, berupa HCl akan mempunyai konsentrasi tinggi, sekitar ± 20° Baume. Reaktor dilengkapi pendingin (*cooler*) karena reaksi antara hidrogen dan klorin sangat eksotermik. Gas HCl akan diturunkan temperaturnya saat di dalam pendingin dan dipisahkan dari gas inert dalam absorber, sehingga produk yang dihasilkan memiliki kemurnian tinggi.

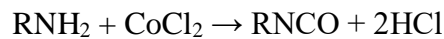
4. *Recovery By-Product*

Pada proses ini, HCl yang dihasilkan adalah hasil samping dari suatu reaksi dalam industri kimia, antara lain :

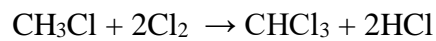
- a. *Vynil chloride dari Dehydrichlorinasi 1,2 dichloroetana*



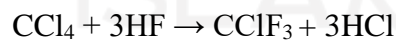
b. *Isocyanates dari Phosgenasi amina*



c. *Chlorinasi hydrocarbon alifatik*



d. *Fluorocarbon dari alkyl chloride*



HCl dihasilkan dari proses ini biasanya akan di gunakan kembali untuk kebutuhan proses industri yang bersangkutan. HCl dari proses *recovery-by product* hanya sedikit yang dijual dalam bentuk produk komersil karena kemurniannya yang tidak menentu.

Tabel 1.7 Perbandingan Proses

No.	Uraian	Uraian Proses		
		<i>Salt-Sulfuric Acid</i>	<i>Hargreaves</i>	<i>Direct H₂ and Cl₂</i>
1	Bahan Baku	NaCl, H ₂	NaCl, H ₂ , O ₂	H ₂ , Cl ₂
2	Temperatur (T)	1000°C	450-540°C	1300°C
	Tekanan (P)	1 atm	1 atm	1 atm
3	Kemurnian Produk	36,8 %	32 %	99,99 %
4	Konversi	-	-	99 %

Berdasarkan tabel 1.7, pemilihan proses pembuatan HCl dengan proses *direct synthetic hydrogen (H₂) and chlorine (Cl₂)* menggunakan bahan baku yang tidak beragam dan prosesnya sederhana. Proses ini menghasilkan HCl dengan kemurnian tinggi dan tingkat pencemaran lingkungan lebih rendah karena hampir seluruh reaktan terkonversi menjadi HCl.

1.4.3 Kegunaan Produk

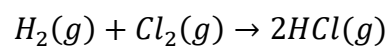
Berikut merupakan beberapa manfaat penggunaan HCl dalam industri:

1. Dapat digunakan sebagai bahan kimia untuk meregenerasi resin kation yang sudah jenuh pada *cation exchanger column*, yang terdapat dalam fasilitas produksi air demineralisasi.
2. Dapat digunakan dalam proses produksi *vinyl chloride*, yaitu bahan baku pembuat plastik PVC atau *polyvinyl chloride*.
3. Dapat digunakan pula untuk proses pemurnian garam dapur.
4. Dapat digunakan untuk keperluan pengaturan tingkat keasaman atau pH, seperti untuk mengatur pH pada air limbah.
5. Dapat digunakan sebagai pembersih seperti untuk menghilangkan noda di kamar mandi dan dapur.
6. Dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan senyawa *fluorocarbon* seperti *tetrafluoroethene*, monomer dari *polytetrafluoroethene*.
7. Dapat digunakan dalam proses pembuatan senyawa anorganik seperti aluminium klorida.
8. Dapat digunakan pada proses produksi magnesium dan titanium.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.4 Tinjauan Kinetika

Persamaan reaksi kimia:



Menurut Mon, dkk (2012) dari hasil eksperimen didapatkan hukum

lajunya:

$$r = k(H_2)(Cl_2)^{\frac{1}{2}}$$

dengan:

r = kecepatan reaksi, kmol/m³.jam

(H₂) = konsentrasi H₂, kmol/m³

(Cl₂) = konsentrasi Cl₂, kmol/m³

K = konstanta laju reaksi, m³/kmol.jam

1.4.5 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika bertujuan untuk penentuan sifat reaksi selama proses berlangsung. Secara termodinamika reaksi pembentukan HCl dengan proses *Direct* H₂ dan Cl₂ dapat dilihat dari harga entalpi, energi Gibbs, dan konstanta kesetimbangannya. Data entalpi dan energi Gibbs dapat dilihat pada Tabel 1.8.

Tabel 1.8 Data entalpi dan energi *Gibbs*

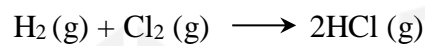
No	Komponen	ΔH_f° (kjoule/mol)	ΔG_f° (kjoule/mol)
1	H ₂	0,00	0,00
2	Cl ₂	0,00	0,00
3	HCl	-92,30	-95,30

Sumber : Yaws, 1999

Jumlah energi yang dibutuhkan ataupun yang dihasilkan dipengaruhi oleh besar kecilnya panas reaksi (ΔH) yang terbentuk. Reaksi akan berlangsung secara eksotermis jika ΔH bernilai negatif, hal ini menunjukkan bahwa selama proses berlangsung reaksi akan menghasilkan panas. Reaksi berlangsung secara endotermis jika ΔH

bernilai positif, hal ini menunjukkan bahwa reaksi membutuhkan panas selama proses berlangsung.

Perhitungan pembentukan panas standar (ΔH_f°) pada suhu 298K digunakan untuk menentukan panas reaksi yang berlangsung secara eksotermis atau endotermis. Reaksi pembentukan HCl dengan proses *Direct* H₂ dan Cl₂ yaitu :



$$\begin{aligned}\Delta H_f^\circ \text{ reaksi} &= \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\ \Delta H_f^\circ 298 &= \Delta H_f^\circ \text{ HCl} - (\Delta H_f^\circ \text{ H}_2 + \Delta H_f^\circ \text{ Cl}_2) \\ &= 2(-92,30) - (0,00 + 0,00) \\ &= -184,6 \text{ kJoule/mol} \\ &= -184600 \text{ J/mol}\end{aligned}$$

Harga ΔH menunjukkan nilai negatif karenanya reaksi berlangsung secara eksotermis. Proses pembentukan HCl akan terjadi pada reaksi reversible atau irreversibel dapat diketahui dengan perhitungan konstanta kesetimbangan (K). Untuk menentukan harga kesetimbangan diperlukan nilai energi Gibbs. Energi Gibbs untuk reaksi pembentukan HCl adalah :

$$\begin{aligned}\Delta G \text{ reaksi} &= \Delta G_f^\circ \text{ produk} - \Delta G_f^\circ \text{ reaktan} \\ \Delta G_f^\circ &= \Delta G_f^\circ \text{ HCl} - (\Delta G_f^\circ \text{ H}_2 + \Delta G_f^\circ \text{ Cl}_2) \\ &= 2(-95,30) - (0,00 + 0,00) \\ &= -190,6 \text{ kJoule/mol}\end{aligned}$$

$$= -190600 \text{ J/mol}$$

Nilai konstanta kesetimbangan pada keadaan standar dapat dihitung menggunakan persamaan

$$K_{298} = e^{\frac{-\Delta G}{RT}}$$

$$K_{298} = e^{-\frac{190600 \text{ J/mol}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 298 \text{ K}}}$$

$$K_{298} = 2,57 \times 10^{33}$$

Nilai konstanta kesetimbangan pada suhu 1250°C

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H_{r^0}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln \frac{K_2}{2,57 \times 10^{33}} = \frac{-(-184600) \text{ J/mol}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{molK}}} \left(\frac{1}{1523} - \frac{1}{298} \right) \text{ K}$$

$$\ln \frac{K_2}{2,57 \times 10^{33}} = -59,92963019$$

$$\frac{K_2}{2,57 \times 10^{33}} = 9,39 \times 10^{-27}$$

$$K_2 = 24132300$$

$$K_2 = 2,4132300 \times 10^7$$

Harga konstanta kesetimbangan (K_2) menunjukkan nilai yang besar karenanya reaksi berlangsung secara *irreversible*.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini maka mekanisme pembuatan HCl dirancang berdasarkan variabel utama, yaitu spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku dan bahan pendukung, dan pengendalian kualitas.

2.1 Spesifikasi Produk

2.2.1 Larutan *Hydrochloric Acid* 37%

Rumus kimia	: HCl
Berat molekul	: 36,46 g/mol
Kenampakan	: cair, jernih, tidak berwarna
Warna	: tidak berwarna
Bau	: tidak berbau
Titik leleh	: -25 °C
Titik didih	: 50,5 °C
Titik beku	: -25 °C
Tekanan kritis	: 81,5 atm
<i>Specific gravity</i>	: 1,18 gr/ml
Kelarutan dalam air	: Larut pada 20°C

2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

2.2.1 Hidrogen

Rumus kimia	: H ₂
-------------	------------------

Berat molekul	: 2,0159 g/mol
Kenampakan	: gas
Warna	: tidak berwarna
Bau	: tidak berbau
Titik leleh	: -259,35 °C
Titik didih	: -252,88 °C (pada 1 atm)
Kelarutan dalam air	: 0,0214 cm ³ /g (pada 0°C dan 1 atm)
Kemurnian	: 95%

2.2.2 Klorin

Rumus kimia	: Cl ₂
Berat molekul	: 70,9 g/mol
Kenampakan	: gas
Warna	: tidak berwarna, kuning
Bau	: tajam
Titik leleh	: -101 °C
Titik didih	: -34 °C
Titik kritis	: 143,85 °C
Specific gravity	: 2,468 gr/ml
Kelarutan dalam air	: 7,41 g/l
Kemurnian	: 99%

2.3 Pengendalian Kualitas

Dalam kegiatan produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang kualitasnya sesuai dengan standar dan jumlah produk yang dihasilkan sesuai

dengan target yang direncanakan. Penyimpangan kualitas produk dapat terjadi karena beberapa faktor seperti kualitas bahan baku yang kurang baik dan adanya kesalahan dalam proses produksi. Pengendalian kualitas pada pabrik HCl ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian proses, dan pengendalian kualitas produk.

2.2.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku (*Input*)

Penggunaan bahan baku merupakan salah satu faktor utama yang berpengaruh terhadap proses produksi yang akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Untuk meminimalisir penyimpangan kualitas produk maka sebelum dilakukan proses produksi dapat dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang akan digunakan. Dengan adanya pengujian diharapkan bahan baku yang digunakan sudah sesuai dengan standar dan spesifikasi yang sudah ditentukan.

2.2.2 Pengendalian Proses

Pengendalian proses dilakukan dengan tujuan untuk menjaga mutu dan kualitas produk yang dihasilkan. Pada tahapan ini dilakukan pengawasan terhadap unit operasi, bahan baku, bahan tambahan, dan produk setengah jadi. Pengendalian dan pengawasan terhadap proses produksi dapat dilakukan menggunakan alat pengendalian yang berpusat di *control room*. Pengawasan dilakukan secara otomatis menggunakan indikator. Dimana saat terdeteksi penyimpangan maka indikator akan berbunyi atau menyala. Dengan adanya fitur ini

diharapkan dapat menjaga keseluruhan proses dengan baik dan kualitas produk dapat diseragamkan. Kondisi operasi yang meliputi suhu dan tekanan dapat dikontrol menggunakan alat kontrol yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain :

1. *Level controller*

Merupakan alat kontrol yang dapat dipasang pada bagian atas atau dinding tangki yang berguna untuk mengontrol volume cairan tangki.

2. *Flow rate controller*

Merupakan alat kontrol yang dipasang untuk menjaga dan mengatur pada bagian aliran masuk dan keluar proses.

3. *Temperature controller*

Merupakan alat kontrol yang dapat dipasang di seluruh alat proses yang digunakan. Suhu dapat diatur sesuai dengan kondisi operasi yang direncanakan.

4. *Pressure controller*

Merupakan alat kontrol yang dipasang untuk menjaga dan mengatur tekanan masuk dan keluar proses.

2.4 Pengendalian kualitas produk

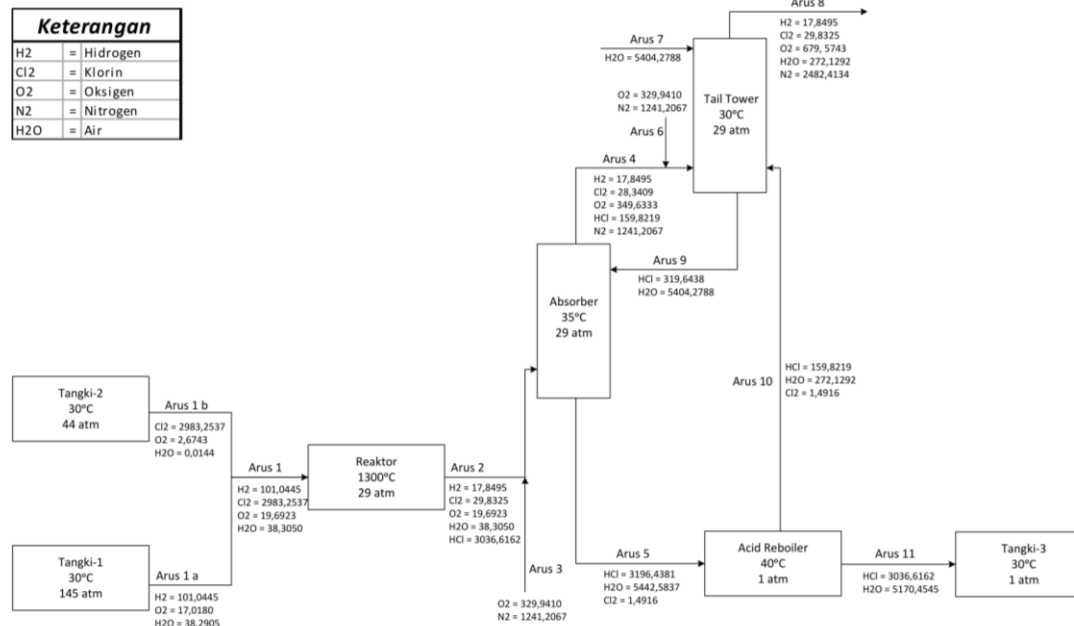
Pengendalian kualitas produk dilakukan untuk menjaga dan mendapatkan produk yang sesuai dengan standar yang ditetapkan. Untuk memperoleh produk yang baik diperlukan pengawasan dan pengendalian terhadap kualitas bahan baku dan proses produksi dengan cara sistem kontrol.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Diagram Alir Proses dan Material

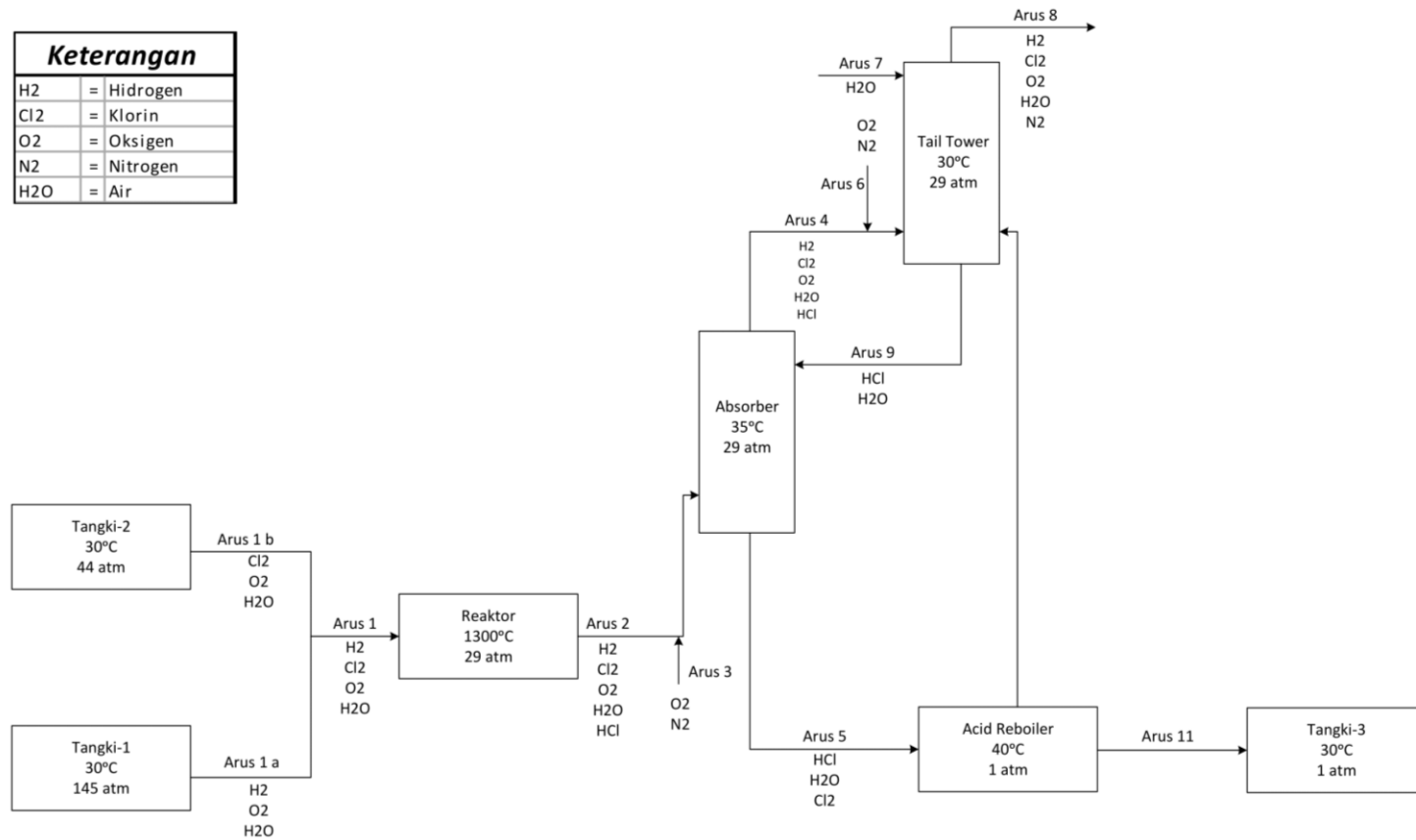
3.3.1 Diagram Alir Proses



Gambar 3.1 Diagram alir proses

3.3.2 Diagram Alir Material

Keterangan	
H ₂	= Hidrogen
Cl ₂	= Klorin
O ₂	= Oksigen
N ₂	= Nitrogen
H ₂ O	= Air



Gambar 3.2 Diagram alir material

3.2 Uraian Proses

Produksi hidrogen klorida (HCl) dengan kapasitas 65.000 ton/tahun dibuat dengan proses *direct synthetic hydrogen and chlorine*. Proses ini terjadi dengan cara mereaksikan secara langsung bahan baku gas hidrogen (H_2) dan klorin (Cl_2) pada reaktor furnace dengan suhu yang tinggi yaitu $1300^{\circ}C$. Gas hidrogen dengan kemurnian 95% memiliki *impurities* 4% oksigen (O_2) dan 1% air (H_2O) disimpan pada tangki penyimpanan (T-1) dalam fase gas pada suhu $30^{\circ}C$ dan tekanan 145 atm. Sedangkan bahan baku klorin 99% memiliki *impurities* 0,1981% oksigen (O_2) dan 0,0019% air (H_2O) disimpan pada tangki penyimpanan (T-2) dalam fase cair pada suhu $30^{\circ}C$ dan tekanan 44 atm. Terdapat tiga tahapan yang dilakukan dalam proses pembuatan asam klorida yaitu tahap persiapan bahan baku, pembentukan produk, dan pemisahan produk.

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Hidrogen dari tangki penyimpanan (T-1) dan klorin dari tangki penyimpanan (T-2) diturunkan tekanannya menjadi 29 atm menggunakan *expansion valve* (EV-01) dan (EV-02). Kedua bahan akan melalui *mixing point* sebelum diumpankan menuju reaktor furnace (R).

3.2.2 Tahap Pembentukan Produk

Pembentukan HCl dari hidrogen dan klorin terjadi didalam reaktor furnace (F) dengan proses *direct synthetic hydrogen dan chlorine*. Reaksi terjadi pada fase gas-gas dengan kondisi operasi isothermal pada

suhu 1300°C dan tekanan 29 atm. Produk dari reaktor berupa gas akan diturunkan suhunya menggunakan *cooler* (C-1) menjadi 100°C yang kemudian diumpankan menuju absorber 1 (AB-1).

3.2.3 Tahap Pemisahan Produk

1. Tahap Pemisahan 1

Pada absorber akan terjadi pemisahan produk HCl dari *impuritiesnya*, dimana produk gas dari reaktor dimasukkan dari bagian bawah kolom absorber 1 (AB-1) bersamaan dengan penambahan udara. Penambahan udara berfungsi untuk penyerapan dan menghambat kondensasi pada *impurities*. Proses berlangsung pada suhu 35°C dan tekanan 29 atm. Hasil keluaran HCl yang telah terabsorpsi bercampur dengan pelarut H₂O dan sedikit Cl₂ akan dikeluarkan dari bawah kolom absorber lalu diteruskan menuju *acid reboiler* untuk proses pemisahan Cl₂ yang masih tercampur. Sisa gas HCl, H₂, O₂, dan N₂ akan dikeluarkan dari atas kolom absorber untuk diumpankan menuju absorber 2 (AB-2) untuk dilakukan proses pemisahan lanjutan.

2. Tahap Pemisahan 2

Pada tahap ini, sisa gas HCl, H₂, O₂, dan N₂ dari absorber 1 (AB-1) akan kembali diserap dengan menggunakan pelarut air untuk mendapatkan HCl yang akan diumpankan sebagai *recycle* pada sisi atas kolom absorber. Kondisi operasi pada absorber 2 (AB-2) yaitu

pada suhu 35°C dan tekanan 29 atm. Terdapat penambahan udara pada absorber 2 yang berfungsi sebagai penyerap dan menghambat kondensasi pada *impurities* seperti H₂, O₂, N₂, dan H₂O. *Impurities* akan diturunkan tekanannya menjadi 1 atm menggunakan *expansion valve* (EV-3) sebelum dikeluarkan dari atas kolom absorber 2 menjadi gas buang.

3. Tahap Pemisahan Produk 3

Produk HCl yang masih tercampur dengan Cl₂ akan dipanaskan pada *acid reboiler* (RB) dengan kondisi operasi 40°C dan tekanan 1 atm. Sisa gas Cl₂, H₂O dan HCl yang masih teruapkan pada proses pemanasan *reboiler* akan diumpukan menuju absorber 2 (AB-2) sebagai produk *recycle*. Sedangkan HCl 37% yang terlarut pada air keluar dari *acid reboiler* (RB) akan dialirkan dengan pompa menuju *cooler* (C-2) untuk didinginkan sampai suhu 30°C. Kemudian produk HCl 37% yang sudah terlepas dari *impurities* dialirkan dengan pompa menuju tangki penyimpanan produk (T-3). Produk HCl disimpan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Reaktor

Tabel 3.1 Spesifikasi reaktor

Kode	F
Fungsi	Mereaksikan H ₂ dan Cl ₂ menjadi HCl
Jenis / Tipe	<i>Firebox Furnace</i>
Jumlah	1
Kondisi Operasi	
Suhu	1300 °C
Tekanan	29 atm
Kondisi Proses	Adiabatis dan Isotermal
<i>Mechanical Design</i>	
Bahan Konstruksi	<i>Seamless Low-alloy Steels SA-335 Grade P1</i>
Jumlah Tube Radian	27 tube
Jumlah Tube Konveksi	64 tube
Panjang	12,0000 ft
Lebar	5,3400 ft
Tinggi	6,4800 ft
Volume	414,8700 ft ³
Insulasi	
Bahan	<i>Silicon Carbide Brick</i>
Tebal isolasi	4,3200 in
Harga	\$ 454.382,8600

3.3.2 Absorber 1

Tabel 3.2 Spesifikasi absorber 1

Kode	AB-1	
Fungsi	Menyerap HCl hasil keluaran reaktor	
Jenis	<i>Packed Column</i>	
Material	<i>Seamless Low-alloy Steels SA-335 Grade P1</i>	
Kondisi Operasi	T = 35 °C dan P = 29 atm	
<i>Mechanical Design</i>		
<i>Shell</i>		
a. Diameter dalam		1,1600 m
b. Tinggi menara		4,7000 m
c. Tebal		0,0200 m
<i>Head</i>		
a. Jenis	<i>Elliptical Dished Head</i>	
b. Tebal		0,0200 m
c. Tinggi		0,4000 m
Menara Isian		
a. Jenis Packing	<i>Random Packing</i>	
b. Bahan Konstruksi	<i>Ceramic Rashcing Ring</i>	
c. Tinggi Packing		2,9500 m
Harga		\$ 182.958,4600

3.3.3 Absorber 2

Tabel 3.3 Spesifikasi absorber 2

Kode	AB-2	
Fungsi	Menyerap HCl dari absorber dan <i>Acid Reboiler</i>	
Jenis	<i>Packed Column</i>	
Material	<i>Seamless Low-alloy Steels SA-335 Grade P1</i>	
Kondisi Operasi	T = 30 °C dan P = 29 atm	
<i>Mechanical Design</i>		
<i>Shell</i>		
a. Diameter dalam		1,3000 m
b. Tinggi Menara		5,3800 m
c. Tebal		0,0300 m
<i>Head</i>		
a. Jenis	<i>Elliptical Dished Head</i>	
b. Tebal		0,0300 m
c. Tinggi		0,4400 m

Tabel 3.3 Spesifikasi absorber 2 (lanjutan)

Menara Isian	
a. Jenis Packing	<i>Random Packing</i>
b. Bahan Konstruksi	<i>Ceramic Rashcing Ring</i>
c. Tinggi Packing	3,4300 m
Harga	\$ 135.655,3400

3.3.4 Acid Reboiler

Tabel 3.4 Spesifikasi acid reboiler

Kode	RB
Jenis	<i>Shell and Tube</i>
Material	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 type 304</i>
Kondisi Operasi	T = 40 °C dan P = 1 atm
<i>Mechanical Design</i>	
<i>Shell</i>	
a. Diameter Dalam	0,2500 m
b. Jumlah Passes	1
<i>Tube</i>	
a. Jumlah Tube	40 buah
b. Panjang	4,5700 m
c. Diameter Dalam	0,0200 m
d. Diameter Luar	0,0200 m
Harga	\$ 33.885,4100

3.3.5 Cooler

Tabel 3.5 Spesifikasi cooler

Kode	C-1				C-2			
Jenis	<i>Double Pipe</i>							
	<i>Operating Condition</i>							
Posisi	<i>Annulus</i>		<i>Pipe</i>		<i>Annulus</i>		<i>Pipe</i>	
Fluida	<i>Dowtherm A</i>		Fluida hasil reaktor		Produk HCl		H ₂ O	
Tipe Fluida	<i>Cold Fluid</i>		<i>Hot Fluid</i>		<i>Hot Fluid</i>		<i>Cold Fluid</i>	
Flow Area	0,04 ft ²		0,02 ft ²		0,02 ft ²		0,05 ft ²	
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
Suhu	65 °C	105 °C	1300 °C	100 °C	40 °C	30 °C	27 °C	35 °C
Tekanan	1 atm				1 atm			

Tabel 3.5 Spesifikasi cooler (lanjutan)

<i>Mechanical Design</i>				
Kode	C-1		C-2	
	<i>Outer Pipe</i>	<i>Inner Pipe</i>	<i>Outer Pipe</i>	<i>Inner Pipe</i>
Panjang	15,0000 ft	15,0000 ft	15,0000 ft	15,0000 ft
<i>Hairpins</i>	8 buah	8 buah	6 buah	6 buah
ID	3,0700 in	2,0700 in	4,0300 in	3,0700 in
OD	3,5000 in	2,3800 in	4,5000 in	3,5000 in
$\Delta P_{cal} / \Delta P_{allow}$	1,6300 psi / 10 psi	4,8600 psi / 10 psi	0,5000 psi / 10 psi	4,8600 psi / 10 psi
Rd_{cal} / Rd_{min}	0,0049 / > 0,0030	0,0039 / > 0,0030	0,0040 / 0,0030	0,0040 / 0,0030
A	110,0400 ft ²		106,0200 ft ²	
Kebutuhan <i>Dowtherm A</i>	7336,7400 kg/jam		Kebutuhan Air Pendingin	4544,0600 kg/jam
Harga	\$ 3.979,8300		\$ 3.866,1200	

3.3.6 Kompresor

Tabel 3.6 Spesifikasi kompresor

Kode	CR-1	CR-2	CR-3
Fungsi	Menaikkan tekanan udara yang dimasukkan kedalam Absorber (ABS)	Menaikkan tekanan udara yang dimasukkan kedalam Absorber 2 (AB-2)	Menaikkan tekanan hasil atas <i>Acid Reboiler (RB)</i> 1 atm menjadi 29 atm untuk diumpankan ke Absorber 2 (AB-2)
Jenis	<i>Reciprocating Compressor</i>		
Design	<i>Multistage</i>		
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steels</i>		
Kapasitas	650,6100 m ³ /jam	650,6100 m ³ /jam	88,6400 m ³ /jam
P_{in}	1 atm	1 atm	1 atm
P_{out}	29 atm	29 atm	29 atm
T_{in}	30 °C	30 °C	40 °C
T_{out}	60,1500 °C	60,1500 °C	58,2400 °C
Daya	55,9900 HP	55,9900 HP	40,1800 HP
Harga	\$ 56.399,8800	\$ 56.399,8800	\$ 44.801,5100

3.3.7 Expansion Valve

Tabel 3.7 Spesifikasi *expansion valve*

Kode	EV-1	EV-2	EV-3	EV-4
Fungsi	Menurunkan tekanan hidrogen dari tangki penyimpanan (T-1) 145 atm menjadi 29 atm untuk diumpankan kedalam reaktor furnace	Menurunkan tekanan klorin dari tangki penyimpanan (T-2) 44 atm menjadi 29 atm untuk diumpankan kedalam reaktor furnace	Menurunkan tekanan hasil atas <i>Absorber 2</i> (AB-2) 29 atm menjadi 1 atm untuk dibuang ke lingkungan	Menurunkan tekanan hasil bawah <i>Absorber</i> (ABS) 35 atm menjadi 1 atm untuk diumpankan kedalam <i>Acid Reboiler</i> (RB)
Jenis	<i>Globe Valve Open</i>			
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Stainless Steel AISI tipe 316</i>			
Kapasitas	156,3500 kg/jam	2985,9400 kg/jam	3481,8000 kg/jam	8640,5100 kg/jam
<i>Mechanical Design</i>				
ID	1,6100 in	2,4700 in	6,0700 in	2,0700 in
OD	1,9000 in	2,8800 in	6,6300 in	2,3800 in
A't	0,0100 in	0,0300 in	28,9000 in	3,3500 in
Le	30,0000 m	21,3400 m	51,8100 m	18,2900 m
Harga	\$ 3.638,7000	\$ 5.571,7600	\$ 8.528,2100	\$ 5.571,7600

3.3.8 Tangki

Tabel 3.8 Spesifikasi tangki

Kode	T-1	T-2	T-3
Fungsi	Menyimpan bahan baku H ₂	Menyimpan bahan baku Cl ₂	Menyimpan produk HCl 37%
Fasa Bahan Baku	Gas	Cair	Cair
Jenis	Tangki <i>Spherical</i>	Tangki Silinder Tegak dengan <i>Elliptical Head Flat Bottom</i>	Tangki Silinder Tegak dengan <i>Torispherical Head Flat Bottom</i>
Bahan	<i>Carbon Steels SA-283 Grade C</i>	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 11 Type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 11 Type 316</i>

Tabel 3.8 Spesifikasi tangki (lanjutan)

Kode	T-1	T-2	T-3
Jumlah Tangki	1	1	1
Kondisi Operasi	P = 145 atm, T = 30 °C	P = 44 atm, T = 30 °C	P = 1 atm, T = 30 °C
Spesifikasi			
Diameter	8,7500 m	8,2200 m	13,6700 m
Tinggi		7,1900 m	10,5000 m
Volume	350,6200 m ³	443,2200 m ³	1802,4600 m ³
Tebal Shell	0,2500 in	0,1300 in	1,0000 in
Jumlah Course		3	4
Jenis Head		<i>Elliptical</i>	<i>Elliptical</i>
Tebal Head		1,8800 in	0,6300 in
Harga	\$ 1.258.990,7600	\$ 236.174,4800	\$ 279.952,6100

3.3.9 Pompa

Tabel 3.9 Spesifikasi pompa

Kode	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
Fungsi	Mengalirkan fluida hasil bawah Absorber (ABS) menuju <i>Acid Reboiler</i> (RB)	Mengalirkan H ₂ O kedalam <i>Absorber 2</i> (AB-2)	Mengalirkan fluida hasil bawah <i>Absorber 2</i> (AB-2) menuju Absorber (ABS)	Mengalirkan produk HCl ke <i>Cooler 2</i> (C-2)	Untuk mengalirkan produk HCl kedalam tangki penyimpanan (T-3)
Jenis	Sentrifugal				
<i>Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impellers</i>				
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<i>Mechanical Design</i>					
Kapasitas	49,9900 gpm	27,9100 gpm	29,9800 gpm	48,4100 gpm	46,7100 gpm
Rate Volumetrik	0,1200 ft ³ /s	0,0600 ft ³ /s	0,0700 ft ³ /s	0,1100 ft ³ /s	0,1100 ft ³ /s
Kecepatan Aliran	3,3500 ft/s	2,6700 ft/s	2,8700 ft/s	3,2400 ft/s	3,1300 ft/s

Tabel 3.9 Spesifikasi pompa (lanjutan)

Kode	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
Ukuran Pipa					
ID	2,4500 in	2,0700 in	2,0700 in	2,4700 in	2,0700 in
OD	2,8800 in	2,3800 in	2,3800 in	2,8800 in	2,3800 in
IPS	2,5000 in	2,0000 in	2,0000 in	2,5000 in	2,0000 in
Flow Area Pipe	4,7900 in ²	3,3500 in ²	3,3500 in ²	4,7900 in ²	3,3500 in ²
Velocity Head	0,0500 m	0,0300 m	0,0400 m	0,0500 m	0,0500 m
Static Head	4,5700 m	3,4200 m	2,9500 m	4,5700 m	7,3100 m
Pressure Head	0 m	6,4430 m	0 m	0 m	0 m
Friction Head	1,3200 m	1,0100 m	1,1300 m	1,2400 m	1,3000 m
Total Head	5,9500 m	10,9100 m	4,1200 m	5,8600 m	8,6600 m
Efisiensi Pompa	59 %	52 %	55 %	58 %	58 %
Daya Pompa	0,3000 HP	0,4600 HP	0,1400 HP	0,2900 HP	0,4600 HP
Efisiensi Motor	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %
Daya Motor	0,5000 HP	0,2500 HP	0,2500 HP	0,7500 HP	0,7500 HP
Harga, \$	5.571,7600	5.571,7600	5.571,7600	5.571,7600	5.571,7600

3.4 Neraca Massa

3.3.1 Neraca Massa Total

Tabel 3.10 Neraca massa total

Komponen	Masuk (kg/jam)				Keluar (kg/jam)	
	Arus 1	Arus 3	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 11
H ₂	101,0445				17,8495	
Cl ₂	2983,2537				29,8325	
O ₂	19,6923	329,9410	329,9410		679,5743	
H ₂ O	38,3050			5404,2788	272,1292	5170,4545
HCl						3036,6162
N ₂		1241,2067	1241,2067		2482,4134	
	3142,2955	1571,1477	1571,1477	5404,2788	3481,7990	8207,0707
Total				11688,8697		11688,8697

3.3.2 Neraca Massa Alat

1. Neraca Massa di Reaktor Furnace

Tabel 3.11 Neraca massa reaktor furnace

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 1		Arus 2
	Arus 1a	Arus 1b	
H ₂	101,0445		17,8495
Cl ₂		2983,2537	29,8325
O ₂	17,0180	2,6743	19,6923
H ₂ O	38,2905	0,0144	38,3050
HCl			3036,6162
	156,3530	2985,9424	
Total	3142,2955		3142,2955

2. Neraca Massa di Absorber 1

Tabel 3.12 Neraca massa absorber 1

Komponen	Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)	
	Arus 2	Arus 3	Arus 9	Arus 4	Arus 5
H ₂	17,8495			17,8495	
Cl ₂	29,8325			28,3409	1,4916
O ₂	19,6923			19,6923	
H ₂ O	38,3050		5404,2788		5442,5837
HCl	3036,6162		319,6438	159,8219	3196,4381
N ₂		1241,2067		1241,2067	
O ₂		329,9410		329,9410	
	3142,2955	1571,1477	5723,9226	1796,8523	8640,5134
Total	10437,3658			10437,3658	

3. Neraca Massa di *Absorber 2*

Tabel 3.13 Neraca massa absorber 2

Komponen	Masuk (kg/jam)				Keluar (kg/jam)	
	Arus 4	Arus 6	Arus 7	Arus 10	Arus 8	Arus 9
H ₂	17,8495				17,8495	
Cl ₂	28,3409			1,4916	29,8325	
O ₂	349,6333	329,9410			679,5743	
H ₂ O			5404,2788	272,1292	272,1292	5404,2788
HCl	159,8219			159,8219		319,6438
N ₂	1241,2067	1241,2067			2482,4134	
	1796,8523	1571,1477	5404,2788	433,4427	3481,7990	5723,9226
Total	9205,7215				9205,7215	

4. Neraca Massa di *Acid Reboiler*

Tabel 3.14 Neraca massa *acid reboiler*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 5	Arus 10	Arus 11
Cl ₂	1,4916	1,4916	
H ₂ O	5442,5837	272,1292	5170,4545
HCl	3196,4381	159,8219	3036,6162
	8640,5134	433,4427	8207,0707
Total	8640,5134	8640,5134	

3.5 Neraca Panas

3.5.1 Neraca Panas di Reaktor

Tabel 3.15 Neraca panas reaktor

Komponen	<i>Input</i> (kJ/Jam)	<i>Output</i> (kJ/Jam)
Q Arus masuk	16017968,6645	
Q Arus keluar		3692996,2075
Q Reaksi	15963250,2432	
Q Bahan bakar	3638277,7862	
Total	3692996,2075	3692996,2075

3.5.2 Neraca Panas di Absorber

Tabel 3.16 Neraca panas absorber 1

Komponen	<i>Input</i> (kJ/Jam)	<i>Output</i> (kJ/Jam)
Q Arus masuk	503925,7895	
Q Arus keluar		401786,7059
Q Pendingin		102139,0835
Total	401786,7059	401786,7059

3.5.3 Neraca Panas di Absorber 2

Tabel 3.17 Neraca panas absorber 2

Komponen	<i>Input</i> (kJ/Jam)	<i>Output</i> (kJ/Jam)
Q Arus masuk	95227,1904	
Q Arus keluar		94100,3237
Q Pendingin		1126,8668
Total	95227,1904	95227,1904

3.5.4 Neraca Panas di *Acid Reboiler*

Tabel 3.18 Neraca panas *acid reboiler*

Komponen	<i>Input</i> (kJ/Jam)	<i>Output</i> (kJ/Jam)
Q Arus masuk	201209,7607	
Q Arus keluar		291525,3377
Q <i>Steam</i>	90315,5771	
Total	291525,3377	291525,3377

3.5.5 Neraca Panas di *Cooler-1*

Tabel 3.19 Neraca panas *cooler-1*

Komponen	<i>Input</i> (kJ/Jam)	<i>Output</i> (kJ/Jam)
Q Arus masuk	3692996,2075	
Q Arus keluar		320785,1987
Q Pendingin		3372211,0088
Total	3692996,2075	3692996,2075

3.5.6 Neraca Panas di *Cooler-2*

Tabel 3.20 Neraca panas *cooler-2*

Komponen	<i>Input</i> (kJ/Jam)	<i>Output</i> (kJ/Jam)
Q <i>In</i>	286050,3095	
Q <i>Out</i>		95771,8081
Q Pendingin		190278,5015
Total	286050,3095	286050,3095

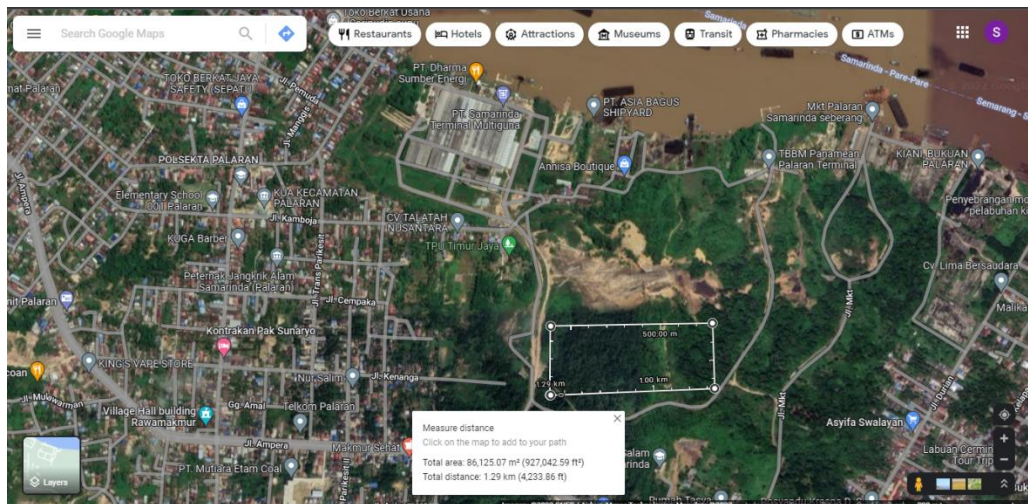
BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik merupakan unsur utama dalam menunjang keberhasilan suatu industri. Letak geografis suatu pabrik memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap sistem produksi yang ekonomis. Idealnya, lokasi pabrik yang dipilih harus memberikan kemungkinan apabila diadakan perluasan lahan, dan memberikan manfaat dalam jangka panjang untuk semua pihak yang terlibat. Dalam pemilihan lokasi pendirian pabrik terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya: aspek penyediaan bahan baku, pemasaran, penyediaan tenaga listrik, penyediaan air, dan kebutuhan tenaga kerja. Dengan memperhatikan beberapa aspek tersebut maka secara teknis pabrik yang didirikan dapat memberikan keuntungan.

Pabrik HCl dari hidrogen dan klorin direncanakan akan dibangun di Jl. Ampera Desa Rawa Makmur Kec. Palaran, Samarinda, Kalimantan Timur.



Gambar 4.1 Rencana lokasi pendirian pabrik

Berikut merupakan faktor – faktor yang menjadi pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik :

a. Penyediaan Bahan Baku

Perusahaan yang melakukan proses produksi harus mempunyai bahan baku untuk kelangsungan proses produksi dalam perusahaan tersebut. Apabila suatu perusahaan tidak memiliki persediaan bahan baku maka dalam pelaksanaan proses produksi akan terhambat. Idealnya, lokasi suatu pabrik didirikan tidak jauh dengan sumber bahan baku dan daerah pemasaran.

Hal ini bertujuan untuk mempermudah aspek transportasi sekaligus untuk meminimalisir biaya produksi terkait biaya transportasi dalam penyediaan bahan baku. Oleh karena itu, bahan baku gas hidrogen sebesar 1350,89 ton/tahun diperoleh dari PT *Air Liquide* Indonesia yang berlokasi di Bekasi, Jawa Barat dengan kapasitas produksi sebesar 218.176 ton/tahun dan

klorin sebesar 25798,54 ton/tahun diperoleh dari PT Asahimas Chemical Indonesia yang berlokasi di Cilegon, Jawa Barat dengan kapasitas produksi 470.000 ton/tahun.

b. Pemasaran Produk

Pemasaran hasil produksi yang berupa HCl 37% dapat dilakukan melalui jalur darat dan laut. Pemasaran melalui jalur darat dapat dilakukan menggunakan truk pengangkut, sedangkan pemasaran melalui jalur laut dapat dilakukan menggunakan kapal. Pemasaran dalam negeri dapat langsung didistribusikan ke PT Hikam Abadi Indonesia yang berlokasi di Jawa Barat.

c. Tenaga Kerja

Berdirinya suatu pabrik sama halnya dengan membuka lapangan pekerjaan baru untuk masyarakat setempat, sehingga kebutuhan tenaga kerja baik tenaga profesional (sarjana) maupun tenaga kerja kasar yang terdidik dan terampil dapat terpenuhi. Dengan diperoleh tenaga kerja yang sesuai kriteria, proses produksi akan berlangsung dengan baik.

d. Utilitas

Keperluan utilitas suatu pabrik meliputi listrik, air, udara, dan bahan bakar. Pabrik direncanakan didirikan di Desa Rawa Makmur, Palaran, Samarinda merupakan daerah yang dekat dengan sumber air seperti Sungai Mahakam, sehingga memudahkan untuk penyediaan air. Untuk kebutuhan listrik

dapat dipenuhi oleh PLN serta penyediaan generator sebagai cadangan listrik. Sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh melalui Pertamina.

e. Transportasi

Ketersediaan sarana transportasi baik melalui jalur laut maupun jalur darat dapat mempermudah dalam pengangkutan bahan baku dan pemasaran produk yang memadai. Pabrik HCl direncanakan dilokasi yang strategis karena:

1. Pabrik terletak didekat pelabuhan, sehingga transportasi laut dapat dengan mudah dilakukan.
2. Untuk transportasi darat dapat digunakan truk pengangkut.

f. Keadaan Iklim dan Tanah

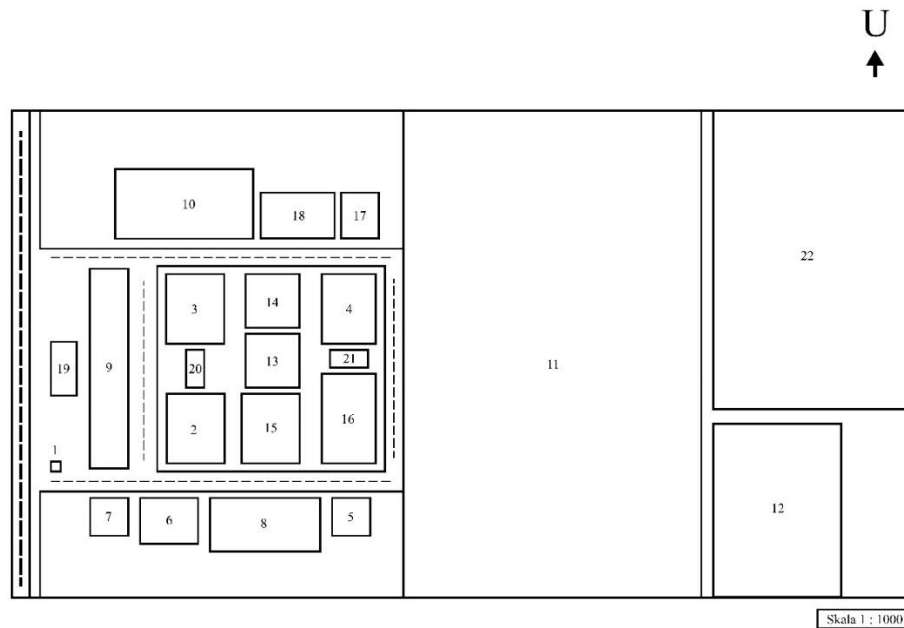
Kota Samarinda beriklim tropis yang mempunyai musim sama dengan wilayah Indonesia pada umumnya, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Selain itu, karena letaknya di daerah khatulistiwa maka iklim di kota Samarinda juga dipengaruhi oleh angin muson, yaitu angin muson barat pada bulan November sampai April dan angin muson timur pada bulan Mei-Oktober. Secara morfologi daerah Rawa Makmur terletak di bagian utara Kecamatan Palaran dimana struktur tanahnya merupakan tanah datar dan berbukit.

g. Rincian Luas Tanah

Tabel 4.1 Rincian luas tanah dan bangunan pabrik

No.	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Pos Keamanan	3	3	9
2	Kantor Utama	20	15	300
3	Kantor Produksi	20	15	300
4	Gudang Serbaguna	15	10	150
5	Kantin	10	10	100
6	Masjid	17	15	255
7	Klinik	10	10	100
8	Perumahan / Mess Karyawan	30	15	450
9	Parkir Utama	52	12	624
10	Parkir Bus dan Truk	40	20	800
11	Area Proses	250	160	40000
12	Area Utilitas	70	50	3500
13	Ruang Kontrol Proses	15	15	225
14	Ruang Kontrik Utilitas	15	15	225
15	Laboratorium	20	15	300
16	Gudang	25	15	375
17	Bengkel	15	10	150
18	Unit Pemadam Kebakaran	20	10	200
19	Taman 1	14	7	98
20	Taman 2	10	5	50
21	Taman 3	10	5	50
22	Area Perluasan	150	100	15000
23	Jalan	300	20	6000
Total Luas Tanah				69261
Total Luas Bangunan				63175

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)



Gambar 4.2 Tata letak pabrik (*plant layout*)

Keterangan :

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. Pos Keamanan | 13. Ruang Kontrol Proses |
| 2. Kantor Utama | 14. Ruang Kontrol Utilitas |
| 3. Kantor Produksi | 15. Laboratorium |
| 4. Gedung Serbaguna | 16. Gudang Bahan Baku |
| 5. Kantin | 17. Bengkel |
| 6. Masjid | 18. Unit Pemadam Kebakaran |
| 7. Klinik | 19. Taman 1 |
| 8. Perumahan / Mess Karyawan | 20. Taman 2 |
| 9. Parkir Utama | 21. Taman 3 |
| 10. Parkir Bus dan Truk | 22. Area Perluasan |
| 11. Area Proses | 23. Jalan |
| 12. Area Utilitas | |

Tata letak atau *layout* merupakan tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas perusahaan untuk menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan-gerakan material,

penyimpanan material baik yang bersifat temporer maupun permanen, personil pekerja, dan sebagainya (Wignjosuebrotto, 2009). Tata letak yang baik akan berdampak pada terjaminnya keamanan, kenyamanan, dan kepuasan dari tenaga kerja. Dengan terjaminnya hal-hal tersebut maka kualitas tenaga kerja dapat meningkat. Berikut beberapa hal yang harus diperhatikan guna mencapai kondisi optimal dalam menentukan tata letak pabrik HCl.

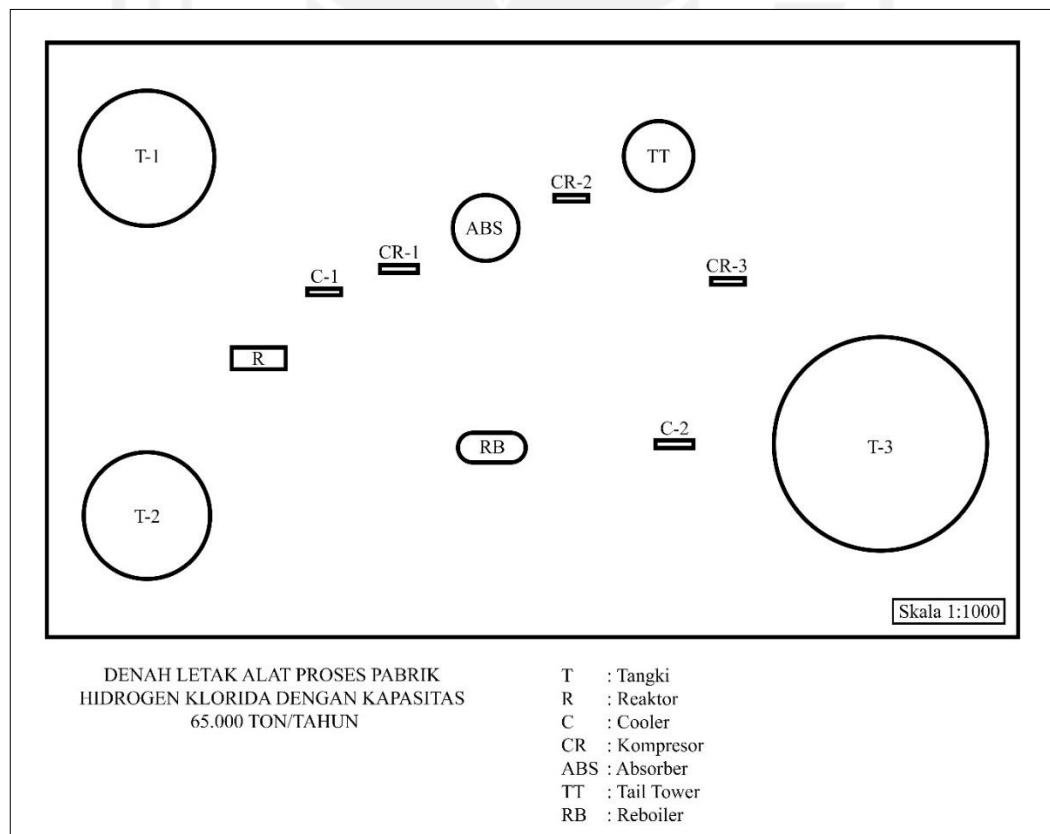
1. Pabrik HCl merupakan pabrik baru sehingga penentuan tata letak tidak dibatasi oleh bangunan yang ada. Pembangunan pabrik baru memungkinkan adanya perluasan wilayah dan pengembangan di masa depan.
2. Faktor keamanan suatu pabrik harus diperhatikan guna mencegah resiko kecelakaan kerja. Perencanaan tata letak suatu pabrik diusahakan jauh dari sumber api, bahan yang mudah terbakar, serta jauh dari gas beracun. Demi keselamatan kerja, tempat yang dapat menimbulkan kebakaran ditempatkan satu unit pemadam kebakaran.

Menurut Vilbrandt (1959), secara garis besar tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, diantaranya:

1. Daerah administrasi atau perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.

2. Daerah proses merupakan daerah dimana alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Penyimpanan bahan baku dan produksi merupakan daerah penyimpanan bahan baku, biasanya berupa tangki penyimpanan.
3. Daerah gudang merupakan daerah tempat penyimpanan produk akhir. Bengkel sebagai tempat perbaikan alat yang rusak atau pemeliharaan alat.
4. Daerah utilitas merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan bahan pendukung proses dipusatkan dapat berupa air ataupun tenaga listrik.

4.3 Tata Letak Alat Proses (*Machines Layout*)



Gambar 4.3 Tata letak alat proses (*machines layout*)

Tata letak alat proses adalah tempat kedudukan dari alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Penyusunannya berdasarkan alat yang memiliki fungsi sama ditempatkan dalam satu bagian. Menurut Vilbrandt (1959), dalam perancangan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomi yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadi stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.

3. Penerangan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan layout pabrik perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera

diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalani tugasnya juga diprioritaskan.

5. Pertimbangan ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

6. Jarak antara alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka kerusakan dapat diminimalkan.

4.4 Struktur Organisasi Perusahaan

a. Bentuk Perusahaan

Dalam merancang suatu pabrik, perlu menentukan bentuk dari perusahaan tersebut. Hal ini akan berpengaruh terhadap proses manajemen organisasi yang baik. Suatu struktur yang baik sangat diperlukan dalam hal ini. Struktur organisasi memberikan wewenang pada setiap bagian perusahaan untuk melaksanakan tugas yang diemban, juga mengatur fungsi anggota di dalamnya dalam berhubungan satu sama lain dalam menjalankan tugas. Sehingga perusahaan dapat menjaga keberadaannya secara dinamis.

Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan dapat dibedakan menjadi empat bagian yaitu:

1. Perusahaan Perseorangan, modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap keberhasilan perusahaan.
2. Persekutuan Firma, modal dapat dikumpulkan dari dua orang bahkan lebih, tanggungjawab perusahaan didasari dengan perjanjian yang pendiriannya berdasarkan dengan akte notaris.
3. Persekutuan Komanditer (*Commanditaire Vennootschap*) yang biasa disingkat dengan CV terdiri dari dua orang atau lebih yang masing masingnya memiliki peran sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modalnya dan bertanggungjawab sebatas dengan modal yang dimasukkan saja).
4. Perseroan Terbatas (PT), modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan, pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal yang dimiliki.

Dengan pertimbangan diatas, Pabrik HCl dipilih berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang didasarkan pada beberapa faktor berikut ini:

1. Modal didapatkan dari penjualan saham yang disebar di masyarakat atau institusi.
2. Tanggungjawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.

3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi staf yang diawasi oleh Dewan Komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
5. Efisiensi dari manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai Dewan Komisaris dan Direktur yang cukup berpengalaman.
6. Lapangan usaha lebih luas. Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
7. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan sendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
8. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
9. Mudah bergerak di pasar global.

b. Struktur Organisasi Perusahaan

Dalam menjalankan aktivitas di dalam perusahaan agar efisien dan efektif, maka perlu struktur organisasi. Struktur organisasi penting bagi perusahaan agar para karyawan dapat memahami posisi masing-masing. Hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam

perusahaan demi tercapainya keselarasan dan keselamatan kerja antar karyawan. Dengan demikian, struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing individu dalam perusahaan agar tercapai keselamatan kerja antar karyawan. Ada beberapa macam struktur organisasi antara lain:

1. Struktur Organisasi *Line*

Di dalam struktur organisasi ini biasanya paling sedikit mempunyai tiga fungsi dasar yaitu, produksi, pemasaran dan keuangan. Fungsi ini tersusun dalam suatu organisasi dimana rantai perintah jelas dan mengalir ke bawah melalui tingkatan-tingkatan manajerial. Setiap individu dalam departemen melaksanakan kegiatan utama perusahaan. Setiap individu mempunyai hubungan pelaporan hanya ke satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

2. Struktur Organisasi Fungsional

Staf fungsional memiliki hubungan terkuat dengan saluran-saluran line. Jika dilimpahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak, maka seorang staf fungsional mempunyai hak untuk memerintah saluran line sesuai kegiatan fungsional.

3. Struktur Organisasi *Line and Staff*

Staf merupakan individu maupun kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya adalah memberikan saran dan

pelayanan kepada fungsi *line*. Pada umumnya, staf tidak secara langsung terlibat dalam kegiatan utama organisasi, posisi staf untuk memberikan saran dan pelayanan departemen *line* dan membantu agar tercapainya tujuan organisasi yang lebih efektif.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain, perumusan tujuan perusahaan dengan jelas, tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi, tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi, adanya kesatuan arah (*unity of direction*), adanya kesatuan perintah (*unity of command*), adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab, adanya pembagian tugas (*distribution of work*), adanya koordinasi, struktur organisasi disusun sederhana, pola dasar organisasi harus relatif permanen, adanya jaminan batas (*unity of tenure*), balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya, dan penempatan orang harus sesuai keahliannya (Zamani, 1998).

Berdasarkan macam-macam struktur organisasi dan pedomannya, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik adalah sistem *line and staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem *line and staff* ini yaitu:

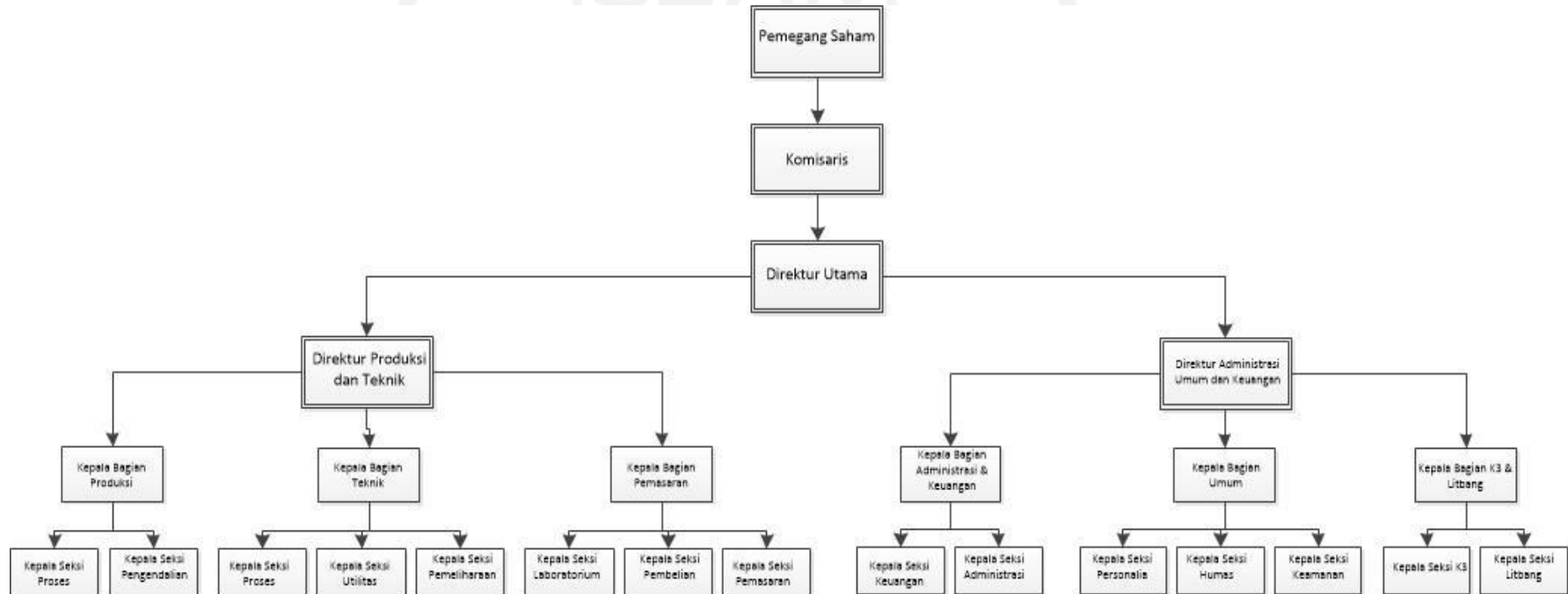
1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya. Dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional. Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur membawahi beberapa Kepala Bagian dan Kepala Bagian ini akan membawahi para karyawan perusahaan.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan didapatkan beberapa keuntungan, antara lain:

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain.
2. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
3. Penyusunan program pengembangan manajemen akan lebih terarah.
4. Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
5. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.

6. Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.





Gambar 4.4 Struktur organisasi

c. Tugas dan Wewenang Karyawan

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah mereka yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian pabrik dan jalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut pemegang saham berwenang untuk mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris, mengangkat dan memberhentikan Direktur, dan mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

2. Komisaris

Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari daripada pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris yaitu:

- a) Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarah pemasaran.
- b) Mengawasi tugas-tugas direktur.
- c) Membantu direktur dalam tugas-tugas penting.

3. Dewan Direksi

- Direktur Utama

Merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sebelumnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Berikut merupakan tugas Direktur Utama:

- a) Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
- b) Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
- c) Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- d) Mengkoordinir kerja sama antara bagian produksi (Direktur Produksi) dan bagian keuangan dan umum (Direktur Keuangan dan Umum).

- Direktur Produksi

Tugas dari Direktur Produksi antara lain:

- a) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi.
- b) Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala- kepala bagian yang menjadi bawahannya.

- Direktur Keuangan dan Umum

Tugas dari Direktur Keuangan dan Umum antara lain:

- a) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang pemasaran, keuangan, dan pelayanan umum.
- b) Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala- kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4. Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Bagian dapat juga bertindak sebagai Staf Direktur. Dalam pelaksanaannya Kepala Bagian mengawasi dan mengkoordinir kepala seksi bidang terkait dimana kepala seksi bidang membawahi karyawan bidang.

d. Status Kerja Karyawan

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan ini dapat dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut:

1. Karyawan Tetap
2. Karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.
3. Karyawan Harian. Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.
4. Karyawan Borongan. Karyawan yang digunakan oleh pabrik atau perusahaan apabila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

e. Jam Kerja Karyawan

Pabrik HCl dari Hidrogen dan Klorin ini akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan, dan *turn around*. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu:

1. Pegawai *non shift*

Yaitu pegawai yang bekerja selama 8 jam dalam sehari dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari sabtu, minggu, dan

hari besar libur. Pegawai *non shift* termasuk karyawan tidak langsung menangani operasi pabrik yaitu direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor atau administrasi, dan divisi-divisi dibawah tanggung non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinyu. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai *non shift* :

Senin – Kamis : 08.00 – 17.00 (istirahat 12.00 – 13.00)

Jumat : 08.00 – 17.00 (istirahat 11.30 – 13.00)

2. Pegawai *shift*

Yaitu pegawai yang bekerja 24 jam per hari yang terbagi dalam 3 *shift*. Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses operasi pabrik yaitu kepala *shift*, operator, karyawan-karyawan *shift*, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja.

Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai *shift* :

Shift I (Pagi) : 08.00 – 16.00

Shift II (Sore) : 16.00 – 24.00

Shift III (Malam) : 24.00 – 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok. Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali *shift*. Berikut adalah jadwal kerja karyawan *shift*.

Tabel 4.2 Jadwal kerja karyawan *shift*

Regu	Hari														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	II	II	II	-	III	III	III	-	I	I	I	-	II	II	II
B	-	III	III	III	-	I	I	I	-	II	II	II	-	III	III
C	III	-	I	I	I	-	II	II	II	-	III	III	III	-	I
D	I	I	-	II	II	II	-	III	III	III	-	I	I	I	-

Tabel 4.2 Jadwal kerja karyawan *shift* (lanjutan)

Regu	Hari														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	-	II	II	II	-	III	III	III	-	I	I	I	-	II	II
B	II	-	III	III	III	-	I	I	I	-	II	II	II	-	III
C	III	III	-	I	I	I	-	II	II	II	-	III	III	III	-
D	I	I	I	-	II	II	II	-	III	III	III	-	I	I	I

3. Kerja Lembur (*Overtime*)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

f. Jumlah Pekerja

Berikut merupakan jumlah karyawan yang bekerja di Pabrik HCl.

Tabel 4.3 Jumlah karyawan

No.	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Pemasaran dan Keuangan	1
4	Sekretaris	3
5	Kepala Bagian Produksi	1
6	Kepala Bagian Teknik	1
7	Kepala Bagian Pemasaran	1
8	Kepala Bagian Umum	1
9	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	1
10	Kepala Bagian K3 dan Litbang	1
11	Kepala Seksi Proses	1
12	Kepala Seksi Pengendalian	1
13	Kepala Seksi Utilitas	1
14	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
15	Kepala Seksi Laboratorium	1
16	Kepala Seksi Pembelian	1
17	Kepala Seksi Pemasaran	1
18	Kepala Seksi Administrasi	1
19	Kepala Seksi Keuangan	1
20	Kepala Seksi Personalia	1
21	Kepala Seksi Humas	1
22	Kepala Seksi Keamanan	1
23	Kepala Seksi K3 (Kesehatan Keselamatan Kerja)	1
24	Kepala Seksi Litbang (Penelitian dan Pengembangan)	1
25	Karyawan Proses	10

Tabel 4.3 Jumlah karyawan (lanjutan)

No.	Jabatan	Jumlah
26	Karyawan Pengendalian	3
27	Karyawan Utilitas	4
28	Karyawan Pemeliharaan	3
29	Karyawan Laboratorium	4
30	Karyawan Pembelian	2
31	Karyawan Pemasaran	3
32	Karyawan Administrasi	3
33	Karyawan Keuangan	2
34	Karyawan Personalia	3
35	Karyawan Humas	3
36	Karyawan Keamanan	4
37	Karyawan K3 (Kesehatan Keselamatan Kerja)	4
38	Karyawan Litbang (Penelitian dan Pengembangan)	4
39	Operator Proses dan Utilitas	51
40	Dokter	2
41	Perawat	4
42	Sopir	5
43	<i>Cleaning Service</i>	8
Total		148

Suatu pabrik yang telah didirikan harus terdapat aturan penggolongan jabatan, karena hal ini akan berkaitan dengan keberlangsungan pabrik untuk bersaing di pasaran. Berikut merupakan rincian penggolongan jabatan.

Tabel 4.4 Rincian penggolangan jabatan

No.	Jabatan	Pendidikan
1	Direktur Utama	S-2
2	Direktur	S-2
3	Kepala Bagian	S-1
4	Kepala Seksi	S-1
5	Sekretaris	S-1
6	Dokter	S-1
7	Perawat	D-3 / D-4 / S-1
8	Karyawan dan Operator	D-3 / S-1
9	Sopir	SMA
10	<i>Cleaning Service</i>	SMA

g. Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu:

1. Gaji Bulanan.

Merupakan gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan yang tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

Merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

Berikut merupakan rincian gaji karyawan sesuai dengan jabatan.

Tabel 4.5 Rincian gaji karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
3	Direktur Pemasaran dan Keuangan	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
4	Sekretaris	3	Rp 6.000.000	Rp 18.000.000
5	Kepala Bagian Produksi	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
6	Kepala Bagian Teknik	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
7	Kepala Bagian Pemasaran	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
8	Kepala Bagian Umum	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
9	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
10	Kepala Bagian K3 dan Litbang	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
11	Kepala Seksi Proses	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
12	Kepala Seksi Pengendalian	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
13	Kepala Seksi Utilitas	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
14	Kepala Seksi Pemeliharaan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
15	Kepala Seksi Laboratorium	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
16	Kepala Seksi Pembelian	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
17	Kepala Seksi Pemasaran	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
18	Kepala Seksi Administrasi	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
19	Kepala Seksi Keuangan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
20	Kepala Seksi Personalia	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
21	Kepala Seksi Humas	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
22	Kepala Seksi Keamanan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
23	Kepala Seksi K3	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
24	Kepala Seksi Litbang	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
25	Karyawan Proses	10	Rp 7.500.000	Rp 75.000.000
26	Karyawan Pengendalian	3	Rp 7.500.000	Rp 22.500.000
27	Karyawan Utilitas	4	Rp 7.500.000	Rp 30.000.000
28	Karyawan Pemeliharaan	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
29	Karyawan Laboratorium	4	Rp 6.500.000	Rp 26.000.000
30	Karyawan Pembelian	2	Rp 5.000.000	Rp 10.000.000
31	Karyawan Pemasaran	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
32	Karyawan Administrasi	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
33	Karyawan Keuangan	2	Rp 5.000.000	Rp 10.000.000
34	Karyawan Personalia	3	Rp 4.700.000	Rp 14.100.000
35	Karyawan Humas	3	Rp 4.700.000	Rp 14.100.000

Tabel 4.5 Rincian gaji karyawan (lanjutan)

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
36	Karyawan Keamanan	4	Rp 4.000.000	Rp 16.000.000
37	Karyawan K3	4	Rp 6.000.000	Rp 24.000.000
38	Karyawan Litbang	4	Rp 6.500.000	Rp 26.000.000
39	Operator Proses dan Utilitas	51	Rp 6.000.000	Rp 306.000.000
40	Dokter	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000
41	Perawat	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
42	Sopir	5	Rp 3.800.000	Rp 19.000.000
43	<i>Cleaning Service</i>	8	Rp 3.300.000	Rp 26.400.000
Total		148	Rp 422.00.000	Rp 1.032.000.000

h. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa tunjangan, cuti, seragam kerja, BPJS kesehatan dan ketenagakerjaan.

1. Tunjangan

Tunjangan yang diberikan kepada karyawan berupa tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan, tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan, dan tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2. Cuti

Ketentuan cuti perusahaan adalah sebagai berikut:

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.

- Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. Seragam Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya, dengan peraturan pemakaian 3 hari (senin, selasa, rabu) menggunakan seragam kerja dan hari selebihnya dapat menggunakan baju batik pribadi.

4. BPJS Kesehatan

Berdasarkan UU No. 40 Tahun 2004 tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional dan UU No.24 Tahun 2011 BPJS Kesehatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (2) huruf a menyelenggarakan program jaminan kesehatan. Jaminan kesehatan yang diberikan oleh perusahaan yaitu :

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5. BPJS Ketenagakerjaan

Berdasarkan UU No.40 Tahun 2004 tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional dan UU No.24 Tahun 2011 tentang Badan Penyelenggara Jaminan Sosial, BPJS Ketenagakerjaan

menyelenggarakan 4 program yakni Program Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK), Jaminan Hari Tua (JHT), Jaminan Pensiun (JP), dan Jaminan Kematian (JK). Sementara Program Jaminan Kesehatan diselenggarakan oleh BPJS Kesehatan. Berdasarkan UU tersebut, pemberi kerja (perusahaan) wajib mendaftarkan seluruh pekerjanya menjadi peserta BPJS Ketenagakerjaan secara bertahap menurut ketentuan perundang-undangan.



BAB V

UTILITAS

5.1 Unit Penyedia dan Pengolah Air

5.1.1 Unit Penyedia Air

Unit penyedia dan pengolahan air ini dikenal dengan *Units Water Treatment System*. Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air bersih yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air dalam pabrik. Untuk memenuhi kebutuhan air pada suatu pabrik, air yang digunakan pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau, dan air laut. Kebutuhan air pada pabrik HCl ini direncanakan akan dipenuhi oleh sumber air sungai yaitu Sungai Mahakam yang terletak tidak jauh dari lokasi pendirian pabrik.

Air yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan operasional pada prarancangan pabrik HCl masih mengandung pasir, mineral-mineral, ion-ion, dan kotoran yang harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan. Pengolahan air ini bertujuan untuk menjaga alat-alat proses agar tidak cepat rusak serta menjaga adanya kontaminan yang akan menyebabkan reaksi antara reaktan-reaktan yang terdapat dalam proses. Selain itu, pengolahan air dilakukan untuk menghindari *fouling* yang terjadi pada alat-alat penukar panas. Proses pengolahan air sungai dapat dilakukan secara fisis dan kimia.

Adapun pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut:

- a) Air sungai relatif lebih mudah pengolahannya, sederhana, dan biayanya lebih murah.
- b) Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya tinggi sehingga persediaan air dapat tercukupi.
- c) Jumlah persediaan air sungai lebih banyak dibandingkan dengan air sumur.
- d) Letak sungai berada didekat lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

1) Air pendingin

Air pendingin yang digunakan harus memenuhi beberapa syarat sebagai berikut:

- a) Tidak boleh mengandung besi, karena dapat menyebabkan korosi.
- b) Tidak boleh mengandung silika, karena dapat menyebabkan kerak.
- c) Tidak boleh mengandung oksigen terlarut, karena dapat menyebabkan korosi.
- d) Tidak boleh mengandung minyak, karena dapat menyebabkan gangguan pada *film corrosion inhibitor*, penurunan *heat exchanger coefficient* dan menimbulkan endapan karena minyak dapat menjadi makanan bagi mikroba.

2) Air Umpan *Steam*

Uap atau *steam* dalam pabrik digunakan sebagai media pemanas. Air umpan *steam* disediakan dengan *excess* 20%. *Excess* merupakan pengganti *steam* yang hilang karena kebocoran transmisi 10% serta faktor keamanan sebesar 20%. Air yang digunakan untuk *boiler* harus memenuhi persyaratan agar air tidak merusak *boiler*. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air umpan *boiler*, diantaranya:

- a) Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi. Korosi yang terjadi dalam *boiler* disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti CO₂, O₂, H₂S, dan NH₃. O₂ masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.
- b) Zat-zat yang dapat menyebabkan kerak pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika. Adanya kerak akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi bahkan bisa mengakibatkan *boiler* tidak beroperasi sama sekali.
- c) Zat-zat yang dapat menyebabkan *foaming* air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan biasanya terjadi pada alkalinitas tinggi.

3) Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air sanitasi digunakan untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid dan lainnya. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a) Syarat Fisika, meliputi:

1. Suhu: di bawah suhu udara.
2. Warna: jernih.
3. Rasa: tidak berasa.
4. Bau: tidak berbau.

b) Syarat Kimia, meliputi:

1. pH netral (6,5 – 7,5).
2. Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
3. Tidak mengandung logam berat yang berbahaya seperti air raksa (Hg) dan timbal (Pb).

c) Syarat Bakteriologis, meliputi:

1. Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.
2. Tidak mengandung mikroba penghasil toksin.

5.1.2 Unit Pengolahan Air

Air yang berasal dari Sungai Mahakam akan diolah di unit pengolahan air dengan tahapan pengolahan sebagai berikut:

1. *Screening*

Air akan dilakukan penyaringan terlebih dahulu agar kandungan padatan seperti sampah, daun, plastik dan lainnya yang terbawa oleh air dapat terpisah.

2. *Sedimentasi*

Air yang telah melalui proses penyaringan kemudian air dihilangkan kembali kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses pengendapan.

3. *Flokulator*

Setelah proses pengendapan, air diendapkan kembali kotorannya yang berupa dispersi koloid (suatu zat terlarut atau fase terdispersi sebagai partikel yang sangat halus pada substansi lain atau medium pendispersi) dalam air dengan menginjeksikan koagulan untuk menggumpalkan kotoran tersebut dimana koagulan yang digunakan adalah $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ atau tawas.

4. *Clarifier*

Kemudian air keluaran *flokulator* yaitu air baku dimasukkan ke dalam bak pengendap yaitu *clarifier* untuk menghilangkan flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi. Dimana air bersih akan keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan akan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang sebelum masuk *clarifier* memiliki

nilai *turbidity* tinggi dan diharapkan akan menjadi turun setelah keluar dari *clarifier*.

5. Penyaringan

Air keluaran dari *clarifier* kemudian dialirkan menuju *sand filter* yang berperan untuk memisahkan partikel-partikel padat yang masih lolos atau terbawa oleh air dari *clarifier*. Air yang keluar dari *sand filter* kemudian akan dialirkan ke dalam tangki penampungan (*filter water reservoir*).

6. Penampung Sementara

Air bersih yang sudah ditampung di tangki penampungan, kemudian didistribusikan menuju tangki klorinasi, tangki air servis, bak air pendingin, dan tangki *cation* dan *anion exchanger*.

7. Proses Klorinasi

Air dari bak penampung dicampur dengan klorin dalam bentuk kaporit yang bertujuan untuk menghilangkan jamur, bakteri, dan mikroorganisme. Air yang dihasilkan kemudian ditampung di tangki air bersih yang nantinya akan didistribusikan untuk kebutuhan air domestik.

8. Tangki Air Servis

Air dari tangki air servis ditampung pada tangki air bertekanan dimana berfungsi untuk menyimpan air bertekanan sementara yang dilengkapi dengan membran untuk memisahkan air dan udara. Tangki air bertekanan pada prinsipnya berguna untuk

menstabilkan tekanan air pada kran. Air bertekanan ini dapat digunakan untuk kebutuhan air servis.

9. Bak Air Pendingin

Air dari bak penampung sementara ditampung pada bak air pendingin untuk selanjutnya diproses dalam *cooling tower* yang nantinya akan digunakan sebagai air pendingin.

10. *Cooling Tower*

Air dari bak air pendingin dialirkan menuju *cooling tower* untuk mendinginkan air dari proses melalui kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan sebagian kecil air menguap dan air dapat digunakan kembali ke proses menjadi air pendingin. Air pembuangan dari *cooling tower* atau *blowdown* dikeluarkan dari *cooling tower* untuk menjaga konsentrasi partikel yang ada didalamnya.

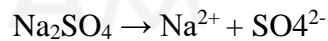
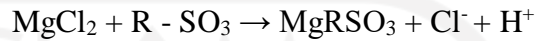
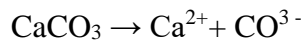
11. Proses Demineralisasi

Proses demineralisasi ini bertujuan untuk menyiapkan air murni bebas mineral-mineral terlarut seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , sehingga didapatkan air bermutu tinggi dan memenuhi persyaratan sebagai air umpan *boiler*. Peralatan-peralatan yang digunakan untuk pembuatan *Demin Water* ini adalah:

a) *Cation Exchanger*

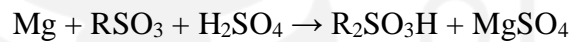
Di dalam *cation exchanger* berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang terkandung didalam air

akan diganti dengan ion H^+ sehingga air yang keluar dari cation exchanger akan mengandung anion dan ion H^+ . Reaksi yang terjadi adalah:



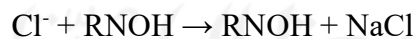
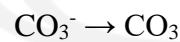
Setelah dalam jangka waktu tertentu, kation resin akan jenuh sehingga diperlukan regenerasi kembali dengan H_2SO_4 .

Reaksi yang terjadi adalah:

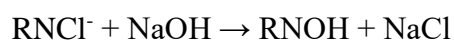


b) *Anion Exchanger*

Proses ini memiliki fungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut di dalam air, dengan resin yang bersifat basa, maka anion-anion seperti CO_3^{2-} dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut. Reaksi yang terjadi adalah :



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan $NaOH$. Reaksi yang terjadi adalah:

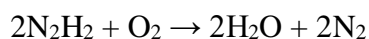


12. *Mixed Bed*

Unit *Mixed Bed* adalah tempat pembersihan air yang terakhir yang akan dipakai untuk mengisi *boiler* bertekanan tinggi dimana resin anion dan resin kation digabungkan dalam satu *vessel*. Kation akan terambil oleh resin kation dan anion terambil oleh resin anion. Apabila *mixed bed* sudah jenuh, maka dilakukan regenerasi, sehingga kondisi resin dapat berfungsi kembali seperti semula.

13. Dearasi

Tujuan dari unit ini adalah menghilangkan gas-gas terlarut terutama O₂ dan CO₂ yang masih terikat dalam *feed water* yang telah didemineralisasi. Gas-gas tersebut dihilangkan agar tidak menyebabkan korosi pada alat proses. Air yang sudah mengalami proses demineralisasi (*polish water*) akan dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan larutan hidrazin (N₂H₄) untuk mengikat oksigen yang masih terkandung dalam air. Dengan hilangnya kandungan air di dalam air umpan *boiler* maka dapat mencegah timbulnya kerak (*scale*) pada bagian *tube boiler*. Reaksi yang terjadi adalah :



Air yang keluar dari *deaerator* akan dialirkan menggunakan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

5.2 Unit Penyedia Kebutuhan Air

5.2.1 Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 5.1 Kebutuhan air pendingin

Alat	Kode	Kebutuhan (Kg/Jam)
<i>Cooler-2</i>	C-2	4544,0644

- a) Total kebutuhan air pendingin : 4544,0644 Kg/Jam
- b) Perancangan dibuat *over design* 20 % : 5452,8773 Kg/Jam
- c) Jumlah air yang menguap (We) : 37,0796 Kg/Jam
- d) *Drift Loss* (Wd) : 1,0906 Kg/Jam
- e) *Blowdown* (Wb) : 11,2693 Kg/Jam
- f) *Make up Water* (Wm) : 49,4394 Kg/Jam
- g) Perancangan Wm dibuat *over design* 20% : 59,3273 Kg/Jam

5.2.2 Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 5.2 Kebutuhan air pembangkit *steam*

Alat	Kode	Kebutuhan (Kg/Jam)
<i>Acid Reboiler</i>	RB	31,7098

- a) Total kebutuhan air untuk *steam* : 31,7098 Kg/Jam
- b) Perancangan dibuat *over design* 20 % : 38,0518 Kg/Jam
- c) *Blowdown* (Wb) : 5,7078 Kg/Jam
- d) Jumlah air yang menguap (We) : 1,9026 Kg/Jam
- e) *Make up Water* (Wm) : 7,6104 Kg/Jam
- f) Perancangan Wm dibuat *over design* 20% : 9,1324 Kg/Jam

5.2.3 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik meliputi kebutuhan air untuk karyawan atau kantor dan kebutuhan air untuk tempat tinggal.

a. Kebutuhan air karyawan

Menurut standar WHO, kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 liter/hari, sehingga:

Jumlah Karyawan	: 148 karyawan
Perkiraan Kebutuhan air tiap orang	: 100 liter/hari
Kebutuhan air tiap karyawan	: 4,0620 Kg/Jam
Kebutuhan air semua karyawan	: 601,1789 Kg/Jam = 14428,2940 Kg/Hari

b. Kebutuhan air untuk tempat tinggal

Jumlah Mess	: 50 Kamar
Perkiraan Penghuni Mess	: 40 Orang
Kebutuhan air tiap orang	: 100 liter/hari
Kebutuhan air untuk mess	: 33850,1642 Kg/Jam = 812403,9401 Kg/Hari

5.2.4 Kebutuhan Air Untuk Air Servis

Kebutuhan air servis diperkirakan sekitar 500 kg/jam. Perkiraan kebutuhan air ini nantinya akan digunakan untuk bengkel, laboratorium, pemadam kebakaran, kantin, dan lain-lain. Sehingga total kebutuhan air adalah sebesar 40296,0395 Kg/Jam dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.3 Kebutuhan air untuk air servis

No.	Keperluan	Kebutuhan (Kg/Jam)
1	<i>Domestik Water</i>	34451,1104
2	<i>Service Water</i>	500,0000
3	<i>Cooling Water</i>	5452,8773
4	<i>Steam Water</i>	38,0518
Total		40442,2722

5.3 Unit Pembangkit *Steam*

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, dengan menyediakan ketel uap (*boiler*). Jumlah steam yang dibutuhkan adalah 31,7098 Kg/Jam. Maka, total kebutuhan *steam* setelah *overdesign* 20% sebagai faktor keamanan alat adalah 38,0518 kg/jam.

Boiler dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air yang berasal dari unit pengolahan air yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang masih terkandung dalam air umpan. Serta pengaturan pH sekitar 10-11 dikarenakan apabila pH yang terlalu tinggi nilai korosifitasnya akan tinggi.

Air sebelum masuk ke dalam *boiler*, terlebih dahulu dimasukkan ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 300°C, kemudian diumpankan ke *boiler*. Api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) memiliki tugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran akan masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air yang

berada di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa api maka air akan menjadi mendidih. Uap air yang terkumpul kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

5.4 Unit Penyedia *Dowtherm A*

Untuk mendinginkan reaktor furnace menggunakan pendingin jenis *Dowtherm A*. Alasan dipilihnya pendingin jenis *Dowtherm A* yaitu jenis pendingin ini mampu bekerja pada suhu tinggi. Apabila menggunakan air pendingin biasa untuk menurunkan suhu reaktor furnace maka proses pendinginan akan menjadi tidak efektif. Hal ini disebabkan air pendingin pada saat proses pendinginan dimungkinkan ikut menjadi panas dan menguap sebagian terlebih dahulu sebelum proses pendinginan berakhir. Oleh karena itu, pemilihan jenis pendingin yang digunakan memiliki sifat fisik dan kimia yang lebih ringan sehingga dapat bertahan pada suhu tinggi.

Dowtherm A adalah cairan yang dapat digunakan dalam fase cair atau fase uap. Kisaran aplikasi normal adalah 60°F sampai 750°F (15 – 400) °C dan kisaran tekanan adalah 1 atm – 152,2 psig (10,6 bar). Fluida ini stabil tidak mudah terurai pada suhu tinggi, dan dapat digunakan secara efektif baik dalam fase cair atau fase uap. Viskositasnya rendah sepanjang rentang operasi pada perpindahan panas yang efisien sehingga tidak ada masalah dalam pemompaan. Fluida ini *non-corrosive* untuk logam biasa dan paduan.

Jumlah *Dowtherm A* yang dibutuhkan untuk mendinginkan reaktor furnace sebesar 7336,7462 kg/jam. Total kebutuhan *Dowtherm A* setelah *overdesign* 20% sebagai faktor keamanan alat adalah 8804,0954 kg/jam.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar berfungsi untuk menyediakan bahan bakar yang diperlukan untuk proses pembakaran pada *boiler*. Bahan bakar yang digunakan untuk *boiler* dan *generator* yaitu solar. Solar memiliki *heating value* sebesar 1976 BTU/lb dengan efisiensi pembakaran 80%. Bahan bakar yang dibutuhkan sebesar 1,7826 lb/jam. Untuk bahan bakar furnace digunakan *Fuel Oil* No. 2. Nilai *heating value* sebesar 130000 BTU/US.gal dengan efisiensi pembakaran 75% berat *fuel* yang dibutuhkan sebesar 631,0716 Kg/Jam.

5.6 Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Udara tekan dipilih memiliki tekanan 6,35 bar dan suhu 30°C. Adapun jumlah alat kontrol sebanyak 19 buah dengan total kebutuhan udara tekan keseluruhan sebesar 35,5133 m³/jam. Kebutuhan udara tekan diperoleh dari kompresor yang dilengkapi dengan *dryer* yang berisi silika gel.

5.7 Unit Pembangkit Listrik

Unit pembangkit listrik berfungsi untuk menyediakan kebutuhan listrik pabrik yang meliputi peralatan proses, peralatan utilitas, dan kebutuhan perkantoran. Adapun rincian dari kebutuhan listrik adalah sebagai berikut :

a. Kebutuhan Listrik Proses

Beberapa peralatan proses menggunakan tenaga listrik sebagai penggerak motor. Daya yang dibutuhkan masing-masing alat dapat dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut.

Tabel 5.4 Unit pembangkit listrik

Alat	Kode	Daya	
		Hp	Watt
Pompa 1	P-1	0,3035	226,3056
Pompa 2	P-2	0,4546	339,0224
Pompa 3	P-3	0,1403	104,6016
Pompa 4	P-4	0,4636	345,6986
Kompresor 1	CR-1	55,9967	41756,7632
Kompresor 2	CR-2	55,9967	41756,7632
Kompresor 3	CR-3	40,1813	29963,1929
Total		153,5367	114492,3475

b. Kebutuhan Listrik Utilitas

Sama halnya dengan peralatan proses, peralatan utilitas juga terdapat sejumlah daya yang dibutuhkan. Kebutuhan tersebut dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 5.5 Kebutuhan listrik utilitas

Alat	Kode	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-01	2,0000	1491,4000
Blower Cooling Tower	BL-01	0,3218	239,9626
Kompresor Udara	CR-01	4,0000	2982,8000
Pompa Utilitas-01	PU-01	1,8728	1396,5589
Pompa Utilitas-02	PU-02	1,6956	1264,4078
Pompa Utilitas-03	PU-03	1,6321	1217,0242
Pompa Utilitas-04	PU-04	0,0002	0,1731
Pompa Utilitas-05	PU-05	1,7152	1279,0232
Pompa Utilitas-06	PU-06	1,7561	1309,5268
Pompa Utilitas-07	PU-07	0,3782	282,0380
Pompa Utilitas-08	PU-08	0,3239	241,5221
Pompa Utilitas-09	PU-09	0,7619	568,1520
Pompa Utilitas-10	PU-10	0,00001	0,0067
Pompa Utilitas-11	PU-11	0,2041	152,1849

Tabel 5.5 Kebutuhan listrik utilitas (lanjutan)

Alat	Kode	Daya	
		Hp	Watt
Pompa Utilitas-12	PU-12	3,6500	2721,8016
Pompa Utilitas-13	PU-13	0,0320	23,8964
Pompa Utilitas-14	PU-14	0,0319	23,7839
Pompa Utilitas-15	PU-15	0,3245	241,9727
Pompa Utilitas-16	PU-16	1,4187	1057,9105
Pompa Utilitas-17	PU-17	0,0008	0,5926
Pompa Utilitas-18	PU-18	0,0010	0,7190
Pompa Utilitas-19	PU-19	0,0004	0,2648
Pompa Utilitas-20	PU-20	0,0004	0,2661
Pompa Utilitas-21	PU-21	0,0004	0,2648
Total		22,1218	16496,2528

c. Kebutuhan Lain-lain

Kebutuhan listrik untuk penerangan : 50 kW

Kebutuhan listrik untuk AC : 30 kW

Kebutuhan listrik untuk Laboratorium dan Bengkel : 75 kW

Kebutuhan listrik untuk instrumentasi : 50 kW

Kebutuhan listrik secara lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5.6 Kebutuhan lain-lain

No.	Keperluan	Daya (kW)
1	Peralatan Proses	114,4923
2	Peralatan Utilitas	16,4963
3	Penerangan	50,0000
4	AC	30,0000
5	Laboratorium dan Bengkel	75,0000
6	Instrumentasi	50,0000
Total		335,9886

Kebutuhan listrik diperoleh dari dua sumber yaitu Perusahaan Listrik Nasional (PLN) dan generator. Generator berfungsi untuk tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan dan untuk menggerakkan alat-alat seperti boiler, pengaduk dan sejumlah pompa. Generator beroperasi menggunakan solar dan udara yang di tekan untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan akan digunakan untuk memutar poros engkol sehingga generator dapat menghasilkan listrik, kemudian listrik tersebut didistribusikan menggunakan panel. Energi listrik dari generator digunakan sebagai sumber utama untuk menggerakkan alat proses. Berikut merupakan spesifikasi generator yang digunakan :

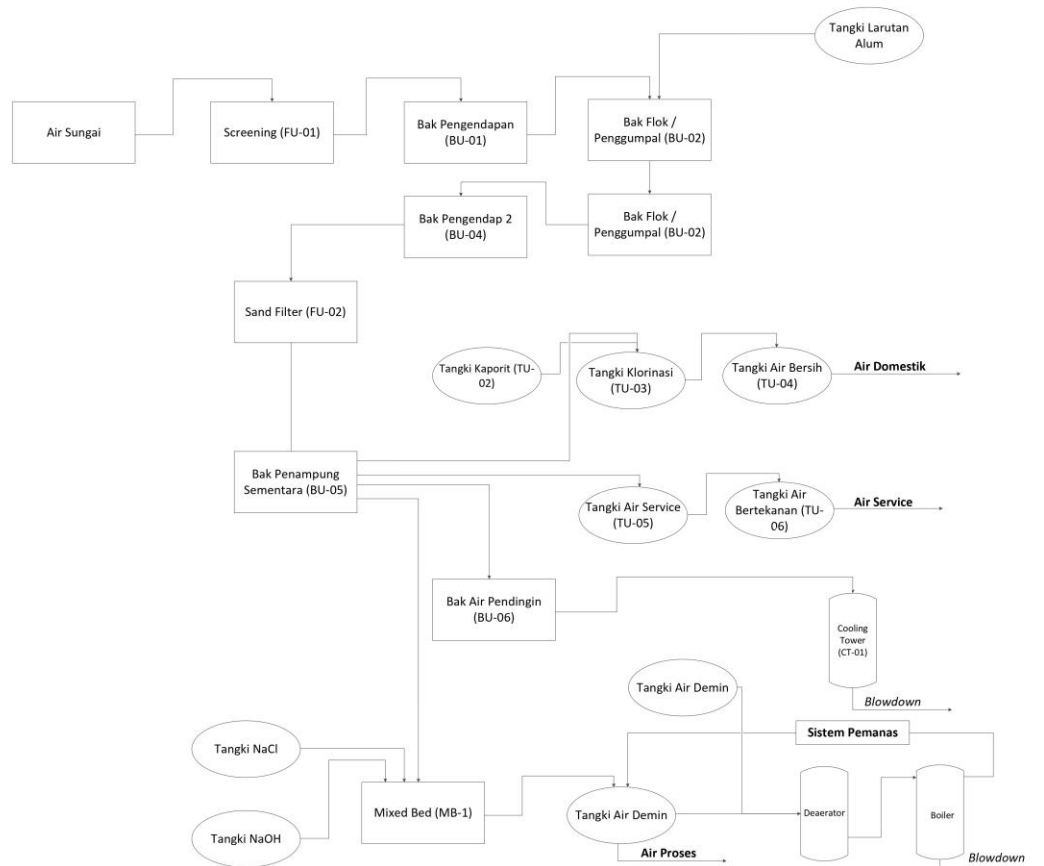
Kapasitas Generator : 1125,2900 kW

Kebutuhan Listrik : 336 kW

Jenis : AC Generator

Tegangan : 220/360

Jumlah : 1



Gambar 5.1 Diagram alir pengolahan air sungai

5.8 Spesifikasi Alat Utilitas

a. Pompa Utilitas

Tabel 5.7 Spesifikasi pompa utilitas

Kode	PU-1	PU-2	PU-3	PU-4	PU-5
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai menuju <i>screening</i>	Mengalirkan air sungai dari <i>screening</i> menuju <i>Reservoir</i> /sedimentasi (BU-01)	Mengalirkan air dari Bak Sedimentasi (BU-01) menuju Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-02)	Mengalirkan air dari Tangki Alum (TU-01) menuju Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-02)	Mengalirkan air dari Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-02) menuju Bak Pengendapan 1 (BU-03)
Jenis	Sentrifugal				
Impeller	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<i>Mechanical Design</i>					
Kapasitas	269,1211 gpm	255,6651 gpm	242,8818 gpm	0,0132 gpm	242,8818 gpm
Rate Volumetrik	0,5996 ft ³ /s	0,5696 ft ³ /s	0,5411 ft ³ /s	0,00003 ft ³ /s	0,5411 ft ³ /s
Kecepatan Aliran	2,5212 ft/s	2,3952 ft/s	2,2754 ft/s	0,0743 ft/s	2,2754 ft/s
ID	6,6050 in	6,6050 in	6,6050 in	0,2690 in	6,6050 in
OD	6,6300 in	6,6300 in	6,6300 in	0,4100 in	6,6300 in
IPS	6,0000 in	6,0000 in	6,0000 in	0,1300 in	6,0000 in
Flow Area Pipe	28,9000 in ²	28,9000 in ²	28,9000 in ²	0,0600 in ²	28,9000 in ²
Static Head	4,4669 m	4,1572 m	4,1572 m	4,1572 m	4,3911 m
Friction Head	0,1784 m	0,1932 m	0,1744 m	0,0034 m	0,1623 m
Total Head	4,6754 m	4,3776 m	4,3561 m	4,1606 m	4,5780 m
Efisiensi Pompa	57%	56%	55%	20%	55%
Daya Pompa	1,8728 HP	1,6956 HP	1,6321 HP	0,0002 HP	1,7152 HP
Daya Motor	0,5000 HP	3,000 HP	3,000 HP	0,0500 HP	3,000 HP
Harga, \$	23.424,1420	23.424,1420	23.424,1420	4.320,9580	23.424,1420

Tabel 5. Spesifikasi pompa utilitas (lanjutan)

Kode	PU-6	PU-7	PU-8	PU-9	PU-10
Fungsi	Mengalirkan air dari Bak Pengendapan 1 (BU-03) menuju Bak Pengendapan 2 (BU-04)	Mengalirkan air dari Bak Pengendapan II (BU-04) menuju Bak Saringan Pasir (FU-02)	Mengalirkan air dari Bak Sand Filter/ Bak Saringan Pasir (FU-02) menuju Bak Penampung Sementara (BU-05)	Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara (BU-05) menuju area kebutuhan air	Mengalirkan Kaporit dari Tangki Kaporit (T-03) menuju Tangki Klorinasi (TU-02)
Jenis	Sentrifugal				
Impeller	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<i>Mechanical Design</i>					
Kapasitas	230,7377 gpm	219,2009 gpm	177,2810 gpm	177,2810 gpm	0,000003 gpm
Rate Volumetrik	0,5141 ft ³ /s	0,4884 ft ³ /s	0,3950 ft ³ /s	0,3950 ft ³ /s	0,5411 ft ³ /s
Kecepatan Aliran	2,1616 ft/s	2,0536 ft/s	1,6608 ft/s	1,6608 ft/s	0,0072 ft/s
ID	6,6050 in	6,6050 in	6,6050 in	6,6050 in	0,2690 in
OD	6,6300 in	6,6300 in	6,6300 in	6,6300 in	0,4100 in
IPS	6,0000 in	6,0000 in	6,0000 in	6,0000 in	0,1300 in
<i>Flow Area Pipe</i>	28,9000 in ²	28,9000 in ²	28,9000 in ²	28,9000 in ²	0,0600 in ²
<i>Static Head</i>	4,3167 m	0,8647 m	0,8647 m	2,1752 m	3,7430 m
<i>Friction Head</i>	0,1465 m	0,1322 m	0,0913 m	0,0913 m	0,00004 m
<i>Total Head</i>	4,4853 m	1,0169 m	0,9690 m	2,2795 m	3,7431 m
Efisiensi Pompa	50%	56%	45%	45%	45%
Daya Pompa	1,7561 HP	1,6956 HP	0,3239 HP	0,7619 HP	0,00001 HP
Daya Motor	3,0000 HP	3,000 HP	2,0000 HP	2,0000 HP	2,0000 HP
Harga, \$	23.424,1420	23.424,1420	23.424,1420	15.009,6440	4.320,9580

Tabel 5.7 Spesifikasi pompa utilitas (lanjutan)

Kode	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14	PU-15
Fungsi	Mengalirkan air dari tangki klorinasi menuju tangki air bersih (TU-04)	Mengalirkan air dari tangki bersih (TU-04) menuju area domestik	Mengalirkan air dari tangki air servis (TU-05) menuju Tangki air bertekanan (TU-06)	Mengalirkan air dari tangki air bertekanan (TU-06) menuju area kebutuhan servis	Mengalirkan air dari Bak Air Dingin (BU-06) menuju ke <i>Cooling Tower</i> (CT-01)
Jenis	Sentrifugal				
<i>Impeller</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Mixed Flow Impellers</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>	<i>Mixed Flow Impellers</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<i>Mechanical Design</i>					
Kapasitas	177,2810 gpm	177,2810 gpm	2,5839 gpm	2,5839 gpm	28,1792 gpm
Rate Volumetrik	0,3950 ft ³ /s	0,3950 ft ³ /s	0,0058 ft ³ /s	0,0058 ft ³ /s	0,0628 ft ³ /s
Kecepatan Aliran	1,6608 ft/s	1,6608 ft/s	1,5554 ft/s	1,5554 ft/s	2,6956 ft/s
ID	6,6050 in	6,6050 in	0,8240 in	0,8240 in	2,0670 in
OD	6,6300 in	6,6300 in	1,0500 in	1,0500 in	2,3800 in
IPS	6,0000 in	6,0000 in	0,7500 in	0,7500 in	2,0000 in
<i>Flow Area Pipe</i>	28,9000 in ²	28,9000 in ²	0,5300 in ²	0,5300 in ²	3,3500 in ²
<i>Static Head</i>	0,4870 m	10,7968 m	2,6373 m	2,6373 m	2,6373 m
<i>Friction Head</i>	0,1105 m	0,1105 m	0,2748 m	0,2611 m	0,4500 m
<i>Total Head</i>	0,6106 m	10,9203 m	2,9236 m	2,9098 m	3,1217 m
Efisiensi Pompa	40%	45%	45%	20%	23%
Daya Pompa	0,2041 HP	3,6500 HP	0,0320 HP	0,0319 HP	0,3245 HP
Daya Motor	0,7500 HP	5,0000 HP	0,0500 HP	0,0500 HP	0,5000 HP
Harga, \$	10.916,1050	10.916,1050	7.504,8220	7.504,8220	23.424,1420

Tabel 5.7 Spesifikasi pompa utilitas (lanjutan)

Kode	PU-16	PU-17	PU-18	PU-19	PU-20
Fungsi	Mengalirkan air dari <i>Cooling Tower</i> (CT-01) menuju <i>recycle</i> dari bak air dingin	Mengalirkan air dari Tangki Penampung NaCl (TU-07) menuju <i>Mixed Bed</i> (MB-01)	Mengalirkan air dari <i>Mixed Bed</i> (MB-01) menuju Tangki air <i>Demin</i> (TU-10)	Mengalirkan air dari Tangki air <i>Demin</i> (TU-10) menuju Tangki <i>Deaerator</i> (DE-01)	Mengalirkan larutan <i>Hydrazine</i> dari Tangki N_2H_4 (TU-11) menuju Tangki <i>Deaerator</i> (DE-01)
Jenis	Sentrifugal				
<i>Impeller</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<i>Mechanical Design</i>					
Kapasitas	28,1792 gpm	0,1966 gpm	0,1966 gpm	0,1966 gpm	0,1966 gpm
Rate Volumetrik	0,0628 ft ³ /s	0,0004 ft ³ /s	0,0004 ft ³ /s	0,0004 ft ³ /s	0,0004 ft ³ /s
Kecepatan Aliran	2,6956 ft/s	0,3307 ft/s	0,3307 ft/s	0,3307 ft/s	0,3307 ft/s
ID	2,0670 in	0,4930 in	0,4930 in	0,4930 in	0,4930 in
OD	2,3800 in	0,6800 in	0,6800 in	0,6800 in	0,6800 in
IPS	2,0000 in	0,3800 in	0,3800 in	0,3800 in	0,3800 in
<i>Flow Area Pipe</i>	3,3500 in ²	0,1900 in ²	0,1900 in ²	0,1900 in ²	0,1900 in ²
<i>Static Head</i>	13,1639 m	0,9144 m	1,1176 m	0,3875 m	0,3896 m
<i>Friction Head</i>	0,4500 m	0,0377 m	0,0377 m	0,0377 m	0,0377 m
<i>Total Head</i>	13,6483 m	0,9527 m	1,1559 m	0,4257 m	0,4278 m
Efisiensi Pompa	23%	20%	20%	20%	23%
Daya Pompa	1,4187 HP	0,0008 HP	0,0010 HP	0,0004 HP	0,0004 HP
Daya Motor	0,5000 HP	0,0500 HP	0,0500 HP	0,0500 HP	0,5000 HP
Harga, \$	11.029,8140	10.006,4290	10.006,4290	10.006,4290	10.006,4290

Tabel 5.7 Spesifikasi pompa utilitas (lanjutan)

Kode	PU-21
Fungsi	Mengalirkan air dari <i>Deaerator</i> (DE-01) menuju <i>Boiler</i>
Jenis	Sentrifugal
<i>Impeller</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
<i>Mechanical Design</i>	
Kapasitas	0,1966 gpm
Rate Volumetrik	0,0004 ft ³ /s
Kecepatan Aliran	0,3307 ft/s
ID	0,4930 in
OD	0,6800 in
IPS	0,3800 in
<i>Flow Area Pipe</i>	0,1900 in ²
<i>Static Head</i>	0,3875 m
<i>Friction Head</i>	0,0377 m
<i>Total Head</i>	0,4257 m
Efisiensi Pompa	20%
Daya Pompa	0,0008 HP
Daya Motor	0,0500 HP
Harga, \$	10.006,4290

b. Bak Penampung

Tabel 5.8 Spesifikasi bak penampung

Spesifikasi	Bak Utilitas		
	BU-01	BU-02	BU-03
Kode			
Fungsi	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai	Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan kotoran	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi)
Jenis	Bak persegi dengan beton	Bak persegi dengan beton	Bak persegi dengan beton
Volume, m ³	356,5081	56,3992	338,6827
Tinggi, m	4,4669	4,1572	4,3911
Panjang, m	8,9337	4,1572	8,7823
Lebar, m	8,9337	0,1386	8,7823
Harga	\$ 108.365,082	\$ 32.748,315	\$ 104.840,090

Tabel 5.8 Spesifikasi bak penampung (lanjutan)

Kode	BU-04	BU-05	BU-06
Fungsi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (memaksimalkan proses flokulasi)	Menampung sementara <i>raw water</i> setelah disaring di <i>sand filter</i>	Menampung kebutuhan air pendingin
Jenis	Bak persegi dengan beton	Bak persegi dengan beton	Bak persegi panjang dengan beton
Volume, m ³	321,7486	41,1661	157,0429
Tinggi, m	4,3167	2,1752	3,3988
Panjang, m	8,6334	4,3503	6,7975
Lebar, m	8,6334	4,3503	6,7975
Harga, \$	127.354,5570	6.367,7280	198.877,7850

Tabel 5.8 Spesifikasi bak penampung (lanjutan)

Kode	BU-07
Fungsi	Menampung air make up dan air pendingin proses yang sudah diinginkan
Jenis	Bak persegi Panjang dengan beton
Volume, m ³	6,5435
Tinggi, m	1,1783
Panjang, m	2,3566
Lebar, m	2,3566
Harga, \$	25.243,4920

c. Tangki Utilitas

Tabel 5.9 Spesifikasi tangki utilitas

Spesifikasi	Tangki Utilitas		
Kode	TU-01	TU-02	TU-03
Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 2 minggu operasi	Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam Tangki Klorinasi (TU-03)	Mencampur klorin dalam bentuk kaporit kedalam air untuk kebutuhan rumah tangga
Jenis	Tangki silinder tegak	Tangki silinder berpengaduk	Tangki silinder berpengaduk
Bahan	<i>Carbon Steel</i>		
Volume, m ³	2,5455	0,0907	41,1663
Diameter, m	1,1748	0,4870	3,7430
Tinggi, m	2,3496	0,4870	3,4730
Harga, \$	79.596,5980	36.955,5630	36.955,5630

Tabel 5.9 Spesifikasi tangki utilitas (lanjutan)

Kode	TU-04	TU-05	TU-06
Fungsi	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga	Menampung air untuk keperluan layanan umum	Menampung air bertekanan untuk keperluan umum
Jenis	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak
Bahan	<i>Carbon Steel</i>		
Volume, m ³	987,9872	14,4000	14,4000
Diameter, m	10,7968	2,6373	2,6373
Tinggi, m	10,7968	2,6373	2,6373
Harga, \$	55.490,2000	45.938,6080	45.938,6080

Tabel 5.9 Spesifikasi tangki utilitas (lanjutan)

Kode	TU-07	TU-08	TU-09
Fungsi	Menampung NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi <i>kation exchanger</i>	Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi <i>Anion exchanger</i>	Mencampur Kondensat sirkulasi dan <i>make up</i> air umpan <i>boiler</i> sebelum dibangkitkan sebagai <i>steam</i> dalam <i>boiler</i>
Jenis	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak
Bahan	<i>Carbon Steel</i>		
Volume, m ³	0,0095	0,0048	0,0457
Diameter, m	0,2296	0,1833	0,3875
Tinggi, m	0,2296	0,1833	0,3875
Harga, \$	31.497,5110	28.995,9030	49.349,8910

Tabel 5.9 Spesifikasi tangki utilitas (lanjutan)

Kode	TU-10	TU-11
Fungsi	Menampung air bebas mineral sebagian air proses dan air umpan boiler	Menyimpan larutan N ₂ H ₄
Jenis	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak
Bahan	<i>Carbon Steel</i>	
Volume, m ³	1,0959	0,0464
Diameter, m	1,1176	0,3896
Tinggi, m	1,1176	0,3896
Harga, \$	156.123,0410	49.349,8910

d. *Screener*

Tabel 5.10 Spesifikasi *screener*

Spesifikasi	<i>Screener</i>
Kode	FU-01
Fungsi	Menyaring kotoran yang berukuran besar, seperti: daun, ranting, dan sampah lainnya
Bahan	Alumunium
Diameter lubang, cm	1,0000
Panjang, m	3,0480
Lebar, m	2,4380
Harga, \$	30.132,9980

e. *Sand Filter*

Tabel 5.11 Spesifikasi *sand filter*

Spesifikasi	<i>Sand Filter</i>
Kode	FU-02
Fungsi	Menyaring partikel – partikel halus yang ada dalam air sungai
Jenis	<i>Sand Filter</i>
Material	<i>Spheres</i>
Ukuran Pasir (<i>mesh</i>)	28
Diameter, inch	0,0280
Tinggi Lapisan Pasir, m	0,4968
Panjang,m	1,7293
Lebar, m	1,7293
Tinggi, m	0,8647
Harga, \$	5.458,0520

f. *Cooling Tower*

Tabel 5.12 Spesifikasi *cooling tower*

Spesifikasi	<i>Cooling Tower</i>
Kode	CT-01
Fungsi	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan
Tinggi, m	13,1639
Panjang, ft	2,6299
Lebar, ft	2,6299
Harga, \$	131.902,9340

g. *Deaerator*

Tabel 5.13 Spesifikasi *deaerator*

Spesifikasi	<i>Deaerator</i>
Kode	DE-01
Fungsi	Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada <i>reboiler</i>
Volume, m ³	0,0457
Diameter, m	0,3875
Tinggi, m	0,3875
Harga, \$	49.349,8910

h. *Blower*

Tabel 5.14 Spesifikasi *blower*

Spesifikasi	<i>Blower</i>
Kode	BL-01
Fungsi	Mengisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang didinginkan
Efisiensi Motor	80 %
Tenaga Motor, HP	0,3200
Harga, \$	\$ 147.822,2530

i. *Mixed Bed*

Tabel 5.15 Spesifikasi *mixed bed*

Spesifikasi	<i>Mixed Bed</i>
Kode	MB-01
Fungsi	Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation Ca dan Mg serta anion
Diameter, m	0,0630
Tinggi, ft	2,5000
Tinggi Bed, ft	3,0000
Volume Bed, m ³	0,0024
Volume Bak Resin, m ³	14,3395
Tebal, inch	3/16
Harga, \$	166.584,3080

BAB VI

EKONOMI

Dalam prarancangan pabrik HCl, diperlukan evaluasi ekonomi untuk mengetahui apakah pabrik yang didirikan merupakan suatu investasi yang layak dan menguntungkan atau tidak. Pabrik HCl dirancang dengan resiko yang rendah (*low risk*) dengan pertimbangan:

1. Kondisi optimal pada operasi proses termasuk rendah.
2. Sifat bahan tidak *toxic* dan tidak berbahaya.
3. Terdapat pabrik HCl yang sudah beroperasi sebelumnya.

Evaluasi ekonomi dapat meninjau kebutuhan modal investasi, besar keuntungan yang diperoleh, lama modal investasi dapat dikembalikan, dan titik terjadinya impas yaitu total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Sehingga dapat menjadi suatu dasar kelayakan untuk mendirikan suatu pabrik. Faktor yang mempengaruhi evaluasi ekonomi diantaranya, yaitu :

1. *Return On Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Break Event Point* (BEP)
4. *Shut Down Point* (SDP)
5. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR)

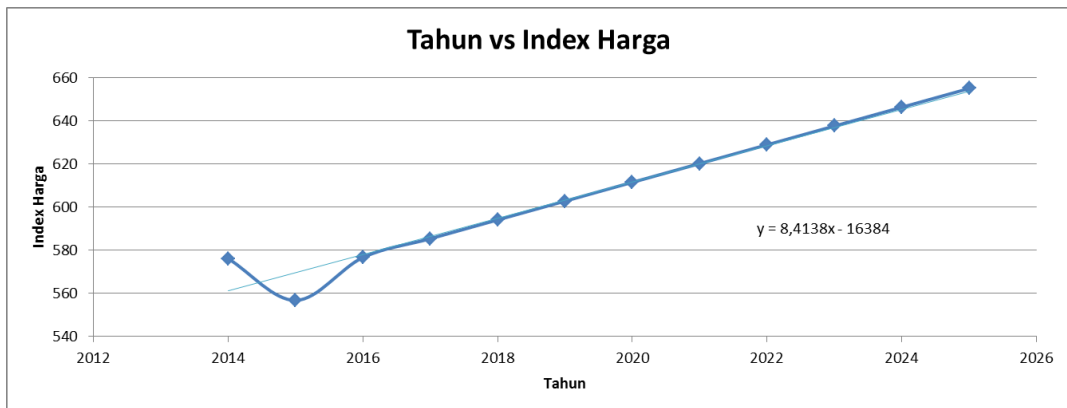
Namun, ada beberapa hal yang perlu diperkirakan sebelum melakukan analisis terhadap ke lima faktor di atas, seperti:

1. Penentuan Modal Industri (*Fixed Capital Investment*), yang meliputi:
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan Total Biaya Produksi (*Total Production Cost*), yang meliputi:
 - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan Modal
 - a. Biaya Tetap per Tahun (*Fixed Cost Annual*)
 - b. Biaya Variabel per Tahun (*Variable Cost Annual*)
 - c. Biaya Mengambang (*Regulated Cost Annual*)

6.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Oleh karena itu, untuk mengetahui harga peralatan diperlukan metode atau cara untuk memperkirakan harga alat tertentu. Harga peralatan proses produksi pada tahun rencana pendirian pabrik yaitu pada tahun 2025 ditentukan menggunakan indeks harga alat pada tahun tersebut.

Untuk mengetahui harga alat pada tahun pendirian pabrik yaitu tahun 2025, maka dicari indeks pada tahun tersebut. Harga indeks tahun 2025 dapat diperkirakan dengan data indeks dari tahun-tahun sebelumnya. Pada analisis ini digunakan data indeks harga dari tahun 2014 sampai 2025 yang kemudian dicari dengan menggunakan persamaan regresi linier. Grafik hubungan antara tahun dan indeks harga ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Grafik hubungan antara tahun dan indeks harga

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, berdasarkan data di atas maka didapatkan persamaan berikut:

$$y = 8,4138x - 16384$$

Dimana :

y = Indeks harga

x = Tahun pembelian

Dari persamaan di atas didapat harga indeks pada tahun 2025 adalah 655,080. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga (Aries dan Newton, 1955).

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y}$$

Dimana :

E_x = Harga pembelian pada tahun 2025

E_y = Harga pembelian pada tahun referensi

N_x = Indeks harga pada tahun ke 2025

N_y = Indeks harga pada tahun referensi

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas pabrik	= 65.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Tahun pendirian pabrik	= 2025
Krus mata uang	= 1 US\$ = Rp 14.862 (September 2022)
Harga bahan baku (hidrogen)	= Rp 30.728.021.504/tahun
Harga bahan baku (klorin)	= Rp 383.417.940.449/tahun
Harga produk utama (HCl)	= Rp 909.176.861.015/tahun

6.3 Perhitungan Biaya

a. *Capital Investment*

Capital investment merupakan jumlah pengeluaran yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikan pabrik. *Capital investment* terdiri dari:

1. *Fixed Capital Investment*

Fixed capital investment merupakan biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas suatu pabrik.

2. *Working Capital Investment*

Working capital investment merupakan biaya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan suatu pabrik selama waktu tertentu.

b. *Total Production Cost*

- *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost merupakan biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan produksi suatu produk. *Manufacturing cost* merupakan jumlah dari *direct*, *indirect*, dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan proses pembuatan produk. Menurut Aries dan Newton (1955), *manufacturing cost* meliputi:

1. *Direct Cost*

Direct cost merupakan biaya pengeluaran yang berhubungan langsung dalam proses pembuatan suatu produk.

2. *Indirect Cost*

Indirect cost merupakan biaya pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi suatu pabrik.

3. *Fixed Cost*

Fixed cost merupakan biaya pengeluaran yang bersifat tetap, tidak dipengaruhi oleh tingkat produksi dan waktu atau pengeluaran ketika pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi.

- *General Expenses*

General Expenses atau pengeluaran umum merupakan biaya pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan dan tidak termasuk *manufacturing cost*.

6.4 Analisa Kelayakan

Analisa atau evaluasi kelayakan suatu perancangan pabrik dilakukan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh. Studi kelayakan dari pabrik HCl dapat dilihat dari parameter-parameter ekonomi. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

1. *Return On Investment* (ROI)

Return on investment adalah perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *percent return on investment* adalah :

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

Keuntungan atau profit dihitung berdasarkan *annual sales* (Sa) dan *total manufacturing cost*. *Finance* akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian hutang selama pembangunan pabrik. Pabrik dengan risiko rendah mempunyai minimum ROI sebelum pajak sebesar 11%, sedangkan pada pabrik dengan resiko tinggi mempunyai minimum ROI sebelum pajak sebesar 44%.

2. *Pay Out Time* (POT)

Pay out time merupakan waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui berapa tahun modal investasi yang dilakukan akan kembali.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung *pay out time* adalah:

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan Tahunan}}$$

Pabrik dengan risiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 2 tahun.

3. *Break Event Point* (BEP)

Break even point merupakan titik impas dimana pabrik tidak mengalami keuntungan maupun kerugian. Pada kondisi ini kapasitas produksi pada saat-sales sama dengan *total cost*. Pabrik akan mengalami kerugian apabila beroperasi di bawah nilai BEP, dan akan mengalami keuntungan apabila beroperasi di atas nilai BEP. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar antara 40% - 60%. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *break even point* adalah:

$$BEP = \frac{Fa + 0,3 Ra}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100\%$$

Dimana:

Fa : *Annual fixed manufacturing cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual regulated expenses* pada produksi maksimum

Sa : *Annual variable value* pada produksi maksimum

V_a : *Annual sales value* pada produksi maksimum

4. *Shut Down Point* (SDP)

Shut down point merupakan titik dimana suatu kegiatan produksi dihentikan. Penghentian ini bisa terjadi karena keputusan manajemen yang dikarenakan kegiatan produksi yang tidak ekonomis, atau bisa juga diakibatkan oleh *variable cost* yang terlalu tinggi. Dalam setahun, persen kapasitas minimum pabrik bisa mencapai kapasitas produk yang diinginkan. Namun jika pabrik tersebut dalam setahun tidak bisa mencapai kapasitas minimum yang diinginkan maka operasi pabrik harus dihentikan. Hal tersebut diakibatkan karena biaya yang akan dikeluarkan untuk melanjutkan proses operasi akan lebih mahal dibandingkan dengan biaya yang digunakan untuk membayar *fixed cost* dan menutup pabrik. Persamaan yang digunakan untuk menentukan *shut down point* adalah :

$$SDP = \frac{0,3 Ra}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100\%$$

5. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR)

Discounted cash flow rate of return merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya. Didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *discounted cash flow rate of return* adalah :

$$(FC + WC)(1 + i)^n = \sum_{n=0}^{n=n-1} (1 + i)^n + WC + SV$$

Dimana :

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: (keuntungan setelah pajak + depresiasi + *finance*)

N : Umur pabrik

I : nilai DCFR

6.5 Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik HCl ini memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah pabrik ini layak untuk didirikan atau tidak. Hasil perhitungan akan disajikan pada Tabel 6.1 sampai dengan Tabel 6.13.

Tabel 6.1 *Physical plant cost*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	Rp 81.852.978.487,69	\$ 5.507.516,02
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 20.463.244.621,92	\$ 1.376.879,01
3	<i>Installation Cost</i>	Rp 14.499.187.465,81	\$ 975.584,62
4	<i>Piping Cost</i>	Rp 46.461.969.264,91	\$ 3.126.215,38
5	<i>Instrumentation Cost</i>	Rp 20.675.094.805,58	\$ 1.391.133,44
6	<i>Insulation Cost</i>	Rp 3.314.239.328,41	\$ 223.000,15
7	Electrical Cost	Rp 8.185.297.848,77	\$ 550.751,60
8	<i>Building Cost</i>	Rp 132.667.500.000,00	\$ 8.926.594,92
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 75.174.781.224,00	\$ 5.058.170,39
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		Rp 403.294.293.047,08	\$ 27.135.845,53

Tabel 6.2 *Direct plant cost*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Physical Plant Cost</i>	Rp 403.294.293.047,08	\$ 27.135.845,53
2	<i>Engineering and Construction</i>	Rp 80.658.858.609,42	\$ 5.427.169,11
Total DPC + PPC		Rp 483.953.151.656,49	\$ 32.563.014,64

Tabel 6.3 *Fixed capital investment*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 483.953.151.656,49	\$ 32.563.014,64
2	<i>Contractor's Fee</i>	Rp 19.358.126.066,26	\$ 1.302.520,59
3	<i>Contingency</i>	Rp 48.395.315.165,65	\$ 3.256.301,46
Fixed Capital Investment (FCI)		Rp 543.946.272.929,63	\$ 37.121.836,68

Tabel 6.4 *Direct manufacturing cost*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 414.145.961.952,63	\$ 27.866.005,16
2	<i>Labor</i>	Rp 1.032.000.000,00	\$ 69.438,60
3	<i>Supervision</i>	Rp 103.200.000,00	\$ 6.943,86
4	<i>Maintenance</i>	Rp 81.591.940.939,44	\$ 5.489.951,99
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 12.238.791.140,92	\$ 823.492,80
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 18.183.537.220,30	\$ 1.223.487,82
7	<i>Utilities</i>	Rp 6.240.026.197,31	\$ 419.863,09
Direct Manufacturing Cost (DMC)		Rp 533.535.457.450,61	\$ 35.899.183,32

Tabel 6.5 *Indirect manufacturing cost*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 154.800.000,00	\$ 10.415,79
2	<i>Laboratory</i>	Rp 103.200.000,00	\$ 6.943,86
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 516.000.000,00	\$ 34.719,30
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 45.458.843.050,76	\$ 3.058.719,56
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		Rp 46.232.843.050,76	\$ 3.110.798,51

Tabel 6.6 *Fixed manufacturing cost*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 54.394.627.292,96	\$ 3.659.967,99
2	<i>Property taxes</i>	Rp 10.878.925.458,59	\$ 731.993,60
3	<i>Insurance</i>	Rp 5.439.462.729,30	\$ 365.996,80
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		Rp 70.713.015.480,85	\$ 4.757.958,39

Tabel 6.7 *Manufacturing cost*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 533.535.457.450,61	\$ 35.899.183,32
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 46.232.843.050,76	\$ 3.110.798,51
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 70.713.015.480,85	\$ 4.757.958,39
Manufacturing Cost (MC)		Rp 650.481.315.982,22	\$ 43.767.940,22

Tabel 6.8 *Working capital*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 37.649.632.904,78	\$ 2.533.273,20
2	<i>Inproses Onventory</i>	Rp 81.310.164.497,78	\$ 5.470.992,53
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 59.134.665.089,29	\$ 3.978.903,66
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 82.652.441.910,48	\$ 5.561.308,29
5	<i>Available Cash</i>	Rp 59.134.665.089,29	\$ 3.978.903,66
Working Capital (WC)		Rp 319.881.569.491,62	\$ 21.523.381,33

Tabel 6.9 *General expenses*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 18.183.537.220,30	\$ 1.223.487,82
2	<i>Sales Expense</i>	Rp 45.458.843.050,76	\$ 3.058.719,56
3	<i>Research</i>	Rp 36.367.074.440,61	\$ 2.446.975,65
4	<i>Finance</i>	Rp 17.431.763.247,60	\$ 1.172.904,36
General Expensess (GE)		Rp 117.441.217.959,28	\$ 7.902.087,39

Tabel 6.10 *Total production cost*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 650.481.315.982,22	\$ 43.767.940,22
2	<i>General Expenses (GE)</i>	Rp 117.441.217.959,28	\$ 7.902.087,39
Total Production Cost (TPC)		Rp 767.922.533.941,50	\$ 51.670.027,62

Tabel 6. 11 *Fixed cost*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 54.394.627.292,96	\$ 3.659.967,99
2	<i>Property Taxes</i>	Rp 10.878.925.458,59	\$ 731.993,60
3	<i>Insurance</i>	Rp 5.439.462.729,30	\$ 365.996,80
Fixed Cost (Fa)		Rp 70.713.015.480,85	\$ 4.757.958,39

Tabel 6.12 *Regulated cost*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor Cost</i>	Rp 1.032.000.000,00	\$ 69.438,60
2	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 154.800.000,00	\$ 10.415,79
3	<i>Supervision</i>	Rp 103.200.000,00	\$ 6.943,86
4	<i>Plant Overhead</i>	Rp 516.000.000,00	\$ 34.719,30
5	<i>Laboratorium</i>	Rp 103.200.000,00	\$ 6.943,86
6	<i>General Expense</i>	Rp 117.441.217.959,28	\$ 7.902.087,39
7	<i>Maintenance</i>	Rp 81.591.940.939,44	\$ 5.489.951,99
8	<i>Plant Supplies</i>	Rp 12.238.791.140,92	\$ 823.492,80
Regulated Cost (Ra)		Rp 213.181.150.039,64	\$ 14.343.993,60

Tabel 6.13 *Variable cost*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 414.145.961.952,63	\$ 27.866.005,16
2	<i>Packaging</i>	Rp 36.367.074.440,61	\$ 2.446.975,65
3	<i>Shipping</i>	Rp 9.091.768.610,15	\$ 611.743,91
4	<i>Utilities</i>	Rp 6.240.026.197,31	\$ 419.863,09
5	<i>Royalty & Patent</i>	Rp 18.183.537.220,30	\$ 1.223.487,82
Variable Cost (Va)		Rp 484.028.368.421,01	\$ 32.568.075,63

6.6 Hasil Analisis Keuntungan

Total penjualan	= Rp. 909.176.861.015,23/tahun
Total <i>production cost</i>	= Rp 767.922.533.941,50/tahun
Keuntungan sebelum pajak	= Rp 141.254.327.074/tahun
Pajak pendapatan	= Rp 42.376.298.122/tahun
Keuntungan setelah pajak	= Rp 98.878.028.952/tahun

6.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

a) *Return On Investment* (ROI)

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

ROI sebelum pajak = 25,97 %

ROI setelah pajak = 18,18 %

b) *Pay Out Time* (POT)

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan Tahunan}}$$

POT sebelum pajak = 3,85 tahun

POT setelah pajak = 5 tahun

c) *Break Event Point* (BEP)

$$BEP = \frac{Fa + 0,3 Ra}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100\%$$

BEP = 48,81 %

d) *Shut Down Point (SDP)*

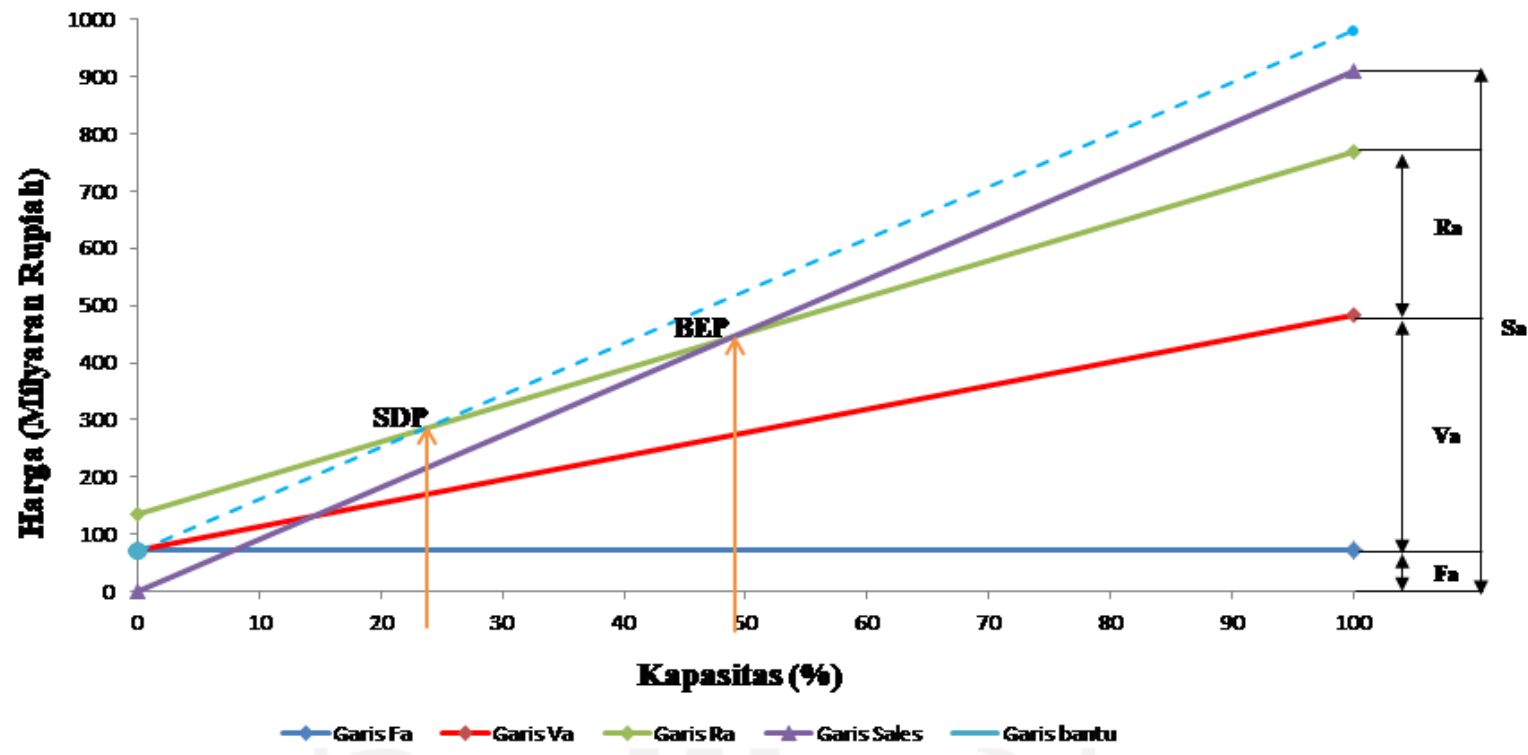
$$SDP = \frac{0,3 Ra}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100\%$$

SDP = 23,18 %

e) *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

$$(FC + WC)(1 + i)^n = \sum_{n=0}^{n=n-1} (1 + i)^n + WC + SV$$

Umur pabrik	= 10 tahun
<i>Fixed capital investment (FCI)</i>	= Rp 543.946.272.929,63
<i>Working capital (WC)</i>	= Rp 319.881.569.491,62
<i>Salvage</i>	= Rp 54.394.627.292,96
<i>Cash Flow</i>	= Rp 170.704.419.492,18
DCFR	= 19,23 %



Gambar 6.2 Grafik *Break Event Point*

الجمعة، ١٠ يونيو ٢٠٢٤
 المعهد الإسلامي للدراسات والبحوث

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari perancangan pabrik HCl adalah sebagai berikut:

1. Pabrik HCl didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi impor, dan membantu memperbaiki perekonomian negara.
2. Pabrik HCl dengan kapasitas 65.000 ton/tahun membutuhkan bahan baku hidrogen sebesar 1.350.890,093 kg/tahun dan klorin sebesar 25.798.542,62 kg/tahun.
3. Luas tanah yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik HCl sebesar 69.261 m².
4. Pabrik HCl akan didirikan di Kec. Palaran, Samarinda, Kalimantan Timur dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku, kemudahan sarana utilitas seperti sumber air, tenaga kerja, ketersediaan listrik dan akses transportasi serta mempunyai prospek pemasaran yang baik karena berlokasi di kawasan industri.
5. Berdasarkan tinjauan kondisi operasi, pemilihan bahan baku, jenis produk, dan analisis ekonomi POT dan ROI, pabrik HCl dengan kapasitas 65.000 ton/tahun tergolong pabrik dengan risiko rendah (*low risk*).
6. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut:

- a. Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak sebesar Rp. 141.254.327.074/tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 98.878.028.952/tahun.
- b. Presentase ROI sebelum pajak sebesar 25,97% dan ROI setelah pajak sebesar 18,18% dengan syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik dengan risiko rendah adalah minimum 11%.
- c. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 3,85 tahun dan POT setelah pajak adalah 5 tahun dengan syarat POT sebelum pajak untuk pabrik dengan risiko rendah adalah maksimum 5 tahun.
- d. Shut Down Point (SDP) pada 23,18% dan *Break Event Point* (BEP) pada 48,81% dengan BEP untuk pabrik pada umumnya adalah 40%-60%.
- e. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 19,23% dengan syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga pinjaman bank yaitu sebesar 1,5 x suku bunga pinjaman bank.

Dengan pertimbangan hasil evaluasi ekonomi diatas maka pabrik HCl dengan kapasitas 65.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dan memenuhi syarat untuk didirikan.

7.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman tentang konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik diantaranya sebagai berikut:

1. Optimasi pemilihan alat proses perlu diperhatikan sehingga dapat mengoptimalkan keuntungan yang akan diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Pendirian pabrik HCl dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dan menjadi sektor penggerak pertumbuhan perekonomian di dalam negeri.



DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw Hill Handbook Co., Inc. New York.
- Brown, G.G. 1978. *Unit Operations*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Brownell, L.E. and Young. E.H. 1979. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Coulson, J. M. and Richardson, J. F. 1983. *Chemical Engineering*, 1 st edition, Volume 6. Pergason Press. Oxford.
- Coulson, J. M. Richardson, J.F., & Sinnott. R.K., 1999. *Chemical Engineering Design*. Volume 6, 3ed., Butterworth Heinemann, Great Britain.
- Geankoplis, J.C., 1978. *Transport Process and Unit Operation Third Edition*. Prentice Hall International Inc., United States of America.
- Kirk, R.E., & Othmer, D.F., 1978. *Encyclopedia of Chemichal Technology*, 3rd ed. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- Leicester, Henry Marshall (1971). *The historical background of chemistry*. New York: Dover Publications. ISBN 0-486-61053-5.
- Matche. 2021. *Equipment Cost*. <http://www.matche.com/> . Diakses pada tanggal 7 September 2022.
- Mon, I., Yerimadesi & Hardeli., 2012. *Kimia Fisika Kinetika Kimia*. Padang : UNP Press.

- Perry, R. H., and Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers*, 7th ed. McGraw Hill Companies Inc. USA.
- Peters, M., Timmerhause, K., dan West, R. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 4 thed, McGraw - Hill Book Company, Singapore.
- Smith, J.M., Van Ness, H.G., and Abbott, M., 1997. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, Sixth Edition., New York: Mc Graw Hill Book Companies, Inc
- Ulrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons, inc., New York.
- Van Dorst, W.C.A. (2004). *Technical product brochure Hydrochloric Acid* (edisi ke-public document). Amersfoort: Akzo Nobel Base Chemicals.
- Vilbrandt, F.C., and Dreyden, C.E., 1959, *Chemical Engineering Plant Design*, Mc. Graw Hill Book Co. Inc., New York.
- Wignjosoebroto, S. 2009. *Tata letak pabrik dan pemindahan bahan*. Surabaya: Guna Widya.

LAMPIRAN

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama Alat	: Reaktor Furnace
Kode	: F
Fungsi	: Mereaksikan H ₂ dan Cl ₂ menjadi HCl
Jumlah	: 1 buah
Tipe	: <i>Firebox Furnace</i>
Material	: H ₂ , Cl ₂ , dan impuritis (O ₂ dan H ₂ O)
Suhu	: 1300 °C
Tekanan	: 29 atm

Proses yang terjadi didalam reaktor merupakan reaksi pembentukan HCl dari H₂ dan Cl₂ yang berfase gas. Kondisi operasi pada reaktor adalah adiabatik dan isothermal pada suhu 1300⁰C dengan tekanan 29 atm. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi eksotermis yang memiliki entalpi negatif. Hal tersebut menunjukkan bahwa reaksi pembentukan HCl menghasilkan panas. Reaksi kimia yang terjadi pada reaktor yaitu:



Laju kecepatan reaksi pembentukan HCl dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$r = k[H_2][Cl_2]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Mon, dkk., 2012})$$

Dengan :

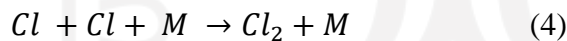
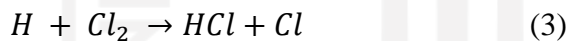
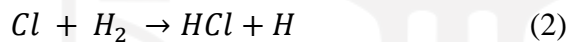
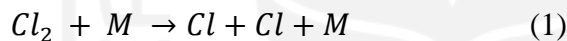
r = kecepatan reaksi, $\text{kmol/m}^3 \cdot \text{jam}$

(H_2) = konsentrasi H_2 , kmol/m^3

(Cl_2) = konsentrasi Cl_2 , kmol/m^3

k = konstanta laju reaksi, $\text{m}^3/\text{kmol} \cdot \text{jam}$

Untuk menghitung kecepatan reaksi diperlukan nilai konstanta laju reaksi, menurut Bodenstein (1906) dapat ditentukan dengan:



Menggunakan asumsi *steady-state*, laju reaksi menjadi:

$$\frac{d[Cl]}{dt} = 2k_1[Cl_2][M] - k_2[Cl][H_2] + k_3[H][Cl_2] - 2k_4[H]^2[M] \approx 0$$

$$\frac{d[H]}{dt} = k_2[Cl][H_2] - k_3[H][Cl_2] \approx 0$$

$$[H] \approx \frac{k_2[Cl][H_2]}{k_3[H][Cl_2]}$$

$$k_4[Cl_2]^2 = k_1[Cl_2]$$

$$[Cl] \approx \sqrt{\frac{k_1}{k_4}} [Cl_2]$$

$$\frac{d[HCl]}{dt} = k_2 [Cl][H_2] + k_3 [H][Cl_2] = 2k_2 [Cl][H_2]$$

$$= 2k_2 \sqrt{\frac{k_1}{k_4}} [Cl_2]^{\frac{1}{2}} [H_2] = k_{total} [Cl_2]^{\frac{1}{2}} [H_2]$$

Nilai konstanta laju reaksi tiap reaksi (1) sampai (4) dapat ditentukan dengan menghitung data percobaan dari M. Pelucchi (2015).

No.	Reaksi	A	n	Ea	$\Delta H_{rxn, 298}$
1	$Cl + Cl + M \rightarrow Cl_2 + M$	2,30E+19	-1,50	0	-58,60
2	$Cl + H_2 \rightarrow HCl + H$	9,50E+07	1,72	3060	1,10
3	$H + Cl_2 \rightarrow HCl + Cl$	8,60E+13	0	1172	-45,10
4	$Cl_2 + M \rightarrow Cl + Cl + M$	2,30E+19	-1,50	0	-58,60

Menggunakan rumus Arrhenius, $k = AT^n \exp(-\frac{Ea}{RT})$ diketahui nilai konstanta laju reaksi sebesar 1,12E+13. Pembentukan HCl dengan menggunakan reaksi ini berlangsung sangat cepat, sehingga dalam perhitungan dimensi reaktor digunakan prinsip transfer panas.

1. Neraca Massa

Neraca Massa Reaktor			
Komponen	Input Arus 1 (Kg/jam)		Output Arus 2 (Kg/jam)
	Arus 1a	Arus 1b	
H2	101,0445		17,8495
Cl2		2983,2537	29,8325
O2	17,0180	2,6734	19,6923
H2O	38,2905	0,0144	38,3050
	156,3530	2985,9424	
Total		3142,2955	3142,2955

2. Neraca Panas

a. Cp untuk Koefisien gas

$$\int_{T_{ref}}^T C_p dT = \int_{T_{ref}}^T (A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4) dT$$

$$\int_{T_{ref}}^T C_p dT = A(T - T_{ref}) + \frac{B}{2}(T^2 - T_{ref}^2) + \frac{C}{3}(T^3 - T_{ref}^3) + \frac{D}{4}(T^4 - T_{ref}^4) + \frac{E}{5}(T^5 - T_{ref}^5)$$

Komponen	A	B	C	D	E
H ₂	25,399	2,0178E-02	-3,8549E-05	3,1880E-08	-8,7585E-12
Cl ₂	27,213	3,0426E-02	-3,3353E-05	1,5961E-08	-2,7021E-12
O ₂	29,256	-8,8999E-03	3,8083E-05	-3,2629E-08	8,8607E-12
H ₂ O	33,933	-8,4186E-03	2,9906E-05	-1,7825E-08	3,6934E-12
HCl	29,244	-1,2615E-03	1,1210E-06	4,9676E-09	-2,4963E-12

Sumber : Tabel 2-2 Yaws, Carl L., hal 52-53

b. Menghitung Panas Masuk Furnace (Qin)

$$T_{in} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{ref} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Komponen	Qin	
	Cp (Joule/mol.K)	Qin (Kj.jam)
H ₂	127,2456	8164491,1972
Cl ₂	136,4439	7280979,5298
O ₂	146,1703	114237,6087
H ₂ O	169,5610	458260,3287
Total	579,4209	16017968,6645

c. Menghitung Panas Keluar Furnace (Q_{out})

$$T_{in} = 1300 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{ref} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Komponen	Q_{out}	
	C_p (Joule/mol.K)	Q_{out} (Kj.jam)
H ₂	37311,3308	332994,4000
Cl ₂	45107,9095	18953,2873
O ₂	40792,8527	25103,2657
H ₂ O	47796,1670	101712,8011
HCl	38634,9404	3214232,4534
Total	209643,2004	3692996,2075

d. Menghitung Panas Reaksi

- Data parameter kapasitas panas

Komponen	ΔH_f° (J/mol)	Data parameter kapasitas panas			
		A	10^3B	10^6C	10^{-5}D
H ₂	0	3,2490	0,4220	0	0,0830
Cl ₂	0	4,4220	0,0890	0	-0,3440
HCl	-92,3070	3,4700	1,4500	0	0,1210

Sumber : Tabel C.1 Smith, J.M., hal 656

- Menghitung delta H reaksi standar

Entalpi reaksi pada suhu referensi ini selanjutnya disimbolkan ΔH_{298}° . Persamaan yang digunakan adalah :

$$\Delta H_{298}^\circ = \sum \Delta H_f^\circ(\text{produk}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{reaktan})$$

Komponen	Data ΔH_{298}° (J/mol)	Koefisien Stoikiometri	ΔH_{298}° (J/mol)
H ₂	0	-1	0
Cl ₂	0	-1	0
HCl	-92,307	2	-184614

- Menghitung delta H reaksi

Persamaan yang digunakan adalah:

$$\Delta H^o = \Delta H_{298}^o + R \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p^o}{R} dT$$

$$\begin{aligned} R \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p^o}{R} dT &= R \int_{T_0}^T (A + BT + CT^2 + DT^{-2}) dT \\ &= R \left\{ \Delta A T_0 (\tau - 1) + \frac{\Delta B}{2} T_0^2 (\tau^2 - 1) + \frac{\Delta C}{3} T_0^3 (\tau^3 - 1) \right. \\ &\quad \left. + \frac{\Delta D}{T_0} \left(\frac{\tau - 1}{\tau} \right) \right\} \end{aligned}$$

Dengan :

$$\tau = \frac{T}{T_0} ; \Delta A = \sum_i v_i A_i ; \Delta B = \sum_i v_i B_i ; \Delta C = \sum_i v_i C_i ; \Delta D = \sum_i v_i D_i$$

Nilai A, B, C, dan D adalah tetapan kapasitas panas.

$$T_{reaksi} = 1300 \text{ } ^\circ\text{C} = 1573 \text{ K}$$

$$T_{ref} = 298 \text{ K}$$

$$T_{ho} (\tau) = 5,27852349$$

$$\Delta A = -0,731$$

$$\Delta B = 0,002389$$

$$\Delta C = 0$$

$$\Delta D = 50300$$

$$R = 8,314 \text{ J/molK}$$

Sehingga,

$$R \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p^o}{R} dT = 17079,44559$$

Delta H reaksi pada suhu 800 °C

$$\Delta H^o = \Delta H_{298}^o + R \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p^o}{R} dT$$

$$\Delta H^o = -184614 + 17079,44559$$

$$\Delta H^o = -167534,5544 \text{ J/mol (eksotermis)}$$

e. Menghitung Panas furnace

$$\begin{aligned} Q_{\text{furnace}} &= Q_{\text{in}} - (\Delta H_{\text{reaksi}} \times \text{Mol}) \\ &= 16017968,6645 \text{ Kj/jam} - (167534,5544 \text{ J/mol} \times 95,2833 \\ &\quad \text{kmol/jam}) \\ &= 54718,4213 \text{ Kj/jam} \end{aligned}$$

3. Menghitung Kebutuhan Bahan Bakar

Berdasarkan tabel 27-6 Perry dipilih spesifikasi oil fuel sebagai berikut:

Jenis	: No. 2 Fuel Oil (Diesel)
API	: 33
Komposisi (% Berat)	: C = 87,3 ; H = 12,6; O = 0,04; N = 0,006; S = 0,02
Densitas fuel No.2	: 855 kg/m ³
Berat fuel yang dibutuhkan	: 855 kg/m ³ x 0,738 = 631,0716 kg/jam

Berdasarkan spesifikasi tersebut, dengan menggunakan grafik fig. 27-3

(Perry) dapat diketahui nilai panas pembakaran dari *fuel oil* adalah:

Nilai HHv : 130000 BTU/US gal = 36231000 Kj/m³

Efisiensi furnace : 75%

$$\text{Kebutuhan Bahan Bakar} = \frac{Q_{\text{furnace}}}{\text{Efisiensi} \times \text{HHv}}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Bahan Bakar} &= \frac{54718,4213 \frac{\text{Kj}}{\text{jam}}}{75\% \times 36231000 \frac{\text{Kj}}{\text{m}^3}} \\ &= 0,002013687 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}\end{aligned}$$

4. Menghitung Bagian Radiasi

- Menghitung Panas Radiasi

Panas yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Q_r = Q_n \times n \quad (\text{Walas, hal. 218})$$

dengan:

Q_r = Panas radian (Kj/jam)

Q_n = Panas bahan bakar (Kj/jam)

n = Efisiensi transfer panas

Maka,

$$Q_r = 3638277,7862 \text{ Kj/jam} \times 30\%$$

$$Q_r = 1091483,336 \text{ Kj/jam} = 1034529,735 \text{ BTU/jam}$$

- Menghitung Luas Permukaan Radiasi

Berdasarkan Tabel 8.15 *Typical Radiant Fluxes and Process Temperatures* dalam buku *Chemical Process Equipment* oleh Walas hal. 213 untuk *natural gasoline plant heaters* diperoleh nilai (Q/A) radian sebesar 12000 BTU/jam.ft². Luas permukaan transfer panas dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$A_r = \frac{Q_r}{Q/A} \quad (\text{Walas, hal. 217})$$

dengan:

A_r = Luas permukaan transfer panas (ft²)

Q_r = Panas radiasi (BTU/jam)

Q/A = Laju alir rata-rata radian (BTU/jam.ft²)

Maka,

$$A_r = \frac{1034529,735 \text{ BTU/jam}}{12000 \text{ BTU/jam.ft}^2}$$

$$A_r = 86,2108 \text{ ft}^2 = 8,009 \text{ m}^2$$

- Menghitung Jumlah Tube Radiasi

Luas permukaan transfer panas dihitung menggunakan persamaan:

$$N_r = \frac{A_r}{A_s/L} \quad (\text{Walas, hal. 219})$$

dengan:

N_r = Jumlah tube

A_r = Luas permukaan transfer panas (ft²)

A_s = Luas permukaan luar tube (ft²/ft)

L = Panjang (ft)

Maka,

$$N_r = \frac{86,2108 \text{ ft}^2}{\frac{0,2618 \frac{\text{ft}^2}{\text{ft}}}{12 \text{ ft}}}$$

Nr = 27 tube

5. Menghitung Bagian Konveksi

- Menghitung Panas Konveksi

Panas yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Q_c = Q_n \times Q_r \quad (\text{Walas, hal. 219})$$

dengan :

Qr = Panas radian (Kj/jam)

Qn = Panas bahan bakar (Kj/jam)

Qc = Panas konveksi (Kj/jam)

Maka,

$$Q_c = 3638277,7862 \text{ Kj/jam} - 1091483,336 \text{ Kj/jam}$$

$$Q_c = 2546794,4503 \text{ Kj/jam} = 2413902,7159 \text{ BTU/jam}$$

- Menghitung Luas Permukaan Konveksi

Berdasarkan Tabel 8.15 *Typical Radiant Fluxes and Process Temperatures* dalam buku *Chemical Process Equipment* oleh Walas hal. 213 untuk *natural gasoline plant heaters* diperoleh nilai (Q/A) sebesar 12000 BTU/jam.ft². Luas permukaan transfer panas dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$A_c = \frac{Q_c}{Q/A} \quad (\text{Walas, hal. 219})$$

dengan :

A_c = Luas permukaan transfer panas (ft^2)

Q_c = Panas konveksi (BTU/jam)

Q/A = Laju alir rata-rata konveksi (BTU/jam. ft^2)

Maka,

$$A_c = \frac{2413902,7159 \text{ BTU/jam}}{12000 \text{ BTU/jam. ft}^2}$$

$$A_r = 201,1586 \text{ ft}^2 = 18,6882 \text{ m}^2$$

- Menghitung Jumlah Tube Konveksi

Luas permukaan transfer panas dihitung menggunakan persamaan:

$$N_c = \frac{A_c}{A_s/L} \quad (\text{Walas, hal. 217})$$

dengan :

N_c = Jumlah tube

A_c = Luas permukaan transfer panas (ft^2)

A_s = Luas permukaan luar tube (ft^2/ft)

L = Panjang (ft)

Maka,

$$N_r = \frac{201,1586 \text{ ft}^2}{\frac{0,2618 \frac{\text{ft}^2}{\text{ft}}}{12 \text{ ft}}}$$

N_r = 64 tube

6. Menentukan Tebal Pipa

Faktor keamanan	: 20%
Poperasi	: 29 atm
Pdesain	: P operasi x Faktor Keamanan
	: 29 atm x 1,2 = 34,8 atm = 511,4208 psi
Bahan yang digunakan	: <i>Seamless Low-alloy Steels SA-335 Grade</i>

P-1

Stress yang diijinkan (f)	: 13750 psi
Efisiensi pengelasan	: 95%
Faktor korosi (c)	: 0,125 inch
Jari-jari (r)	: 0,435 inch

Berdasarkan persamaan 13.1 hal. 254 buku *Process Equipment Design* oleh Brownell and Young dapat dihitung tebal pipa sebagai berikut :

$$t_p = \frac{P \times r}{(f \times \epsilon) - (0,6 \times P) + C}$$
$$t_p = \frac{511,4208 \text{ psi} \times 0,435 \text{ inch}}{(13750 \text{ psi} \times 0,95) - (0,6 \times 511,4208 \text{ psi}) + 0,125 \text{ inch}}$$

$$t_p = 0,1424 \text{ inch}$$

Sehingga dipilih pipa dengan tebal standar 0,25 inch

7. Menentukan Dimensi Furnace

Panjang furnace (p)	: 12 ft
Diameter (D)	: 1 inch = 0,0833 ft
Jumlah Wall Tube (Nw)	: 78 tube
Jumlah Tube Radian (Nr)	: 27 tube

Jumlah Tube Konveksi (N_c) : 64 tube

Untuk menghitung lebar furnace dapat digunakan persamaan berikut:

$$l = N_c \times D$$

$$l = 64 \times 0,0833 \text{ ft}$$

$$l = 5,3359 \text{ ft}$$

Untuk menghitung tinggi furnace dapat digunakan persamaan berikut:

$$t = N_w \times D$$

$$t = 78 \times 0,0833 \text{ ft}$$

$$t = 6,4793 \text{ ft}$$

8. Menghitung Volume Furnace

$$V = p \times l \times t$$

$$V = 12 \text{ ft} \times 5,3359 \text{ ft} \times 6,4793 \text{ ft}$$

$$V = 414,8727 \text{ ft}^3$$

9. Menghitung Cold Plane Area (ACP)

$$A_{cp} = L \times Pt \times (Nr-4) \quad (\text{Walas, hal. 218})$$

dengan :

$$L = \text{Panjang furnace (ft)}$$

$$Pt = \text{Tube pitch}$$

$$Nr = \text{Jumlah tube pada bagian radian}$$

Maka,

$$Pt = 2 \text{ inch} = 0,1667 \text{ ft (Kern, hal 842)}$$

$$A_{cp} = 12 \text{ ft} \times 0,1667 \text{ ft} \times (27-4)$$

$$A_{cp} = 46,8834 \text{ ft}^2$$

10. Menghitung Absortivitas (α)

$$\alpha = 1 - (0,0277 + 0,0927 \times (X-1)) \times (X-1) \quad (\text{Walas, hal. 218})$$

dengan :

α = Absortivitas

X = Porosivitas

X = Tube pitch / Diameter

X = 0,1667 ft / 0,0833 ft

X = 2

Maka,

$$\alpha = 1 - (0,0277 + 0,0927 \times (2-1)) \times (2-1)$$

$$\alpha = 0,8796$$

11. Menghitung efektivitas absortivitas

$$\alpha_{Ar} = (N_{shield} \times A_{cp} \times Pt) + (\alpha \times A_{cp}) \quad (\text{Walas, hal. 218})$$

dengan :

α_{Ar} = efektivitas absortivitas

N_{shield} = Jumlah tube shield

Pt = Tube pitch = 0,1667 ft

α = Absortivitas = 0,8796

Maka,

$$\alpha Ar = (3 \times 46,8834 \times 0,1667) + (0,8796 \times 46,8834)$$

$$\alpha Ar = 64,6803$$

12. Menghitung Luas Permukaan dalam Shell (As)

$$As = 2 \times ((p \times (t+1)) + (t \times 1)) \quad (\text{Walas, hal. 218})$$

dengan :

p = Panjang furnace (ft)

t = Tinggi furnace (ft)

Maka,

$$As = 2 \times ((12 \text{ ft} \times (6,4793 \text{ ft} + 1)) + (6,4793 \text{ ft} \times 1))$$

$$As = 192,4615 \text{ ft}^2$$

13. Menghitung Luas Permukaan Refaktori (Aw)

$$Aw = As - Acp \quad (\text{Walas, hal. 218})$$

dengan :

Aw = luas permukaan refaktori (ft²)

As = Luas permukaan dalam shell (ft²)

Acp = Cold Plane Area (ft²)

Maka,

$$Aw = 192,4615 \text{ ft}^2 - 46,8834 \text{ ft}^2$$

$$Aw = 145,5781 \text{ ft}^2$$

14. Menghitung Mean Beam Length (Lmb)

$$Lmb = \frac{2}{3} \times \text{volume furnace}^{\frac{1}{3}} \quad (\text{Walas, hal. 216})$$

$$Lmb = \frac{2}{3} \times 414,8727^{\frac{1}{3}}$$

$$Lmb = 4,9722 \text{ ft}^3$$

15. Menghitung Isolator

$$Q \text{ lepas} = 10 \% \times Q \text{ pemanas}$$

$$Q \text{ lepas} = 10\% \times 3448432 \text{ BTU/jam}$$

$$Q \text{ lepas} = 344843,2451 \text{ BTU/jam}$$

Berdasarkan tabel 2. *Thermal Conductivities of Some Building and Insulating Materials* dalam buku *Process Heat Transfer* oleh Kern hal. 796 dipilih isolator dengan bahan *silicon carbide brick*

$$dx = \frac{-0,314 \times k \times A}{Q \text{ lepas}} dT$$

Dimana :

$$Kiso = 6,3 \text{ BTU/jam.ft}^2.\text{F.ft}$$

$$T1 = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 86 \text{ F}$$

$$T2 = 1300 \text{ }^\circ\text{C} = 2372 \text{ F}$$

$$D = 1 \text{ inch} = 0,0833 \text{ ft}$$

$$L = 12 \text{ ft}$$

$$Nr = 27 \text{ tube}$$

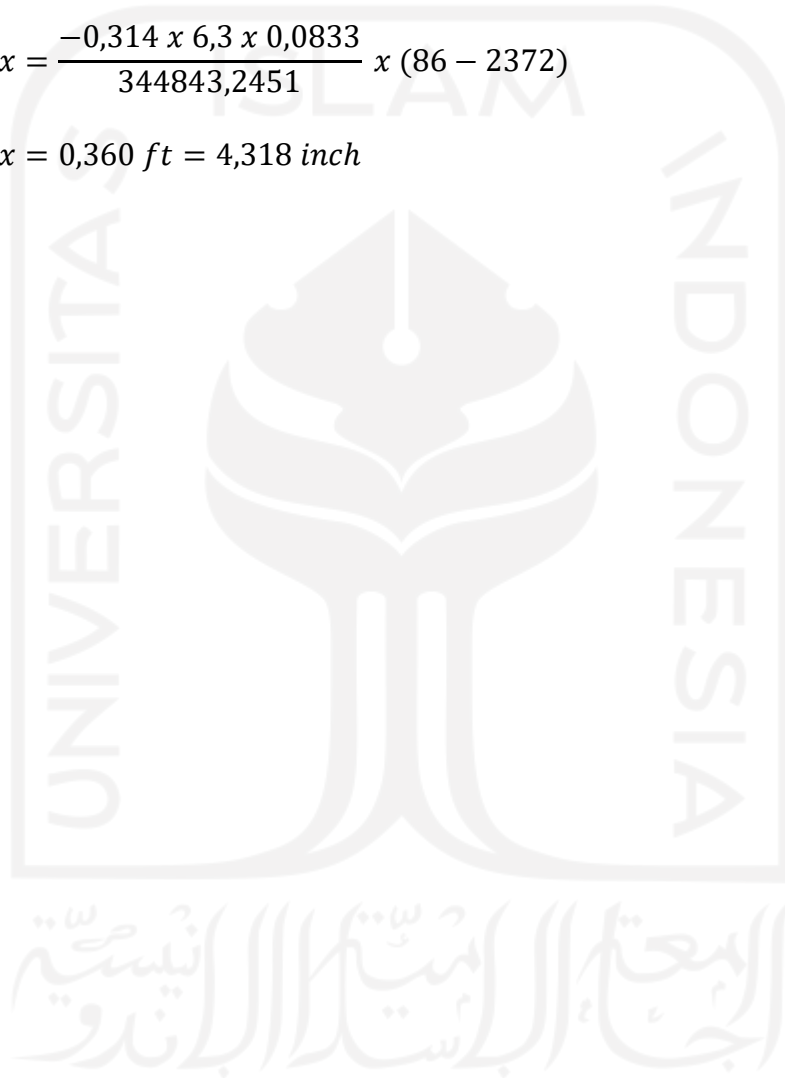
$$H = L \times Nr$$

$$= 12 \text{ ft} \times 27 = 329,300 \text{ ft} = 4,318 \text{ inch}$$

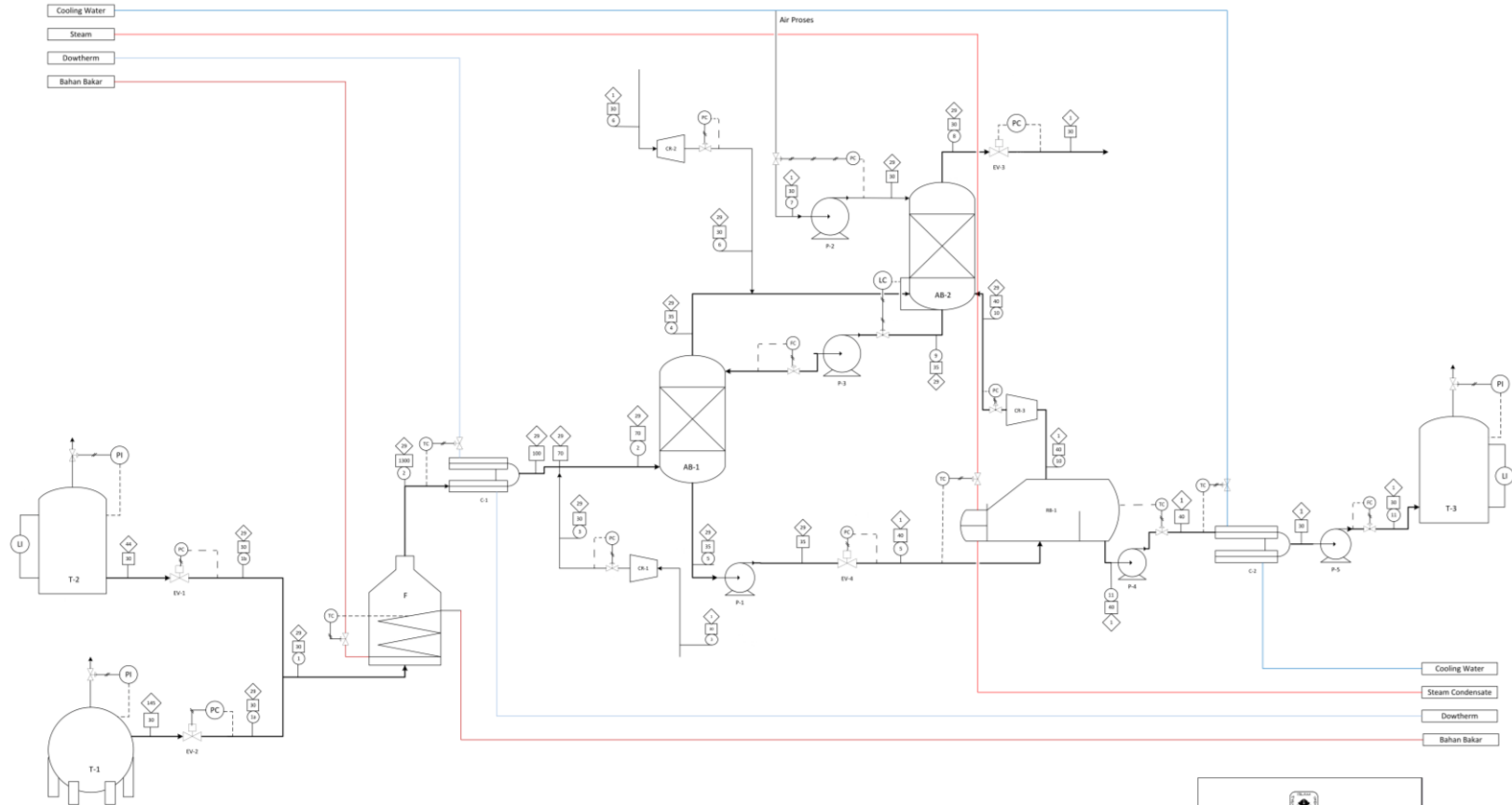
Sehingga,

$$x = \frac{-0,314 \times 6,3 \times 0,0833}{344843,2451} \times (86 - 2372)$$

$$x = 0,360 \text{ ft} = 4,318 \text{ inch}$$



**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK HCl DARI HIDROGEN DAN KLOORIN
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN**



KETERANGAN INSTRUMEN

○	Nomor Arus
□	Suhu (°C)
◇	Tekanan (Atm)

KETERANGAN ALAT KONTROL

PC	Pressure Controller
TC	Temperature Controller
LC	Level Controller
LI	Level Indicator
FC	Flow Controller

KETERANGAN ALAT

F	Furnace
AB	Absorber
TT	Tail Tower
RB	Acid Reboiler
C	Cooler
CR	Compressor
EV	Expansion Valve
P	Pompa
T	Tangki

Neraca Massa

Komponen	Arus (Kg/jam)										
	1a	1b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
H2	101,0445		101,0445	17,8495		17,8495				17,8495	
Cl2		2981,2537	2981,2537	29,8325		28,3409	1,4916			29,8325	
O2	17,018	2,6743	19,6923	19,6923	329,9410	349,6333		329,9410		679,5743	
H2O	38,2905	0,0144	38,3050	38,3050			5442,5837		5404,2788	272,1292	5404,2788
HCl				3036,6162		159,8219	3196,4381				319,6438
N2					1241,2067	1241,2067		1241,2067		2482,4134	
Sub Total	156,353	2985,9424	3142,2955	3142,2955	1571,1477	1796,8523	8640,5134	1571,1477	5404,2788	3481,7990	5723,9226


**JURISAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2022**
 PRARANCANGAN PABRIK HCl DARI
 HIDROGEN DAN KLOORIN KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN
 DISUSUN OLEH:
 Shafiq Dwi Nugrahini (18521159)
 Ubah Lailah Khorrih (18521186)
 DOSEN PEMBIMBING:
 Dr. Suharno Rendi
 Dr. Dyah Retno Sawitri ST, M.Eng






KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Shafira Dwi Nugraheni
No. Mahasiswa : 18521159
2. Nama Mahasiswa : Ulfah Lailatul K.
No. Mahasiswa : 18521186

Judul Prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK HCl DARI HIDROGEN DAN
KLORIN KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 6 Desember 2021

Batas Akhir Bimbingan : 4 Juni 2022

No.	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	21/12/2021	Perkenalan dan diskusi sistem bimbingan Tugas Akhir	
2	23/12/2021	Diskusi tentang kapasitas pabrik	
3	04/02/2022	Persetujuan luaran 1	
4	07/02/2022	Persetujuan luaran 2	
5	10/03/2022	Persetujuan luaran 3	

Dosen Pembimbing I



Dr. Suharno Rusdi







KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Shafira Dwi Nugraheni
No. Mahasiswa : 18521159
2. Nama Mahasiswa : Ulfah Lailatul K.
No. Mahasiswa : 18521186

Judul Prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK HCl DARI HIDROGEN DAN KLOORIN KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 5 Juni 2022

Batas Akhir Bimbingan : 2 Desember 2022

No.	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	06/09/2022	Konsultasi PEFD dan spesifikasi alat	
2	07/09/2022	Persetujuan luaran 6-13	
3	08/09/2022	Konsultasi utilitas dan evaluasi ekonomi	
4	15/09/2022	Konsultasi analisa ekonomi	
5	15/09/2022	Persetujuan BAB 5 dan 6	
			

Dosen Pembimbing I



Dr. Suharno Rusdi

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

3. Nama Mahasiswa : Shafira Dwi Nugraheni
No. Mahasiswa : 18521159
4. Nama Mahasiswa : Ulfah Lailatul K.
No. Mahasiswa : 18521186

Judul Prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK HCl DARI HIDROGEN DAN
KLORIN KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 6 Desember 2021

Batas Akhir Bimbingan : 4 Juni 2022

No.	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12/01/2022	Penentuan Kapasitas Pabrik	CR
2	25/01/2022	Penentuan Kapasitas Pabrik, Perancangan Produk	CR
3	02/02/2022	Tinjauan Termodinamika	CR
4	03/02/2022	Pelaporan Tahap 1,2, dan 3	CR
5	22/02/2022	Pemilihan Reaktor	CR
6	25/02/2022	Diagram Alir Proses	CR
7	10/03/2022	Pelaporan Tahap 4	CR
8	09/06/2022	Neraca Massa	CR
9	10/06/2022	Neraca Massa	CR
10	13/06/2022	Pelaporan Tahap 5	CR

Dosen Pembimbing 2



Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Shafira Dwi Nugraheni
No. Mahasiswa : 18521159
2. Nama Mahasiswa : Ulfah Lailatul K.
No. Mahasiswa : 18521186

Judul Prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK HCl DARI HIDROGEN DAN KLOORIN KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 5 Juni 2022

Batas Akhir Bimbingan : 2 Desember 2022

No.	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	13/06/2022	Persetujuan luaran tahap 5	CR
2	16/06/2022	Perancangan reaktor	CR
3	08/08/2022	Perancangan reaktor dan absorber	CR
4	11/08/2022	Persetujuan luaran tahap 6 dan diskusi perancangan reaktor, absorber, dan tangki	CR
5	15/08/2022	Perancangan alat pendukung	CR
6	24/08/2022	Perancangan PFD	CR
7	07/09/2022	Perancangan alat transportasi bahan, alat penukar panas, neraca panas, dan penentuan lokasi, tata letak pabrik, dan struktur organisasi pabrik	CR
8	09/09/2022	Persetujuan luaran tahap 8,9,10,11,12, dan 13	CR

Dosen Pembimbing 2



Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.