

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allyl Chloride atau 3-chloropropene adalah senyawa yang berupa cairan tak berwarna dan berbau tajam. *Allyl Chloride* juga merupakan bahan intermediate yang berperan penting dalam pembuatan *epichlorohydrin* sebagai bahan dasar *epoxy resins*. Selain itu, *Allyl Chloride* juga dapat digunakan dalam pembuatan *glycerol sintesi* dan untuk mensintesis senyawa *Allyl* termasuk didalamnya phenol dan bisphenol (Kneupper, 1993). *Epichlorohydrin* merupakan zat intermediate sebagai bahan dasar produksi polimer, resin, dan bahan plastik lainnya serta produksi *epoxy resin*. *Epoxy resin* diproduksi dengan mereaksikan fenol polihidrat dengan klorohidrin alifatik atau epoksida alifatik sederhana. *Epoxy* yang paling familiar diperoleh dengan mengkondensasi epiklorohidrin dengan bisphenol A yang menghasilkan molekul resin epoksi dasar. *Allyl Chloride* berfungsi juga dalam peningkatan produksi minyak, detergen, zat warna, pembuatan pestisida, dan juga dalam persiapan dan modifikasi katalis.

Melihat dari fungsi *Allyl Chloride* yang sangat penting maka kebutuhan *Allyl Chloride* di Indonesia banyak. Namun, kebutuhan tersebut masih mengandalkan impor dari luar negeri. Hal ini disebabkan pabrik *Allyl Chloride* tidak ada di Indonesia. Oleh karena ini, pabrik *Allyl Chloride* ini akan didirikan untuk memenuhi sebagian besar kebutuhan *Allyl Chloride* dalam negeri dan sebagian lagi akan di ekspor untuk menambahkan cadangan devisa negara dan juga diharapkan dapat membuka lapangan kerja. Menurut komiditi impor dari Badan Pusat Statistik 2019-2022 menunjukkan nilai kebutuhan yang terus meningkat dari tahun ke tahunnya. Hal ini dikarenakan di Indonesia *Allyl Chloride* digunakan sebagai bahan dasar *epoxy resins*. Selain itu, *Allyl Chloride* juga dapat digunakan dalam pembuatan *glycerol sintesi* dan untuk mensintesis senyawa *Allyl* termasuk didalamnya phenol dan bisphenol.

1.2 Rumusan Masalah

Allyl Chloride merupakan bahan intermediate yang berperan penting dalam pembuatan *epichlorohydrin* sebagai bahan dasar produksi polimer, resin, dan bahan plastic lainnya serta produksi *epoxy resin*. Selain itu, *Allyl Chloride* berfungsi juga dalam peningkatan produksi minyak, detergen, zat warna, pembuatan pestisida, dan juga dalam persiapan dan modifikasi katalis. Karena kebutuhan *Allyl Chloride* di Indonesia mengalami peningkatan tiap tahunnya. Maka dari peluang itu untuk memproduksi *Allyl Chloride* tersebut untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri. Hal ini memicu Indonesia membuat proyek baru untuk dibuatkan suatu perancangan pabrik *Allyl Chloride* dengan menggunakan bahan baku *propylene* dan *chlorine* dengan proses *chlorinasi propylene*.

1.3 Tujuan Prarancangan

Tujuan dari prarancangan pabrik *Allyl Chloride* dengan proses *Chlorinasi propylene* adalah :

1. Untuk memenuhi pra syarat menjadi sarjana S1 Teknik Kimia Universitas Malikussaleh.
2. Untuk meningkatkan pengetahuan tentang perancangan pabrik *Maleic Anhydride* dari benzena dan udara dengan proses oksidasi sehingga dapat memberikan gambaran tentang kelayakan pendirian pabrik ini.
3. Untuk meningkatkan skill dalam menggunakan software dalam merancang pabrik.
4. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan luar negeri.
5. Dan dapat meningkatkan pendapatan negara dan menghemat devisa negara.

1.4 Manfaat Prarancangan

Manfaat perarancangan pabrik *Allyl Chloride* dari propilen dan klorida dengan proses *chlorinasi propylene* adalah untuk memberikan gambaran kelayakan pabrik ini untuk dikembangkan di Indonesia. Dimana nantinya gambaran tersebut menjadi patokan untuk pengambilan keputusan terhadap pendirian pabrik.

1.5 Batasan Masalah

Di dalam penyusunan dan penyelesaian dalam tugas prarancangan pabrik *Allyl Chloride* dari propilen dan klorida dengan proses *chlorinasi propylene* ini membatasi hanya pada *flowsheet (Steady state)* pabrik, neraca massa, neraca energi, spesifikasi alat, analisa ekonomi, unit utilitas, Autodesk P&ID, Aspen Hysys, Autodesk Plant 3D dan tugas khusus.

1.6 Kapasitas Produksi Pabrik

Kapasitas produksi pabrik merupakan hal yang penting untuk dipertimbangkan dengan baik saat merancang pendirian suatu pabrik. Pada umumnya, jika semakin besar kapasitas produk yang dihasilkan suatu pabrik maka semakin besar juga keuntungan yang akan diperoleh karena kapasitas akan memiliki peranan penting dalam perhitungan teknik maupun ekonomis dari pabrik tersebut. Dalam penentuan kapasitas pabrik *Allyl Chloride* ada beberapa pertimbangan yaitu sebagai berikut.

1.6.1 Data Kebutuhan *Allyl Chloride* di Indonesia

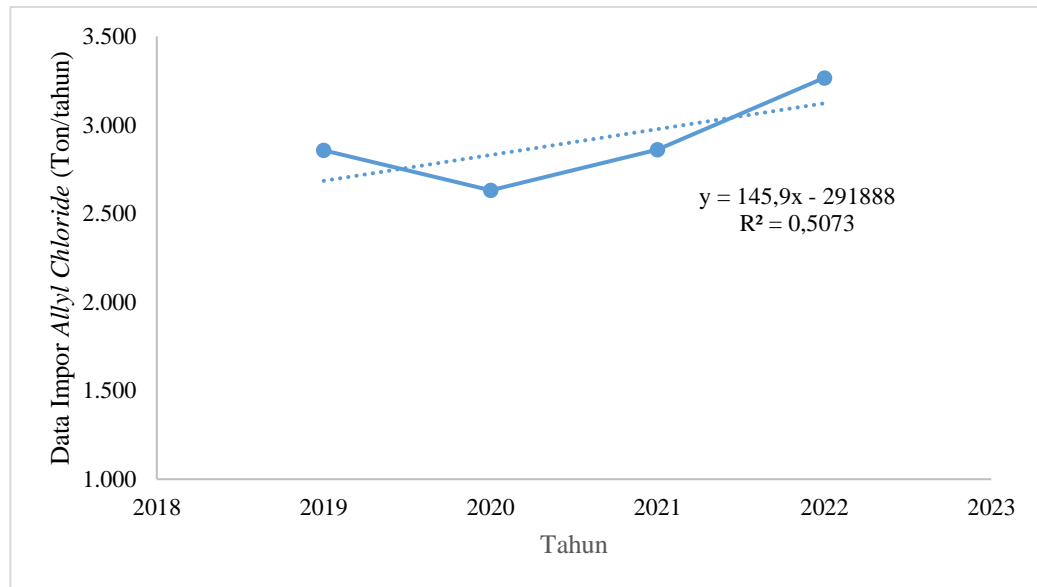
Penggunaan *Allyl Chloride* di dalam negeri sekitar 74.000 ton pertahunnya (BPS 2018-2022). Kebutuhan *Allyl Chloride* di Indonesia masih dipenuhi dengan cara impor dari beberapa negara. Hal ini juga menjadi peluang untuk mendirikan pabrik *Allyl Chloride* di Indonesia agar kebutuhan tersebut terpenuhi. Data statistik dalam lima tahun terakhir menunjukkan bahwa kebutuhan *Allyl Chloride* dalam negeri terus meningkat sesuai dengan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) 2018-2022 yang akan ditunjukkan pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Impor *Allyl Chloride* di Indonesia

Tahun	Impor <i>Allyl Chloride</i> di Indonesia (Ton/Tahun)
2019	2.856
2020	2.631
2021	2.860
2022	3.266

Sumber: BPS 2018-2022

Rancangan pabrik *Allyl Chloride* ini akan dilaksanakan pada tahun 2026, maka perkiraan kebutuhan *Allyl Chloride* pada tahun tersebut dapat dihitung dari persamaan linear berikut.



Gambar 1.1 Data Kebutuhan *Allyl Chloride* di Indonesia

Berdasarkan gambar grafik diatas, diperoleh persamaan garis linear sebagai berikut.

$$Y = 145,9 (X) - 291.888$$

Dengan $Y =$ Data kebutuhan *Allyl Chloride* pada tahun X

$X =$ Tahun yang diinginkan (2026)

Dari persamaan tersebut, dapat dihitung prediksi kebutuhan *Allyl Chloride* di Indonesia yaitu:

$$\begin{aligned} Y &= 145,9 (X) - 291.888 \\ &= 145,9 (2026) - 291.888 \\ &= 295.593,4 - 291.888 \\ &= 3.705,4 \text{ ton/tahun.} \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan *Allyl Chloride* di Indonesia pada tahun 2026 diperkirakan mencapai 3.705,4 ton/tahun. Maka diperoleh data kebutuhan *Allyl Chloride* untuk 10 tahun mendatang akan ditunjukkan pada tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data Ekstrapolasi Kebutuhan *Allyl Chloride* di Indonesia

Tahun	Kebutuhan <i>Allyl Chloride</i> (Ton/Tahun)
2023	3,267.7
2024	3,413.6
2025	3,559.5
2026	3,705.4
2027	3,851.3
2028	3,997.2
2029	4,143.1
2030	4,289
2031	4,4434.9
2032	4,580.8
2033	4,726.7
2034	4,872.6
2035	5,018.5

1.6.2 Data Kebutuhan *Allyl Chloride* Di Beberapa Negara

Menurut data komoditi impor dan ekspor UN Data, kebutuhan *Allyl Chloride* menunjukkan nilai yang terus meningkat tiap tahunnya. Adapun kebutuhan *Allyl Chloride* di beberapa negara dapat dilihat pada tabel 1.3.

Tabel 1.3 Data Kebutuhan *Allyl Chloride* di Beberapa Negara

Tahun	Negara (Ton/Tahun)			
	Australia	Vietnam	Turki	South Afrika
2019	184.28	122.46	903.74	1,294.06
2020	200.46	282.82	994.16	1,916.74
2021	231.18	248.52	1,319.59	2,102.53
2022	210.48	350.03	1,324.33	2,347.32

Sumber: UN Data 2019-2022

Data ekstrapolasi kebutuhan beberapa negara berdasarkan persamaan garis linear hingga tahun 2027 dapat dilihat pada tabel 1.4.

Tabel 1.4 Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan *Allyl Chloride* di Beberapa Negara

Tahun	Negara (Ton/Tahun)			
	Australia	Vietnam	Turki	South Afrika
2023	233.436	413.343	1,532.56	2,757.88
2024	244.368	478.184	1,691.28	3,092.44
2025	255.30	543.025	1,850	3,427.00
2026	266.232	607,866	2,008.72	3,761.56
2027	277.164	672.707	2,167.44	4,096.12

1.6.3 Kapasitas Produksi *Allyl Chloride* Di Dunia

Dalam penentuan suatu kapasitas pada pabrik *Allyl Chloride* ini yang akan didirikan, kebutuhan *Allyl Chloride* akan terus meningkat beberapa tahun mendatang. Maka dari itu, kebutuhan pabrik *Allyl Chloride* di Indonesia sangat dibutuhkan untuk mengurangi impor ke dalam negeri. Berikut ini adalah beberapa pabrik yang memproduksi *Allyl Chloride* di dunia dapat dilihat pada tabel 1.5.

Tabel 1.5 Kapasitas Pabrik *Allyl Chloride* Yang Telah Berdiri Di Dunia

Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
TBWS Corp, Beaumont Texas	10.000
Mobile, A.L	15.000
La Nueva Cantina, Mexico	20.000
Solvay S.A Brussels, Belgium	20.000
Thai Organics, Thailand	20.000
Shell Chemical Co. Holland	90.000
The Dow Chemical, Freeport Texas	90.000

Sumber: Publications Projects, 2019

Dari kebutuhan *Allyl Chloride* di Indonesia hanya mengandalkan impor dari luar negeri. Hal tersebut terjadi karena tidak ada pabrik *Allyl Chloride* di Indonesia. *Allyl Chloride* di Indonesia sendiri banyak digunakan sebagai resin, sementara di Indonesia sudah banyak pabrik resin yang berdiri dengan bahan baku lain. Maka dari itu, kapasitas pabrik yang akan didirikan sebesar 12.000 ton/tahun dimana 30% digunakan untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia dan 70% lagi diekspor ke luar negeri untuk cadangan devisa negara. Dari kapasitas tersebut, pabrik *Allyl Chloride* sesuai dengan kapasitas ekonomi dari pabrik di dunia.

1.7 Pemilihan Proses

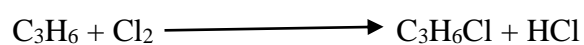
Dalam proses pembuatan *Allyl Chloride* ada tiga cara yang dapat dilakukan yaitu proses *Chlorinasi Propylene*, *Thermal Dehydrochlorination 1,2-dichloropropane*, dan *Oxychlorination Propylene* yang akan dijabarkan dibawah ini.

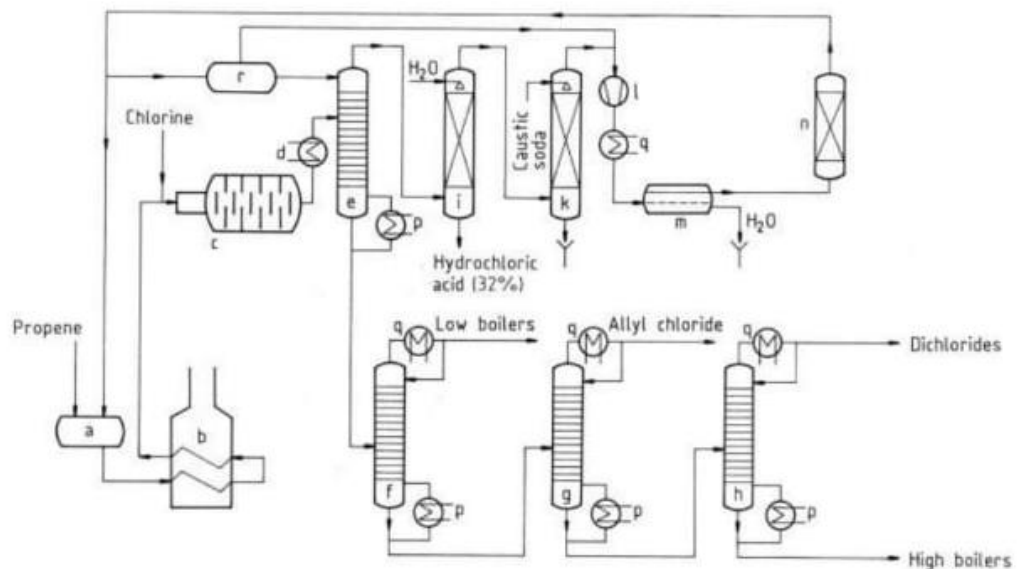
1. Proses Chlorinasi Propylene

Proses ini menggunakan katalis yang mengandung tellurium. Dimana hasil *allyl chloride* hingga 82% diperoleh produk samping organik utama adalahh 17% 2-kloropropana (iso propil klorida). Propylene yang tidak bereaksi dengan hidrogen klorida yang dihasilkan dalam reaksi dapat diubah menjadi *allyl chloride* dengan langkah reaksi kedua yaitu oksiklorinasi (Ullmann's, 2005).

Allyl chloride diproduksi dari proses *chlorinasi propylene* pada suhu 300-600°C dengan tekanan 3,2 bar. Jika suhu dibawah 300°C propylene bereaksi dengan chlorine terutama dengan menambahkan ikatan rangkap menghasilkan 1,2-dikloropropana dan jika suhu diatas 300°C reaksi ini membentuk *allyl chloride* sebagai produk utama dan 1,2-dikloropropana sebagai produk samping. Proses ini sering digunakan karena konversi *Allyl Chloride* mencapai 95% (Turja, 2011).

Reaksi utama dari proses *Chlorinasi Propylene* adalah sebagai berikut :

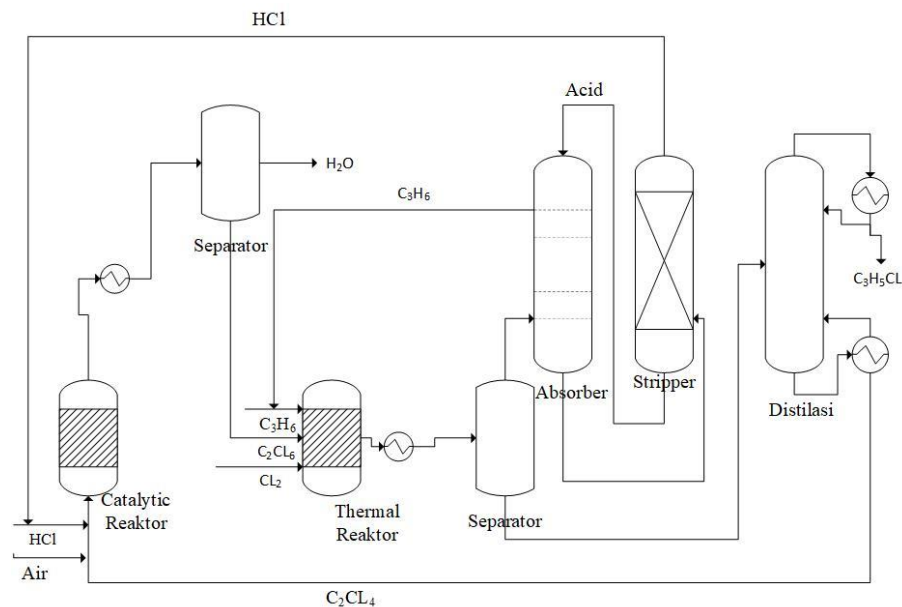




Gambar 1.2 Flowsheet dasar chlorinasi propylene

2. Oxychlorination Propylene

Proses oksiklorinasi propilen ini merupakan pembuatan *allyl chloride* dengan mereaksikan propilen dan HCl serta O_2 . Proses oksiklorinasi ini dikembangkan untuk memproduksi *allyl chloride* untuk memanfaatkan hidrogen yang tersedia dengan harga murah sebagai pengganti klorin sebagai bahan baku, palladium, vanadium, tellurium, tembaga, litium, dan mangan serta klorida dan oksidanya serta campurannya telah diusulkan sebagai sistem katalis. *Allyl Chloride* yang dihasilkan proses ini pada suhu 200-300°C dengan tekanan 1 bar. Hasil *Allyl Chloride* adalah 88-94% berdasarkan propena dan selektivitas 70% (Krähling, 2000). Akan tetapi proses ini dinilai kurang menguntungkan karena nilai konversinya rendah pada setiap reaktor yang digunakan sehingga membutuhkan volume reaktor yang besar dan katalis yang digunakan pun cepat rusak (Kick and Othmer, 1998).



Gambar 1.3 Flowsheet dasar oxychlorination propylene

Berdasarkan penjelasan ketiga proses pembuatan *allyl chloride* dapat perbandingan dari ketiga proses tersebut yang akan ditunjukkan pada tabel 1.4.

Tabel 1.4 Perbandingan Proses Pembuatan *Allyl Chloride*

	Proses I	Proses II	Proses III
Bahan baku	Propilen, Cl	Cl, dichloropropane	Propilen, HCl, O ₂
Kondisi Operasi :			
- Suhu	300-600°C	400-600°C	200-300°C
- Tekanan	3,2 bar	5 bar	1 bar
Katalis	AlCl ₃	CaCl ₃	Palladium, Vanadium, tellurium, lithium
Konversi	96%	50-70%	88-94%
Selektivitas	87%	50%	70%

Summber : Ullmann's, 2005

Berdasarkan perbandingan diatas, maka perancangan pabrik *Allyl Chloride* akan menggunakan proses I yaitu *Chlorinasi propylene*. Hal ini dikarenakan ada beberapa alasan yaitu :

1. Bahan baku yang digunakan murah dan mudah di dapatkan.
2. Konversi dan selektivitas yang begitu tinggi.

1.8 Uraian Proses

Proses pembuatan *Allyl Chloride* menggunakan proses *Chlorinasi Propylene* dapat dijadikan tiga bagian yaitu :

1.8.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku dalam pembuatan *Allyl Chloride* ini terdiri dari *Propylene* dan *Chlorine*. *Propylene* dalam bentuk gas dengan komposisi *propylene* 99.4% vol dan *impurities* berupa *propane* 0.6% vol disimpan dalam tangka penyimpanan bahan baku (V-101) pada suhu 52°C dan tekanan 15 bar. Selanjutnya bahan baku *propylene* berupa gas diturunkan tekanannya dengan menggunakan *Expander* (K-100) dari 15 bar menjadi 3.2 bar kemudian dialirkan ke *heat exchanger* (E-103) untuk dipanaskan hingga suhu 250°C pada tekanan tetap.

Sementara bahan baku *chlorine* dalam bentuk gas juga dengan komposisi *chlorine* 99% vol dengan *impurities*nya berupa *hydrogen* 1% vol disimpan dalam tangki penyimpanan (V-102) pada suhu 52°C dan tekanan 6 bar. Selanjutnya gas *chlorine* diturunkan tekanannya menggunakan *expander* (K-101) dari 6 bar menjadi 3.2 bar kemudian dialirkan ke *heat exchanger* (E-105) untuk dipanaskan hingga suhu 250°C pada tekanan tetap.

1.8.2 Tahap Proses

Bahan baku *propylene* dan *chlorine* sebelum diumpan ke dalam reaktor (PFR-100) dicampur menggunakan mixer (MIX-102). Di dalam reaktor (PFR-100) akan terjadi proses *chlorinasi propylene* yang menghasilkan *allyl chloride* dan asam klorida. Reaktor yang digunakan adalah reaktor *fixed bed multitube* dengan kondisi non isothermal dan non adiabatic.

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor (PFR-100) bersifat eksotermis sehingga memerlukan tambahan pendingin. Panas yang dihasilkan selama reaksi diserap oleh media pendingin berupa *dowtherm A*. Reaktor (PFR-100) dioperasikan pada suhu 498°C dengan tekanan 3.2 bar. Hasil reaksi keluar reaktor kemudian masuk ke dalam *heat exchanger* (E-103) untuk didinginkan sehingga didapatkan dua campuran fase. Gas keluaran reaktor selanjutnya diumpankan ke dalam distilasi I (MD-105) untuk dipisahkan produk *allyl chloride*.

1.8.3 Tahap Pemurnian Produk

Hasil dari keluar reaktor (PFR-100) berupa gas seperti *propylene*, *propane*, *chlorine*, *hydrogen*, *allyl chloride* dan asam klorida yang akan dialirkan menuju distilasi I (MD-105).

1. Distilasi I (MD-105)

Umpan masuk distilasi I (MD-105) pada suhu 50°C dan tekanan 3 bar. Hasil atas (MD-105) dengan komposisi *propylene*, *propane*, *chlorine*, *hydrogen*, dan asam klorida masuk ke dalam distilasi II (MD-107) untuk dipisahkan produk sampingnya yaitu asam klorida. Air pendingin yang digunakan pada (MD-105) pada suhu 25°C tekanan 1 bar.

Sementara itu hasil keluaran bawah distilasi I (MD-105) dengan komposisi *allyl chloride* 99.9% wt dan impurities berupa *propylene* 0.07% wt dan *chlorine* 0.03% wt masuk ke dalam reboiler untuk diuapkan menggunakan steam yang beroperasi pada suhu 120°C. Uap yang dihasilkan akan dikembalikan ke dalam distilasi I sedangkan cairannya akan dimasukkan ke dalam *expansion valve* (VLV-100) untuk diturunkan tekanan dari 4 bar menjadi 1 bar. Kemudian diumpankan ke dalam *heat exchanger* (E-102) untuk didinginkan sebelum masuk ke tangki penyimpanan produk *allyl chloride* (V-103).

2. Distilasi II (MD-107)

Hasil keluaran atas pada distilasi I (MD-105) akan dimurnikan hasil produk samping yaitu HCl (asam klorida). Distilasi II (MD-107) beroperasi pada suhu -116.5°C dan tekanan 2 bar. Hasil keluaran atas distilasi II (MD-107) dengan

komposisi HCl (asam klorida) 98.41% wt, *hydrogen* 0.99 % wt dan *ethane* 0.6% wt masuk ke dalam tangki penyimpanan (V-104). Sementara hasil keluaran bawah distilasi II (MD-107) dengan komposisi *propylene* 96.13%, *clorine* 0.33% dan HCl 0.54% akan diumpankan ke *heat exchanger* (E-109) dan akan direcycle lagi ke reaktor.

1.9 Pemilihan Lokasi

Pemilihan suatu lokasi pabrik adalah suatu hal yang penting untuk diperhatikan dalam setiap prarancangan pabrik yang akan dibangun. Dalam penentuan lokasi pabrik juga akan berkaitan dengan kelangsungan proses dan juga keberhasilan dari suatu pabrik, baik dari segi ekonominya maupun dari segi teknisnya. Adapun beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam suatu pemilihan lokasi pabrik yaitu mulai dari faktor ketersediaan bahan baku, ketersediaan dari tenaga kerja, kebutuhan air yang digunakan dan transportasi. Berdasarkan dengan pertimbangan yang ada, pembangunan pabrik *allyl chloride* akan direncanakan dibangun di Baliung River, Sumurbatu, Cikeusik, Pandeglang Regency, Banten.



Gambar 1.4 Peta Pabrik *allyl chloride* Yang Akan Didirikan

Pabrik *allyl chloride* ini akan direncanakan dibangun di Baliung River, Sumurbatu, Cikeusik, Pandeglang Regency, Banten Adapun pertimbangan pemilihan lokasi pabrik didasarkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah

ketersediaan bahan baku, transportasi, pemasaran, tenaga kerja, kondisi lingkungan dan utilitas. Berikut adalah beberapa pertimbangannya adalah:

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan hal yang paling dasar dan penting yang akan dijadikan produk dalam suatu pabrik. Pemilihan lokasi pabrik harus tepat agar dekat dengan pabrik atau suatu tempat untuk bahan baku yang dibutuhkan sehingga tidak akan mengeluarkan banyak biaya untuk transportasi.

2. Ketersediaan Tenaga Kerja

Tenaga kerja adalah modal utama dalam mendirikan suatu pabrik. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan SMA/SMK dan sebagian lagi sarjana. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik. Tenaga kerja yang dibutuhkan pada pabrik *allyl chloride* ini mudah didapatkan di daerah Baliung River, Sumurbatu, Cikeusik, Pandeglang Regency, Banten dikarenakan kawasan tersebut merupakan kawasan industri dan terdapat beberapa penduduk yang tinggal disana.

3. Sarana Transportasi

Sarana transportasi digunakan pada pabrik ini adalah untuk keperluan pengangkutan bahan baku dan pemasaran produk yang dapat ditempuh dari jalur darat. Baliung River, Sumurbatu, Cikeusik, Pandeglang Regency, Banten merupakan kawasan yang berdekatan kota. Transportasi yang digunakan untuk mengantar produk atau pun menerima bahan baku adalah transportasi darat dikarenakan dekat dengan kota.

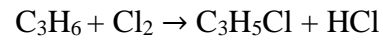
4. Ketersediaan Utilitas

Penyediaan air untuk utilitas mudah dan murah karena kawasan ini dekat dengan sungai dan laut. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan mudah karena dekat dengan kawasan industri lainnya.

1.10 Uji Ekonomi Awal

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknik dan ekonomi. Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang

diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lain yaitu seperti diperlihatkan pada Tabel 1.7



Tabel 1.1 Harga bahan baku

Bahan Baku	Berat Molekul (g/mol)	Harga (Rp/kg)
Bahan Baku		
Propilen (C ₃ H ₆)	42,08	19.441
Klorin (Cl ₂)	70,906	7.477
Produk		
Alil Krolida (C ₃ H ₅ Cl)	76,53	28.414
Asam Klorida (HCl)	36,458	7.477

Sumber : *Industry Leader*., PT. Chandra Asri Petro Chemical, PT. Lautan sulfamat Lestari 2023

Bahan baku :

$$\begin{aligned} \text{Propilen (C}_3\text{H}_6) &= 1 \text{ mol} \\ &= 1 \text{ mol} \times 42,08 \text{ g/mol} \\ &= 42,08 \text{ g/mol} \\ &= 0,04208 \text{ kg} \\ &= 0,04208 \text{ kg} \times \text{Rp. } 19.441 \\ &= \text{Rp. } 818,0773 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Klorin (Cl}_2) &= 1 \text{ mol} \\ &= 1 \text{ mol} \times 70,906 \\ &= 70,906 \text{ g/mol} \\ &= 0,070906 \text{ kg} \\ &= 0,03401 \times \text{Rp. } 7.477 \\ &= \text{Rp. } 530,1642 \end{aligned}$$

Produk samping

$$\begin{aligned} \text{Asam Klorida (HCl)} &= 1 \text{ mol} \\ &= 1 \text{ mol} \times 36,458 \text{ g/mol} \\ &= 36,458 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,036458 \text{ kg} \\
 &= 0,076 \times \text{Rp. } 7.477 \\
 &= \text{Rp. } 272.5965
 \end{aligned}$$

Konversi Produk

$$\begin{aligned}
 \text{Alil Krolida (C}_3\text{H}_5\text{Cl)} &= 1 \text{ mol} \\
 &= 1 \text{ mol} \times 76,53 \text{ g/mol} \\
 &= 76,53 \text{ g/mol} \\
 &= 0.07653 \text{ kg} \\
 &= 0.018 \text{ kg} \times \text{Rp}28.414 \\
 &= \text{Rp. } 2174,523
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Analisa Ekonomi /mol} &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku} \\
 &= \text{Rp. } 2.447,12 - (\text{Rp. } 818,0773 + 530,1642) \\
 &= \text{Rp. } 2.447,12 - \text{Rp. } 1.348 \\
 &= \text{Rp. } 1.099
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Net Profit Margin} &= \frac{\text{Analisa Ekonomi}}{\text{Bahan Baku}} \times 100\% \\
 &= \frac{1.099}{1.348} \times 100\% \\
 &= 81,50457 \%
 \end{aligned}$$

Dari uji ekonomi awal yang telah dibuat, terlihat bahwa harga beli bahan baku lebih murah dibandingkan dengan harga jual produk. Maka dari itu, uji ekonomi awal dapat disimpulkan bahwa pabrik *allyl Chloride* layak untuk didirikan.