

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang, baik dari segi ekonomi maupun industri. Sehingga semakin banyak perusahaan yang tertarik untuk membangun pabrik di Indonesia karena besarnya kesempatan bersaing cukup tinggi. Pembangunan pada sektor industri di Indonesia mengalami peningkatan pada tahun 2017 sebesar 8,2%. (BPS)

Salah satu sektor industri yang bergerak dalam bidang polimer yaitu pembuatan *Vinyl Chloride Monomer*.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa ekspor *Vinyl Chlorida Monomer* setiap tahun mengalami peningkatan. Melihat dari data-data ekspor yang menunjukkan kenaikan dari tahun ke tahun dan dengan mempertimbangkan adanya bahan baku yang cukup tersedia di Indonesia maka dimungkinkan untuk didirikan pabrik *Vinyl Chloride Monomer* di Indonesia. Pertimbangan lain yang mendukung kelayakan pendirian pabrik *Vinyl Chloride Monomer* adalah menciptakan lapangan kerja baru serta diharapkan dapat memacu berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan etilen diklorida, sehingga tercipta diversifikasi produk yang mempunyai nilai ekonomis lebih tinggi yang berarti akan menunjang peningkatan pendapatan negara.

1.2 Sejarah Perkembangan Produk

Vinyl Chloride Monomer dengan rumus molekul C_2H_3Cl merupakan senyawa yang sangat beracun dengan kenampakan berupa cairan seperti minyak dan tidak berwarna, yang mempunyai bau enak. *Vinyl Chloride Monomer* sedikit larut dalam air tetapi larut dalam pelarut polar seperti etanol dan benzene. Pada tekanan 1 atm *Vinyl Chloride Monomer* mempunyai titik didih $83,7^{\circ}C$ dan titik beku $-35,5^{\circ}C$ (Kirk & Othmer, vol.6, 1993).

Pada awalnya *Vinyl Chloride Monomer* merupakan produk samping dalam sintesa Etilen oksida dan Etil klorida. Kemudian setelah Perang Dunia II pabrik khusus *Vinyl Chloride Monomer* mulai dikembangkan sejak tahun 1970. *Vinyl Chloride Monomer* mulai menjadi salah satu produk petroleum yang pertumbuhannya terus meningkat seiring makin besarnya jumlah *Vinyl Chloride Monomer* yang dibutuhkan dalam industri plastik terutama *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) dan *Polyvinyl Chloride* (PVC) yaitu sekitar 84%, dan sisanya digunakan sebagai pelarut dalam industri *anti-knocking agent*. (Kirk & Othmer, vol.6, 1993)

Dalam sebuah industri, VCM ($H_2C=CHCl$) digunakan untuk menghasilkan polimer *Polyvinyl Chloride* (PVC). Karakteristik dari VCM adalah gas tak berwarna, berbau manis, sangat beracun, mudah terbakar, dan karsinogenik. *Vinyl Chloride* terbentuk akibat kerusakan bahan kimia yang mengalami klorinasi. Akibat proses terbentuknya VCM selama alami ini, senyawa tersebut dapat masuk ke udara dan pasokan air minum. *Vinyl chloride* adalah kontaminan yang umum ditemukan di dekat tempat pembuangan sampah.

Produksi *Vinyl Chloride* pertama kali dihasilkan oleh V. Regnault pada tahun 1830-1834 yaitu dengan mereaksikan 1,2-dikhloroetana dan kalium beralkohol melalui proses *dehydrochlorinating*. Selanjutnya, produksi *Vinyl Chloride* dimodifikasi oleh Biltz yaitu dengan proses *thermal cracking* melalui bahan yang sama pada tahun 1902. Namun, pada saat itu, ilmu dan teknologi polimer belum canggih, sehingga penemuan ini tidak mengakibatkan konsekuensi industri atau komersial. Kemudian pada tahun 1912 Klate berhasil menghasilkan *Vinyl Chloride* dengan cara *hydrochlorination* katalitik acetylene. Tepat di tahun 1930 setelah percobaan dari Klate, mulai muncul industri yang memproduksi Vinyl Chlorida.

Pembaharuan demi pembaharuan produksi *Vinyl Chloride* dilakukan oleh para ahli kimiawan. Pada 1940-1950, produksi *Vinyl Chloride* dapat direaksikan dari *ethylene*, dimana vinil klorida diproduksi oleh klorinasi langsung ke 1,2-dikhloroetana dan berikutnya proses *thermal cracking*. Unit produksi pertama yang besar untuk rute ini dilakukan oleh Dow Chemical Co., Monsanto Chemical



Co. dan Shell Oil Co. Pergantian lengkap untuk penggunaan eksklusif etilena sebagai bahan baku menjadi mungkin ketika *oxychlorination* skala besar etilena dengan 1,2-dikhloroetana telah terbukti secara teknis layak (Dow Chemical, 1955 – 1958), (*Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 6 Edition, 2002*)

1.3 Analisa Pasar

Dilihat dari banyaknya kebutuhan produk, maka hal ini menjadi langkah awal pendirian suatu pabrik, dengan mengetahui keadaan suatu pasar dalam rangka pemasaran produk akan berkitab juga terhadap penjualan produk tersebut dan keuntungan maksimal yang akan diperoleh.

1.3.1 Perkembangan Ekspor

Pada tabel 1.1 akan disajikan data ekspor *vinyl chloride monomer* (VCM) di Indonesia.

Tabel 1.1 Perkembangan Ekspor VCM di Indonesia

No	Tahun	Total Ton	% Pertumbuhan
1	2014	18,002	-
2	2015	29,866	66%
3	2016	121,646	307%
4	2017	166,081	37%
5	2018	212,007	28%
Rata - Rata % Pertumbuhan			109%

(Sumber : BPS Indonesia diakses 31 Agustus 2019)

Dari table 1.1 dapat dilihat bahwa perkembangan ekspor VCM selama 5 tahun kebelakang mengalami kenaikan di atas 100%, nilai ini menunjukkan bahwa permintaan ekspor VCM dari Indonesia ke luar negeri sangat besar, hal ini tidak lepas kaitannya dengan konsumsi PVC yang meningkat secara global. Pertimbangan ini lah yang menjadi dasar pendirian pabrik *vinyl chloride monomer* di Indonesia guna mencukupi kebutuhan pasar global.



1.3.2 Perkembangan Impor

Pada tabel 1.2 akan disajikan data impor *vinyl chloride monomer* (VCM) di Indonesia.

Tabel 1.2 Perkembangan Impor VCM di Indonesia

No	Tahun	Total Ton	% Pertumbuhan
1	2014	128588	-
2	2015	113360	-12%
3	2016	97196	-14%
4	2017	112777	16%
5	2018	144285	28%
Rata - Rata % Pertumbuhan			4%

(Sumber : BPS Indonesia diakses 31 Agustus 2019)

1.4 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang dapat digunakan untuk produksi *Vinyl Chloride Monomer* adalah *Ethylene Dichloride* (EDC). Kebutuhan EDC yang diperlukan untuk proses produksi diperoleh dari beberapa produsen perusahaan-perusahaan seperti berikut:

Tabel 1.3 Data Produsen EDC di Indonesia

Perusahaan	Jumlah Ton/Tahun
PT. Asahimas Chemical	400.000
PT. Sulfindo Adi Usaha	100.000
Total	500.000

1.5 Data Konsumsi

Produksi *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) berkaitan erat dengan kebutuhan *Polyvinyl Chloride* (PVC). Penggunaan VCM sebagai bahan baku PVC mencapai 95%. (Ulmann, 2007) Konsumen utama VCM didalam negeri adalah industri PVC. Berikut ini beberapa industri yang menggunakan VCM di Indonesia :



Tabel 1.4 Data Konsumsi VCM di Indonesia

Perusahaan	Konsumsi VCM Ton/Tahun						Jumlah
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
PT. Eastern Polymer	47.500	47.500	47.500	47.500	47.500	47.500	285.000
PT. Standart Toyo Polimer	82.650	82.650	82.650	82.650	82.650	82.650	495.900
PT. Siam Maspion Polymer	95.000	95.000	95.000	95.000	95.000	95.000	570.000
PT. TPC Indo Plastic & Chemical	76.000	76.000	76.000	76.000	76.000	76.000	456.000
PT. Inivilon Sagita	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	342.000
PT. Impack Pratama Industri	52.200	52.200	52.200	52.200	52.200	52.200	313.200

(Sumber : Datacon)

Pada data konsumsi VCM di Indonesia seperti dilihat dalam tabel 1.4 bahwa jika ditotal maka konsumsi rata-rata VCM dalam satu tahun di Indonesia sebesar 410,350 Ton.

1.6 Penentuan Kapasitas Produksi

Pabrik *Vinyl Chloride Monomer* yang akan didirikan kapasitasnya harus berada di atas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sudah beroperasi.

Tabel 1.5 Produsen *Vinyl Chloride Monomer* di dunia

Perusahaan	Kapasitas VCM Ton/Tahun
Novacke Chemicke Zavody, Novaky, Slovakia	64.000
Plastkard, Volgograd, Rusia	80.000
Formosa, Lin Yuan, Taiwan	390.000
LG Chem, Yeosu, South Korea	750.000
Tosoh, Nanyo, Japan	1.200.000

(www.icis.com)

Industri *Vinyl Chloride Monomer* yang merupakan bahan baku utama untuk pembuatan PVC mempunyai prospek yang cukup baik untuk dikembangkan di Indonesia. Dari tabel 1.6 diketahui bahwa kapasitas minimum pabrik yang sudah



berdiri adalah 64.000 ton/tahun yang berlokasi di Slovakia. Sedangkan kapasitas maksimum pabrik yang telah berdiri adalah 1.200.000 ton/tahun yang berlokasi di Jepang.

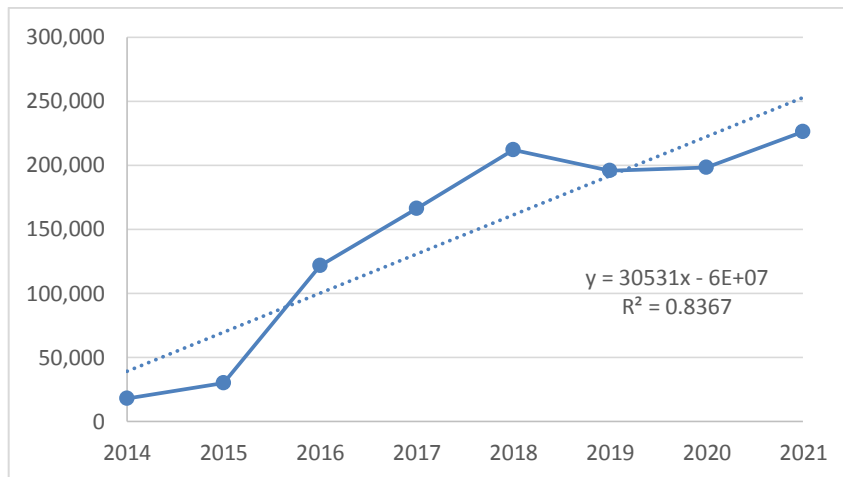
Pabrik *Vinyl Chloride Monomer* akan didirikan pada tahun 2023 dan akan beroperasi pada tahun 2024, dalam memprediksi kebutuhan pasar guna menentukan kapasitas pabrik setelah mulai beroperasi, beberapa hal perlu dipertimbangkan diantaranya :

1. Prediksi kebutuhan *Vinyl Chloride Monomer* secara global yang tidak lepas kaitannya dengan kenaikan kebutuhan akan PVC dan naiknya kebutuhan ekspor akan VCM
2. Ketersediaan bahan baku
3. Kapasitas produksi pabrik komersil yang sudah ada

Tabel 1.6 Prediksi kebutuhan VCM

Tahun	VCM (Ton)
2014	18,002
2015	29,866
2016	121,646
2017	166,081
2018	212,007
2019	195,566
2020	198,092
2021	225,976





Gambar 1.1 Prediksi Kebutuhan VCM

Dari grafik prediksi kebutuhan VCM di Indonesia didapat persamaan linierisasi yaitu $y = 30531x - 6E+07$, persamaan ini digunakan untuk menjadi pertimbangan dalam penentuan kapasitas pabrik. Dari persamaan tersebut diperoleh prediksi kebutuhan VCM pada tahun 2023 sebesar 313,827 ton/tahun., namun dengan mempertimbangkan perkiraan kebutuhan pasar yang sudah berdiri dan ketersediaan bahan baku, maka kapasitas yang ditentukan sebesar $\pm 75\%$ dari prediksi yaitu sebesar 230,000 ton/tahun. Kapasitas yang direncanakan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pasar VCM secara global.

1.7 Penentuan Lokasi

Penentuan lokasi tentunya tidak luput dari beberapa peraturan perundang-undangan di Indonesia salah satu pengertian kawasan industri mengacu kepada keputusan Presiden (Keppres) Nomor 41 Tahun 1996. Menurut Keppres tersebut, yang dimaksud dengan kawasan industri adalah kawasan tempat pemusatan kegiatan industri yang dilengkapi dengan prasarana dan sarana penunjang yang dikembangkan dan dikelola oleh Perusahaan Kawasan Industri yang telah memiliki izin Usaha Kawasan Industri. Berdasarkan pada beberapa pengertian tentang kawasan industri tersebut, dapat disimpulkan, bahwa suatu kawasan disebut sebagai kawasan industri apabila memiliki ciri-ciri sebagai berikut :



1. Adanya area/bentangan lahan yang cukup luas dan telah dimatangkan,

Lahan kawasan industri memiliki bentangan tanah dengan keluasan minimal 20 hektar dengan status tanah sebagai hak guna bangunan induk (HGB Induk) atas nama perusahaan kawasan industri dan dilengkapi dengan prasarana dan sarana penunjang. Prasarana tersebut meliputi jaringan jalan, saluran air hujan, instalasi penyediaan air bersih, instalasi / jaringan distribusi dan pembangkit tenaga listrik, jaringan distribusi telekomunikasi, saluran pengumpulan air limbah industri, instalasi pengolahan limbah, penampungan sementara limbah padat, penerangan jalan, unit pemadam kebakaran dan pagar kawasan industri. Sarana penunjang, suatu kawasan industri diwajibkan membangun sarana penunjang di dalamnya, yaitu meliputi kantor pengelola, kantor pos, kantor pelayanan telekomunikasi, poliklinik, kantin, sarana ibadah, perumahan karyawan industri dan mess, pos keamanan, sarana olahraga, dan halte angkutan umum.

2. Ada suatu badan (manajemen) pengelola,

Perusahaan pengelola tersebut merupakan badan hukum yang didirikan menurut hukum Indonesia dan berkedudukan di Indonesia, yang ditunjuk oleh dan / atau menerima hak dan kewajiban dari perusahaan kawasan industri khusus untuk melaksanakan pengelolaan sebagian atau seluruh kawasan industri.

3. Memiliki izin usaha kawasan industri,

Beberapa izin tersebut ialah izin AMDAL dan izin usaha kawasan Industri, suatu perusahaan yang akan mengoperasikan kawasan industri diwajibkan memiliki izin usaha kawasan industri. Perusahaan industri yang beroperasi di dalam kawasan industri, selain memperoleh kemudahan dalam hal kebutuhan lahan untuk industri yang telah dilengkapi dengan prasarana dan sarana tersebut, juga mendapatkan kemudahan dalam hal perizinan, seperti : bebas dari izin AMDAL.

Pemilihan lokasi adalah hal yang sangat penting dalam perancangan pabrik, karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan. Berdasarkan beberapa pertimbangan maka pabrik *Vinyl Chloride Monomer* ini direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Kramatwatu



Cilegon. Pertimbangan-pertimbangan tersebut meliputi dua faktor yaitu faktor utama dan faktor pendukung.

Faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

1. Lokasi memenuhi persyaratan perundang-undangan untuk penentuan lahan kawasan industri dan dekat dengan pelabuhan Banten
2. Pangsa pasar, industri dibangun karena ada tuntutan dari konsumen. Tujuan utama kegiatan industri memproduksi barang ialah untuk dijual kepada konsumen. Hal inilah yang menjadi alasan mengapa konsumen merupakan hal penting dalam menentukan lokasi industri. Selain itu keadaan ekonomi atau taraf hidup masyarakat juga mempengaruhi luasan daerah pemasaran. Daya beli masyarakat akan rendah jika taraf hidup masyarakat sekitar pun rendah.
3. Sumber bahan baku adalah faktor utama dalam mendirikan sebuah industri dimana kebanyakan dari industri yang telah berdiri jika diamati pasti akan berdekatan dengan lokasi penghasil bahan baku, hal itu bertujuan untuk mengurangi biaya transportasi bahan baku. Bisa diambil contoh PT Asahimas Chemical yang lokasi industrinya berdekatan.
4. Tersedianya sarana transportasi yang memadai untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk yaitu berada di samping jalan kabupaten sudah dibeton, dekat interchange jalan tol Jakarta - Merak dan tanah sawah, berada di pantai teluk banten dekat pelabuhan sehingga bisa mengambil air dari pelabuhan untuk proses.
5. Fasilitas utilitas yang meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN maupun swasta yang sudah masuk ke kawasan industri ini.

Faktor pendukung juga perlu mendapatkan perhatian di dalam pemilihan lokasi pabrik karena faktor-faktor yang ada didalamnya selalu menjadi pertimbangan agar pemilihan pabrik dan proses produksi dapat berjalan lancar yaitu faktor pendukung tersebut meliputi:

1. Harga tanah dan gedung dikaitkan dengan rencana di masa yang akan datang
2. Kemungkinan perluasan pabrik
3. Tersedianya fasilitas servis, misalnya di sekitar lokasi pabrik tersebut atau jarak yang relatif dekat dari bengkel besar dan semacamnya



4. Tersedianya air yang cukup
5. Keadaan masyarakat daerah sekitar (sikap keamanan dan sebagainya) dan lahan dalam proses pembebasan dan tidak terdapat sengketa
6. Perumahan penduduk jauh dari kawasan tersebut namun masih terjangkau dengan perusahaan lainnya.

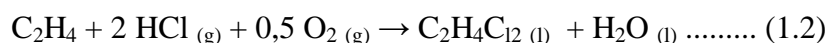
1.8 Pemilihan Proses

Vinyl chloride monomer (VCM) dapat diproduksi melalui proses pirolisis etilen diklorida (EDC). EDC sendiri diperoleh melalui dua metode, yakni *direct chlorination* (merekasikan etilen dengan asam klorida). Proses ini merupakan reaksi katalitik homogen dalam fase cair untuk menghasilkan EDC. Katalis yang digunakan dalam reaksi ini adalah *ferric chloride* (FeCl₃) dengan konsentrasi 0,1 – 0,5 % wt. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Proses ini dijalankan pada suhu operasi berkisar antara 75 °C dan tekanan operasi antara 2 atm. Pada reaksi ini konversi adalah 99,7% dan selektivitas terhadap EDC 99%. (Lakshmanan, 1997) Produk samping yang dihasilkan dari reaksi ini yaitu 1,1,2 - trichloroethane. EDC yang telah terbentuk kemudian dipurifikasi hingga menghasilkan 99,9 % wt EDC yang akan menjadi umpan pada proses cracking EDC menjadi VCM.

Metode yang kedua adalah metode *oxychlorination* (merekasikan etilen, oksigen dan asam klorida). Ethylene bereaksi dengan HCl dan oksigen murni menghasilkan EDC dan air. Proses ini dapat dijalankan dengan *fluidized bed reactor* yang di dalamnya terdapat katalis *chopper chloride*. Penggambaran sederhana reaksi yang terjadi :



Proses ini dijalankan pada suhu operasi berkisar antara 300°C dan tekanan operasi antara 14 atm pada *fixed bed reactor*. Pada reaksi ini konversi adalah 96 % dan selektivitas terhadap EDC 93%. (Lakshmanan,1997) Produk samping yang



dihasilkan dari reaksi ini yaitu *trichloroethane* dan *chloral*. EDC yang diproduksi pada proses *oxychlorination* kemudian dicuci dengan menggunakan kaustik untuk menghilangkan HCl yang tidak bereaksi. Kemudian dipisahkan dengan menggunakan dekanter dan 2 buah menara distilasi hingga menghasilkan EDC 99,9 %wt yang akan menjadi umpan pada proses *cracking* EDC menjadi VCM. (Dimian A,2008)

Setelah melalui salah satu dari kedua proses tersebut, *ethylene dichloride* di pirolisis. Pada proses ini reaksi yang terjadi adalah reaksi pemisahan hidrogen dan chlorine dari rantai EDC menghasilkan VCM dan HCl dengan rasio molar 1:1. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Reaksi ini bersifat endotermis. Konversi yang dihasilkan dalam reaksi ini dihentikan pada kisaran 60 %, memiliki selektivitas terhadap VCM 99,9 % dan yield 95 %. Bahan baku EDC diuapkan dengan menggunakan media pemanas steam. Kemudian gas EDC diproses dalam reaktor furnace dengan kondisi suhu operasi 480 - 650 °C dan tekanan operasi 20 atm. (Dimian A, 2008) Saat ini, kebutuhan *ethylene dichloride* dapat dipenuhi oleh produsen dalam negeri sehingga proses pembuatan *ethylene dichloride* terlebih dahulu dinilai kurang efisien.

Pemilihan proses mengacu pada segi teknik yang lebih baik dan segi ekonomi yang mampu memberikan keuntungan. Berikut paten pembuatan senyawa *Vinyl Chloride Monomer* dengan bahan baku *Ethylene Dichloride* (EDC) :

1. Patent US20140329983A1

Proses pembuatan *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) dari bahan baku *Ethylene Dichloride* (EDC) menggunakan proses pirolisis pada alat *fire heater / furnace* dengan suhu operasi 480 °C – 540 °C, tekanan operasi 25 bar. Didalam tahap pirolisis menghasilkan produk *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) konversi yield 75%.



2. Patent US4788357

Proses pembuatan *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) dari bahan baku *Ethylene Dichloride* (EDC) menggunakan proses pirolisis pada alat *fire heater / furnace* dengan suhu operasi 480 °C – 540 °C, tekanan operasi 36 bar. Didalam tahap pirolisis menghasilkan produk *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) konversi yield 60%..

Tabel 1.7 Perbandingan Paten Pembuatan VCM

Aspek	Proses 1 US20140329983A1 November, 6, 2014	Proses 2 US4788357 November, 29, 1988
Bahan Baku	EDC	EDC
Katalis	-	-
Reaksi	Endoterm	Endoterm
Reaktor	<i>Furnace</i>	<i>Furnace</i>
Kondisi Operasi	Temperatur : 480 - 540 °C Tekanan : 25 bar	Temperatur : 480 - 540 °C Tekanan : 36 bar
Konversi	75%	60%

Berdasarkan perbandingan diatas maka dipilih paten proses 1 **US20140329983A1**, karena memiliki konversi lebih besar. Berdasarkan hukum termodinamika, pada suhu tetap, jika tekanan diperkecil maka akan terjadi pergeseran kesetimbangan ke arah produk.

