

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kimia merupakan salah satu sektor strategis yang memiliki peran penting dalam menunjang pertumbuhan industri dan pembangunan ekonomi nasional. Sebagai industri hulu dan antara, industri kimia menyediakan berbagai bahan baku yang dibutuhkan oleh industri hilir, seperti konstruksi, manufaktur, energi, otomotif, dan kesehatan. Pengembangan industri kimia bertujuan untuk meningkatkan produksi bahan-bahan kimia di dalam negeri guna memenuhi kebutuhan nasional maupun internasional. Namun demikian, pemenuhan kebutuhan terhadap beberapa produk kimia tertentu masih bergantung pada impor, karena kapasitas produksi dalam negeri belum mampu memenuhi kebutuhan secara optimal. Salah satu bahan kimia yang hingga saat ini masih memiliki tingkat produksi yang relatif rendah di Indonesia adalah *vinyl chloride monomer* (VCM). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS, 2025), produksi VCM dalam negeri belum sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan nasional. Kondisi tersebut menyebabkan ketergantungan terhadap produk impor yang dapat berdampak pada ketidakstabilan pasokan serta fluktuasi harga. Oleh karena itu, untuk meningkatkan daya saing Indonesia dalam menghadapi persaingan global, diperlukan penguatan sektor industri melalui peningkatan produksi dan pendirian pabrik-pabrik kimia di dalam negeri.

Vinyl chloride monomer (VCM) merupakan senyawa organik yang tergolong sebagai monomer dengan rumus molekul C_2H_3Cl dan digunakan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan senyawa polimer *polyvinyl chloride* (PVC). *Polyvinyl chloride* (PVC) merupakan salah satu produk polimer yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri, seperti industri konstruksi, kelistrikan, dan manufaktur. Tingginya tingkat pemanfaatan PVC menyebabkan kebutuhan terhadap bahan baku VCM terus mengalami peningkatan. Produksi PVC dilakukan melalui proses polimerisasi dari monomer VCM, sehingga ketersediaan VCM menjadi faktor penting dalam menjamin keberlangsungan industri PVC. Keterbatasan produksi VCM di dalam negeri menyebabkan Indonesia masih harus melakukan impor untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Menurut Badan Pusat Statistik (2025), impor *vinyl chloride monomer* (VCM) di Indonesia pada tahun 2025 mencapai 163.692 ton dan diperkirakan akan terus mengalami peningkatan hingga tahun 2027 seiring dengan meningkatnya kebutuhan industri hilir. Saat ini, Indonesia hanya memiliki dua produsen *vinyl chloride monomer*, yaitu PT Asahimas Chemical dengan

kapasitas produksi sebesar 900.000 ton per tahun dan PT Sulfindo Adi Usaha dengan kapasitas sebesar 130.000 ton per tahun. Kapasitas produksi tersebut dinilai belum sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan nasional yang terus meningkat. Oleh karena itu, pendirian pabrik *vinyl chloride monomer* di Indonesia diharapkan dapat meminimalkan nilai impor serta meningkatkan devisa negara melalui peningkatan produksi dalam negeri.

Pendirian pabrik *vinyl chloride monomer* (VCM) menjadi salah satu langkah strategis dalam mendukung pengembangan industri kimia nasional. Perencanaan pabrik VCM ini dilakukan melalui studi pra-rancangan dengan mempertimbangkan aspek teknis dan ekonomis. Salah satu metode yang umum digunakan dalam produksi VCM adalah proses *thermal cracking* dari *ethylene dichloride* (EDC), yang dikenal memiliki keandalan tinggi dan telah banyak diterapkan secara industri. Dengan dilakukannya pra-rancangan pabrik VCM menggunakan proses *thermal cracking* dengan kapasitas 70.000 ton per tahun, diharapkan dapat diperoleh gambaran kelayakan pendirian pabrik tersebut serta kontribusinya terhadap pemenuhan kebutuhan VCM nasional.

1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Penentuan kapasitas perancangan merupakan parameter yang mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis dalam merancang suatu industri. Dalam menentukan kapasitas perancangan suatu industri terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan. Faktor-faktor tersebut meliputi:

1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Pasar

Saat ini terdapat dua pabrik *vinyl chloride monomer* (VCM) yang berdiri di Indonesia, yaitu PT. Asahimas Chemical dan PT. Sulfindo Adiusaha Indonesia. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan *vinyl chloride monomer* di Indonesia dilakukan kegiatan impor dari luar negeri. Kebutuhan impor yang semakin meningkat menandakan bahwa kebutuhan akan *vinyl chloride monomer* di Indonesia semakin meningkat, namun dari dalam negeri belum dapat memenuhi permintaan domestik. Sementara itu, permintaan ekspor cenderung meningkat dari dalam dan luar negeri. Berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik (BPS, 2025) diperoleh nilai impor dan ekspor *vinyl chloride monomer*, sementara nilai produksi diperoleh dari jumlah kapasitas produksi pabrik yang memproduksi *vinyl chloride monomer* dan konsumsi diperoleh dari perhitungan berdasarkan data impor, ekspor, dan produksi yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Produksi, Ekspor, Impor, dan Konsumsi VCM 2018 – 2025 dalam kg/tahun

Tahun	Produksi (kg/tahun)	Eskpor (kg/tahun)	Impor (kg/tahun)	Konsumsi (kg/tahun)
2018	1.030.000.000	212.006.940	144.285.340	962.278.400
2019	1.030.000.000	195.566.352	127.740.417	962.174.065
2020	1.030.000.000	198.092.400	121.070.215	952.977.815
2021	1.030.000.000	225.976.094	111.129.303	915.153.209
2022	1.030.000.000	1.152.36.485	110.382.107	1.025.145.622
2023	1.030.000.000	44.534.118	131.713.608	1.117.179.490
2024	1.030.000.000	27.413.954	141.123.634	1.143.709.680
2025	1.030.000.000	52.950.367	163.692.558	1.140.742.191

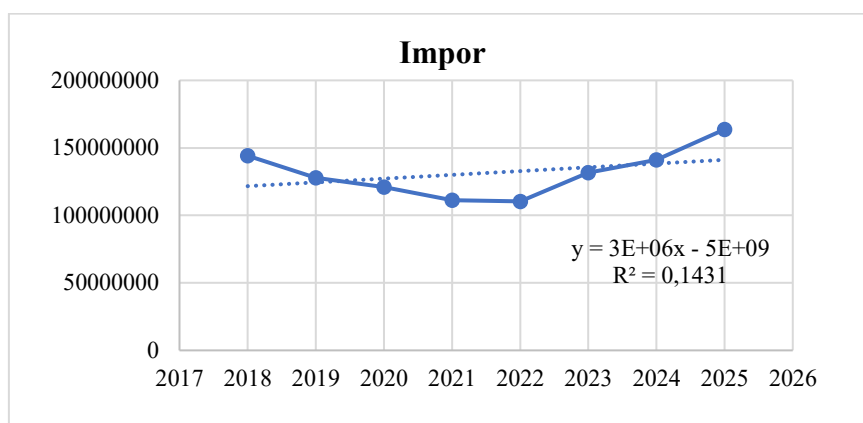
1.2.2 Penentuan Kapasitas Produksi

Pabrik *vinyl chloride monomer* (VCM) yang dirancang untuk berdiri pada tahun 2030. Pada penentuan kapasitas produksi terdapat 2 metode yaitu dengan menggunakan regresi linear dan rata-rata laju pertumbuhan. Penentuan kapasitas pabrik dengan metode regresi linear dibutuhkan R^2 minimal 0,9. Apabila nilai R^2 masih berada dibawah 0,9 maka dapat menggunakan metode rata-rata laju pertumbuhan.

a. Metode Regresi Linier

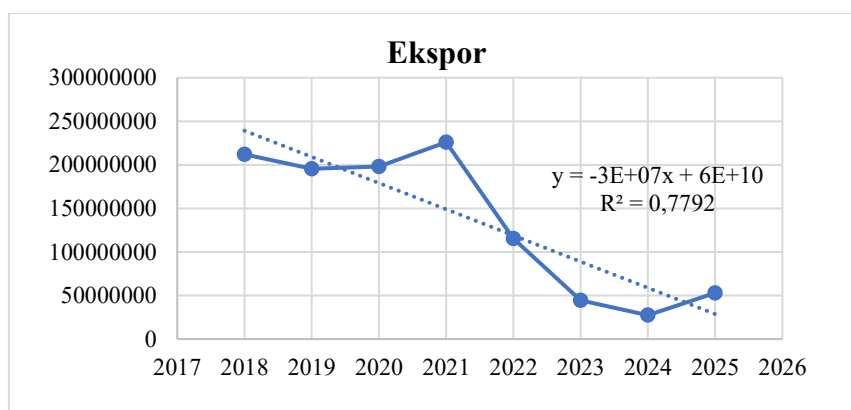
Perhitungan kapasitas pabrik menggunakan metode regresi linier dapat dilakukan apabila semua aspek menghasilkan R^2 dengan nilai minimal 0,9. Pada Gambar 1.1 hingga gambar 1.4 dapat dilihat bahwa nilai R^2 lebih kecil dari 0,9, maka penentuan kapasitas pabrik VCM yang dirancang untuk berdiri pada tahun 2030 dapat dilakukan menggunakan metode rata-rata laju pertumbuhan.

1. Grafik Regresi Linier Impor



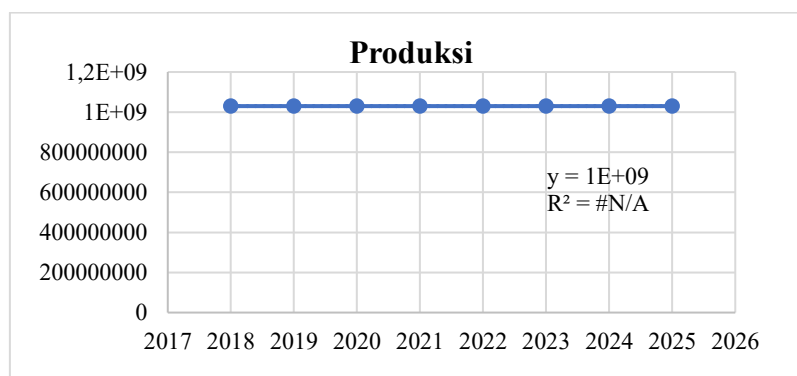
Gambar 1.1 Grafik Regresi Linier Imor VCM

2. Grafik Regresi Linier Ekspor



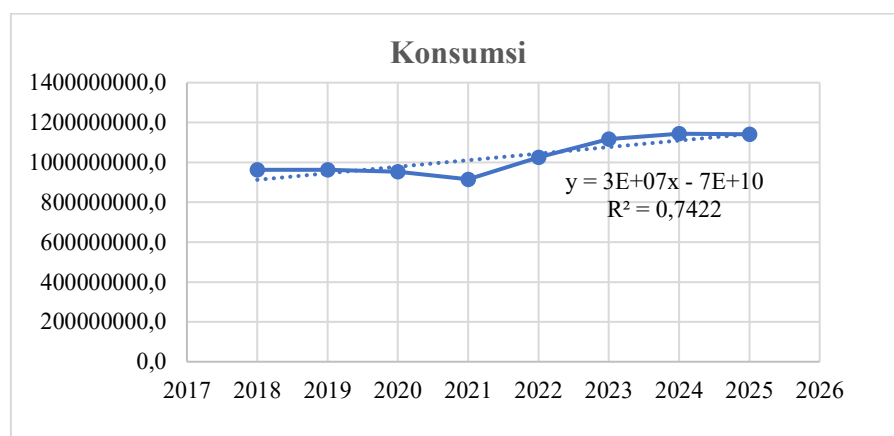
Gambar 1.2 Grafik Regresi Linier Eskpor VCM

3. Grafik Regresi Linier Produksi



Gambar 1.3 Grafik Regresi Linier Produksi VCM

4. Grafik Regresi Linier Konsumsi



Gambar 1.4 Grafik Regresi Linier Konsumsi VCM

Berdasarkan perhitungan menggunakan grafik dapat disimpulkan bahwa penentuan kapasitas produksi VCM tidak dapat dilakukan menggunakan metode regresi linier karena nilai R^2 pada keseluruhan data kurang dari 0,9. Sehingga penentuan kapasitas produksi dapat dilakukan menggunakan metode rata-rata laju pertumbuhan.

b. Metode Pertumbuhan Rata-rata

Penentuan kapasitas pabrik VCM menggunakan metode pertumbuhan rata-rata didasarkan pada data produksi, konsumsi, impor dan ekspor. Adapun persamaan yang digunakan dalam penentuan kapasitas pabrik menggunakan metode pertumbuhan rata-rata sebagai berikut

$$M = P_o (1 + i)^n$$

Dimana:

M	= Jumlah yang diperkirakan
P _o	= Data terakhir
i	= Kenaikan rata-rata
n	= rencana pendirian pabrik

Tabel 1.2 Pertumbuhan Rata-Rata Impor VCM (BPS,2025)

Tahun	Impor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan Impor (i) (%)
2018	144.285.340	0,00
2019	127.740.417	-11,47
2020	121.070.215	-5,22
2021	111.129.303	-8,21
2022	110.382.107	-0,67
2023	131.713.608	19,33
2024	141.123.634	7,14
2025	163.692.558	15,99
Rata-Rata	131.394,300	2,4

- Perkiraan konsumsi impor pada tahun 2030

$$M_{(2030)} = 163.692,5588 \text{ Ton/Tahun } (1 + 0,024128621)^5$$

$$M_{(2030)} = 184.417,2129 \text{ Ton/Tahun}$$

Tabel 1.3 Pertumbuhan Rata-Rata Ekspor VCM (BPS,2025)

Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan Ekspor (i) (%)
2018	212.006,940	0,00
2019	195.566,352	-7,75
2020	198.092,400	1,29
2021	225.976,094	14,08
2022	1.152.36,485	-49,01
2023	44.534,118	-61,35
2024	27.413,954	-38,44
2025	52.950,367	93,15
Rata-Rata	133.966,100	-6,9

- Perkiraan konsumsi ekspor pada tahun 2030

$$M_{(2030)} = 52.950,367 \text{ Ton/Tahun } (1 + (-0,068625422))^5$$

$$M_{(2030)} = 37.109,993 \text{ Ton/Tahun}$$

Tabel 1.4 Pertumbuhan Rata-Rata Produksi VCM (BPS,2025)

Tahun	Produksi (Ton/Tahun)	Pertumbuhan Produksi (i) (%)
2018	1.030.000,000	0,00
2019	1.030.000,000	0,00
2020	1.030.000,000	0,00
2021	1.030.000,000	0,00
2022	1.030.000,000	0,00
2023	1.030.000,000	0,00
2024	1.030.000,000	0,00
2025	1.030.000,000	0,00
Rata-Rata	1.030.000,000	0,00

- Perkiraan Produksi pada tahun 2030

$$M_{(2030)} = 1.030.000 \text{ Ton/Tahun } (1 + 0)^5$$

$$M_{(2030)} = 1.030.000$$

Tabel 1.5 Pertumbuhan Rata-Rata Konsumsi VCM (BPS,2025)

Tahun	Konsumsi (Ton/Tahun)	Pertumbuhan Konsumsi (i) (%)
2018	962.278,400	0,00
2019	962.174,065	-0,01
2020	952.977,815	-0,96
2021	915.153,209	-3,97
2022	1.025.145,622	12,02
2023	1.117.179,490	8,98
2024	1.143.709,680	2,37
2025	1.140.742,191	-0,26
Rata-Rata	1.027.420,1	2,6

- Perkiraan konsumsi pada tahun 2030

$$M_{(2030)} = 1.140.742,191 \text{ Ton/Tahun } (1 + 0,025966034)^5$$

$$M_{(2030)} = 1.296.738,543 \text{ Ton/Tahun}$$

1.2.3 Kapasitas Minimum Pabrik Sejenis

Tabel 1.6 Kapasitas Produksi Pabrik VCM di Dunia (Uhde, T., 2025)

Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
PT Asahimas Chemical	Cilegon, Banten	900.000
PT Sulfindo Adiusaha	Serang, Banten	130.000
Sayanskchimplast	Sayansk, Russia	350.000
Mexichem SA de CV	Coatzacoalcos, Mexico	600.000
Petroquímica de Venezuela	Maracaibo, Venezuela	155.000
S.N.E.P.	Morocco	200.000
Sayanskchimplast	Russia	200.000
Arvand Petrochemical Co.	Bandar Imam, Iran	343.000
Formosa Plastics Corp.	USA	240.000
Vinnolit GmbH & Co.	Middle East	1.020.000
Sasol Polymers	Sasolburg, South Africa	205.000
VESTOLIT GmbH	Marl, Germany	190.000
Sinopec International	Zibo, Shandong, China	400.000
Shanghai Chlor Alkali C.C.	Shanghai, China	130.000
Petkim Petrokimya Holding	Aliaga/Izmir, Turkey	152.000
Vinnolit GmbH & Co. KG	Knapsack, Germany	330.000

Berdasarkan data pabrik produksi VCM yang sudah berdiri di dunia, kapasitas produksi VCM dunia sekitar 130.000 – 1.020.000 ton/tahun. Di mana pabrik VCM dengan kapasitas produksi terkecil, yaitu PT. Sulfindo Adiusaha dan Shanghai Chlor Alkali C.C. dengan kapasitas produksi 130.000 ton/tahun sedangkan yang tertinggi adalah Vinnolit GmbH & Co. dengan kapasitas produksi 1.020.000 ton/tahun. Dari perhitungan kapasitas produksi dengan metode rata-rata laju pertumbuhan, didapatkan peluang kebutuhan VCM pada tahun 2030 yaitu sebesar 71.658,7934 ton/tahun. Oleh karena itu, pabrik *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) ini akan mengambil 97,68515% untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berdasarkan peluang tersebut, pra-perancangan pabrik *Vinyl Chloride Monomer* ini akan dibangun dengan kapasitas yaitu 70.000 ton/tahun.

1.2.4 Ketersediaan Bahan Baku

Proses pembuatan *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) ini menggunakan bahan baku *Ethylene Dichloride* (EDC). Dalam pra-rancangan pabrik, ketersediaan bahan salah satu faktor dalam penentuan kapasitas produksi agar dapat memenuhi kebutuhan produksi. Terdapat 2 industri yang memproduksi *Ethylene Dichloride* (EDC) di Indonesia, yaitu PT Asahimas Chemical dan PT Sulfindo Adiusaha yang memiliki kapasitas produksi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan produksi pabrik *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) ini.

Tabel 1.7 Ketersediaan EDC di Indonesia

Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT Asahimas Chemical	Cilegon, Banten	443.000 ton/tahun
PT Sulfindo Adiusaha	Serang, Banten	380.000 ton/tahun

Dari data ketersediaan *Ethylene Dichloride* (EDC) di Indonesia, maka direncanakan kebutuhan bahan baku EDC untuk produksi *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) diambil dari kedua pabrik tersebut. Berdasarkan (European Patent, 2014), konversi *Ethylene Dichloride* (EDC) menjadi *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) yaitu sebesar 55%. Sehingga, dalam menentukan kebutuhan EDC perlu mempertimbangkan jumlah produksi EDC yang terkonversi dan tidak terkonversi agar menghasilkan jumlah VCM sesuai dengan kapasitas produksi yang diinginkan, yaitu 70.000 ton/tahun. Kebutuhan EDC dalam negeri yang dibutuhkan untuk memproduksi VCM dapat dihitung sebagai berikut.

	$C_2H_4Cl_{2(g)}$	$\rightarrow$	$C_2H_2Cl_{(g)}$	$HCl_{(g)}$
	<i>Ethylene Dichloride</i>		<i>Vinyl Chloride Monomer</i>	Asam Klorida
	A		B	C
m :	1 mol		-	-
r :	0,55 mol		0,55 mol	0,55 mol
s :	0,45 mol		0,55 mol	0,55 mol

Maka dapat diumpamakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Mol B sisa} &= \frac{\text{Kapasitas}}{BM} = \frac{70.000 \text{ ton/tahun}}{62,5 \text{ g/mol}} = \frac{70.000.000.000 \text{ g/tahun}}{62,5 \text{ g/mol}} \\
 &= 1.120.000.000 \text{ mol/tahun}
 \end{aligned}$$

Dapat diasumsikan bahwa nilai 0.55 mol pada sisa C_2H_2Cl (VCM) adalah 1.120.000.000 mol/tahun. Maka nilai 1 mol pada mula-mula $C_2H_4Cl_2$ (EDC) adalah sebagai berikut.

$$\frac{1}{\text{mol EDC}} = \frac{0.55}{1.120.000.000 \text{ mol/tahun}}$$

$$\text{mol EDC} = 2.036.363.636 \text{ mol/tahun}$$

$C_2H_4Cl_{2(g)}$	$\rightarrow$	$C_2H_2Cl_{(g)}$	$HCl_{(g)}$
<i>Ethylene Dichloride</i>		<i>Vinyl Chloride Monomer</i>	Asam Klorida
A (mol/tahun)		B (mol/tahun)	C (mol/tahun)
m : 2.036.363.636		-	-
r : 1.120.000.000		1.120.000.000	1.120.000.000
s : 916.363.636,4		1.120.000.000	1.120.000.000

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan } C_2H_4Cl_2 &= \text{Nilai mol/tahun } C_2H_4Cl_2 \times \text{BM } C_2H_4Cl_2 \text{ g/mol} \\ &= 2.036.363.636 \text{ mol/tahun} \times 99 \text{ g/mol} \\ &= 201.600 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_2H_4Cl_2 \text{ Bereaksi} &= \text{Nilai mol/tahun } C_2H_4Cl_2 \times \text{BM } C_2H_4Cl_2 \text{ g/mol} \\ &= 1.120.000.000 \text{ mol/tahun} \times 99 \text{ g/mol} \\ &= 110.880 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_2H_4Cl_2 \text{ sisa} &= \text{Nilai mol/tahun } C_2H_4Cl_2 \times \text{BM } C_2H_4Cl_2 \text{ g/mol} \\ &= 916.363.636,4 \text{ mol/tahun} \times 99 \text{ g/mol} \\ &= 90.720 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hasil Produk } C_2H_2Cl &= \text{Nilai mol/tahun } C_2H_2Cl \times \text{BM } C_2H_2Cl \text{ g/mol} \\ &= 1.120.000.000 \text{ mol/tahun} \times 62.5 \text{ g/mol} \\ &= 70.000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hasil Produk HCl} &= \text{Nilai mol/tahun HCl} \times \text{BM HCl g/mol} \\ &= 1.120.000.000 \text{ mol/tahun} \times 36.5 \text{ g/mol} \\ &= 40.880 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas didapatkan jumlah perkiraan kebutuhan *Ethylene Dichloride* (EDC) dalam pembuatan *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) dengan kapasitas 70.000 ton/tahun adalah sebanyak 201.600 ton/tahun Adapun suplai bahan baku EDC didapatkan dari PT Asahimas Chemical, Cilegon,

Banten yang memproduksi EDC sebesar 443.000 ton/tahun dan PT Sulfindo Adiusaha, Serang, Banten yang memproduksi EDC sebesar 380.000 ton/tahun.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang penting guna mendukung kelancaran usaha. Peninjauan lokasi dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai aspek, meliputi ketersediaan bahan baku dan utilitas, sarana transportasi, kebijakan pemerintah daerah, serta kondisi sosial dan lingkungan. Beberapa faktor pendukung yang memungkinkan untuk dipilih sebagai lokasi pendirian pabrik *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) antara lain Kecamatan Anyar, Kabupaten Serang dan Kecamatan Ciwandan Kota Cilegon, keduanya berada di Provinsi Banten. Pemilihan ini didasarkan pada kedekatan terhadap sumber bahan baku utama, yaitu *Ethylene Dichloride* (EDC), yang diproduksi oleh PT Asahimas Chemical dan PT Sulfindo Adiusaha. Lokasi pabrik ditentukan berdasarkan perbandingan aspek-aspek dalam matriks berikut.

Tabel 1.8 Matriks Pemilihan Lokasi Pabrik

Aspek	Kab. Serang, Banten	Kota Cilegon, Banten
Bahan Baku	Dekat PT Asahimas Chemical ($\pm 3,8$ km), namun lebih jauh dari PT Sulfindo Adiusaha ($\pm 36,7$ km).	Berada di klaster industri petrokimia Cilegon, dekat PT Asahimas Chemical ($\pm 5,4$ km) dan PT Sulfindo Adiusaha (± 30 km).
Skor	3	3
Aspek	Kab. Serang, Banten	Kota Cilegon, Banten
Harga Tanah	Harga lahan industri di kawasan Anyar dan sekitarnya berada pada kisaran $\pm \text{Rp}2.000.000/\text{m}^2$ (Brighton, 2026).	Harga tanah di pinggiran Kota Cilegon telah mencapai sekitar $\pm \text{Rp}2.500.000/\text{m}^2$ (99.co, 2016).
Skor	3	2
Transportasi	Darat: Gerbang Tol Cilegon Barat (± 22 km), Jalan Raya Anyer-Cilegon (± 8 km), Jalan Lingkar Selatan (± 10 km).	Darat: Gerbang Tol Cilegon Barat (± 10 km), Jalan Raya Anyer-Cilegon (± 2 km), Jalan Lingkar Selatan (± 3 km). Laut:

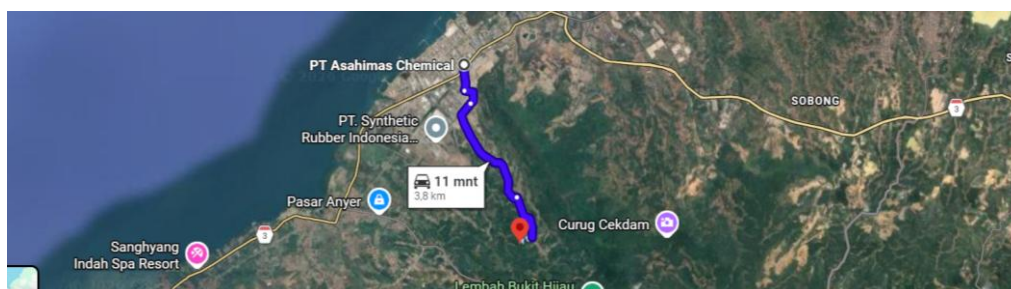
	Laut: Pelabuhan Banten Pelabuhan Banten Ciwandan (± 4 Ciwandan (± 6 km), Pelabuhan Merak (± 26 km).	Udara: Bandara Internasional Soekarno-Hatta (± 85 km).
Skor	2	3
Listrik	GI Batang/Gunungsugih Ciwandan (± 15 km); GI Peni Kawasan Lotte Chemical (± 20 km); PLTGU Cilegon Puloampel (± 20 km).	GI Batang/Gunungsugih Ciwandan (± 4 km); GI Peni Kawasan Lotte Chemical (± 10 km); PLTGU Cilegon Puloampel (± 12 km).
Skor	3	3
Kebijakan Pemerintah Daerah	Kabupaten Serang memiliki potensi pengembangan industri karena didukung ketersediaan lahan yang luas dan kebijakan pengembangan wilayah Kabupaten Serang, walaupun belum terintegrasi secara langsung dengan kawasan industri petrokimia utama dan infrastruktur industri strategis sebagaimana yang terdapat di Kota Cilegon.	Kota Cilegon memiliki dukungan kebijakan pemerintah yang lebih baik karena berada dalam Kawasan Peruntukan Industri (KPI) sesuai RTRW Kota Cilegon Tahun 2020–2040, termasuk dalam klaster industri petrokimia nasional, didukung infrastruktur industri yang lengkap, kemudahan perizinan, serta ekosistem industri kimia dan petrokimia yang telah berkembang.
	PERDA Kab. Serang No. 3 Tahun 2025.	PERDA Kota Cilegon No. 1 Tahun 2020
Skor	3	3
UMK	Rp 5.178.521 (Gubernur Banten, 2025)	Rp 5.728.444 (Gubernur Banten, 2025).
Skor	2	1
Total Skor	16	15

**Keterangan Skala 1–3: 1 = kurang, 2 = cukup, 3 = baik.*

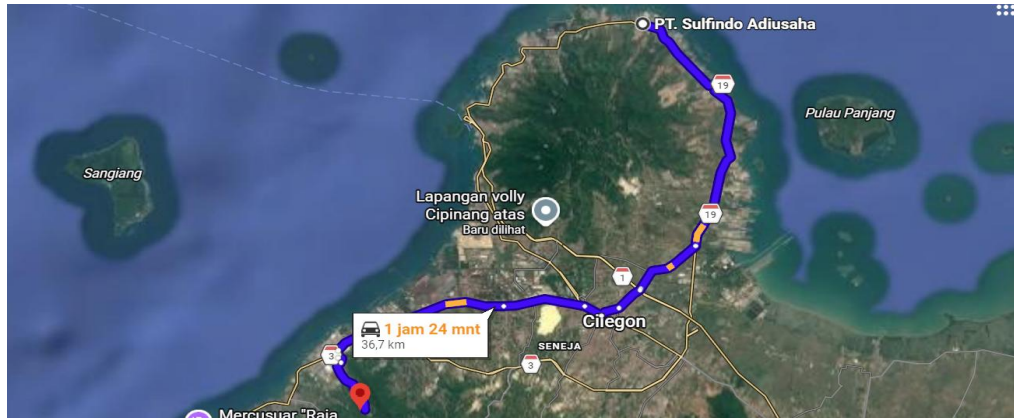
Berdasarkan hasil evaluasi pada Tabel 1.8, Lokasi 1, yaitu Desa Kosambironyok, Kecamatan Anyar, Kabupaten Serang memperoleh total skor 16, lebih tinggi dibandingkan Lokasi 2 di Kecamatan Ciwandan, Kota Cilegon yang memperoleh skor 15. Faktor pembeda utama terletak pada harga tanah dan kebijakan pemerintah daerah, di mana Lokasi 1 menawarkan harga tanah yang lebih kompetitif sebesar Rp 2.000.000/m² dibandingkan Lokasi 2 sebesar Rp 2.500.000/m² (Brighton.co.id, 2025; Rumah123.com, 2025). Sementara dari sisi UMK, Lokasi 1 di Kabupaten Serang memiliki nilai UMK tahun 2026 sebesar Rp 5.178.521, yang lebih rendah dibandingkan UMK Kota Cilegon sebesar Rp 5.728.444, sehingga memberikan efisiensi dari sisi biaya tenaga kerja. Dengan demikian, Desa Kosambironyok, Kecamatan Anyar, Kabupaten Serang ditetapkan sebagai lokasi pendirian pabrik VCM.

1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama dalam proses produksi VCM melalui *cracking* EDC adalah *Ethylene Dichloride* (EDC). Ketersediaan EDC dalam jumlah yang mencukupi dan dengan biaya transportasi yang efisien merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan operasional pabrik. Terdapat dua pemasok EDC utama yang berlokasi di kawasan Banten, yaitu PT Asahimas Chemical yang beroperasi di Kota Cilegon dengan kapasitas produksi sebesar 443.000 ton/tahun, serta PT Sulfindo Adiusaha yang berlokasi di Kabupaten Serang dengan kapasitas produksi sebesar 380.000 ton/tahun (PT Asahimas Chemical, 2025; PT Sulfindo Adiusaha, 2025).



Gambar 1.5 Jarak PT Asahimas Chemical Menuju Rencana Lokasi Pabrik

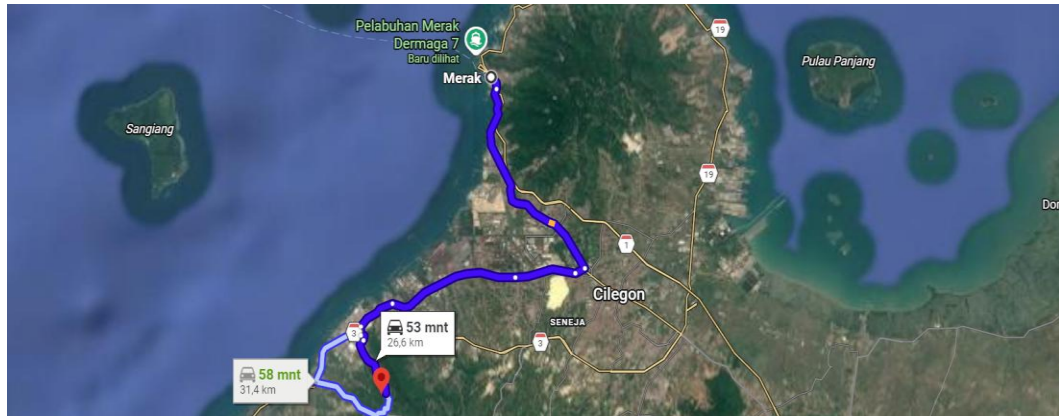


Gambar 1.6 Jarak PT Sulfindo Adiusaha Menuju Rencana Lokasi Pabrik

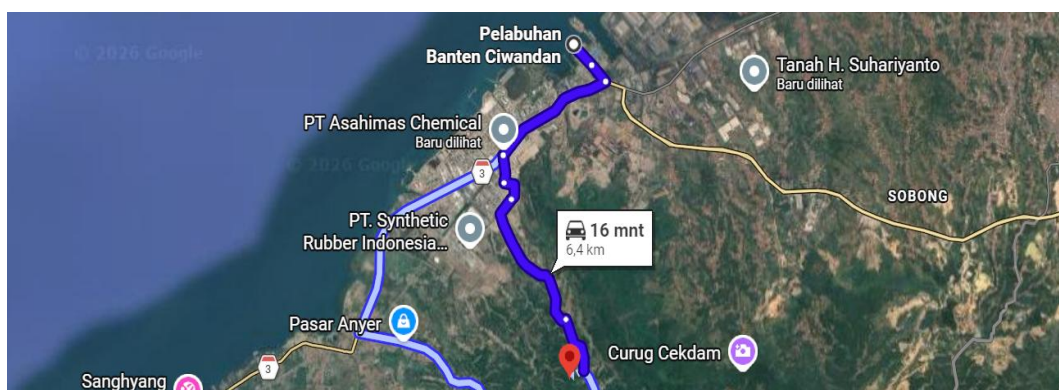
Lokasi pabrik yang direncanakan berada di Kecamatan Anyar, Kabupaten Serang, berjarak hanya sekitar 3,8 km dari PT Asahimas Chemical di Ciligon. Kedekatan jarak ini secara signifikan mereduksi biaya logistik dan risiko keterlambatan pasokan. Selain itu, pabrik juga dapat mengandalkan pasokan dari PT Sulfindo Adiusaha di Serang yang berjarak sekitar 36,7 km sebagai alternatif sumber bahan baku, sehingga kontinuitas produksi tetap terjamin meskipun terjadi gangguan pada salah satu pemasok.

1.3.2 Pemasaran Produk

Pabrik *vinyl chloride monomer* dirancang untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik serta mendukung permintaan ekspor. Pemilihan lokasi pabrik mempertimbangkan kedekatan dengan Pelabuhan Merak yang berjarak sekitar 26 km, sehingga distribusi produk ke luar negeri menjadi lebih mudah dan efisien. Selain itu, di wilayah Banten terdapat berbagai industri yang menggunakan *vinyl chloride monomer* sebagai bahan baku, seperti PT Asahimas Chemical, PT Sulfindo Adiusaha, PT Standard Toyo Polymer, PT TPC Indo Plastic and Chemicals, PT Riken Indonesia, dan PT Asia Polyplas Industri. Sebagian besar perusahaan tersebut berada di kawasan yang relatif dekat dengan lokasi pabrik, sehingga dapat mendukung kelancaran distribusi dan menekan biaya transportasi.



Gambar 1.7 Jarak Pelabuhan Merak Menuju Rencana Lokasi Pabrik



Gambar 1.8 Jarak Pelabuhan Banten Ciwandan Menuju Rencana Lokasi Pabrik

1.3.3 Utilitas

Operasional pabrik *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) memerlukan pasokan utilitas yang stabil dan memadai, meliputi listrik, air proses, steam, dan bahan bakar. Penyediaan listrik untuk kebutuhan pabrik di Kecamatan Anyar, Kabupaten Serang dapat dipasok dari beberapa sumber yang berada dalam jangkauan, yaitu Gardu Induk (GI) Batang di Gunungsugih, Ciwandan dengan jarak sekitar 15 km dari lokasi pabrik, serta GI Peni yang berada di kawasan Lotte Chemical pada jarak sekitar 20 km, dan PLTGU Cilegon di Puloampel yang berjarak sekitar 20 km. Jaringan transmisi listrik yang telah terbangun di kawasan industri Banten memberikan jaminan keandalan pasokan energi listrik bagi operasional pabrik.

Pengadaan air untuk kebutuhan sanitasi atau proses produksi di pabrik dapat diperoleh dari PT Krakatau Tirta Industri. Untuk penyediaan listrik diperoleh dari PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) Suralaya. Dalam penyediaan bahan bakar diperoleh dari PT Pertamina Patra Niaga Plumpang.

1.3.4 Keadaan Geografis

Lokasi pabrik yang direncanakan berada di Desa Kosambironyok, Kecamatan Anyar, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Secara geografis, Kecamatan Anyar terletak di pesisir barat laut Kabupaten Serang, berbatasan langsung dengan Selat Sunda di sebelah barat. Posisi ini memberikan keuntungan strategis berupa akses langsung ke jalur pelayaran internasional yang melewati Selat Sunda. Kecamatan Anyar juga berbatasan dengan Kota Cilegon di sebelah timur, yang merupakan kawasan industri berat terkemuka di Indonesia, sehingga lokasi ini berada dalam ekosistem industri yang sudah tertata dengan baik.

Sementara itu, kawasan Kecamatan Anyar secara umum berada pada topografi yang relatif datar dengan ketinggian rendah di sepanjang pesisir, yang sangat sesuai untuk pengembangan kawasan industri berskala besar. Kondisi tanah yang stabil dan tidak berada di zona rawan bencana geologis menjadikan kawasan ini layak secara teknis untuk pembangunan infrastruktur industri berat seperti pabrik VCM.

1.3.5 Transportasi

Sarana transportasi sangat penting sebagai penunjang utama guna penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Penyediaan bahan baku *ethylene dichloride* akan ditransportasikan dari PT Asahimas Chemical dan PT Sulfindo Adi Usaha melalui jalur darat Jalan Raya Anyer, Banten. Pemasaran produk ke luar Pulau Jawa atau ekspor ke luar negeri dapat dilakukan dengan jalur laut melalui Pelabuhan Merak atau Banten Ciwandan. Sementara untuk moda udara, Bandara Internasional Soekarno-Hatta dapat dijangkau dalam jarak sekitar 95 km, yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan mobilitas tenaga ahli dan pengiriman komponen teknis berukuran kecil dan bernilai tinggi.

1.3.6 Iklim

Wilayah Banten memiliki kondisi topografi dataran rendah yang berkisar antara 0-200 mdpl dengan suhu udara rata-rata 27 °C dan kelembaban udara rata-rata sekitar 83%. Pemilihan pendirian lokasi pabrik di Banten merupakan pilihan tepat karena tidak memiliki cuaca ekstrim. Meskipun demikian, perancangan bangunan dan fasilitas pabrik perlu mempertimbangkan potensi angin kencang dari arah Selat Sunda serta risiko curah hujan tinggi pada musim penghujan, terutama dalam desain sistem drainase kawasan industri. Aspek iklim ini telah banyak

diantisipasi dalam perencanaan kawasan industri di Banten melalui standar konstruksi yang berlaku (SNI 1726:2019).

1.3.7 Tenaga Kerja

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Serang tahun 2025, jumlah angkatan kerja di Kabupaten Serang mencapai 873,86 ribu jiwa dengan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) sebesar 8,73%, sehingga jumlah pengangguran diperkirakan mencapai 76,29 ribu jiwa. Sementara itu, Kota Cilegon memiliki Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) sebesar 7,41% pada tahun 2025. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa baik Kabupaten Serang maupun Kota Cilegon memiliki ketersediaan tenaga kerja yang cukup besar untuk mendukung operasional pabrik. Selain itu, lokasi pabrik juga relatif dekat dengan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang merupakan perguruan tinggi negeri terbesar di Provinsi Banten dan menghasilkan lulusan di bidang teknik, sains, serta manajemen yang berpotensi menjadi sumber tenaga kerja profesional bagi pabrik *vinyl chloride monomer* (VCM).

1.3.8 Kebijakan Pemerintah

Pemerintah Kabupaten Serang memiliki regulasi perindustrian yang mendukung pengembangan sektor industri melalui Peraturan Daerah dan regulasi turunan dari Peraturan Daerah Nomor 3 Tahun 2025 tentang Pengelolaan Kawasan Industri (PERDA No. 3 Tahun 2025). Regulasi ini memberikan landasan hukum yang jelas bagi pendirian dan operasional kawasan industri, termasuk kemudahan perizinan, pengelolaan lingkungan, serta pengembangan infrastruktur pendukung industri (JDIH Kabupaten Serang, 2025). Sehingga, dukungan regulasi ini, dapat menciptakan iklim investasi yang kondusif bagi pendirian pabrik VCM di kawasan tersebut.

1.3.9 Lingkungan

Proses produksi VCM melalui *cracking* EDC menghasilkan limbah berupa gas HCl, senyawa organoklorin, dan limbah cair yang harus dikelola sesuai baku mutu lingkungan yang berlaku. Lokasi pabrik di Kecamatan Anyar memiliki keuntungan karena berada pada kawasan industri yang telah didukung fasilitas pengelolaan limbah, seperti IPAL dan penanganan limbah B3, sehingga dapat meminimalkan dampak terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar. Selain itu, pembangunan pabrik wajib memenuhi persyaratan AMDAL sesuai Undang-

Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Permen LHK No. P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019; UU No. 32 Tahun 2009).

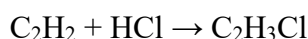
1.4 Tinjauan Proses

1.4.1 Macam – macam Proses

Vinyl Chloride Monomer (VCM) merupakan senyawa beracun dengan kenampakan berupa cairan seperti minyak dan tidak berwarna yang memiliki rumus molekul $C_2H_4Cl_2$. *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) pertama kali diproduksi pada tahun 1930. Proses produksi VCM disebut sebagai proses hidroklorinasi asetilen dengan bahan baku berupa asetilen dan asam klorida. Seiring perkembangan industri, pada tahun 1950 ditemukan metode baru dalam produksi VCM. Proses produksi ini disebut dengan *thermal cracking ethylene dichloride* (EDC) dengan bahan baku yang digunakan berupa etilen diklorida. Seiring meningkatnya kebutuhan VCM, produksi VCM menggunakan proses *thermal cracking dichloride* lebih banyak digunakan dibandingkan dengan proses hidroklorinasi asetilen yang harus menggunakan katalis dengan harga yang mahal dan berpotensi mencemari lingkungan.

a. Proses Hidroklorinasi Asetilen

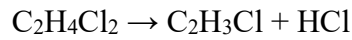
Proses hidroklorinasi asetilen pertama kali digunakan pada tahun 1930 dengan mereaksikan asetilen dan asam klorida dengan katalis merkuri klorida yang diendapkan pada karbon aktif dengan reaksi berikut.



Proses ini beroperasi pada temperatur reaksi dengan rentang 160-200°C dengan tekanan 1 atm. Yield produk yang dihasilkan melalui proses ini dapat mencapai 97%, sementara konversi reaksi berada pada kisaran 70%. Meskipun demikian, penggunaan katalis merkuri klorida memiliki beberapa kelemahan antara lain sifatnya yang beracun, tidak ramah lingkungan, serta mudah menguap dan menyublim sehingga berpotensi menyebabkan penurunan efektivitas katalis. Selain itu, tingginya biaya bahan baku turut menjadi faktor yang menyebabkan pembentukan VCM melalui proses hidroklorinasi asetilen mulai ditinggalkan dalam penerapan industri (Dutta, 2013).

b. Proses *Thermal Cracking Ethylene Dichloride*

Proses *thermal cracking* yang umumnya disebut sebagai reaksi pirolisis digunakan pada tahun 1950. Metode *thermal cracking* menggunakan bahan baku berupa EDC yang diperoleh dari proses *direct chlorination* dan *oxychlorination* tanpa menggunakan katalis dalam prosesnya, dengan reaksi sebagai berikut:



Proses ini beroperasi pada temperatur reaksi antara 480-550 °C dengan tekanan 1 – 25 atm. Proses *thermal cracking* dinilai ekonomis karena hanya menggunakan EDC sebagai bahan baku. Konversi reaksi dari proses ini mencapai 45 – 75%. Namun, pada proses ini diperlukan unit pemurnian karena hasil *cracking* pada bahan baku EDC masih mengandung impuritas (Dry et al., 2003).

1.4.2 Perbedaan Macam-Macam Proses

Menurut Dutta, T. (2013) tentang Proses Hidroklorinasi dan Salto et al. (2014) tentang Proses *Thermal cracking* Berikut merupakan tabel perbandingan dari kedua proses tersebut.

Tabel 1.9 Perbandingan macam-macam proses

Pembanding	Proses Hidroklorinasi	Proses <i>Thermal Cracking</i>
Bahan Baku	Asetilen dan asam klorida	<i>Ethylene Dichloride</i>
Katalis	Merkuri Klorida (HgCl_2) yang diendapkan pada karbon aktif	Tidak menggunakan katalis
Reaksi Kimia	$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl} + \text{HCl}$
Konversi	70%	45-75%
Jenis Reaktor	<i>Fixed Bed Multitube Reactor</i>	<i>Plug Flow Reactor</i>
Kondisi Reaksi	T : 160 - 200°C	T : 480 -550°C
	P : 1 atm	P : 1 – 25 atm
Proses Operasi	<i>Batch</i>	<i>Continue</i>
Kelebihan	• Hasil yield tinggi yang mencapai 97%	• Aspek ekonomis lebih tinggi karena menggunakan satu bahan baku.

	• Konversi reaksi mencapai 70% • Sudah ada <i>scale up industry</i> dan terbukti menguntungkan • Konversi 45-75%
Kekurangan	• Penggunaan katalis yang sangat beracun sehingga memungkinkan untuk terjadi pencemaran pada lingkungan • Katalis yang digunakan memiliki sifat mudah menguap dan menyublim sehingga mengakibatkan penonaktifan katalis. • Harga bahan baku yang cukup mahal • Diperlukan unit pemurnian karena hasil <i>cracking</i> pada bahan baku EDC masih belum terkonversi.

Berdasarkan pertimbangan, pemilihan proses ditetapkan pada pembentukan *vinyl chloride monomer* (VCM) melalui proses *thermal cracking* karena pada proses ini menggunakan satu bahan yaitu *ethylene dichloride* (EDC) dan dalam prosesnya tidak menggunakan katalis. Proses *thermal cracking* juga sudah di-*scale up* dalam skala industri yang memiliki konversi reaksi mencapai 75%.