

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Asam akrilat ($C_3H_4O_2$) merupakan bahan kimia yang sering digunakan di industri poliakrilat, hidrosiakrilat, *coating formulations*, *superabsorbent polymers* (SAPs), sebagai bahan pembuatan metil akrilat, dan polimer deterjen serta penggunaan lainnya seperti: perekat, pelapis kertas dan kulit, pemoles, *coating tablet*, dan pengolahan limbah. Penggunaan asam akrilat pertama kali dibuat pada tahun 1847 dengan mengoksidasi *acrolein* dengan udara dan dikomersialkan pada tahun 1930. Konsumsi asam akrilat hingga tahun 1980 meningkat oleh karena ditemukannya aplikasi yang baru seperti sebagai bahan baku *superabsorbent* dan detergen [1].

Di Indonesia, pabrik asam akrilat yang saat ini berdiri yaitu PT. Nippon Shokubai di Cilegon dengan kapasitas produksi sebesar 140.000-ton/tahun. Berdasarkan Biro Pusat Statistik Indonesia, Indonesia masih mengimpor asam akrilat sebesar 7000-ton pada tahun 2020. Pada umumnya asam akrilat di Indonesia digunakan untuk bahan dasar cat yang diproduksi oleh pabrik cat yaitu PT. Avia Avian, PT. Nippon Paint, dan PT. ICI Paint dengan perkiraan kebutuhan asam akrilik sebesar 110.000-ton/tahun, serta digunakan untuk pembuatan metil akrilat. Pada tahun 2025 diprediksi impor metil akrilat di Indonesia mencapai 32.500-ton, sehingga untuk meningkatkan produksi metil akrilat juga diperlukan bahan baku asam akrilat yang lebih.

Saat ini, propilen digunakan sebagai bahan dasar produksi asam akrilat. Bahan tersebut merupakan bahan yang bukan terbarukan dan asal mula propilen berasal dari minyak bumi. Penelitian dilakukan Braga dkk (2021) menunjukkan bahan gliserol dapat digunakan sebagai bahan pengganti propilen dari bahan terbarukan [2]. Dari hal tersebut perlu dilakukan analisa dan pembangunan pabrik asam akrilat dengan bahan dasar gliserol untuk memenuhi kebutuhan asam akrilat.

BAB I PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia secara umum berkembang dengan pesat. Hal tersebut terlihat pada Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) tahun 2015-2030. Indikator dari RIPIN untuk tahun 2035 diharapkan rasio impor untuk sebagai bahan baku sektor industri mampu menurunkan hingga 20%, kontribusi ekspor produk industri mencapai 80% dan jumlah tenaga kerja di sektor industri mencapai 29,2 juta orang [3]. Maka dari itu, dengan mendirikan pabrik asam akrilat diharapkan mampu meningkatkan peran industri nasional sebagai penggerak perekonomian nasional dan membuka perluasan kesempatan kerja.

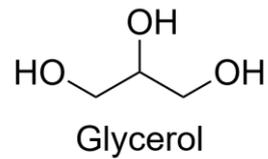
Pembangunan pabrik asam akrilat di Indonesia memiliki perananan untuk meningkatkan hasil produksi dalam negeri sehingga mengurangi ketergantungan impor asam akrilat, dengan memanfaatkan bahan produk Indonesia lain seperti gliserol untuk dijadikan asam akrilat. Pembangunan pabrik asam akrilat dapat membuka lapangan kerja baru untuk memenuhi RIPIN agar tingkat pengangguran di Indonesia dapat menurun dan menghasilkan pekerja yang memiliki kemampuan di bidang industri.

I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Gliserol sebagai bahan baku pembentukan Asam Akrilat

Gliserol yang memiliki rumus kimia $C_3H_8O_3$ merupakan senyawa kimia organik yang berasal dari reaksi hidrolisis, saponifikasi, atau transesterifikasi dari trigliserida. Reaksi tersebut menghasilkan gliserol dengan asam lemak bebas. Gliserol adalah alkohol trihidrat sederhana dalam bentuk cairan kental bening dan tidak berbau yang memiliki rasa manis yang memiliki bentuk molekul seperti pada Gambar I.1.

BAB I PENDAHULUAN



Gambar I.1. Struktur Kimia Gliserol

Di Indonesia, perusahaan yang memproduksi gliserol murni dengan kapasitas produksi 73.800-ton/tahun terletak di Medan. Produk yang dihasilkan oleh perusahaan memiliki kemurnian sebesar 99.5%. Beberapa karakteristik fisika gliserol tercantum pada Tabel I.1.

Tabel I.1. Sifat Karakteristik Fisika Gliserol [4]

Rumus Molekul	Karakteristik	Keterangan
C ₃ H ₈ O ₃	Berat Molekul	92,09 gram/mol
	Titik didih	290 °C
	Titik leleh	18,2 °C
	Densitas	954 cp @ 25 °C
	Viskositas	533 cp
	Titik nyala	177 °C
	Bentuk	Cairan
	Warna	Coklat
	Bau	Tidak bau
	Solubilitas	100 mg/ml @64 °F
	Temperatur kritis	723 K
	Tekanan kritis	40 Bar
	ΔH_f^o liquid (@ 298 K)	582.8 kJ/mol
	ΔH_f^o gas (@ 298 K)	-582.8 kJ/mol
	ΔH_v^o	18.284 kJ/mol
	C _p gas	114,58 J/(mol K)
C _p liquid	218,9 J/(mol K)	

BAB I PENDAHULUAN

Gliserol dapat disimpan pada suhu ruang dalam jumlah banyak. Penyimpanan gliserol harus dihindarkan dari bahan-bahan seperti *oxidizing agents*, asam kuat dan basa kuat karena mudah terbakar. Gliserol memiliki sifat *hygroscopic* berarti mudah menyerap air sehingga perlu tempat penyimpanan dilengkapi dengan *venting* dan silika. Bahan untuk tempat penyimpanan gliserol lebih baik menggunakan *stainless steel* [5].

I.2.2. Oksigen murni sebagai bahan baku untuk dehidrasi

Oksigen merupakan bahan yang mudah terbakar sehingga penyimpanan harus dihindari dari bahan pemicu api. Oksigen digunakan untuk proses oksidasi gliserol. Konsentrasi oksigen yang digunakan adalah 100% (99,6%) (99,999% (Rp 400.000-500.000/40L/6m³) N₂ 1 ppm, (*moisture content*) H₂O 1 ppm, total *hydrocarbon* 1 ppm) guna untuk memaksimalkan produksi dari asam akrilat. Sifat karakteristik fisika dari oksigen dapat dilihat pada Tabel I.2.

Tabel I.2. Sifat Karakteristik Fisika Oksigen [4]

Rumus Molekul	Karakteristik	Keterangan
O ₂	Berat Molekul	32 gram/mol
	Titik didih	-183 °C
	Densitas	1,33 kg/m ³
	Bentuk	Gas
	Warna	Tidak berwarna
	Bau	Tidak bau
	Solubilitas	4,889 cm ³ O ₂ /100 cm ³ air
	Temperatur kritis	154,58 K
	Tekanan kritis	50,43 bar

I.2.3. Vanadium Silikat sebagai katalis pembentukan asam akrilat

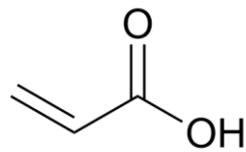
Vanadium silikat ($O_9Si_3V_2$) merupakan katalis *bifunctional* yang dapat digunakan untuk bahan baku katalis pembuatan asam akrilat. Mekanisme katalis tersebut dapat mengoksidasi dan mereduksi reaksi pembentukan asam akrilat. Selektifitas dari katalis vanadium silikat terhadap produksi asam akrilat sebesar 85,4% dan dapat mengkonversi gliserol sebesar 94,6% [2].

Tabel I.3. Sifat Karakteristik Fisika Vanadium Silikat

Rumus Molekul	Karakteristik	Keterangan
$O_9Si_3V_2$	Berat Molekul	181,88 g/gmol
	Titik didih	1750 °C
	Titik leleh	681 °C
	Densitas	3,654 @21,7 °C
	Bentuk	Bubuk kristal
	Warna	Kuning-merah
	Bau	Tidak bau
	Solubilitas	0,07 g/100g @ 25°C

I.2.4. Asam Akrilat sebagai Produk Utama

Asam akrilat ($C_3H_4O_2$) adalah senyawa organik yang tidak berwarna pada suhu ruang, dimana sangat menarik untuk aplikasi diberbagai industri dan di lingkungan. Dengan adanya α - β gugus karboksil yang tak jenuh, asam akrilat dapat dioksidasi untuk menghasilkan produk turunan polimer yang dapat diaplikasikan ke industri seperti *super adsorbents*, *fabric components*, *detergents*, *paper additives*, *coating materials*, dan *plastic*.



Acrylic acid

Gambar I.2. Gambar Struktur Asam Akrilat

Umumnya, produksi asam akrilat berasal dari bahan baku propilen. Bahan tersebut merupakan bahan berasal dari minyak bumi (petrokimia) dengan mengoksidasi propilen sampai dua tahap. Pada pra-rencana pabrik ini bahan baku pembuatan asam akrilat menggunakan gliserol.

Tabel I.4. Sifat Karakteristik Fisika Asam Akrilat [4]

Rumus Molekul	Karakteristik	Keterangan
C ₃ H ₄ O ₂	Berat Molekul	72,06 gram/mol
	Titik didih	141,2 °C
	Titik leleh	13,5 °C
	Densitas	1,54 g/ml @ 25 °C
	Titik nyala	54 °C
	Bentuk	Cair
	Warna	Tidak berwarna
	Bau	Acrid odor
	Solubilitas	100 mg/ml @63 °F
	Temperatur kritis	615 K
	Tekanan kritis	56.6 bar
	C _{p gas}	78.636 J/mol K
	C _{p liquid}	166.66 J/mol K

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

I.3.1. Kegunaan Produk

Asam akrilat digunakan sebagai bahan baku untuk ester akrilik, akrilik metil, etil akrilat, butil akrilat, dan akrilat 2 – *ethylhexyl* yang pada awalnya digunakan untuk memproduksi resin akrilik berbasis pelarut, tetapi karena permasalahan lingkungan maka dikembangkannya akrilik berbasis air [1]. Kegunaan akrilik berbasis air terutama dalam industri dekoratif, batu dan *coating* serta kegunaan lainnya seperti perekat, pelapis kertas dan kulit, pemoles, dan *coating tablet* [1]. Penggunaan asam akrilat yang utama lainnya yaitu dalam pembuatan polyakrilat yang digunakan sebagai pengental dan dispersan, selain itu sebagai resin untuk *binders* dalam cat. Asam akrilat juga digunakan sebagai komonomer dengan akrilamida dalam poliakrilamida anionik dan menghasilkan hidroksilat yang digunakan dalam formulasi industri *coating* [1].

I.3.2. Keunggulan Produk

Asam akrilat merupakan produk yang memiliki berbagai macam kegunaan dalam bidang industri maupun medis. Asam akrilat banyak diproduksi dari bahan mentah seperti propilen dan hampir seluruh industri menggunakan bahan mentah untuk pembuatan asam akrilat dari propilen. Propilen merupakan senyawa turunan dari minyak bumi dimana ketersediaan bahan tersebut terbatas dan dunia memulai untuk menuju sumber terbarukan yang ramah lingkungan.

Salah satu bahan pengganti yang ramah lingkungan dan memiliki prospek yang baik dibidang ekonomi adalah Gliserol. Gliserol merupakan bahan yang terbentuk dari proses pembuatan biodiesel dimana menggunakan bahan terbarukan sehingga lebih ramah lingkungan [2,6]. Selain itu dari analisa yang dilakukan oleh Braga dan kolega menunjukkan bahwa menggunakan bahan mentah gliserol memiliki waktu operasi yang lebih singkat untuk memenuhi kriteria ekonomi *Net Present Value* (NPV) dan *Internal Rate of Return* (IRR)

dimana gliserol membutuhkan waktu 5 tahun sedangkan propilen (6 tahun) [2].

I.4. Ketersediaan Bahan baku dan Analisis Pasar

I.4.1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang dipilih untuk memproduksi asam akrilat yaitu gliserol, merupakan bahan organik yang dibentuk dari proses hidrolisis, saponifikasi, atau transesterifikasi trigliserida. Gliserol yang tersedia dipasar terdapat gliserol murni dan *crude* gliserol. Pada proses pembuatan asam akrilat digunakan gliserol yang murni, maka dari itu pemilihan bahan gliserol yang murni [2,6]

Pemilihan gliserol murni memiliki beberapa pertimbangan seperti untuk mengurangi tahapan proses pemurnian bahan baku dikarenakan adanya penambahan proses pemurnian maka biaya untuk pembangunan lebih tinggi selain itu ada beberapa pabrik yang dapat memproduksi gliserol murni [6]. Daftar pabrik produksi gliserol murni di Indonesia dapat dilihat pada Tabel I.5.

Tabel I.5. Daftar Pabrik Produksi Gliserol Murni di Indonesia [7]

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
PT. Sinar Oleochemical	Medan	73.800
PT. Flora Sawita	Medan	60.000
PT. Cisadane Raya Chemical	Tangerang	133.000
PT. Wings Surya	Surabaya	3.500
PT. Unilever Indonesia	Surabaya	8.450

Pabrik yang dipilih sebagai *supplier* untuk bahan baku pembuatan pabrik asam akrilat yaitu PT. Sinar Oleochemical (PT. SOCIMAS) di Medan dengan pertimbangan bahwa kemurnian gliserol mencapai 99,5 % lebih tinggi dibanding dengan pabrik lainnya, kemudian lokasi pembangunan pabrik asam akrilat di Medan sehingga dapat dilakukan pengiriman melalui jalur darat dan menggunakan

BAB I PENDAHULUAN

isotank *container* dengan kapasitas 21.000 L untuk menampung gliserol dari PT. Sinar Oleochemical sampai ke tujuan Pabrik Asam Akrilat.

I.4.2. Analisis pasar

Perancangan kapasitas produksi membutuhkan analisa pasar agar mengetahui jumlah asam akrilat yang akan diproduksi yang berhubungan dengan ketersediaan bahan baku, sehingga dapat dapat memenuhi perancangan kapasitas produksi. Asam akrilat sering digunakan di industri sebagai bahan *intermediate* untuk produksi cat. Pabrik cat terbesar di Indonesia yang menggunakan asam akrilat sebagai bahan *intermediate* yaitu PT Avia Avian dengan kapasitas produksi 200.000-ton/tahun, PT Nippon Paint dengan kapasitas produksi 250.000-ton/tahun, dan PT ICI Paint dengan kapasitas produksi 100.000-ton/tahun, sehingga total produksi cat di Indonesia sekitar 550.000-ton/tahun. Kebutuhan asam akrilat dalam cat rata-rata sebesar 20% [8], sehingga dengan menggunakan faktor 0,2 untuk kebutuhan bahan baku asam akrilat dalam produksi cat didapatkan konsumsi asam akrilat sekitar 110.000-ton/tahun.

Asam akrilat di Indonesia diproduksi oleh PT. Nippon Shokubai dengan kapasitas yang terbentuk adalah 140.000-ton/tahun. Berdasarkan dari data yang BPS, asam akrilat di ekspor dan di impor dapat dilihat dari Tabel I.6.

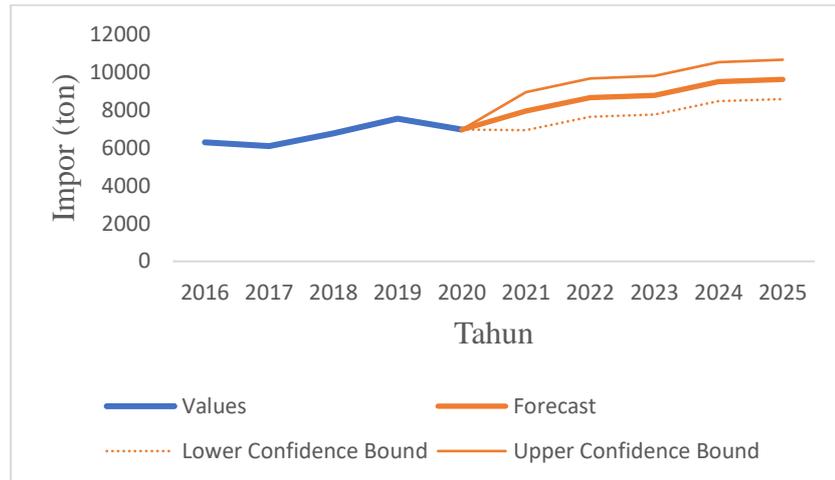
Tabel I.6. Data Ekspor dan Impor Asam Akrilat [9]

	Impor, kg	Ekspor, kg
2016	6.298	22.772
2017	6.091	27.601
2018	6.758	26.247
2019	7.541	32.860
2020	6.959	33.514

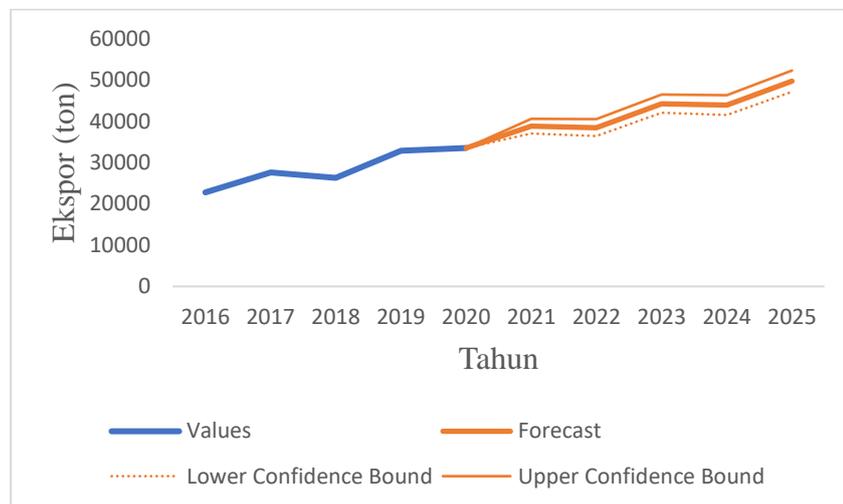
BAB I PENDAHULUAN

Dari data tersebut pada bagian ekspor dan impor dilakukan estimasi pada tahun 2025, estimasi tersebut menggunakan metode *forecast* linier menggunakan excel 2021. Metode tersebut mengambil dari beberapa data yang kemudian diplotkan dalam grafik dan memasukan data persen *confidence interval* (95%) untuk memprediksi ekspor-impor pada tahun 2025. Hasil tersebut dapat dilihat di gambar I.3 dan I.4. Grafik yang dihasilkan memiliki data *upper confidence* dan *lower confidence*, untuk memperoleh data digunakan *upper confidence*. Dari *forecast* tersebut di dapatkan prediksi impor asam akrilat di Indonesia berkisar 23.917-ton, sedangkan data ekspor asam akrilat di Indonesia berkisar 52.270-ton pada tahun 2025.

BAB I PENDAHULUAN



Gambar I.3. Grafik Impor Asam Akrilat di Indonesia



Gambar I.4. Grafik Ekspor Asam Akrilat di Indonesia

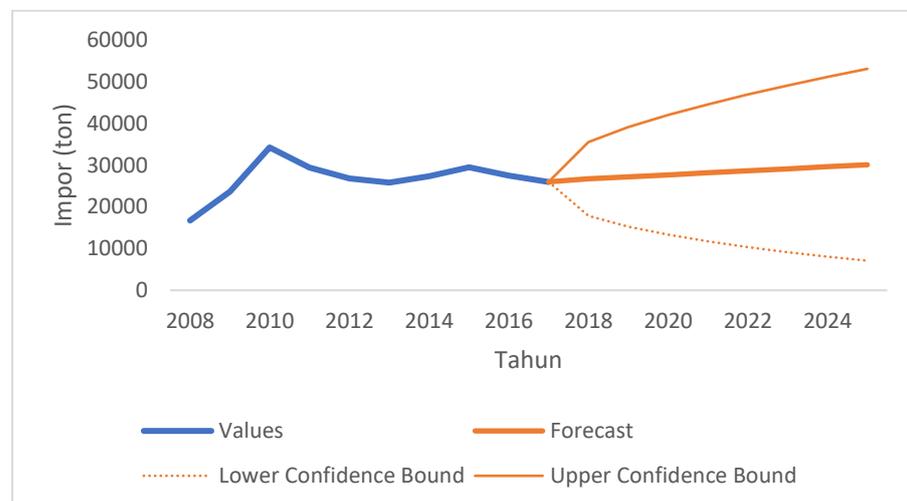
Kegunaan asam akrilat di Indonesia selain cat digunakan sebagai bahan baku pembuatan metil akrilat. Di Indonesia, metil akrilat di impor dengan data seperti pada tabel I.7.

BAB I PENDAHULUAN

Tabel I.7. Data impor metil akrilat di Indonesia

Tahun	Impor, ton
2008	16.725
2009	23.681
2010	34.227
2011	29.387
2012	26.806
2013	25.800
2014	27.342
2015	29.464
2016	27.465
2017	25.987

Dari data tersebut, prediksi dilakukan dengan menggunakan metode *forecast* linier (excel 2021). Hasil *forecast* dengan *upper confidence* untuk tahun 2025 yaitu 53.047-ton/tahun dengan prediksi seperti pada gambar I.5.



Gambar I.5. Grafik impor metil akrilat di Indonesia

BAB I PENDAHULUAN

Dari beberapa data yang didapatkan dilakukan analisa kekosongan pasar untuk asam akrilat. Analisa kekosongan pasar digunakan persamaan (1)

$$\text{Kekosongan pasar} = (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Impor} + \text{Produksi}) \quad (1)$$

Dari persamaan tersebut, data yang diperoleh diatas akan disubstitusi maka didapatkan sebagai berikut:

$$\text{Kekosongan pasar} = \text{ekspor asam akrilat} + \text{konsumsi industri cat} + \text{konsumsi metil akrilat} - (\text{impor asam akrilat} + \text{produksi asam akrilat})$$

$$\text{Kekosongan pasar} = (52.270 + 110.000 + 53.047) - (23.917 + 140.000)$$

$$\text{Kekosongan pasar} = 51.400 \text{ ton/tahun}$$

Dari kekosongan pasar tersebut, jumlah yang didapatkan adalah 51.400-ton/tahun. Jika dibandingkan dengan pabrik PT. Nippon Shokubai yang hanya satu-satunya produksi asam akrilat di Indonesia, kapasitas produksi asam akrilat sebesar 140.000-ton/tahun tetapi dengan bahan baku propilen. Pabrik yang didirikan dalam pra-rencana pabrik ini memiliki keunggulan dalam bahan baku menggunakan gliserol karena merupakan bahan terbarukan dan berlimpah. Untuk memenuhi kebutuhan asam akrilat yang meningkat maka dapat disimpulkan bahwa kapasitas produksi pabrik yang akan digunakan sebesar 55.000-ton/tahun untuk hari kerja 330 hari per tahunnya atau 166,7 ton/hari.

Selain itu, kebutuhan global asam akrilat pada tahun 2019 mencapai 8,3 juta ton per tahunnya dan kebutuhan tersebut meningkat hingga mencapai 9,44 juta ton pada tahun 2025. Kebutuhan tersebut dipenuhi dengan beberapa perusahaan terbesar global yang memproduksi asam akrilat, dapat dilihat pada tabel I.8. Pabrik-pabrik tersebut memproduksi asam akrilat menggunakan bahan dasar dari propilen.

BAB I PENDAHULUAN

Tabel I.8. Perusahaan global yang memproduksi asam akrilat.

No.	Nama perusahaan	Lokasi	Produksi/tahun	Sumber
1.	Arkema	Texas, United States America	90.000-ton	[10]
2.	BASF (Badische Anilin-und SodaFabrik)	German	160.000-ton	[11]
3.	Mitsubishi Chemical Holding	Japan	90.000-ton	[12]
4.	Nippon Shokubai	Japan	880.000-ton	[13]
5.	Dow Chemical Company	United States America	580.000-ton	[14]

Pada perhitungan sebelumnya, didapatkan data bahwa ekspor asam akrilat Indonesia cukup besar. Kebutuhan internasional Asam Akrilat pada setiap negara seperti Cina sebesar 8,98%, Belgia sebesar 8,66% dari kebutuhan global asam akrilat. Berdasarkan kebutuhan masing-masing negara tersebut, maka ditetapkan kapasitas produksi asam akrilat sebesar 55.000-ton/tahunnya. Kapasitas tersebut dinilai lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas pabrik global dikarenakan bahan baku dan metode yang dipakai tergolong baru. Jika meninjau dari sisi kekosongan pasar Indonesia, diketahui kebutuhan pasar sebesar 51.400-ton/tahun sehingga dengan kapasitas 55.000-ton dapat memenuhi 100% kebutuhan pasar di Indonesia dan sisanya dapat diekspor ke negara Cina, Belgia, dan sebagainya.