

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sejalan dengan berkembangnya Industri di Indonesia, diversifikasi usaha telah banyak dilakukan. Banyak bahan mentah atau setengah jadi diolah menjadi produk *intermediate* atau produk jadi, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap produk impor. Dalam usaha ini pemerintah memprioritaskan pada pembangunan industri yang dapat merangsang pertumbuhan industri yang lain, sehingga diharapkan pertumbuhan tersebut akan semakin pesat.

Perkembangan teknologi dan industri tersebut menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan produk metil metakrilat. Metil metakrilat (MMA) dengan rumus molekul $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$ merupakan senyawa turunan ester yang dapat digunakan sebagai bahan baku pada industri cat, industri peralatan rumah tangga, industri komestik, dan industri polimer (Ullmann's, 1989).

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan metil metakrilat adalah aseton sianohidrin, asam sulfat, dan metanol. Kemampuan polimerisasi metil metakrilat pertama kali diketahui pada tahun 1880, ketika terbentuk serbuk putih dari proses distilasi metil metakrilat (Ullmann's, 1989).

Pada tahun 1983, metil metakrilat mulai diproduksi di Jepang oleh Mitsubishi Group melalui proses oksidasi isobutan yang dikembangkan kembali pada tahun 1988 melalui proses aseton sianohidrin. Sampai saat ini, metil metakrilat sangat diperlukan sebagai bahan baku berbagai industri kimia. Dengan meningkatnya kebutuhan akan metil metakrilat, maka diperlukan pengembangan metode esterifikasi yang memungkinkan produksi secara kontinyu dan efisien (Ullmann's, 1989).

Pertimbangan utama yang melatarbelakangi berdirinya pabrik metil metakrilat ini, pada prinsipnya adalah sama dengan sektor-sektor lain, yaitu untuk melakukan usaha yang secara sosial-ekonomi cukup menguntungkan. Karena sifatnya yang prospektif di masa yang akan datang yaitu memiliki potensi pasar

yang tinggi, bahan baku yang mudah diperoleh, teknologi yang memadai dan terdapatnya tenaga pelaksana, maka keuntungan dapat dicapai dengan adanya pendirian pabrik metil metakrilat ini. Namun hal tersebut akan terwujud apabila didukung dengan kemampuan modal yang memadai.

Metil metakrilat adalah salah satu bentuk monomer dari akrilik resin. Bahan kimia ini mudah terbakar, pada suhu kamar berupa cairan tak berwarna dan mempunyai rumus molekul $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$, sedangkan karakteristik lainnya antara lain mendidih pada temperatur 101°C , sedikit larut dalam air dan beberapa *solvent* organik lainnya.

Dengan berbagai sifat yang dimilikinya tersebut, aplikasi dari metil metakrilat menjadi cukup luas. Di negara-negara maju seperti Amerika Serikat, metil metakrilat banyak digunakan dalam industri pelapis kulit (24%), industri kosmetik (21%), industri cat (18%), industri peralatan rumah tangga (10%), industri polimer (8%) dan untuk industri lainnya (19%). Berdasarkan data yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik (BPS), kebutuhan metil metakrilat di Indonesia cenderung terus meningkat setiap tahunnya dan sampai saat ini belum ada pabrik yang memproduksinya, sehingga seluruh kebutuhan metil metakrilat di dalam negeri masih di impor dari beberapa negara di Asia, Eropa, dan Amerika.

1.2. Kapasitas Perancangan

Di dalam pemilihan kapasitas pabrik metil metakrilat, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu:

1. Impor metil metakrilat di Indonesia,
2. Kebutuhan metil metakrilat di Asia Tenggara,
3. Ketersediaan bahan baku,
4. Kapasitas yang beroperasi.

1.2.1. Impor Metil Metakrilat di Indonesia

Seiring dengan industri pemakainya, pendirian pabrik metil metakrilat perlu dilakukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor. Berdasarkan data impor, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan impor metil metakrilat seiring dengan kondisi industri di Indonesia. Peningkatan impor metil metakrilat di

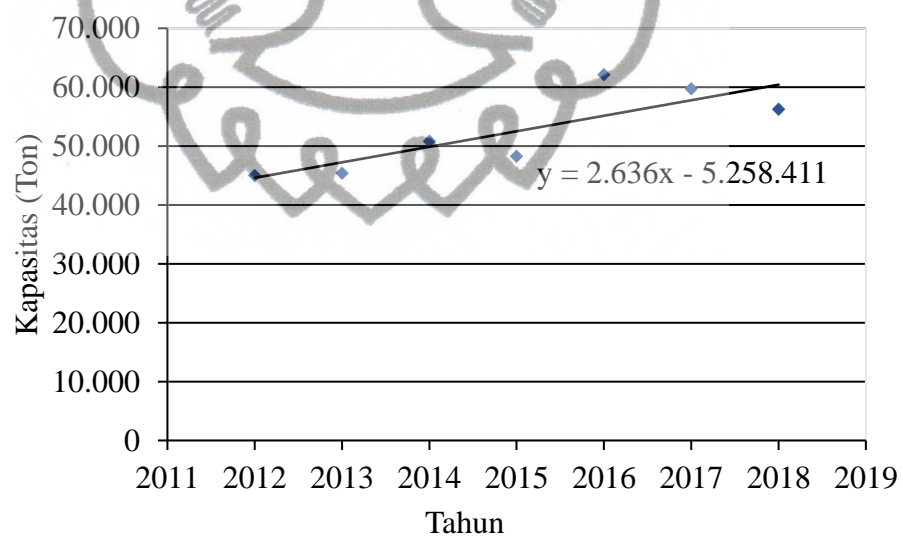
Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1-1.

Tabel 1-1 Impor Metil Metakrilat di Indonesia

Tahun	Berat (Ton)	Nilai (\$)
2012	44.968,76	141.759.806
2013	45.400,16	126.838.346
2014	50.814,03	91.926.166
2015	48.264,53	84.644.859
2016	62.136,91	106.210.266
2017	59.723,57	92.975.536
2018	56.245,32	93.520.158

(Badan Pusat Statistik, 2018)

Dari data di atas akan diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 1-1 Data Impor Metil Metakrilat di Indonesia

Bila dilakukan pendekatan regresi linier, akan diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$y = 2.636x - 5.258.411$$

dengan: y = jumlah impor metil metakrilat (ton/tahun)

x = tahun 2022

Pabrik metil metakrilat dibangun pada tahun 2020 dan akan beroperasi pada tahun 2022. Jadi, untuk tahun 2022 diperkirakan Indonesia membutuhkan metil metakrilat sebesar ± 71.581 ton.

1.2.2. Kebutuhan Metil Metakrilat di Asia Tenggara

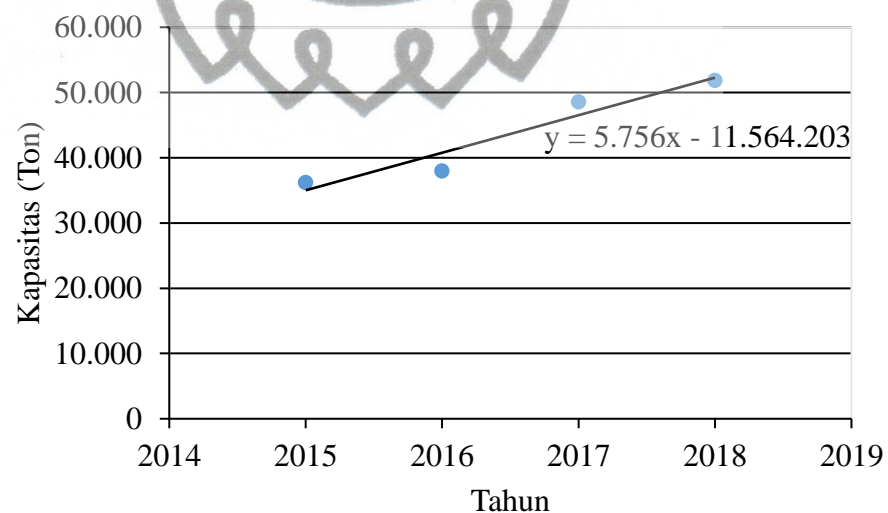
Selain untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia, pabrik metil metakrilat yang akan didirikan ini juga bertujuan untuk memenuhi kebutuhan di Asia Tenggara. Kebutuhan metil metakrilat di beberapa negara Asia Tenggara dapat dilihat pada Tabel 1-2.

Tabel 1-2 Impor Metil Metakrilat di Indonesia

Tahun	Berat (Ton)				Total
	Malaysia	Filipina	Singapura	Thailand	
2015	13.640,72	1.921,80	3.124,07	17.508,91	36.195,50
2016	12.984,14	4.304,16	3.085,65	17.586,07	37.960,01
2017	16.553,01	3.360,13	9.443,78	19.204,32	48.561,25
2018	18.755,22	2.842,04	3.482,31	26.770,30	51.849,86

(UN Data, 2015-2018)

Dari data di atas akan diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 1-2 Data Impor Metil Metakrilat di Asia Tenggara

Bila dilakukan pendekatan regresi linier, akan diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$y = 5.756x - 11.564.203$$

dengan: y = jumlah impor metil metakrilat (ton/tahun)

x = tahun 2022

Dengan mensubstitusikan harga tahun (x) = 2022 ke persamaan di atas, maka diperoleh $y = 74.429$ ton. Sehingga, dapat diperkirakan kebutuhan metil metakrilat di Asia Tenggara pada tahun 2022 sebesar 74.429 ton. Apabila rancangan pabrik yang akan didirikan berencana untuk memenuhi 11,31% dari kebutuhan impor metil metakrilat di Asia Tenggara, maka pabrik harus mengekspor metil metakrilat sebanyak 8.419 ton/tahun.

1.2.3. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada industri metil metakrilat adalah aseton sianohidrin, asam sulfat, dan metanol. Bahan baku berupa asam sulfat diperoleh dari PT Petrokimia Gresik (kapasitas 600.000 ton/tahun) dan bahan baku metanol dapat diperoleh dari PT Kaltim Methanol Industri (kapasitas 660.000 ton/tahun), sedangkan bahan baku aseton sianohidrin diperoleh dari Formosa Plastics (kapasitas 154.000 ton/tahun) di Taiwan secara impor.

1.2.4. Kapasitas yang Beroperasi

Kirk and Othmer (1995) menyatakan bahwa kapasitas yang menguntungkan untuk pabrik metil metakrilat adalah 10.000 hingga 400.000 ton/tahun. Kapasitas minimum yang sudah ada untuk pendirian pabrik metil metakrilat dengan teknologi aseton sianohidrin (ACH) adalah pabrik Quimica Metacril dengan kapasitas 13.000 ton/tahun yang berlokasi di Brazil. Sedangkan kapasitas terbesar sampai saat ini adalah pabrik Rohm and Haas dengan kapasitas 372.000 ton/tahun yang berlokasi di Deer Park, Texas. Digunakan pertimbangan kapasitas yang sudah beroperasi dengan alasan pabrik yang sudah berdiri tersebut secara teknologi terjamin serta prosesnya berlangsung dengan baik.

Tabel 1-3 Pabrik Metil Metakrilat Proses ACH

No	Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	Room and Haas, Deer Park, Texas	372.000
2.	Lucite (Ineos and ICI), Memphis, Tennessee	290.000
3.	CYRO, Fortier, Louisiana	125.000
4.	Fenoquimica, Meksiko	16.000
5.	Quimica Metacril, Brazil	13.000
6.	Inoes and ICI, Billingham, Inggris	220.000
7.	Rohm/De Gussa, Worms/ Wesseling, Jerman	200.000
8.	Atochem, Amerika	135.000
9.	Respol/ DeGussa, Worm/Wesseling, Jerman	200.000
10.	Mitsubishi Gas, Jepang	50.000
11.	Mitsubishi Rayon, Ohtake, Jepang	215.000
12.	Kuraray, Nakajo, Jepang	50.000
13.	Formosa Plastics, Taiwan	154.000
14.	Koahsiung Monomer Co., Taiwan	80.000
15.	Sumitomo Chemical Co. Ltd., Jepang	100.000
16.	LG MMA Corp., Hongkong	180.000
17.	Thai MMA Co. Ltd., Thailand	90.000

(www.prnewswire.com)

Berdasarkan pada hal-hal diatas, maka dalam perancangan pabrik metil metakrilat ini dipilih kapasitas 80.000 ton/tahun dan pabrik mulai beroperasi pada tahun 2022. Kapasitas perancangan ini ditetapkan dengan alasan sebagai berikut:

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga tidak perlu impor.
2. Dapat membuka kesempatan berdirinya lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat.
3. Sisa dari produk bisa diekspor ke luar negeri sehingga menghasilkan tambahan devisa bagi negara.

1.3. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan dan kelangsungan proses suatu pabrik, diantaranya adalah tersedianya bahan baku, pemasaran, fasilitas transportasi, tenaga kerja, air, iklim, kebijakan pemerintah mengenai kawasan industri, pajak dan peraturan serta komunikasi. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka lokasi pabrik metil metakrilat dipilih di Kawasan Industri Gresik dengan pertimbangan sebagai berikut.

1.3.1. Tersedianya Bahan Baku

Bahan baku merupakan hal yang paling utama dalam pengoperasian suatu pabrik, karena suatu pabrik akan beroperasi atau tidak sangat tergantung pada ketersediaan bahan baku. Bahan baku aseton sianohidrin diperoleh secara impor dari negara Taiwan karena di Indonesia belum ada yang memproduksinya, maka dipilih lokasi pabrik di Gresik yang dekat dengan pelabuhan kota Surabaya. Pabrik metil metakrilat direncanakan didirikan di Kawasan Industri Gresik, karena letaknya strategis dekat dengan pelabuhan dan jalan raya, sehingga akan mempermudah dalam pengadaan bahan baku dan pemasaran.

1.3.2. Pemasaran

Besar kecilnya pangsa pasar yang dikuasai oleh suatu perusahaan akan mempengaruhi perkembangan pabrik dimasa yang akan datang. Pabrik metil metakrilat yang akan didirikan ini bertujuan untuk memenuhi permintaan dalam negeri dan untuk diekspor. Untuk pemasaran dalam negeri, produk metil metakrilat akan dipasarkan di daerah industri Jawa, Sumatera, dan Kalimantan yang merupakan pusat industri baik menengah maupun industri besar, dimana semuanya merupakan pasar potensial produk metil metakrilat. Industri tersebut diantaranya SHCP Indonesia, PT Avia Avian, PT Allnex Resin Indo, PT Danapaint Indonesia, Nippon Paint, PT Atlantic Ocean Paint, PT Citra Resin, PT Warnatama Cemerlang, PT Arindo Pacific Chemical, PT Propan Raya, PT ICI Paint, dan lain-lain. Sedangkan untuk pemasaran luar negeri yaitu pabrik plastik (Malaysia, Thailand), pabrik resin (Malaysia, Singapura), pabrik cat (Filipina), dan pabrik kosmetik (Malaysia, Singapura). Dengan perbandingan presentase 88,69% dari kapasitas produksi untuk kebutuhan dalam negeri dan 11,31% untuk diekspor ke luar negeri.

1.3.3. Tersedianya Fasilitas Transportasi

Transportasi sangat dibutuhkan sebagai penunjang utama untuk penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Pemilihan lokasi pabrik di Gresik akan mempermudah dalam penjualan produk di dalam maupun luar negeri, karena dilewati jalur pantura, yaitu jalan utama penghubung Gresik dengan Surabaya. Surabaya memiliki transportasi yang sangat lengkap baik darat, laut, maupun udara yang sangat mendukung dari segi pemasaran. Dengan adanya jalur transportasi ini, maka hubungan antar daerah diharapkan tidak mengalami hambatan.

1.3.4. Tersedianya Tenaga Kerja

Faktor tenaga kerja merupakan hal yang cukup penting untuk menunjang kelancaran proses produksi. Tenaga kerja dapat dipenuhi dari sumber daya manusia ditinjau dari aspek pendidikan yang memadai, pemerataan tenaga kerja serta pemberian upah atau gaji yang cukup yang disesuaikan dengan pendidikan dan keterampilan yang dimiliki. Jawa Timur merupakan provinsi yang padat penduduk, sehingga tenaga kerja baik tenaga kasar maupun tenaga ahli mudah terpenuhi.

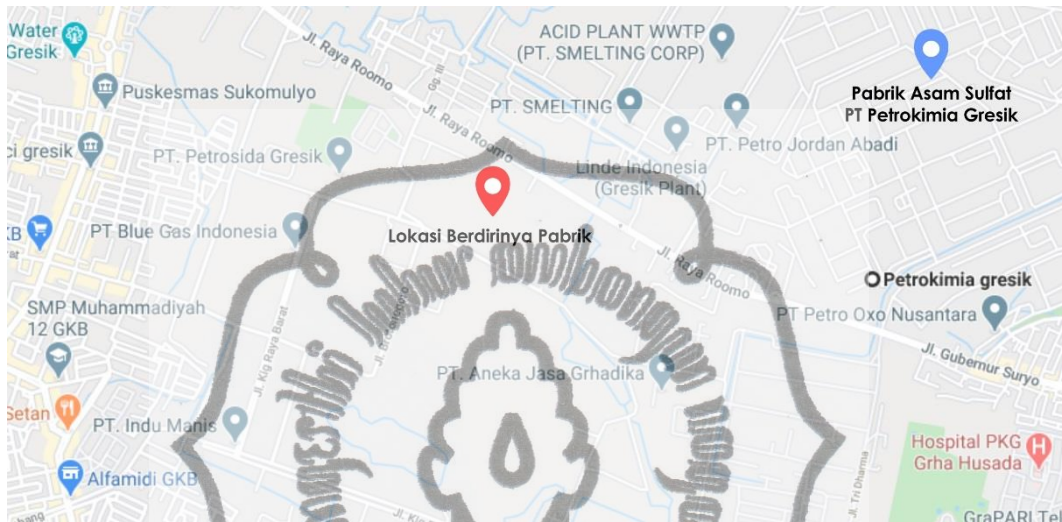
1.3.5. Tersedianya Air

Kebutuhan pabrik akan air sangat besar, untuk itu diperlukan lokasi yang memungkinkan penyediaan air yang memadai. Gresik merupakan daerah yang memiliki penyediaan air yang relatif bagus, bahkan di Kawasan Industri Gresik terdapat unit pengolahan pendukung proses yang khusus untuk penyediaan kebutuhan air bagi industri-industri yang membutuhkannya atau dapat juga disediakan dengan cara pengeboran tanah. Kawasan Gresik juga dilewati sungai dengan kapasitas air yang besar yaitu sungai Bengawan Solo dan sungai Brantas.

1.3.6. Kebijakan Pemerintah

Sesuai dengan kebijakan pengembangan industri, pemerintah telah menetapkan daerah Gresik sebagai kawasan industri yang terbuka bagi investor asing. Pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan dalam perizinan, pajak, dan lain-lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik.

Dengan masyarakat yang akomodatif terhadap perkembangan industri dan tersedianya fasilitas umum untuk hidup bermasyarakat, maka lokasi di Kawasan Industri Gresik dirasa tepat untuk didirikan pabrik metil metakrilat.



Gambar 1-3 Peta Lahan Pendirian Pabrik Metil Metakrilat

1.4.1. Macam-macam Proses

1. Metil metakrilat dari aseton sianohidrin,
2. Metil metakrilat dari isobutanol atau isobutilena,
3. Metil metakrilat dari etilen.

Proses produksi yang paling aman untuk sintesa metil metakrilat (MMA) adalah proses aseton sianohidrin (ACH). Proses ini dilakukan dengan cara menghidrolisis aseton sianohidrin untuk menghasilkan metakrilamid sulfat. Aseton sianohidrin direaksikan dengan asam sulfat berlebih (1,4-1,8 mol asam sulfat per mol aseton sianohidrin). Asam sulfat berfungsi sebagai reaktan, katalis, dan pelarut untuk reaksi. Reaksi ini berlangsung di dalam reaktor tangki alir berpengaduk pada

suhu 130°C dengan tekanan 1 atm, kemudian diikuti dengan proses pemanasan singkat *thermal cracking* (reaksi perengkahan) pada suhu 120-160°C dan tekanan 1 atm untuk mengkonversi produk samping (*α-hydroxyisobutyrate sulfate*) menjadi metakrilamid sulfat. Proses pada tahap ini berlangsung selama ±1 jam dengan konversi 90-98%. Reaksi yang berlangsung di dalam reaktor hidrolisis sebagai berikut:



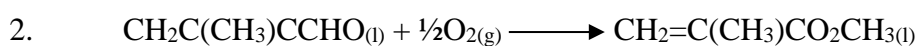
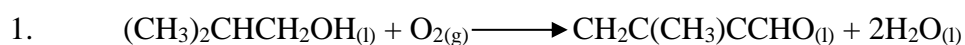
Proses selanjutnya, ekstraksi metakrilamid sulfat dengan metanol berlebih di dalam reaktor esterifikasi (reaktor tangki alir berpengaduk) pada kondisi operasi suhu 150°C dan tekanan 7 atm untuk mendapatkan produk metil metakrilat dengan produk samping amonium bisulfat. Waktu tinggal dalam reaktor ini kurang dari 1 jam dengan konversi 80-98%. Reaksi yang berlangsung di dalam reaktor eksterifikasi sebagai berikut:



Selanjutnya hasil proses esterifikasi akan melalui beberapa proses separasi (pemisahan) dan purifikasi (pemurnian) hingga di dapatkan produk metil metakrilat dengan kemurniaan tinggi dan bersih dari pengotornya (Kirk and Othmer, 1995).

1.4.1.2. Metil Metakrilat dari Isobutanol atau Isobutilena

Tahap pertama dari reaksi ini adalah mengoksidasi isobutanol menjadi metakrolein, kemudian tahap kedua adalah mengoksidasi metakrolein menjadi metil metakrilat. Kedua reaksi ini berlangsung dengan bantuan katalis. Katalis yang umum dipakai pada tahap pertama adalah oksida logam multi komponen yang mengandung bismut, molibdenum, dan sejumlah logam lain untuk meningkatkan aktivitas dan selektivitas. Tahap kedua menggunakan katalis yang dasarnya mengandung fosfolibdat, namun juga mengandung logam alkali untuk mengontrol keasaman. Masing-masing reaksi ini berlangsung dalam reaktor yang berbeda. Reaksi yang berlangsung adalah sebagai berikut:



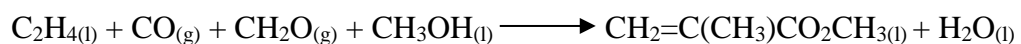
Reaktor oksidasi pertama beroperasi pada suhu 300-400°C, dengan tekanan operasi 1-2 atm. Reaktor oksidasi kedua beroperasi pada suhu 270-350°C,

dengan tekanan operasi pada 1-10 atm. Waktu tinggal bahan adalah 0,2-30 detik. Selanjutnya aliran keluar reaktor kedua dialirkan melalui *scrubber* untuk mendapatkan *crude* metil metakrilat. Keluaran *scrubber* yang berupa gas dilewatkan ke dalam *absorber* untuk menyerap metakrolein yang tidak bereaksi. Sebagai penyerap biasanya digunakan larutan asam-asam karboksilat. Gas keluar *absorber* dikirim ke unit pembakaran sebelum dibuang ke udara, sedangkan metakrolein yang terserap dialirkan ke *stripper*, dimana metakrolein akan dikembalikan ke reaktor kedua dan penyerap dikembalikan ke *absorber*. Metil metakrilat mentah yang diperoleh dikirim ke menara distilasi untuk mendapatkan metil metakrilat dengan kemurnian yang tinggi (Kirk and Othmer, 1995).

1.4.1.3. Metil Metakrilat dari Etilena

Cara lain untuk mendapatkan metil metakrilat adalah dengan cara kondensasi dengan asam propinat untuk mendapatkan metil metakrilat dan kondensasi formaldehid dengan propanol untuk mendapatkan metakrolein.

Pertama, asam propinat dihidroformilasi untuk mendapatkan propanol, yang selanjutnya dikondensasi dengan formaldehid untuk menghasilkan metakrolein. Reaksi ini berlangsung pada suhu 450°C dan pada tekanan operasi 6 atm. Reaksi ini akan memberikan konversi sebesar 68% dengan menggunakan katalis berupa logam multi komponen. Reaksi yang berlangsung adalah sebagai berikut:



(Kirk and Othmer, 1995)

Tabel 1-4 Pertimbangan Pemilihan Proses

Faktor	Bahan Baku Aseton Sianohidrin	Bahan Baku Isobutanol/Isobutilena	Bahan Baku Etilena
Alat Proses	Lebih sederhana	Lebih rumit	Lebih rumit
Proses	1. Hidrolisis 2. Esterifikasi	Oksidasi 2 tahap	Kondensasi
Suhu	1. 130°C 2. 150°C	1. 300-400°C 2. 270-350°C	450°C
Tekanan	1. 1 atm 2. 7 atm	1. 1-2 atm 2. 1-10 atm	6 atm
Konversi	97-98%	30%	68%
Katalis	-	Padat	Padat
Jenis Reaktor	RATB	PFR, RATB	PFR, RATB
Ekonomi	Bahan baku lebih murah, alat proses murah	Bahan baku mahal, alat proses mahal	Bahan baku murah, alat proses jauh lebih mahal

(www.aiche.org)

Berdasarkan ciri masing-masing proses tersebut, maka pembuatan metil metakrilat ini menggunakan proses dengan bahan baku aseton sianohidrin, dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Proses ini menghasilkan konversi yang paling tinggi, yaitu 97-98%.
2. Kondisi operasi yang mudah dicapai sehingga tidak memerlukan perlakuan awal yang rumit dan tidak memerlukan energi yang besar.
3. Katalis yang digunakan juga sebagai reaktan dan pelarut sehingga tidak memerlukan perlakuan khusus seperti pada proses yang lain.

1.4.2. Kegunaan Metil Metakrilat

Secara komersil metil metakrilat banyak digunakan sebagai bahan baku polimer, dimana polimer (polimer metakrilat) tersebut dapat diproduksi menjadi plastik yang kuat, transparan dan mempunyai kestabilan yang tinggi. Dengan banyaknya gugus ester dalam ikatan polimer menyebabkan polimer memiliki batasan sifat fisis yang cukup luas sehingga dapat dibentuk menjadi bermacam-macam jenis produk. Karakteristik khusus dari polimer ini mempunyai kejernihan

yang sangat baik dan tahan terhadap bermacam-macam reagen. Dengan sifat-sifat yang dimilikinya tersebut, maka tidak dibutuhkan zat-zat aditif dalam pembuatan plastik. Penggunaan metil metakrilat adalah sebagai berikut.

1. Industri Polimer

a. Polimetil Metakrilat (PMMA)

Penggunaan terbesar metil metakrilat adalah sebagai bahan baku dalam pembuatan polimetil metakrilat, yaitu sebesar 47% (ICIS, 2007). Polimetil metakrilat merupakan salah satu jenis resin sintesis yang diperoleh dari hasil polimerisasi metil metakrilat dengan metode emulsi dan suspensi. Sebagai plastik yang transparan dan kaku, serta memiliki sifat transmisi cahaya tampak yang hampir sempurna. Polimetil metakrilat dapat menjadi bahan yang ideal sebagai pengganti kaca. Penggunaan polimetil metakrilat yang cukup populer adalah pada tanda-tanda internal yang menyala untuk iklan dan arah. Selain itu, polimetil metakrilat juga digunakan sebagai bahan dalam pembuatan kanopi pesawat, panel instrumen, lensa pada lampu eskterior dalam mobil, kaca otomotif, dan lain sebagainya.

b. Resin Akrilik

Resin Akrilik merupakan plastik (resin) yang dihasilkan melalui reaksi kimia dengan cara menerapkan inisiator polimerisasi dan pemanasan metil metakrilat. Pada dasarnya resin akrilik tersedia dalam beberapa macam bentuk, seperti bentuk bubuk-cairan, *gel*, dan lembaran. Namun, saat ini bentuk bubuk-cairan merupakan bentuk yang paling populer. Resin akrilik terdiri atas bubuk polimer berupa polimetil metakrilat dan cairan monomer berupa metil metakrilat dengan perbandingan 3:1 (berdasarkan volume) dan 2:1 (berdasarkan berat).

c. Cat dan Pelapis

Penggunaan terbesar metil metakrilat dalam industri pembuatan cat dan resin adalah sebagai *co-monomer* pada cat dan resin berjenis

akrilik. Sebagian besar jenis cat akrilik mengandung satu atau lebih dari produk metakrilat, termasuk cat perumahan, komersial, dan industri serta pelapis bubuk. Sifat-sifat monomer metil metakrilat memungkinkan produsen pelapis polimer untuk merancang penggunaan pelapis akhir yang dapat diterapkan untuk mengurangi emisi senyawa organik yang mudah menguap yang berperan dalam pembentukan kabut asap. Metil metakrilat memungkinkan cat dan pelapis dibuat dan mudah diaplikasikan untuk menghasilkan lapisan permukaan pelindung yang tahan lama karena sangat tahan terhadap cuaca, sinar matahari dan faktor lain yang dapat menyebabkan kegagalan jenis lapisan lainnya. Penggunaan metil metakrilat tersebut antara lain pada perekat, *sealant*, pemoles lantai, tinta, *industrial finishing*, *textile finishing*, *PVC impact modifiers*, dan lain sebagainya.

2. Industri Kosmetik

Metil metakrilat digunakan sebagai bahan pengikat pada proses pembuatan kuku sintetis. Sebagai bahan pengikat pada kuku sintetis, metil metakrilat lebih cepat dan lebih kuat melekat dibandingkan dengan bahan pengikat lainnya. Kendati memiliki harga yang relatif lebih murah dibandingkan kuku akrilik lainnya, penggunaan metil metakrilat pada kuku sintetis tersebut memiliki beberapa kekurangan, diantaranya tidak fleksibel, lebih keras, dan sulit untuk dihilangkan. Kuku sintetis berbasis metil metakrilat tersebut banyak digunakan di Australia, sedangkan di Indonesia penggunaan metil metakrilat digunakan pada industri cat dan resin. Selain itu, metil metakrilat juga digunakan dalam bentuk mikrosfer di beberapa cairan yang disuntikkan dibawah kulit untuk mengurangi kerutan dan bekas luka.

3. Bidang Kesehatan

Metil metakrilat yang dapat digunakan dalam bidang kesehatan merupakan metil metakrilat yang berbasis ester asam metakrilat dan ester asam akrilat. Secara umum, penggunaan resin akrilik dalam bidang

kedokteran gigi adalah sebagai bahan *denture base*, *orthodontic base*, basis gigi tiruan, pembuatan anasir gigi tiruan (*artificial teeth*), dan dapat pula digunakan sebagai bahan restorasi untuk mengganti gigi yang rusak. Resin akrilik ini memiliki beberapa keunggulan yaitu warna dan tekstur mirip *gingiva* sehingga estetik di dalam mulut, daya serap air relatif rendah, perubahan dimensi kecil, dan dalam proses manipulasinya mudah dilakukan karena tidak memerlukan peralatan rumit. Resin akrilik yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi harus memiliki syarat-syarat agar tidak merugikan bagi operator (dokter gigi), laboran, maupun pasien yang memakainya. Syarat-syarat tersebut antara lain tidak toksik, tidak mengiritasi, mempunyai densitas yang rendah untuk memudahkan retensi dalam mulut, dan lain sebagainya. Resin akrilik yang biasa digunakan dalam kedokteran gigi merupakan resin berjenis *self-cured*, dimana pada proses pembuatannya tidak memerlukan panas dan mengandung bahan aktivator golongan amina tertier pada komposisi cairan monomernya. Selain itu, resin akrilik dengan polimetil metakrilat yang memiliki kemurnian tinggi juga digunakan dalam pembuatan peralatan medis seperti inkubator bayi, implan intraokular atau lensa intraokular (IOL), *cuvettes*, paket tes *diagnostic*, dan lain sebagainya

Tabel 1-5 Industri Berbahan Baku Metil Metakrilat

No	Jenis Industri	Produk
1.	<i>Cast Sheet</i>	<i>Reinforced Thermoplastic</i>
2.	<i>Surface Coating</i>	<i>Surface Coating</i>
3.	<i>Molding Resins</i>	<i>Chemicals for Electronic Component, Reinforced Thermoplastic</i>
4.	<i>Oil Additives</i>	<i>Automotive After Market, Lubricating Oil Additive and Synthetic Lubricant, Gasoline Additive</i>

1.4.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.3.1. Bahan Baku

1. Aseton Sianohidrin

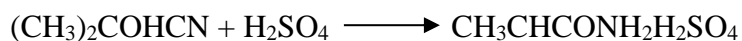
Sifat Fisis

Rumus molekul	: C_4H_7NO
Bentuk fisik	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 85,11 g/mol
Titik didih	: $170,85^{\circ}C$
Titik lebur	: $-19^{\circ}C$
Temperatur kritis	: $373,85^{\circ}C$
Tekanan kritis	: 41,91 atm
Densitas	: 928 kg/m^3 (pada $T = 30^{\circ}C$)
Viskositas	: 0,59 cP (pada $T = 30^{\circ}C$)
Kemurnian	: Minimal 98% berat aseton sianohidrin
Impuritas	: Maksimal 2% berat air

(Yaws, 1999)

Sifat Kimia

1. Bereaksi dengan asam sulfat membentuk metakrilamid sulfat.



2. Bereaksi dengan hidrazin.

Aseton sianohidrin akan bereaksi dengan hidrazin membentuk hidrazin A yang kemudian dengan oksidasi menggunakan air dan klorin akan menghasilkan 2,2 azobisisobutyronitrile (AIBN).



(Kirk and Othmer, 1995)

2. Asam Sulfat

Sifat Fisis

Rumus molekul	: H_2SO_4
---------------	-------------

Bentuk fisik	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 98,08 g/mol
Titik didih	: 336,85°C
Titik lebur	: 10,49°C
Temperatur kritis	: 651,85°C
Tekanan kritis	: 63,10 atm
Densitas	: 1.826,97 kg/m ³ (pada T = 30°C)
Viskositas	: 19,70 cP (pada T = 30°C)
Kemurnian	: Minimal 98% berat asam sulfat
Impuritas	: Maksimal 2% berat air

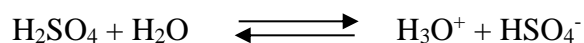
(Yaws, 1999)

Sifat Kimia

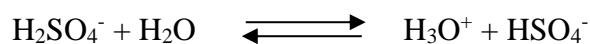
1. Merupakan asam kuat.
2. Bersifat higroskopis.
3. Asam sulfat murni sangat kecil sekali terionkan.



Kecilnya asam sulfat yang terionkan inilah yang menyebabkan konduktivitas termal asam sulfat mempunyai harga terendah pada kemurnian 100%. Jika asam sulfat murni dilarutkan dalam air, disosiasi terjadi sangat cepat.



Dengan terjadinya disosiasi ini maka konduktivitasnya akan naik sangat cepat, dan pada kandungan air yang tinggi disosiasi kedua akan terjadi.



(Kirk and Othmer, 1995)

3. Metanol**Sifat Fisis**

Rumus molekul : CH₃OH

Bentuk fisik	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 32,04 g/mol
Titik didih	: 64,75°C
Titik lebur	: -97°C
Temperatur kritis	: 239,43 °C
Tekanan kritis	: 79,81 atm
Densitas	: 782 kg/m ³ (pada T = 30°C)
Viskositas	: 0,51 cP (pada T = 30°C)
Kemurnian	: Minimal 85% berat metanol
Impuritas	: Maksimal 15% berat air

(Yaws, 1999)

Sifat Kimia

Metanol merupakan alkohol alifatik dengan rumus molekul CH₃OH yang reaktivitasnya ditentukan oleh gugus hidroksinya. Reaksi dengan metanol terjadi melalui pecahnya gugus C–O dan ikatan –H. Reaksi yang penting dalam industri:

1. Dengan logam Na membentuk sodium metilat dan gas H₂.

$$\text{CH}_3\text{OH} + \text{Na} \longrightarrow \text{CH}_3\text{ONa} + \text{H}_2$$
2. Dengan asam *acrylate* membentuk *methyl acrylate*.

$$\text{CH}_3\text{OH} + \text{CH}_2=\text{CHOOH} \longrightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
3. Dengan asam sulfat membentuk dimetil sulfat.

$$2\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow (\text{CH}_3)_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$
4. Dehidrogenasi metanol akan menghasilkan formaldehid.

$$\text{CH}_3\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2$$

(Ullmann's, 1989)

1.4.3.2. Produk Intermediet

1. Metakrilamid Sulfat

Sifat Fisis

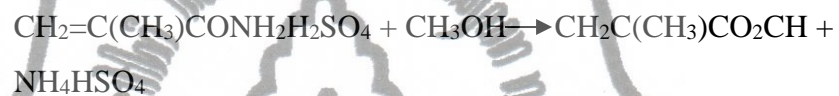
Rumus molekul	: C ₄ H ₉ NO ₅ S
Bentuk fisik	: Cair

Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 183,19 g/mol
Titik didih	: 161,05°C
Titik lebur	: 81,70°C
Densitas	: 1.112 kg/m ³ (pada T = 30°C)
Kemurnian	: Minimal 96% berat metakrilamid sulfat
Impuritas	: Maksimal 4% impuritas

(Yaws, 1999)

Sifat Kimia

Reaksi dengan metanol membentuk metil metakrilat.



(Kirk and Othmer, 1995)

1.4.3.3. Produk**1. Metil Metakrilat****Sifat Fisis**

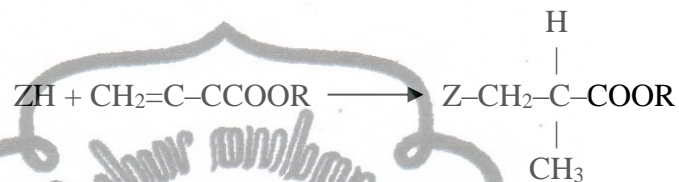
Rumus molekul	: C ₅ H ₈ O ₂
Bentuk fisik	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 100,11 g/mol
Titik didih	: 100,35°C
Titik lebur	: -48°C
Temperatur kritis	: 290,85°C
Tekanan kritis	: 36,28 atm
Densitas	: 931,76 kg/m ³ (pada T = 30°C)
Viskositas	: 0,51 cP (pada T = 30°C)
Kemurnian	: Minimal 99% berat metil metakrilat
Impuritas	: Maksimal 1% impuritas

(Yaws, 1999)

Sifat Kimia

1. Reaksi adisi pada ikatan rangkap karbon

Penambahan hidrogen sianida, hidrogen halida, hidrogen sulfida, merkaptan, alkil amina, alkohol, *phenol* atau *phosphine* akan menghasilkan β yang tersubstitusi menjadi α -*methyl propinat*.



2. Reaksi Dies-Alder

Reaksi Dies-Alder terjadi dengan diena, seperti *butadiene*, dan siklopentadiena.

(Kirk and Othmer, 1995)

2. Amonium Bisulfat

Sifat Fisis

Rumus molekul : NH_4HSO_4

Bentuk fisik : Cair

Warna : Tidak berwarna

Berat molekul : 115,12 g/mol

Titik didih : 216°C

Titik lebur : -30°C

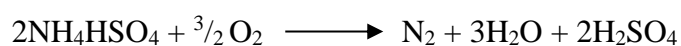
Densitas : $1.247,88 \text{ kg/m}^3$ (pada $T = 30^\circ\text{C}$)

(www.pubchem.ncbi.gov)

Sifat Kimia

Reaksi Oksidasi

Amonium bisulfat dapat dioksidasi membentuk asam sulfat, nitrogen, dan air.



(Kirk and Othmer, 1995)

1.5. Tinjauan Proses Secara Umum

Proses pembuatan metil metakrilat dilakukan dengan 2 tahapan. Tahap yang pertama yaitu reaksi hidrolisis dengan menghidrolisis metakrilamid sulfat, yang di dapat dari aseton sianohidrin dan asam sulfat. Tahap selanjutnya adalah reaksi esterifikasi untuk pembentukan metil metakrilat. Esterifikasi di definisikan sebagai suatu proses yang menghasilkan senyawa ester. Reaksi:

1. $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})(\text{CN})_{(l)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \longrightarrow \text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CONH}_2.\text{H}_2\text{SO}_{4(l)}$
2. $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CONH}_2.\text{H}_2\text{SO}_{4(l)} + \text{CH}_3\text{OH}_{(l)} \longrightarrow \text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{CH}_3_{(l)} + \text{NH}_4\text{HSO}_{4(l)}$

