



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman yang terus menerus mengalami kemajuan baik dalam bidang teknologi maupun dalam bidang industri, Indonesia terus berusaha untuk ikut mengambil bagian dalam proses pembangunan tersebut sehingga diharapkan dapat membantu peningkatan kualitas Negeri ini. Salah satunya dalam bidang pembangunan industri. Hal ini menyebabkan semakin banyaknya diversifikasi usaha yang dilakukan mulai dari bahan mentah hingga bahan setengah jadi yang diproses hingga menjadi produk *intermediate* ataupun produk jadi.

Diantara sekian banyak industri yang telah berdiri di Indonesia, peningkatan produksi industri metil metakrilat cukup baik untuk dikembangkan di Indonesia karena masih terbatasnya kebutuhan produk metil metakrilat di Indonesia yang masih berketergantungan pada produk impor. Tujuan utama yang mendasari berdirinya pabrik metil metakrilat yaitu untuk mendapatkan keuntungan baik secara sosial maupun secara ekonomi. Untuk itu industri metil metakrilat sangat prospektif untuk dikembangkan di Indonesia terutama untuk kemajuan di masa yang akan datang. Dengan tersedianya modal yang cukup memadai maka sifat prospektif industri metil metakrilat dapat terlaksana dengan baik dalam berbagai hal. Baik dalam hal pemasaran, perolehan bahan baku yang mudah didapatkan, terpenuhinya teknologi penunjang hingga tersedianya tenaga pelaksana.

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan metil metakrilat adalah aseton sianohidrin, asam sulfat dan metanol. Metil metakrilat yang digunakan dalam beberapa industri kimia sebagai *intermediate* yang berfungsi dalam industri cat, industri peralatan rumah tangga, industri komestik dan industri polimer (Ullmann's, 1989).



Metil metakrilat diketahui mampu berpolimerisasi pertama kali diketahui pada 1880 ketika diperoleh serbuk putih hasil distilasi metil metakrilat. Dalam penggunaannya kemampuan metil metakrilat dan turunannya secara komersil ditemukan pada tahun 1901 dalam sebuah tesis doctoral Otto Rohm dari University of Tubingen, yang menggambarkan pembuatan lembaran-lembaran seperti karet yang jernih dan tidak berwarna. Meskipun pada tahun 1914 Rohm memperoleh paten untuk aplikasi akrilat, namun sampai tahun 1930-an proses komersil untuk pembuatan monomer metakrilat tidak dikembangkan. Kemudian Kirk dan Othmer mendiskusikannya kembali pada tahun 1933 dan berhasil memperbaiki proses tersebut, yang ditunjang oleh percobaan-percobaan yang dilakukan oleh para ahli sebelumnya (Ullmann's, 1989).

Produksi MMA mulai dikembangkan oleh Mitsubishi di Negara Jepang pada tahun 1983 melalui proses oksidasi isobutan. Kemudian dikembangkan kembali pada tahun 1988 melalui proses aseton sianohidrin. Dengan adanya peningkatan kebutuhan metil metakrilat sebagai pemenuhan kebutuhan berbagai jenis bahan baku, maka diperlukan pengembangan metode esterifikasi yang memungkinkan produksi secara kontinyu dan efisien (Ullmann's, 1989).

Sampai saat ini kebutuhan metil metakrilat di Indonesia masih dipenuhi oleh produk impor. Berdasarkan data BPS (Biro Pusat Statistik) kapasitas produksi metil metakrilat di Negara import dari tahun 2005 hingga tahun 2014 mencapai 22.000 ton/tahun hingga 46.000 ton/tahun. Dan diketahui bahwa kebutuhan metil metakrilat setiap tahunnya di Indonesia terus meningkat sedangkan industri yang memproduksinya di Indonesia sampai saat ini belum tersedia. Hal ini menyebabkan seluruh kebutuhan metil metakrilat di dalam negeri masih di Impor dari Negara lain. Dibeberapa negara salah satunya Amerika Serikat, metil metakrilat banyak digunakan dalam industri pelapis kulit, industri kosmetik, industri cat, industri peralatan rumah tangga, industri polimer dan untuk industri lainnya.

Berdasarkan alasan-alasan diatas diharapkan pendirian pabrik metil metakrilat diharapkan dapat membantu perekonomian Negara diantaranya dapat



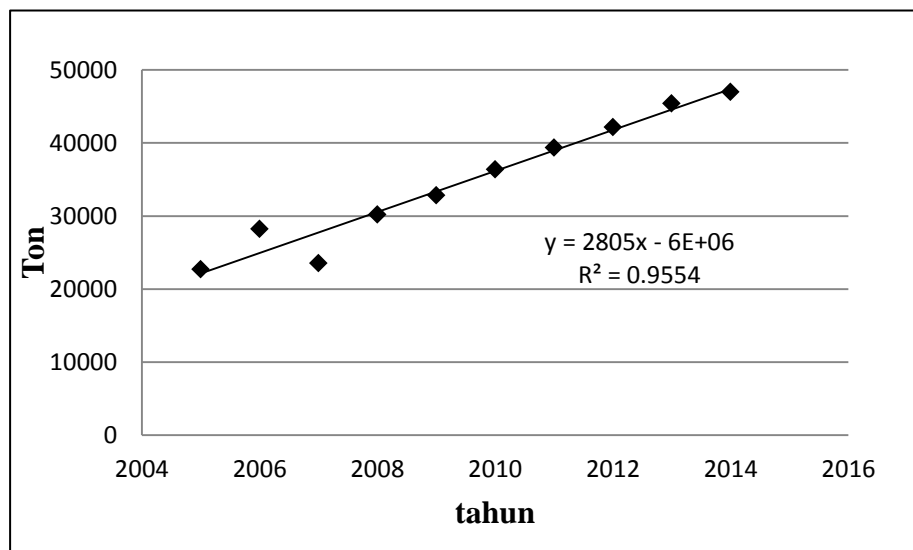
memenuhi kebutuhan pasar metil metakrilat dalam Negeri, terciptanya lapangan kerja yang dapat mengurangi jumlah pengangguran, dapat memacu pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan bahan metil metakrilat, dapat meningkatkan pendapatan Negara di bidang industri, serta dapat menghemat biaya impor.

1.2. Kapasitas Perancangan

Terdapat beberapa pertimbangan dalam pemilihan kapasitas pabrik metil metakrilat yang ditentukan berdasarkan kebutuhan impor, yaitu :

1.2.1. Kebutuhan Metil Metakrilat di Indonesia

Diketahui dari data BPS kebutuhan metil metakrilat yang terus meningkat setiap tahunnya di Indonesia dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1. Jumlah Impor Metil Metakrilat di Indonesia (BPS, 2005-2014)

Pabrik metil metakrilat ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2019 sehingga dari data BPS tahun 2005-2014 dapat ditentukan kapasitas pabrik dengan cara regresi linier dengan persamaan :

$$X = 2019$$

$$Y = 3E+06x - 6E+09$$

$$= 57.000 \text{ ton/tahun}$$

Dari persamaan diatas dapat diketahui bahwa kebutuhan metil metakrilat di Indonesia pada tahun 2019 sekitar 57.000 ton/tahun. Direncanakan pabrik berdiri



± 4 tahun mendatang sehingga dengan meningkatnya kebutuhan metil metakrilat tiap tahunnya maka perancangan pabrik metil metakrilat akan dibangun pada kapasitas produksi sebesar 65.000 ton/tahun guna mencukupi kebutuhan metil metakrilat baik dalam maupun luar negeri.

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada industri metil metakrilat masih sangat terbatas di Indonesia sehingga pasokan kebutuhan bahan baku masih kurang memadai, sehingga sebagian besar bahan baku seperti aseton sianohidrin harus di Import dari beberapa Negara lain seperti Taiwan, Jepang, dan Singapura. Sedangkan di Indonesia kebutuhan bahan baku berupa asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia yang berlokasi di Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur dengan kapasitas produksi 600.000 ton/tahun dan bahan baku metanol dapat diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri yang terletak di Bontang Provinsi Kalimantan Timur.

1.2.3. Kapasitas Minimum Produksi

Pabrik metil metakrilat sampai saat ini belum pernah dibangun di Indonesia sehingga untuk melihat data kapasitas minimum yang telah diproduksi pabrik dilihat dari data pabrik yang berada di luar negeri. Berikut adalah daftar kapasitas pabrik metil metakrilat dengan menggunakan ACH (aseton sianohidrin) yang telah ada :

Tabel 1.1. Pabrik metil metakrilat dengan proses ACH (Kirk dan Othmer, 1995)

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, Mexico	16.000
5.	Quimica Metacril, Brazil	13.000
6.	Inoes and ICI, Billingham (UK)	220.000
7.	Rohm/De Gussa, Worms/ Wesseling (FRG)	200.000



No	Pabrik	Kapasitas Ton/Tahun)
8.	Atochem	135.000
9.	Repsol Quimica	30.000
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

Berdasarkan dari Tabel di atas dapat disimpulkan bahwa jumlah kapasitas produksi minimum terdapat di pabrik Quimica Metacril yang terletak di Brazil dengan kapasitas produksi sebesar 13.000 ton/tahun. Sedangkan kapasitas terbesar diproduksi oleh Room and Haas.

1.3. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam merancang suatu pabrik. Hal ini dikarenakan penempatan lokasi sangat mempengaruhi keberhasilan dan perkembangan pabrik baik dalam sektor ekonomi maupun kesejahteraan pabrik dimasa yang akan datang agar bisa lebih berkembang lagi. Untuk itu pemilihan lokasi pabrik perlu dipertimbangkan agar dapat memberikan keuntungan yang baik untuk berdirinya sebuah perusahaan.

Berdasarkan beberapa hal yang telah dipertimbangkan maka pemilihan lokasi pabrik dipilih di Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Dipilihnya lokasi tersebut dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

a. Sumber Bahan Baku

Bahan baku utama pembuatan metil metakrilat adalah asam sulfat, methanol, dan aseton sianohidrin. Bahan baku asam sulfat dapat diperoleh dari pabrik dalam negeri yaitu dari PT. Petrokimia (kapasitas 60.000 ton/tahun) yang terletak di Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Untuk kebutuhan methanol dapat diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri (kapasitas 660.000 ton/tahun) yang



terletak di Bontang Provinsi Kalimantan Timur. Sedangkan kebutuhan bahan baku aseton sianohidrin hanya bisa didapatkan secara impor dari beberapa Negara seperti Taiwan, Jepang, dan Singapura. Hal ini dikarenakan belum adanya pabrik yang memproduksi aseton sianohidrin dalam negeri.

b. Sarana Transportasi

Sarana transportasi dibutuhkan sebagai penunjang untuk keperluan bahan baku dan distribusi pemasaran produk baik melalui jalur darat maupun laut. Tata letak pabrik yang direncanakan merupakan lokasi yang cukup ideal karena memiliki berbagai jalur transportasi baik darat, laut, dan udara.

c. Iklim

Pemilihan lokasi pabrik merupakan daerah yang beriklim tropis basah. Sehingga pada musim panas akan memerlukan peralatan pendingin yang lebih banyak. Sedangkan pada musim dingin atau lembab diperlukan perlindungan khusus pada alat-alat proses sehingga akan membutuhkan biaya konstruksi tambahan.

d. Utilitas

Kebutuhan air sangat dibutuhkan untuk keberlangsungan proses suatu pabrik utamanya dalam boiler, umpan, pendingin, listrik serta bahan bakar. Wilayah Gresik merupakan daerah yang memiliki penyediaan air yang cukup baik untuk berdirinya sebuah pabrik. Selain itu dapat juga didapatkan melalui pengeboran tanah.

e. Pemasaran

Produk metil metakrilat direncanakan akan dipasarkan ke dalam maupun ke luar negeri guna memenuhi kebutuhan pasar di industri-industri yang menggunakan bahan baku metil metakrilat. Untuk pemasaran dalam negeri, pemasaran akan dilakukan di daerah pulau Jawa dan Sumatera. Sedangkan untuk kebutuhan diluar negeri akan di ekspor ke pabrik resin (Jepang, Malaysia, Cina), pabrik kosmetik (Argentina, Amerika), pabrik plastik (Malaysia, Australia, Cina), dan pabrik cat (Jepang).



f. Tersedianya Tenaga Kerja

Untuk menunjang kelancaran proses produksi dibutuhkan tenaga kerja yang ditinjau dari aspek pendidikan yang memadai, pemerataan tenaga kerja yang disesuaikan dengan pendidikan dan keterampilan yang dimiliki. Tenaga kerja didatangkan dari penduduk setempat maupun dari daerah-daerah lain disekitarnya. Sedangkan untuk tenaga ahli diperoleh melalui kerjasama dengan berbagai perguruan tinggi yang berada di Indonesia dan beberapa merupakan tenaga asing.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam Proses Berdasarkan Bahan Baku

Pada proses pembuatan metil metakrilat dapat dilakukan dengan beberapa cara. Untuk itu agar dapat menentukan pemilihan proses yang tepat maka perlu diketahui beberapa macam proses pembuatan MMA (metil metakrilat) yang telah ada.

1.4.1.1 Metil Metakrilat dari Aseton Sianohidrin

Dalam sintesa MMA dilakukan dengan cara hidrolisa MS (metakrilamid sulfat). Hal ini merupakan pendekatan yang paling aman, didapat dari ACH (aseton sianohidrin). Reaksi yang terjadi :



Untuk menghasilkan metakrilamid sulfat, aseton sianohidrin direaksikan dengan asam sulfat berlebih (1,4 - 1,8 mol asam sulfat per mol aseton sianohidrin) di dalam reaktor hidrolisis. Dengan asam sulfat sebagai reaktan, sedangkan katalis dan pelarut untuk reaksi. Dalam prosesnya, reaksi ini berlangsung pada tekanan 1 atm dan pada suhu 120-160°C didalam reaktor berpengaduk. Dalam reaktor esterifikasi pada kondisi suhu 100-150°C dan tekanan 7 atm, dilakukan penambahan metanol pada metakrilamid sulfat untuk mendapatkan MMA dan ammonium bisulfat. Konversi yang dihasilkan 90%. Selanjutnya kandungan asam dari MMA dipisahkan didalam kolom stripper. MMA yang masih mengandung pengotor dimasukkan kedalam kolom distilasi yang kemudian dimasukkan

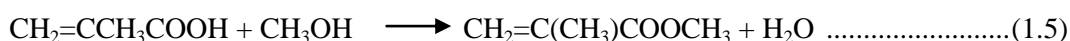
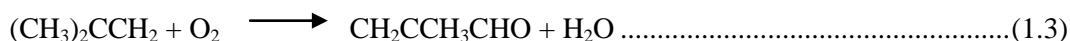


kedalam dekanter untuk dilakukan pemurnian sehingga menghasilkan produk yang lebih murni (Kirk and Othmer, 1979).

1.4.1.2 Metil Metakrilat dari Isobutanol atau Isobutilena

Tahap pertama yang dilakukan dalam reaksi yaitu dengan melakukan oksidasi isobutanol menjadi metakrolein dengan menggunakan katalis yang umum digunakan yaitu oksida logam multi komponen yang mengandung bismut molybdenum dan sejumlah logam lain untuk meningkatkan aktivitas dan selektifitas. Pada tahap kedua dilakukan dengan mengoksidasi metakrolein menjadi asam metakrilat dengan menggunakan katalis yang dasarnya mengandung fosfolibat, namun juga menggunakan logam alkali yang berfungsi untuk mengontrol keasaman. Sedangkan ditahap akhir proses ini dilakukan reaksi asam metakrilat dengan metanol untuk menghasilkan MMA dengan menggunakan katalis yang umumnya yaitu asam sulfat. Masing-masing reaksi diproses dalam reaktor yang berbeda.

Reaksinya :



Pada oksidasi pertama dalam reaktor beroperasi pada suhu 395°C dan pada tekanan operasi sebesar 1-2 atm. Pada tahap selanjutnya reaktor oksidasi berlangsung pada kondisi suhu sebesar 350°C pada tekanan 3,7 atm. Sedangkan pada tahap terakhir menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi pada suhu 70-100°C dan tekanan 6,8-7,5 atm. Kemudian aliran pada reaktor ketiga pada tahap akhir di alirkan melalui *scrubber* sehingga mendapatkan *crude* MMA. Selanjutnya gas yang keluar dari *scrubber* dilewatkan kedalam *absorber* guna menyerap metakrolein yang tidak bereaksi. Untuk bahan penyerap dalam *absorber* biasanya menggunakan larutan asam-asam karboksilat. Sebelum dibuang ke udara *Off gas absorber* terlebih dahulu dikirim ke unit pembakaran. Sedangkan metakrolein yang terserap dalam absorber kemudian di alirkan menuju *stripper* dan akan dikembalikan menuju reaktor kedua dan

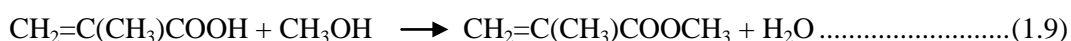
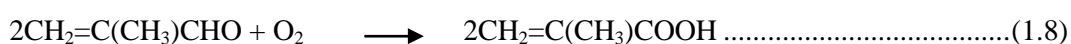
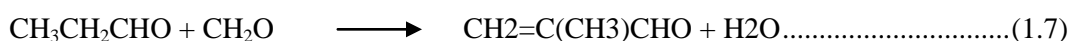


penyerap akan dikembalikan ke *absorber*. Kemudian MMA mentah yang dihasilkan akan dikirim menuju menara distilasi agar mendapatkan MMA dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

1.4.1.3 Metil Metakrilat dari Etilen

Terdapat 4 tahap pada proses pembuatan MMA dari etilen. Pada tahap pertama dilakukan dengan mengkondensasikan etilen dengan karbon monoksida dan hidrogen untuk menghasilkan propoanaldehid pada suhu 30°C dan tekanan 15 atm pada fase gas. Selanjutnya direaksikan dengan formaldehid untuk mendapatkan metakrolein dengan kondisi operasi pada fase cair dengan berkisar antara suhu 160-185°C dan tekanan 49 atm. Kemudian metakrolein yang terbentuk direaksikan dalam fase gas dengan oksigen pada suhu 100°C dan tekanan 350°C sehingga menghasilkan asam metakrilat yang kemudian direaksikan dengan metanol. Pada tahap akhir reaksi terjadi pada kondisi 70-100°C pada tekanan 6,8-7,5 atm dan reaksi berlangsung pada fase cair. Dalam reaksi pada tahap ini menghasilkan yield sebesar 75% dengan menggunakan katalis logam multi komponen.

Tahap dalam reaksi kimia :



Berdasarkan ciri-ciri proses pada tabel 1.2, maka dipilih aseton sianohidrin sebagai bahan baku pembuatan MMA dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Menghasilkan konversi yang tinggi yaitu sebesar 98%
2. Kondisi operasi yang mudah dijangkau sehingga tidak perlu melakukan perlakuan yang rumit dan memerlukan energi yang besar
3. Katalis yang digunakan dapat sebagai reaktan dan pelarut sehingga tidak memerlukan perlakuan khusus seperti pada proses yang lain



1.4.2. Kegunaan Metil Metakrilat

MMA memiliki banyak kegunaan sebagai bahan baku polimer (polimer metakrilat) yang dapat diproduksi menjadi plastik yang memiliki karakteristik kuat, transparan, dan tingkat kestabilan yang tinggi.

Polimer memiliki batasan sifat fisis yang cukup luas hingga dapat dibentuk menjadi bermacam-macam jenis produk dikarenakan banyaknya gugus ester dalam ikatan polimer. Dimana polimer memiliki karakteristik khusus seperti mempunyai tingkat kejernihan yang sangat baik dan memiliki ketahanan terhadap bermacam-macam reagen sehingga tidak membutuhkan zat-zat aditif dalam pembuatan plastik.

1.4.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.3.1. Aseton Sianohidrin

a. Sifat Fisis

Rumus molekul	: $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})(\text{CN})$
Bentuk fisik	: cair
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 85,11 g/mol
Titik didih	: 170,85°C
Titik lebur	: -19°C
Temperatur kritis	: -37°C
Tekanan kritis	: 41,905 atm
Densitas	: 923,2938 kg/m ³ (pada T=30°C)
Viskositas	: 0,59 cP (pada T=30°C)

(Perry, 1999)

b. Sifat Kimia

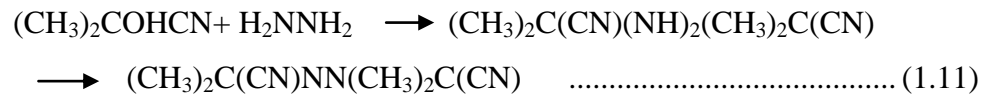
1. Jika bereaksi dengan asam sulfat akan membentuk metakrilamid sulfat



2. Bereaksi dengan hydrazine



Aseton sianohidrin bereaksi dengan hydrazine dapat membentuk kydrazine A yang kemudian dengan menggunakan air dan klorin akan menghasilkan 2,2 azobisisibutyronitrile (AIBN)



1.4.3.2. Metanol

a. Sifat Fisis

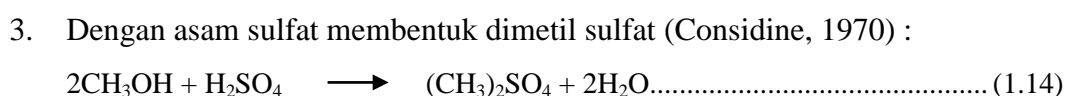
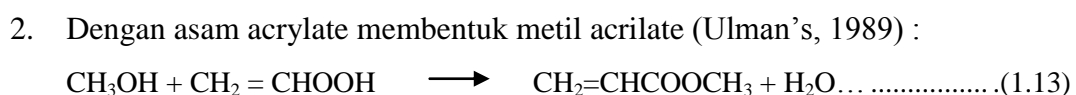
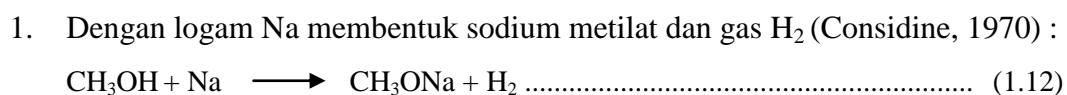
Rumus molekul	: CH ₃ OH
Bentuk fisik	: cair
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 32,04 gr/mol
Titik didih	: 64,75°C
Titik lebur	: -97°C
Temperatur kritis	: 239,43°C
Tekanan kritis	: 79,81 atm
Densitas	: 782,8067 kg/m ³ (pada T=30°C)
Viskositas	: 0,5059 cP (pada T=30°C)

(Perry, 1999)

b. Sifat Kimia

Metanol memiliki rumus molekul CH₃OH, merupakan alkohol alifatik yang reaktifitasnya ditentukan oleh gugus hidroksinya. Reaksi dengan metanol terjadi melalui pecahnya gugus C-O dan ikatan -H.

Reaksi yang penting dalam industri :





4. Dehidrogenasi methanol akan menghasilkan formaldehid



1.4.3.3. Asam Sulfat

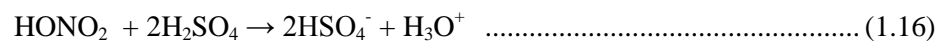
a. Sifat fisis

Rumus molekul	: H_2SO_4
Bentuk fisik	: cair
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 98,08 g/mol
Titik didih	: $336,85^\circ\text{C}$
Titik lebur	: $10,49^\circ\text{C}$
Temperatur kritis	: $651,85^\circ\text{C}$
Tekanan kritis	: 63,104 atm
Densitas	: $1826,9712 \text{ kg/m}^3$ (pada $T=30^\circ\text{C}$)
Viskositas	: 19,7 cP (pada $T=30^\circ\text{C}$)

(Perry, 1999)

b. Sifat kimia

1. Merupakan asam kuat
2. Bersifat higroskopis
3. H_2SO_4 bereaksi dengan HNO_3 akan menghasilkan ion nitrit/nitronium (NO_2^+) yang berguna dalam reaksi nitrasi.



1.4.3.4. Metil Metakrilat

a. Sifat Fisis

Rumus molekul	: $\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{CH}_3$
Bentuk fisik	: cair
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 100,11 g/mol
Titik didih	: $100,35^\circ\text{C}$
Titik lebur	: -48°C
Temperatur kritis	: $290,85^\circ\text{C}$



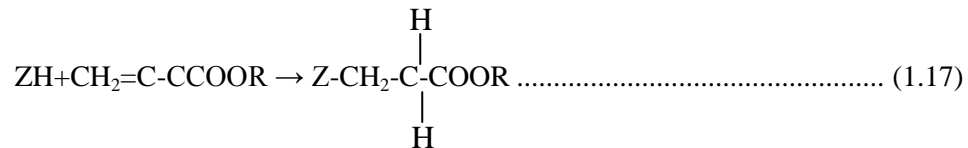
Tekanan kritis	: 36,28 atm
Densitas	: 931,7573 kg/m ³ (pada T=30°C)
Viskositas	: 0,512 cP (pada T=30°C)

(Perry, 1999)

b. Sifat kimia

1. Reaksi adisi pada ikatan rangkap karbon

Penambahan hydrogen sianida, hydrogen halide, hydrogen sulfide, mercaptan, alkyl 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.

1.4.3.5. Ammonium Bisulfat

a. Sifat Fisis

Rumus molekul	: NH ₄ HSO ₄
Bentuk fisik	: cair
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 115,12 g/mol
Titik didih	: 216°C
Titik lebur	: -30°C
Densitas	: 1247,876 kg/m ³ (pada T=30°C)

(Perry, 1999)

b. Sifat Kimia

Reaksi Oksidasi

Ammonium bisulfat dapat dioksidasi membentuk Asam Sulfat, Nitrogen dan Air.

