

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia terus berupaya melaksanakan pembangunan di berbagai sektor. Salah satu fokus utama dalam pembangunan nasional adalah mengembangkan sektor industri, terutama industri kimia. Tujuan dari pengembangan industri kimia ini adalah untuk memperkuat perekonomian, meningkatkan daya tahan ekonomi, membuka lebih banyak lapangan kerja dan peluang usaha, serta mendorong kemajuan di sektor lain. Seiring dengan perkembangan teknologi dan industri kimia yang semakin pesat, permintaan akan bahan kimia pun semakin tinggi. Hal ini mendorong Indonesia untuk mulai memproduksi sendiri bahan kimia yang selama ini diimpor, karena kebutuhan bahan kimia dasar sangat penting bagi sektor-sektor industri di dalam negeri. Dengan demikian, pembangunan industri kimia diharapkan dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap impor bahan kimia. Salah satu bahan kimia yang memiliki peran penting dan prospek yang baik adalah Metil Metakrilat (MMA).

Meningkatnya permintaan global terhadap Metil Metakrilat (MMA) sebagai bahan baku industri kimia, membuka peluang besar untuk pendirian pabrik Metil Metakrilat. Senyawa MMA ini sering digunakan dalam pembuatan plastik akrilik, khususnya jenis *Poly-Methyl Meth-Acrylate* (PMMA). PMMA memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan plastik lainnya, seperti transparansi yang tinggi, kestabilan yang baik, ketahanan terhadap goresan, dan mudah dibentuk (Nagai K, 2001).

Metil Metakrilat (MMA) terus berkembang pesat hingga saat ini dan dapat diterapkan dalam berbagai bidang. Senyawa ini merupakan bahan baku utama untuk produksi metakrilat lainnya, seperti *Ethyl Meth-Acrylate* (EMA), *Butyl Meth-Acrylate* (BMA), dan *2-Ethyl Hexyl Meth-Acrylate* (2-EHMA). Selain itu, Metil Metakrilat juga digunakan dalam pembuatan senyawa kopolimer *Methyl Methacrylate Butadiene-Styrene* (MBS), yang berfungsi sebagai aditif untuk PVC. Namun, penggunaan utama Metil Metakrilat adalah dalam produksi *Poly-Methyl Meth-Acrylate* (PMMA).

PMMA adalah senyawa homopolimer yang terbentuk melalui reaksi polimerisasi adisi menggunakan bahan baku Metil Metakrilat. Plastik jenis ini memiliki bentuk transparan, keras, kuat, ringan, dan fleksibel. PMMA sering digunakan sebagai campuran untuk menggantikan kaca dan logam, seperti pada lampu belakang mobil dan jendela pesawat. Sebagai bahan termoplastik, PMMA dapat meleleh saat dipanaskan dan memiliki sifat transparan. Produk PMMA dipasarkan dengan berbagai merek dagang, seperti Flexiglas, Vitroflex, Perspex, Limacryl, Acrylite, Acrylplast, Altuglas, dan Lucite, dan lebih dikenal sebagai kaca akrilik atau hanya akrilik. Selain itu, PMMA juga digunakan pada bidang kesehatan oleh ahli bedah ortopedi sebagai bahan untuk menyisipkan tulang guna memperbaiki patahan tulang.

Pendirian pabrik Metil Metakrilat (MMA) akan memberikan dampak positif yang signifikan karena Indonesia saat ini sangat membutuhkan bahan kimia dasar untuk mendukung berbagai sektor industri. MMA, yang memiliki banyak aplikasi, berpotensi untuk diproduksi secara lokal dan menggantikan impor yang selama ini dilakukan. Dengan bahan baku yang melimpah dan prospek pasar yang besar, pendirian pabrik MMA di Indonesia memiliki peluang yang sangat baik untuk mendukung kebutuhan industri dalam negeri. Adapun alasan pendirian pabrik MMA ini didasarkan pada fakta-fakta berikut:

1. Memenuhi kebutuhan dalam negeri akan bahan kimia MMA sebagai bahan baku untuk industri plastik dan aplikasi lainnya.
2. Menciptakan lapangan kerja baru yang dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.
3. Menghemat devisa negara dengan mengurangi ketergantungan pada impor bahan kimia dan meningkatkan potensi pendapatan negara dari pajak serta ekspor produk.
4. Mengantisipasi permintaan domestik yang terus berkembang dan mengurangi ketergantungan pada impor dari beberapa negara di Asia, Eropa dan Amerika.
5. Meningkatkan pengembangan sumber daya manusia melalui transfer teknologi dan peningkatan kemampuan industri dalam negeri.

1.2 Kapasitas Rancangan

1.2.1 Alasan Pendirian Pabrik

Dengan meningkatnya permintaan global terhadap Metil Metakrilat (MMA), hal ini membuka peluang besar bagi Indonesia untuk mengembangkan ekonomi nasional melalui pendirian pabrik MMA di dalam negeri. Hal ini tidak hanya akan menguntungkan sektor ekonomi Indonesia, tetapi juga dapat mendorong pertumbuhan industri-industri yang bergantung pada MMA sebagai bahan baku. Selain itu, pendirian pabrik MMA juga berpotensi membuka lapangan kerja baru, yang dapat mengurangi tingkat pengangguran, serta meningkatkan devisa negara Indonesia melalui ekspor MMA ke berbagai negara.

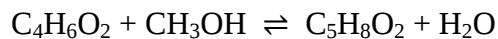
Hingga saat ini, Indonesia masih mengimpor Metil Metakrilat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Oleh karena itu, pendirian pabrik Metil Metakrilat di Indonesia sangat penting untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Pabrik ini dapat memanfaatkan bahan baku seperti asam metakrilat, metanol dan katalis dalam proses produksinya. Kehadiran pabrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan baku untuk berbagai industri, seperti cat, resin, peralatan rumah tangga, kosmetik, dan industri polimer lainnya. Melihat prospek yang cerah dan rencana pembangunan pabrik yang matang, produksi Metil Metakrilat merupakan komoditas yang sangat relevan untuk diperhatikan, terutama dalam menghadapi persaingan ketat di dunia industri global.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Salah satu aspek penting dalam merencanakan pendirian pabrik adalah pemilihan bahan baku, karena kualitas dan kelancaran proses produksi sangat dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan. Untuk pembuatan Metil Metakrilat, bahan baku utama yang dibutuhkan adalah asam metakrilat dan metanol, sementara bahan pendukung yang diperlukan adalah katalis NKC-9. Semua bahan baku dan bahan pendukung ini umumnya diperoleh dari industri kimia sebagai berikut:

- Asam Metakrilat diperoleh dari Lucite International Asia Pasific Pte Ltd Singapura dengan kapasitas pabrik 135.000 ton/tahun
- Metanol diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri dengan kapasitas pabrik 660.000 ton/tahun
- NKC-9 diperoleh dari PT. Katalis Sinergi Indonesia dengan kapasitas pabrik 800 ton/tahun

Untuk menghitung kebutuhan bahan baku dalam produksi Metil Metakrilat (MMA), dapat digunakan dengan perhitungan stoikiometri, dengan asumsi kapasitas produksi yang direncanakan adalah 80.000 ton per tahun. Berdasarkan hal ini, kebutuhan akan Asam Metakrilat dan Metanol dapat dihitung sebagai berikut:



$$\begin{aligned} \text{Mol Metil Metakrilat} &= \frac{10101,01}{100,121} \\ &= 100,9 \text{ kmol/jam} \\ \text{Kebutuhan mol asam metakrikat untuk konversi 88,4\%} & \\ \text{Mol Asam Metakrilat} &= \text{Mol Metil Metakrilat/Konversi Reaksi} \\ &= 100,9 \text{ kmol/jam} / 88,4\% \\ &= 114,13 \text{ kmol/jam} \\ \text{Mol Metanol} &= 1 \times \text{Mol Asam Metakrilat} \\ &= 1 \times 114,13 \text{ kmol/jam} \\ &= 114,13 \text{ kmol/jam} \\ \text{Kebutuhan Asam Metakrilat} &= \text{Mol Asam Metakrilat} \times \text{BM} \\ &= 114,13 \times 86 \\ &= 9814,996 \text{ kg/jam} \\ \text{Kebutuhan Metanol} &= \text{Mol Metanol} \times \text{BM} \\ &= 114,13 \times 32,04 \\ &= 3656,885 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

1.2.3 Penentuan Kapasitas

Untuk menentukan kapasitas produksi yang optimal, perlu mempertimbangkan beberapa faktor, seperti prediksi kebutuhan Metil Metakrilat di Indonesia, ketersediaan bahan baku, dan ketentuan kapasitas minimum. Kapasitas produksi Metil Metakrilat dapat dihitung berdasarkan

jumlah kebutuhan yang ada di dalam negeri. Data impor yang tercatat dalam laporan ekspor-impor Badan Pusat Statistik (BPS) dapat memberikan gambaran mengenai kebutuhan Metil Metakrilat di Indonesia. Berdasarkan data yang diperoleh dari BPS, terlihat bahwa kebutuhan Metil Metakrilat di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Kebutuhan Metil Metakrilat pada tahun 2018 sampai dengan tahun 2024 dapat dilihat pada Tabel 1.1 dibawah ini

Tabel 1. 1 Data Impor Metil Metakrilat tahun 2018-2024 (Badan Pusat Statistik, 2025)

Tahun	Kebutuhan (Ton/Tahun)	%P
2018	56.245	0
2019	60.159	6,9588
2020	72.025	19,7243
2021	63.884	-11,3030
2022	47.524	-25,6089
2023	52.211	9,8623
2024	49.000	-6,1500
Total	401.048	-6,5163
i (Rata-rata)		-0.9309

Tabel 1. 2 Data Ekspor Metil Metakrilat tahun 2018-2024 (Badan Pusat Statistik, 2025)

Tahun	Nilai (Ton/Tahun)	%P
2018	2.720	0
2019	5.643	107,4632
2020	4.909	-13,0072
2021	9.058	84,5182
2022	7.190	-20,6226
2023	6.844	-4,8122
2024	3.593	-47,5014
Total	39.957	106,037
i (Rata-rata)		15,1482

Menurut Peters dan Timmerhaus (1996), dalam penentuan kapasitas digunakan rumus rata rata pertumbuhan setiap tahun yaitu:

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

Keterangan:

M = Jumlah produk pada akhir tahun perhitungan

P = Data besarnya impor dan ekspor tahun 2024 (ton/tahun)

i = Rata-rata kenaikan impor tiap tahun (%)

n = Selisih tahun (tahun proyeksi – 2024)

Neraca Massa Peluang Kapasitas:

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

M_1 = Impor tahun 2027 (0 karena asumsi sudah tidak impor lagi)

M_2 = Produksi pabrik lama 2027 (0 karena asumsi belum ada pabrik hingga saat itu)

M_3 = Produksi pabrik baru 2027

M_4 = Ekspor 2027

M_5 = Konsumsi 2027 (asumsi konsumsi = impor)

$$M_4 = 3.593(1+(15,1482))^3$$

$$M_4 = 5485,6674 \text{ ton/tahun}$$

$$M_5 = 49.000(1+(-0,9309))^3$$

$$M_5 = 47.644,2642 \text{ ton/tahun}$$

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

$$M_3 = (5485,6674 + 47.644,2642) - (0 + 0)$$

$$M_3 = 53.129,9307 \text{ ton/tahun}$$

Di Indonesia, penggunaan metil metakrilat sebagian besar didominasi oleh industri pembuatan resin akrilik. Berikut adalah daftar pabrik yang menggunakan metil metakrilat sebagai bahan baku di Indonesia.

Tabel 1. 3 Beberapa pabrik Berbahan Metil Metakrilat di Indonesia

No	Pabrik	Industri	Kapasitas (ton/tahun)	Lokasi
1	PT. Dow Indonesia	Akrilik	50.000	Serang
2	PT. Astari Niagara	Akrilik, Plates, Sheets	17.000	Tangerang
3	PT. Diachem Resin	Resin Akrilik	12.500	Jakarta
4	PT. Pardic Jaya	Cat dan	12000	Tangerang

		Resin		
5	PT. Polyplast	PMMA	9.000	Serang
6	PT. GJ International	Spare Parts	8.000	Jakarta
7	PT. BASF	Akrilik	1.000	Serang

Kemudian, untuk menentukan kapasitas pabrik, sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan konsumsi di Indonesia. Mengingat hingga saat ini belum ada pabrik Metil Metakrilat yang dibangun di Indonesia, maka untuk mengetahui kapasitas minimum yang harus diproduksi, perlu merujuk pada data kapasitas pabrik yang ada di luar negeri. Data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. 4 Kapasitas Beberapa Industri Metil Metakrilat (Nagai dan Ui, 2004)

Industri	Kapasitas (ton/tahun)
Thai MMA	70.000
Kuraray	65.000
Sumitomo Chemical (Singapura)	53.000
Mitsubishi Gas Chemical	51.000
Honam Petrochemical (Korea)	40.000
Mitsui Chemical	20.000

Berdasarkan tabel 1.4 kapasitas rata-rata dari pabrik Metil Metakrilat yang sudah beroperasi sebesar 50.000 ton/tahun, sehingga dengan melakukan pertimbangan angka proyeksi dari kebutuhan Metil Metakrilat di Indonesia serta kapasitas rata-rata pabrik yang telah ada. Kapasitas pabrik baru yang belum berdiri di Indonesia adalah dikalikan 1.5 dari nilai proyeksi sehingga didapatkan :

$$\text{Kapasitas Pabrik Baru} = 1,5 \times M_3$$

$$\text{Kapasitas Pabrik Baru} = 1,5 \times 53.129,9307 \text{ ton/tahun}$$

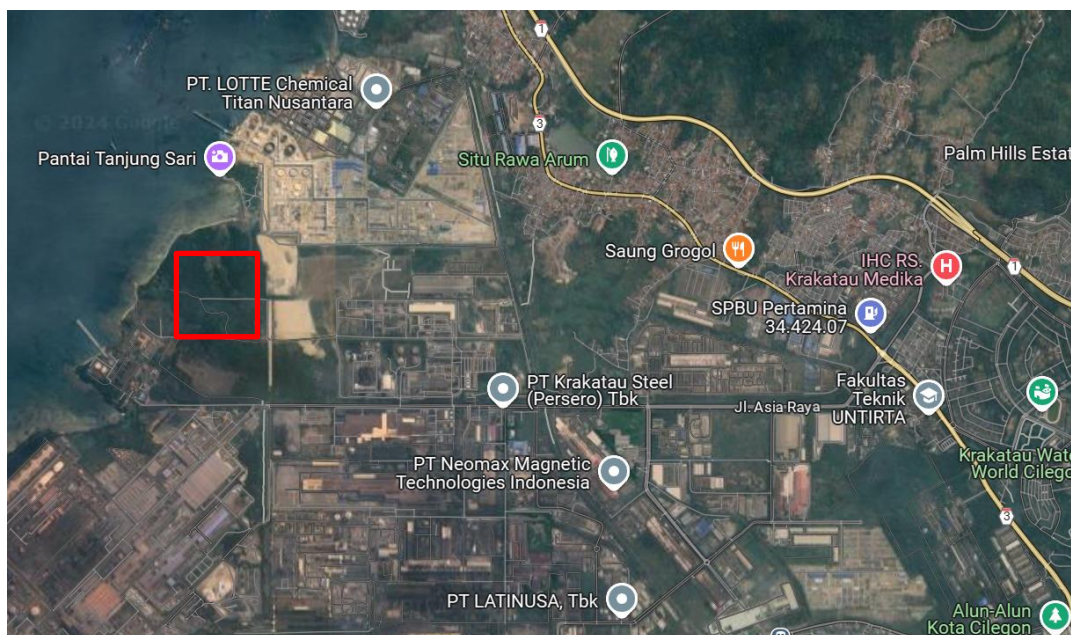
$$\text{Kapasitas Pabrik Baru} = 79.694,896 = 80.000 \text{ ton/tahun}$$

Maka pabrik MMA yang akan didirikan di Indonesia pada tahun 2027 adalah sebesar 80.000 ton/tahun.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam perencanaan pabrik, karena hal ini langsung mempengaruhi terhadap kelancaran proses produksi dan distribusi barang. Lokasi yang tepat juga akan berpengaruh

besar terhadap perkembangan pabrik, baik pada saat beroperasi maupun di masa depan. Oleh karena itu, penentuan lokasi harus dilakukan dengan memperhitungkan aspek teknis dan ekonomis, termasuk biaya produksi dan distribusi yang optimal. Selain itu, faktor sosiologis juga penting untuk dipertimbangkan, yaitu bagaimana karakter dan perilaku masyarakat di sekitar lokasi yang akan dipilih, agar apabila muncul masalah sosial di kemudian hari, hal tersebut bisa diprediksi dan diantisipasi sebelumnya. Pemilihan lokasi ini akan menentukan kelancaran proses produksi, distribusi, serta kelangsungan hidup pabrik itu sendiri. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi pabrik antara lain adalah ketersediaan bahan baku, potensi pasar, akses transportasi, keberadaan tenaga kerja, kondisi iklim, serta kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah daerah setempat (Peter, M. S. dan Timmerhaus, 1991).



Gambar 1. 1 Peta Lokasi Pabrik

Berdasarkan berbagai faktor yang telah disebutkan, pabrik Metil Metakrilat (MMA) direncanakan akan dibangun di kawasan industri Cilegon, Banten dengan memperhatikan teori menurut Alfred Weber mengenai konsep *Weight Gain* dan *Weight Loss*. Konsep *Weight Gain* terjadi ketika produk yang dihasilkan lebih berat daripada bahan baku, seperti dalam proses yang menggunakan air atau udara. Dalam kasus ini, pabrik akan lebih menguntungkan jika dibangun dekat dengan pasar, karena biaya transportasi akan lebih rendah. Sebaliknya, *Weight Loss* terjadi

ketika produk yang dihasilkan lebih ringan daripada bahan baku, dan produk samping seperti air atau gas akan mudah dibuang ke udara. Dalam hal ini, pabrik akan lebih efisien jika dibangun dekat dengan sumber bahan baku. Proses pembuatan Metil Metakrilat (MMA) termasuk dalam kategori *Weight Gain*, di mana produk akhir lebih berat daripada bahan baku yang digunakan.

1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku

Pembuatan Metil Metakrilat memerlukan bahan baku utama berupa asam metakrilat yang diperoleh dari Lucite International Asia Pasific Pte Ltd Singapura. Selain itu, metanol diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri di Kalimantan. Bahan-bahan tersebut dapat didistribusikan melalui Pelabuhan Cilegon Mandiri. Sementara itu, bahan lainnya seperti NKC-9 diperoleh dari PT. Katalis Sinergi Indonesia di Karawang, Jawa Barat. Dengan mempertimbangkan faktor lokasi yang dekat dengan sumber bahan baku, pendirian pabrik di Cilegon menjadi sangat menguntungkan.

1.3.2 Keadaan Geografis

Karakteristik dan kondisi lingkungan seperti jenis tanah, ketinggian dari permukaan laut, kedalaman air tanah, sistem drainase, kecepatan angin, curah hujan, serta potensi bencana alam merupakan faktor penting dalam menentukan lokasi geografis pendirian pabrik. Berdasarkan pertimbangan terhadap kondisi lingkungan tersebut, lokasi pabrik Metil Metakrilat ini memiliki lingkungan yang cukup mendukung, yang memungkinkan operasional pabrik dapat berjalan dengan baik dan lancar, sehingga mendukung keberhasilan pendirian pabrik tersebut.

1.3.3 Transportasi

Sarana transportasi dan infrastruktur jalan yang memadai sangat mendukung kelancaran distribusi produk ke konsumen, serta memenuhi kebutuhan bahan baku. Produk dapat didistribusikan ke berbagai wilayah di Pulau Jawa, sementara pelabuhan tersedia untuk mengirimkan produk ke luar Pulau Jawa. Selain itu, keberadaan bandara juga memfasilitasi ekspor produk ke luar negeri.

1.3.4 Pemasaran

Cilegon merupakan kawasan industri yang besar, sehingga Metil Metakrilat dapat dengan mudah didistribusikan ke berbagai industri yang membutuhkannya sebagai bahan baku, seperti industri kaca, plastik, polimer, dan sejenisnya. Letak Cilegon yang strategis, dekat dengan jalan raya dan di tepi laut, diharapkan dapat mempermudah proses distribusi Metil Metakrilat, baik melalui jalur darat maupun jalur laut.

1.3.5 Utilitas

Utilitas memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung operasional pabrik, seperti dalam penyediaan air, listrik, uap, dan fasilitas lainnya. Di kawasan Cilegon, pasokan air cukup melimpah karena letaknya yang berada di tepi pantai, yang langsung terhubung dengan laut lepas. Hal ini memastikan ketersediaan air yang cukup untuk kebutuhan pabrik. Selain itu, lokasi pabrik sebaiknya juga berada cukup dekat dengan sumber listrik dan bahan bakar yang dibutuhkan. Kebutuhan listrik dipenuhi melalui pembangkit listrik sendiri (generator) yang dikelola oleh unit utilitas, sementara bahan bakar diperoleh melalui kerjasama dengan PT. Pertamina.

1.3.6 Tenaga Kerja

Ketersediaan tenaga kerja di lokasi pabrik cukup memadai, baik tenaga kerja terdidik, terampil, maupun tenaga kerja kasar. Tenaga kerja terdidik dan terlatih dapat direkrut melalui kerja sama dengan pabrik-pabrik lain atau melalui proses rekrutmen dari perguruan tinggi negeri dan swasta di sekitar lokasi, maupun dari seluruh Indonesia. Sementara itu, tenaga kasar dapat diambil dari penduduk lokal sekitar pabrik. Dengan meratakan penyerapan tenaga kerja di pabrik ini, diharapkan dapat membantu mengurangi angka pengangguran di Indonesia.

1.4 Tinjauan Proses

1.4.1 Pemilihan Proses Produksi

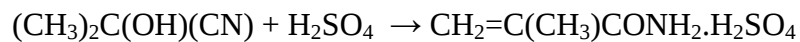
Senyawa Metil Metakrilat dapat dibuat dengan melalui tiga proses, yaitu proses pembuatan Metil Metakrilat dari Aseton Sianohidrin, proses pembuatan Metil Metakrilat dari Isobutilena atau Isobutanol dan proses

pembuatan Metil Metakrilat dengan *Two-Column Reactive Dividing-Wall Distillation*.

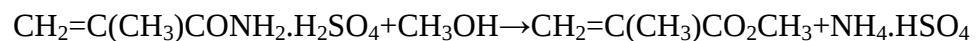
a. Proses Pembuatan Metil Metakrilat Dari Aseton Sianohidrin

Proses ini pertama kali digunakan secara komersial untuk memproduksi Metil Metakrilat pada tahun 1937, setelah dipatenkan oleh ICI pada tahun 1934. Dalam metode pembuatan Metil Metakrilat dengan teknik *acetone cyanohydrin*, aseton bereaksi dengan hidrogen sianida untuk membentuk acetone cyanohydrin. Selanjutnya, cyanohydrin ini dihidrolisis dan didehidrasi menggunakan berbagai senyawa, yang biasanya berupa asam sulfat, dan kemudian direaksikan dengan metanol atau turunan dari senyawa metanol, yang akhirnya menghasilkan Metil Metakrilat (MMA).

Reaksi Hidrolisis



Selanjutnya, proses ekstraksi metakrilamit sulfat dilakukan dengan menggunakan metanol berlebih di dalam reaktor esterifikasi (reaktor tangki alir berpen gaduk), dengan kondisi operasi suhu antara 100-150°C dan tekanan 7 atm. Tujuan dari proses ini adalah untuk menghasilkan Metil Metakrilat, sementara produk samping yang dihasilkan adalah amonium bisulfat. Waktu tinggal dalam reaktor ini kurang dari 1 jam, dengan tingkat konversi antara 80-98%. Reaksi yang terjadi dalam reaktor esterifikasi adalah sebagai berikut:

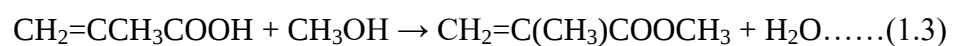
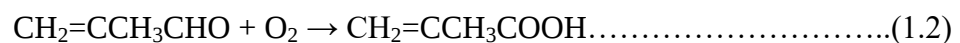
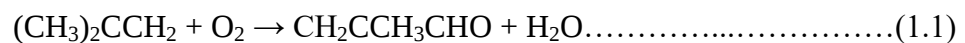


Selanjutnya hasil proses esterifikasi akan melalui beberapa proses separasi (pemisahan) dan purifikasi (pemurnian) hingga didapatkan produk Metil Metakrilat dengan kemurniaan tinggi dan bersih dari pengotornya.

b. Proses pembuatan Metil Metakrilat dari Isobutilena atau Isobutanol

Pada tahap pertama, isobutanol diubah menjadi metakrolein melalui proses oksidasi. Selanjutnya, pada tahap kedua, metakrolein

dioksidasi lebih lanjut untuk menghasilkan asam metakrilat. Pada tahap terakhir, asam metakrilat direaksikan dengan metanol untuk menghasilkan metil metakrilat. Ketiga tahap reaksi ini dilakukan dengan bantuan berbagai katalis. Pada tahap pertama, digunakan katalis berupa oksida logam multi-komponen yang mengandung bismut, molibdenum, dan beberapa logam lainnya untuk meningkatkan aktivitas dan selektivitas. Pada tahap kedua, katalis yang digunakan berbasis fosfolibdat, dengan tambahan logam alkali untuk mengatur keasaman. Sedangkan pada tahap ketiga, katalis yang biasa digunakan adalah asam sulfat. Setiap reaksi ini berlangsung dalam reaktor yang berbeda, dengan konversi yang dihasilkan mencapai 75%. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Reaktor oksidasi pertama beroperasi pada suhu 395°C dan tekanan antara 1 hingga 2 atm. Sementara itu, reaktor oksidasi tahap kedua beroperasi pada suhu 350°C dan tekanan 7 atm. Pada tahap ketiga, digunakan reaktor alir tangki berpengaduk dengan suhu antara 70-100°C dan tekanan antara 6,8 hingga 7,5 atm. Setelah proses di reaktor ketiga, aliran keluar dialirkan melalui scrubber untuk menghasilkan crude metil metakrilat. Gas yang keluar dari scrubber kemudian dialirkan ke dalam absorber untuk menyerap metakrolein yang belum bereaksi. Larutan asam karboksilat biasanya digunakan sebagai penyerap. Gas yang keluar dari absorber kemudian dikirim ke unit pembakaran sebelum dibuang ke udara, sementara metakrolein yang terlarut dalam penyerap dipindahkan ke stripper, di mana metakrolein tersebut dikembalikan ke reaktor kedua, dan larutan penyerap dikembalikan ke absorber. Metil metakrilat mentah yang dihasilkan kemudian dikirim ke menara distilasi untuk memperoleh metil metakrilat dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

- c. Proses pembuatan Metil Metakrilat dengan *Two-Column Reactive Dividing-Wall Distillation*.

Proses ini menggunakan reaktan asam metakrilat (MAA) dan metanol (MeOH) untuk menghasilkan produk metil metakrilat (MMA). Pembuatan MMA dilakukan dengan reaksi esterifikasi di dalam distilasi reaktif. Bahan baku MAA dan MeOH dipanaskan terlebih dahulu hingga suhu 95°C. Setelah dipanaskan, kedua bahan baku akan memasuki kolom distilasi reaktif pertama, dimana akan memasuki pada bagian kolom reaksi yang terdapat di sebelah kiri dari dinding pembatas. MAA akan masuk pada *tray* 9 dan MeOH akan masuk pada *tray* 10. MMA yang dihasilkan akan terkumpul di sebelah kanan dinding pembatas dan akan menuju *decanter* untuk memisahkan produk MMA dengan sisa reaktan (MAA dan MeOH) berdasarkan berat jenis setiap komponen. MMA akan memasuki kolom distilasi kedua untuk memurnikan MMA dari sisa reaktan berdasarkan titik didih. Produk MMA yang keluar dari menara distilasi kedua memiliki kemurnian 99,80% (Song et al., 2025).

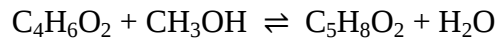
1.4.2 Seleksi Proses

Dalam produksi Metil Metakrilat ditinjau berdasarkan bahan bakunya, maka pertimbangan perlu dilakukan dengan melihat perbandingan pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. 5 Perbandingan Proses Pembuatan Metil Metakrilat

Proses Aseton Sianohidrin	Isobutilena atau Isobutanol	Proses <i>Two-Column Reactive Dividing-Wall Column</i>
Tidak ramah lingkungan dikarenakan memproduksi limbah sulfat dalam jumlah yang besar	Ramah Lingkungan	Ramah Lingkungan
Reaksi pembentukan produk terjadi melalui dua tahapan reaksi	Reaksi pembentukan produk terjadi melalui tiga tahapan reaksi	Reaksi pembentukan produk terjadi melalui satu tahapan reaksi
Tidak ekonomis karena membutuhkan biaya yang tinggi dalam proses pembuatannya	Tahapan proses lebih panjang sehingga dinilai kurang ekonomis	Tahapan proses lebih ekonomis dan lebih ringkas

Pemilihan proses dalam pra-rancangan pembuatan pabrik Metil Metakrilat dipilih proses *Two-Column Reactive Dividing-Wall Distillation* antara asam metakrilat dan metanol. Proses ini mengacu pada Song et al. (2025) dengan reaksi yang terjadi antara asam metakrilat dan metanol sebagai berikut:



1.4.3 Kegunaan Produk

Secara komersial, Metil Metakrilat banyak digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan polimer, yang kemudian diolah menjadi plastik yang kuat, transparan, dan memiliki tingkat kestabilan tinggi. Polimer dan kopolimer Metil Metakrilat juga digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pelapis permukaan, perekat, pelapis untuk kulit dan kertas, tinta, pelapis lantai, tekstil, prostesis gigi, semen tulang bedah, serta perisai radiasi akrilik bertimbal. Sebagian besar Metil Metakrilat diperkirakan akan terlepas ke udara, dengan jumlah yang sangat kecil yang masuk ke dalam air dan tanah. Metil Metakrilat diperkirakan tidak akan mengalami biokonsentrasi di lingkungan, dan inhalasi dari udara kemungkinan menjadi rute utama paparan manusia (sumber: jurnal cicad). Di Indonesia, penggunaan Metil Metakrilat dalam industri plastik masih terbatas pada aplikasi seperti resin, perekat, dan cat. Di Amerika Serikat, Metil Metakrilat banyak digunakan dalam industri pelapis kulit (24%), kosmetik (21%), cat (18%), peralatan rumah tangga (10%), polimer (8%), dan industri lainnya (19%) (Ullmann's, 1989).