



## BAB II

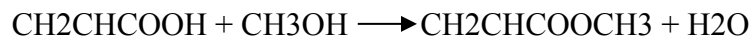
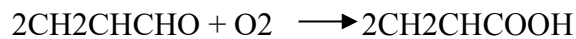
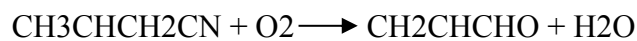
### PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES

#### II.1 Macam - macam proses

##### a. Oksidasi Propylene

Pada reaksi oksidasi Propylene fasa gas dengan katalis cobalt malybdatetellurium pada suhu 250 °C hingga 330 °C dan tekanan mencapai 5 atm.

Reaksi:



Oksigen yang diperoleh dalam reaksi ini berasal dari udara dan kondisi operasinya berlangsung pada suhu 330 °C dengan tekanan umpan masuk 3,3 atm yang dilakukan di dalam reaktor fixed bed multitube. Pemilihan temperatur umpan reaktor yaitu 250-330 °C didasarkan pada pertimbangan bahwa katalis akan mengalami coke-up pada suhu diatas 330°C yang menyebabkan terjadinya deposit karbon yang akhirnya katalis akan mengalami deaktivasi, dan jika berada di bawah 250°C, kecepatan reaksi akan turun secara drastis. Asam akrilat diperoleh dengan memisahkan pada menara distilasi kemudian diesterifikasi pada suhu 200°C dengan menambahkan metanol dan katalisator asam mineral sehingga diperoleh metil akrilat (Kirk and Othmer, 1983).

##### b. Proses Esterifikasi Asam Akrilat

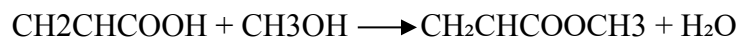
Proses ini merupakan esterifikasi asam akrilat dan methanol dengan katalis asam sulfat akan membentuk metil akrilat. Asam sulfat sebagai katalis dapat mempercepat reaksi dengan cara mengaktifkan gugus karbonildari asam akrilat. Reaksi ini bersifat reversible dan berada dalam kesetimbangan kimia, karena reaksinya bersifat reversible maka air yang terbentuk



## LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK “Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi”

dihilangkan secara terus – menerus. Dalam skala industri, reaktan dicampur dengan rasio molar asam akrilat dan metanol sekitar 1:3. Reaksi ini berlangsung pada tekanan 1 atm dan suhu 50 - 100 °C menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk. Selama reaksi berlangsung, terbentuk metil akrilat dan air sebagai produk utama dan samping. Produk metil akrilat kemudian dimurnikan hingga mencapai kemurnian lebih dari 98%.

Reaksi:



(Ullman, 1985)

Kelebihan dan kekurangan proses pembuatan metil akrilat disajikan pada table 2.1 sebagai berikut:

Table 2.1 Kelebihan dan kekurangan proses pembuatan metil akrilat

Faktor	Esterifikasi asam akrilat	Oksidasi propylene
Proses	Esterifikasi	1. Oksidasi 2 tahap 2. Esterifikasi
Suhu	50 °C – 100 °C	1. 250 °C – 300 °C 2. 50 °C – 100 °C
Tekanan	1 atm	1 – 5 atm
Konversi	80 – 98 %	30 – 75 %
Katalis	Cair	Padat
Jenis reaktor	RATB	<i>Fixed bed multitube</i>
Alat proses	Alat proses sederhana	Alat proses kompleks, karena adanya 2 tahap reaksi

Berdasarkan perbandingan proses produksi metil akrilat pada table 2.1 maka pada perancangan pabrik metil akrilat proses produksi dilakukan dengan cara esterifikasi asam akrilat dengan metanol karena pertimbangan sebagai berikut:

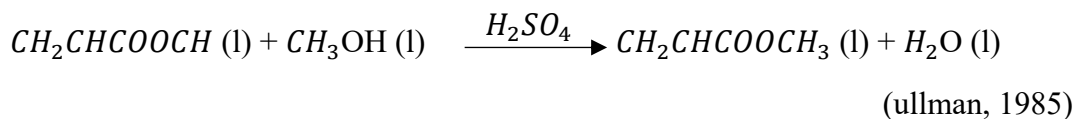


1. Nilai konversi yang di dapat lebih tinggi.
2. Reaksi yang terjadi dan prosesnya relative sederhana sehingga memudahkan dalam penerapan teknologi dan perancangan.
3. Kondisi operasi (suhu dan tekanan) lebih rendah.

## II.2 Dasar Reaksi

Proses pembuatan metil akrilat ( $CH_2CHCOOCH_3$ ) ini berlangsung di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) pada suhu 50-100 °C dan tekanan 1 atm dengan bantuan katalis asam sulfat ( $H_2SO_4$ ).

Reaksi pembentukan metil akrilat merupakan reaksi esterifikasi antara asam akrilat ( $CH_2CHCOOCH$ ) dengan metanol ( $CH_3OH$ ). Reaksi berlangsung sebagai berikut:



## II.3 Kondisi Operasi

Proses pembuatan metil akrilat dengan proses esterifikasi dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk dimana methanol, asam akrilat, dan asam sulfat dimasukkan bersamaan ke dalam reaktor. Reaksi berjalan pada suhu 74 °C dan tekanan 1,013 bar dengan bantuan katalis asam sulfat. Perbandingan mol antara asam akrilat dengan methanol sebesar 1 : 3 dan asam sulfat ditambahkan ke dalam reaktor hingga konsentrasinya mencapai 3 % berat. Reaksi yang berjalan merupakan reaksi berfase cair-cair dengan katalis cair dan produk cair. Reaksi berjalan secara eksotermis sehingga selama reaksi berjalan, dialirkan air pendingin pada jaket sehingga bisa berjalan isothermal (wiczak, 2020).

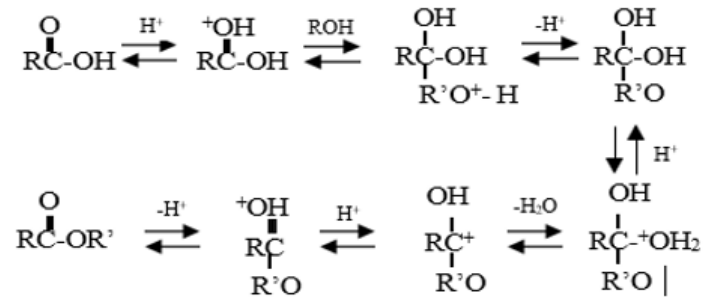
## II.4 Mekanisme Reaksi Esterifikasi Asam Akrilat dengan Methanol

Proses pembuatan metil akrilat dengan proses esterifikasi dilakukan dalam reaktor alir tangki berpengaduk. Di dalam reaktor terjadi reaksi esterifikasi suatu asam karboksilat yang berlangsung melalui proses protonasi dan deprotonasi. Oksigen karbonil diprotonasi, alkohol nukleofilik menyerang karbon positif, dan eliminasi air

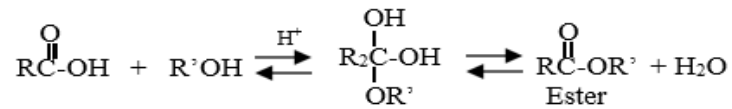


## LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK “Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi”

akan menghasilkan ester yang dimaksud. Mekanisme reaksi esterifikasi asam akrilat dengan metanol disajikan pada Gambar 2.1



Mekanisme tersebut dapat diringkas sebagai berikut :

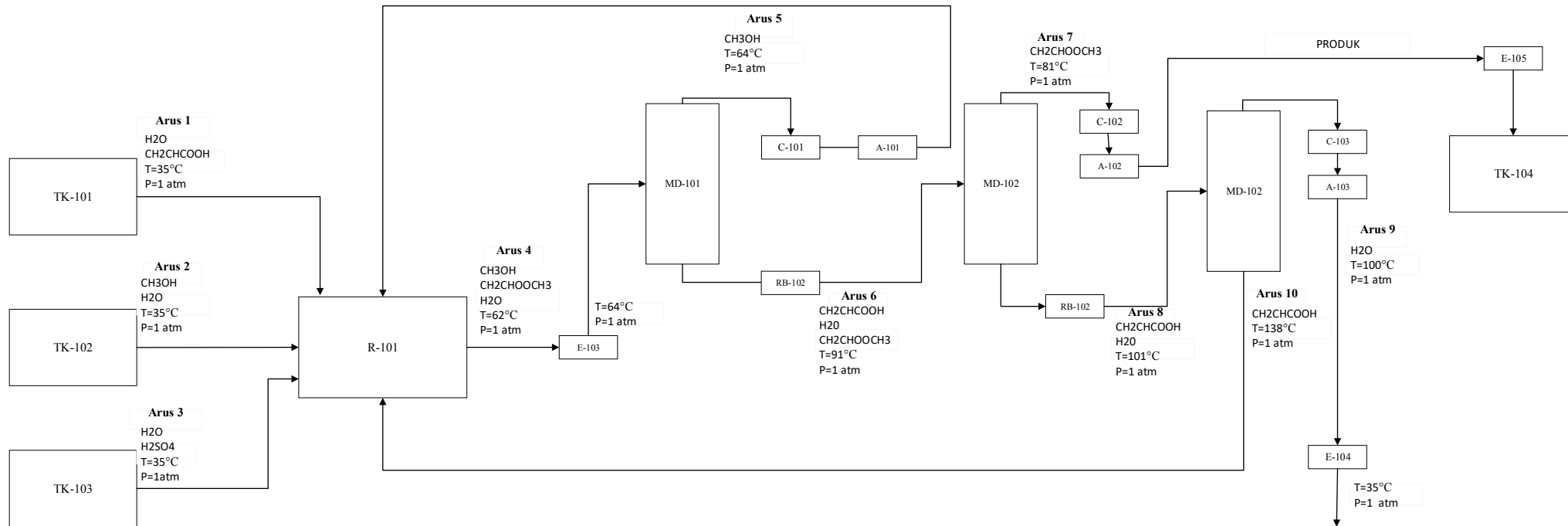


Gambar 2.1 Mekanisme Reaksi Esterifikasi Asam akrilat dengan Metanol  
(Fessenden & Fessenden, 1986)



## LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK “Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi”

### II.6 Diagram Alir





## II.7 Tahap Penyimpanan bahan baku

Bahan baku asam akrilat ( $CH_2CHCOOH$ ), methanol ( $CH_3OH$ ), katalis asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), dan bahan pendukung natrium hidroksida ( $NaOH$ ) disimpan di dalam tangki penyimpanan, pada fase cair dengan suhu  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 bar. Bahan baku asam akrilat diperoleh di PT. Nippon Shukobai, Cilegon, Banten dengan kemurnian 99% berat dan methanol diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri, Bontang, Kalimantan Timur dengan kemurnian 99,85% berat. Sedangkan katalis asam sulfat dengan kemurnian 98 % berat diperoleh dari PT. Indonesia acids Industry, Cakung, Jakarta Timur serta bahan pendukung natrium hidroksida dari PT. sulfindo Adiusaha, pengoreng, Banten.

## II.8 Tahap persiapan bahan baku

Bahan baku berupa asam akrilat ( $CH_2CHCOOH$ ) dari tangka penyimpanan asam akrilat dipompa menuju reactor pada suhu  $35^{\circ}\text{C}$ , methanol ( $CH_3OH$ ) dari tangka penyimpanan methanol dipompa menuju ke reactor pada suhu  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , katalis asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dari tangka penyimpanan asam sulfat dipompa menuju reactor yang dipasang secara seri.

## II.9 Tahap Pembentukan Produk

Bahan baku asam akrilat dan methanol dengan perbandingan 1:3 diumpankan ke dalam Reaktor Alir Tangki berpengaduk yang dipasang secara seri. Reaktor beroperasi secara isothermal dan non adiabatic pada suhu  $62\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1,013 bar. Reaksi dibantu dengan katalis cair berupa asam sulfat.

Yield produk berdasarkan asam akrilat sebesar 93%. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, sehingga untuk menjaga kondisi isothermal perlu dilakukan penghilangan panas berupa air pendingin yang dialirkan secara kontinyu. Air pendingin diperoleh dari air sungai.



## **II.10 Tahap pemurnian produk**

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh produk metil akrilat hingga mencapai kemurnian 99,6 % berat. Produk dari reaktor dengan tekanan 1,013 bar kemudian dipanaskan menggunakan heat exchanger hingga suhu 65°C kemudian diumpankan menuju menara distilasi untuk me-recycle methanol. Hasil atas menara distilasi berupa methanol dengan kemurnian methanol 99 %, hasil bawah menara distilasi diumpankan menuju reboiler untuk menjaga efisiensi pemisahan dan hasil bawah yang dihasilkan berupa asam akrilat, metil akrilat, dan air yang langsung dialirkan ke menara distilasi kedua, hasil atas menara distilasi 2 merupakan metil akrilat dengan kemurnian 99% kemudian diumpankan menuju tangka penyimpanan, sedangkan hasil bawah menara distilasi diumpankan menuju reboiler untuk menjaga efisiensi pemisahan dan hasil bawah yang dihasilkan berupa asam akrilat dan air, kemudian dipompa menuju menara distilasi ketiga, hasil atas menara distilasi 3 berupa air yang langsung dialirkan menuju UPL dan hasil bawah yang dihasilkan berupa asam akrilat dengan kemurnian 99% yang di recycle menuju reaktor.

## **II. 11 Tahap pengolahan limbah**

Fase atas menara distilasi 3 berupa air panas yang akan diumpankan menuju heat exchanger untuk menurunkan suhu air, air yang telah didinginkan selanjutnya dipompa menuju unit penampungan limbah.

## **II. 12 Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik merupakan susunan penempatan seluruh bagian dari pabrik meliputi tempat peralatan proses, tempat peralatan utilitas, tempat kerja karyawan, tempat penyimpanan barang, dan lain-lain. Tata letak pabrik pada prarancangan pabrik metil akrilat ini ditunjukkan pada Gambar 2.4. Tata letak pabrik harus dirancang seefisien mungkin dengan tujuan:

1. Mempermudah arus masuk dan keluar area pabrik.
2. Proses pengolahan bahan baku menjadi produk lebih efisien.
3. Mempermudah penanggulangan bahaya yang mungkin terjadi seperti kebakaran,



## LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK “Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi”

ledakan, dan lain-lain.

4. Mempermudah pemasangan, pemeliharaan, dan perbaikan peralatan.
5. Menekan biaya konstruksi serendah mungkin.

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan untuk mencapai hasil yang optimal dalam menentukan tata letak pabrik menurut Vilbrandt and Dryden (1959) adalah:

1. Penyediaan area perluasan untuk pengembangan pabrik di masa depan.
2. Perencanaan faktor keamanan untuk menanggulangi bahaya kebakaran dan ledakan dengan memisahkan sumber api dan panas dari bahan yang mudah meledak.
3. Penggunaan sistem konstruksi *outdoor* untuk menekan biaya bangunan dan gedung serta iklim di Indonesia memungkinkan konstruksi secara *outdoor*.
4. Fasilitas untuk karyawan seperti masjid, kantin, parkir, dan sebagainya diletakkan strategis sehingga tidak mengganggu jalannya proses.
5. Jarak antara pompa dan peralatan proses harus diperhitungkan agar tidak mengalami kesulitan dalam melakukan pemeliharaan dan perbaikan.
6. Disediakan tempat untuk membersihkan alat agar tidak mengganggu peralatan lain.
7. Jarak antara unit yang satu dengan yang lain diatur sehingga tidak saling mengganggu.
8. Sistem perpipaan diletakkan pada posisi yang tidak mengganggu operator dan memberikan warna atau simbol yang jelas untuk masing-masing proses sehingga memudahkan bila terjadi kerusakan dan kebocoran.

Berdasarkan Vilbrandt and Dryden (1959), tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Daerah perkantoran, laboratorium, dan ruang kontrol  
Daerah ini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas, dan kuantitas bahan yang akan diproses serta





## LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK “Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi”

---

produk yang dijual.

2. Daerah proses

Daerah ini merupakan daerah dimana alat proses diletakkan dan proses berlangsung.

3. Daerah penyimpanan bahan baku dan produk

Daerah ini merupakan daerah untuk tangki bahan baku dan produk.

4. Daerah gudang, bengkel, dan garasi

Daerah ini merupakan daerah untuk menampung bahan-bahan yang diperlukan oleh pabrik dan untuk keperluan perawatan peralatan proses.

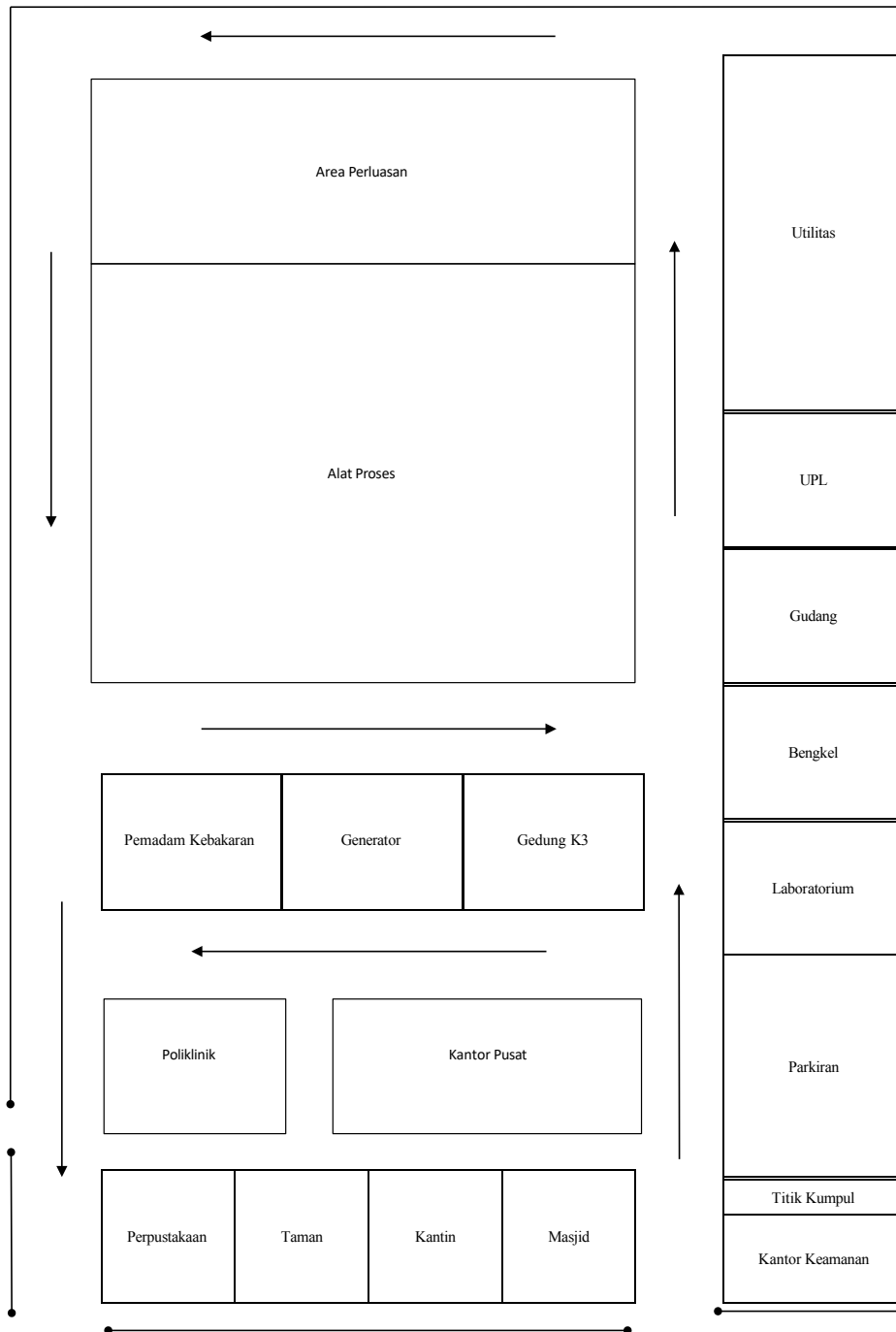
5. Daerah utilitas

Daerah ini merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan bahan pendukung proses berlangsung dipusatkan.



# LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK

## “Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi”



Gambar 2. Tata Letak Pabrik

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur