

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asam akrilat merupakan bahan kimia industri yang penting karena merupakan bahan kimia intermediate yang banyak digunakan dalam proses-proses produksi pada industri dan produk-produk konsumen. Asam akrilat ($C_3H_4O_2$) merupakan bahan dasar pembuat polimer, dari bentuk sederhana asam karboksilat tak jenuh. Dimana Asam akrilat berupa cairan yang tidak berwarna dan memiliki bau tajam yang khas. Asam akrilat terutama digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan ester akrilat, sebagai monomer untuk asam poliakrilat dan garamnya, sebagai komonomer dengan akrilamida untuk polimer yang digunakan sebagai flokulen dan dengan etilen untuk polimer resin penukar ion. Asam akrilat juga digunakan sebagai bahan baku pada industri tekstil, kosmetik, cat, kertas dan bahan sintetik lainnya.

Asam akrilat adalah salah satu produk industri kimia yang kebutuhannya mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dan cukup potensial untuk dikembangkan karena semakin banyak industri yang menggunakannya. Salah satunya digunakan sebagai bahan baku produksi Super Absorbent Polymer (SAP) yang merupakan turunan dari asam akrilat. SAP adalah salah satu bahan baku dalam produksi diapers (popok sekali pakai) di mana saat ini sudah di produksi di empat wilayah yaitu Jepang, Amerika, Eropa dan China. Permintaan global untuk asam akrilat diperkirakan meningkat 4,5% per tahun dengan didorong oleh pertumbuhan Super Absorbent Polymer (SAP) sebesar 5,5% per tahun dan ester akrilat sebesar 4% per tahun selama 2016 - 2021 (IHS, 2017).

Bahan baku utama pembuatan asam akrilat adalah propilen, dengan beroperasinya pabrik PT Chandra Asri Petrochemical, Cilegon, Banten dengan kapasitas produksi 240.000 ton/tahun maka kebutuhan propilen akan mudah diperoleh karena jaraknya yang dekat. Keuntungan dengan didirikannya pabrik asam akrilat juga memacu pertumbuhan industri hilir, dapat bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan asam akrilat di dalam negeri, dapat mengurangi

ketergantungan impor terhadap negara lain, dapat menghemat devisa negara, dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan. Dari banyaknya pertimbangan dan didapatkan banyak keuntungan pendirian pabrik asam akrilat di Indonesia merupakan hal yang tepat, maka dari itu diperlukan suatu perencanaan pendirian pabrik asam akrilat untuk dapat memaparkan bagaimana merancang suatu pabrik asam akrilat dari bahan baku propilen dan udara. Dan dengan adanya pengembangan-pengembangan dalam proses pembuatan asam akrilat untuk meningkatkan hasil dan mutu produk yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Asam akrilat digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan ester akrilat, sebagai monomer untuk asam poliakrilat dan garamnya, sebagai komonomer dengan akrilamida untuk polimer yang digunakan sebagai flokulen dan dengan etilen untuk polimer resin penukar ion. Asam akrilat juga digunakan sebagai bahan baku pada industri tekstil, kosmetik, cat, kertas dan bahan sintetik lainnya. Oleh karena itu diperlukan suatu perencanaan pendirian pabrik asam akrilat, sehingga dapat memaparkan bagaimana merancang suatu pabrik asam akrilat dari bahan propilen dan udara.

1.3 Tujuan Perancangan

Tujuan perancangan pabrik asam akrilat dari bahan propilen dan udara melalui proses oksidasi propilen adalah untuk memenuhi kebutuhan dalam asam akrilat, menerapkan disiplin ilmu teknik kimia khususnya di bidang prapancangan proses dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan kelayakan pabrik pembuatan asam akrilat.

1.4 Manfaat Perancangan Pabrik

Manfaat Prarancangan pabrik asam akrilat adalah sebagai berikut:

1. Dapat memenuhi kebutuhan permintaan asam akrilat di dalam negeri, sehingga dapat mengurangi ketergantungan impor terhadap negara lain dan dapat menghemat devisa negara.

2. Dapat meningkatkan devisa negara dari sektor non-migas bila hasil produk asam akrilat di ekspor.
3. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah di dalam penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik asam akrilat ini yaitu :

1. Mengetahui perancangan produksi asam akrilat dengan proses oksidasi propilen dengan proses *flow diagram hysys* dan *P&ID*, perhitungan neraca massa dan neraca energi, spesifikasi peralatan, unit utilitas.
2. Analisis yang dilakukan hanya sampai analisis kelangsungan ekonomi.

1.6 Kapasitas Perancangan Pabrik

Dalam menentukan kapasitas prarancangan pabrik asam akrilat perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1.6.1 Kapasitas Pabrik Asam Akrilat di Dunia

Data-data kapasitas pabrik yang telah beroperasi penghasil asam akrilat di dunia dapat dilihat pada Tabel 1.1 Asam Akrilat

Tabel 1.1 Data Produksi Asam Akrilat Beserta Kapasitas di Dunia

| No | Pabrik | Lokasi | Kapasitas (ton/tahun) |
|-----|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1. | Akrilat Dzerhinsk | Russia | 25.000 |
| 2. | American Acryl | Bayport, Texas, US | 120.000 |
| 3. | Arkema | Carling, France | 275.000 |
| 4. | Ludwigshafen | Germany | 270.000 |
| 5. | BASF | Antwerp, Belgium | 320.000 |
| 6. | BASF Petronas Kuantan | Malaysia | 160.000 |
| 7. | BASF –YPC | Nanjing, China | 160.000 |
| 8. | Beijing Eastern Petrochemical | Beijing, China | 80.000 |
| 9. | Celanese | Cangrejera, Mexico | 40.000 |
| 10. | Dow Chemical | Bohlen, Germany | 80.000 |
| 11. | Formosa Plastics | Kaohsiung, Taiway | 60.000 |
| 12. | Hexion | Sokolov, Czech Republic | 55.000 |

| | | | |
|-----|-------------------------|-------------------------|---------|
| 13. | Idemitsu Petrochemical | Aichi, Japan | 50.000 |
| 14. | Jiangsu Jurong Chemical | Yangcheng, China | 205.000 |
| 15. | Jilin Petrochemical | Jilin, China | 35.000 |
| 16. | LG Chem | Naju, South Korea | 65.000 |
| 17. | Mitsubishi Chemical | Yokkaichi, Japan | 110.000 |
| 18. | Nippon Shokubai | Himeji, Japan | 360.000 |
| 19. | Oita Chemical | Oita, Japan | 60.000 |
| 20. | Sasol Acrylates | Sasolburg, South Afrika | 80.000 |
| 21. | Shanghai Huayi | Shanghai, China | 200.000 |
| 22. | Singapore Acrylics | Pulau Sakra, Singapore | 75.000 |
| 23. | StoHaas Monomer | Deer Park, Texas , US | 165.000 |
| 24. | Tri Polyta Acrylindo | Cilegon, Indonesia | 60.000 |
| 25. | Others China | Various, China | 280.000 |

(Sumber: Tecnon OrbiChem, 2021)

1.6.2 Kebutuhan Asam Akrilat di Indonesia

Selama ini Indonesia masih mengimpor Asam Akrilat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kegunaan Asam Akrilat di Indonesia yang terbesar digunakan untuk bahan baku pembuatan senyawa ester akrilat. Berikut ini merupakan data impor Asam Akrilat pada tahun 2016-2021 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). Data Impor Asam Akrilat di Indonesia dari tahun 2016 - 2021 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

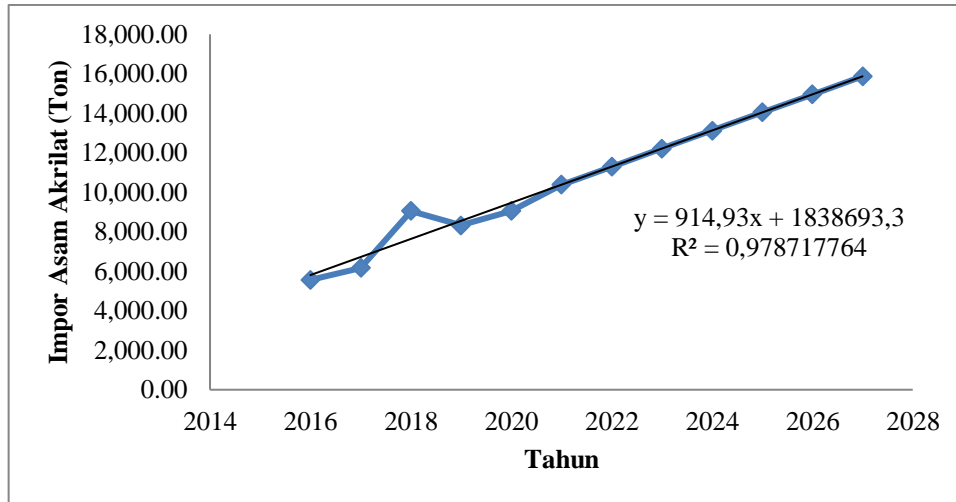
Tabel 1.2 Data Kebutuhan Asam Akrilat di Indonesia

| No | Tahun | Konsumsi (ton/tahun) |
|----|-------|----------------------|
| 1. | 2016 | 5.562,8 |
| 2. | 2017 | 6.169,8 |
| 3. | 2018 | 9.058,7 |
| 4. | 2019 | 8.327,1 |
| 5. | 2020 | 9.058,8 |
| 6. | 2021 | 10.380,23 |

(Sumber: Biro Pusat Statistik, 2021)

Dari data kebutuhan asam akrilat dari tahun 2016 sampai 2021 terus meningkat, untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor, serta diharapkan Indonesia menjadi negara pengeksport asam akrilat khususnya untuk wilayah Asia, ditargetkan dapat memenuhi kebutuhan asam akrilat khususnya wilayah ASEAN, maka perlu didirikan pabrik asam akrilat agar meningkatkan asam akrilat pada tahun-tahun yang akan mendatang. Berdasarkan data tersebut maka dapat dilihat

kebutuhan asam akrilat pada tahun 2027 dengan cara ekstrapolasi data. Hasil ekstrapolasi kebutuhan asam akrilat di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Data Kebutuhan Asam Akrilat di Indonesia

Berdasarkan grafik kebutuhan asam akrilat di Indonesia didapatkan persamaan garis lurus $y = 914,93x + 1838693,3$ dengan x sebagai fungsi tahun dan nilai $R^2 = 0,9787$. Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan asam akrilat dalam negeri pada tahun 2027 mendatang. Jadi kebutuhan asam akrilat di Indonesia pada tahun 2027 meningkat menjadi sebesar 15.869,81 ton/tahun. Pada prarancangan pabrik asam akrilat ini direncanakan berdiri pada tahun 2027 dengan kapasitas 50.000 ton/tahun melalui pertimbangan sebagai berikut :

- a. Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan dan kapasitas pabrik baru yang menguntungkan (Mc. Ketta,1976).
- b. Kapasitas produksi pabrik asam akrilat yang sudah beroperasi di dunia berkisar 25.000 ton/tahun sampai 360.000 ton/tahun.
- c. Total kebutuhan dalam negeri pada saat pabrik beroperasi tahun 2027 adalah sebesar 15.869,81 ton/tahun dan kemungkinan akan terus meningkat.
- d. Kapasitas prarancangan pabrik asam akrilat ini sebesar 50.000 ton/tahun.
- e. Produk asam akrilat yang dihasilkan direncanakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sebanyak 32% dari kapasitas prarancangan pabrik ini dan 68% akan di ekspor ke negara-negara di Asia terkhususnya kawasan

ASEAN, terutama untuk negara-negara Malaysia, Thailand, Vietnam, dan lain-lain.

1.6.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat di prioritaskan. Bahan baku utama pembuatan asam akrilat yaitu propilen yang diperoleh dari PT. Chandra Asri, Cilegon, Jawa Barat yang memiliki kapasitas produksi 240.000 ton/tahun dan konsentrasi sebesar 99% dalam fase gas. Mengingat ketersediaan bahan baku yang melimpah dan kebutuhan akan asam akrilat yang banyak, maka dapat dipertimbangkan lebih lanjut untuk mendirikan pabrik tersebut.

Pemilihan bahan baku merupakan hal yang penting dalam produksi asam akrilat, karena kemurnian produk yang dihasilkan dan desain pabrik tergantung dari kualitas bahan bakunya. Bahan baku yang digunakan adalah propilen dan oksigen dari udara. Beberapa hal yang mendasari pemilihan bahan baku tersebut adalah :

1. Bahan baku yang relatif lebih murah.
2. Bahan baku yang mudah didapat karena telah diproduksi di Indonesia.
3. Bahan baku tersedia cukup banyak sehingga kelangsungan pabrik serta kontinuitasnya dapat terjamin.

1.7 Seleksi Pemilihan Proses

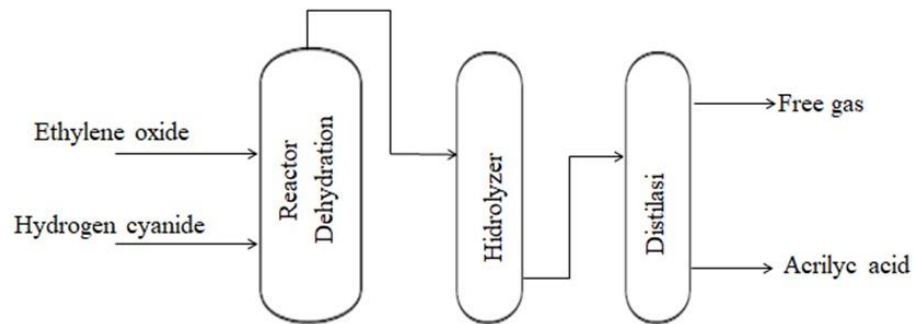
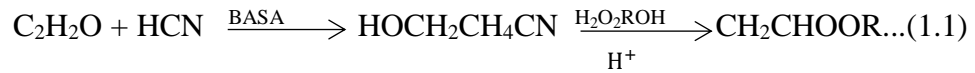
Pada dasarnya proses pembuatan asam akrilat yang beragam memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Adapun beberapa proses pembuatan asam akrilat secara komersial yang dikembangkan dewasa ini adalah :

1.7.1 Proses *Ethylene Cyanohydrin*

Proses etilen sianohidrin merupakan proses pertama kali digunakan untuk menghasilkan asam akrilat dengan mereaksikan *ethylene oxide* dengan *hydrogen cyanide* dengan menggunakan katalis basa dan diikuti dengan *dehydration* dan *hydrolisis* atau *alcoholysis* di bawah kondisi asam kuat, dengan etilena sianohidrin 85% asam sulfat untuk menghasilkan asam akrilat dan produk sampingan

amonium hidrogen Sulfat. Kondisi operasi pada proses ini yaitu $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 200^\circ\text{C}$.

Persamaa reaksi:



Gambar 1.2 Proses Ethylene Cyanohydrin

Sumber : (Petrochemical, 2022)

Harga bahan baku dan produk berdasarkan Persamaan 1.1 dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Harga Bahan Baku dan Produk

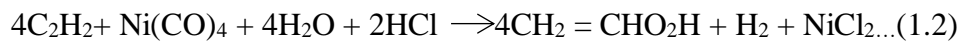
| No. | Parameter | Bahan Baku | | Produk |
|-----|----------------------|---|--|--|
| | | <i>Ethylene Oxide</i> | <i>Hydrogen Cyanide</i> | Asam Akrilat |
| 1. | Berat Molekul | 44,05 gr/mol | 27,02 gr/mol | 72,06 gr/mol |
| 2. | Harga Per Kg | Rp. 33.500 | Rp. 57.025 | Rp. 78.938 |
| 3. | Kebutuhan | 1 mol x 44,05 gr/mol = 44,05 gr = 0,044 kg | 1 mol x 27,02 gr/mol = 27,02 gr = 0,027 kg | 1 mol x 72,06 gr/mol = 72,06 gr = 0,072 kg |
| 4. | Harga Total | 0,044 kg x Rp. 33.500 = Rp. 1.474 | 0,027 kg x Rp. 57.025 = Rp. 1.539,675 | 0,072 kg x Rp. 78.938 = Rp. 5.683,536 |
| 5. | Analisa Ekonomi Awal | = Harga Produk – Harga Bahan Baku = Rp. 5.683,536 – Rp. 3.013,675 = Rp. 2.669,861 | | |

Sumber : (Petrochemical, 2022)

1.7.2 Proses Carbonylation Acetylene

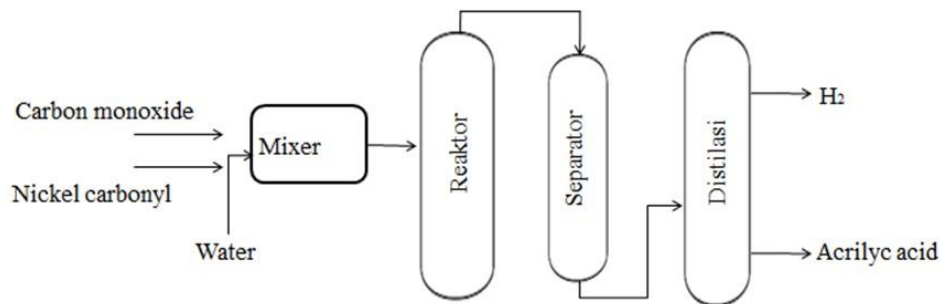
Walter Rappe menemukan pembuatan asam akrilat dan eseternya dengan proses *Carbonylation Acetylene* dengan *Carbon Monoxide*, *Air* atau *Alcohols* dengan penambahan *Nickel Carbonyl*. Proses reaksi berlangsung pada tekanan tinggi yaitu 138 atm dan suhu 50-200 °C.

Persamaan reaksi:



Acetylen Nickel Carbonyl

Asam Akrilat



Gambar 2.3 Proses Carbonylation Acetylene

Sumber : (Petrochemical, 2022)

Harga bahan baku dan produk berdasarkan Persamaan 1.2 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Harga Bahan Baku dan Produk

| No | Parameter | Bahan Baku | | | | Produk | | |
|----|---------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------|
| | | Asetilena | Nikel karbonyl | Air | Asam klorida | Asam akrilat | Hidrogen | Nikel klorida |
| 1. | Berat Molekul | 26,04 gr/mol | 170,73 gr/mol | 18,01528 gr/mol | gr/mol | gr/mol | gr/mol | gr/mol |
| 2. | Harga Per Kg | Rp.90.000 | Rp.248.000 | Rp.0 | Rp.120.000 | Rp.78.000 | Rp.2s4.000 | Rp.173.000 |
| 3. | Kebutuhan | 4 mol x 26 gr/mol = 104gr = | 1 mol x 170 gr/mol = 170 | 4 mol x 18 gr/mol = 72 | 2 mol x 36 gr/mol = 72 | 4 mol x 72 gr/mol = 288 | 1 mol x 2,016 gr/mol = 2,016 | 1 mol x 129,60 |

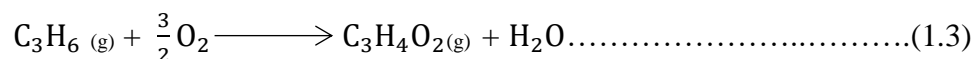
| | | | | | | | | |
|----|----------------------------|--|--|-------------------------------------|--|--|---|---|
| | | 0,104 k g | gr = 0,17 kg | gr = 0, 072 kg | gr = 0,072 kg | = 288,2 4gr = 0,288 24 kg | = 2,016 gr = 0,002 016 k g | gr/m ol = 129, 6gr = 0,12 96 k g |
| 4. | Harga Total | 0,104 k g x Rp. 90. 000 = Rp. 9.630 | 0,17k g x Rp. 2 48.00 0 = Rp. 42.16 0 | 0,072 kg x Rp.0 = Rp. 0 | 0,072 kg x Rp. 1 20.00 0 = Rp. 8.640 | 0,288 24 kg x Rp. 7 8.00 = Rp. 22.48 2,72 | 0,002 016 kg x Rp. 2 4.000 = Rp. 48.48 4 | 0,12 96 k g x Rp. 173. 000 = Rp. 22.4 20,8 |
| 5. | Analisa Ekonomi Awal | = Harga Produk – Harga Bahan Baku = Rp. 93.387,52 – Rp. 60.430 = Rp. 32.957,52 | | | | | | |

Sumber : (Petrochemical, 2022)

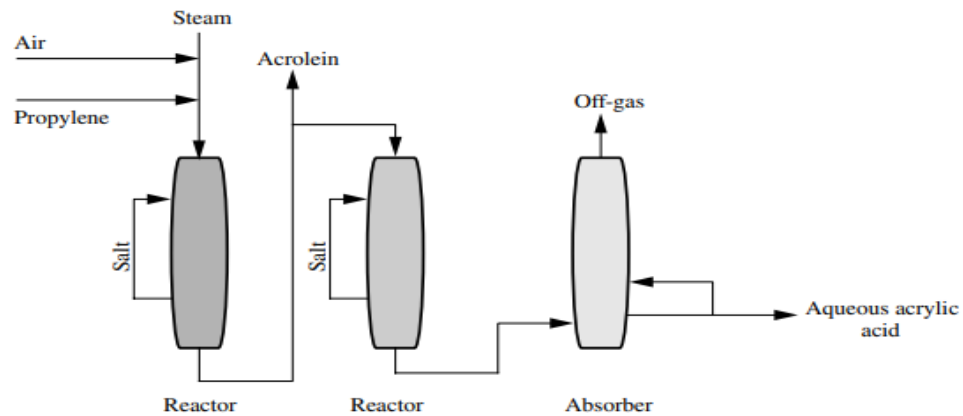
1.7.3 Proses Oksidasi *Propylene*

Proses oksidasi *propylene* fasa gas untuk menghasilkan asam akrilat menggunakan katalis dan temperatur optimum. Proses yang paling ekonomis untuk pembuatan Asam Akrilat yang didasarkan pada dua tahap, pertama menghasilkan akrolein kemudian dioksidasi menjadi Asam Akrilat. Reaksi ini di bantu oleh katalis Molybdenum Oxide, konversi yang terjadi 95 %. Kondisi operasi pada proses ini yaitu $P = 1 \text{ atm}$ $T = 280\text{-}360 \text{ }^\circ\text{C}$.

Persamaan reaksi :



Propilen Oksigen Asam akrilat Air



Gambar 3.4 Proses Oksidasi propylene

Sumber: (Speight, 2002)

Untuk mengetahui beberapa perbandingan pada setiap proses tersebut, dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Perbandingan Proses Pembuatan Oksidasi Propylene

| No | Parameter | Proses | | |
|----|-----------------|--|--|---|
| | | <i>Ethylene Cyanohydrin</i> | <i>Carbonylation Acetylene</i> | <i>Oksidasi Propylene</i> |
| 1 | Bahan baku | <i>Hydrogen cyanide</i> dengan <i>ethylene oxide</i> | <i>Carbonmonoxide</i> , air atau <i>alcohol</i> dengan penambahan <i>nickel carbonyl</i> . | <i>Propylene</i> dan oksigen |
| 2 | Kondisi operasi | P = 1 atm T = 50-200 °C | P = 138 atm T = 200 °C | P = 1 atm T = 280-360 °C |
| 3 | Konversi | 30-70% | 85% | 98,5% |
| 4 | Yield | 60-70% | 95-98% | 80-85% |
| 5 | Katalis | Palladium/Rhenium Chloride | Nikel Bromida dan Copper (II) Bromida | <i>Molibdenum Oxide</i> |
| 6 | Segi ekonomi | Harga ethylene oxide sangat mahal, sehingga dapat menghabiskan banyak biaya. | Bahan baku dan peralatan yang digunakan menghabiskan banyak biaya. Inpuritisnya sangat sulit | Bahan baku dan peralatan yang digunakan sederhana, sehingga biaya pemeliharaan dan pengendalian |

| | | | | |
|---|--------------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | dipisahkan. | lebih murah. |
| 7 | Harga ekonomi awal | Rp. 2.669,861 | Rp. 32.957,52 | Rp. 4.828,248 |

(Sumber: Kirk *and* Ortmer, 2014)

Berikut ini kelebihan dan kekurangan masing-masing proses :

1. Proses *Ethylene Cyanohydrin*

Kelebihan dan kekurangan pada proses *Ethylene Cyanohydrin* dapat dilihat pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Kelebihan dan Kekurangan Proses *Ethylene Cyanohydrin*

| Kelebihan | Kekurangan |
|---|---|
| 1. Suhu dan tekanan operasi reaksi standar berkisar 50-200°C dan 1 atm. | 1. Biaya produksi lebih mahal 2. Memerlukan rangkaian alat yang cukup banyak. 3. Koversi rendah berkisar 30-70% |

2. Proses *Carbonylation Acetylene*

Kelebihan dan kekurangan pada proses *Carbonylation Acetylene* dapat dilihat pada Tabel 1.7.

Tabel 1.7 Kelebihan dan Kekurangan Proses *Carbonylation Acetylene*

| Kelebihan | Kekurangan |
|--|---|
| 1. Selektivitas proses berkisar 95-98% | 1. Bahan baku dan peralatan yang digunakan menghabiskan banyak biaya. 2. Inpurnitasnya sangat sulit dipisahkan. 3. Proses reaksi berlangsung pada tekanan tinggi yaitu 138 atm. |

3. Proses Oksidasi *Propylene*

Kelebihan dan kekurangan pada proses Oksidasi *Propylene* dapat dilihat pada Tabel 1.8.

Tabel 1.8 Kelebihan dan Kekurangan Proses Oksidasi Propylene

| Kelebihan | Kekurangan |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Udara mudah didapat 2. Selektivitas dan konversi proses ini cukup tinggi berkisar 80-85%. 3. N₂ pada udara merupakan <i>diluent</i> sebagai pendingin/penyerap panas selama reaksi. 4. Konversi yang diperoleh merupakan yang tertinggi dari ketiga proses yaitu 98,5% 5. Bahan baku dan peralatan yang digunakan sederhana, sehingga biaya pemeliharaan dan pengendalian lebih murah. 6. Proses Oksidasi Propylene paling sederhana dibandingkan proses-proses lainnya. Bahan baku yang digunakan berupa propylene dan udara mudah diperoleh dan tersedia dalam jumlah yang cukup. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Memerlukan katalis yang lebih banyak. |

Dari ketiga proses diatas dipilih pembuatan asam akrilat dengan proses oksidasi propilen menggunakan udara dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku yang digunakan berupa propilen mudah diperoleh dan tersedia dalam jumlah cukup.
2. Udara yang mudah didapat dan relatif lebih murah.
3. N₂ pada udara merupakan *diluent* yang berfungsi sebagai penyerap panas.
4. Konversi dan *yield* proses ini cukup tinggi berkisar 80-85%
5. Kondisi suhu dan tekanan yang tidak terlalu tinggi yaitu 280 - 360°C dan 1 atm.

1.8 Uraian Proses

Proses oksidasi propilen fasa gas untuk menghasilkan asam akrilat menggunakan katalis *Molibdenum Oxide* (MoO₃). Kondisi operasi dalam reaktor berlangsung pada suhu 263 °C dan tekanan 5 atm. Ini merupakan proses yang paling ekonomis untuk pembuatan asam akrilat. Reaksi ini berjalan secara

eksotermis dan konversi yang terjadi 95%. Proses pembuatan asam akrilat secara garis besar dibagi menjadi tahap proses, yaitu :

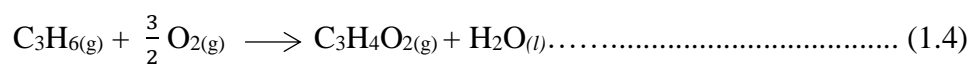
1. Tahap Persiapan Bahan Baku.
2. Tahap Reaksi
3. Tahap Pemurnian Hasil.

1.8.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan asam akrilat adalah propilen dan oksigen dari udara dengan katalis Molibdenum Oxide. Bahan Baku berupa propilen disimpan pada fase cair di Tangki penampung (TP-101) pada ($T=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P=11,35\text{ atm}$) kemudian dialirkan dengan Pompa (P-101) menuju Mixer (MIX-101). Bahan Baku berupa oksigen dialirkan ke Compressor (K-101) pada ($T=30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P=1\text{ atm}$) menuju Mixer (MIX-101) yang bertujuan untuk mencampurkan suatu bahan hingga tercampur pada. Kemudian Bahan baku keluaran Mixer (Mix-101) dialirkan menuju Heater (HE-101) untuk menaikkan suhu dari $12,52\text{ }^{\circ}\text{C}$ menjadi ($T=263\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P=5\text{ atm}$). Hasil keluaran Heater (HE-101) dialirkan menuju ke Reaktor (R-201).

1.8.2 Tahap Reaksi

Reaktor yang digunakan adalah Reaktor *Conversion* yang berisi katalis *Molibdenum Oxide*. Reaktan propilen dan udara diumpankan menuju reaktor dengan kondisi operasi dalam reaktor (R-201) pada ($T=263\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P=5\text{ atm}$) dengan fasa uap. Di dalam reaktor akan terjadi reaksi oksidasi (reaksi bersifat eksotermis dan *irreversible*), reaksi dapat dilihat pada persamaan 1.4



Propylene *Acrylic acid*

Propilen teroksidasi membentuk asam akrilat dan besarnya konversi propilen dapat mencapai 95% dengan bantuan katalis *Molibdenum Oxide*. Dikarenakan reaksi bersifat eksotermis dan *irreversible* maka reaksi disertai dengan pelepasan panas, akibatnya akan terjadi peningkatan suhu. Untuk mencegah hal tersebut digunakan pendingin. Gas keluaran reaktor (R-201) pada

($T = 263\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 5\text{ atm}$) selanjutnya didinginkan menggunakan Cooler (C-201) untuk menurunkan suhu menjadi ($T = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 5\text{ atm}$).

1.8.3 Pemurnian dan Penyimpanan Produk

Gas keluaran reaktor yang telah didinginkan akan masuk ke separator (Sp-301), asam akrilat akan keluar sebagai hasil bawah pada ($T = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 5\text{ atm}$) sedangkan hasil atas berupa gas sisa reaktan. Larutan asam akrilat pada ($T = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 5\text{ atm}$) dialirkan menuju menara Distilasi (D-301) dengan tujuan untuk pemurnian produk asam akrilat dari air. Hasil bawah menara distilasi (D-301) adalah produk asam akrilat pada ($T = 132,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 1\text{ atm}$) dengan kemurniaan 95 % sebanyak 6964,51040 kg/jam, selanjutnya asam akrilat dialirkan menuju Cooler (C-301) untuk menurunkan suhu menjadi $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1 atm. Produk asam akrilat kemudian disimpan pada fase cair di tangki penyimpanan (TA-301) dan digunakan valve untuk mengontrol tekanan ($T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 0,8\text{ atm}$).

1.9 Pemilihan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan dibangun. Pabrik asam akrilat ini direncanakan akan dibangun di Cilegon, Banten. Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan untuk menentukan lokasi pabrik yang kita rancang agar secara teknis dan ekonomis menguntungkan. Diantara faktor tersebut yaitu, faktor utama dan faktor pendukung

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku utama pembuatana asam akrilat adalah propilen yang diperoleh dari PT. Chandra Asri, Cilegon, Jawa Barat. Dengan pertimbangan dekat akan bahan baku tersebut maka biaya transportasi bahan baku dapat dihemat.

2. Pemasaran

Orientasi pemasaran ditujukan pada pemenuhan kebutuhan asam akrilat dalam negeri dan untuk ekspor. Daerah Cilegon merupakan daerah yang strategis untuk pendirian suatu pabrik karena dekat dengan Jakarta sebagai pusat perdagangan Indonesia. Asam akrilat yang dihasilkan dapat dipasarkan untuk

industri-industri polimer, cat, perekat serta industri tekstil yang juga berada di Cilegon, Banten. Disamping itu, dekatnya lokasi pabrik dengan pelabuhan laut Banten akan mempermudah pemasaran produk baik di dalam maupun luar negeri.

3. Sarana Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Dengan adanya fasilitas jalan raya, rel kereta api, dan pelabuhan laut yang memadai, maka pemilihan lokasi di Cilegon sangat tepat.

4. Penyediaan Utilitas

Proses industri membutuhkan air dalam jumlah besar antara lain untuk pendinginan, bahan baku, steam dan lain-lain. Karena itu pabrik sebaiknya terletak dekat dengan sumber air untuk mengantisipasi adanya pengaruh musim terhadap fruktusasi persediaan air maka dibuat juga reservoir air. Dalam hal ini dapat dipenuhi dari air sungai Ciujung yang bermuara di daerah Cilegon.

5. Tenaga Kerja

Melihat keberadaan dan kemampuan tenaga ahli di bidang kimia di Indonesia yang begitu banyak, maka akan menjamin terlaksananya pendirian pabrik produksi asam akrilat di Indonesia. Ketersediaan tenaga kerja yang melimpah di Indonesia membuat produksi asam akrilat akan berjalan lancar, serta perekrutan tenaga kerja menurut kualifikasi tertentu merupakan pertimbangan yang penting demi kemajuan suatu pabrik. Tidak kalah juga para tenaga ahli dan pekerja-pekerja yang ada di daerah Cilegon. Dengan pertimbangan demikian rencana pendirian pabrik asam akrilat di Cilegon tersebut akan dapat terlaksana dan terwujud dengan baik. Tenaga kerja dapat dipenuhi dengan mudah dari daerah sekitar lokasi pabrik maupun luar lokasi pabrik sesuai dengan kebutuhan dan kriteria perusahaan. Tenaga kerja lulusan universitas terbaik yaitu, UNIMAL, POLITEKNIK Lhokseumawe, UNSYIAH, ITB, UGM, UI, dan UNDIP dan untuk bagian operator lulusan SMK dan SMA. Pendirian pabrik ini diharapkan dapat membuka lapangan kerja baru, sehingga mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia, sehingga dengan meningkatnya lapangan kerja di Indonesia mampu membuat roda ekonomi menjadi jauh lebih baik.

6. Kebutuhan Energi

Kebutuhan energi pabrik asam akrilat ini direncanakan untuk menggunakan sumber listrik dari PLN. Dan juga tersedia unit generator untuk keadaan darurat. Sedangkan sebagai bahan bakar boiler dan mobil kontainer digunakan solar yang dapat dipasok dari daerah sekitar lokasi pabrik.

7. Kondisi Daerah

Karakteristik lokasi ini menyangkut iklim di daerah tersebut, kemungkinan terjadinya banjir, serta kondisi sosial masyarakatnya. Dalam hal ini, Cilegon sebagai kawasan industri adalah daerah yang telah ditetapkan menjadi daerah industri sehingga pemerintah memberikan kelonggaran hukum untuk mendirikan suatu pabrik di daerah tersebut.

8. Kebijakan Pemerintah

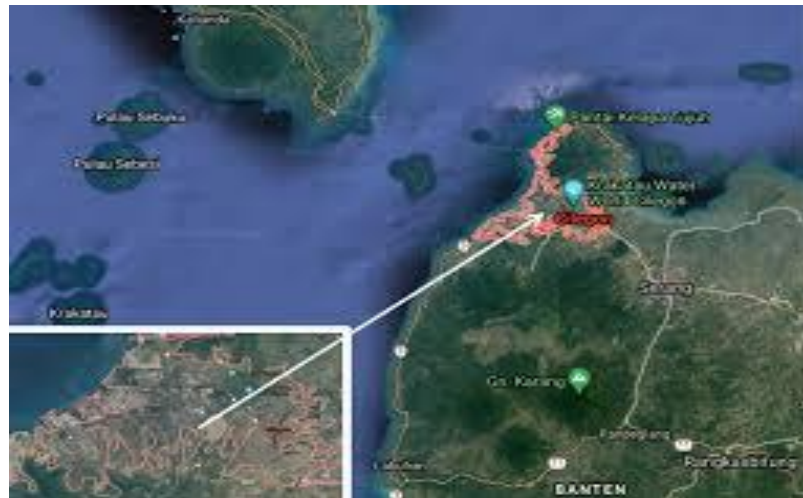
Kawasan Industri Krakatau Steel merupakan kawasan industri dan berada dalam teritorial negara Indonesia sehingga secara geografis pendirian pabrik di kawasan tersebut tidak bertentangan dengan kebijakan pemerintah yang berlaku.

9. Keadaan Masyarakat

Masyarakat di daerah industri akan terbiasa untuk menerima kehadiran suatu pabrik di daerahnya, selain itu masyarakat juga akan dapat mengambil keuntungan dengan pendirian pabrik ini, antara lain dengan adanya lapangan kerja yang baru maupun membuka usaha kecil di sekitar lokasi pabrik.

10. Lokasi Pabrik

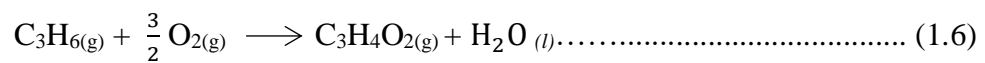
Berikut ini peta lokasi dari pabrik Asam Akrilat yang akan didirikan di Kawasan Industri Cilegon, Jalan Raya Anyer, Cilegon yang terletak di Kabupaten Lebak Provinsi Banten, Jawa Barat.



Gambar 1.2 Peta Lokasi Pabrik Asam Akrilat

1.10 Analisa Ekonomi Awal

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi teknik dan ekonomi. Adapun analisa ekonomi awal berdasarkan reaksi pada persamaan 1.6.



Propilen + Oksigen Asam Akrilat + Air

Uji ekonomi awal merupakan perhitungan jumlah dari harga bahan baku dan harga produk yang akan dijual sebagai penentu apakah pabrik yang akan dirancang dapat memberikan keuntungan atau memberikan kerugian. Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lain yaitu harga bahan baku dan produk. Harga bahan baku dan produk dapat dilihat pada Tabel 1.9.

Tabel 1.9 Harga Bahan Baku dan Produk

| No. | Parameter | Bahan Baku | | Produk | |
|-----|----------------------|---|--|--|--|
| | | Propilen | Udara | Asam Akrilat | Air |
| 1. | Berat Molekul | 42,08 gr/mol | 32 gr/mol | 72,06 gr/mol | 18,01 gr/mol |
| 2. | Harga Per Kg | Rp. 20.364 | Rp. 0 | Rp. 78.938 | Rp. 0 |
| 3. | Kebutuhan | 1 mol x 42 gr/mol = 42 gr = 0,042 kg | 3/2 mol x 32 gr/mol = 48 gr = 0,048 kg | 1 mol x 72 gr/mol = 72 gr = 0,072 kg | 1 mol x 18 gr/mol = 18 gr = 0,018 kg |
| 4. | Harga Total | 0,042 kg x Rp. 20.364 = Rp. 855,288 | 0,048 kg x Rp. 0 = Rp. 0 | 0,072 kg x Rp. 78.938 = Rp. 5.683,536 | 0,018 kg x Rp. 0 = Rp. 0 |
| 5. | Analisa Ekonomi Awal | = Harga Produk – Harga Bahan Baku = Rp. 5.683,536 – Rp. 855,288 = Rp. 4.828,248 | | | |

Sumber : (Petrochemical, 2022)

Dilihat dari Tabel 1.9 maka didapatkan hasil keuntungan, hasil analisa ekonomi awal didapat keuntungan dari harga bahan baku maka prarancangan pabrik asam akrilat layak dilanjutkan.