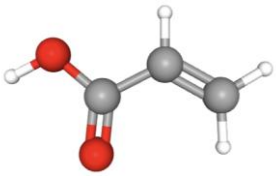
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asam akrilat adalah senyawa organik tatanama IUPAC *propenoic acid* ($C_3H_4O_2$), yang merupakan asam karboksilat tak jenuh paling sederhana. Senyawa ini berwujud cairan tak berwarna dengan bau yang sangat tajam dan menusuk, serta larut baik dalam air dan pelarut organik lainnya. Gugus vinil ($CH_2 = CH$-) dalam strukturnya membuat asam akrilat sangat reaktif dan mudah mengalami polimerisasi, sehingga memerlukan penambahan inhibitor untuk stabilitas. Senyawa ini juga dikenal sangat korosif terhadap logam dan jaringan. Asam akrilat termasuk cairan mudah terbakar dengan titik nyala sekitar 50°C. Dalam industri, senyawa ini banyak digunakan sebagai bahan baku utama dalam produksi ester akrilat seperti metil akrilat, etil akrilat, dan butil akrilat serta sebagai monomer dalam pembuatan polimer dan kopolimer akrilik. Polimer hasil turunannya digunakan secara luas pada cat, perekat, pelapis, resin sintetis, dan bahan *Super Absorbent Polymers* (SAP). Keunggulan asam akrilat terletak pada kemampuannya menghasilkan polimer dengan transparansi tinggi, daya lekat kuat, dan ketahanan terhadap cuaca serta bahan kimia. Struktur kimia dari asam akrilat dapat ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kimia Asam Akrilat (PubChem,2025)

Secara global, proses produksi asam akrilat paling umum dilakukan melalui dua tahap oksidasi katalitik fase gas dari propilena. Pada tahap pertama, propilena dioksidasi menjadi akrolein, dan pada tahap kedua akrolein dioksidasi lebih lanjut menjadi asam akrilat. Proses ini dipilih karena efisiensinya yang tinggi serta ketersediaan propilena yang melimpah dari industri petrokimia.

Secara domestik, kebutuhan asam akrilat sebagian besar masih dipenuhi melalui impor. Meskipun terdapat satu produsen dalam negeri, PT. Nippon Shokubai Indonesia (NSI) di Cilegon, Banten, dengan kapasitas terpasang 140.000 ton/tahun (Arief, 2019). Data menunjukkan bahwa kapasitas produksinya sebagian besar

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ditujukan untuk pasar ekspor, sehingga belum mencukupi kebutuhan dalam negeri. Berdasarkan data BPS, volume impor asam akrilat Indonesia pada tahun 2024 mencapai 42.194,12 ton. Angka ini menunjukkan adanya kesenjangan pasar (*market gap*) yang signifikan. Oleh karena itu, pendirian pabrik baru yang menggunakan bahan baku propilena domestik dari PT. Chandra Asri Petrochemical menjadi sangat strategis untuk memenuhi permintaan dalam negeri.

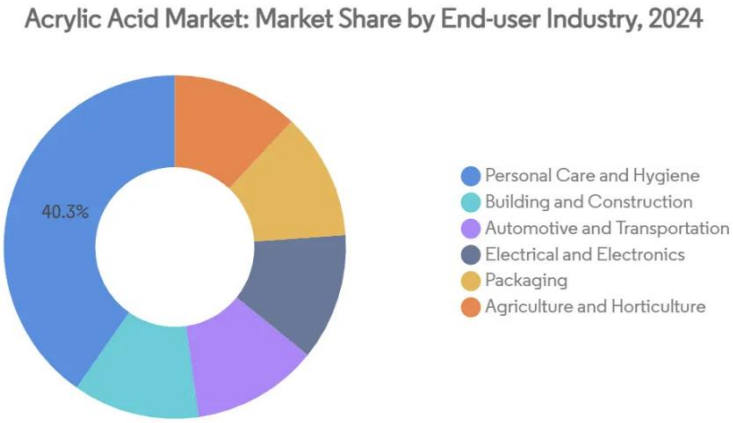
Oleh karena itu, direncanakan Praperancangan Pabrik Asam Akrilat dengan kapasitas 240.000 ton/tahun. Kapasitas ini dirancang untuk mengambil alih sebagian besar pangsa pasar impor saat ini sekitar 40.000 ton/tahun dengan proyeksi *Compound Annual Growth Rate* (CAGR) nasional sebesar 6,96% (6WResearch, 2023). Dengan pertimbangan ini, pendirian pabrik dinilai layak secara teknis dan ekonomis untuk direalisasikan.

1.2 Analisis Pasar

1.2.1. Potensi Pasar yang Ada

Pasar global asam akrilat diperkirakan akan bertumbuh hingga 5,15% dari 8,18 juta ton pada tahun 2025 dan akan mencapai 10,52 juta ton pada tahun 2030. Bertumbuhnya pasar asam akrilat secara global didorong oleh meningkatnya permintaan dari segmen *personal care* dan kebersihan, terutama untuk produksi *Super Absorbent Polymers* (SAP) yang digunakan dalam produk seperti popok dan pembalut. Selain itu, peningkatan konsumsi juga terjadi pada industri cat dan pelapis (*paints and coatings*), perekat dan sealant (*adhesives and sealants*), serta ester akrilat, seperti butyl acrylate yang mendominasi pangsa pasar. Pertumbuhan pasar ini juga didukung oleh pesatnya perkembangan wilayah Asia-Pasifik, yang menyumbang lebih dari separuh konsumsi global dan menunjukkan laju pertumbuhan tertinggi (Mordor Intelligence, 2025). Sehingga, sekumpulan data kebutuhan ini memvalidasi perkiraan pertumbuhan pasar asam akrikat sebesar 5,15%.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2. Grafik Distribusi Pasar Asam Akrilat
(Mordor Intelligence, 2025)

Grafik ini menunjukkan distribusi penggunaan asam akrilat berdasarkan sektor industri pada tahun 2024. Segmen *personal care and hygiene* mendominasi dengan pangsa sekitar 40,3%, diikuti oleh *building and construction*, *automotive and transportation*, serta *electrical and electronics*. Dominasi sektor *personal care* menunjukkan bahwa kebutuhan asam akrilat terbesar berasal dari produksi *Super Absorbent Polymers* (SAP) yang digunakan pada popok, pembalut, dan produk kebersihan lainnya.

1.2.2. *Demand* Pasar



Gambar 3. Sebaran Konsumen Asam Akrilat Global
(Mordor Intelligence, 2025)

Gambar di atas menunjukkan distribusi tingkat konsumsi asam akrilat di berbagai wilayah. Asia-Pasifik tampak sebagai wilayah dengan intensitas konsumsi tertinggi, disusul oleh Amerika Utara dan Eropa. Tingginya permintaan di Asia-Pasifik terutama disebabkan oleh pertumbuhan industri manufaktur, *personal care*, dan cat/pelapis di negara-negara seperti Tiongkok,

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Jepang, dan Korea Selatan. Sementara itu, wilayah dengan konsumsi lebih rendah terdapat di Amerika Selatan dan Afrika, yang masih memiliki potensi ekspansi di masa depan.

Permintaan pasar Indonesia dapat dilihat dari data impor asam akrilat yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Data Impor Asam Akrilat di Indonesia

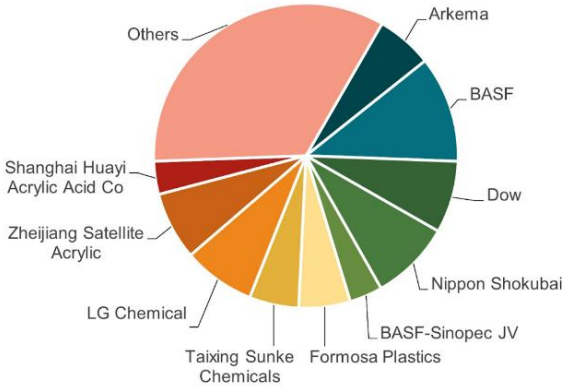
Tahun	Impor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan Impor (%)
2024	42.194,12	24,51
2023	33.887,89	-16,15
2022	40.414,64	-8,68
2021	44.256,97	16,04
2020	38.140,93	12,62
2019	33.865,47	2,25

Berdasarkan data yang ditunjukkan, impor asam akrilat mengalami peningkatan pesat pada tahun 2024. Maka, dengan adanya pendirian pabrik asam akrilat ini, diharapkan dapat mengurangi impor asam akrilat sehingga dapat menguntungkan bagi negara.

Meskipun di Indonesia sudah ada pabrik asam akrilat yang diproduksi oleh PT. Nippon Shokubai Indonesia dengan kapasitas 140.000 ton/tahun. Namun, Sebagian produksi ini diekspor ke luar negeri, khususnya untuk mencukupi kekurangan kapasitas produksi dari Perusahaan induk yang berada di Jepang. Sehingga, kebutuhan dalam negeri harus dicukupi dengan impor.

1.2.3. Kapasitas Pabrik yang Sudah Ada

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 4. Sebaran Produsen Asam Akrilat Global
(Prismane Consulting, 2025)

Grafik ini menampilkan pangsa pasar produsen utama asam akrilat di dunia. BASF, Dow, dan Nippon Shokubai menjadi tiga produsen terbesar secara global. Selain itu, perusahaan seperti Arkema, LG Chemical, Taixing Sunke Chemicals, dan Shanghai Huayi Acrylic Acid Co. juga memiliki kontribusi signifikan terhadap suplai global. Distribusi ini menggambarkan bahwa pasar asam akrilat bersifat kompetitif, namun masih terpusat pada beberapa perusahaan besar berbasis Eropa dan Asia.

Selain mempertimbangkan tingkat permintaan dan potensi pasar, penentuan kapasitas pabrik yang akan dibangun juga perlu didasarkan pada kapasitas produksi pabrik-pabrik yang telah beroperasi sebelumnya. Beberapa produsen global seperti BASF, LG Chem Ltd, SIBUR, Arkema S.A., Dow Chemical Company, CinVic Chemical Holdings Limited, dan Evonik Industries AG diketahui terus melakukan peningkatan kapasitas produksi setiap tahunnya (Open PR, n.d.). Data kapasitas beberapa pabrik asam akrilat di dunia dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Kapasitas Pabrik Asam Akrilat di Dunia

No	Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)	Referensi
1	BASF–YPC Co. Ltd	Nanjing, China	540.000	Lim 2017
2	Zhejiang Satellite Chemical Co., Ltd.	Jiaxing, China	720.000	

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3	Shanghai Huayi Acrylic Acid Co. Ltd.	Shanghai, China	244.000	
4	BASF Petronas Chemicals Sdn. Bhd.	Gebeng, Malaysia	160.000	
5	Zhenghe Group Co. Ltd.	Guangrao, China	40.000	Wong, 2013
6	Idemitsu Petrochemical Co., Ltd.	Aichi, Japan	50.000	
7	Nippon Shokubai Co., Ltd.	Himeji, Japan	50.000	Terry, 2018
8	LG Chem Ltd.	South Korea	160.000	
9	Nippon Shokubai Indonesia	Cilegon, Indonesia	140.000	Arief, 2019
10	SIBUR Holding PJSC	Tobolsk, Russia	160.000	Open PR, n.d.
11	Arkema S.A.	Normandy, France	320.000	
12	Dow Chemical Company	Freeport, USA	450.000	
13	Evonik Industries AG	Marl, Germany	160.000	
14	CinVic Chemical Holdings Limited	Nanjing, China	200.000	

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa produksi asam akrilat global memiliki kapasitas di antara 40.000 hingga 720.000 ton/tahun. Dengan melihat rentang kapasitas pabrik yang telah berdiri di dunia, diharapkan ini dapat menjadi dasar untuk penentuan kapasitas pabrik asam akrilat yang akan didirikan.

1.2.4. Kapasitas Produksi yang Optimal

Berdasarkan data kapasitas pabrik yang telah ada di dunia yaitu memiliki rentang 40.000 hingga 720.000 ton/tahun dan kebutuhan asam akrilat di Indonesia, dapat diputuskan kapasitas prarancangan pabrik asam

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

akrilat dari propilena. Perhitungan rerata dari kapasitas pabrik dunia didapatkan nilai 242.429 ton/tahun. Oleh karena itu, dapat diambil kapasitas 240.000 ton/tahun untuk penyusunan prarancangan pabrik asam akrilat ini. Kapasitas ini lebih besar dari Nippon Shokubai Indonesia sehingga dapat membuat harga jual lebih bersaing.

1.3 Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi pembangunan pabrik memiliki peran yang penting karena berpengaruh terhadap beberapa aspek seperti kemudahan transportasi untuk penerimaan bahan baku dan distribusi produk, ketersediaan sumber daya di area sekitar pabrik, dan kondisi sosial dan lingkungan masyarakat setempat. Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik dijelaskan sebagai berikut.

1.4.1. Bahan Baku dan Pasar

Bahan baku pembuatan asam akrilat yaitu propilena dan udara. Bahan baku utama Propilena akan dipasok oleh PT. Chandra Asri Petrochemical yang memiliki kapasitas produksi 590.000 ton/tahun.

Pemilihan lokasi pabrik di Kawasan Industri Cilegon dinilai sangat strategis karena berdekatan dengan berbagai sektor industri yang menjadi pengguna utama asam akrilat. Di wilayah Banten, terdapat sejumlah industri cat dan pelapis seperti PT Mitra Warna Cat Indonesia, PT Star Omni Industri, dan PT Pardic Jaya Chemicals yang membutuhkan pasokan akrilat secara berkelanjutan. Sementara itu, di wilayah Jawa Barat, terdapat industri perekat seperti PT Konishi Lemindo Indonesia serta PT Polychemie Asia Pacific Permai, dan industri resin serta polimer sintetik seperti PT Alfa Polimer Indonesia. Kedekatan geografis dengan perusahaan-perusahaan tersebut menjadikan Cilegon sebagai lokasi yang ideal untuk pendirian pabrik asam akrilat, karena dapat meminimalkan biaya distribusi, mempercepat rantai pasok, dan memperkuat hubungan industri kimia di kawasan barat Pulau Jawa.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.4.2. Transportasi

Sarana transportasi di Kawasan Industri Cilegon, Banten, tergolong sangat memadai dengan akses transportasi darat yang mudah dijangkau dan sistem logistik yang mampu mendukung kelancaran suplai bahan baku maupun distribusi produk.

Kawasan ini juga berdekatan dengan Pelabuhan Ciwandan yang menjadi jalur utama bagi berbagai industri kimia dalam melakukan kegiatan impor bahan baku dan distribusi produk ke pasar regional maupun internasional.

1.4.3. Air, Bahan Bakar, *Power*, dan Utilitas

Ketersediaan air dan sumber energi menjadi aspek penting yang harus diperhatikan dalam pengoperasian pabrik. Lokasi pabrik di Kawasan Industri Cilegon dipilih karena memiliki infrastruktur energi dan utilitas yang memadai, baik dari pasokan listrik maupun bahan bakar. Bahan bakar jenis *oil fuel* disuplai dari Indramayu, Jawa Barat, sedangkan tenaga listrik diperoleh dari PLTU Cilegon dan PT. PLN. Untuk kebutuhan air proses, pasokan dapat diperoleh dari Sungai Cidanau di wilayah Kabupaten Serang dan Waduk Krenceng Nadra yang berfungsi sebagai sumber cadangan air bagi operasional pabrik.

1.4.4. Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia di sekitar lokasi pabrik merupakan aspek penting yang perlu diperhatikan karena kualitas tenaga kerja sangat berpengaruh terhadap kelancaran dan efisiensi proses operasional. Di Provinsi Banten, tingkat pengangguran terbuka (TPT) pada Agustus, 2024 mencapai 6,68%, atau sekitar 400.000 orang (BPS, 2024). Dengan dibangunnya pabrik di Kawasan Industri Cilegon, diharapkan akan tercipta lapangan kerja baru yang dapat membantu menurunkan angka pengangguran di wilayah tersebut.

1.4 Pemilihan Proses

Pemilihan proses merupakan suatu bagian penting dalam melakukan prarancangan pabrik. Hal ini berkaitan erat dengan performa pabrik, kebutuhan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

pabrik, serta nilai ekonomi dari pabrik yang akan dirancang. Pemilihan proses ditentukan dengan *selection matrix* sebagai berikut:

Kriteria	Weighting Factor	Jalur Akrolein	Single-Step Oxidation	Jalur Asam Propinoat
Kematangan teknologi dan kemudahan *scale-up*	20%	5	3	2
Yield Total	20%	5	3	2
CAPEX	17,5%	3	4	2
OPEX	17,5%	4	4	2
Keselamatan dan lingkungan	12,5%	3	4	3
Ketersediaan bahan baku	12,5%	5	5	3
Total		**4,225**	**3,725**	**2,5**

Gambar 5. *Selection Matrix* Pemilihan Jalur Reaksi

Pembuatan asam akrilat dapat dilakukan dengan berbagai cara:

1. Jalur *Single-Step Oxidation*

   Single-step oxidation merupakan jalur alternatif yang mengoksidasi propilena secara langsung menjadi asam akrilat tanpa melalui pembentukan produk antara (intermediate). Proses ini beroperasi pada suhu 350–420°C dan tekanan 1–3 atm, dengan yield total yang relatif rendah yaitu 30–52%. Keunggulan jalur ini terletak pada kesederhanaan prosesnya, karena tidak memerlukan produk antara sehingga CAPEX yang dibutuhkan relatif lebih rendah dibandingkan jalur akrolein. Akan tetapi, jalur ini masih memiliki kekurangan signifikan, yaitu yield yang rendah, deaktivasi katalis yang berlangsung cepat, serta belum tersedianya lisensi komersial untuk teknologi ini, sehingga kematangan teknologinya masih jauh tertinggal. Berdasarkan evaluasi pembobotan, single-step oxidation memperoleh skor total **3,725**, dengan keunggulan pada CAPEX dan OPEX (skor 4) serta ketersediaan bahan baku (skor 5), namun tertinggal pada kematangan teknologi dan yield total (skor 3) dibandingkan jalur akrolein.

2. Jalur Asam Propionat

   Jalur asam propionat merupakan jalur reaksi yang melibatkan pembentukan asam propionat sebagai produk antara sebelum dikonversi menjadi asam akrilat. Proses ini beroperasi pada rentang suhu yang luas yaitu 50–450°C, namun memerlukan tekanan yang sangat tinggi yaitu 200–300 atm, dengan yield

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

total yang paling rendah di antara ketiga jalur, yaitu hanya 29–44%. Keunggulan jalur ini adalah sifat asam propionat sebagai intermediate yang lebih stabil dan aman dibandingkan akrolein. Namun, jalur ini memiliki banyak kekurangan, di antaranya yield yang sangat kecil, penggunaan katalis $Ni(CO)_4$ atau asam sulfat yang bersifat beracun dan memerlukan sistem recovery khusus, serta kebutuhan bahan baku CO yang sulit diperoleh dan berisiko tinggi dalam penanganannya, sehingga jalur ini kurang menguntungkan baik dari segi keselamatan maupun ekonomi. Berdasarkan evaluasi pembobotan, jalur asam propionat memperoleh skor total terendah yaitu **2,5**, dengan kekurangan yang konsisten pada hampir seluruh kriteria, terutama pada yield total dan kematangan teknologi (skor 2), sehingga jalur ini menjadi pilihan yang paling tidak kompetitif dibandingkan jalur akrolein dan single-step oxidation.

3. Jalur Akrolein

Jalur akrolein merupakan proses pembuatan asam akrilat dari propilena yang berlangsung melalui dua tahap oksidasi, yaitu oksidasi propilena menjadi akrolein, kemudian oksidasi lanjut akrolein menjadi asam akrilat. Jalur ini beroperasi pada rentang suhu 250–420°C dan tekanan 1,5–3 atm, dengan yield total yang cukup tinggi yaitu 72–86%. Keunggulan utama jalur ini adalah yield yang tinggi serta teknologi yang telah matang dan banyak diaplikasikan secara komersial di industri. Namun, jalur ini memiliki kekurangan berupa sifat akrolein yang toksik sehingga memerlukan penanganan khusus dari segi keselamatan, serta CAPEX yang relatif tinggi akibat kebutuhan dua reaktor oksidasi bertingkat. Berdasarkan evaluasi pembobotan terhadap enam kriteria (kematangan teknologi, yield, CAPEX, OPEX, keselamatan dan lingkungan, serta ketersediaan bahan baku), jalur akrolein memperoleh skor total tertinggi sebesar **4,225**, didukung oleh skor sempurna (5) pada kematangan teknologi, yield total, dan ketersediaan bahan baku, meskipun sedikit lebih rendah pada aspek keselamatan dan lingkungan (skor 3) dibandingkan dua jalur lainnya. Pertimbangan dalam pemilihan fasa akrolein ditunjukkan pada *selection matrix* sebagai berikut:

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Kriteria	Weighting Factor	Akrolein Cair	Akrolein Gas
Kematangan teknologi dan kemudahan *scale-up*	30%	2	5
Yield Asam Akrilat	25%	3	5
CAPEX	15%	3	4
OPEX	15%	2	4
Resiko Polimerisasi Akrolein	10%	1	4
Resiko Hot Spot	5%	5	3
Total		**2,45**	**4,5**

Gambar 6. *Selection Matrix* Pemilihan Fasa Akrolein

Dalam menentukan fasa akrolein yang digunakan pada tahap oksidasi lanjut menjadi asam akrilat, dilakukan evaluasi pembobotan terhadap dua opsi, yaitu akrolein cair dan akrolein gas, berdasarkan enam kriteria: kematangan teknologi dan kemudahan scale-up (30%), yield asam akrilat (25%), CAPEX (15%), OPEX (15%), risiko polimerisasi akrolein (10%), dan risiko hot spot (5%). Akrolein cair sebenarnya dipertimbangkan dalam analisis ini karena sifat fisiknya yang berupa cairan dianggap lebih mudah dalam pengendalian hot spot pada reaktor, di mana cairan memiliki kapasitas panas dan kemampuan distribusi panas yang lebih baik dibandingkan fasa gas, sehingga risiko terjadinya lonjakan suhu lokal (hot spot) yang ekstrem dapat lebih ditekan. Hal ini tercermin dari skor risiko hot spot akrolein cair yang lebih tinggi (skor 5) dibandingkan akrolein gas (skor 3).

Namun demikian, keunggulan tersebut tidak cukup untuk mengompensasi sejumlah kelemahan signifikan pada akrolein cair, terutama pada aspek risiko polimerisasi yang sangat tinggi (skor 1), mengingat akrolein dalam fasa cair jauh lebih reaktif dan rentan mengalami polimerisasi spontan, yang dapat menyebabkan penyumbatan jalur proses, kerusakan peralatan, hingga risiko keselamatan yang serius. Selain itu, akrolein cair juga tertinggal jauh pada aspek kematangan teknologi dan kemudahan scale-up (skor 2 vs 5), yield asam akrilat yang dihasilkan (skor 3 vs 5), serta CAPEX (skor 3 vs 4) dan OPEX (skor 2 vs 4) dibandingkan akrolein gas. Dengan bobot terbesar diberikan pada kematangan teknologi (30%) dan yield (25%), kelemahan akrolein cair pada kedua aspek ini

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

sangat berpengaruh terhadap skor totalnya yang hanya mencapai 2,45, jauh di bawah akrolein gas yang mencapai 4,5.

Oleh karena itu, meskipun akrolein cair menawarkan keunggulan pada pengendalian hot spot, akrolein gas tetap dipilih sebagai fasa proses karena secara keseluruhan memberikan performa yang jauh lebih baik dari segi teknologi, yield, dan ekonomi, dengan risiko hot spot yang masih dapat dikendalikan melalui desain reaktor multitube dan sistem pendinginan yang tepat, sebagaimana yang telah dirancang pada sistem reaktor pada proyek ini.

1.5 Pemilihan Katalis

Katalis merupakan bahan pendukung yang sangat krusial demi keberhasilan produksi asam akrilat. Katalis berfungsi untuk mengarahkan reaksi ke arah produk utama dan menurunkan energi aktivasinya sehingga dapat mempercepat terjadinya reaksi. Beberapa katalis yang umum digunakan antara lain katalis *Bismuth–Molybdate*, *Iron–Antimony Oxide*, dan *Cobalt–Molybdenum Oxide.* Berikut merupakan perbandingan performa dari berbagai katalis pada proses *catalytic oxidation* dengan bahan baku propilena:

Tabel 4. Perbandingan Katalis Proses Oksidasi Propilena Menjadi Akrolein

	Bismuth-Molybdate ($Bi_2Mo_3O_{12}$) (Grasselli, R.K., 1999)	Iron-Antimony Oxide (Moro-oka, Y., 1994)	Cobalt-Molybdenum Oxide (Ueda, W., 2000)
Komposisi Optimum	$Bi_2Mo_3O_{12}$ dengan promotor Fe, Co, Ni	$FeSbO_4$ (rasio Fe:Sb = 1:1)	$CoMoO_4$
Konversi Propilena	≥95%	85–95%	70–85%
Selektivitas Akrolein	85–95%	75–88%	60–75%
Kondisi Operasi	250–450°C	350–450°C	350–420°C

Dari hasil perbandingan penggunaan katalis di atas, nilai konversi dan selektivitas akrolein lebih besar menggunakan katalis Bismuth-Molybdate dibanding

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dengan penggunaan katalis lainnya. Sehingga, keseluruhan proses yang dipilih untuk prarancangan pabrik asam akrilat ini adalah dengan proses *catalytic-oxidation* dalam fasa gas menggunakan katalis vanadium-molybdenum oxide dengan rentang suhu 200℃ sampai 350℃ tergantung kondisinya.

Selain pemilihan katalis pada oksidasi propilena menjadi akrolein, pemilihan katalis pada tahap oksidasi akrolein menjadi asam akrilat juga sangat memengaruhi konversi dan selektivitas produk. Katalis yang paling efektif dalam oksidasi akrolein adalah katalis dengan komposisi *multicomponent oxide*. Katalis yang biasa digunakan yaitu katalis Vanadium-Molybdenum, katalis Cobalt-Molybdenum Oxide, dan katalis Vanadium-Antimony. Berikut perbandingan hasil dari berbagai macam katalis dalam proses *catalytic-oxidation* dengan bahan baku akrolein:

Tabel 5. Perbandingan Katalis pada Proses Oksidasi Akrolein Menjadi Asam Akrilat

	Vanadium-Molybdenum Oxide (Ruppel, I.W. et al., 1998)	Cobalt-Molybdenum Oxide (Andrushkevich, T.V., 1993)	Vanadium-Antimony (Andrushkevich, T.V., 1993)
Komposisi Optimum	$Mo_{12}V_{1\text{-}6}W_{0,2\text{-}4}Cu_{0,5\text{-}6}Ni_{0,2\text{-}6}X_e^1X_f^2X_g^3X_h^4X_i^5O_n$	Fraksi Cobalt dalam Co-Mo sebesar 60%	-
Konversi Akrolein	≥95%	44,5-55%	30%
Selektivitas Asam Akrilat	≥95%	11,8-75,5%	40-77%
Kondisi Operasi	200-350˚C	260˚C	300˚C

Dari hasil perbandingan penggunaan katalis di atas, nilai konversi dan selektivitas asam akrilat lebih besar menggunakan katalis *vanadium-molybdenum oxide* dibanding dengan penggunaan katalis lainnya. Sehingga, keseluruhan proses yang dipilih untuk prarancangan pabrik asam akrilat ini adalah dengan proses

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dan Udara dengan Kapasitas 240.000 Ton per Tahun
Angellina Widjaya, Prof. Dr. Ir. Edia Rahayuningsih, M.S., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

catalytic-oxidation dalam fasa gas menggunakan katalis vanadium-molybdenum oxide dengan rentang suhu 200°C sampai 350°C tergantung kondisinya.

Katalis Vanadium-Molybdenum Oksida dibuat dengan pencampuran antara Vanadium (V) Oksida dan Molybdenum (VI) Oksida dengan perbandingan massa 8:2 hingga 9:1.

Tabel 6. Analisis Harga Produk dari Akrolein

Keterangan	Nilai
Reaktan Akrolein : produk asam akrilat (massa)	1: 1,2857
Harga 1 kg Akrolein	$2,5
Harga asam akrilat dari 1 kg akrolein	$1,9285

Tabel 7. Analisis Harga Produk dari Propilena

Keterangan	Angka
Reaktan Propilena : produk asam akrilat (massa)	1: 1,714
Harga 1 kg Propilena	$0,89
Harga asam akrilat dari 1 kg propilena	$2,571

Berdasarkan perhitungan sederhana tersebut, penggunaan propilena sebagai bahan baku pembuatan asam akrilat *feasible.* Penggunaan akrolein impor sebagai bahan baku pembuatan asam akrilat tidak *feasible* dikarenakan harga bahan baku yang jauh lebih mahal dibandingkan harga jual produk yang dihasilkan. Di lain sisi, penggunaan propilena sebagai bahan baku dapat menghasilkan produk asam akrilat yang 2,8887 kali lebih mahal daripada bahan baku propilenanya.