

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia Industry, asam akrilat dikenal sebagai senyawa kimia Industr yang sangat penting karena digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan berbagai produk seperti polimer, resin, dan bahan kimia lainnya. Keunggulan utamanya terletak pada reaktivitas tinggi terhadap polimerisasi, sehingga menjadikannya bahan utama dalam produksi superabsorbent polymer (SAP), cat berbasis air, perekat, pelapis, serta tekstil teknis (Hartati et al., 2021). Luasnya aplikasi turunan dari senyawa ini menunjukkan peran strategis asam akrilat dalam memenuhi kebutuhan Industry modern yang menuntut material Industr dan fleksibel.

Pertumbuhan sektor otomotif, konstruksi, dan produk perawatan pribadi secara global telah mendorong meningkatnya permintaan terhadap asam akrilat. Di Indonesia sendiri, meskipun memiliki potensi sumber daya yang cukup untuk mendukung Industry kimia, Industry besar kebutuhan asam akrilat masih harus dipenuhi melalui jalur impor (World Bank, 2023). Ketergantungan terhadap pasokan luar negeri ini dapat mengganggu kestabilan suplai bahan baku dan menjadikan Industry dalam negeri rentan terhadap gejolak harga pasar internasional. Oleh sebab itu, Industry dan fasilitas produksi asam akrilat di dalam negeri merupakan Industr strategis untuk memperkuat kemandirian Industry kimia nasional sekaligus menekan Industr neraca perdagangan (Nurcahyo & Wijayanti, 2017).

Dari segi teknis, produksi asam akrilat dapat dilakukan melalui proses oksidasi propilena dengan bantuan katalis Industr yang berbasis logam campuran. Proses ini terdiri dari dua tahap utama: pertama, pembentukan senyawa antara berupa asam Industr, kemudian dilanjutkan dengan tahap oksidasi menjadi asam akrilat (Sulistyo & Su'andi, 2022). Teknologi ini telah terbukti efektif untuk digunakan pada skala Industr dan mampu menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan Industr kemurnian yang memenuhi standar global. Pemilihan metode ini mempertimbangkan ketersediaan propilena di Indonesia yang cukup melimpah, mengingat senyawa tersebut merupakan produk samping dari proses kilang minyak dan Industr petrokimia (Fatma, 2024). Pada level Industr, Industr dan pabrik asam akrilat

dengan kapasitas produksi 54.000 ton per tahun dirancang untuk merespons tingginya permintaan dalam negeri sekaligus memanfaatkan peluang ekspor ke pasar regional. Inisiatif ini tidak hanya berpotensi memberikan keuntungan ekonomi melalui optimalisasi nilai tambah dari bahan baku 2ndus, tetapi juga berperan dalam menciptakan lapangan pekerjaan, mendorong kemajuan riset dan teknologi nasional, serta memperkuat struktur 2ndustry kimia di Indonesia (Ramona, 2016).

Selain itu, ketersediaan asam akrilat dari produksi dalam negeri akan menjadi pendorong utama bagi pertumbuhan sektor hilir seperti superabsorbent polymer (SAP), perekat, dan emulsi polimer. Kehadiran bahan baku ini secara 2ndus akan memperkuat keterpaduan rantai pasok 2ndustry dan mendukung pengembangan 2ndustry yang berorientasi pada keberlanjutan di Indonesia. Oleh karena itu, perencanaan awal pendirian pabrik asam akrilat ini tidak hanya relevan dari sisi teknis dan ekonomi, tetapi juga memiliki peran strategis dalam mempercepat kemajuan sektor 2ndustry nasional secara menyeluruh (Fatma, 2024).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika (2024), kebutuhan impor dan ekspor asam akrilat di Indonesia pada tahun 2019-2024 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Impor dan Ekspor Asam Akrilat (BPS, 2024)

Tahun	Impor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan Impor (%)	Ekspor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan Ekspor (%)
2024	34954,434	19.50	33943,46	-12.46
2023	27310,411	-0.05	28703,86	-28.82
2022	32466,201	9.70	22823,84	13.13
2021	36002,803	23.65	25988,8	27.51
2020	31181,745	5.83	33514,39	2.02
2019	26323,785	11.73	32860,54	0.28

Berdasarkan data impor dan ekspor asam akrilat selama tahun 2019-2024 didapatkan proyeksi kebutuhan impor dan ekspor dari Asam Akrilat yang dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2 Proyeksi Jumlah Ekspor dan Impor Asam Akrilat Di Indonesia Tahun 2025-2034

Tahun	Proyeksi Impor (Ton/Tahun)	Proyeksi Ekspor (Ton/Tahun)
2025	34173.49	29927.62
2026	34973.57	29762.42
2027	35773.64	29597.22
2028	36573.72	29432.02
2029	37373.8	29266.83
2030	38173.87	29101.63
2031	38973.95	28936.43
2032	39774.02	28771.23
2033	40574.1	28606.03
2034	41374.17	28440.83

Perkiraan terhadap permintaan ekspor dan impor dapat dilakukan dengan menelaah data historis yang menunjukkan perkembangan volume perdagangan sebelumnya. Dalam konteks asam akrilat di Indonesia, data ekspor dan impor dari tahun-tahun sebelumnya dapat dianalisis untuk memahami arah pertumbuhan dan fluktuasi pasar. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah regresi linear, yang memungkinkan identifikasi pola tren dan proyeksi volume di masa mendatang secara kuantitatif. Hasil proyeksi ini dapat dijadikan dasar dalam menyusun strategi produksi dan distribusi, sehingga perusahaan yang bergerak di industri ini dapat merespons kebutuhan pasar secara lebih terencana dan adaptif.

Sebagai ilustrasi, beberapa perusahaan besar di Indonesia, seperti PT. Nippon Shokubai Indonesia, memiliki peran signifikan dalam memenuhi kebutuhan pasar domestik maupun ekspor. Perusahaan ini memproduksi asam akrilat dengan kapasitas mencapai 240.000 ton per tahun, menjadikannya salah satu produsen utama di dalam negeri. Beroperasi sejak tahun 1996, pabrik ini mengalami peningkatan kapasitas produksi pada tahun 2021, yang mencerminkan pertumbuhan permintaan dari sektor industri lokal maupun pasar ekspor (Shokubai, 2021).

Di samping itu, perusahaan seperti PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk. Turut memainkan peran penting dalam rantai pasok industri petrokimia dengan memproduksi bahan baku utama seperti polietilen, polipropilen, dan etilena. Dengan kapasitas produksi etilena yang mencapai 1.000.000 ton per tahun, perusahaan ini berkontribusi besar terhadap ketersediaan bahan baku yang dibutuhkan dalam proses sintesis asam akrilat dan produk-produk turunannya. Kapasitas produksi yang signifikan dari berbagai perusahaan tersebut menjadikan proyeksi ekspor dan impor sangat bergantung pada seberapa besar kemampuan industri dalam negeri untuk menjawab permintaan pasar, baik di tingkat nasional maupun global (CAP, 2022).

Dalam menyusun proyeksi ekspor dan impor, penting untuk mempertimbangkan berbagai variabel eksternal yang berpotensi memengaruhi dinamika pasar, seperti perubahan regulasi perdagangan internasional, fluktuasi harga global, serta perkembangan sektor industri pengguna akhir asam akrilat. Oleh sebab itu, hasil perhitungan berdasarkan tren historis perlu ditinjau ulang secara berkala agar tetap mencerminkan kondisi aktual dan dapat digunakan secara efektif dalam merancang strategi produksi dan pengelolaan rantai pasokan yang adaptif.

1.2 Kapasitas Rancangan

Pengoperasian pabrik asam akrilat direncanakan mulai berjalan pada tahun 2030, dengan kapasitas produksi yang ditentukan berdasarkan sejumlah pertimbangan strategis. Beberapa faktor utama yang memengaruhi penetapan kapasitas pabrik tersebut antara lain:

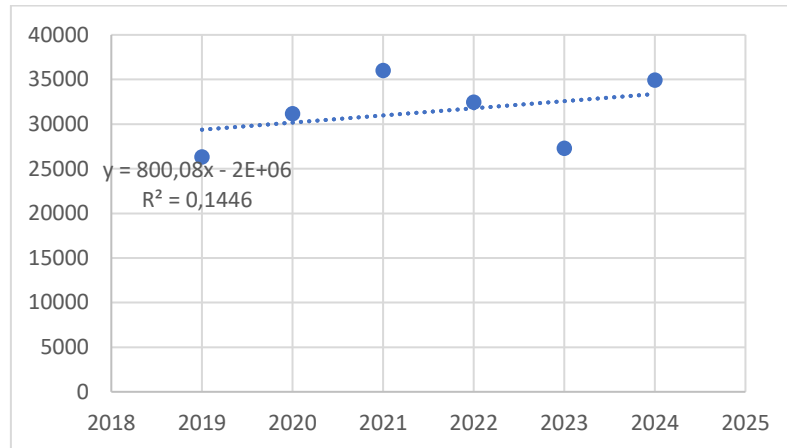
1. Kebutuhan pasar dalam negeri.
2. Adanya ketersediaan bahan baku Di Indonesia.
3. Efisiensi biaya produksi melalui skala ekonomi, sehingga produk yang dihasilkan kompetitif di pasar.

1.2.1 Kapasitas Pabrik Metil Akrilat

A. Prediksi Kebutuhan Metil Akrilat Di Indonesia

Berdasarkan data impor dan ekspor asam akrilat yang disajikan pada Tabel 1.2., terlihat bahwa permintaan dalam negeri terus mengalami peningkatan, seiring dengan pertumbuhan sektor otomotif, konstruksi, dan tekstil yang

secara langsung menggunakan bahan ini sebagai komponen penting. Mengacu pada hasil kajian dari XYZ Research (2023), kebutuhan asam akrilat di Indonesia diproyeksikan mencapai sekitar 50.000 ton pada tahun 2030, dengan rata-rata pertumbuhan tahunan sebesar 4%. Sehubungan dengan hal tersebut, estimasi kebutuhan impor asam akrilat Indonesia pada tahun 2030 divisualisasikan pada Gambar 1.1 berikut :



Gambar 1.1 Proyeksi Kebutuhan Asam Akrilat di Indonesia

B. Kapasitas Produksi Metil Akrilat Yang Sudah Berdiri

Dalam merancang kapasitas produksi asam akrilat, penting untuk memperhitungkan kemampuan produksi dari pabrik-pabrik yang telah beroperasi, baik di tingkat nasional maupun internasional. Hal ini bertujuan untuk menilai posisi kompetitif industri dalam negeri serta mengidentifikasi potensi pasar yang masih dapat digarap. Informasi mengenai kapasitas dan lokasi pabrik-pabrik asam akrilat yang ada saat ini dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Produsen Metil Akrilat di dunia

Pabrik	Kapasitas
LG Chem	500.000 ton/tahun
BASF	650.000 ton/tahun
Dow Chemical	1 Juta ton/tahun

Pabrik	Kapasitas
Mitsubishi Chemical Corporation	750.000 ton/tahun
Sasol	400.000 ton/tahun

Berdasarkan data kapasitas pabrik Asam Akrilat yang telah beroperasi secara global, kapasitas terendah mencapai 400.000 ton per tahun, sementara kapasitas tertingginya adalah 1 Juta ton per tahun. Dengan kapasitas produksi yang lebih besar ini, industri Asam Akrilat global memiliki kapasitas untuk memenuhi permintaan pasar domestik dan internasional.

C. Ketersediaan Bahan Baku

Asam Akrilat diproduksi menggunakan bahan baku berupa propanol dan akrilonitril. Bahan-bahan ini dapat diperoleh dari produsen yang tersebar di seluruh dunia. Daftar produsen dari kedua bahan baku tersebut disajikan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Bahan Baku Metil Akrilat

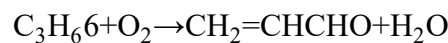
Pabrik	Produk	Lokasi	Kapasitas
PT. Nippon Shokubai Indonesia (PT NSI)	Asam Akrilat	Cilegon, Banten	140.000 ton/tahun
PT. Kaltim Methanol Indonesia	Metanol	Bontang, Kalimantan Timur	660.000 ton/tahun
BASF	Akrilonitril	Ludwigshafen, Jerman	550.000 ton/tahun
Dow Chemical	Akrilonitril	Freeport, Texas	700.000 ton/tahun

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

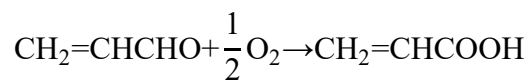
Dalam merancang sebuah pabrik, factor utama yang perlu diperhatikan adalah pemilihan lokasi. Menurut Alfred (1929), Menentukan tempat yang tepat penting untuk meningkatkan perkembangan serta kemajuan dalam aspek pemasaran dan nilai ekonominya. Ada beberapa aspek yang harus diperhatikan saat memilih lokasi pabrik

agar bisa meraih keuntungan dalam jangka Panjang dan mempermudah potensi ekspansi pabrik. Pada proses penentuan lokasi pabrik juga perlu ditinjau apakah proses yang berlangsung bersifat *weight loss* dan *weight gain*. Proses yang bersifat *weight loss* menghasilkan produk yang lebih ringan dibandingkan reaktan yang reaksinya memakai air atau udara yang bisa dibuang ke udara pasti lebih menguntungkan bila dekat dengan sumber bahan baku. Namun, apabila dalam prosesnya memiliki sifat *weight gain* yaitu dengan menghasilkan produk yang lebih berat dibandingkan reaktan yang reaksinya menggunakan air atau udara, maka akan lebih menguntungkan apabila lokasinya dekat dengan area pemasaran (Sofyan, A., et al., 2019). Dalam pendirian pabrik Asam Akrilat dari propilen dan udara, reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

- Oksidasi propilena menjadi asam akrolein



- Oksidasi akrolein menjadi asam akrilat



Dimana bahan baku yang digunakan adalah propilena (CH_2H_6) dengan berat molekul 42 g/kmol dan oksigen (O_2) dengan berat molekul 32 g/kmol sedangkan untuk produknya yaitu asam akrilat ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$) 72 g/kmol. Berdasarkan perbandingan berat molekul bahan baku dan produk, proses produksi metil akrilat bersifat *weight loss* Dimana hasil produksi lebih ringan daripada bahan baku. Oleh karena itu, pendirian pabrik metil akrilat memiliki 3 lokasi yang berpotensi untuk dijadikan lokasi pendirian pabrik yaitu di Cilegon, Karawang, dan Purwakarta. Hasil analisis pemilihan Lokasi pabrik dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Hasil Analisis Pemilihan Lokasi Pabrik

Faktor yang dinilai	Bobot	Skor			Bobot		
		Cilegon	Karawang	Purwakarta	Cilegon	Karawang	Purwakarta
Sumber Bahan Baku	30	4	3	3	120	90	90

Faktor yang dinilai	Bobot	Skor			Bobot		
		Cilegon	Karawang	Purwakarta	Cilegon	Karawang	Purwakarta
Lokasi Pasar	25	3	3	4	75	75	100
Harga Tanah	15	4	4	3	60	60	45
Transportasi	10	4	3	3	40	30	30
Tenaga Kerja	10	4	3	3	40	30	30
Limbah	30	3	3	3	90	90	90
Jumlah					425	375	385

Tabel 1.5 merupakan tabel hasil analisis pemilihan lokasi pabrik, dimana keterangan skor serta penentuan bobot faktor yang dinilai adalah sebagai berikut:

Keterangan Skor:

1= Kurang

2= Sedang

3= Baik

4= Baik Sekali

Menentukan bobot faktor yang dinilai:

Sumber bahan baku = 30

Pasar = 25

Harga tanah = 15

Sarana transportasi =10

Tenaga kerja =10

Limbah =30

1. Bahan Baku

Bahan baku pembuatan asam akrilat adalah propilena dan udara. Kedua bahan baku tersebut dapat dipenuhi dari dalam negeri yaitu propilena diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical yang terletak di Cilegon, Banten. Dengan kapasitas 4,2 juta ton/tahun yang mana merupakan produsen propilena terbesar Di Indonesia dan satu-satunya operator Naptha Cracker. Sedangkan bahan baku udara dapat diperoleh langsung dari atmosfer.

2. Transportasi

Bahan baku utama yang digunakan untuk memproduksi metil akrilat adalah asam akrilat yang berasal dari PT. Chandra Asri Petrochemical Cilegon, Banten berlokasi tidak terlalu jauh sehingga memudahkan transportasi dan menghemat biaya.

3. Daerah Pemasaran

Produk asam akrilat akan dipasarkan ke perusahaan pembuat polymer yang biasa digunakan sebagai bahan baku cat (*coating*), bahan perekat, dan binder untuk industri kulit, tekstil dan dan kertas. Perusahaan pembuat polimer yang biasa digunakan sebagai bahan baku cat, resin akrilik, bahan perekat dan sebagainya tertera pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Perusahaan Produsen Polimer Di Indonesia

Nama Perusahaan	Komoditi	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT NSI Indonesia	<i>Acrylic acid, acrylic esters, SAP</i>	240.000
PT Indonesia Polymer Compound	Cat (<i>Coating</i>)	36.000
PT Alfa Polimer Indonesia	Polimer (<i>Thickener</i>)	30.000
PT Diachem Resins Indonesia	Resin akrilik untuk <i>coating</i> , tinta, dan perekat	9.000
PT BASF Indonesia	Dispersi polimer (untuk <i>coating</i> , konstruksi, kertas)	95.000

4. Ketersediaan Lahan

Di Kawasan Industri Cilegon terdapat banyak lahan yang cukup luas, sehingga mendukung untuk didirikannya pabrik metil akrilat.

5. Tenaga Kerja

Pada kebutuhan tenaga kerja dapat dipenuhi dari penduduk setempat, tetapi dengan memenuhi kriteria perusahaan. Daerah Cilegon merupakan kawasan industri sehingga tenaga kerja mudah didapatkan.

1.4 Tinjauan Proses

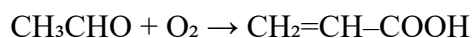
Asam Akrilat merupakan senyawa organik dengan rumus molekul $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$, termasuk dalam golongan asam karboksilat tak jenuh. Senyawa ini berbentuk cairan tak berwarna dengan bau menyengat serta memiliki kelarutan yang baik dalam air maupun pelarut organik. Asam akrilat banyak digunakan sebagai bahan baku monomer dalam produksi polimer akrilik, seperti *superabsorbent polymer* (SAP) yang digunakan dalam popok sekali pakai, serta emulsi untuk cat (*coating*), perekat, dan binder dalam industri tekstil, kulit sintetis dan kertas. Selain itu, asam akrilat juga digunakan sebagai reagen penting dalam sintesis senyawa turunan, termasuk bahan kimia untuk industri farmasi dan polimer khusus (O'Neil, 2016).

1.4.1 Macam-macam Proses

Menurut Kirk dan Othmer, 1992. Macam-macam proses pembentukan metil akrilat adalah sebagai berikut:

A. Proses Oksidasi Asetaldehida

Dalam proses ini, asetaldehida (CH_3CHO) dioksidasi secara langsung dengan oksigen menggunakan katalis logam seperti vanadium oksida (V_2O_5). Reaksi dilakukan pada suhu $250\text{--}350^\circ\text{C}$ dan tekanan $1\text{--}5$ atm. Metode ini menghasilkan asam akrilat dengan kemurnian sekitar $92\text{--}95\%$. Reaksi pada proses asetilen adalah sebagai berikut:



B. Proses Oksidasi Propilena

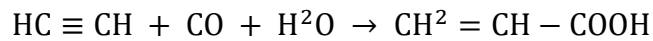
Propena (C_3H_6) dioksidasi dengan oksigen atau udara menjadi akrolein ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$) menggunakan katalis berbasis bismut-molibdenum (Bi-Mo) pada suhu sekitar $300\text{--}400^\circ\text{C}$ dan tekanan sekitar $1\text{--}3$ atm. Kemudian, akrolein dioksidasi lebih lanjut menjadi asam akrilat ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$) menggunakan katalis molibdenum–vanadium–niobium (Mo-V-Te-Nb) pada suhu $250\text{--}300^\circ\text{C}$ dalam kondisi tekanan yang serupa. Metode ini

menghasilkan asam akrilat berkualitas tinggi dengan kemurnian $\geq 98\%$ setelah pemurnian.. Reaksinya adalah:



C. Proses Karbonilasi Asetilena

Pada proses ini, asetilena ($\text{HC}\equiv\text{CH}$) direaksikan dengan karbon monoksida (CO) dan air (H_2O) menggunakan katalis kompleks logam seperti kobalt karbonil. Reaksi dilakukan pada suhu $150\text{--}200^\circ\text{C}$ dan tekanan tinggi $10\text{--}30\text{ atm}$. Proses ini menghasilkan asam akrilat dengan kemurnian $90\text{--}95\%$. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Tabel 1.7 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Akrilat

No	Proses	Kondisi Operasi	Kelebihan	Kekurangan
1	Asetaldehida	P = 1-5 atm T= 250–350°C	Asetaldehida reaktif	Selektivitas lebih rendah dan produk samping tinggi, Konversi hanya 92-95%
2	Propilena	P= 1–3 atm T= 250-400°C	Bahan baku mudah didapatkan, produk yang didapat dengan konversi 98% (setelah purifikasi)	Reaksi eksotermis dan katalis kompleks
3	Karbonilasi	P= 10-30 atm T= 150–200°C	Konversi langsung asetilena	Bahan baku beracun dan berbahaya,

No	Proses	Kondisi Operasi	Kelebihan	Kekurangan
				membutuhkan tekanan yang tinggi, efisiensi rendah

Tabel 1.7 merupakan perbandingan proses pembuatan metil akrilat, dari tabel tersebut proses pembuatan metil akrilat yang dipilih adalah proses oksidasi propilena dengan pertimbangan:

- Biaya produksi paling rendah
- Konversi dan selektivitas tinggi
- Menghasilkan asam akrilat dengan kemurnian tinggi ($\geq 98\%$) setelah purifikasi

1.5 Kegunaan Produk

Asam akrilat merupakan bahan baku utama untuk produksi poliakrilat, yaitu polimer yang digunakan secara luas sebagai bahan perekat, binder untuk industri kulit dan kertas, serta sebagai komponen kopolimer dalam berbagai produk cat (*coating*) dan serat akrilik (*acrylic fiber*). Polimer hasil dari asam akrilat juga digunakan oleh berbagai perusahaan industri *coating* dan plastik, seperti PT Indonesia Polymer Compound dan PT Alfa Polimer Indonesia. Dalam bidang *coating* dan *plastic compound*, asam akrilat berperan sebagai monomer penting dalam produksi material seperti: *acrylic emulsions*, *glass fiber sizing*, dan *additive* untuk *polyethylene terephthalate* (Douwin, 2023).

Penggunaan asam akrilat tidak mencakup aplikasi dalam produksi *polypropylene*, *polystyrene*, HDPE, LDPE, atau produk pangan seperti *flavour* dan sistein, karena senyawa tersebut berasal dari rantai olefin dan ester lainnya yang berbeda sifat reaktivitasnya (Gantrade, 2023).

BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku

- **Bahan Baku Utama**

1. Propilena

Menurut CAP, 2021. spesifikasi propilena adalah sebagai berikut:

- Rumus Molekul : C_3H_6
- Berat Molekul : 42,0804 kg/mol
- Bau : Khas
- Kemurnian : min 99.4% mol
- Impuritas : Propana maks 0,646 mol
- Wujud : Gas cair
- Titik Didih : $-48^{\circ}C$
- Titik Beku : $-185^{\circ}C$
- Densitas : 0,612 g/cc (pada 223°K)
- Tekanan Kritis : 45,6 atm
- Viskositas : 11,17 cp

2. Udara Proses

Menurut Perry dan Green, 2008. Spesifikasi udara adalah sebagai berikut:

- Suhu : $30^{\circ}C$
- Tekanan : 1 atm
- Komposisi : N $\pm 79\%$ mol
O₂ $\pm 21\%$ mol
Partikulat padat $\pm 0,02\%$ berat

Kemudian, untuk spesifikasi udara seperti yang tertera pada Tabel 2.1