



universitas
MALIKUSSALEH

SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI BUTANA DAN OKSIGEN DENGAN PROSES OKSIDASI BUTANA DENGAN KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh,

FIRDAUS HADIMULYAWAN ABBAS NIM. 210140100

RISKI NAILYA DEVINA NIM. 210140103

RAFIKA MEI YUNI NIM. 210140122

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
2026**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Seiring dengan kemajuan zaman dan juga perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) berkembang pula beberapa industri-industri terutama dalam bidang industri kimia, Dimana industri kimia menunjang kehidupan manusia. Industri kimia merupakan salah satu sektor industri yang sedang di kembangkan di Indonesia. Alasan Pembangunan industri kimia ialah untuk menunjang sektor ekspor Indonesia serta untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri juga. Maka untuk itu perlu adanya pendirian pabrik pabrik baru khususnya pabrik kimia. Salah satunya ialah pabrik asam asetat. Kebutuhan bahan ini dari tahun ketahun terus meningkat.

Asam asetat dikenal dengan asam cuka (CH_3COOH) adalah senyawa berbentuk cairan tak berwarna, berbau menyengat, memiliki rasa asam yang tajam dan larut dalam air, alkohol, gliserol eter. Pada tekanan atmosfer titik didihnya $117,9^\circ\text{C}$. asam asetat mempunyai aplikasi yang sangat luas dibidang industri dan pangan. Di Indonesia kebutuhan asam asetat masih harus diimport. Sehingga perlu diusahakan kemandirian dalam penyediaan bahan tersebut (Hardoyo, 2007).

Asam asetat dapat dipakai sebagai vinil asetat yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi senyawa polinil asetat. Polivinil asetat digunakan untuk memproduksi lapisan gelas dan *fiber*. Asam asetat dapat juga dipakai sebagai bahan baku pembuatan asam asetat *anhydrid* yang berguna sebagai zat untuk memproduksi *fiber*, selulosa asetat dan plastik. Kegunaan lain dari asam asetat adalah pada bidang farmasi, pembuatan zat aditif, fotografi, pembuatan terephthalat dan insektisida.

Pembuatan asam asetat di industri dapat dilakukan dengan tiga cara:

1. Karbonilasi Metanol
2. Oksidasi Hidrokarbon (n-Butana)
3. Oksidasi *Acetaldehyde*

Kebutuhan asam asetat dalam negeri semakin meningkat seiring dengan peningkatan industri-industri yang menggunakannya. Oleh karena itu, maka pendirian pabrik asam asetat akan membawa dampak positif, hal ini disebabkan karena di Indonesia selama ini asam asetat di import dalam jumlah besar dari Singapura, Cina, Jerman, Amerika Serikat, Italia, Spanyol, Jepang dan Prancis.

PT. Indo Acidatama merupakan satu-satunya produsen asam asetat lokal, dengan kapasitas 33.000 ton/tahun belum mampu memenuhi semua kebutuhan asam asetat dalam negeri. Industri-industri yang menggunakan asam asetat sebagai bahan baku masih memerlukan import dari negara lain. Untuk mengurangi jumlah import asam asetat yang terus meningkat, maka sangat perlu membangun pabrik asam asetat di dalam negeri (Kirk, 1983).

1.2 Rumusan Masalah

Asam asetat memiliki beberapa kegunaan terutama di bidang industri kimia yaitu sebagai reagen kimia. Di dalam kehidupan sehari-hari asam asetat dikenal dengan asam cuka yang mempunyai kegunaan dalam bidang rumah tangga yaitu untuk membersihkan, mencuci, memasak dan juga masih banyak kegunaannya. Asam asetat mengalami reaksi-reaksi asam karboksilat, misalnya menghasilkan garam asetat bila bereaksi dengan alkali, menghasilkan logam etanoat bila bereaksi dengan logam dan menghasilkan logam etanoat air dan karbon dioksida bila bereaksi dengan garam karbonat atau bikarbonat.

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Tujuan prarancangan pabrik pembuatan Asam Asetat dari bahan baku butana dan oksigen melalui proses oksidasi n butana untuk menerapkan disiplin ilmu Teknik kimia khususnya di bidang prarancangan proses dan operasi Teknik kimia sehingga akan memberikan kelayakan pabrik pembuatan asam asetat.

1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik

Berdasarkan dari tujuan prarancangan pabrik Asam Asetat maka manfaat dari prarancangan pabrik yang diperoleh sebagai berikut:

1. Dapat meningkatkan devisa negara dari sektor non-migas bila hasil produksi asam asetat di ekspor.
2. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri akan kebutuhan asam asetat dan memberikan kesempatan bagi industri-industri lain yang membutuhkan asam asetat.
3. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

1.5 Batasan Masalah

Di dalam penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik asam asetat ini, penyusun membatasi hanya pada flowsheet (*steady state*), pabrik asam asetat, *dynamic* mode, neraca massa, neraca energi, spesifikasi peralatan, analisa ekonomi, unit utilitas, Autodesk P&ID, Aspen Hysys, Autodesk Plant 3D dan tugas khusus.

1.6 Kapasitas Pabrik

Kapasitas produksi suatu pabrik akan mempengaruhi tingkat perhitungan teknik dan nilai keuntungan yang dihasilkan oleh pabrik. Pendirian pabrik dengan kapasitas tertentu antara lain bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, membantu perkembangan industri lain yang menggunakan produk tersebut. Kebutuhan impor Asam asetat pada tahun 2016-2020 dapat dilihat pada Tabel 1.5

Tabel 1.1 Total Konsumsi Asam Asetat di Indonesia

Konsumen	Jumlah (Ton/Tahun)
Industri PTA	141.341
Industri Ethyl Asetat	23.912
Industri Benang Karet	4.232
Industri Asam Cuka	2.752

Industri Tekstil	24.367
Industri Lain-lain	42.552
Jumlah Konsumsi	239.156

(Sumber: PT CIC.”Organic Acetic”).

Produksi asam asetat di Indonesia yang belum mencukupi mengakibatkan harus mengimpor dari luar negeri. Berikut ini perkembangan data impor dari tahun 2016-2020 dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data Pabrik Penghasil Asam asetat di Dunia

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
BP Chemicals	UK	675.000
Acetex, Paradies	Prancis	400.000
Showa Denko	Japan	250.000
Celanese Chemical	Jerman	180.000
Chang Chun Petrochemical	Taiwan	60.000
BASF	Germany	50.000
Indo Acidatama	Indonesia	33.000
Lonza	Swiss	30.000
Svensk Etanolkemi AB	Swedia	20.000

Sumber : (Kirk-Othmer, 1983).

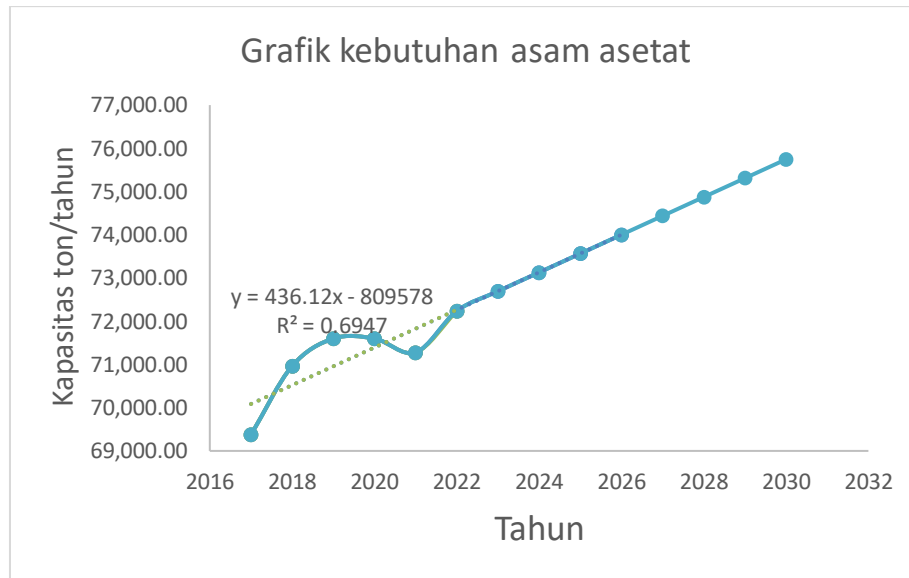
Tabel 1.3 Data Kapasitas Impor Asam Asetat di Indonesia

Tahun	Jumlah Ton/Tahun
2017	69.372,268
2018	70. 963,870
2019	71.599,050
2020	71.599,050
2021	71.278,413
2022	72.236,413

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023)

Penentuan kapasitas perancangan pabrik memerlukan beberapa pertimbangan yaitu ketersediaan bahan baku dan kebutuhan asam asetat untuk

pabrik di Indonesia. Selanjutnya, data kebutuhan asam asetat di Indonesia pada tahun 2016 hingga 2030 dapat diproyeksikan sebagaimana dinyatakan dalam gambar 1.



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Asam Asetat di Indonesia

Dari Gambar 1.1 didapatkan persamaan garis lurus $y = 436,12x - 809578$ dengan x sebagai fungsi tahun dan nilai $R^2 = 0,6947$. Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan asam asetat dalam negeri pada tahun 2030 mendatang adalah sebagai berikut:

$$y = 436.12x - 809.578$$

$$y = 436.12 (2030) - 809.578$$

$$y = 885.323,6 - 809.578 \quad y = 75.745,6$$

Pabrik asam asetat direncanakan beroperasi pada tahun 2030. Dari hasil prediksi kebutuhan asam asetat di Indonesia pada tahun tersebut adalah 75.745,6 ton/tahun. Pabrik ini dirancang untuk mengurangi ketergantungan impor Dengan prediksi kebutuhan asam asetat, maka dalam perancangan pabrik ini dipilih kapasitas 60.000 ton/tahun dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Dapat mencukupi kebutuhan asam asetat dalam negeri
2. Dapat membuka kesempatan berdirinya industri- industri baru dengan menggunakan bahan baku asam asetat.
3. Ketersediaan bahan baku dalam negeri yang mencukupi untuk pendirian

pabrik asam asetat.

4. Menghemat devisa negara dengan mengurangi impor sekaligus menambah devisa dengan melakukan ekspor ke luar negeri. Kebutuhan asam asetat di Indonesia pada tahun 2030 diperkirakan 75.745,6 ton/tahun sehingga, persentase pemenuhan kebutuhan dalam negeri adalah:

$$\frac{\text{kapasitas pabrik}}{\text{kebutuhan dalam negeri}} \times 100\%$$

$$\frac{60.000}{75.745.600} \times 100\%$$

$$0,792125219 \times 75.745.6 = 60.000 \text{ ton/tahun}$$

Dengan kapasitas 60.000 ton/tahun pabrik ini dapat memenuhi kebutuhan asam asetat yang diperkirakan sebesar 75.000 ton/tahun 2030 oleh karena itu pabrik ini secara signifikan mengurangi ketergantungan Indonesia dalam impor asam asetat.

1.7 Pemilihan Proses

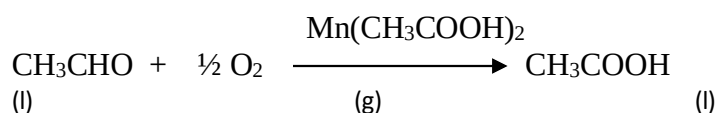
Macam-macam proses pembuatan asam asetat antara lain:

1. Proses Oksidasi Asetaldehid
2. Proses Karbonilasi Metanol
3. Proses Oksidasi n-Butana

1.7.1 Proses oksidasi asetaldehid

Pembuatan Asam Asetat dari Asetaldehid dan Udara dilakukan pada suhu 60 – 80°C dan tekanan 3 - 10 bar (Ullmann, 1962) Pada kisaran suhu tersebut 4 mol udara masuk ke dalam reaktor untuk setiap 1 mol Asetaldehid. Sebagai katalis adalah Mangan Asetat. Dengan konversi 95% diperoleh kemurnian Asam Asetat 99 % (Faith, K., 1975).

Reaksi yang terjadi:



$$\Delta H^\circ = 318 \text{ kJ/mol}$$

Gas oksigen dan *asetaldehid* yang tidak ikut bereaksi dimasukkan ke *scrubber* dengan bantuan air dari sebagian atas *scrubber* maka terjadi pelepasan nitrogen ke atmosfer, sedangkan larutan *asetaldehid* akan keluar pada bagian bawah *scrubber* dan menuju kolom *direcoveri*. Asam asetat yang dihasilkan dari reaktor dimurnikan lebih lanjut dalam kolom distilasi sehingga didapatkan larutan asam asetat dengan kemurnian 95%, (Ulrich, G.D.,1984).

$$\text{CH}_3\text{CHO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Cobalt (CoCO}_3\text{)}} \text{CH}_3\text{COOH}$$

(l) (g) (l)

$\Delta H^\circ = -318 \text{ KJ/mol}$

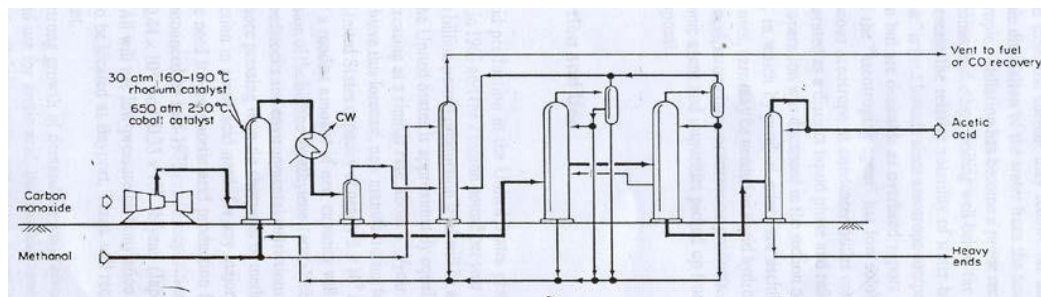
No.	Bahan baku	Berat molekul (kg/kmol)	Harga (Rp/Kg)
1.	Asetaldehid	44,05	21.450
2.	Oksigen	32	58.000
3.	Asam Asetat	60,05	80.648

$$PE = \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan baku}$$

$$\begin{aligned}
 &= (\text{BM Asam Asetat} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol}) - (\text{BM Asetaldehid} \times \text{Harga} \\
 &\times \text{Jumlah Mol}) \\
 &= (60,05 \times 80.648 \times 1) - (44,05 \times 21.450 \times 1) \\
 &= (4.842.912) - (944.872) \\
 &= \text{Rp. 3.898.040}
 \end{aligned}$$

1.7.2 Proses Karbonilasi Metanol

Asam Asetat dibuat dengan mereaksikan CH_3OH dan CO . Perbandingan bahan baku masuk reaktor adalah 90 – 95 % Karbon Monoksida, 0 – 5% Hidrogen dan 5 % Metanol. Katalis yang digunakan adalah Rhodium dan Iodin. Reaksi berlangsung pada suhu 350°C dan tekanan 700 atm. Reaksi umumnya berlangsung selama 1,5 – 2 jam. Reaksi yang terjadi:

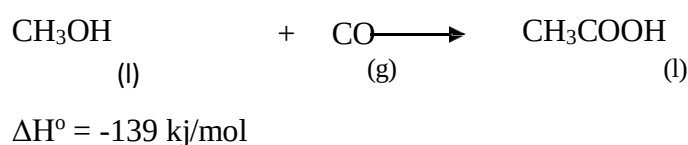


Gambar 1.3 Blok Diagram Alir Proses Karbonilasi Metanol

Gas yang keluar dari reaktor didinginkan untuk menghasilkan kondensat yang terdiri dari asam asetat, metil asetat, dan metanol yang tidak dikonversi. Jumlah metil asetat yang ada tergantung pada temperatur dimana reaksi dilakukan. Di bawah 300°C sangat sedikit asetat yang terbentuk, tetapi laju reaksi relatif lambat. Di atas 300°C laju reaksi dan persentase metil asetat meningkat. 350°C tampaknya menjadi suhu yang optimal. Kondensat dari pendingin diumpungkan ke serangkaian kolom fraksinasi untuk memisahkan metanol, metil asetat, asam asetat, dan air yang tidak dikonversi. Metil asetat dapat digunakan seperti itu atau dihidrolisis untuk memperoleh kembali asam asetat. Ini juga dapat didaur ulang bersama dengan metanol segar (Keyes, 1950). Blok Diagram Alir Proses Karbonilasi Metanol dapat dilihat pada Gambar 1.3.

Perhitungan Ekonomi Awal:

Reaksi Pembentukan:



Tabel 1.5 Perhitungan Ekonomi Awal Proses Methanol

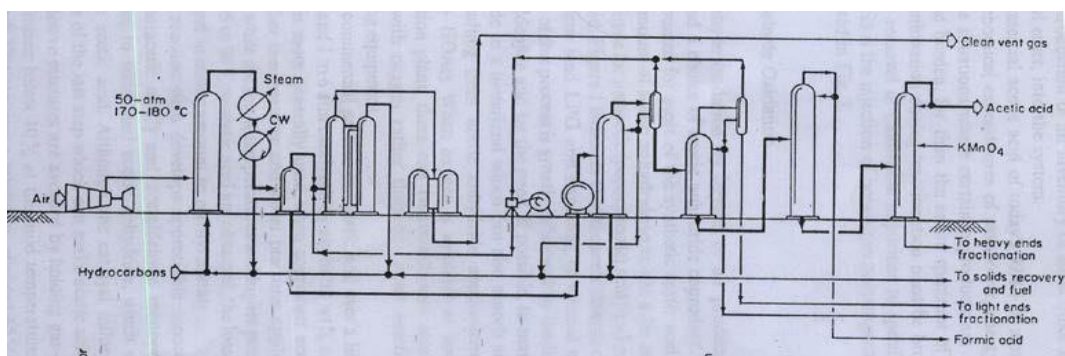
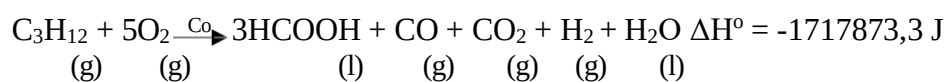
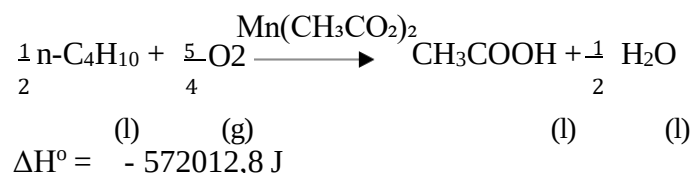
No.	Bahan baku	Berat molekul (kg/kmol)	Harga (Rp/Kg)
1.	Metanol	32,04	16.000
2.	Karbon Monoksida	28,01	56.230
3.	Asam Asetat	60,05	80.648

Dari data harga pada Tabel 1.5 maka dapat dihitung ekonomi awalnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 PE &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan baku} \\
 &= (\text{BM Asam Asetat} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol}) - [(\text{BM Metanol} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol}) + (\text{BM Karbon Monoksida} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol})] \\
 &= (60,05 \times 80.648 \times 1) - [(32,04 \times 16.000 \times 1) + (28,01 \times 56.230 \times 1)] \\
 &= (4.842.912) - [(512.640) + (1.575.002)] \\
 &= 4.842.912 - 2.087.642 \\
 &= \text{Rp. 2.755.270}
 \end{aligned}$$

1.7.3 Proses Oksidasi n-Butana

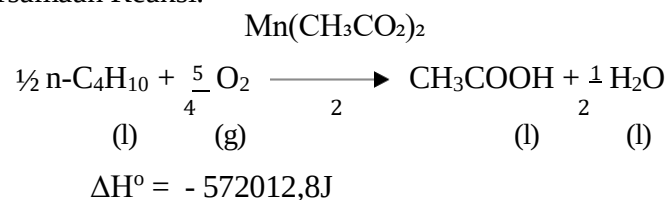
n-Butana dan oksigen dioksidasikan dengan katalis *Cobalt* atau Mangan Asetat. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah:

**Gambar 1.4** Blok Diagram Alir Proses Oksidasi n-butana

Pada proses ini oksigen dan butana di oksidasi untuk menghasilkan asam asetat. Asam asetat yang keluar reaktor didinginkan dalam *cooler* dan masuk distilasi untuk dipisahkan kandungan gasnya dan sisa butana yang tidak ikut bereaksi. Gas akan dibuang ke atmosfer sedangkan butana di *recycle* ke reaktor sebagai bahan baku, selanjutnya dilakukan pemurnian asam asetat dalam kolom distilasi sehingga didapatkan asam asetat dengan kemurnian 99%. (Ulrich, G.D., 1984). Blok Diagram Alir Proses Oksidasi n-butana dapat dilihat pada Gambar 1.4

Perhitungan Ekonomi Awal

Persamaan Reaksi:



Tabel 1.6 Perhitungan Ekonomi Awal Proses Oksidasi N-Butana

No.	Bahan baku	Berat molekul (kg/kmol)	Harga (Rp/Kg)
1.	n-Butana	58,12	15.500
2.	Oksigen	32	12.000
3.	Asam Asetat	60,05	80.648
4.	Air	18,015	0

Dari data harga pada Tabel 1.6 maka dapat dihitung ekonomi awalnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{PE} &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan baku} \\ &= (\text{BM Asam Asetat} \times \text{Harga Asam Asetat}) - (\text{BM n-Butana} \times \text{Harga n-Butana}) + (\text{BM Air} \times \text{Harga Air}) \\ &= (60,05 \times 80.648) - (58,12 \times 15.500) + (32 \times 12.000) + (18 \times 0) \\ &= 4.842.912 - (900.860) + (384.000) + 0 \\ &= 4.842.912 - 1.284.860 \\ &= \text{Rp } 3.558.052 / \text{kg} \end{aligned}$$

1.7.4 Perbandingan Proses

parameter	proses		
	Oksidasi asetaldehide	Carbonilasi methanol	Oksidasi n- butana
a.Kondisi proses			
-kemurnian	95%	95,5%	99,5%
-konversi	95%	92%	98%
-katalis	cobalt	rhodium	Mn asetat
-bahan baku	Asetaldehid dan O ₂	Methanol dan co	N-butana dan O ₂
b.kondisi operasi			
-suhu (T)	55-80 °C	160 °C	200-300 °C
-tekanan (P)	3-10 atm	30 atm	5-10 atm
Ekonomi awal	Rp. 3.898.040	Rp. 2.755.270	Rp 3.558.052

Sumber : (Austin, G.T-Shreve's Chemical Process Industries)

Dari keterangan tabel tersebut maka dipilih proses pembuatan Asam Asetat melalui proses oksidasi n-Butana karena mempunyai beberapa keunggulan diantaranya :

- Prosesnya tidak terlalu rumit
- Kemurnian produknya relative tinggi
- Menghasilkan hasil samping yang masih mempunyai nilai ekonomis yang tinggi
- Meningkatkan nilai ekonomis dari n-Butana untuk bahan kimia selain bahan bakar.

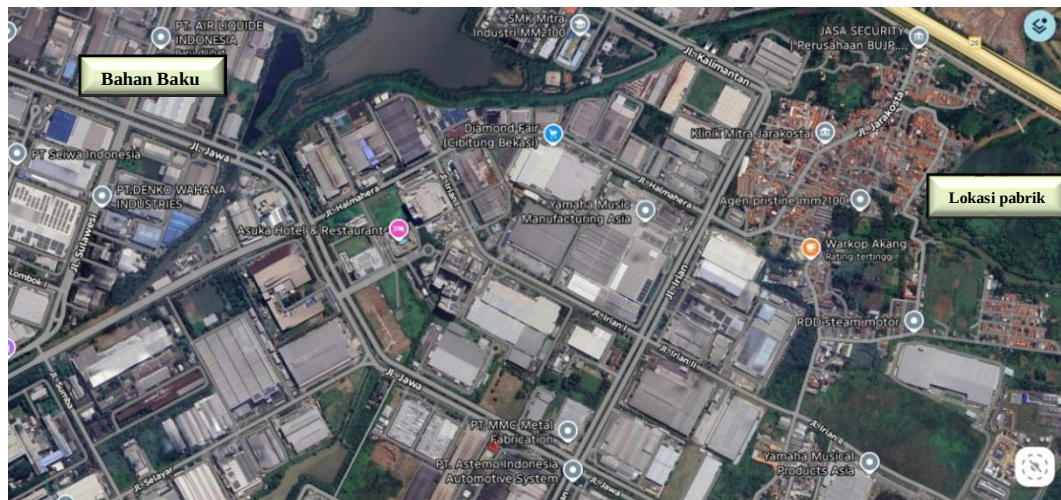
dengan berpendingin air, mengingat reaksi yang bersifat eksotermis yang menghasilkan panas. *Reactor* bekerja secara *non isothermal non adiabatis*. Suhu *reactor* dipertahankan dengan aliran air pendingin yang disirkulasi di *shell*. Suhu reaksi dipertahankan sekitar 300°C untuk mempertahankan reaksi tetap berlangsung pada fase cair sehingga mempertahankan *yield* pada kondisi yang diinginkan. Jika suhu reaksi terlalu rendah maka *yield* akan kurang dari pada yang diharapkan, dan bila suhu terlalu rendah maka *yield* akan kurang dari pada yang diharapkan, dan bila suhu terlalu tinggi maka akan merusak katalis mangan asetat. Suhu keluar *reactor* 300°C. Untuk memanfaatkan yang berlebih didalam reaktor, maka panas tersebut di transfer ke *heat exchanger* untuk melakukan proses pertukaran panas kembali.

3. Tahap Pemurnian

Selanjutnya produk di alirkan ke valve diturunkan suhu dengan tujuan untuk menurunkan tekanan dari keluaran reaktor. Produk dari *valve* suhunya diturunkan melalui *cooler*. Dialirkan ke menara distilasi untuk memisahkan n-butana dan oksigen namun produk belum mencapai kemurnian yang diinginkan keluaran atas berupa n-butana dan oksigen di alirkan ke *compressor* lalu di alirkan ke *heater* untuk dilakukan proses *recycle* kembali sebelum masuk kedalam reaktor kembali. Untuk keluaran bawah menara distilasi berupa asam asetat dan air lalu di alirkan dengan pump menuju heater untuk dinaikkan suhunya setelah di naikan suhunya di alirkan ke menara distilasi untuk mencapai kemurnian yang diinginkan. Pada menara distilasi keluaran atas nya berupa air yang dialirkan ke unit utilitas sedangkan keluaran bawah yaitu asam asetat yang telah mencapai kemurnian 99,9% dan di simpan di dalam tanki produk.

1.9 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik asam asetat ini adalah Cibitung, Bekasi Jawa barat. Beberapa hal yang mendorong dipilihnya lokasi tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 1.6 Lokasi Pabrik Asam Asetat yang dirancang

1.9.1 Faktor Utama

Faktor utama meliputi faktor yang sangat berpengaruh dalam pemilihan lokasi atau tempat pemilihan pabrik. Adapun faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah:

1. Bahan baku

Lokasi berdirinya pabrik berdekatan dengan kilang pengolahan gas milik PT Air Liquide Ini memudahkan pengadaan butana dan oksigen sebagai bahan baku utama pembuatan asam asetat.

2. Transportasi

Di daerah tersebut terdapat pelabuhan yang dapat digunakan sebagai tempat pengiriman barang hasil produksi.

3. Daerah pemasaran

Dengan pesatnya pembangunan industri di tempat tersebut maka pasar untuk penjualan produk cukup baik ditambah dengan adanya Pertamina yang juga merupakan pengimpor asam asetat merupakan konsumen bagi pemasaran produk ini.

4. Fasilitas utilitas

Wilayah ini cukup dekat dengan sungai maupun laut dan mempunyai sumber air yang cukup baik. Juga adanya sumber bahan bakar dan energi yang mencukupi bagi unit utilitas pabrik.

5. Karakteristik lokasi

Daerah itu aman dari banjir dan juga mempunyai struktur tanah yang cukup kuat bagi pondasi pabrik.

6. Kebijakan pemerintah

Pemberlakuan otonomi daerah memberi iklim yang cukup kondusif bagi investor untuk menanamkan modalnya bagi peningkatan pemasukan bagi daerah tersebut.

1.9.2 Faktor Pendukung

Adapun faktor pendukung yang perlu diperhatikan dalam pembangunan pabrik ini adalah sebagai berikut:

1. Perizinan dan Kebijaksanaan Pemerintah

Pendirian pabrik di lokasi kawasan industri strategis memudahkan proses perizinan pendirian pabrik

2. Perluasan Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik yang berada di kawasan industri strategis memungkinkan adanya perluasan area pabrik yang tidak mengganggu pemukiman penduduk sekitar.

3. Kondisi iklim

Kondisi alam (iklim) dari suatu area yang akan dibangun pabrik haruslah mendukung, dalam arti kondisinya tidak terlalu mengganggu jalannya operasi pabrik.

4. Pembuangan Limbah

Penanganan masalah limbah akan diproses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

5. Korosifitas

Lokasi kawasan bontang tidak berada tepat tepat di tepi laut sehingga korosifitas yang utamanya disebabkan oleh air laut tidak begitu berpengaruh.

6. Perawatan Pabrik mempunyai bengkel perawatan sendiri (*maintenance office*), apabila tidak dapat dilakukan sendiri di kalimantan timur terdapat bengkel yang dapat menangani peralatan peralatan besar.

