

BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku Utama

a. Etanol

Pada Spesifikasi Etanol dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Etanol

Parameter	Keterangan
Rumus Kimia	C_2H_5OH
Wujud	Cair (30°C, 1 atm)
Warna	Tak berwarna
Bau	Segar, khas alcohol
Kemurnian	Minimal 95% berat
Impuritas	Kadar air maksimal 0,25% berat
Titik Didih	78°C
ρ (20°C)	Min. 0,7927 g/cc

b. Asam Asetat

Pada Spesifikasi Asam Asetat dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Asam Asetat

Parameter	Keterangan
Rumus Kimia	CH_3COOH
Wujud	Cair
Warna	Tak berwarna
Bau	Tajam, seperti cuka
Kemurnian	99,8 % berat
Impuritas	Kadar air maksimal 0,2% berat
Titik Didih	119°C
ρ (20°C)	Min. 1,05 g/cc

2.1.2 Spesifikasi Bahan Baku Pendukung

a. Asam Sulfat

Pada Spesifikasi Asam Sulfat dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Asam Sulfat

Parameter	Keterangan
Rumus Kimia	H ₂ SO ₄
Wujud	Cair
Warna	Tak berwarna
Bau	Tak berbau
Kemurnian	98% berat
Impuritas	Kadar air maksimal 0,1% berat
Titik Didih	300°C
ρ (20°C)	Min. 1,05 g/cc

2.1.3 Spesifikasi Produk

a. Etil Asetat

Pada Spesifikasi Etil Asetat dapat dilihat pada Tabel 2.4.

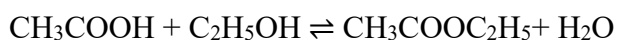
Tabel 2. 4 Spesifikasi Etil Asetat

Parameter	Keterangan
Rumus Kimia	CH ₃ COOC ₂ H ₅
Wujud	Cair
Warna	Tak berwarna
Bau	Aroma buah
Kemurnian	99,8 % berat
Impuritas	Kadar air maksimal 0,2% berat
Titik Didih	77,1°C
ρ (20°C)	0,899 – 0,901 g/cc

2.2 Konsep Proses

2.2.1 Dasar Reaksi

Reaksi esterifikasi etil asetat dilakukan dengan cara mereaksikan etanol dan asam asetat menggunakan katalis asam, asam sulfat (H₂SO₄). (Pattanaik & Mandalia, 2011).



Etil asetat dapat diperoleh dengan berbagai proses, diantaranya yaitu proses esterifikasi. Reaksi esterifikasi adalah reaksi langsung pembentukan ester menggunakan reaktan asam karboksilat berupa asam asetat yang direaksikan dengan sebuah alkohol berupa etanol menggunakan katalis. Reaksi esterifikasi akan berlangsung secara reversible (Salamah, 2014). Reaksi esterifikasi merupakan reaksi yang berjalan lambat sehingga perlu penambahan katalis. Katalis berfungsi untuk mempercepat reaksi pembentukan etil asetat (Groggins, 1986).

Reaksi berlangsung dalam kolom distilasi reaktif, dimana terjadi penggabungan reaksi esterifikasi dengan distilasi dalam satu kolom. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis atau menghasilkan panas. Kemudian panas yang terbentuk akan digunakan untuk menguapkan produk yang terbentuk. Reaksi pembentukan etil asetat adalah reaksi reversible (bolak balik). Reaksi berlangsung pada suhu 90-100°C.

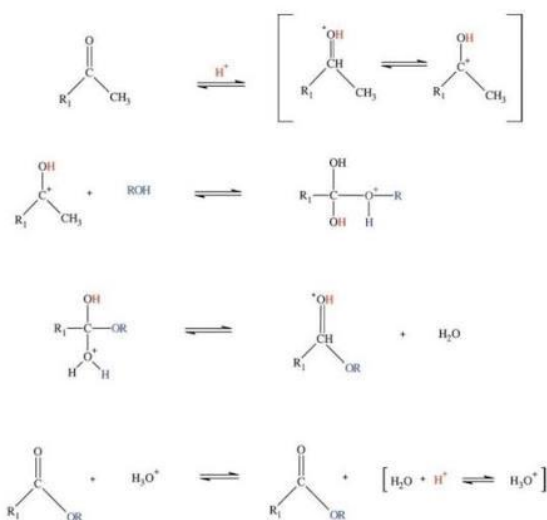
2.2.2 Pemilihan Katalis

Katalis yang digunakan adalah asam sulfat (H_2SO_4) yang akan mempercepat laju reaksi dengan ion H^+ . Asam sulfat yang diumpan lewat bagian tengah kolom distilasi reaktif. Dengan menggunakan katalis asam sulfat, laju reaksi dihasilkan lebih tinggi, konversi lebih tinggi dan jumlah katalis yang diperlukan lebih sedikit.

2.2.3 Mekanisme Reaksi

- a. Mekanisme reaksi esterifikasi merupakan reaksi substitusi antara asil nukleofil dengan katalisator asam. Gugus karbonil dari asam karboksilat tidak cukup kuat sebagai elektrofil untuk diserang oleh alkohol. Katalisator asam akan memprotonasi gugus karbonil dan mengaktifkannya ke arah penyerangan nukleofil. Pelepasan proton akan menghasilkan hidrat dari ester, kemudian terjadi transfer proton. Berdasarkan Mekanisme reaksi dibagi jadi beberapa gugus yaitu Pada tahap pertama, gugus karbonil akan terprotonasi oleh asam, Tahap kedua, melibatkan adisi nukleofil yakni gugus OH pada alkohol menyerang karbon karbonil yang telah terprotonasi, Tahap ketiga adalah tahap kesetimbangan dimana terjadi penghilangan gugus H^+ pada ikatan ester yang baru, Pada tahap ke empat, salah satu gugus hidroksil harus terprotonasi,

karena kedua gugus hidroksilnya identik, Tahap ke lima, melibatkan pemutusan ikatan C – O dan lepasnya air. Dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Mekanisme Reaksi Esterifikasi

Keterangan :

- Pada tahap pertama, gugus karbonil akan terprotonasi oleh asam. Transfer proton dari katalis asam menuju ke atom oksigen karbonil, sehingga terjadi peningkatan elektrofisilitas pada atom karbon karbonil.
- Tahap kedua, melibatkan adisi nukleofil yakni gugus OH pada alkohol menyerang karbon karbonil yang telah terprotonasi. Sehingga ikatan C – O yang baru (ikatan ester) terbentuk.
- Tahap ketiga adalah tahap kesetimbangan dimana terjadi penghilangan gugus H⁺ pada ikatan ester yang baru. Deprotonasi dilakukan untuk membentuk ikatan C – O yang stabil.
- Pada tahap ke empat, salah satu gugus hidroksil harus terprotonasi, karena kedua gugus hidroksilnya identik.
- Tahap ke lima, melibatkan pemutusan ikatan C – O dan lepasnya air. Agar peristiwa ini dapat terjadi, gugus hidroksil harus diprotonasi agar kemampuannya sebagai gugus bebas/lepas lebih baik.
- Tahap terakhir, ester yang berproton melepaskan protonnya.

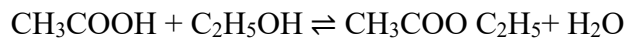
2.2.4 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika ditunjukan untuk mengetahui sifat reaksi yang terjadi, apakah reaksi menghasilkan panas (eksotermis) atau membutuhkan panas

(endotermis) dan mengetahui arah reaksi apakah searah (irreversible) atau bolak balik (reversible). Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan melakukan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH°_f) pada kondisi:

$P=1 \text{ atm}$ dan $T=298,15^\circ\text{K}$

Reaksi esterifikasi asam asetat dan etanol:



Reaksi esterifikasi asam asetat dan etanol merupakan reaksi eksotermis. Hal ini ditunjukkan pada harga ΔH reaksinya yang negatif. Data-data ΔH°_f pada suhu 298°K sebagai berikut:

$$\Delta H^\circ_f \text{CH}_3\text{COOH} = -432,3 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = -235 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 = -444,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O} = -241,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_f (298^\circ\text{K}) &= \Delta H^\circ_f \text{produk} - \Delta H^\circ_f \text{reaktan} \\ &= \{(-444,5) + (-241,8)\} - \{(-432,3) + (-235)\} \\ &= -19 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Kemudian untuk kondisi operasi pada suhu 373°K sebagai berikut:

$$\Delta H^\circ_f = A + BT + CT^2$$

Pada Tinjauan Thermodinamika untuk kebutuhan operasi terdapat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Tinjauan Thermodinamika

Komponen	A	B	C
CH_3COOH	-417,91	-0,058243	0,0000335
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	-217,03	-0,070417	0,0000340
$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	-422,78	-0,086262	0,0000450
H_2O	-238,41	-0,012256	0,0000028

$$\Delta H^\circ_f \text{CH}_3\text{COOH} = -439,62 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = -243,28 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 = -454,94 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O} = -242,98 \text{ kJ/mol}$$

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_f (373^\circ\text{K}) &= \Delta H^\circ_f \text{produk} - \Delta H^\circ_f \text{reaktan} \\ &= \{(-454,94) + (-242,98)\} - \{(-439,62) + (-243,28)\} \\ &= -15,01 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa reaksi antara asam asetat dan etanol untuk menghasilkan etil asetat bersifat eksotermis atau menghasilkan panas karena harga ΔH°_f adalah negatif. Reaksi esterifikasi adalah reaksi kesetimbangan. Hal ini dapat dilihat dari perhitungan konstanta kesetimbangan berikut:

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \dots (\text{Persamaan 13-11. Smith Van Ness})$$

Data-data ΔG° pada suhu 298°K sebagai berikut:

$$\Delta G^\circ_f \text{CH}_3\text{COOH} = -382,9 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G^\circ_f \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = -167,7 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G^\circ_f \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 = -328,1 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G^\circ_f \text{H}_2\text{O} = -237,13 \text{ J/mol}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_f \text{reaksi} &= \Delta G^\circ_f \text{produk} - \Delta G^\circ_f \text{reaktan} \\ &= \{(-328,1) + (-237,13)\} - \{(-382,9) + (-167,7)\} \\ &= -14,63 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

$$\ln K = \frac{\Delta G^\circ}{RT}$$

$$\ln K = 0,01$$

$$K_{298} = 1,006$$

Pada suhu reaksi 373°K, harga K dapat dihitung dari persamaan Smith Van Ness 15.17 yaitu:

$$\ln \left(\frac{K_{373}}{K_{298}} \right) = -\frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln \left(\frac{K_{373}}{K_{298}} \right) = 0,0012$$

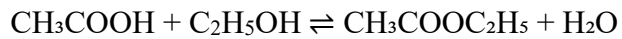
$$\frac{K_{373}}{1,006} = 1$$

$$K_{373} = 1,007$$

Dari hasil diatas adalah 1,007, maka dapat disimpulkan bahwa reaksi bersifat reversible. Semakin besar nilai k maka semakin banyak zat pada ruas kanan (produk) yang terbentuk (Smith, 1950).

2.2.5 Tinjauan Kinetika

Tinjauan kinetika bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi kimia. Persamaan kinetika untuk reaksi reversible pada proses pembentukan etil asetat dengan asam asetat dan etanol dengan katalis asam sulfat. Reaksi esterifikasi sebagai berikut:



Dari hasil studi kinetika, konstanta kecepatan laju reaksi pada proses pembentukan etil asetat dengan katalis asam sulfat dapat dihitung melalui persamaan berikut (Lee et al., 2007)

$$r_1 = k_1 \cdot C_A \cdot C_E - \frac{k_1}{k_c} C_{EA} \cdot C_W$$

$$k_1 = (4,195 Ck + 0,08815) \exp\left(-\frac{6500,1}{T}\right)$$

$$k_c = 7,588 - 0,012 T$$

Dimana:

r = kecepatan reaksi (mol/min)

k = konstanta kecepatan reaksi ($\text{mol}^{-1} \text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$)

C_A = konsentrasi asam asetat (mol/L)

C_E = konsentrasi etanol (mol/L)

C_{EA} = konsentrasi etil asetat (mol/L)

C_w = konsentrasi air (mol/L)

T = Suhu (K)

2.2.6 Kondisi Operasi

Proses pembentukan etil asetat merupakan reaksi eksotermis yang berlangsung pada fase cair dalam reaktor *Reactive Dividing Wall Column* (RDWC) pada suhu 80 - 100°C dan tekanan 1 atm menggunakan katalis asam sulfat. Konversi reaksi diatas 99% dengan produk samping berupa air (Chilev & Simeonov, 2017).

Reaksi pembentukan etil asetat antara etanol dan asam asetat merupakan reaksi reversible (dapat balik). Sehingga pada pra-rancangan pabrik ini salah satu reaktan berlebih agar dapat menggeser kesetimbangan kearah produk. Dimana etanol lebih murah dibandingkan asam asetat sehingga untuk meningkatkan jumlah etil asetat maksimum, perlu menambahkan jumlah etanol berlebih (Chilev & Simeonov, 2017).

2.3 Langkah Proses

2.3.1 Tahap Penyimpanan Bahan Baku

Bahan baku asam asetat (CH_3COOH) yang digunakan adalah asam asetat dengan kemurnian 99,98% yang disimpan pada tangki penyimpanan (T-01) dalam fase bahan cair pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm. Bahan baku etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) yang digunakan adalah etanol dengan kemurnian 96%. Bahan baku disimpan pada tangki penyimpanan (T-03) dalam fase cair pada suhu 30°C pada tekanan 1 atm.

2.3.2 Tahap Persiapan Bahan Baku

Pada tahap ini asam asetat dengan katalis asam sulfat (T-02) akan dicampurkan terlebih dahulu di Mixer Tank (M-01). Hal ini bertujuan untuk memperluas kontak antar zat sehingga produk yang terbentuk nantinya akan optimal dan siap untuk dialirkan masuk ke *Reactive Dividing Wall Column* (RDWC) untuk proses reaksi.

2.3.3 Tahap Reaksi

Aliran dari Mixer Tank (M-01) dan etanol dari tangki penyimpanan (T-03) dialirkan ke Heater (H-01) dan (H-02) untuk menaikkan suhu sebelum masuk ke *Reactive Dividing Wall Column* (RDWC). Perbandingan mol bahan baku etanol : asam asetat yaitu 0,5 : 1. Digunakan salah satu reaktan secara berlebih bertujuan agar kesetimbangan bergeser kearah produk sehingga konversi reaktan ke produk akan meningkat. Reaksi yang terjadi secara eksotermis. Reaksi yang terjadi eksotermis, non-isothermal, non adiabatik dengan konversi 99% dalam kondisi

suhu 100°C tekanan 1 atm. Reaktor yang berupa menara distilasi reaktif terdiri dari tiga bagian, yaitu *rectifying section*, *reaction section*, dan *stripping section*. Dalam proses ini terdapat dua produk, yaitu produk atas dan bawah. Produk atas terdiri dari etil asetat, etanol dan air yang akan dialirkan ke kondensor (CD-01) untuk diubah fasenya dari gas menjadi cair kemudian dialirkan ke Decanter (DC). Sedangkan produk bawah terdiri dari air, asam sulfat, dan asam asetat yang akan dialirkan ke Reboiler yang berada di bawah RDWC. Pada Reboiler air akan di steam lagi untuk menjadi pemanas pada RDWC.

2.3.4 Tahap Pemurnian Produk

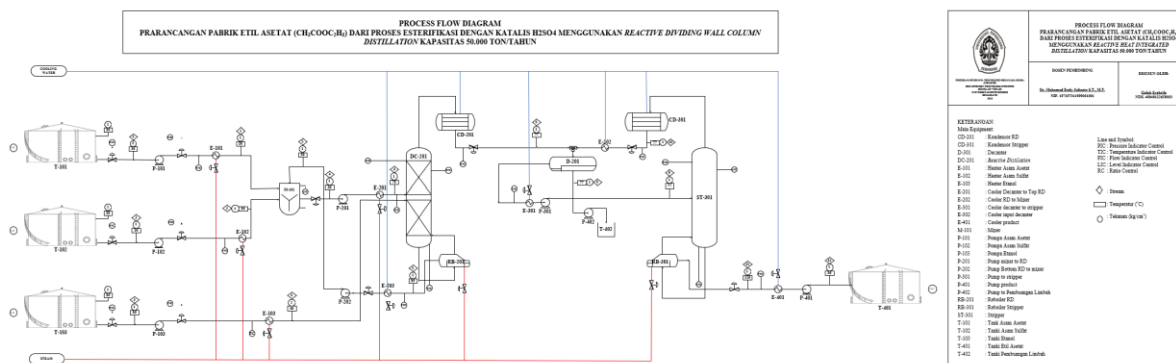
Produk atas akan dialirkan ke Decanter (DC-01) untuk memisahkan air, etanol, dan etil asetat berdasarkan berat jenis. Arus keluar dari Decanter berupa 2 fase yaitu *light component* (fase ringan) dan *heavy component* (fase berat). Arus fase ringan keluar sebagai hasil atas dan arus berat keluar sebagai hasil bawah. Arus ringan yang dipompa sebagai reflux menuju reaktor (RDWC-01) dan sebagian lagi diumpankan ke Stripping Column (SP-01). Sedangkan arus berat yang mengandung air dialirkan menuju pengolahan limbah. Di dalam Stripping Column (SP-01) etil asetat dimurnikan lebih lanjut dari komponen azeotrop sebagai pengotor. Hasil atas Stripping Column (SP-01) dikondensasikan dalam kondensor (CD-02), kemudian diumpankan lagi dalam Decanter (DC-01). Sedangkan hasil bawah Stripping Column (SP-01) adalah etil asetat dengan kemurnian 99,8 % berat dan air 0,2 % berat yang akan turun menuju Reboiler (RD-02).

2.3.5 Tahap Penyimpanan Produk

Produk etil asetat dari produk bawah Stripper (SP-01) akan dialirkan menuju Cooler untuk diturunkan suhunya hingga 30°C. Produk etil asetat yang telah diturunkan suhunya akan dialirkan ke Tangki Penyimpanan (T-04) dengan bantuan pompa dan tekanannya diatur oleh *pressure control* bertekanan 1 atm.

2.4 Diagram Alir (Flowsheet)

Diagram alir pada Flowsheet terdapat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Process Flow Diagram Pabrik Etil Asetat

2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas

2.5.1 Neraca Massa

- a. Neraca Massa di Sekitar Mixer dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Neraca Massa di Sekitar Mixer

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	F1	F2	F3
C ₂ H ₅ OH	0,000	0,000	0,000
CH ₃ COOH	4282,817	0,000	4282,817
H ₂ SO ₄	0,000	459,375	459,375
CH ₃ COOC ₂ H ₅	0,000	0,000	0,000
H ₂ O	8,583	9,375	17,958
Sub Total	4291,400	468,750	4760,150
Total	4760,150		4760,150

- b. Neraca Massa di Sekitar Reactive Distillation Wall Column dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Neraca Massa di Sekitar Reactive Distillation Wall Column

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	F3	F4	F5	F6
C ₂ H ₅ OH	0,000	3438,127	0,00086254	157,9160773
CH ₃ COOH	4282,817	0,000	4,2828172	0,000
CH ₃ COOC ₂ H ₅	0,000	0,000	0,062751838	6275,12101
Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	

	F3	F4	F5	F6
H ₂ O	17,958	180,954	1482,457323	0,014824721
Sub Total	4760,150	3619,081	1486,80	6433,05
Total	7919,8557			7919,8557

- c. Neraca Massa di sekitar Decanter dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Neraxa Massa di Sekitar Decanter

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	F6	F7	F8
C ₂ H ₅ OH	157,9160773	150,020	7,896
CH ₃ COOH	0,000	0,000	0,000
CH ₃ COOC ₂ H ₅	6275,12101	627,512	5647,609
H ₂ O	0,014824721	0,014	0,000
Sub Total	6433,05	777,547	5655,505
Total	6433,05		6433,05

- d. Neraca Massa di sekitar Stripping Column dapat dilihat pada Tabel 2.9

Tabel 2. 9 Neraca Massa di Sekitar Stripping Column

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	F8	F9	F10
C ₂ H ₅ OH	7,896	1,974	5,922
CH ₃ COOC ₂ H ₅	5647,609	5,648	5641,961
H ₂ O	0,000	0,000	0,000
Sub Total	5655,505	7,622	5647,883
Total	5655,505		5655,505

$$Efisiensi = \frac{Produk}{Bahan Baku} \times 100$$

$$Efisiensi = \frac{7956,553}{8379,231} \times 100$$

$$Efisiensi = 94,96 \%$$

2.5.2 Neraca Panas

- a. Neraca Panas di Sekitar Mixer dapat dilihat pada Tabel 2.10

Tabel 2. 10 Neraca Panas di Sekitar Mixer

Komponen	Input (kJ)		Output (kJ)
	F1	F2	F3
C ₂ H ₅ OH	0,000	0,000	0,00
CH ₃ COOH	232926,25	0,000	232926,25
H ₂ SO ₄	0,000	16953,07	16953,07
CH ₃ COOC ₂ H ₅	0,000	0,000	0,00
H ₂ O	308,69	206,85	515,54
Sub Total	233.234,94	17.159,92	250394,86
Total	250.394,86		250394,86

- b. Neraca Panas di Sekitar Reactive Distillation Wall Column dapat dilihat pada Tabel 2.11

Tabel 2. 11 Neraca Panas di Sekitar Reactive Distillation Wall Column

Komponen	Input (kJ)		Output (kJ)	
	F3	F4	F5	F6
C ₂ H ₅ OH	0,000	2.356,903	116,663	0,001
CH ₃ COOH	2940,384	0,000	0,000	1,076
CH ₃ COOC ₂ H ₅	0,000	0,000	5591,200	0,068
H ₂ O	340,883	0,000	0,028	7273,249
Q reboiler		1630458,172	0,000	0,000
Q condensor			1623114,057	0,000
Sub Total	3281,267	1632815,074	1628821,948	7274,393
Total	1636096,34			1636096,34

- c. Neraca Panas di Sekitar Decanter dapat dilihat pada Tabel 2.12

Tabel 2. 12 Neraca Panas di Sekitar Decanter

Komponen	Input (kJ)	Output (kJ)	
	F6	F7	F8
C ₂ H ₅ OH	19.908,72	18.913,29	995,44

Komponen	Input (kJ)	Output (kJ)	
	F6	F7	F8
CH ₃ COOH	0,00	0,00	0,00
CH ₃ COOC ₂ H ₅	658.865,76	65.886,58	592.979,18
H ₂ O	3,74	3,63	0,11
Sub Total	678.778,22	84.803,49	593.974,73
Total	678.778,22		678.778,22

- d. Neraca Panas di Sekitar Stripping Column dapat dilihat pada Tabel 2.13

Tabel 2. 13 Neraca Panas di Sekitar Stripping Column

Komponen	Input (kJ)	Output (kJ)	
	F8	F9	F10
C ₂ H ₅ OH	149,437	37,514	9,390
CH ₃ COOC ₂ H ₅	5031,392	5,033	5933,309
H ₂ O	0,001	0,001	0,001
Q reboiler	2014,156	0,000	0,000
Q condensor	0,000	1209,738	0,000
Sub Total	7194,985	1252,286	5942,700
Total	7194,985		7194,985

2.6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan

2.6.1 Tata Letak Pabrik

1. Penggunaan ruang lebih efektif

Penggunaan ruang akan efektif bila mesin-mesin maupun fasilitas yang ada pada pabrik dapat disusun atau diatur sedemikian rupa sehingga jarak antarmesin atau fasilitas dapat seminimal mungkin tanpa mengurangi keleluasan gerak para pekerja. Dengan adanya jarak minimal, akan menghemat area yang digunakan, yang mengakibatkan penghematan biaya juga. Hal ini dikarenakan setiap meter persegi luas lantai akan memberi beban biaya.

2. Menjaga perputaran barang setengah jadi menjadi lebih baik

Perancangan tata letak yang baik akan menjaga perputaran barang setengah jadi agar lebih baik. Proses produksi dapat dikatakan lancar jika bahan melewati proses dengan waktu sesingkat mungkin

3. Menjaga Flektibilitas susunan mesin dan peralatan

Suatu pabrik akan melakukan perbaikan atau penambahan fasilitas atau bahkan bangunan baru dalam jangka waktu tertentu. Untuk itu, perancangan tata letak harus dapat menjamin atau dapat mempertahankan fleksibilitas dari susunan-susunan mesin dan fasilitas pabrik dari kemungkinan perluasan tersebut.

4. Meminimumkan material handling

Masalah penanganan bahan tentu tidak dapat dipisahkan dari perancangan tata letak. Adanya proses produksi tidak bisa menghindari adanya perpindahan bahan yang memberikan biaya yang tidak sedikit, apalagi bila pergerakan bahan ini tidak efektif, semisal suatu proses operasi yang satu dengan yang lain yang berurutan jaraknya relatif jauh. Hal ini tentunya akan membutuhkan waktu tambahan, sehingga total waktu operasi suatu produk akan bertambah, yang sejalan juga dengan biaya dalam perpindahan material.

5. Memperlancar proses produksi

Manufaktur akan lebih muda bila dilakukan perancangan tata letak. Dengan adanya beberapa metode, proses produksi akan berjalan sesuai dengan aliran proses yang telah dirancang.

6. Memberikan kemudahan, keamanan, dan kenyamanan bagi pekerja

Untuk menambah kemudahan, keamanan serta kenyamanan bagi para pekerja, maka hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak adalah bagaimana mengatur lingkungan kerja seperti pencahayaan, sirkulasi udara, temperatur, pembuangan limbah, dan sebagainya. Penempatan alat-alat operasi harus dilakukan dengan mempertimbangkan kesehatan dan keselamatan para pekerja.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan tata letak pabrik yaitu luas daerah yang tersedia, faktor keamanan untuk mencegah kemungkinan terburuk, instalasi dan utilitas, kemungkinan perluasan pabrik untuk meningkatkan kelancaran operasi, dan transportasi. Secara umum, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah, yaitu :

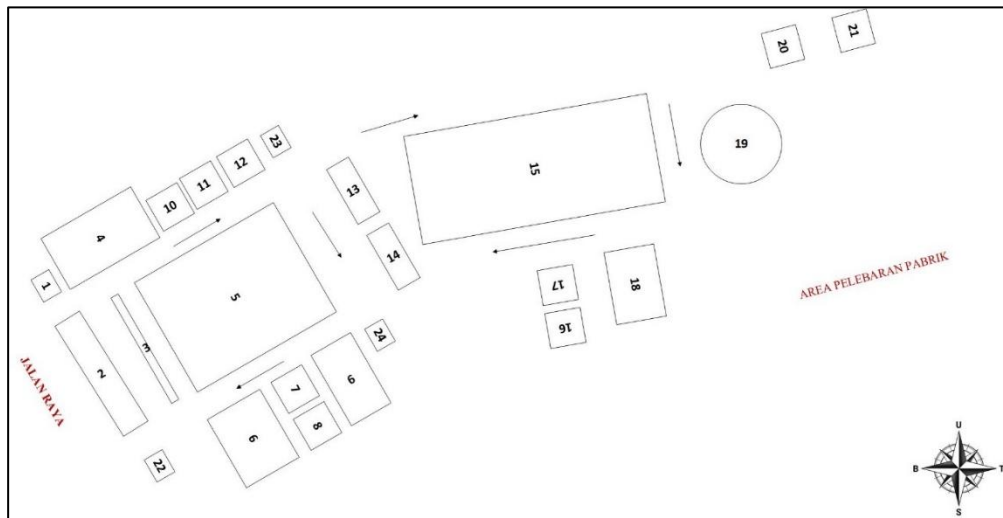
1. Zona Hijau (administrasi/perkantoran, laboratorium, ruang kontrol, dan daerah umum)

Daerah Administrasi atau Perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi dari pabrik. Laboratorium dan ruang kontrol berperan sebagai pusat pengendalian kualitas, kuantitas, dan proses dari suatu bahan yang

ingin di produksi. Daerah umum merupakan daerah kegiatan non pabrik, seperti mushola, tempat parkir, kantin, taman, dan lain-lain.

2. Zona merah (Daerah proses, utilitas, dan bengkel)

Daerah proses merupakan daerah dimana alat-alat proses dan reaksi utama berlangsung, daerah ini dapat dikategorikan sebagai daerah dengan resiko yang sangat tinggi sehingga perlu mendapat perhatian khusus untuk penempatannya. Utilitas merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air, udara tekan, dan listrik dipusatkan.



Tata letak pabrik Etil Asetat dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini :

Gambar 2. 3 Tata Letak Pabrik

Perincian luas tanah bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel 2.14 di bawah ini :

Tabel 2. 14 Keterangan Tata Letak dan Luas Bangunan Pabrik

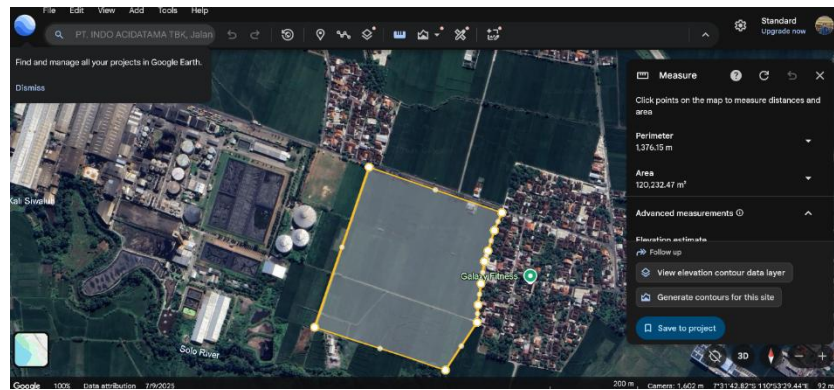
Kode	Bangunan	Luas (m ²)
1	Pos Satpam 1	40
2	Taman	2000
3	Titik Kumpul	800
4	Parkiran	3000
5	Kantor	1200
6	Aula	800
7	Masjid	600
8	Perpustakaan	300
9	Mes Karyawan	1000

Kode	Bangunan	Luas (m ²)
10	Koperasi	125
11	Poliklinik	350
12	K3 & <i>Fire Safety</i>	350
13	Ruang Kontrol	350
14	Laboratorium	450
15	Area Porses	11000
16	Bengkel	1200
17	Lapangan Parkir Kendaraan Berat	3500
18	Tangki Bahan Baku dan Produk	5000
19	Utilitas	1800
20	Pengolahan Limbah	1800
21	Pos Satpam 2	40
22	Pos Satpam 3	40
23	Pos Satpam 4	40
Total		36.150

Pemanfaatan lahan pabrik direncanakan dengan mempertimbangkan kebutuhan operasional, keselamatan, serta kemungkinan pengembangan di masa mendatang. Dari total luas lahan sebesar 120.000 m², area yang digunakan untuk bangunan dan fasilitas utama pabrik adalah sebesar 60.000 m² dari total lahan. Area ini meliputi area proses, utilitas, tangki penyimpanan, serta bangunan penunjang operasional pabrik.

Sisa lahan sebesar dimanfaatkan untuk jalan internal, ruang terbuka, buffer zone keselamatan, serta area pendukung lainnya. Penyediaan ruang ini penting untuk menjamin kelancaran mobilitas kendaraan industri, menjaga jarak aman antarunit proses, serta mendukung aspek keselamatan dan lingkungan di area pabrik.

Sebagian lahan lainnya dialokasikan sebagai area pengembangan pabrik atau sekitar dari total lahan. Area ini disediakan untuk mengantisipasi ekspansi kapasitas produksi, penambahan unit proses, maupun pembangunan fasilitas baru di masa mendatang tanpa mengganggu tata letak fasilitas utama yang telah ada. Dapat dilihat Pada Gambar 2.4



Gambar 2. 4 Penentuan Lokasi Pabrik

Note: total luas tanah yang tersedia 120rb m², kita cuman pakai 60rb m² dengan asumsi sisa tanah akan di beli 10 tahun mendatang.

