

BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1 Spesifikasi Bahan dan Produk

2.1.1 Bahan Baku Utama

1) Isopropil Alkohol

Dalam pembuatan propanon, bahan baku utama yang digunakan ialah isopropil alkohol, menurut MSDS (2012), sifat fisika dan kimia isopropil alkohol adalah sebagai berikut

a) Sifat Fisika

Rumus Molekul	: $(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{O}$
Berat Molekul	: 60 g/mol
Bentuk	: cair
Warna	: tidak berwarna
Bau	: seperti alkohol
Titik lebur	: 88,5°C
Titik didih	: 82,4°C
Titik nyala	: 12°C
Densitas	: 0,786 g/cm ³ pada 20°C
Viskositas	: 2,2 mPa.s pada 20°C

b) Sifat Kimia

- Pembentukan Propanon melewati proses dehidrogenasi menggunakan katalis logam, oksida atau campuran logam. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



- Oksidasi isopropil alkohol dengan udara atau oksigen pada suhu tinggi membentuk Propanon dan air. Reaksi yang terjadi sebagai berikut.



2.1.2 Bahan Baku Pendukung

1) Zinc Oxide (ZnO)

Dalam pembuatan propanon, bahan baku pendukung yang digunakan ialah zinc oxide, menurut MSDS (2019) Sifat fisika dan kimia Zinc Oxide adalah sebagai berikut.

a) Sifat Fisika

Rumus Molekul	: ZnO
Berat Molekul	: 81,39 g/mol
Bentuk	: Powder padatan
Warna	: Putih kekuningan
pH	: 7,37
Titik lebur	: 1.975°C
Titik didih	: (Menyublim)
Densitas	: 5,61 gr/cm ³ pada 20°C
Viskositas	: -

2.1.3 Produk Utama

1) Propanon (Aseton)

Produk utama dari proses produksi ini adalah propanon, Menurut MSDS (2021) sifat fisika dan kimia propanon adalah sebagai berikut.

a) Sifat Fisika

Rumus Molekul	: C_3H_6O
Berat Molekul	: 58,08 g/mol
Bentuk	: cair pada 20°C
Warna	: tidak berwarna
pH	: 5-6 pada 395 g/L
Titik lebur	: -94°C
Titik didih	: 56,2°C
Tekanan uap	: 233 hPa pada 20°C
Densitas	: 0,79 g/cm ³
Viskositas	: 0,32 mPa.s pada 20°C

b) Sifat Kimia

- Menghasilkan aseton sianohidrin apabila direaksikan dengan hidrogen sianida
- Reduktor yang lebih lemah daripada aldehyd

2.1.4 Produk Samping

1) Hidrogen

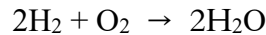
Menurut MSDS (2018) sifat fisika kimia hidrogen adalah sebagai berikut

a) Sifat Fisika

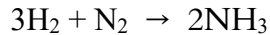
Bentuk	: gas
Warna	: tidak berwarna
Bau	: tidak berbau
Titik leleh	: -295,15°C
Titik didih	: -253°C
Densitas	: 0,083 g/cm ³

b) Sifat Kimia

- Uap air dihasilkan apabila bereaksi dengan oksigen



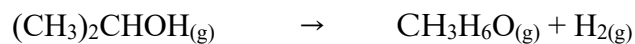
- Gas amonia akan terbentuk apabila terjadi reaksi dengan nitrogen



2.2 Konsep Proses

2.2.1 Dasar Reaksi

Produksi propanon dipilih menggunakan teknologi dehidrogenasi. Bahan baku yang dipakai dalam produksi propanon yaitu berupa isopropil alkohol yang berlangsung menggunakan *reaktor fixed bed multitube*. Pada kondisi operasinya, bahan baku isopropil alkohol dalam reaktor akan terhidrogenasi menjadi propanon dan hidrogen. Pembuatan propanon ini menggunakan suatu katalis. Reaksinya berlangsung pada fasa gas dengan katalis padat. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



2.2.2 Penggunaan Katalis

Katalis yang dapat digunakan dalam produksi propanon terdapat beberapa macam dengan proses dehidrogenasi isopropanol adalah Cr, Zn, Cu, maupun oksida lainnya. Pada proses ini katalis yang digunakan Zinc Oxide (ZnO). Wujud dari katalis tersebut yaitu padat dan berbentuk serbuk atau powder. Isopropanol akan teradsorpsi pada permukaan katalis dan beraksi menjadi propanon dengan memisahkan gas hidrogen.

2.2.3 Tinjauan Thermodinamika

Panas reaksi (ΔH_f°) digunakan untuk menentukan apakah reaksi bersifat endotermis atau eksotermis.

$$\Delta H_f^\circ = \Delta H_{298}^\circ \text{C}_3\text{H}_6\text{O} + \Delta H_{298}^\circ \text{H}_2 - \Delta H_{298}^\circ \text{C}_3\text{H}_8\text{O}$$

$$= -217,57 \text{ KJ/mol} - (-272,59 \text{ KJ/mol})$$

$$= 55,02 \text{ KJ/mol}$$

Reaksi dehidrogenasi isopropil alkohol menjadi propanon seperti pada reaksi yang tertulis pada di atas memiliki ΔH reaksi sebesar +55,02 KJ/mol. Jadi reaksi tersebut adalah reaksi endoterm, yaitu reaksi yang menyerap panas, sehingga secara umum reaksi kimia jenis ini akan meningkat konversinya dengan naiknya suhu reaksi. Hal ini terjadi karena kenaikan suhu akan mengakibatkan kenaikan harga K_p sehingga akan bergeser ke arah produk.

Perhitungan energi bebas gibbs (ΔG°) berdasarkan teori Yaws, 2003 yang digunakan untuk menentukan konstanta keseimbangan reaksi pada suhu operasi.

$$\begin{aligned}\Delta G &= \Delta G_f \text{ Produk} - \Delta G_f \text{ reaktan} \\ &= (\Delta G^\circ_{298} \text{ C}_3\text{H}_6\text{O} + \Delta G^\circ_{298} \text{ H}_2) - (\Delta G^\circ_{298} \text{ C}_3\text{H}_8\text{O}) \\ &= (-153,05 \text{ KJ/mol} + 0 \text{ KJ/mol}) - (-173,59 \text{ KJ/mol}) \\ &= 20,54 \text{ KJ/mol} \\ &= 20540 \text{ J/mol}\end{aligned}$$

$$\Delta G = -RT \ln K$$

$$\ln K = -\frac{\Delta G}{RT} \dots \dots \dots (1)$$

Dari persamaan (1) dapat dicari K_1 pada 298 K

$$\begin{aligned}\ln K_1 &= -\frac{20,54 \text{ KJ/mol}}{0,008134 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \times 298 \text{ K}} \\ K_1 &= \exp \left(-\frac{20,54 \text{ kJ/mol}}{0,008134 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \times 298 \text{ K}} \right) \\ K_1 &= 0,00025092\end{aligned}$$

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \dots \dots \dots (2)$$

Dari persamaan (2) dapat dicari K_2 pada 673 K

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = -\frac{55,02 \text{ kJ/mol}}{0,008134 \frac{\text{kJ}}{\text{mol.K}}} \left(\frac{1}{673} - \frac{1}{298} \right) \text{K}$$

$$K_2 = 59,36084$$

$K_2 > 1 \rightarrow$ Reaksi irreversibel

Pada suhu 400°C, harga K_p lebih besar dari 1 sehingga reaksi dehidrogenasi isopropanol dianggap berjalan ke arah produk saja (irreversible).

2.2.4 Tinjauan Kinetika

Secara umum untuk mengetahui pengaruh suhu dapat ditentukan dengan persamaan Arrhenius:

$$k = A e^{-E_a/RT}$$

Dari persamaan tersebut terlihat bahwa untuk memperbesar harga k dapat dilakukan dengan menaikkan temperatur.

Harga E_a dan k untuk reaksi ini adalah:

$$E_a = 72,38 \text{ MJ/kmol}$$

$$k = 7054,81622 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^3 \text{ reaktor sec.}$$

Adapun reaksi dehidrogenasi isopropanol ini merupakan reaksi orde satu, dan dapat diperkirakan dari persamaan berikut ini:

$$-r_{IPA} = K_0 \exp [E_a/RT] C_{IPA}$$

$$\text{dimana } K_0 = 7054,81622 \text{ m}^3 \text{ gas}/(\text{m}^3 \text{ reaktor s}), C_{IPA} = \text{kmol/m}^3 \text{ gas}$$

Persamaan di atas menunjukkan bahwa laju pengurangan IPA (laju pembentukan produk) akan semakin besar dengan semakin tingginya suhu dan naiknya konsentrasi IPA.

2.2.5 Kondisi Operasi

Salah satu pertimbangan yang dipilih dalam pemilihan proses adalah kondisi operasi. Kondisi operasi sangat mempengaruhi jalannya suatu proses dan produk yang dihasilkan. Secara termodinamika maupun kinetika, meningkatnya suhu

operasi selama proses akan memberikan dampak yang lebih baik, tetapi terdapat batasan oleh jenis reaktor dan katalis yang digunakan. Katalis memiliki selektivitas pada suhu yang berbeda-beda. Kondisi operasi yang terjadi selama proses reaksi dehidrogenasi isopropil alkohol yang berlangsung dalam *reaktor fixed bed multitube* yaitu dengan suhu 350°C, tekanan 2 bar.

2.3 Langkah Proses

Dalam pembuatan propanon terdapat 3 tahapan utama proses yaitu persiapan bahan baku, reaksi hidrogenasi, dan pemurnian produk.. Gambaran langkah proses sebagai berikut,

2.3.1 Persiapan Bahan Baku

Pembuatan propanon dengan bahan baku yang digunakan yaitu isopropil alkohol yang berasal dari tangki T-01 . Bahan baku isopropil alkohol didapatkan secara impor karena belum adanya industri di Indonesia yang memproduksi isopropil alkohol. Bahan baku didapat dari Shell Eastern Chemicals, Singapura. Pemilihan tanki penyimpanan isopropil alkohol yakni harus cukup untuk menampung jumlah isopropil alkohol dalam jangka waktu produksi tertentu. Isopropil nantinya akan disimpan dalam tangki pada suhu ruangan dengan tekanan atmosfer.

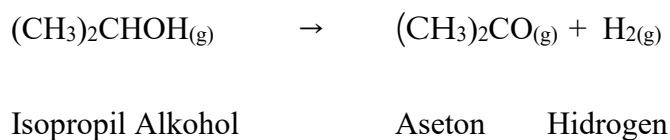
Komposisi minimal bahan baku yang akan diumpankan ke reaktor minimal mengandung 88% isopropil alkohol. Reaksi dehidrogenasi isopropil alkohol menjadi propanon terjadi pada fasa gas. Umpan bahan baku berupa campuran Isopropil alkohol dari tangki T-01 dan hasil dari recycle dari menara distilasi pertama. Hasil recycle memiliki temperature 110°C. Temperatur keluaran dari unit mixing yaitu 47°C. Sebelum direaksikan, umpan terlebih dahulu dipanaskan di heater hingga mendekati titik didihnya, kemudian diumpankan menuju vaporizer V-01 dengan pompa P-01. Media pemanas yang dimanfaatkan oleh vaporizer didapatkan dari flue gas reaktor. Suhu yang dihasilkan oleh isopropil alkohol hasil keluaran dari vaporizer memiliki suhu 105°C yaitu suhu bubble point campuran dengan tekanan 2 bar dan diassumsikan konstan. Suhu

keluaran dari vaporizer masih terlalu rendah dibandingkan dengan suhu reaksi, sehingga digunakan furnace F-01 sebagai pemanas dengan gas alam sebagai sumber panas untuk meningkatkan suhu mencapai 350°C dan tekanan dalam kondisi operasi yaitu 2 bar.

2.3.2 Pembentukan Produk/Reaksi

Umpan gas keluaran dari furnace diumpankan ke reaktor dengan jenis *fixed bed multitube*. Penggunaan reaktor ini karena alasan menggunakan reaktor ini karena pengendalian suhu lebih baik karena desain memungkinkan suplai panas yang efisien, distribusi katalis lebih merata di sepanjang tube.

Reaksi dalam reaktor sebagai berikut:



Dalam reaktor terjadi reaksi dehidrogenasi isopropil alkohol menjadi propanon dan hidrogen dalam fasa gas. Pada reaktor kondisi operasi bersuhu 350°C dengan tekanan 1,8 bar. Mekanisme kerja dari reaktor yaitu reaktan diumpankan dalam reaktor melewati tube yang berisi katalis ZnO. Proses hidrogenasi isopropil alkohol merupakan reaksi endoterm sehingga diperlukan pemanas untuk mempertahankan suhunya. Reaktor memanfaatkan downtherm A, kemudian gas hasil keluaran reaktor akan diumpankan menuju cooler. Isopropil alkohol yang terdapat pada reaktor akan dialirkan pada tube-tube yang berisikan katalis ZnO yang nantinya akan terurai menjadi propanon dan H₂. Produk yang dihasilkan dari keluaran reaktor berupa produk propanon, H₂, air, dan isopropanol (recycle) berfasa gas.

2.3.3 Pemurnian Produk

Hasil produk yang dikeluarkan oleh reaktor memerlukan pemurnian terlebih dahulu, hal ini disebabkan terdapatnya beberapa campuran di dalam produk tersebut dan belum memenuhi spesifikasi untuk disimpan maupun dijual.

Hasil keluaran dari reaktor R-01 berupa campuran gas propanon, air, H₂, dan sisa isopropil alkohol yang memiliki suhu yang cukup tinggi. Maka dari itu, hasil keluaran reaktor R-01 akan diumpankan pada cooler C-01 untuk menurunkan suhu mencapai 150°C dan tekanan 1,7 bar yang dialirkan menuju kondensor parsial C-02 untuk mengembunkan gas yang condensable dengan tekanan 1,5 bar dan suhu keluaran 60°C.

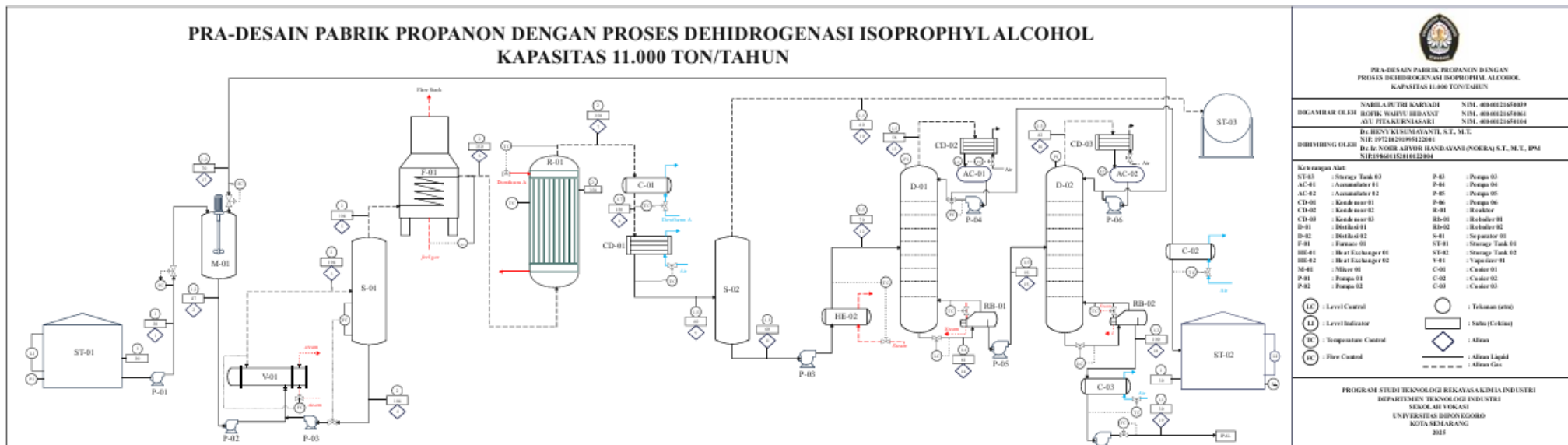
Propanon, air, dan isopropil alkohol akan diembunkan oleh kondensor. Sedangkan hidrogen (H₂) akan berfasa tetap yaitu cair. Kondensor C-02 merupakan kondensor parsial sehingga tidak semua umpan akan terkondensasi. Sehingga masih ada sebagian propanon, air, dan isopropil alkohol yang keluar dari kondensor masih dalam berupa fasa uap. Selanjut keluaran dari kondensor C-02 akan diumpankan ke separator S-01 untuk memisahkan fasa umpan yang berfasa cair dan gas. Keluaran dalam separator S-01 terdapat dua keluaran, yaitu keluaran atas yang berupa gas hidrogen yang kemurniannya sekitar 99% yang bersuhu 60 °C dan akan diumpankan menuju tangki penyimpanan hidrogen T-02. Sedangkan untuk keluaran bawah yaitu berupa cairan terdiri dari propanon, air, dan isopropil alkohol dengan suhu 21,4°C dan tekanan 1,6 bar yang akan diumpankan menuju menara destilasi I MD-01 untuk melakukan pemurnian propanon.

Pada menara destilasi I MD-01 terdapat dua keluaran. Pada keluaran hasil bawah dari kolom menara destilasi I, terdiri dari sebagian besar air, isopropil alkohol, dan sedikit propanon bersuhu 81°C yang akan diumpankan menuju menara destilasi II untuk mendapatkan isopropil alkohol kembali masuk MD-02.

Kemudian untuk keluaran hasil atas menara destilasi I berupa gas propanon yang bersuhu 58 °C yang kemudian di kondensasi pada kondensor C-03, destilat keluaran dari kondensor tersebut akan ditampung pada refluks drum propanon RF-01. Kemudian dari refluks dium akan dibagi menjadi dua, yaitu sebagian diumpankan ke dalam tangki penyimpanan propanon T-03 sebagai produk dengan suhu 35°C dan tekanan 1,2 bar, dan sebagian lainnya akan diumpankan menuju bagian atas kolom distilasi pertama sebagai refluks propanon.

Menara destilasi II juga memiliki 2 keluaran, pada keluaran hasil atas berupa isopropil alkohol dan sedikit air yang akan di *recycle* dan dicampur dengan umpan segar isopropil alkohol. Sedangkan untuk hasil keluaran bawah menara destilasi II berupa air dan akan diumpankan menuju ke unit pengolahan limbah.

2.4 Diagram Alir



Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses Produksi Propanon

2.5 Neraca Massa

2.5.1 Neraca Massa Vaporizer

Komponen	Masuk		Keluar
	F1	F12	F5
(CH ₃) ₂ CO		7,0339	7,0339
(CH ₃) ₂ CHOH	1452,3460	146,2424	1598,5884
H ₂ O	14,6702	1,4772	16,1474
Jumlah	1467,0162	154,7535	1621,7697
	1621,76966		1621,76965

2.5.2 Neraca Massa Separator

Komponen	Masuk		Keluar
	F6	F7	F8
H ₂	47,9577	47,9577	0,0000
(CH ₃) ₂ CO	1397,8058	14,5487	1383,2572
(CH ₃) ₂ CHOH	159,8588	0,5758	159,2831
H ₂ O	16,1474	0,0299	16,1175
Jumlah	1621,7697	63,1120	1558,6577
	1621,7697		1621,7697

2.5.3 Neraca Massa Menara Distilasi I

Komponen	Masuk		Keluar
	F8	F9	F10
(CH ₃) ₂ CO	1383,2572	1373,9088	9,3483
(CH ₃) ₂ CHOH	159,2831	13,8779	145,4052
H ₂ O	16,1175	0,0000	16,1175
Jumlah	1558,6577	1387,7867	170,8710
	1558,6577		1558,6577

2.5.4 Neraca Massa Menara Distilasi II

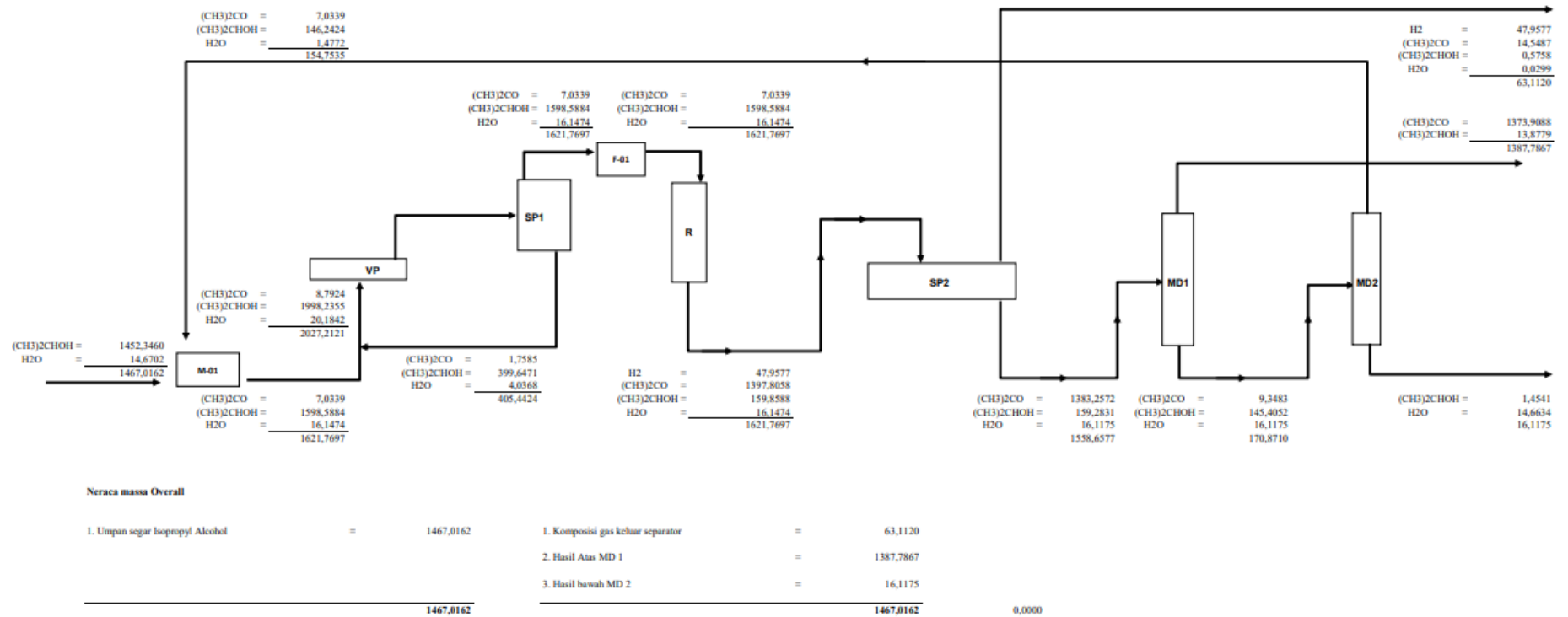
Komponen	Masuk		Keluar
	F10	F12	F11
(CH ₃) ₂ CO	9,3483	9,3483	0,0000
(CH ₃) ₂ CHOH	145,4052	143,9511	1,4541
H ₂ O	16,1175	1,4541	14,6634
Jumlah	170,8710	154,7535	16,1175
	170,8710		170,8710

2.5.6 Neraca Massa Overall

Komponen	Masuk		Keluar		
	F1	F12	F7	F9	F11
H ₂	0,0000	0,0000	47,9577	0,0000	0,0000
(CH ₃) ₂ CO	0,0000	9,3483	14,5487	1373,9088	0,0000
(CH ₃) ₂ CHOH	1452,3460	143,9511	0,5758	13,8779	1,4541
H ₂ O	14,6702	1,4541	0,0299	0,0000	14,6634
Jumlah	1467,0162	154,7535	63,1120	1387,7867	16,1175
	1467,0162			147,0162	

2.5.7 Diagram Alir Neraca Massa

Satuan : Kg/jam



Gambar 2. 2 Diagram Alir Neraca Massa

2.6 Neraca Panas

2.6.1 Neraca Panas Vaporizer

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
(CH ₃) ₂ CO	884,85	1976,17
(CH ₃) ₂ CHOH	132711,37	580589,11
H ₂ O	1870,55	8080,21
Q penguapan		1378107,07
Q pemanas	1833285,79	
	1968752,56	1968752,56

2.6.2 Neraca Panas Furnace

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
(CH ₃) ₂ CO	788,68	3953,82
(CH ₃) ₂ CHOH	208780,74	1052927,16
H ₂ O	2424,26	10178,48
Q pemanas	855065,77	
	1067059,45	1067059,45

2.6.3 Neraca Panas Reaktor

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
H ₂		227439,31
(CH ₃) ₂ CO	3953,82	785719,30
(CH ₃) ₂ CHOH	1052927,16	105292,72
H ₂ O	10178,48	10178,48
Q Reaksi		47151,38
Q Pemanas	108721,73	
	1175781,19	1175781,19

2.6.4 Neraca Panas Cooler

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
H ₂	227439,31	86907,61
(CH ₃) ₂ CO	785719,30	256182,85
(CH ₃) ₂ CHOH	105292,72	34226,77
H ₂ O	10178,48	3815,87
Q pendingin		747496,71
	1128629,80	1128629,80
Kecepatan massa pendingin		4460,54

2.6.5 Neraca Panas Condenser Partial + Separator

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
H ₂	86907,61	24700,08
(CH ₃) ₂ CO	256182,85	67197,90
(CH ₃) ₂ CHOH	34226,77	8914,70
H ₂ O	3815,87	1080,78
Q Pengembunan	852856,22	
Q Pendingin		1132095,87
	1233989,32	1233989,32
Kebutuhan total air pendingin		13477,33

2.6.6 Neraca Panas Menara Distilasi I

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
(CH ₃) ₂ CO	135084,58	103340,37
(CH ₃) ₂ CHOH	20215,30	25599,49
H ₂ O	2896,61	3771,14
Q Condenser		1896208,95
Q reboiler	1870723,46	
	2028919,96	2028919,96
Kebutuhan total steam pemanas		868,8328
Kebutuhan total pendingin		22573,9161

2.6.7 Neraca Panas Menara Distilasi II

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
(CH ₃) ₂ CO	912,93	694,97
(CH ₃) ₂ CHOH	18454,00	14168,91
H ₂ O	2896,61	3631,58
Q Condenser		211214,73
Q reboiler	207446,65	
	229710,19	229710,19
Kebutuhan total steam pemanas		96,3459
Kebutuhan total pendingin		2514,4611

2.6.8 Neraca Panas Cooler II

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
(CH ₃) ₂ CO	102138,20	30417,48
(CH ₃) ₂ CHOH	1342,59	401,01
Q pendingin		72662,31
	206961,59	103480,80
Kebutuhan total air pendingin		1730,0549

2.6.9 Neraca Panas Cooler III

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
(CH ₃) ₂ CHOH	329,66	42,02
H ₂ O	4597,01	614,63
Q pendingin		4270,02
	4926,67	4926,67
Kebutuhan total air pendingin		50,8336

2.6.10 Neraca Panas Overall

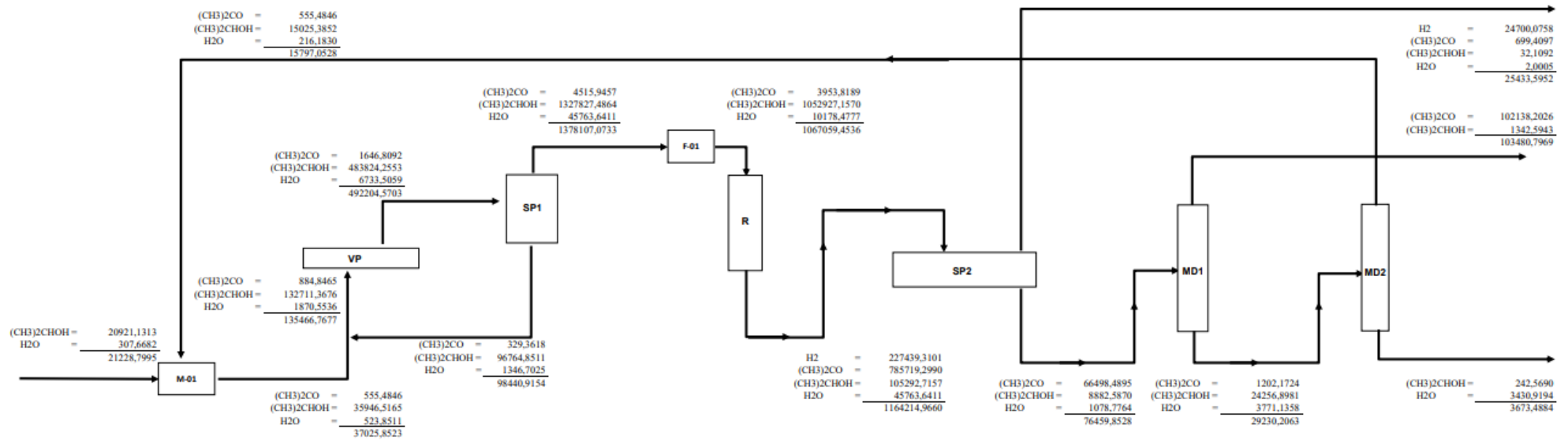
INPUT		OUTPUT
Vaporizer		
(CH ₃) ₂ CO	884,85	1976,17
(CH ₃) ₂ CHOH	132711,37	580589,11
H ₂ O	1870,55	8080,21
Q penguapan		1378107,07
Q pemanas	1833285,79	
Furnace		
(CH ₃) ₂ CO	788,68	3953,82
(CH ₃) ₂ CHOH	208780,74	1052927,16
H ₂ O	2424,26	10178,48
Q pemanas	855065,77	
Reaktor		
H ₂		227439,31
(CH ₃) ₂ CO	3953,82	785719,30
(CH ₃) ₂ CHOH	1052927,16	105292,72

H ₂ O	10178,48	10178,48
Q Reaksi		47151,38
Q Pemanas	108721,73	
Cooler 1		
H ₂	227439,31	86907,61
(CH ₃) ₂ CO	785719,30	256182,85
(CH ₃) ₂ CHOH	105292,72	34226,77
H ₂ O	10178,48	3815,87
Q pendingin		747496,71
CDP Separator		
H ₂	86907,61	24700,08
(CH ₃) ₂ CO	256182,85	67197,90
(CH ₃) ₂ CHOH	34226,77	8914,70
H ₂ O	3815,87	1080,78
Q Pengembunan	852856,22	
Q Pendingin		1132095,87
Destilasi 1		
(CH ₃) ₂ CO	135084,58	103340,37
(CH ₃) ₂ CHOH	20215,30	25599,49
H ₂ O	2896,61	3771,14
Q Condenser		1896208,95
Q reboiler	1870723,46	
Destilasi 2		
(CH ₃) ₂ CO	912,93	694,97
(CH ₃) ₂ CHOH	18454,00	14168,91
H ₂ O	2896,61	3631,58
Q Condenser		211214,73
Q reboiler	207446,65	
Cooler 2		
(CH ₃) ₂ CO	102138,20	30417,48
(CH ₃) ₂ CHOH	1342,59	401,01
Q pendingin		72662,31
Cooler 3		
(CH ₃) ₂ CHOH	329,66	42,02

H ₂ O	4597,01	614,63
Q pendingin		4270,02
TOTAL	7704212,67	7704212,67

2.6.11 Diagram Alir Neraca Panas

Satuan : KJ/mol



Gambar 2. 3 Diagram Alir Neraca Panas

2.7 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik yang optimal sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja. Tata letak pabrik harus dirancang untuk memaksimalkan penggunaan area, menempatkan alat-alat produksi dengan tepat, dan memastikan kenyamanan dan keamanan karyawan. Prarancangan tata letak pabrik dapat dilihat pada gambar (...). Untuk mencapai kondisi optimal, beberapa faktor harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik propanon.

Menurut Vilbrand (1959), tata letak pabrik secara garis besar dapat dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu: daerah administrasi dan perkantoran, laboratorium dan ruang control, daerah proses yang mencakup area proses, penyimpanan, dan pendukung, serta daerah utilitas yang berfungsi sebagai pusat penyediaan bahan-bahan pendukung proses seperti air, uap, dan tenaga listrik. Berikut merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan letak pabrik,

1. Ketersediaan Bahan Baku

Pabrik merupakan pabrik baru di Indonesia, sehingga desain tata letak pabrik dapat dilakukan secara fleksibel dan strategis. Lokasi harus cukup dekat dengan ketersediaan bahan baku, selain itu infrastruktur juga perlu dipertimbangkan seperti pelabuhan, jalan tol, dan akses jalan provinsi.

2. Penataan Area Pabrik

Penataan dapat dibagi menjadi beberapa kategori, seperti area proses, utilitas, penyimpanan, dan lain-lain, berdasarkan faktor-faktor seperti efisiensi proses, akses ke jalan utama dan pelabuhan. Penataan peralatan produksi yang terstruktur dan berurutan juga diperhatikan untuk memastikan proses kerja yang efektif dan efisien, sehingga meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya. Tata letak alat-alat pabrik disusun secara sistematis dengan ruang yang cukup dan efisien sehingga pengoperasian, pengawasan, perbaikan dan penambahan alat baru mudah untuk dilakukan. Instalasi pemasangan dan distribusi pipa yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik juga perlu diperhatikan guna membantu kemudahan kerja dan perawatannya. Penempatan pesawat proses sedemikian rupa

guna karyawan dapat dengan mudah mencapainya dan dapat menjamin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

3. Utilitas

Unit yang bertugas dalam menunjang kegiatan pabrik salah satunya yaitu unit utilitas. Utilitas berperan dalam mensuplai ketersediaan air, listrik, steam, dan sarana pendukung lainnya. Proses industri menggunakan air dalam jumlah yang besar untuk berbagai proses, sehingga lokasi pabrik akan lebih baik jika berada didekat sumber air yang dapat memenuhi keperluan pabrik dalam jangka waktu yang lama. Lokasi pabrik juga sebaiknya cukup dekat dengan sumber listrik dan bahan bakar yang akan digunakan dalam kegiatan pabrik.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan salah satu hal yang krusial. Tenaga kerja dilokasi pabrik diupayakan tersedia dengan baik, yakni tenaga terdidik, terampil, maupun tenaga kasar.

5. Pemasaran Hasil Produksi

Tata letak pabrik harus memperhatikan kelancaran proses distribusi bahan baku, proses maupun produk. Oleh karena itu kawasan pabrik harus dalam kategori berkeadaan baik seperti pelabuhan, jalan tol, dan akses jalan provinsi.

6. Pengolahan Limbah

Masalah pembuangan limbah pabrik agar tidak mengganggu lingkungan dan tidak menimbulkan polusi. Unit pembuangan limbah yang dihasilkan oleh pabrik didesain agar tidak mengganggu kelestarian lingkungan pabrik.

7. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Letak pabrik harus cukup jauh dari bangunan dan juga tempat keramaian masyarakat. Hal ini karena untuk menghindari adanya kebakaran, banjir, bencana alam, ledakan, dan lainnya juga harus dipertimbangkan agar dapat dilakukan

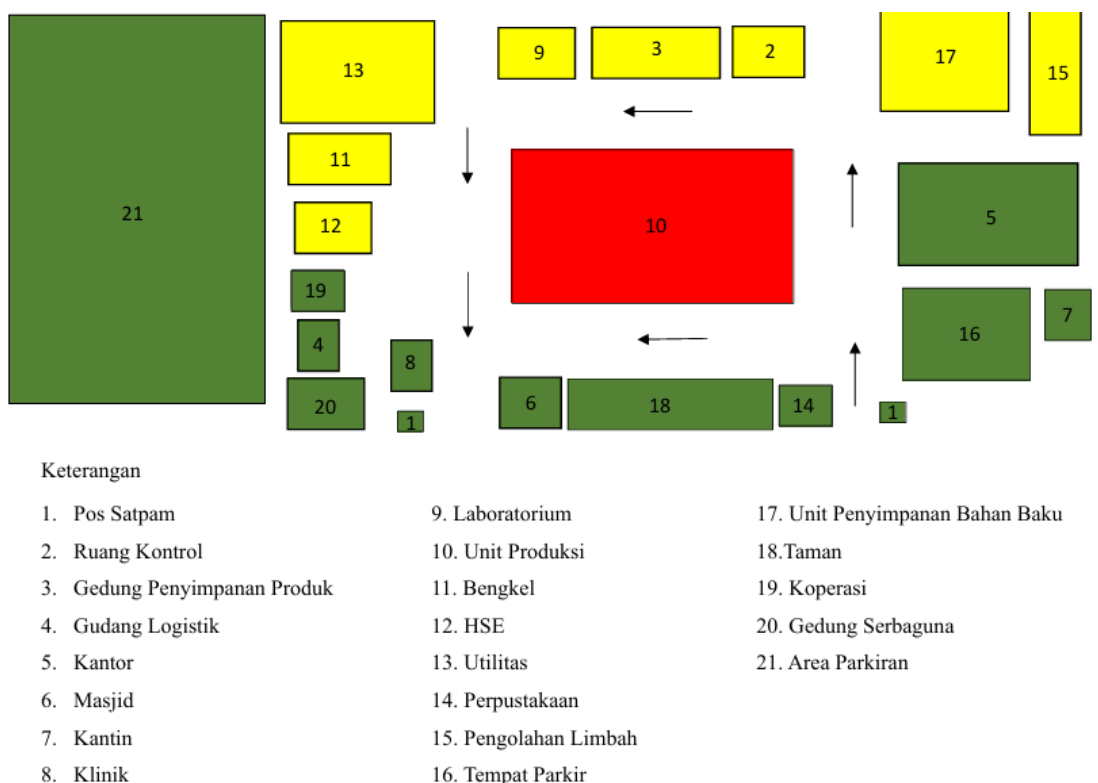
tindakan jika terjadi sesuatu yang tidak diinginkan. Lebar jalanan dalam pabrik harus memperhatikan keselamatan pekerja. Ketentuan minimum jalanan utama pabrik adalah 10 m dan maksimum 400 m.

Tabel 1.1 Luas Area Pabrik

No	Jenis Bangunan/ Tanah	Luas Tanah (m ²)	Luas Bangunan (m ²)
1.	Pos Keamanan	20	20
2	Gedung Kantor Utama	685	685
3	Kantin	90	90
4	Laboratorium	150	150
5	Area Penyimpanan	880	880
6	Control Room	140	140
7	Masjid	120	120
8	Aula	185	185
9	Poliklinik	80	80
10	Unit Pengolahan Limbah	250	250
11	Bengkel	200	200
12	K3 & Fire Safety	150	150
13	Daerah Utilitas	600	-
14	Area Produksi	1500	-
15	Parkiran	450	-
16	Jalan dan Taman	500	-
17	Area Perluasan	4000	-
TOTAL		10.000	2.950

Perkiraan luas tanah yang diperlukan dalam pembangunan Pabrik dengan perincian sebagai berikut:

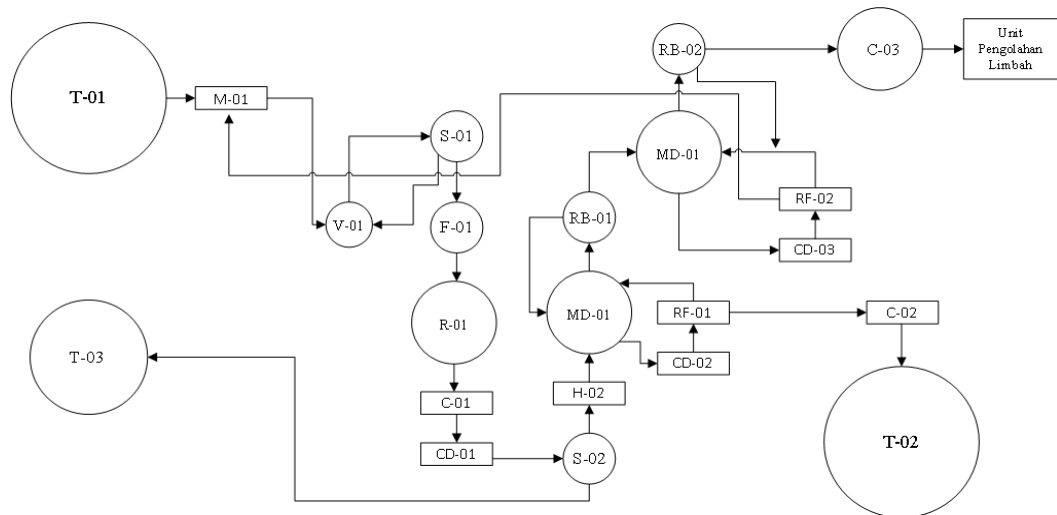
1. Luas tanah untuk pabrik : 10.000 m²
2. Luas tanah untuk penunjang proses dan fasilitas lainnya : 2.950 m²
3. Luas tanah untuk perluasan pabrik : 4.000 m²



Gambar 2. 4 Tata Letak Area Pabrik

2.8 Tata Letak Peralatan Proses dan Pemetaan

Tata letak alat harus dirancang secara efektif untuk mencapai beberapa tujuan, yaitu memastikan integrasi proses produksi yang total, menggunakan lahan secara efektif, mengurangi biaya material handling, dan meningkatkan kepuasan kerja karyawan sehingga produktivitas meningkat dalam suasana kerja yang nyaman.



Gambar 2. 5 Tata Letak Peralatan Proses

Dalam merancang tata letak pabrik, beberapa faktor penting harus diperhatikan, termasuk 1. Lokasi peralatan yang strategis

Tata letak peralatan dilakukan sesuai dengan urutan prosesnya sehingga efisiensi secara teknis dan ekonomis memudahkan dalam kontrol, pengawasan dan keleluasaan gerak operator. Selain itu pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta kelancaran serta keamanan produksi dapat terjamin

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya stagnasi (pemampatan) udara pada suatu tempat yang dapat membahayakan keselamatan kerja.

3. Penerangan yang memadai

Penerangan seluruh area pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu diberikan penerangan tambahan untuk mencegah adanya kecelakaan kerja.

4. Lalu lintas manusia yang efektif

Faktor yang perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh area proses dengan cepat dan mudah sehingga jika terjadi gangguan pada peralatan proses dapat segera diperbaiki. Selain itu keamanan seluruh pekerja selama menjalani tugasnya harus diprioritaskan

5. Pertimbangan ekonomi

Dalam penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak aman antar peralatan untuk memastikan keamanan

Untuk alat proses yang memiliki tekanan dan suhu operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran tidak membahayakan alat proses yang lain dan kerusakan dapat dikurangi. Berdasarkan beberapa pertimbangan tersebut, berikut adalah gambar tata letak peralatan

7. Keselamatan

Dalam penentuan peralatan pabrik harus memperhatikan aspek keselamatan dan kesehatan kerja. Peralatan harus memiliki JSA agar resiko bahaya kerja dapat diminisir.