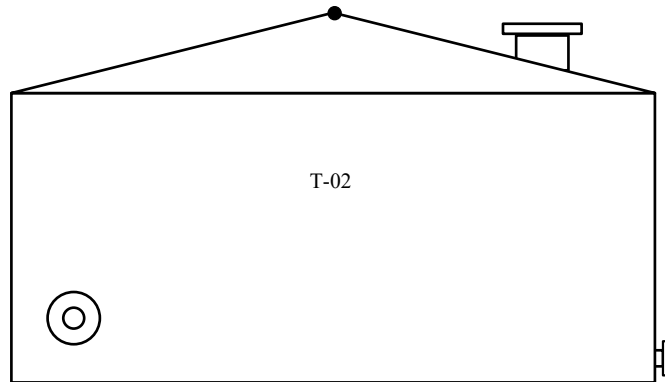


BAB III

SPESIFIKASI ALAT

3.1 Unit Penyimpanan

a. Tangki Bulanan (T-02)



Gambar 3.1 Desain tangki penyimpanan produk asam akrilat

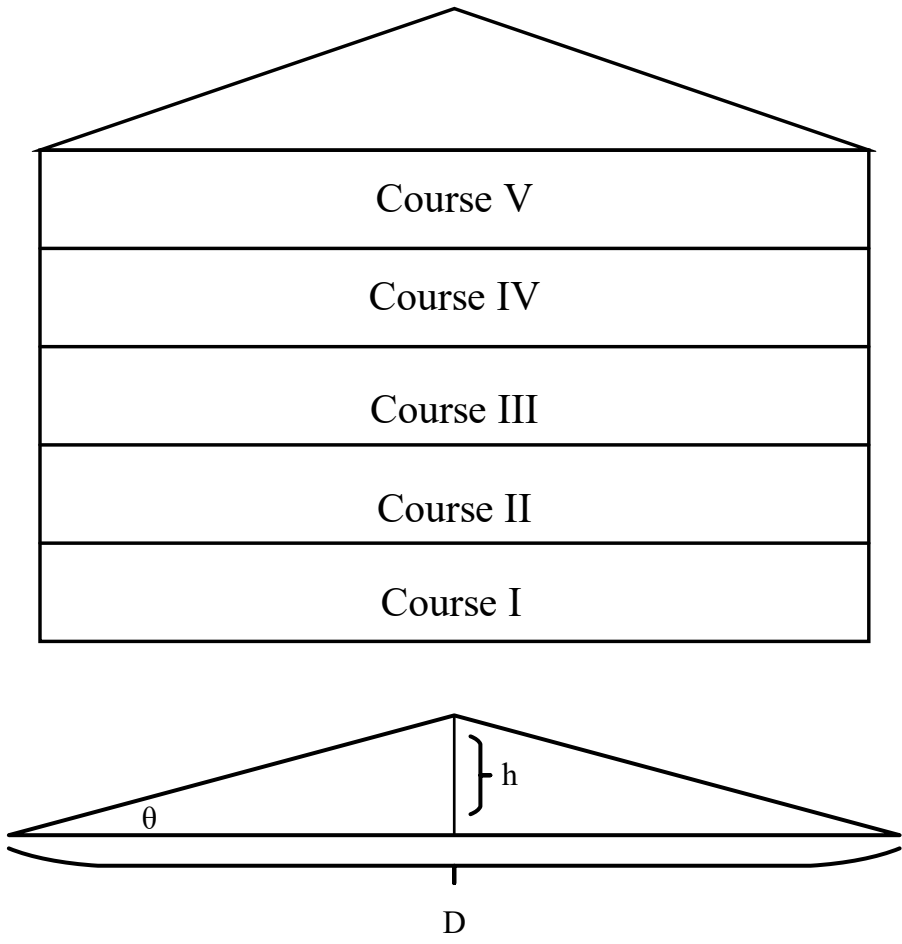
Tangki penyimpanan produk merupakan alat yang digunakan dalam Perancangan Pabrik Asam Akrilat dengan kapasitas penyimpanan 55925,8 bbl. Tangki ini dirancang dengan *type* silinder vertikal, alas datar (*flat bottom*) untuk menampung bahan baku selama 30 hari. Tangki ini dilengkapi dengan atap kerucut (*cone roof*) untuk mencegah akumulasi tekanan uap, *manhole* untuk keperluan inspeksi dan pembersihan berkala, serta saluran ventilasi guna menjaga kestabilan tekanan internal. Desain SA - Grade B ini memastikan bahwa asam akrilat dapat disimpan secara aman tanpa risiko kontaminasi eksternal maupun degradasi kualitas produk.

Tujuan :

1. Menentukan tipe tangki
2. Menentukan bahan konstruksi tangki
3. Menghitung dimensi tangki
 - Kapasitas tangki
 - Diameter dan tinggi tangki
 - Tebal dinding tangki
 - Tebal dan tinggi head tangki

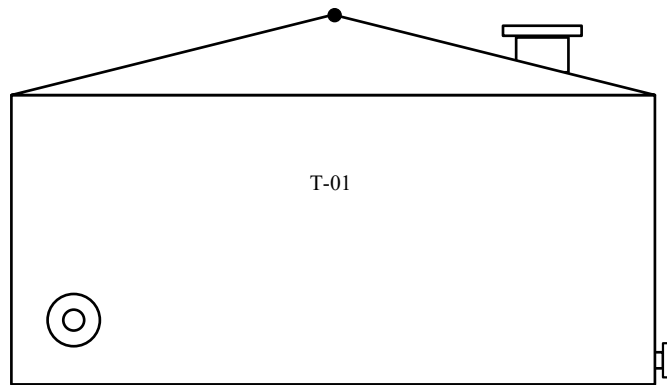
Berikut hasil perhitungan spesifikasi tangki penyimpanan asam akrilat dapat dilihat pada Tabel 3.2

Table 3.1 Ringkasan desain tangki penyimpanan produk asam akrilat

	
Kode Alat	T-02
Fungsi	Menampung produk asam akrilat selama 1 bulan
Kondisi	Temperatur = 50°C Tekanan = 1 atm Wujud = cair
Tipe	<i>Silinder vertical dengan flat bottom dan head conical roof</i>
Jumlah	1 buah
Bahan Kontruksi	
Dimensi	Diameter (Dt) = 100 ft Tinggi tangki (H) = 40 ft Tinggi Course (Cr) = 8 ft Jumlah Course = 5 buah

Course 1	Panjang plate = 2,095 ft Lebar plate = 40 ft Tebal shell = 0,0475 ft Jumlah plate = 10 buah
Course 2	Panjang plate = 2,094 ft Lebar plate = 32 ft Tebal shell = 0,03833 ft Jumlah plate = 10 buah
Course 3	Panjang plate = 2,094 ft Lebar plate = 24 ft Tebal shell = 0,02833 ft Jumlah plate = 10 buah
Course 4	Panjang plate = 2,093 ft Lebar plate = 16 ft Tebal shell = 0,02083 ft Jumlah plate = 10 buah
Course 5	Panjang plate = 2,093 ft Lebar plate = 8 ft Tebal shell = 0,02083 ft Jumlah plate = 10 buah
Tinggi Head	15,4799 ft
Tebal Head	0,05 ft
Tinggi Total	55,479 ft

b. Tangki Harian (T-01)



Gambar 3.2 Desain tangki penyimpanan produk asam akrilat

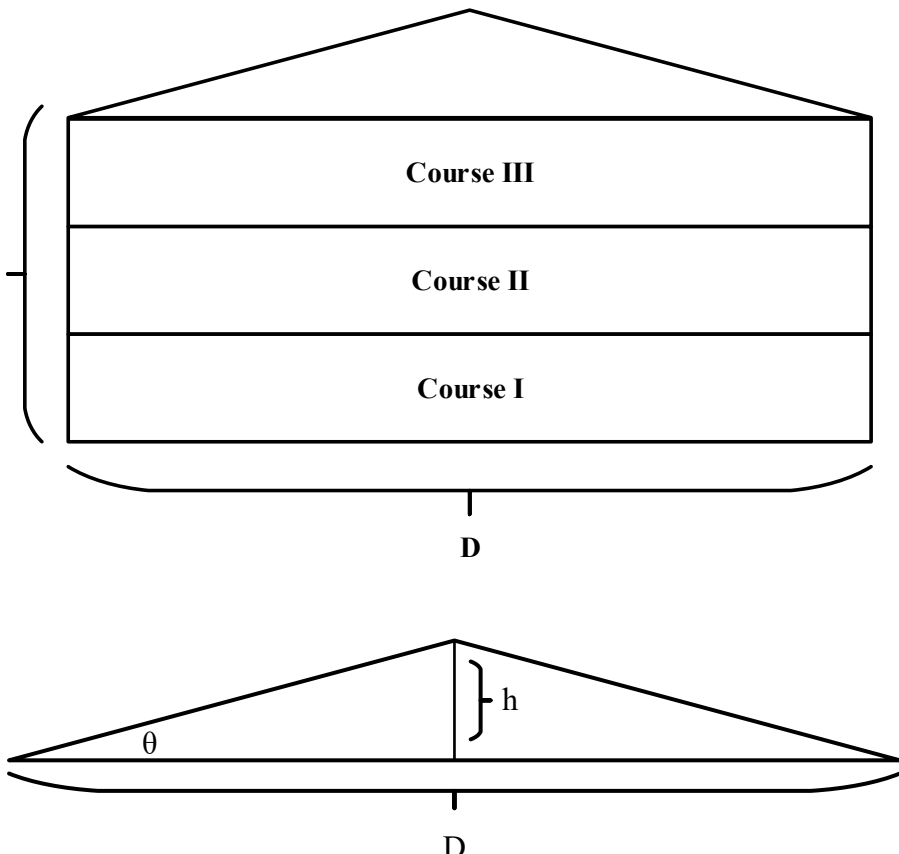
Tangki penyimpanan harian asam akrilat dirancang silinder vertikal dengan alas datar (flat bottom) untuk stabilitas dan membantu mendistribusikan tekanan secara merata. Material penyusun tangki adalah Carbon Steel SA-212 Grade B, badan tangki didesain dengan menggunakan beberapa course, dengan kapasitas 2.100 bbl. Tangki ini dilengkapi dengan sistem pemanasan untuk menjaga viskositas asam akrilat, menjadikannya solusi penyimpanan yang komprehensif dan aman untuk kebutuhan operasional harian.

Tujuan :

1. Menentukan tipe tangki
2. Menentukan bahan konstruksi tangki
3. Menghitung dimensi tangki
 - Kapasitas tangki
 - Diameter dan tinggi tangki
 - Tebal dinding tangki
 - Tebal dan tinggi head tangki

Berikut hasil perhitungan spesifikasi tangki penyimpanan asam akrilat dapat dilihat pada Tabel 3.2

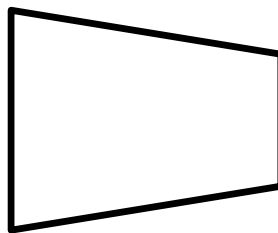
Table 3.2 Hasil Perhitungan Spesifikasi Tangki Penyimpanan Asam Akrilat

	
Kode Alat	T-01
Fungsi	Menampung produk asam akrilat selama 1 hari
Kondisi	Temperatur = 50°C Tekanan = 1 atm Wujud = cair
Tipe	<i>Silinder vertical dengan flat bottom dan head conical roof</i>
Jumlah	1 buah
Bahan Kontruksi	Carbon Steel SA-212 Grade B
Dimensi	Diameter (Dt) = 25 ft Tinggi tangki (H) = 24 ft Tinggi Course (Cr) = 8 ft Jumlah Course = 3 buah

Course 1	Panjang plate = 15,69 ft Lebar plate = 8 ft Tebal shell = 0,02 ft Jumlah plate = 5 buah
Course 2	Panjang plate = 15,69 ft Lebar plate = 8 ft Tebal shell = 0,02 ft Jumlah plate = 5 buah
Course 3	Panjang plate = 15,69 ft Lebar plate = 8 ft Tebal shell = 0,02 ft Jumlah plate = 5 buah
Tinggi Head	5,286 ft
Tebal Head	0,01168 ft
Tinggi Total	27,286 ft

3.2 Unit Trasnportasi

a. Kompresor (C-01)



C-01

Gambar 3.3 Desain Kompresor (C-01)

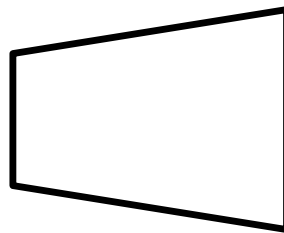
Kompresor C-01 adalah alat yang digunakan untuk mengalirkan udara ke furnace (F-01) dengan cara menaikkan tekanan udara terlebih dahulu sehingga proses pembakaran di dalam furnace dapat berlangsung secara efisien dan aman. Alat ini termasuk kopresor tipe sentrifugal (*single stage*) yang mampu mengalirkan udara sebanyak 75.127,91 m³/jam. Blower C-01 berperan penting dalam menjaga proses di furnace tetap stabil dan aman.

Berikut hasil perhitungan spesifikasi kompresor dapat dilihat pada Tabel 3.3

Table 3.3 Perhitungan Spesifikasi Kompresor (C-01)

Fungsi	Mengalirkan udara ke furnace (F-01)
Jenis	Sentrifugal Single Stage
Kapasitas	75127.91 m ³ /jam
Efisiensi	75 %
Power	17,87 HP
Jumlah	1 Buah

b. Expander (EX-01)



EX-01

Gambar 3.4 Desain Expander (EX-01)

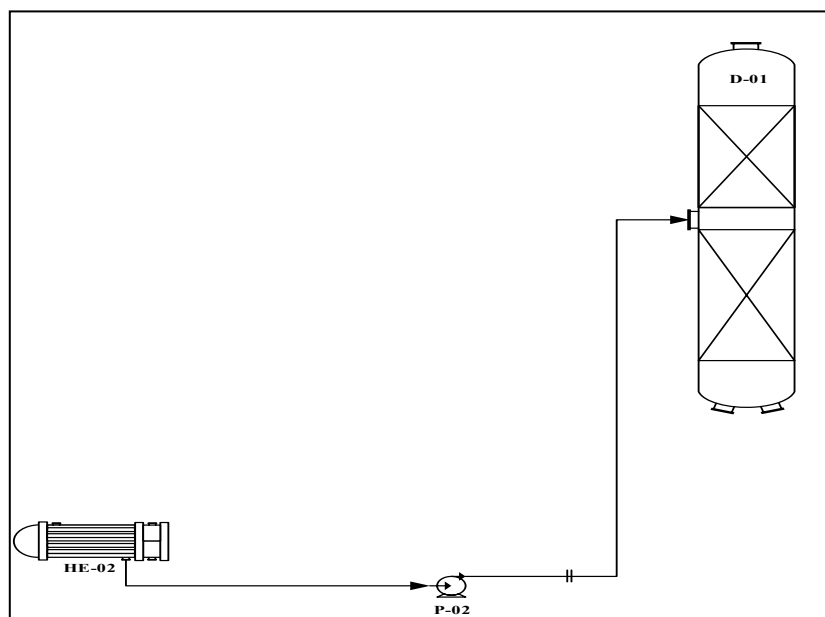
Expander EX-01 merupakan alat yang berfungsi untuk mengalirkan dan menurunkan tekanan gas propilen sebelum gas masuk furnace (F-01). Alat ini menggunakan jenis reciprocating expander, yaitu expander yang bekerja dengan gerakan bolak-balik. Tujuan penggunaan expander ini adalah untuk mengurangi tekanan gas propilen secara aman agar sesuai dengan kebutuhan furnace, serta membantu menghemat energi dengan memanfaatkan energi dari pelepasan tekanan gas.

Berikut hasil perhitungan spesifikasi expander dapat dilihat pada Tabel 3.4

Table 3.4 Perhitungan Spesifikasi Expander (EX-01)

Fungsi	Mengalirkan dan menurunkan tekanan gas propilen sebelum masuk furnace (F-01)
Jenis	Reciprocating expander
Laju Alir	18760,57 lb/jam
Power	90,5 HP
Power Motor	101 HP
Jumlah	3 Buah

c. Pompa (P-02)



Gambar 3.5 Desain pompa P-02

Unit pemindahan berperan penting dalam memastikan kelangsungan aliran bahan kimia dari satu proses ke proses berikutnya dalam sistem industri. Salah satu komponen utamanya adalah pompa sentrifugal, yang bertanggung jawab untuk mentransfer produk asam akrilat dari absorber menuju destilasi tower dengan tekanan dan laju aliran tertentu secara stabil. Dalam sistem ini, pompa dirancang agar mampu mengatasi karakteristik asam akrilat yang korosif, reaktif terhadap polimerisasi, dan mudah menguap, sekaligus menjaga integritas sistem perpipaan dengan pemilihan material SA-212 Grade C untuk memastikan pompa memiliki karakteristik tahan terhadap tekanan internal, serta mudah dalam proses perawatan.

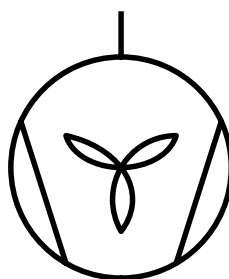
Berikut hasil perhitungan spesifikasi desain pompa dapat dilihat pada Tabel 3.5

Table 3.5 Perhitungan Desain Pompa P-02

Fungsi	Mengalirkan hasil bawah absorpsi (AB-01) ke kolom distilasi (D-01))
Jenis	Pompa sentrifugal
Kapasitas pompa	315,324 gal/min
Pipa yang digunakan	Nominal Diameter = 6 in Schedule number = 40 Outside diameter (OD) = 6,625 in = 0,5518625 ft Inside diameter (ID) = 6,065 in = 0,5052145 ft

	$Flow\ area\ pipe/inside\ sectional\ area\ (A) = 0,200566\ ft^2$ Pipa Horizontal = 82,02 ft Pipa Vertikal = 72,18 ft Elbow 90° = 3 buah
Power Pompa	9,039 HP
Tenaga Motor	10,891HP

d. Blower (BW-01)



Gambar 3.6 Desain Blower

Blower BW-01 adalah alat yang digunakan untuk mendorong aliran feed menuju unit penukar panas HE-01. Alat ini termasuk jenis blower sentrifugal single stage, yang bekerja dengan prinsip gaya sentrifugal untuk menghasilkan aliran udara atau gas bertekanan, sehingga proses pemanasan di dalam penukar panas dapat berjalan dengan baik dan efisien. Selain itu, blower ini juga membantu menjaga kelancaran aliran proses dalam sistem produksi.

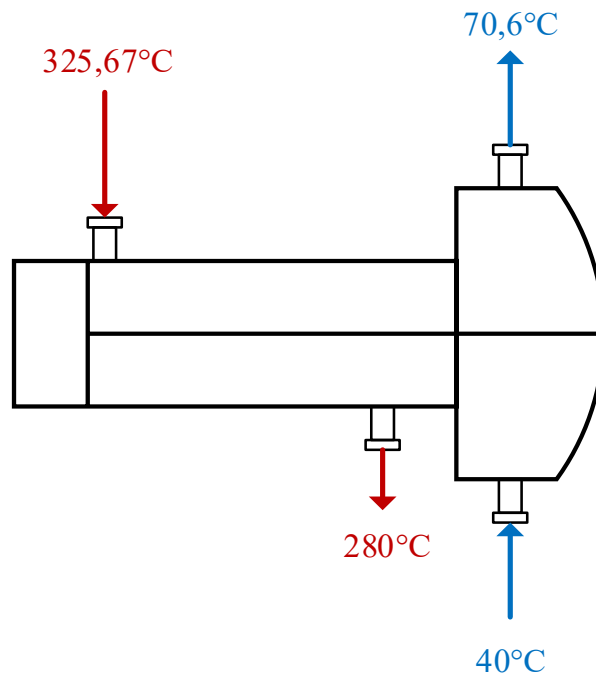
Berikut hasil perhitungan spesifikasi Blower dapat dilihat pada Tabel 3.6

Table 3.6 Perhitungan Spesifikasi Blower (BW-01)

Fungsi	Menghembuskan feed ke HE-01
Jenis	<i>Single Stage Sentrifugal</i>
Kapasitas	2158,2108 kg/menit
Power	1030,915 HP
Jumlah	1 Buah

3.3 Unit Penukar Panas

a. Heat Exchanger (HE-01)



Gambar 3.7 Desain heat exchanger HE-01

Heat Exchanger HE-01 adalah alat penukar panas tipe horizontal shell and tube yang berfungsi untuk mendinginkan gas panas keluaran dari blower BW-01. Proses pendinginan ini dilakukan dengan menggunakan fluida cair yang berasal dari bagian bawah absorber AB-01 sebagai media pendingin. Tujuan penggunaan HE-01 adalah untuk menurunkan suhu gas sebelum masuk ke unit proses selanjutnya, agar sesuai dengan kondisi operasi dan mencegah kerusakan pada peralatan downstream. Selain itu, alat ini membantu menjaga efisiensi dan keselamatan proses secara keseluruhan.

Tujuan :

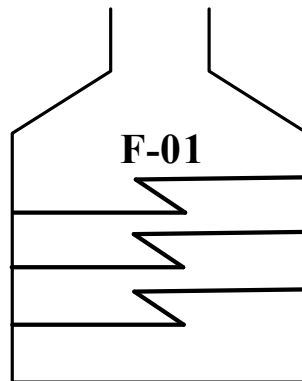
1. Menentukan tipe heat exchanger
2. Menentukan aliran fluida dalam heat exchanger
3. Menentukan bahan konstruksi heat exchanger

Berikut hasil perhitungan spesifikasi *heat exchanger* HE-01 dapat dilihat pada Tabel 3.7

Table 3.7 Perhitungan Spesifikasi Heat Exchanger HE-01

Fungsi	Mendinginkan gas keluaran dari blower (BW-01) menggunakan fluida cair dari produk bawah absorber (AB-01).	
Jenis	Horizontal, <i>shell and tube</i>	
<i>Tube Side</i>	ID	0,902 in
	OD	1 in
	BWG	18
	Panjang	16 ft
	Jumlah <i>tube</i>	72
	Pass	1
<i>Shell Side</i>	ID	17 ¼ in
	<i>Baffle space</i>	5,5 in
	Jumlah <i>baffle</i>	4
	Pass	1
<i>Shell Side</i>		<i>Tube Side</i>
<i>h outside</i> (Btu/jam.ft ² .°F)	1629,9449	291,384
Uc (Btu/jam.ft ² .°F)	247,193	
Ud (Btu/jam.ft ² .°F)	151,668	
Rd perhitungan (Btu/jam.ft ² .°F)	0.00254	
Rd diijinkan (Btu/jam.ft ² .°F)	0,003	
ΔP perhitungan (psia)	9,87	1,81
ΔP diijinkan (psia)	10	2

b. Furnace (F-01)



Gambar 3.8 Desain Furnace (F-01)

Furnace F-01 adalah alat pemanas yang digunakan untuk memanaskan aliran feed ke suhu optimal agar reaksi kimia yang terjadi di reaktor R-01 dapat berlangsung dengan efisien. Furnace ini termasuk tipe Rectangular Box Type Furnace, yang umumnya digunakan untuk proses pemanasan dalam skala industri karena memiliki ruang pembakaran yang luas dan efisien. Desain dan material furnace dibuat untuk menahan suhu tinggi dan mencegah kehilangan panas, sehingga mendukung kelancaran dan efisiensi proses produksi.

Tujuan :

1. Menentukan *type* furnace yang digunakan
2. Menentukan bahan konstruksi
3. Menentukan kapasitas

Berikut hasil perhitungan spesifikasi Furnace (F-01) dapat dilihat pada Tabel 3.8

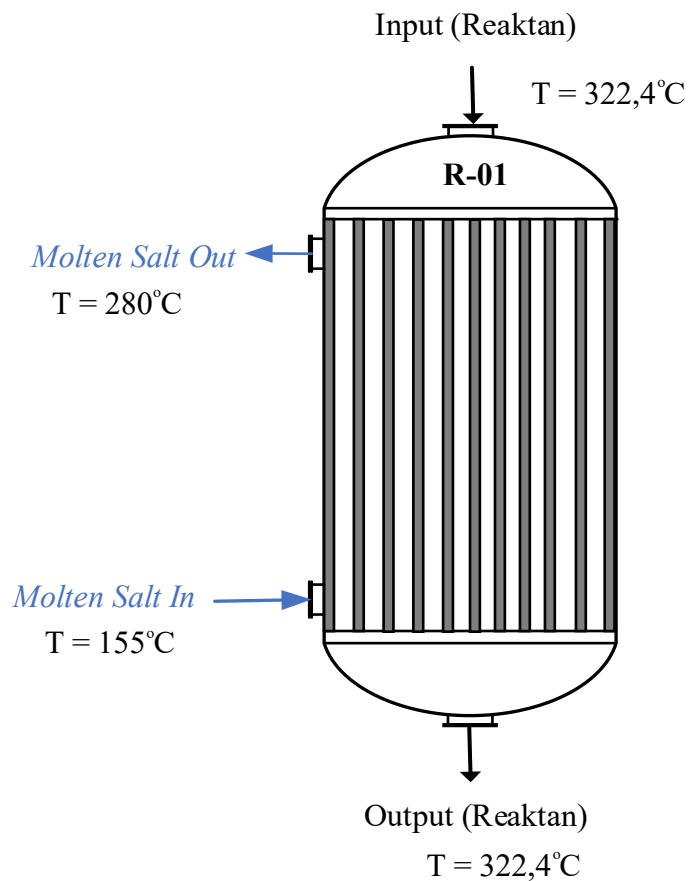
Table 3.8 Perhitungan Spesifikasi Furnace (F-01)

Fungsi	Memanaskan feed sebelum masuk ke R-01
Jenis	<i>Rectangular Box Type Furnace</i>
Bahan	<i>Carbon Steel 283 grade C</i>
Kapasitas	1926,667 ft ³ /jam
Kondisi Operasi	330°C
Dimensi	OD tube = 0,416 ft ²
	Panjang tube = 20 ft ²
	Center to Centre Distance = 0,708 ft

	Jumlah tube = 49 buah
	End Walls = 192 ft ²
	Side Walls = 170 ft ²
Refractory	Bridge Walls = 113 ft ²
	Floor and Arch = 453 ft ²

4. Unit Reaksi

a. Reaktor (R-01)



Gambar 3.9 Desain reaktor oksidasi propilen (R-01)

Dalam Perancangan Pabrik Asam Akrilat digunakan reaktor dengan tipe fixed-bed multitube, yang merupakan reaktor yang optimal untuk digunakan pada reaksi katalitik eksotermik. Dalam desain pada reaktor tersebut, katalis padat ditempatkan di dalam banyak tube vertikal yang tersusun paralel, memungkinkan area kontak yang luas dan kontrol suhu yang presisi. Bahan konstruksi Carbon Steel SA-283 Grade C digunakan sebagai bahan konstruksi utama reaktor. Reaktor ini menggunakan media pendingin molten salt yang nantinya akan dialirkan di sekitar tube (pada sisi shell) untuk menyerap panas reaksi dan menjaga suhu optimal. Penggunaan molten salt

bertujuan untuk mencegah terbentuknya hot spot dan polimerisasi yang tidak diinginkan, serta memastikan konversi propilen menjadi asam akrilat secara selektif dan efisien.

Tujuan :

Berikut hasil perhitungan spesifikasi reaktor oksidasi propilen (R-01) dapat dilihat pada Tabel 3.9

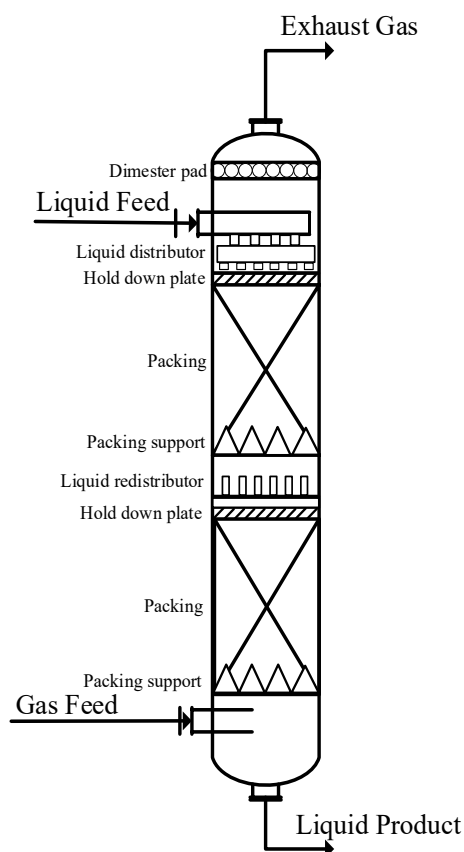
Table 3.9 Perhitungan Spesifikasi Reaktor Oksidasi Propilen (R-01)

Fungsi	Tempat berlangsungnya reaksi
Jenis	<i>Fixed bed multitube, non adiabatis, isothermal</i>
Tekanan operasi	1,76 atm
Suhu reaktor	322,42°C (595,57 K)
Fase	Gas dengan katalis padat
Spesifikasi Katalis:	
• Jenis	Bismuth (III) Molybdate ($\text{Bi}_2\text{Mo}_3\text{O}_{12}$)
• Ukuran (Diameter)	4,7 mm
• Densitas padatan (ρ_p)	5900 kg/m ³
• Porositas	0,411
• Berat Katalis	51976,466 kg
Spesifikasi Tube:	
• Jumlah Tube	2770 buah
• Diameter Luar	1,9 in
• Diameter Dalam	1,6 in
• Flow Area	1,5 in ²
• Panjang Tube	7 m
Spesifikasi Shell:	
• Diameter Dalam	111 in
• Diameter Luar	114 in
• Tebal	0,25 in
• Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Spesifikasi Head:	
• Tipe	<i>Torispherical</i>

Spesifikasi <i>Head</i> :	
Tebal	0,375 in
• Tinggi Head	23,6207 in
• Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Tinggi reaktor	8,199 m
Volume reaktor	43,6971 m ³

5. Unit Pemisah

a. Absorber (ABS-01)



Gambar 3.10 Desain kolom absorpsi ABS-01

Menara absorber merupakan salah satu peralatan utama dalam proses pemisahan gas pada sistem produksi kimia. Alat ini bekerja berdasarkan prinsip kontak antara gas dan cairan penyerap secara kontinu, sehingga komponen tertentu dari campuran gas dapat larut dan terpisah dalam fasa cair. Pemilihan desain menara dengan jenis packing bertujuan untuk memperbesar luas permukaan kontak antar fasa, sehingga proses absorpsi berlangsung secara lebih efisien. Dalam penggunaannya, menara ini

dirancang untuk mempertahankan stabilitas aliran fluida dan menjaga kinerja optimal selama proses pemisahan berlangsung.

Tujuan :

1. Menentukan jenis absorber
2. Menentukan bahan konstruksi kolom
3. Menentukan Jenis Packed

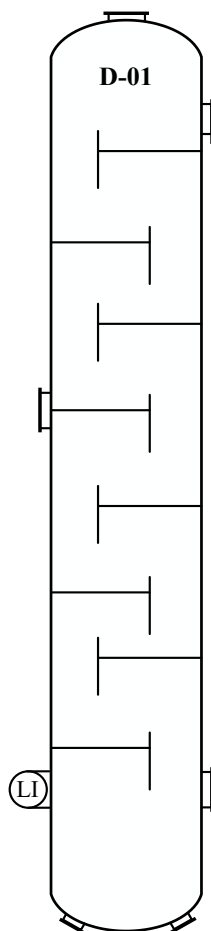
Berikut hasil perhitungan spesifikasi kolom absorpsi ABS-01 dapat dilihat pada Tabel 3.10

Table 3.10 Perhitungan Spesifikasi Kolom Absorpsi ABS-01

Fungsi	Menyerap asam akrilat dengan solvent
Kondisi Operasi	T = 30 K P = 1,1 atm
Tipe	Packed tower
Bahan Konstruksi	Carbon Steel 283 Grade C
PACKING DESIGN	
Packing Type	Metal Pall Ring
Packing Size (mm)	51
Bulk Density (kg/m ³)	353
Surface Area (m ² /m ³)	102
Packing Factor (m ⁻¹)	66
Packing Support	Multi-beam Packing Support
Tinggi Packing Support (m)	0,25
Jumlah Packing	2
Packing Structure	Random
Tinggi Packed Bed (m)	5,9463
Jarak antara packed (m)	0,45
COLUMN DESIGN	
Inside Diameter (m)	3,71593
Tinggi Kolom (m)	17,843
Tebal Kolom (m)	0,00635
Liquid Distributor	<i>Weir-trough distributors</i>
Tinggi Liquid Distributor (m)	0,25

COLUMN DESIGN	
Jumlah Liquid Distributor	1
Liquid Redistributor	Liquid Full Redistributor
Tinggi Liquid Redistributor (m)	0,25
Jumlah Liquid Redistributor	1
Hold Down Plate	Hold-down plate type HP-1
Tinggi Hold Down Plate (m)	0,1
Jumlah Hold Down Plate	2
Dimester Pad	Dimester pad round shape embedded
Tinggi Dimester Pad (m)	0,1
Jumlah Dimester Pad	1
HEAD SPECIFICATION	
Head Type	Torispherical
Bahan Head	Carbon Steel 283 Grade C
Ketebalan Head (m)	0,0096153
Tinggi Head (m)	0,93776

b. Destilasi (D-01)



Gambar 3.11 Desain Kolom Destilasi (D-01)

Pada Proses pemurnian Asam Akrilat, Pada Perancangan Pabrik Kimia Asam Akrilat menggunakan Menara Distilasi dengan tipe sieve tray yang secara spesifik dirancang untuk melakukan pemisahan asam akrilat sebagai produk bawah, sedangkan asam asetat dan air akan keluar sebagai produk atas. Menara ini akan menggunakan bahan konstruksi Carbon Steel SA-285 Grade C, bahan konstruksi ini dipilih karena kekuatan dan ketahanannya terhadap tekanan operasional yang tinggi. Desain sieve tray ini juga dipertimbangkan karena kapasitasnya yang tinggi dan pada prosesnya efektivitas pemurniannya juga sangat tinggi.

Tujuan :

1. Menentukan tipe menara dan bahan menara
2. Menentukan jumlah plate
3. Menentukan dimensi menara

4. Tebal tutup (head) menara

Berikut hasil perhitungan spesifikasi Desain Kolom Destilasi (D-01) dapat dilihat pada Tabel 3.11

Table 3.11 Perhitungan Spesifikasi Desain Kolom Destilasi (D-01)

Fungsi	Memisahkan asam akrilat dari komponen lainnya
Tipe	<i>Sieve Tray Tower</i>
Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA-285 Grade C
Jumlah Tray	43
R min	0,02
R	0,0233
Tray Spacing	24 in
Tebal Shell	0,1875 in
Tebal Head	0,1875 in
Tinggi Head Puncak	34,48 in
Tinggi Head Dasar	30,82 in
Tinggi Menara	27,6404 m
Diameter Menara	3 m
Tekanan Puncak Kolom	0,230 atm
Tekanan Dasar Kolom	0,395 atm
Suhu Puncak Kolom	63,5°C
Suhu Dasar Kolom	137°C