Bejana Proses
- Pemisahan cair – cair
- Pemisahan cair- gas

Pertemuan 12

Desain Alat Industri Kimia

Rinette Visca

MANFAAT BEJANA TEKAN
(Aplikasi Bejana Proses)

1. Industri Kimia:

Bejana tekan banyak digunakan dalam industri kimia untuk proses seperti reaksi kimia, distilasi, dan sintesis. Mereka memainkan peran penting dalam pembuatan berbagai bahan kimia dan obat-obatan.

2. Industri Minyak dan Gas Bumi:

Bejana tekan digunakan di industri minyak dan gas untuk penyimpanan dan pengangkutan gas dan cairan. Mereka digunakan di kilang, pabrik petrokimia, dan anjungan lepas pantai.

3. Pembangkit Listrik:

Boiler dan generator uap, yang merupakan jenis bejana bertekanan, digunakan di pembangkit listrik untuk menghasilkan uap untuk pembangkitan listrik.

4. Pengolahan Makanan:

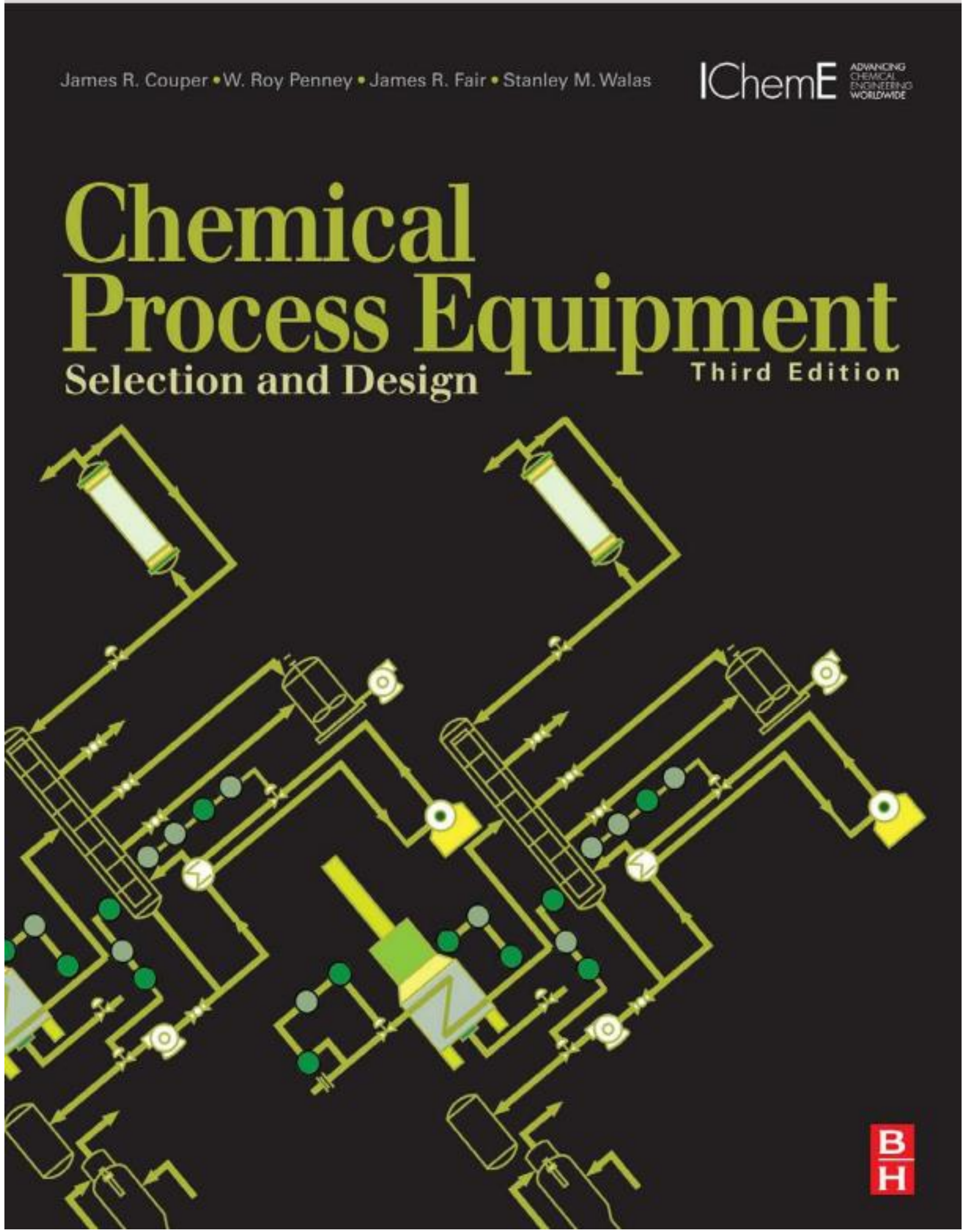
Bejana bertekanan digunakan dalam industri pengolahan makanan untuk aplikasi seperti pengalengan, sterilisasi, dan memasak di bawah tekanan.

5. Industri Dirgantara:

Aplikasi luar angkasa melibatkan penggunaan bejana bertekanan di pesawat ruang angkasa dan pesawat terbang untuk menyimpan gas, bahan bakar, dan cairan.

6. Industri Nuklir:

Bejana tekan merupakan bagian integral dari reaktor nuklir, yang menampung dan mengendalikan cairan pendingin bertekanan tinggi dan bahan bakar nuklir.



CHAPTER 18 PROCESS VESSELS *655*

18.1. Drums *655*
18.2. Fractionator Reflux Drums *656*
18.3. Liquid-Liquid Separators *657*
18.4. Gas-Liquid Separators *657*
18.5. Storage Tanks *664*
18.6. Mechanical Design of Process Vessels *667*
18.7. Bins and Hoppers *669*
References *675*

DRUM

- Drum digunakan untuk pengumpulan dan pemisahan material dalam proses penyimpanan dan untuk pemisahan material sebelum pemrosesan lebih lanjut. Drum beroperasi pada tekanan yang lebih besar dari atmosfer atau pada tekanan vakum
- Flash drum berfungsi untuk memisahkan cairan dan gas ketika terjadi penurunan tekanan. Ketika cairan masuk ke dalam flash drum dengan tekanan lebih rendah, sebagian cairan akan menguap sesuai kesetimbangan uap-cairnya dan terbawa aliran gas, sedangkan sisanya akan tetap berupa cairan. Perhitungan diperlukan untuk menentukan berapa gas yang terlarut dalam cairan akan terlepas dan berapa kehilangan produk cair

FRACTIONATOR REFLUX DRUM

- Refluks drum /drum akumulator digunakan untuk mengumpulkan dan memasukkan produk overhead yang terkondensasi kembali ke bagian atas kolom distilasi untuk menyempurnakan pemisahan lebih lanjut. Jumlah cairan yang tepat harus diumpankan kembali ke kolom, jika tidak, kualitas produk akhir dapat terpengaruh.

PEMISAHAN CAIR-CAIR (LIQUID-LIQUID SEPARATOR)

- There are three steps to the separation of an emulsion of two immiscible phases. Collection, coalescence, and gravity separation. Introduction of coalescing media is done for the purpose of improving both the collection and coalescence processes.
- The drop-to-drop coalescence that takes place after the entrainment has been collected on a target is aided by the capillarity and wetting characteristics of the media. The gravity separation that is done downstream of coalescer media is dependent mainly on the geometry of the vessel and “boot” and dispersed phase residence time. Downstream internals may be added to accelerate this process.

- Ada tiga langkah untuk pemisahan emulsi dari dua fase yang tidak dapat bercampur. Pengumpulan, penggabungan, dan pemisahan gravitasi. Pengenalan media penggabungan dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan proses pengumpulan dan penggabungan.

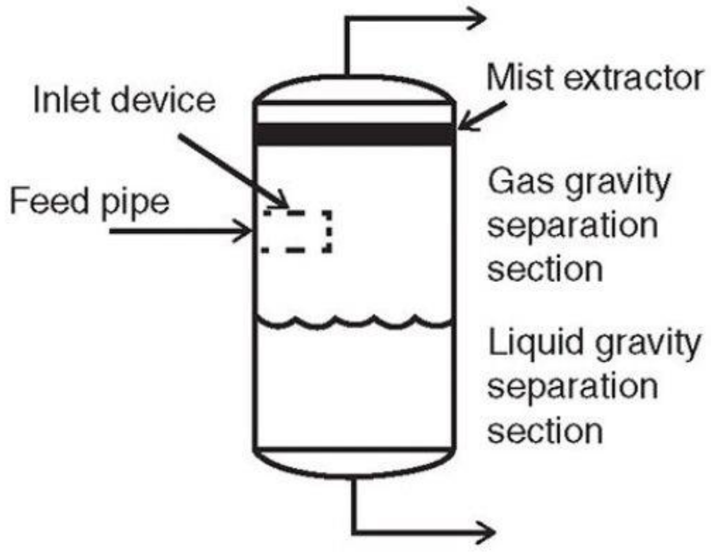
- Penggabungan drop-to-drop yang terjadi setelah entrainment dikumpulkan pada suatu target dibantu oleh sifat kapilaritas dan pembasahan media. Pemisahan gravitasi yang dilakukan di bagian hilir media penggabung bergantung terutama pada geometri bejana dan “boot” serta waktu tinggal fase terdispersi. Internal hilir dapat ditambahkan untuk mempercepat proses ini.

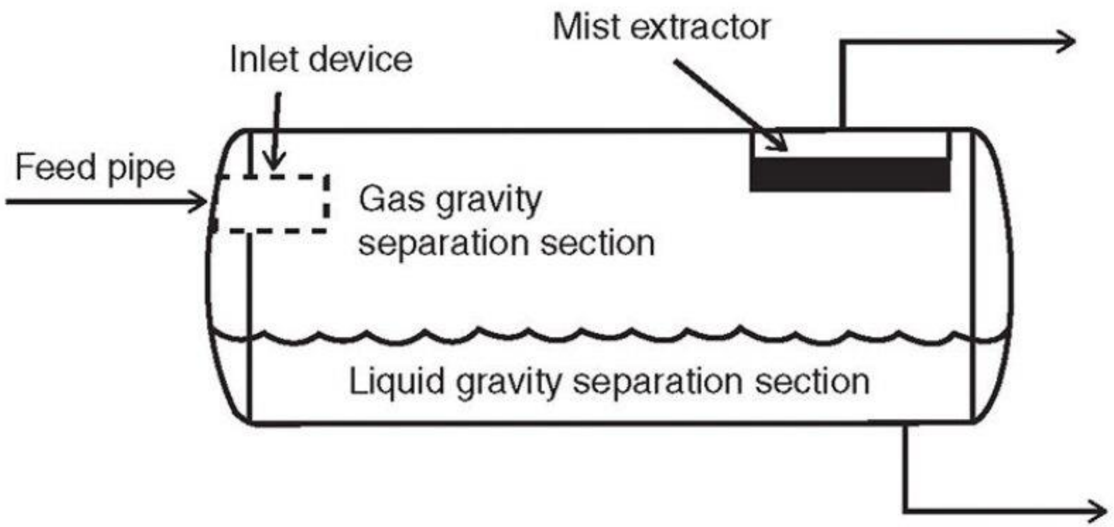
Pemisahan cair- gas (Liquid-gas separator)

Method of operation

- In vapor-liquid separators gravity is utilized to cause the denser fluid (liquid) to settle to the bottom of the vessel where it is withdrawn, less dense fluid (vapor) is withdrawn from the top of the vessel.[1][2][3][4]
- An inlet diffuser reduces the velocity and spreads the incoming mixture across the full cross-section of the vessel.[5] A mesh pad in the upper part of the vessel aids separation and prevents liquid from being carried over with the vapor. The pad or mist mat traps entrained liquid droplets and allows them to coalesce until they are large enough to fall through the up-flowing vapor to the bottom of the vessel.[5] Vane packs and cyclonic separators are also used to remove liquid from the outlet vapor.[5]
- The gas outlet may itself be surrounded by a spinning mesh screen or grating, so that any liquid that does approach the outlet strikes the grating, is accelerated, and thrown away from the outlet.
- The vapor travels through the gas outlet at a design velocity which minimises the entrainment of any liquid droplets in the vapor as it exits the vessel.

Pemisahan cair- gas   (Liquid-gas separator)





Rumus

Fall or rise of droplets of one liquid in another is represented closely by Stokes law,

$$u = g_c(\rho_2 - \rho_1)d^2/18\mu. \tag{18.2}$$

In common units,

$$u = 9.97(10^6)(\rho_2 - \rho_1)d^2/\mu, \quad \text{ft/min}, \tag{18.3}$$

where the ρ_i are specific gravities, d is the droplet diameter (ft), and μ is the viscosity of the continuous phase (cP).

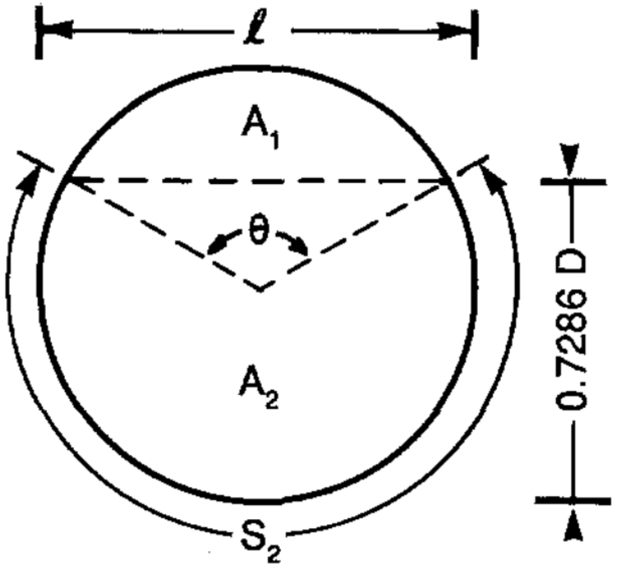
Reynolds number is $D_h u\rho/\mu$, where D_h is the hydraulic diameter and u is the linear velocity of the continuous phase. The rules are:

Example 18.1
Separation of Oil and Water

Find the dimensions of a drum for the separation of oil and water at these conditions:

Oil at 180 cfh, sp gr = 0.90, viscosity = 10 cP.
water at 640 cfh, sp gr = 1.00, viscosity = 0.7 cP.

Take a droplet size to be 150 μm (0.0005 ft) and that the holdup in the tank is in the same proportions as in the feed. The geometry of the cross section:



$$A_1 = \frac{180}{120}\frac{\pi}{4}D^2 = \frac{D_2}{8}(\theta - \sin\theta),$$

$$\therefore \theta = 2.192 \text{ rad},$$

$$A_2 = 0.7805\frac{\pi}{4}D^2 = 0.6130D^2,$$

$$L = D\sin(\theta/2) = 0.8894D,$$

$$S_2 = D\left(\pi - \frac{\theta}{2}\right) = 2.0456D.$$

Hydraulic diameter of heavy liquid

$$D_h = \frac{4A_2}{L + S_2} = \frac{4(0.6130)D}{0.8894 + 2.0456} = 0.8354D.$$

The dispersion discriminant is

$$\psi = \frac{Q_L}{Q_H}\left(\frac{\rho_L}{\rho_H}\frac{\mu_H}{\mu_L}\right)^{0.3} = \frac{180}{640}\left(\frac{0.9(0.7)}{10}\right)^{0.3} = 0.123$$
$$< 0.30.$$

Therefore, oil is the dispersed phase:

$$N_{\mathrm{Re}} = \frac{D_h u \rho}{\mu} = \frac{D_h \rho}{\mu} \frac{Q}{\frac{1}{4}\pi D^2} = \frac{(62.4)640}{42(0.7)\pi} \frac{(0.8354)}{D}$$
$$= \frac{25{,}076}{D}.$$

Velocity of rise:

$$u_r = \frac{2.492(1.00 - 0.90)}{0.7} = 0.356 \text{ ft/min}.$$

Time of rise:

$$t = \frac{0.7286D}{0.356} = 2.0466D \text{ min}.$$

Forward velocity:

$$u_H = \frac{Q_H}{A_2} = \frac{640}{60(0.6130D^2)} = \frac{17.40}{D^2} \text{ ft/min}.$$

Flow distance:

$$L_f = t u_H = 2.0466D \left(\frac{17.40}{D^2}\right) = \frac{35.60}{D} \text{ ft}.$$

The tangent to tangent length of the drum will be approximately 24 in. greater than L_f to accommodate inlet and outlet nozzles and baffles.

The Reynolds number identifies the quality of the separation, $N_{Re} < 5000$ being good.

Some trials are

D (ft)	N_{Re}	t	u_H	L_f (ft)
5	5015	10.23	0.696	7.12
3.5	7165	7.16	1.420	10.17
3	8358	6.14	1.933	11.87

A vessel 5×9 ft would give excellent separation; 3×14 ft might be acceptable. A sketch of the proposed drum is in Figure 18.1.

CONTOH SKRIPSI

UNIVERSITAS JAYABAYA

PRA RANCANGAN PABRIK METIL METAKRILAT DARI METAKLOREIN DAN METANOL MENGGUNAKAN PROSES *DIRECT OXIDATIVE ESTERIFICATION* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

OLEH

ANSHORI ANWAR

2022710450175

AFRA SAFIRA CHINTYA MELATI

2022710450176

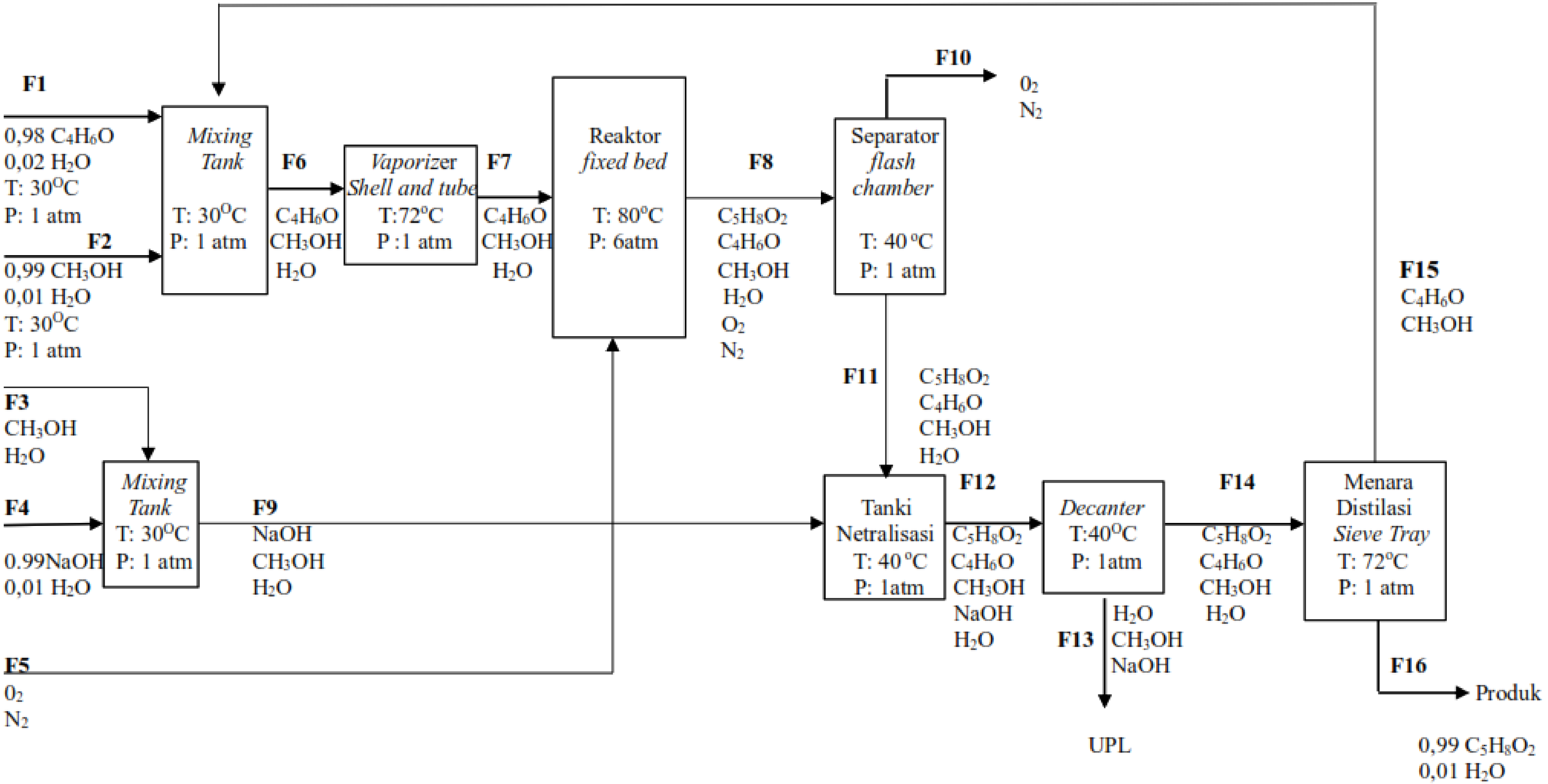
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

JAKARTA

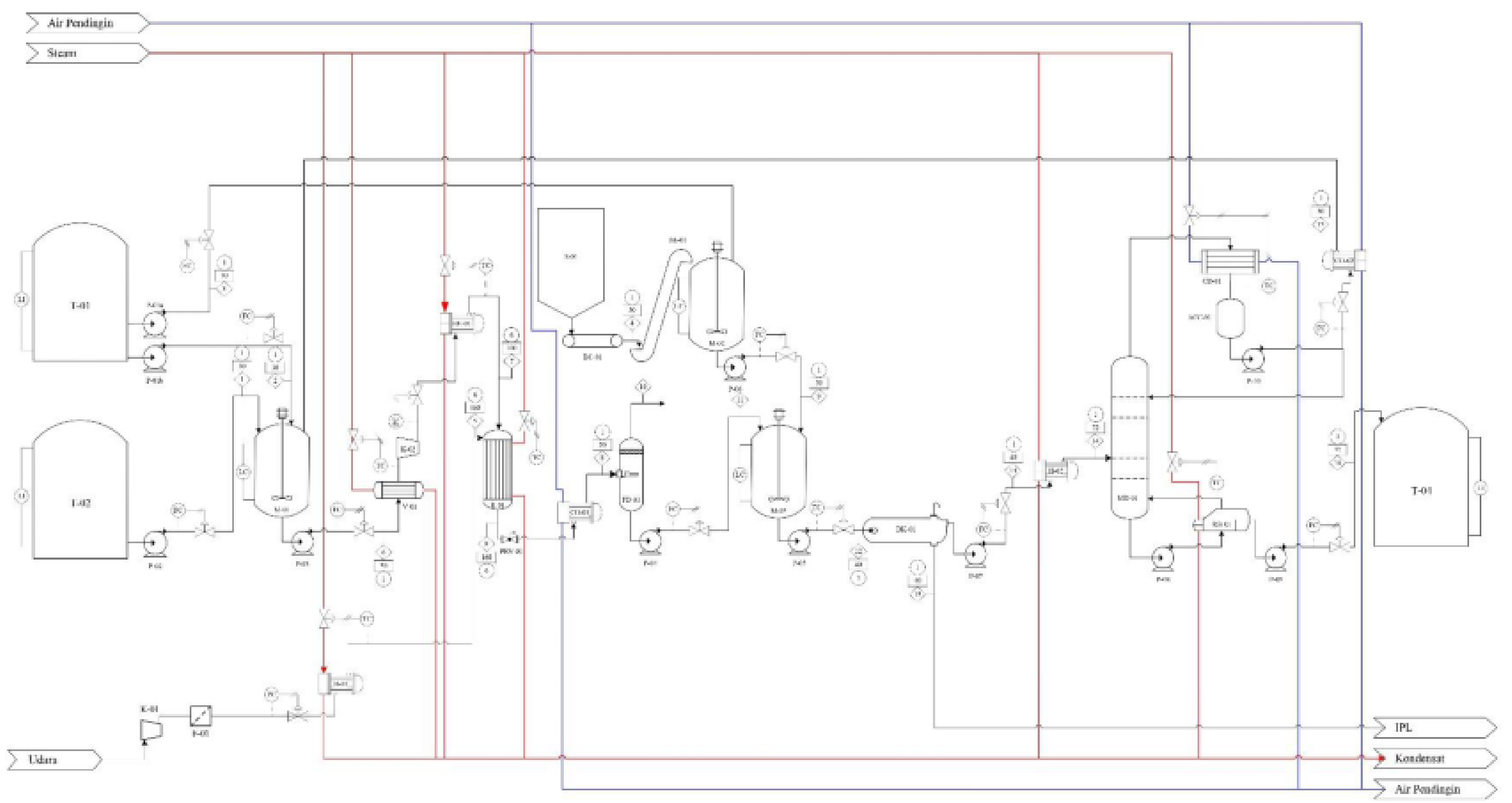
JANUARI 2024

3.2 Blok *Flow* Diagram dan Proses *Flow* Diagram



$$C_4H_6O_{(g)} + CH_3OH_{(g)} + {}^{1}/_{2}O2_{(g)} \longrightarrow C_5H_8O_{2\,(l)} + H_2O_{(l)}$$

Gambar 3.1 Blok *Flow* Diagram Pembuatan Metil Metakrilat



Kode	Nama Alat
T-01	Tangki Penyimpanan CH_3OH
T-02	Tangki Penyimpanan C_4H_6O
T-03	Tangki Penyimpanan O_2
T-04	Tangki Penyimpanan $C_5H_8O_2$
S-01	Silo NaOH
M-01	Tangki Pelarutan C_4H_6O
M-02	Tangki Pelarutan NaOH
M-03	Tangki Netralisasi
V-01	Vaporizer
K-01	Kompresor
R-01	Reaktor
H-01	Heater
H-02	Heater
FD-01	Flash Drum
DK-01	Dekanter
MD-01	Menara Destilasi
PRV-01	Pressure Reducing Valve
CD-01	Kondensor
ACC-01	Akumulator
RB-01	Reboiler
CO-01	Cooler 1
CO-02	Cooler 2
	Nomor Aliran
	Temperatur (°C)
	Tekanan (atm)

Komponen	Laju Alir (kg/jam)															
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14	Arus 15	Arus 16
NaOH			9,92								1.277,63	1.277,63		1.277,63	1.277,63	
C_4H_6O	4.375,44					5.653,06	5.653,06	1.277,63	1.000,11		604,27	1.604,38	1.020,32	584,07	584,07	
CH_3OH		2.020,43		1.000,11		2.604,49	2.604,49	604,27	1,60		528,80	530,40	467,27	63,13		63,13
H_2O	87,51	3,00	0,10	1,50		90,51	90,51	528,80			6.250,00	6.250,00		6.250,00		6.250,00
$C_5H_8O_2$								6.250,00		570,50						
O_2					883,13			570,50		3,53						
N_2					3,53			3,53	9,92			9,92	9,92			
Total	4.462,95	2.023,43	10,02	1.001,61	886,66	8.348,07	8.348,07	9.234,73	1.011,63	574,04	8.660,70	9.672,33	1.497,50	8.174,82	1.861,69	6.313,13

PRA RANCANGAN PABRIL METIL METAKRILAT DARI METAKROLRIN DAN METANOL MENGGUNAKAN PROSES *DIRECT OXIDATIVE ESTERIFICATION* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh

Ansori Anwar	2022710450175
Afra Safira Chyntya Melati	2022710450176

Dosen Pembimbing

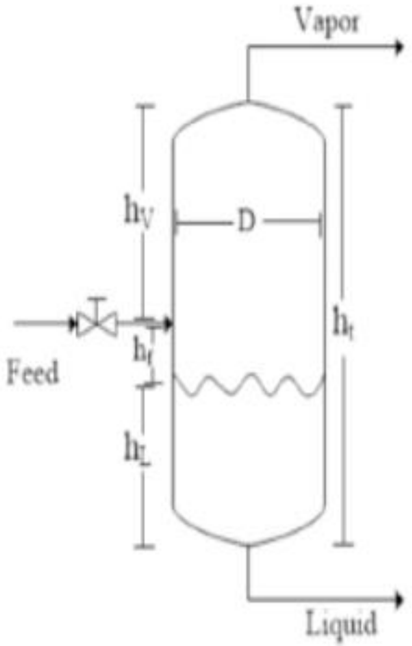
Dr. Yeti Widyawati, S.T., MSi

Gambar 3.2 Proses *Flow* Diagram Pembuatan Metil Metakrilat

FLASH DRUM -01 (FD-01)

Fungsi : Untuk memisahkan fase gas dan fase cair

Tipe : Silinder vertikal dengan alas tutup ellipsoidal



Kondisi operasi : Temperatur = 30ºc

Tekanan = 1 atm

Perhitungan

Vapor flow	=	574,0359	kg/jam
	=	0,1595	kg/s
ρ udara	=	1,2000	kg/m^3
Liquid flow	=	8660,70	kg/jam
	=	144,3450	kg/min
	=	2,4057	kg/s
density	=	792,17	kg/m^3

K = 0,03

u = $K\sqrt{\frac{\rho\ liquid}{\rho\ vapor} - 1\ m/s}$

= $0.03\sqrt{\frac{792,17}{1.2} - 1\ m/s}$

= 0,7702 m/s

u actual = 0,8 x u

= 0,8 x 0,77 m/s

= 0,5777 m/s

Laju alir massa uap

$$\frac{u \times \rho \text{ vapor} \times \pi \times D^2}{4} = \text{liquid flow}$$

$$0{,}6 \times \frac{1{,}2 \times 3{,}14 \times}{4} D^2 = 8661$$

D^2 = 3,3141 m^2

D = 1,8205 m

Volume cairan

$$V = \frac{0.5 \times L \times \pi \times D^2}{4}$$

$$= \frac{0.5 \times 3.14 \times 0.8495}{4}$$

= 1,3015 $L.m^3$

t = 1 min min

Vt = 144,345 kg

= 3,6443 m^3

Tinggi cairan

$$L = \frac{Vt}{V}$$

$$= \frac{3{,}6443}{1{,}3015}$$

= 2,8002 m

L/D = 1,5382 L/D harus dalam rasnge 2,5-5

Tebal tutup

P operasi	=	14,6959	psi	
P hidrostatik	=	P operasi x L / 144		
	=	(14,6959 x 2,8002) / 144		
	=	0,2858	psi	
P total	=	P operasi + P hidrostatik		
	=	14,6959 + 0,2858		
	=	14,9817	psi	
P desain	=	1.1 x P total		
	=	1 x 14,9817		
	=	16,47989	psi	
d	=	16,93	in	
S	=	6500	psi	
E	=	85%		
C	=	0,07	in	

$$(t) = \frac{0.885PD}{SE-0,1P} + Cc$$

$$= \frac{0,9 \quad x \quad 16,4799}{6500 \quad x \quad 85\% \quad - \quad 0,1 \quad 16,48}$$

$$= 0,1147 \text{ in}$$

$$= 2,9145 \text{ mm}$$

Pressure drop

$$\left(\frac{\Delta P}{Lmf}\right) = (1-\varepsilon)(\rho s - \rho g)\left(\frac{g}{gc}\right)$$

Dimana

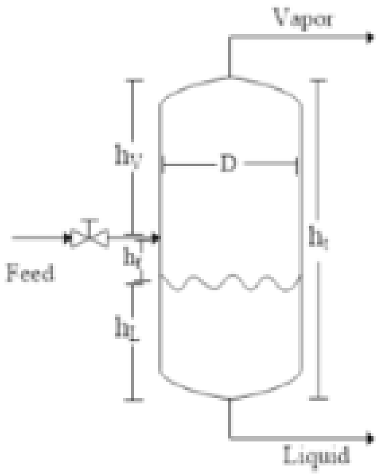
Porosity	=	0,4	
Gravitasi	=	9,8	m/s^2
gc	=	0,89	
Lmf	=	2,8002	m

Pressure drop : $\left(\frac{\Delta P}{2,8002}\right) = (1-0.4)(792,17-1.2)\left(\frac{9.8}{0.89}\right)$

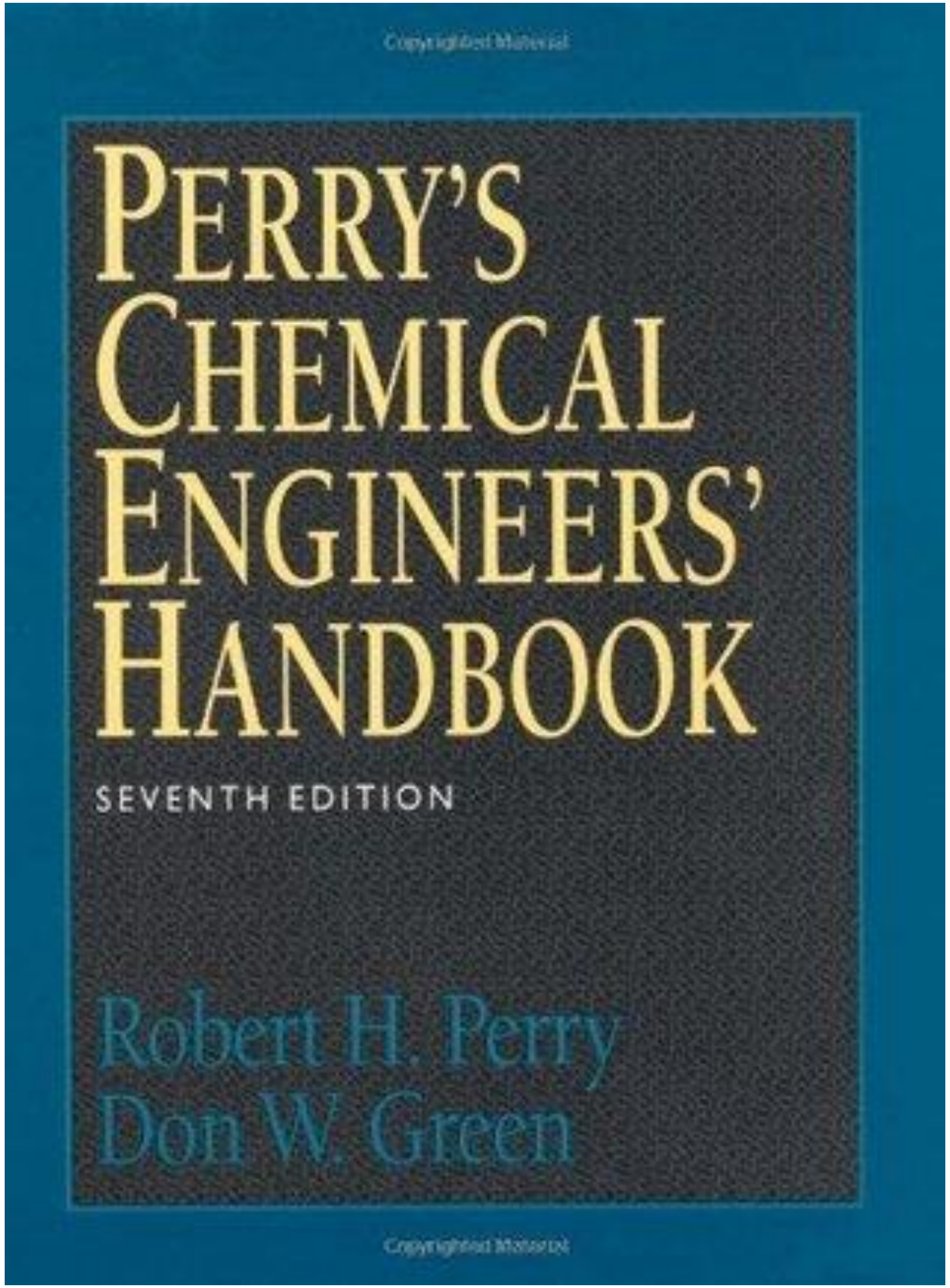
: 16632,94 kg/m^2s^2

: 1.4442 atm

Tabel 3.30 Spesifikasi *Flash Drum*



Identifikasi	
Nama Alat	: *Flash Drum*
Fase umpan	: Campuran gas-cair
Tipe	: Silinder vertikal dengan alas tutup ellipsoidal
Kode Alat	: FD-01
Jumlah	: 1 buah
Fungsi	: Memisahkan fase gas yang berupa O_2 dan N_2 dan fase cair dari hasil *output cooler*
Data Desain	
Kapasitas, V	: 3,64 m^3
Kondisi tekanan	: 1,4442 atm
Diameter,D	: 1,82 m
Tinggi,H	: 2,80 m
Bahan Konstruksi	: *Carbon steel SA-285 grade C*



STORAGE AND PROCESS VESSELS

Storage of Liquids 10-138
- Atmospheric Tanks 10-138
- Pressure Tanks 10-138
- Calculation of Tank Volume 10-139
- Container Materials and Safety 10-140
- Pond and Underground Storage 10-141

Storage of Gases 10-141
- Gas Holders 10-141
- Solution of Gases in Liquids 10-141
- Storage in Pressure Vessels, Bottles, and Pipe Lines 10-141
- Materials 10-141

Cost of Storage Facilities 10-142

Bulk Transport of Fluids 10-142
- Pipe Lines 10-142
- Tanks 10-142
- Tank Cars 10-142
- Tank Trucks 10-143
- Marine Transportation 10-143
- Materials of Construction for Bulk Transport 10-144

Pressure Vessels 10-144
- Code Administration 10-144
- ASME Code Section VIII, Division 1 10-144
- ASME Code Section VIII, Division 2 10-147
- Additional ASME Code Considerations 10-148
- Other Regulations and Standards 10-149
- Vessels with Unusual Construction 10-149
- Vessel Codes Other Than ASME 10-150
- Vessel Design and Construction 10-151
- Care of Pressure Vessels 10-151
- Pressure-Vessel Cost and Weight 10-151

Referensi

1. Walas: Chemical Process Equipment Selection and Design

https://imtk.ui.ac.id/wp-content/uploads/2014/02/Chemical-Process-Equipment-Selection-and-Design-by-Stanley-M.-Walas.pdf

2. ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1: Edition 2010

3. Perry ‘s Chemical Engineer Handbook

KESIMPULAN

- Bejana bertekanan adalah wadah yang dirancang secara mekanis yang menampung gas, uap, cairan, atau cairan dua fase pada tekanan yang berbeda dari tekanan sekitar.
- Tangki penyimpanan adalah wadah yang dirancang untuk menyimpan cairan atau gas pada tekanan atmosfer atau rendah
- Flash drum berfungsi untuk memisahkan cairan dan gas ketika terjadi penurunan tekanan

TERIMA KASIH