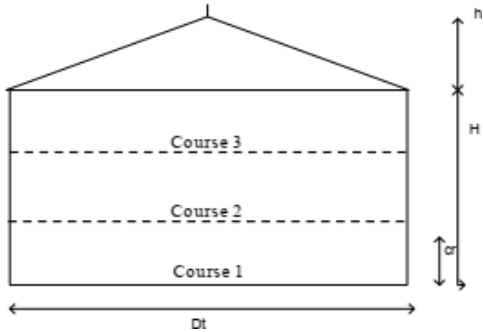


BAB III SPESIFIKASI ALAT

3.1 Unit Penyimpanan

Tangki penyimpanan dengan kode F-338 dirancang khusus untuk menampung produk Monoethanolamine (MEA) dalam bentuk cair dengan tingkat kemurnian sebesar 99,5%. Material konstruksi yang dipilih adalah Stainless Steel SA 167 Grade 10 tipe 310, yang memiliki ketahanan korosi yang baik, terutama pada kondisi suhu tinggi, sehingga sangat sesuai untuk penyimpanan senyawa kimia aktif. Dari segi konstruksi, tangki ini memiliki bentuk silinder vertikal dengan bagian dasar datar (flat bottom) yang bertujuan mengoptimalkan kapasitas tampung dalam luasan area yang terbatas. Bagian atas tangki menggunakan tutup berbentuk kerucut (conical roof) yang berfungsi mengelola kondensasi uap serta mengarahkan kondensat kembali ke dalam tangki sehingga akumulasi tekanan berlebih dapat dicegah. Spesifikasi tangki penyimpanan (F-338) dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan (F-338)

RINGKASAN TANGKI PENYIMPANAN (F - 338)	
	
Fungsi	Menyimpan Monoethanolamine (MEA) 99,5% berat pada kondisi cair
Kondisi	1. Suhu = 30 °C 2. Tekanan = 1 atm
Jenis	Silinder <i>vertical flat bottom</i> dan <i>head conical roof</i>
Bahan Konstruksi	Stainless steel SA 167 Grade 10 Tipe 310 1. Jumlah = 1 tangki 2. Kapasitas Tangki = 619.544,77 kg

RINGKASAN TANGKI PENYIMPANAN (F - 338)	
	3. Volume Tangki = 621,517 m ³ 4. Diameter Tangki (OD) = 45 ft 5. Diameter Tangki (ID) = 44,7158 ft 6. Tinggi Tangki (H) = 16,772 ft 7. Jumlah Course = 3 8. Jumlah plate tiap course = 10 plate
Course 1	1. Panjang plate = 15,69 ft 2. Lebar plate = 6 ft 3. Tebal Shell = 0,25 in
Course 2	1. Panjang plate = 15,69 ft 2. Lebar plate = 6 ft 3. Tebal Shell = 0,25 in
Course 3	1. Panjang plate = 15,59 ft 2. Lebar plate = 6 ft 3. Tebal plate = 0,25 in
Tinggi Head	11,558 ft = 3,523 meter
Tebal Head	0,188 in = 0,0048 meter
Total Tinggi Tangki	35,557 ft = 10,837 m

3.2 Unit Pemisah

3.2.1 Menara Distilasi (D-330)

Menara distilasi dengan kode D-330 difungsikan untuk memisahkan campuran komponen yang terdiri dari air (H₂O), Monoethanolamine (MEA), Diethanolamine (DEA), dan Triethanolamine (TEA), dengan target menghasilkan produk atas berupa MEA berkadar kemurnian 99,5%. Jenis menara yang diaplikasikan adalah packed tower, yakni kolom berisi packing yang dirancang untuk memaksimalkan kontak antara fase uap dan fase cair selama proses pemisahan berlangsung. Penggunaan Metal Pall Ring sebagai material packing memberikan keunggulan berupa distribusi aliran cairan dan gas yang lebih merata serta luas kontak antarmuka yang lebih besar. Adapun bahan konstruksi menara ini adalah Stainless Steel SA-167 Grade 11 Tipe 316, yang dikenal memiliki ketahanan korosi tinggi dan kekuatan struktural yang memadai untuk

kondisi operasi tersebut. Spesifikasi Menara Distilasi (D-330) dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3. 2 Spesifikasi Menara Distilasi (D-330)

RINGKASAN MENARA DISTILASI (D - 330)	
Fungsi	Memisahkan campuran H ₂ O, MEA, DEA, dan TEA sehingga diperoleh hasil atas MEA dengan kemurnian 99,5%
Tipe	<i>Packed tower</i>
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel SA-167 Grade 11 Type 316</i>
Spesifikasi <i>packing</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis <i>Metal pall ring</i> • Material <i>monel and nickel, copper, brass, dll</i> • Ukuran 32 mm (1,25 inchi) • <i>Bulk density</i> 385 kg/m³ • <i>Surface area</i> 128 m²/m³ • <i>Void</i> 95,3%
Jumlah <i>stage</i>	<i>67 stage</i>
Umpan masuk	Stage ke-37 dihitung dari dasar kolom

RINGKASAN MENARA DISTILASI (D - 330)		
Kondisi operasi	Puncak kolom	Temperatur : 462,512°K Tekanan : 1,9 atm
	Umpan masuk	Temperatur : 393,159°K Tekanan : 2 atm
	Dasar kolom	Temperatur : 520,871°K Tekanan : 2 atm
Dimensi		
Diameter kolom	Diameter puncak kolom	= 31,752 in
	Diameter dasar kolom	= 31,445 in
Tinggi kolom	Tinggi head puncak	= 7,393 in
	Tinggi head dasar	= 7,338 in
	Tinggi menara distilasi	= 559,916 in = 14,222 m
Tebal	Tebal <i>head</i> atas	= $\frac{1}{4}$ in
	Tebal <i>head</i> dasar	= $\frac{1}{4}$ in
	Tebal <i>shell</i> atas	= $\frac{3}{16}$ in
	Tebal <i>shell</i> dasar	= $\frac{3}{16}$ in

3.2.2 Flash Kolom (D-310)

Flash Kolom dengan kode D-310 berfungsi untuk mendaur ulang gas amonia (NH₃) sehingga dapat diumpankan kembali ke unit Mixer (M-130). Peralatan ini tergolong dalam jenis Vertical KO Drum with Demister, yaitu bejana vertikal yang dilengkapi dengan komponen demister untuk memisahkan tetesan cairan dari aliran gas amonia sebelum gas tersebut dikembalikan ke dalam proses. Keberadaan demister membantu memastikan aliran gas yang masuk ke proses berikutnya bebas dari kandungan cairan yang tidak diinginkan. Material konstruksi yang digunakan adalah Stainless Steel SA-167 Grade 11 Tipe 316, yang mengandung molibdenum sehingga memiliki ketahanan terhadap korosi yang lebih tinggi, terutama dalam

lingkungan operasi yang melibatkan senyawa agresif seperti amonia. Spesifikasi flash kolom (D-310) dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Spesifikasi Flash Kolom (D-310)

RINGKASAN FLASH KOLOM (D-310)		
Fungsi	Merecycle Ammonia yang akan diumpankan kembali ke Mixer (M-130)	
Tipe	<i>Vertical KO Drum with Demister</i>	
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel SA-167 Grade 11 Type 316</i>	
Diameter minimal vessel	0,311 m	
Jarak LLL standar	0,2 m	
Jarak HLL standar	0,3 m	
Jarak inlet-demister	0,9 m	
Tinggi demister	0,1 m	
Jarak demister-top LL	0,15 m	
Tinggi vessel	3,656 m	
Diameter Nozzel	Inlet	0,138 m
	Outlet (Vapor)	0,036 m
	Outlet (Liquid)	0,012 m

3.3 Unit Penukar Panas

3.3.1 Heat Exchanger (E-211)

Heat Exchanger dengan kode E-211 berfungsi untuk meningkatkan suhu campuran amonia dan etilen oksida (EO) sebelum keduanya diumpankan ke

dalam reaktor. Alat ini termasuk dalam kategori shell and tube heat exchanger, yaitu jenis penukar panas yang terdiri dari cangkang luar (shell) dan sejumlah tabung (tube) di dalamnya. Konfigurasi ini dipilih karena mampu menangani tekanan dan suhu tinggi secara bersamaan sekaligus menghasilkan efisiensi perpindahan panas yang optimal. Selain itu, desain ini memudahkan proses pembersihan dan pemeliharaan rutin sehingga risiko fouling yang dapat menurunkan performa perpindahan panas dapat diminimalkan. Material konstruksi yang digunakan adalah Stainless Steel SA-376 tipe TP 316, yang memiliki ketahanan korosi yang baik dan sangat sesuai untuk proses kimia yang melibatkan senyawa reaktif seperti amonia dan etilen oksida.

Tabel 3. 4 Spesifikasi Heat Exchanger (E-211)

RINGKASAN HEAT EXCHANGER (E-211)	
Fungsi	Menaikkan suhu campuran amonia dan etilen oksida sebelum masuk ke reaktor
Jenis	<i>Shell and Tube</i>
Material konstruksi	<i>Stainless steel SA-376, tipe TP 316</i>
Jenis aliran	Turbulen
Luas permukaan perpindahan panas	3454,88 ft ²
LMTD	24,80 °F

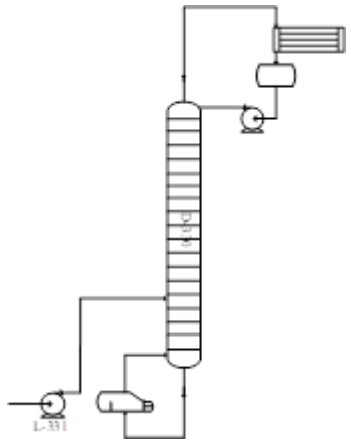
RINGKASAN HEAT EXCHANGER (E-211)		
	Shell	Tube
Fluida	Steam	Campuran amonia dan Etilen Oksida
Suhu Inlet	291,2 °F	121,59 °F
Suhu Outlet	142,13°F	212°F
Passes	3	6
Fouling Factor	-	0,001919 Btu.ft/hr.°F
Ud	101,778 Btu/hr. ft2.°F	-
Uc	-	126,49 Btu/hr. ft2.°F
Pressure Drop	0,004372 psi	2,0041 psi
OD	-	0,75 in
BWG	-	15
ID	39 in	0,606 in
Jumlah Tube	-	1100
Panjang	-	16 ft

3.4 Unit Pemindah

3.4.1 Pompa (L-331)

Pompa dengan kode L-331 bertugas untuk mengalirkan fluida dari Expansion Valve menuju Menara Distilasi 1 (D-330). Pompa ini berjenis sentrifugal, yang lazim digunakan dalam sistem perpindahan fluida industri karena kemampuannya mengalirkan volume cairan yang besar dengan tekanan yang stabil dan efisien. Pemilihan jenis ini juga didasarkan pada viskositas fluida yang tidak terlalu tinggi, kemampuannya beroperasi pada head yang besar, serta kapasitas operasi yang mencakup rentang antara 2 gal/menit hingga 10 μ gal/menit. Berdasarkan referensi Perry (1997), material konstruksi yang dipilih adalah Austenitic Stainless Steel 316, yang memiliki allowable working stress tinggi, tahan terhadap korosi, mudah dibersihkan, dan efisien secara biaya dalam siklus hidup penggunaan.

Tabel 3. 5 Spesifikasi Pompa (L-331)

RINGKASAN POMPA (L-331)	
	
Kode	L-331
Fungsi	Mengalirkan fluida dari <i>Expansion Valve</i> menuju Menara Distilasi 1 (D-330)
Jenis	Sentrifugal
Kapasitas	2384,100 kg/jam
Tenaga pompa	0,0589 HP Digunakan tenaga pompa standar 0,25 HP
Tenaga motor	0,07363 HP Digunakan tenaga motor standar 0,25 HP
Ukuran pipa	1. Diameter nominal = 1,5 in 2. Schedule = 80 3. ID = 1,5 in 4. OD = 1,9 in 5. Am = 1,764 in ²

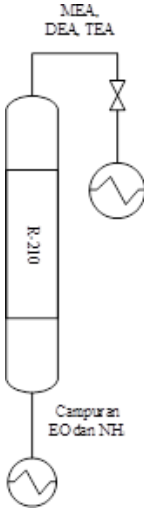
3.5 Unit Perekasi

3.5.1 Reaktor (R-210)

Reaktor dengan kode R-210 merupakan unit tempat berlangsungnya reaksi antara amonia (NH₃) dan etilen oksida (C₂H₄O) untuk menghasilkan produk Monoethanolamine (MEA). Reaktor ini bertipe fixed bed multitube, yakni suatu jenis reaktor yang tersusun atas

sejumlah pipa reaksi berisi katalis padat sebagai tempat berlangsungnya reaksi dalam fase cair. Konfigurasi fixed bed multitube dipilih karena mampu mengakomodasi reaksi fase cair dengan katalis padat secara efektif. Mengingat reaksi yang berlangsung bersifat eksotermis, diperlukan luas perpindahan panas yang memadai agar kontak dengan fluida pendingin dapat berlangsung secara optimal. Kelebihan lain dari jenis reaktor ini adalah umur katalis yang relatif panjang serta tidak diperlukannya proses pemisahan katalis dari aliran keluaran reaktor.

Tabel 3. 6 Spesifikasi Reaktor (R-210)

RINGKASAN REAKTOR (R-210)	
	
Kode	R-210
Fungsi	Tempat berlangsungnya reaksi antara Amonia dengan Etilen Oksida menghasilkan Monoethanolamine (MEA)
Jenis	<i>Fixed Bed Multitube</i>
Tekanan operasi	100 atm
RINGKASAN REAKTOR (R-210)	
Fase reaksi	Cair dengan katalis padat
Tinggi total reaktor	6,108 m

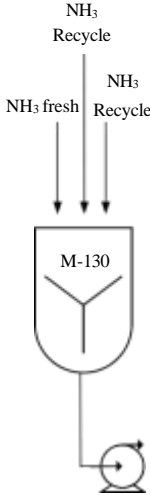
RINGKASAN REAKTOR (R-210)	
Volume total reaktor	6,041 m ³
Spesifikasi Katalis	1. Jenis = 980 silica-alumina (25% Al ₂ O ₃) 2. Bentuk = Spherical 3. Bulk Density = 1380 kg/m ³ 4. Porositas = 0,4 5. Diameter Partikel = 0,6 cm 6. Berat Katalis = 4501,884 kg
Spesifikasi Pipa	1. Jumlah Pipa = 500 2. Diameter Luar = 1,9 in 3. Diameter Dalam = 1,61 in 4. Panjang Pipa = 4,97 m 5. Waktu Tinggal = 2,6745 menit
Spesifikasi Shell	1. Diameter Luar = 47,170 in 2. Tebal = 2,382 in 3. Bahan Konstruksi = Stainless Steel SA-167 grade 10 tipe 310
Spesifikasi Head	1. Diameter Luar = 51,935 in 2. Tebal = 4,132 in 3. Tinggi Head = 22,396 in 4. Bentuk = Torispherical Flanged & Dished Head 5. Bahan Konstruksi = Stainless Steel SA-167 grade 10 tipe 310

3.6 Pencampuran Unit

3.6.1 Mixer (M-130)

Mixer dengan kode M-130 berfungsi untuk mencampurkan aliran amonia daur ulang (recycle) dengan amonia murni yang berasal dari tangki penyimpanan amonia. Tangki mixer ini dirancang menggunakan tutup atas berbentuk elliptical dished head yang sesuai untuk tangki dengan tekanan internal tinggi (di atas 200 psi), serta tutup bawah berbentuk conical closure head yang memungkinkan distribusi pencampuran yang lebih merata dan memperlancar aliran fluida ke sistem berikutnya. Material konstruksi utama yang digunakan adalah Carbon Steel SA-283 Grade C, yakni material yang dikenal memiliki kekuatan tinggi dan ketahanan terhadap tekanan operasi serta kondisi proses kimia yang bervariasi.

Tabel 3. 7 Spesifikasi Mixer (M-130)

RINGKASAN MIXER (M-130)	
	
Kode	M-130
Fungsi	Mencampurkan ammonia recycle dengan ammonia murni dari tangki ammonia
Tipe	<i>Top Head = Elliptical Dished Head</i> <i>Bottom Head = Conical Closure Head</i>
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jenis impeller	<i>Six-Pitched Blade Turbine Impeller</i>
Diameter impeller	40,83 in

RINGKASAN MIXER (M-130)	
Jarak Turbin ke Dasar Tangki	40,83 in
Panjang Blade Turbin	10,208 in
Lebar Blade Turbin	8,166 in
Lebar Baffle	10,208 in
Kecepatan Pengadukan	3,092 rps
Power	39,1 kW
Vessel	1. ID = 122,504 in 2. OD = 127,004 in 3. ID standar = 139,5 in 4. OD standar = 144 in 5. Tinggi = 245,008 in 6. Tebal = 1,9355 in 7. Tebal standar = 2,25 in
Top Head	1. Tinggi = 23,669 in 2. Tebal = 1,909 in 3. Tebal standar = 2,25 in
Bottom Head	1. Tinggi = 83,466 in 2. Tebal = 2,5604 in 3. Tebal standar = 3 in