

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Pembuatan *Vinyl Chloride* dari *Ethylene Dichloride* terdiri atas empat tahap, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap pembuatan *Ethylene Dichloride*, tahap pembentukan *Vinyl Chloride Monomer* dan tahap pemurnian hasil (produk).

3.1.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan adalah *Ethylene* cair yang berasal dari PT. Chandra Asri, Cilegon yang disimpan dalam tangki penampung (T-03) berbentuk silinder tegak dari bahan *carbon steel* dengan tekanan 1 atm dan suhu 165 K dimana dalam tanki ini diberi sistem refrigerasi dengan menggunakan *refrigerant Carbon Tetra Flour* (CF₄) untuk menjaga suhu yang ada dalam tangki tersebut, kemudian dialirkan dengan pompa (P-03) sehingga tekanan menjadi 11 atm, kemudian dialirkan ke vaporizer (Vap-02) untuk diuapkan dengan asumsi 80% menjadi fase uap dan 20% tetap fase cair, setelah itu diumpankan ke separator (S-02) untuk dipisahkan fase uap dan fase cair, dimana fase cair keluar dari hasil bawah separator (S-02) yang akan direcycle kembali ke vaporizer (Vap-02), hasil atas separator akan dipanaskan untuk dinaikkan suhunya menggunakan heater (HE-03) dari suhu 452,33 K sampai suhunya mencapai 553 K dan tekanan 11 atm sesuai dengan kondisi di reaktor *Fixed Bed*.

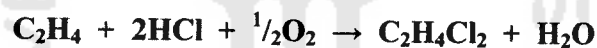
Bahan baku utama lainnya adalah HCl cair dengan kemurnian 37 % dan 63 % air yang diperoleh dari PT. Asahimas Subentra, Cilegon yang disimpan di dalam tangki penampung (T-02) berbentuk silinder tegak dari bahan *stainless steel* dengan suhu 308 K dan tekanan 1 atm, kemudian akan dialirkan dengan pompa (P-02) sehingga tekanannya menjadi 2,5 atm dan akan diuapkan sebagian dengan vaporizer (Vap-01) dengan asumsi 80% teruapkan dan 20% masih dalam fase cair, kemudian akan dipisahkan fase uap dan fase cair dengan separator (S-01), dimana hasil bawah separator akan *direcycle* kembali ke vaporizer (Vap-01), sedangkan hasil atas separator akan diumpungkan ke menara absorber (AB) untuk menghilangkan kadar air yang masih terbawa dengan bantuan larutan Asam Sulfat (H_2SO_4 98%) yang berasal dari tangki penampung (T-01) sehingga didapat *hydrogen chloride anhidrid*, hasil bawah menara absorber berupa asam sulfat dan air ditampung di tangki penampungan (T-04) setelah diturunkan tekanannya dan didinginkan dengan *cooler* (C-01) pada kondisi suhu 308 K dan tekanan 1 atm, sedangkan hasil atas menara absorber berupa HCl *anhidrid* akan dinaikkan tekanannya menggunakan kompresor (K-01) dari 2,5 atm menjadi 11 atm, setelah itu suhunya dinaikkan menggunakan heater (HE-02) dari suhu 388,79 K menjadi 553 K dan tekanan 11 atm, sesuai dengan kondisi *Reaktor Fixed Bed*.

Umpan udara yang diperoleh dari lingkungan udara pabrik setelah melalui air *purification unit* untuk menghilangkan debu dan pasir yang mungkin terbawa oleh udara dengan suhu 308 K dan tekanan 1 atm kemudian ditekan dengan kompresor

multi stage (K-02) yang dilengkapi dengan intercooler IC sampai tekanan 11 atm dan suhu menjadi 324,46 K, kemudian suhu dinaikkan menggunakan heater (HE-05) dari suhu 324,46 K menjadi 553 K dan tekanan 11 atm, sesuai dengan kondisi reaktor *Fixed Bed Multi Tube*.

3.1.2. Tahap Pembuatan Ethylene Dichloride

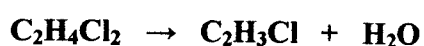
Bahan baku yang sudah siap, dimasukkan ke dalam reaktor. Reaktor yang digunakan dalam perancangan pabrik ini adalah reaktor "*fixed bed multitubular*" dengan menggunakan katalis CuCl_2 . Reaksi yang terjadi di dalam reaktor bersifat *eksotermis*, reaksinya adalah sebagai berikut :



Reaksi berjalan pada fase gas dengan tekanan 11 atm dan suhu umpan masuk reaktor 280°C , reaktor beroperasi secara *Non adiabatis* dan *Non isothermal*. Reaksi yang berlangsung bersifat eksotermis maka digunakan pendingin berupa *Downterm A*. Produk utama adalah *Ethylene dichloride* dan air. Gas hasil keluar reaktor *fixed bed* diembunkan sebagian dengan menggunakan *condenser-01* dari suhu 553,15 K sampai suhunya turun menjadi 352,15 K, lalu dipisahkan di *separator-03* hasil bawah berupa campuran *Ethylene dichloride* dan air serta sedikit HCl sedangkan hasil atas *separator-03* campuran gas sisa yang tidak bereaksi sebagian *dipurging* dan sebagian diumpankan lagi ke reaktor *fixed bed* sebagai gas recycle.

3.1.3. Tahap Pembentukan Vinyl Chloride Monomer

Hasil bawah *separator-03* berupa campuran *ethylene dichloride* dan air serta sedikit HCl dialirkan dengan pompa (P-05) menuju *decanter*, untuk memisahkan fraksi berat (*ethylene dichloride*) dan fraksi ringan (air). Setelah terpisahkan, fraksi berat yang berupa *ethylene dichloride* dan sedikit air dialirkan menuju *vaporizer-03* untuk dipanaskan dan diuapkan, tetapi sebelumnya dicampur dahulu dengan cairan *recycle*. Sedangkan fraksi ringan yang berupa air dan sedikit *ethylene dichloride* serta HCl dialirkan menuju *waste treatment* (pengolahan limbah). Sebelum masuk *vaporizer-03* fraksi berat yang berupa *ethylene dichloride* dan sedikit air akan dialirkan dengan menggunakan pompa (P-06), sehingga tekanannya naik dari 11 atm menjadi 13,8 atm. Hasil penguapan *vaporizer-03* dimasukkan ke dalam *separator-04* untuk dipisahkan antara uap dan cairannya. Hasil atas *separator-04* yang berupa uap akan dialirkan menuju reaktor *Furnace*. Sedangkan hasil bawah *separator-04* yang berupa cairan akan dipompa (P-07) menuju *vaporizer-03* sebagai *recycle*. Dalam reaktor *Furnace* reaksinya berjalan pada suhu 781 K dan tekanan 13,8 atm, reaksi yang terjadi di dalam reaktor *Furnace* adalah sebagai berikut :



Reaksi ini berlangsung pada fase gas dimana reaksi bersifat *endotemis* sehingga suhu gas keluar reaktor 864,7 K. Setelah keluar dari reaktor *Furnace* gas hasil reaksi yang berupa *ethylene dichloride*, *vinyl chloride monomer*, air dan HCl dimasukkan ke

dalam *Steam Boiler* untuk dimanfaatkan panasnya, untuk membuat *steam*. Keluar dari *Steam Boiler* suhu gas turun dari 864,7 K menjadi 448 K dan kemudian diembunkan dengan menggunakan *condenser-02* sehingga suhunya menjadi 319,158 K.

3.1.4. Tahap Pemurnian Produk

Pemurnian awal hasil dimurnikan dengan menggunakan *separator-05* untuk memisahkan HCl dengan komponen lainnya. Hasil bawah *separator-05* yang berupa *ethylene dichloride*, *vinyl chloride monomer*, dan air akan diturunkan tekanannya dari 13,799 atm menjadi 6,02 atm dengan menggunakan *Expansion Valve* (EV-02) dan setelah itu dipanaskan dengan menggunakan *heater* (HE-05) sehingga suhunya naik dari 319,31 K menjadi 341,19 K, setelah itu dialirkan menuju *Menara Distilasi*, sedangkan hasil atas *separator-05* yang berupa HCl, *ethylene dichloride*, *vinyl chloride monomer*, akan dinaikkan tekanannya dari 13,799 atm menjadi 55,5 atm menggunakan *compressor-03* (K-03). Setelah keluar dari *compressor-03* campuran gas hasil atas *separator-05* dimasukkan ke dalam *cooler-02* untuk diturunkan suhunya dari 547,52 K menjadi 308 K dan setelah itu diembunkan dengan menggunakan *condenser-03* sehingga suhunya turun dari 308 K menjadi 253 K. Hasil embunan *condenser-03* kemudian dimasukkan ke dalam *separator-06* untuk dipisahkan antara uap dan cairannya. Hasil atas *separator-06* yang berupa HCl dan sedikit *ethylene dichloride* dan *vinyl chloride monomer* akan dialirkan menuju *Expansion Valve* (EV-04) untuk diturunkan tekanannya dari 55,5 atm menjadi 11 atm. Dan setelah itu dialirkan menuju *heater* (HE-07) untuk dinaikkan suhunya dari 253 K menjadi 308

K, kemudian dipanaskan kembali oleh *heater* (HE-08) sehingga suhunya mencapai 553 K. Setelah keluar dari *heater* (HE-08) campuran gas HCl dialirkan menuju reaktor *Fixed bed* sebagai gas *recycle*. Hasil bawah *separator-06* akan diturunkan tekanannya dari 55,5 atm menjadi 6,02 atm dengan menggunakan *expansion valve* (EV-03) dan setelah itu dipanaskan dengan *heater* (HE-06) sehingga suhunya naik dari 253,15 K menjadi 341,19 K, setelah itu dialirkan menuju *Menara Distilasi*. Hasil atas menara distilasi berupa *vinyl chloride* dan sedikit *ethylene dichloride*, sedangkan hasil bawah menara distilasi berupa *ethylene dichloride* dan sedikit air serta *vinyl chloride*. Hasil atas menara distilasi dialirkan menuju *condenser-04* untuk diembun seluruh hasil atas kemudian dimasukkan ke dalam akumulator untuk menampung hasil embunan dari *condenser* dan kemudian dengan menggunakan *pompa* (P-09) untuk mengalirkan sebagai *refluks* ke Menara Distilasi dan menuju *cooler-03* untuk diturunkan suhunya dari 341,8 K menjadi 308 K dan setelah itu disimpan dalam tangki penyimpanan (T-05). Sedangkan hasil bawah menara distilasi sebagian dibuang dan sebagian lagi *direcycle* menuju *vaporizer-03*.

3.2. Neraca Massa Alat

Setting neraca massa alat terdiri atas neraca massa, separator, menara absorber, reaktor, dekanter, furnace dan Menara Distilasi sebagaimana disajikan pada tabel 3.2.1. hingga tabel 3.2.11. Waktu setting operasi ditargetkan 1 tahun = 330 hari, 1 hari = 24 jam. Basis perhitungan : 1 jam operasi.

Tabel 3.2.1. Neraca Massa Separator-01 (S-01)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
HCl	19782,0894	19722,7431	59,3463
H ₂ O	44361,9128	33581,9680	10779,9448
Total	64144,0021	53304,7110	10839,2911

Tabel 3.2.2. Neraca Massa Separator-02 (S-02)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
C ₂ H ₄	18212,7646	14570,2117	3642,5529
C ₂ H ₆	371,6891	252,7486	118,9405
Total	18584,4536	14822,9602	3761,4934

Tabel 3.2.3. Neraca Massa Menara Absorber (AB)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
HCl (gas)	19722,7431	19722,7431	0
H ₂ O (gas)	33581,9680	0	33581,9680
H ₂ SO ₄ (cair)	65820,6572	0	65820,6572
H ₂ O (cair)	1343,2787	0	1343,2787
Total	120468,6470	19722,7431	100745,9039

Tabel 3.2.4. Neraca Massa Reaktor (R)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
N ₂	63274,7459	63274,7459
O ₂	16819,8692	8494,0339
C ₂ H ₄	14717,3855	147,1739
HCl	38370,3265	383,7033
C ₂ H ₃ Cl	396,6970	396,6970
C ₂ H ₄ Cl ₂	2,6150	51518,7205
H ₂ O	0	9366,5646
Total	133581,6390	133581,6390

Tabel 3.2.5. Neraca Massa Separator-03 (S-03)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
N ₂	63274,7459	63274,7459	0
O ₂	8494,0339	8494,0339	0
C ₂ H ₄	147,1739	147,1739	0
HCl	383,7033	234,6476	149,0557
C ₂ H ₃ Cl	396,6970	396,6970	0
C ₂ H ₄ Cl ₂	51518,7205	591,0835	50927,6370
H ₂ O	9366,5646	8,9170	9357,6477
Total	133581,6390	73147,2986	60434,3404

Tabel 3.2.6. Naraca Massa Decanter

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Light	Heavy
HCl	149,0557	149,0557	0
C ₂ H ₄ Cl ₂	50927,6370	540,9534	50386,6837
H ₂ O	9357,6477	9342,3479	15,2998
Total	60434,3404	10032,3569	50401,9834

Tabel 3.2.7. Neraca Massa Separator-04 (S-04)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
C ₂ H ₄ Cl ₂	104041,4012	83247,1666	20794,2347
H ₂ O	22,3514	15,2998	7,0517
Total	104063,7526	83262,4663	20801,2863

Tabel 3.2.8. Neraca Massa Reaktor Furnace (RF)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
HCl	0	18415,2823
C ₂ H ₃ Cl	0	31533,0176
C ₂ H ₄ Cl ₂	83247,1666	33298,8666
H ₂ O	15,2998	15,2998
Total	83262,4663	83262,4663

Tabel 3.2.9. Neraca Massa Separator-05 (S-05)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
HCl	18415,2823	18415,2823	0
C ₂ H ₃ Cl	31533,0176	9552,5178	21980,4999
C ₂ H ₄ Cl ₂	33298,8666	1559,3193	31739,5473
H ₂ O	15,2998	0	15,2998
Total	83262,4663	29527,1194	53735,3469

Tabel 3.2.10. Neraca Massa Separator-06 (S-06)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
HCl	18415,2823	18415,2823	0
C ₂ H ₃ Cl	9552,5178	396,6970	9155,8208
C ₂ H ₄ Cl ₂	1559,3193	2,6150	1556,7043
Total	29527,1194	18814,5942	10712,5252

Tabel 3.2.11. Neraca Massa Menara Distilasi-01 (MD-01)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Distilat	Bottom
C ₂ H ₃ Cl	31136,3207	31133,2071	3,1136
C ₂ H ₄ Cl ₂	33296,2516	432,4495	32863,8022
H ₂ O	15,2998	0	15,2998
Total	64447,8721	31565,6566	32882,2155

Tabel 3.2.12. Neraca Massa Separator-07 (S-07)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
N ₂	63274,7459	63274,7459	0
O ₂	8494,0339	8494,0339	0
C ₂ H ₄	147,1739	0	147,1739
HCl	234,6476	2,3464	232,3000
C ₂ H ₃ Cl	396,6970	396,6970	0
C ₂ H ₄ Cl ₂	591,0835	591,0835	0
H ₂ O	8,9170	8,9170	0
Total	73.147,2988	72.767,8249	379,4739

Tabel 3.2.13. Neraca Massa Separator-08 (S-08)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
C ₂ H ₃ Cl	3,1136	3,1136	0
C ₂ H ₄ Cl ₂	32,867,1214	3,3192	32.863,8022
H ₂ O	15,2998	15,2998	0
Total	32.885,5348	21,7326	32.863,8022

Tabel 3.2.14. Neraca Massa Evaporator (Evap)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Gas	Cair
H ₂ SO ₄	65.820,7	0	65.820,7
H ₂ O	34.925,2	33.581,92	1.343,28
Total	100.745,9	33.581,92	67.163,98

3.3 Neraca Panas Alat

Seting neraca panas untuk tiap alat disajikan pada tabel 3.3.1 hingga tabel 3.3.25 Waktu setting operasi ditargetkan 1 tahun = 330 hari, 1 hari = 24 jam. Basis perhitungan : 1 jam operasi dengan suhu referensi : 298 K (25 °C Air).

Tabel 3.3.1. Neraca Panas Reaktor

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	6026707,9112	0
Enthalpi Produk	0	34999164,5610
Panas Reaksi	0	-28972456,6497
Total	6026707,9112	6026707,9112

Tabel 3.3.2. Neraca Panas Absorber

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Enthalpi Umpan	1838439,1235	0
Enthalpi Umpan	436512,2902	0
Enthalpi Produk	0	282307,4669
Enthalpi Produk	0	310287,4179
Beban Steam	0	-1110163,4711
Total	2274951,4136	2274951,4136

Tabel 3.3.3. Neraca Panas Vaporizer-01 (Vap-01)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	52535,3396	0
Enthalpi Produk	0	67296,2850
Beban Panas	25972056,1761	0
Panas penguapan	0	25957295,2307
Total	26024591,5157	26024591,5157

Tabel 3.3.4. Neraca Panas Vaporizer-02 (Vap-02)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	8347,8377	0
Enthalpi Produk	0	58999,6385
Beban Panas	1618973,3775	0
Panas Penguapan	0	1568321,5767
Total	1627321,2152	1627321,2152

Tabel 3.3.5. Neraca Panas Vaporizer-03 (Vap-03)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	16697,1551	0
Enthalpi Produk	0	35512,7631
Beban Panas	10661305,3709	0
Panas Penguapan	0	10642489,7629
Total	10678002,5260	10678002,5260

Tabel 3.3.6. Neraca Panas Reaktor Furnace (RF)

Komponen	Masuk kkal/jam	Komponen	keluar kkal/jam
Panas Umpan	2797086,6323	Panas produk	14654523,5093
Panasa Udara	5986777,9494	Panasa Gas buang	20413260,7854
Panas Fuel oil	27217681,0472	Panas tak terhitung	933761,3337
Total	36001545,63	Total	36001545,63

Tabel 3.3.7. Neraca Panas Steam Boiler (SB)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	14654523,5093	0
Enthalpi Produk	0	2874201,3224
Beban Panas	0	11780322,1869
Total	14654523,509	14654523,509

Tabel 3.3.8. Neraca Panas Condenser-01 (CD-01)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	34999164,5610	0
Enthalpi Produk	0	1359408,4512
Beban Panas	0	33639756,1098
Total	34999164,6	34999164,6

Tabel 3.3.9. Neraca Panas Condenser-02 (CD-02)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	2874201,3224	0
Enthalpi Produk	0	361786,7582
Beban Panas	0	2512414,5642
Total	2874201,322	2874201,322

Tabel 3.3.10. Neraca Panas Condenser-03 (CD-03)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	58488,4976	0
Enthalpi Produk	0	-761432,9472
Beban Panas	0	819921,4448
Total	58488,498	58488,498

Tabel 3.3.11. Neraca Panas Heater-01 (HE-01)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	237997,6688	0
Enthalpi Produk	0	436512,2902
Beban Panas	198514,621	0
Total	436512,3	436512,3

Tabel 3.3.12. Neraca Panas Heater-02 (HE-02)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	341087,1815	0
Enthalpi Produk	0	970718,0221
Beban panas	629630,841	0
Total	970718,0	970718,0

Tabel 3.3.13. Neraca Panas Heater-03 (HE-03)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	58999,6400	0
Enthalpi Keluar	0	2129062,5781
Beban Panas	2070062,938	0
Total	2129062,6	2129062,6

Tabel 3.3.14. Neraca Panas Heater-04 (HE-04)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	1055295,6753	0
Enthalpi Produk	0	3063935,7390
Beban Panas	2008640,064	0
Total	3063935,7	3063935,7

Tabel 3.3.15. Neraca Panas Heater-05 (HE-05)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	374117,9487	0
Enthalpi Produk	0	791029,5345
Beban Panas	416911,586	0
Total	791029,5	791029,5

Tabel 3.3.16. Neraca Panas Heater-06 (HE-06)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	-145698,8480	0
Enthalpi Produk	0	165288,1741
Beban Panas	310987,022	0
Total	165288,2	165288,2

Tabel 3.3.17. Neraca Panas Heater-07 (HE-07)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	-161045,6653	0
Enthalpi produk	0	35900,9083
Beban Panas	196946,574	0
Total	35900,9	35900,9

Tabel 3.3.18. Neraca Panas Heater-08 (HE-08)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	35900,9083	0
Enthalpi Produk	0	936758,4749
Beban Panas	900857,567	0
Total	936758,5	936758,5

Tabel 3.3.19. Neraca Panas Cooler-01 (CL-01)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	3102807,4179	0
Enthalpi Produk	0	2609543,2204
Beban panas	0	493264,1974
Total	3102807,4	3102807,4

Tabel 3.3.20. Neraca Panas Cooler-02 (CL-02)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	261691,4876	0
Enthalpi Produk	0	58488,4976
Beban panas	0	203203,9900
Total	261691,5	261691,5

Tabel 3.3.21. Neraca Panas Cooler-03 (CL-03)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	233963,6375	0
Enthalpi Produk	0	105862,6916
Beban panas	0	128101
Total	233963,6	233963,6

Tabel 3.3.22. Neraca Panas Kompresor-01 (K-01)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	282307,4669	0
Enthalpi produk	0	341087,1815
Panas yang terjadi	58779,715	0
Total	341087,2	341087,2

Tabel 3.3.23. Neraca Panas Kompresor-02 (K-02)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	116427,1486	0
Enthalpi produk	0	1055295,6753
Panas yang terjadi	938868,527	0
Total	1055295,7	1055295,7

Tabel 3.3.24. Neraca Panas Kompresor-03 (K-03)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	125700,3775	0
Enthalpi Produk	0	261691,4876
Panas yang terjadi	135991,110	0
Total	261691,4876	261691,4876

Tabel 3.3.25. Neraca Panas Menara Distilasi (MD)

Komponen	Masuk kkal/jam	Komponen	keluar kkal/jam
Panas Umpan	956317,7086	Panas Distilat	233963,6375
Panas Reboiler	267926,4326	Panasa Kondenser	-42662,0561
		Panas Bottom	1032942,5599
Total	1224244,1412	Total	1224244,1412

3.4. Spesifikasi Alat

3.4.1. Reaktor (R)

Fungsi : Mereaksikan *Ethylene* sebanyak 14717,3855 kg/jam dengan HCl sebanyak 38370,3265 kg/jam dan Oksigen sebanyak 16819,8692 kg/jam untuk menghasilkan *Ethylene Dichloride* sebanyak 51518,7205 kg/jam

Jenis : Reaktor *Fixed Bed Multitubular*

Proses : *Non Adiabatic-Non Isothermal*

Pendingin : Downtherm A

: -Suhu : 100⁰C

Kondisi Operasi : -Suhu : 230⁰C-300⁰C

: -Tekanan : 11 atm

Fase : Gas dengan katalis padat

Konversi : 99%

Dimensi Reaktor

Tinggi Reaktor : 13,50 m

Diameter *shell* : 4.0591 m

Tebal *shell* : 1 1/2 in

Jumlah *Tube* : 8187 pipa

OD *Tube* : 1,32 in

ID *Tube* : 1,049 in

Jenis *head* : *Elliptical Dished Head*

Tebal *head* : 2,75 in

Bahan : Baja SA-212 *Grade B*

Jumlah : 1 buah

Harga : 569.226,4922 US\$

Jenis Katalis : CuCl_2 (*Cupric Dichloride*)

Bentuk : *Spheres* (hijau bulat)

Harga : 428.090,6709 US\$

3.4.2. *Separator 01 (S-01)*

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair bahan baku HCl yang keluar dari *Vaporizer -01* sebanyak 64.144,0021 kg/jam.

Tipe : *Vertical Drum*

Kondisi Operasi : - Suhu : 121,6250 °C

- Tekanan : 2,5 atm

- Waktu tinggal : 2 menit

Kapasitas : 0,2249 m³

Ukuran : -Diameter : 2,1336 m

-Tinggi : 3,9575 m

-Tebal shell : 0,0064 m

-Tebal head : 0,0059 m

Bahan : *Stainless steel SA-240 grade-S*

Jumlah : 1 buah

Harga : 13.684,8040 US\$

3.4.3. Separator 02 (S-02)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair bahan baku *Ethylene* yang keluar dari *Vaporizer -02* sebanyak 18.584,4556 kg/jam.

Tipe : *Vertical Drum*

Kondisi Operasi : - Suhu : 179,18 °C
 - Tekanan : 11 atm
 - Waktu tinggal : 2 menit

Kapasitas : 0,0821 m³

Ukuran : -Diameter : 1,2192 m
 -Tinggi : 3,9998 m
 -Tebal shell : 0,0112 m
 -Tebal head : 0,0100 m

Bahan : *Stainless steel SA-240 grade-S*

Jumlah : 1 buah

Harga : 11.769,3344 US\$

3.4.4. Separator 03 (S-03)

Fungsi	: Memisahkan campuran uap-cair <i>Ethylene</i> , HCl, Oksigen, <i>Ethylene Dichloride</i> dan air yang keluar dari reaktor <i>fixed bed</i> sebanyak 101.543,7930 kg/jam.
Tipe	: <i>Vertical Drum</i>
Kondisi Operasi	: - Suhu : 79,2352 °C - Tekanan : 11 atm - Waktu tinggal : 2 menit
Kapasitas	: 0,1430 m ³
Ukuran	: -Diameter : 1,8288 m -Tinggi : 4,6336 m -Tebal shell : 0,0152 m -Tebal head : 0,0135 m
Bahan	: <i>Stainless steel SA-240 grade-S</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: 3.299,8637 US\$

3.4.5. Separator 04 (S-04)

Fungsi	: Memisahkan campuran uap-cair <i>Ethylene Dichloride</i> , HCl, dan air yang keluar dari <i>Vaporizer -03</i> sebanyak 104.063,7526 kg/jam.
--------	--

Tipe	: <i>Vertical Drum</i>	
Kondisi Operasi	- Suhu	: 168,316 °C
	- Tekanan	: 13,8 atm
	- Waktu tinggal	: 2 menit
Kapasitas	: 0,0722 m ³	
Ukuran	-Diameter	: 1,0688 m
	-Tinggi	: 4,3249 m
	-Tebal shell	: 0,0151 m
	-Tebal head	: 0,0134 m
Bahan	: <i>Carbon steel SA-285 grade-C</i>	
Jumlah	: 1 buah	
Harga	: 11.769,3344 US\$	

3.4.6. Separator 05 (S-05)

Fungsi	: Memisahkan campuran uap-cair <i>Ethylene Dichloride</i> , HCl, <i>Vinyl Chloride</i> dan air yang keluar dari <i>Condenser -02</i> sebanyak 83.262,4663 kg/jam.	
Tipe	: <i>Vertical Drum</i>	
Kondisi Operasi	- Suhu	: 46,16 °C
	- Tekanan	: 13,7998 atm

	- Waktu tinggal	: 2 menit
Kapasitas		: 0,0846 m ³
Ukuran	-Diameter	: 1,6764 m
	-Tinggi	: 4,9001 m
	-Tebal shell	: 0,0219 m
	-Tebal head	: 0,0192 m
Bahan		: <i>Carbon steel SA-285 grade-C</i>
Jumlah		: 1 buah
Harga		: 10.729,6073 US\$

3.4.7. Separator 06 (S-06)

Fungsi		: Memisahkan campuran uap-cair <i>Ethylene Dichloride, Vinyl Chloride</i> , dan HCl keluar dari <i>Condenser -03</i> sebanyak 29.527,119 kg/jam.
Tipe		: <i>Vertical Drum</i>
Kondisi Operasi	- Suhu	: -20 °C
	- Tekanan	: 55,54 atm
	- Waktu tinggal	: 2 menit
Kapasitas		: 0,0300 m ³
Ukuran	-Diameter	: 0,7620 m

	-Tinggi	: 2,9333 m
	-Tebal shell	: 0,0389 m
	-Tebal head	: 0,0337 m
Bahan	: <i>Carbon steel</i> SA-285 grade-C	
Jumlah	: 1 buah	
Harga	: 11.769,3344 US\$	

3.4.8. Separator 07 (S-07)

Fungsi	: Memisahkan campuran uap-cair <i>Ethylene</i> , HCl, Oksigen, <i>Ethylene Dichloride</i> dan air yang keluar dari reaktor <i>fixed bed</i> sebanyak 73.148 kg/jam.	
Tipe	: <i>Vertical Drum</i>	
Kondisi Operasi	- Suhu	: 79,23 °C
	- Tekanan	: 11 atm
	- Waktu tinggal	: 2 menit
Kapasitas	: 0,09 m ³	
Ukuran	-Diameter	: 1,6764 m
	-Tinggi	: 2,5206 m
	-Tebal shell	: 0,0142 m
	-Tebal head	: 0,0126 m

Bahan : *Stainless steel SA-240 grade-S*

Jumlah : 1 buah

Harga : 15.435,7838 US\$

3.4.9. Separator 08 (S-08)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair *Ethylene Dichloride, Vinyl Chloride*, dan H₂O keluar dari hsail bawah menara distilasi sebanyak 32.881,73 kg/jam.

Tipe : *Vertical Drum*

Kondisi Operasi : - Suhu : 75 °C
 - Tekanan : 13,8 atm
 - Waktu tinggal : 2 menit

Kapasitas : 0,0497 m³

Ukuran : -Diameter : 0,7620 m
 -Tinggi : 3,1417 m
 -Tebal shell : 0,0389 m
 -Tebal head : 0,0337 m

Bahan : *Carbon steel SA-285 grade-C*

Jumlah : 1 buah

Harga : 9.617,7858 US\$

3.4.10. Decanter (DC)

Fungsi	: Memisahkan larutan fase ringan (air) dengan larutan fase berat (<i>Ethylene Dichloride</i>) dari <i>separator -03</i> , sebanyak 60.434,3404 kg/jam.
Tipe	: <i>Horizontal Decanter</i>
Kondisi Operasi	: - Suhu : 79,3352 °C - Tekanan : 11 atm
Ukuran	: -Diameter : 1,4598 m -Panjang : 2,9196 m -Diameter inlet umpan : 0,1885 m -Diameter outlet fase ringan : 0,0596 m -Diameter outlet fase berat : 0,1150 m
Bahan	: <i>Carbon steel SA-285 grade-C</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: 544,3744 US\$

3.4.11. Vaporizer -01

Fungsi	: Menguapkan sebagian umpan HCl sebagai umpan <i>separator -01</i> sebanyak 64.144,0021 kg/jam
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : *steam*

Tube : Larutan HCl

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 1304 buah

Panjang Pipa : 28 ft

OD,BWG,Pitch : $\frac{3}{4}$ in, 16, triangular pitch 15/16 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 39 in

Baffle spacing : 19,5 in

Pass : 1

Bahan : *Stainless steel SA-240 grade-S*

Harga : 1.472.127,4397 US\$

3.4.12. Vaporizer -02

Fungsi : Menguapkan sebagian *Ethylene* sebagai umpan *separator - 02* sebanyak 18.584,4536 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : *steam*
Tube : Larutan *Ethylene*

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 303 buah
 Panjang Pipa : 12 ft
 OD,BWG,Pitch : ¾ in, 16, triangular pitch 15/16 in
 Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 15,25 in
 Baffle spacing : 10,625 in
 Pass : 1
 Bahan : *Carbon steel SA-285 grade-C*
 Harga : 321.445,5485 US\$

3.4.13. Vaporizer -03

Fungsi : Menguapkan sebagian sebagian $C_2H_4Cl_2$ dan H_2O sebagai umpan *Reaktor furnace* sebanyak 104.063,7526 kg/jam
 Jenis : *Shell and Tube*
 Pemanas : *Steam*
 Aliran fluida : *Shell* : *steam*

Tube : Larutan EDC

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 1234 buah
 Panjang Pipa : 28 ft
 OD,BWG,Pitch : ¾ in, 16, *triangular pitch* 15/16 in
 Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 39 in
 Baffle spacing : 19,5 in
 Pass : 1
 Bahan : *Stainless steel SA-240 grade-S*
 Harga : 321.445,5485 US\$

3.4.14. Vaporizer -04

Fungsi : Menguapkan sebagian $C_2H_4Cl_2$, C_2H_3Cl dan H_2O sebagai umpan recycle ke Vaporizer-03 sebanyak 32.881,73 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : *steam*

Tube : Larutan EDC

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube	: 98 buah
Panjang Pipa	: 28 ft
OD,BWG,Pitch	: $\frac{3}{4}$ in, 16, <i>triangular pitch</i> 15/16 in
Pass	: 2

Spesifikasi Shell

IDshell	: 39 in
Baffle spacing	: 19,5 in
Pass	: 1
Bahan	: <i>Stainless steel SA-240 grade-S</i>
Harga	: 289.223,3498 US\$

3.4.15. Reaktor Furnace (RF)

Fungsi	: Mempirolisa atau mengcreaking <i>Ethylene Dichloride</i> (EDC) menjadi <i>Vinyl Chloride</i> (VCM) dan <i>asam Chlorida</i> (HCl) sebanyak 83.262,4663 kg/jam
Jenis	: <i>Fire Box Furnace</i>
Proses	: <i>Non Ishothermal – Non Adiabatic</i>

Dimensi Furnace**Seksi radiasi**

Panjang : 6,096 m

Lebar : 3,048 m

Tinggi : 6,096 m

Seksi konveksi

Panjang : 6,0960 m

Lebar : 1,0668 m

Tinggi : 2,2860 m

Cerobong

Tinggi : 3,4 m

Tebal dinding : 1 in

Tebal isolasi : 9,4498 in

Bahan dinding : Baja SA-240 grade-T, tipe 321. 18Cr-8Ni-Ti

Bahan isolasi : Bata tahan api Missouri

Kondisi Operasi : -Suhu umpan masuk seksi konveksi : 168,316 °C

- Suhu umpan masuk seksi radiasi : 508 °C

-Tekanan : 13,8 atm

Jumlah : 1 buah

Harga : 294.270,2002 US\$

3.4.16. Menara Distilasi (MD)

Fungsi : Memisahkan *Vinyl Chloride Monomer* dari campurannya sebanyak 64.447,8721 kg/jam

Jenis : *Sieve plate distillation tower*

Kondisi Operasi : Umpan ; P : 6,02 atm ; T : 68,0446 °C

Distilat ; P : 6,00 atm ; T : 52,9614 °C

Bottom ; P : 6,04 atm ; T : 155,1536 °C

Dimensi Menara Distilasi

Jumlah *plate actual* : 33 plate

Plate Spacing : 0,45 m

Tinggi Menara : 17,82 m

Diameter Enriching : 1,4798 m

Diameter Stripping : 1,8838 m

Enriching section : -Tebal shell : 0,4315 in

-Tebal head : 0,3949 in

Stripping section : -Tebal shell : 0,5153 in

-Tebal head : 0,4686 in

Bahan : *Carbon steel, SA-285, Grade C*

Jumlah : 1 buah
 Harga : 62.610,0663 US\$

3.4.17. Menara Absorber (AB)

Fungsi : Memisahkan uap air yang masuk bersama *hydrogen chloride* dengan larutan H_2SO_4 sebagai penyerapnya
 Jenis : *Packing Bed* berupa *rasching ring stoneware* dengan *nominal size 50 mm (2''), random packing*
 Aliran : *Counter current*
 Jumlah : 1 buah
 Kondisi Operasi : Suhu : 121,62 °C
 Tekanan : 2,5 atm

Dimensi Menara Absorber

Tebal Packing : 11,8528 m
 Diameter Menara : 3,1692 m
 Tinggi Menara : 17,5591 m
 Tebal shell : 0,0072 m
 Tebal head : 0,0066 m
 Jenis Packing : *Rasching ring stoneware*
 Nominal size : 2'' (50 mm)

Metode Packing : Random

Bahan : *Stainless steel, SA-240 Grade S*

Jumlah : 1 buah

Harga : 4.379,2002 US\$

3.4.18. Condenser -01 (CD-01)

Fungsi : Mendinginkan dan mengembunkan sebagai uap *Etilen*, HCl, Oksigen, *Etilen dichlorida* dan air yang keluar dari *reactor fixed bed* sebanyak 101.543,793 kg/jam

Jenis : *Heat Exchanger Shell and Tube*

Pendingin : Air

Aliran *fluida* : *Shell* : Campuran gas
Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 534 buah

Panjang *Tube* : 12 ft

OD,BWG,*Pitch* : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 27 in

<i>Baffle spacing</i>	: 13,5 in
<i>Pass</i>	: 1
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Stainless steel</i>
Harga	: 110.321,3251 US\$

3.4.19. Condenser -02 (CD-02)

Fungsi	: Mendinginkan dan mengembunkan sebagai uap <i>Etilen dichloride</i> , HCl, <i>Vinyl Chloride</i> dan air yang keluar dari <i>steam boiler</i> (SB-01) sebanyak 83.262,4662 kg/jam
Jenis	: <i>Heat Exchanger Shell and Tube</i>
Pendingin	: Air
Aliran fluida	: <i>Shell</i> : Campuran gas
	<i>Tube</i> : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah <i>Tube</i>	: 534 buah
Panjang <i>Tube</i>	: 12 ft
OD,BWG, <i>Pitch</i>	: $\frac{3}{4}$ in, 16, <i>triangular pitch</i> 1 in
<i>Pass</i>	: 2

Spesifikasi Shell

<i>IDshell</i>	: 27 in
<i>Baffle spacing</i>	: 13,5 in
<i>Pass</i>	: 1
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Stainless steel</i>
Harga	: 110.448,3799 US\$

3.4.20. Condenser -03 (CD-03)

Fungsi	: Mendinginkan dan mengembunkan sebagai uap yang keluar dari hasil atas <i>Separator -03 (S-03)</i> sebanyak 29.527,1194 kg/jam
Jenis	: <i>Heat Exchanger Shell and Tube</i>
Pendingin	: Propan (C_3H_6)
Aliran fluida	: <i>Shell</i> : <i>Propan</i>
	<i>Tube</i> : Campuran gas

Spesifikasi Tube

Jumlah <i>Tube</i>	: 226 buah
Panjang <i>Tube</i>	: 12 ft
OD,BWG, <i>Pitch</i>	: $\frac{3}{4}$ in, 16, <i>triangular pitch</i> 1 in

Pass : 4

Spesifikasi Shell

IDshell : 19,25 in

Baffle spacing : 9.625 in

Pass : 2

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 47.653,9144 US\$

3.4.21. Condenser -04 (CD-04)

Fungsi : Mendinginkan dan mengembunkan hasil atas Menara Distilasi (MD-01) sebanyak 31.565,6566 kg/jam

Jenis : *Heat Exchanger Shell and Tube*

Pendingin : Air

Aliran fluida : *Shell* : *vinyl chloride*

Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 1200 buah

Panjang Tube : 16 ft

OD,BWG,Pitch : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 35 in

Baffle spacing : 17,5 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 322.901,3708 US\$

3.4.22. Condenser -05 (CD-05)

Fungsi : Mendinginkan dan mengembunkan hasil atas Separator-03.

Jenis : *Heat Exchanger Shell and Tube*

Pendingin : Air

Aliran fluida : *Shell* : Campuran gas

Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 1224 buah

Panjang *Tube* : 16 ft

OD,BWG,*Pitch* : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 35 in

Baffle spacing : 17,5 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 322.901,3708 US\$

3.4.23. Steam boiler (SB)

Fungsi : Mendinginkan Campuran gas *Etilen Dichlorida*, HCl, *Vinyl Chloride* dan air yang keluar dari *Reaktor furnace* dan sekaligus membuat steam sebanyak 83.262,4663 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : Campuran gas

Aliran fluida : *Shell* : Campuran gas

Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 1024 buah

Panjang Tube : 20 ft

OD,BWG,Pitch : ¾ in, 16, square pitch 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 39 in

Baffle spacing : 9,75 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 209.929,5657 US\$

3.4.24. Evaporator (Evap)

Fungsi : Menguapkan air dari H₂SO₄ (larutan penyerap) sebelum masuk ke Tangki-01 (T-01)sebanyak 100745,9 kg/jam

Jenis : *Long Tube Vertical Evaporator,Single effect.*

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : Larutan Asam Sulfat (H₂SO₄)

Tube : Steam

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 202 buah

Panjang Tube : 12 ft

OD,BWG,Pitch : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 97,89 in

Baffle spacing : 73,42 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 33.834,8374 US\$

3.4.25. Heater -01 (HE-01)

Fungsi : Memanaskan H_2SO_4 (larutan penyerap) sebelum masuk ke menara *Absorber* (AB) sebanyak 67163,9359 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : *Steam*

Tube : Asam Sulfat (H_2SO_4)

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 728 buah

Panjang *Tube* : 12 ft

OD,BWG,Pitch : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 31 in

Baffle spacing : 15,5 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 176.251,5447 US\$

3.4.26. Heater -02 (HE-02)

Fungsi : Memanaskan HCl sebelum masuk ke *reactor fixed bed* sebanyak 19722,743 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : *Steam*

Tube : HCl

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 106 buah

Panjang *Tube* : 12 ft

OD,BWG,Pitch : ¼ in, 10, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 13,25 in

Baffle spacing : 6,625 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 24.651,9231 US\$

3.4.27. Heater -03 (HE-03)

Fungsi : Memanaskan Ethylene dan recycle campuran gas sebelum masuk ke *reactor fixed bed* sebanyak 14822,9602 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : *Steam*

Tube : Campuran gas C₂H₄

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 302 buah

Panjang *Tube* : 12 ft

OD,BWG,*Pitch* : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 21,25 in

Baffle spacing : 10,625 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 74.441,0434 US\$

3.4.28. Heater -04 (HE-04)

Fungsi : Memanaskan udara sebelum masuk ke *reactor fixed bed* sebanyak 48056,769 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Steam*

Aliran *fluida* : *Shell* : *Steam*

Tube : Udara

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 1200 buah

Panjang *Tube* : 12 ft

OD,BWG,*Pitch* : ¼ in, 16, triangular pitch 15/16 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 37 in

Baffle spacing : 18,5 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 222.449,6368 US\$

3.4.29. Heater -05 (HE-05)

Fungsi : Memanaskan hasil bawah *Separator -05* (S-05) yang akan menuju menara Distilasi (MD) sebanyak 53.735,3469 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Steam*

Aliran *fluida* : *Shell* : *Steam*

Tube : *Campuran Vinyl Chloride*

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube	: 138 buah
Panjang Tube	: 12 ft
OD,BWG,Pitch	: $\frac{3}{4}$ in, 16, <i>triangular pitch</i> 1 in
Pass	: 2

Spesifikasi Shell

IDshell	: 15,25 in
Baffle spacing	: 7,625 in
Pass	: 1
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Stainless steel</i>
Harga	: 37.269,0491 US\$

3.4.30. Heater -06 (HE-06)

Fungsi	: Memanaskan hasil bawah <i>Separator -06 (S-06)</i> yang akan menuju menara Distilasi (MD) sebanyak 10.712,5252 kg/jam
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>
Pemanas	: <i>Steam</i>
Aliran fluida	: <i>Shell</i> : <i>Steam</i>

Tube : *Campuran Vinyl Chloride*

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 196 buah

Panjang Tube : 12 ft

OD,BWG,Pitch : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 17,25 in

Baffle spacing : 8,625 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 52.118,4359 US\$

3.4.31. Heater -07 (HE-07)

Fungsi : Memanaskan campuran gas hasil atas *Separator -06 (S-06)* dari -20°C sampai 35°C yang akan menuju *reaktor fixed bed* sebanyak 18.814,5942 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Steam*

Aliran *fluida* : *Shell* : Steam
Tube : Campuran gas HCl

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 106 buah
 Panjang *Tube* : 12 ft
 OD,BWG,*Pitch* : ¾ in, 16, *triangular pitch* 1 in
Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 13,25 in
Baffle spacing : 6,625 in
Pass : 1
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : *Stainless steel*
 Harga : 24.748,9779 US\$

3.4.32. Heater -08 (HE-08)

Fungsi : Memanaskan hasil atas *Separator -06* (S-04) yang keluar dari *Heater -07* akan menuju *reaktor fixed bed* sebanyak 18.814,5942 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : *Steam*

Tube : *Campuran gas HCl*

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 138 buah

Panjang Tube : 12 ft

OD,BWG,Pitch : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 27in

Baffle spacing : 13,5 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 37.269,0491 US\$

3.4.33. Reboiler (RB)

Fungsi : Menguapkan hasil bawah menara distilasi (*Bottom*)

Jenis : *Kettle Reboiler*

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : Cairan *Bottom*

Tube : *Steam*

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 90 buah

Panjang Tube : 12 ft

OD,BWG,Pitch : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 13,5 in

Baffle spacing : 6,625 in

Pass : 1

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 119.668,5874 US\$

3.4.34. Cooler-01 (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan cairan H_2SO_4 hasil bawah menara *Absorber*

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : Air

Aliran *fluida* : *Shell* : Cairan H_2SO_4

Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 488 buah

Panjang *Tube* : 12 ft

OD,BWG,*Pitch* : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 4

Spesifikasi Shell

IDshell : 27 in

Baffle spacing : 13,5 in

Pass : 2

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 146.164,5520 US\$

3.4.35. Cooler-02 (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan campuran gas *HCl* dari *Kompresor-02*

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : Air

Aliran *fluida* : *Shell* : Campuran gas

Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 226 buah

Panjang *Tube* : 12 ft

OD,BWG,*Pitch* : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 4

Spesifikasi Shell

IDshell : 17,25 in

Baffle spacing : 8,625 in

Pass : 2

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 60.465,1500 US\$

3.4.36. Cooler-03 (CL-03)

Fungsi : Mendinginkan produk Vinyl Chloride (VCM) sebelum disimpan dalam tangki penyimpanan.

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : Air

Aliran *fluida* : *Shell* : Campuran gas

Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 422 buah

Panjang *Tube* : 12 ft

OD,BWG,*Pitch* : $\frac{3}{4}$ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 4

Spesifikasi Shell

IDshell : 23,25 in

Baffle spacing : 11,625 in

Pass : 2

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 111.321,8732 US\$

3.4.37. Cooler-04 (CL-04)

Fungsi : Mendinginkan H_2SO_4 98% yang keluar dari Evaporator sebelum di simpan dalam Tangki-01 (T-01).

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : Air

Aliran *fluida* : *Shell* : Larutan H₂SO₄

Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 226 buah

Panjang *Tube* : 12 ft

OD,BWG,*Pitch* : ¾ in, 16, *triangular pitch* 1 in

Pass : 4

Spesifikasi Shell

IDshell : 27 in

Baffle spacing : 13,5 in

Pass : 2

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel*

Harga : 10.465,150 US\$

3.4.38. Kompresor-01 (K-01)

Fungsi : Menaikkan tekanan *HCl* sebelum masuk *Reaktor Fixed bed* dari 2,5 atm menjadi 11 atm

Jenis : *Kompresor Centifugal double stage*

Proses : *Politropis*
 Kapasitas : 29,4491 ft³/detik
 BHP : 226,1779 Hp
 Jumlah : 1 buah
 Harga : 132.479,8230 US\$

3.4.39. Kompresor-02 (K-02)

Fungsi : Menaikkan tekanan udara sebelum masuk *Reaktor Fixed bed* dari 1 atm menjadi 11 atm.
 Jenis : *Kompresor Centifugal double stage*
 Proses : *Politropis*
 Kapasitas : 168,9602 ft³/detik
 BHP : 484,5448 Hp
 Jumlah : 1 buah
 Harga : 243.704,6414 US\$

3.4.40. Kompresor-03 (K-03)

Fungsi : Menaikkan tekanan gas yang keluar dari *Separator-03* dari 13,8 atm menjadi 55,5 atm.
 Jenis : *Kompresor Centifugal double stage*

Proses	: <i>Politropis</i>
Kapasitas	: 5,6866 ft ³ /detik
BHP	: 148,8973 Hp
Jumlah	: 1 buah
Harga	: 94.822,5546 US\$

3.4.41. Pompa-01 (P-01)

Fungsi	: Mengalirkan H ₂ SO ₄ 98% dari tangki penampung (T-01) menuju menara <i>Absorber</i> .
Jenis	: <i>Pompa centrifugal multi stage</i>
Putaran	: 1800 rpm
Effisiensi pompa	: 85%
Effisiensi motor	: 80%
BHP pompa	: 7,5 Hp
Jenis Impeller	: Radial Flow
Jumlah	: 1 buah
Harga	: 40.568,9128 US\$

3.4.42. Pompa-02 (P-02)

Fungsi	: Mengalirkan HCL 37% dari produsen menuju <i>Vaporizer-01</i>
Jenis	: <i>Pompa centrifugal single stage</i>
Putaran	: 1800 rpm
Effisiensi pompa	: 80%
Effisiensi motor	: 85%
BHP pompa	: 5 Hp
Jenis Impeller	: Radial Flow
Jumlah	: 1 buah
Harga	: 7.667,3304 US\$

3.4.43. Pompa-03 (P-03)

Fungsi	: Mengalirkan C_2H_4 dari tangki penampung (T-03) menuju Vaporizer-02.
Jenis	: <i>Pompa centrifugal multi stage</i>
Putaran	: 1800 rpm
Effisiensi pompa	: 70%
Effisiensi motor	: 85%
BHP pompa	: 15 Hp
Jenis Impeller	: Radial Flow

Jumlah : 1 buah
Harga : 31.348,7054 US\$

3.4.44. Pompa-04 (P-04)

Fungsi : Mengalirkan campuran asam sulfat dan air dari hasi bawah menara Absorber ke tangki penampung (T-04).

Jenis : *Pompa centrifugal single stage*

Putaran : 1800 rpm

Effisiensi pompa : 80%

Effisiensi motor : 75%

BHP pompa : 5 Hp

Jenis Impeller : Mixed Flow

Jumlah : 1 buah

Harga : 10.190,7556 US\$

3.4.45. Pompa-05 (P-05)

Fungsi : Mengalirkan *Ethylene Dichloride* dari *Separator-03* menuju *Decanter*.

Jenis : *Pompa centrifugal single stage*

Putaran : 1800 rpm

Effisiensi pompa : 75%

Effisiensi motor : 80%

BHP pompa : 1 Hp

Jenis Impeller : Mixed Flow

Jumlah : 1 buah

Harga : 43.577,6121 US\$

3.4.46. Pompa-06 (P-06)

Fungsi : Mengalirkan *Ethylene Dichloride* dari *Decanter* menuju *Vaporizer-03*.

Jenis : *Pompa centrifugal multi stage*

Putaran : 1800 rpm

Effisiensi pompa : 80%

Effisiensi motor : 85%

BHP pompa : 7.5 Hp

Jenis Impeller : Radial Flow

Jumlah : 1 buah

Harga : 5.532,1245 US\$

3.4.47. Pompa-07 (P-07)

Fungsi : Mengalirkan *Ethylene Dichloride* dari hasil bawah Separator-04 menuju Vaporizer-03.

Jenis : Pompa centrifugal single stage

Putaran : 1800 rpm

Effisiensi pompa : 60%

Effisiensi motor : 80%

BHP pompa : 0,5 Hp

Jenis Impeller : Radial Flow

Jumlah : 1 buah

Harga : 37.463,1587 US\$

3.4.48. Pompa-08 (P-08)

Fungsi : Mengalirkan *Ethylene Dichloride* dari hasil bawah Separator-08 (S-08) menuju Vaporizer-03.

Jenis : Pompa centrifugal multi stage

Putaran : 1800 rpm

Effisiensi pompa : 70%

Effisiensi motor : 80%

BHP pompa : 15 Hp

Jenis Impeller : Radial Flow
Jumlah : 1 buah
Harga : 7.667,3304 US\$

3.4.49. Pompa-09 (P-09)

Fungsi : Mengalirkan hasil atas *menara distilasi* (MD-01) dari *Accumulator* untuk di *recycle* menuju *menara distilasi* (MD-01) lagi.

Jenis : *Pompa centrifugal multi stage*

Putaran : 1800 rpm

Effisiensi pompa : 65%

Effisiensi motor : 80%

BHP pompa : 0,5 Hp

Jenis Impeller : Radial Flow

Jumlah : 1 buah

Harga : 1.649,9319 US\$

3.4.50. Pompa-10 (P-10)

Fungsi : Mengalirkan produk samping H_2SO_4 65% dari Tangki-04 (T-04) ke Evaporator.

Jenis : *Pompa centrifugal single stage*

Putaran : 1800 rpm

Effisiensi pompa : 85%

Effisiensi motor : 80%

BHP pompa : 0,5 Hp

Jenis Impeller : Axial Flow

Jumlah : 1 buah

Harga : 10.190,7556 US\$

3.4.51. Pompa-11 (P-11)

Fungsi : Mengalirkan H₂SO₄ 98% hasil pemurnian dari Evaporator untuk *direcycle* menuju Tangki-01 (T-01).

Jenis : *Pompa centrifugal single stage*

Putaran : 1800 rpm

Effisiensi pompa : 85%

Effisiensi motor : 80%

BHP pompa : 2 Hp

Jenis Impeller : Mixed Flow

Jumlah : 1 buah

Harga : 7.667,3304 US\$

3.4.52. Pompa-12 (P-12)

Fungsi : Mengalirkan produk VCM dari Tangki-05 (T-05) ke Tangki truk konsumen.

Jenis : *Pompa centrifugal single stage*

Putaran : 1800 rpm

Effisiensi pompa : 80%

Effisiensi motor : 75%

BHP pompa : 3 Hp

Jenis Impeller : Axial Flow

Jumlah : 3 buah

Harga : 46.586,3114 US\$

3.4.53. Pompa-13 (P-13)

Fungsi : Mengalirkan campuran EDC hasil bawah atas *menara distilasi* (MD-01) ke Separator-08 (S-08).

Jenis : *Pompa centrifugal multi stage*

Putaran : 1800 rpm

Effisiensi pompa : 70%

Effisiensi motor : 80%

BHP pompa : 15 Hp

Jenis Impeller	: Radial Flow
Jumlah	: 1 buah
Harga	: 6.500,00 US\$

3.4.54. Pompa-14 (P-14)

Fungsi	: Mengalirkan air untuk umpan steam boiler.
Jenis	: <i>Pompa centrifugal single stage</i>
Putaran	: 1800 rpm
Effisiensi pompa	: 70%
Effisiensi motor	: 80%
BHP pompa	: 0,5 Hp
Jenis Impeller	: Mixed Flow
Jumlah	: 1 buah
Harga	: 6.308,5630 US\$

3.4.55. Accumulator

Fungsi	: Menampung sementara hasil pengembunan <i>Vinyl Chloride</i> dari <i>Condenser-04</i> selama 15 menit.
Jenis	: Tangki <i>Silinder Horizontal</i>
Kondisi Operasi	: Tekanan : 6 atm

Suhu : 35 °C

Dimensi Accumulator

Diameter : 1,8123 m
 Panjang : 3,6247 m
 Tebal Dinding : 0,1875 m
 Tebal Head : 0,1875 m
 Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-285 Grade C*
 Bentuk Head : *Elliptical Dishead*
 Jumlah : 1 buah
 Harga : 544,3744 US\$

3.4.56. Tangki Bahan Baku-01 (T-01)

Fungsi : Menampung bahan pembantu *Asam sulfat 98%* sebanyak 67163,9359 kg/jam selama 7 hari.
 Jenis : Tangki *Silinder Vertikal*, atap berbentuk *elliptical* dan dasar berbentuk datar.
 Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm
 Suhu : 35 °C

Dimensi Tangki

Volume : 2460,9868 m³

Diameter	: 21,341 m
Tinggi	: 7,3171 m
Tebal Shell	: 0,4145 in
Tebal Head	: 0,4847 in
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-240 Grade S</i>
Jumlah	: 3 buah
Harga	: 1.941.484,5268 US\$

3.4.57. Tangki Bahan Baku-02 (T-02)

Fungsi	: Menampung bahan baku HCl 37% sebanyak 53304,71105 kg/jam selama 7 hari.
Jenis	: Tangki <i>Silinder Vertikal</i> , atap berbentuk <i>elliptical</i> dan dasar berbentuk datar.
Kondisi Operasi	: Tekanan : 1 atm Suhu : 35 °C

Dimensi Tangki

Volume	: 3461,6412 m ³
Diameter	: 24,3902 m
Tinggi	: 9,1463 m
Tebal Shell	: 0,5422 in

Tebal Head	: 0,5281 in
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-240 Grade S</i>
Jumlah	: 3 buah
Harga	: 2.423.652,8496 US\$

3.4.58. Tangki Bahan Baku-03 (T-03)

Fungsi	: Menampung bahan baku <i>Ethylene</i> 98% sebanyak kg/jam selama 7 hari.
Jenis	: Tangki <i>Silinder Vertikal</i> , atap berbentuk <i>elliptical</i> dan dasar berbentuk datar.
Kondisi Operasi	: Tekanan : 1 atm Suhu : -108 °C

Dimensi Tangki

Volume	: 2577,4614 m ³
Diameter	: 21,3414 m
Tinggi	: 7,6214 in
Tebal Shell	: 0,4986 in
Tebal Head	: 0,5767 in
Tebal isolasi	: 6,0697 in
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-240 Grade S</i>

Jumlah : 2 buah
 Harga : 579.999,5767 US\$

3.4.59. Tangki Penampung-04 (T-04)

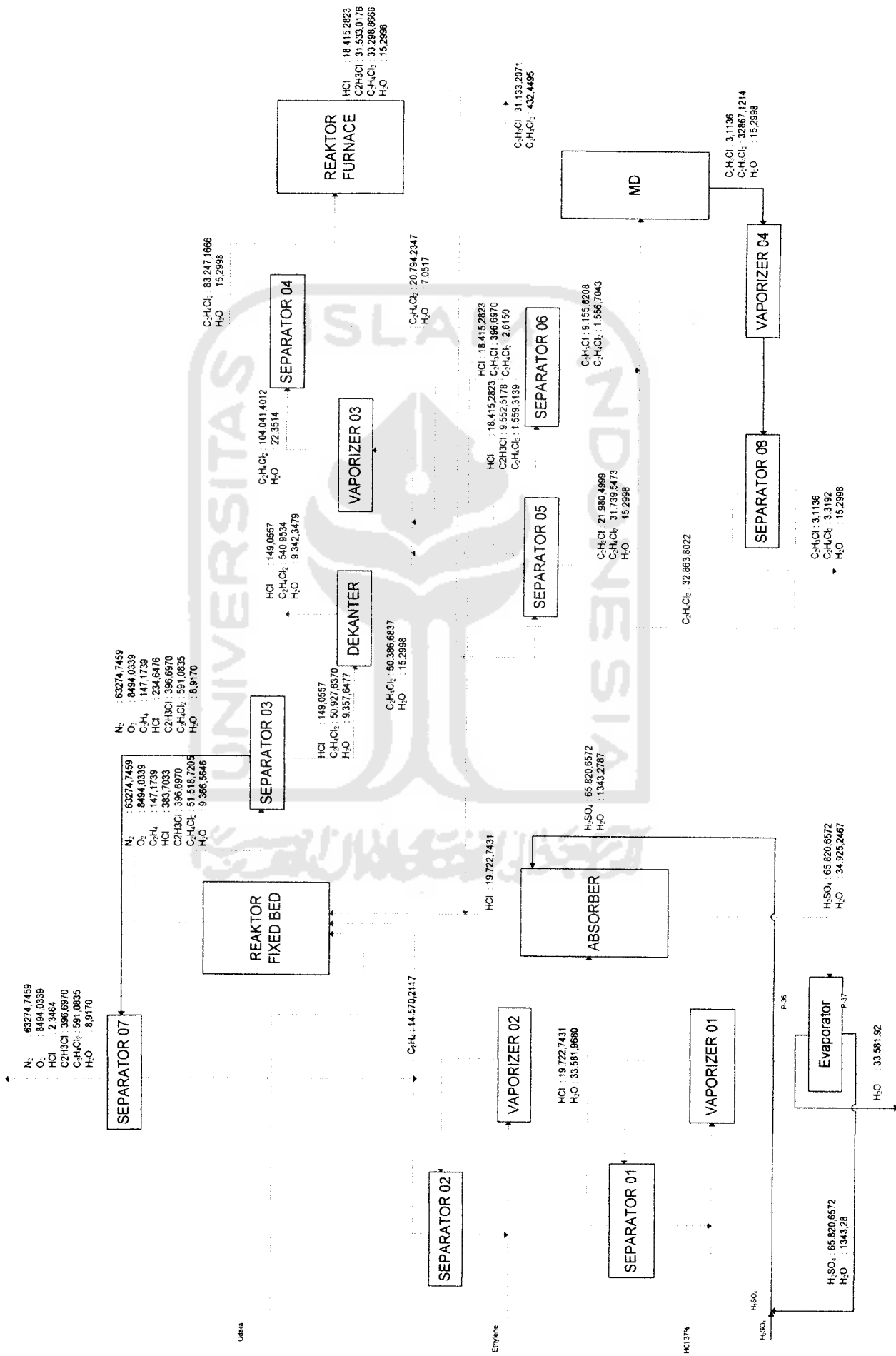
Fungsi : Menampung *Asam sulfat* dan air yang berasal dari hasil bawah menara *Absorber* sebanyak 100745,9039 kg/jam selama 7 hari.
 Jenis : Tangki *Silinder Vertikal*, atap berbentuk *elliptical* dan dasar berbentuk datar.
 Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm
 Suhu : 35 °C

Dimensi Tangki

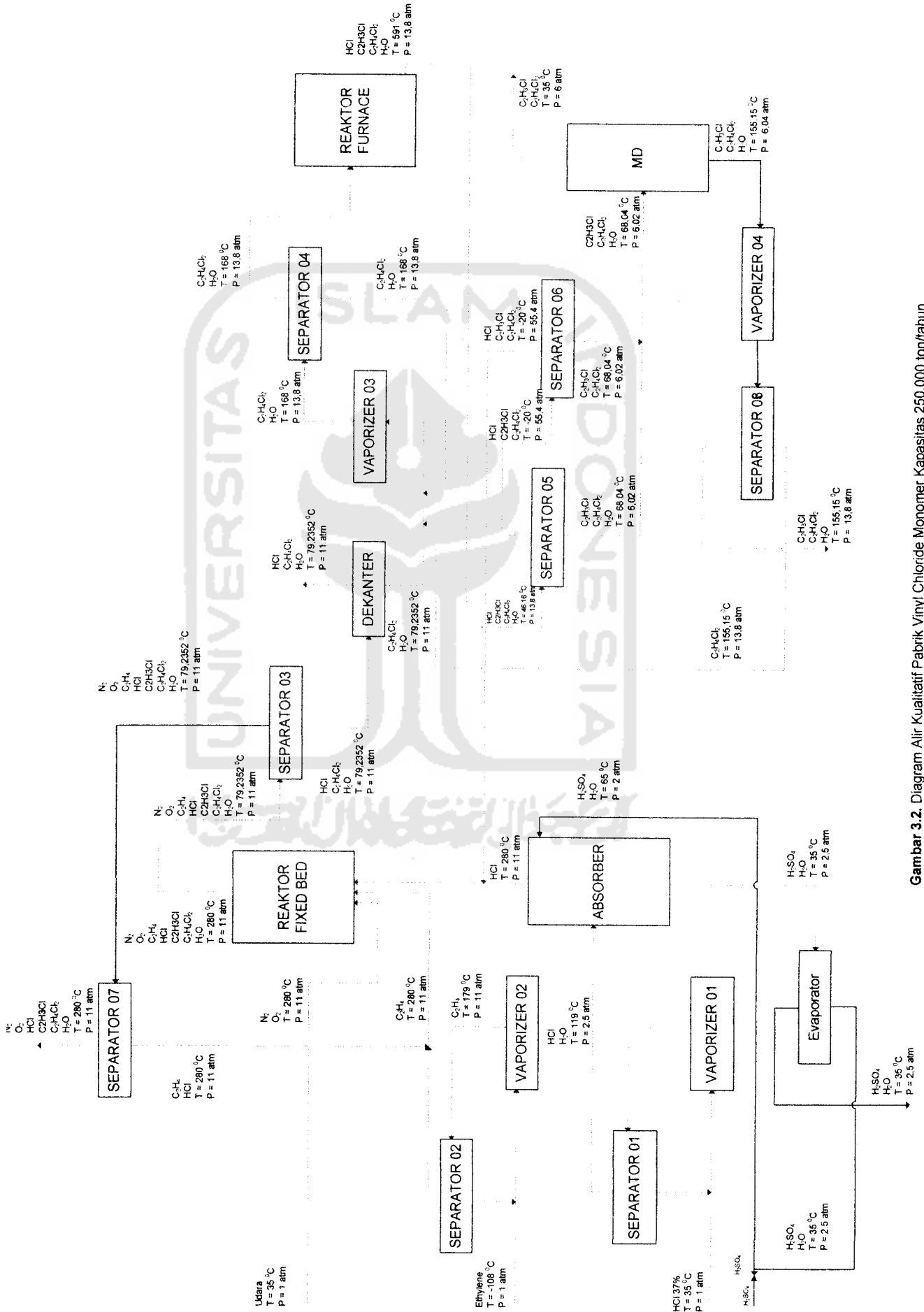
Volume : 4020,2641 m³
 Diameter : 24,3902 m
 Tinggi : 9,1463 m
 Tebal Shell : 0,5422 in
 Tebal Head : 0,5487 in
 Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA-240 Grade S*
 Jumlah : 3 buah
 Harga : 2.671.142,6289 US\$

3.4.60. Tangki Produk-05 (T-05)

Fungsi	: Menampung produk <i>Vinyl Chloride Monomer</i> sebanyak 31565,6565 kg/jam selama 15 hari.
Jenis	: Tangki <i>Silinder Vertikal</i> , atap berbentuk <i>elliptical</i> dan dasar berbentuk datar.
Kondisi Operasi	: Tekanan : 1 atm Suhu : 35 °C
Dimensi Tangki	
Volume	: 2337,2350 m ³
Diameter	: 21,341 m
Tinggi	: 7,3171 m
Tebal Shell	: 0,4830 in
Tebal Head	: 2,7498 in
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-240 Grade S</i>
Jumlah	: 6 buah
Harga	: 1.632.850,3139 US\$



Gambar 3.1. Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Vinyl Chloride Monomer Kapasitas 250.000 ton/tahun



Gambar 3.2. Diagram Alir Kualitatif Pabrik Vinyl Chloride Monomer Kapasitas 250.000 ton/tahun