library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

BAB III

SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

Spesifikasi alat proses pada pabrik metil metakrilat terdiri dari 7 alat utama dan 49 alat pendukung. Alat utama terdiri dari reaktor, menara distilasi, dan dekanter. Sedangkan alat pendukung terdiri dari tangki penyimpan bahan baku dan produk, *heater*, *cooler*, *reboiler*, *condenser*, *accumulator*, *expansion valve*, dan pompa. Alat-alat tersebut mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.1. Spesifikasi Alat Utama

3.1.1. Reaktor

Tabel 3-1 Spesifikasi Reaktor

Spesifikasi Alat	R-01	R-02
Tugas	Mereaksikan aseton sianohidrin dengan asam sulfat menjadi metakrilamid sulfat	Mereaksikan metakrilamid sulfat dengan metanol menjadi metil metakrilat dan amonium bisulfat
Jenis	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Bahan	*Stainless Steel* SA 203 *Grade* B	*Stainless Steel* SA 203 *Grade* B
Jumlah	1 buah	1 buah
Volume reaktor	23,10 m^3	40,29 m^3
Laju alir massa umpan	26.570,64 kg/jam	33.268,99 kg/jam
Laju alir volume umpan	19,25 m^3/jam	33,57 m^3/jam
Tekanan	1 atm	7 atm
Suhu	130ºC	150ºC
Dimensi tangki		
Diameter tangki	3,05 m	3,66 m
Tinggi tangki	2,89 m	3,48 m
Tinggi cairan	2,62 m	3,15 m
Tebal *shell*	0,01 m	0,03 m
Dimensi *head*		
Bentuk	*Torispherical Dished Head*	*Torispherical Dished Head*
Tinggi *head*	0,55 m	0,67 m
Tebal *head*	0,01 m	0,04 m
Tinggi reaktor total	3,99 m	4,81 m
Dimensi pengaduk		
Jenis pengaduk	Turbin enam *flat blade* dengan empat *baffle*	Turbin enam *flat blade* dengan empat *baffle*
Diameter	0,96 m	1,16 m
Kecepatan	84 rpm	68 rpm
Daya	27 hp	26 hp
Pemanas/		
Jenis	Jaket pemanas	Jaket pendingin
Fluida	*Steam*	Air pendingin
Suhu	T*in* : 300ºC T*out* : 300ºC	T*in* : 30ºC T*out* : 50ºC
Tekanan	1 atm	1 atm
Jumlah	1.536,34 kg/jam	284.878,42 kg/jam
Tinggi jaket	1,63 m	1,92 m
Lebar jaket	0,25 m	0,25 m
Tebal jaket	0,03 m	0,03 m

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.1.2. Menara Distilasi

Tabel 3-2 Spesifikasi Menara Distilasi

Spesifikasi Alat	MD-01	MD-02
Tugas	Memisahkan asam sulfat dan amonium bisulfat dari campuran metil metakrilat	Memisahkan metanol dari campuran untuk digunakan kembali di reaktor esterifikasi (R-02)
Jenis	*Plate Sieve Tray*	*Plate Sieve Tray*
Bahan	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 buah	1 buah
Laju alir massa	Umpan : 33.268,99 kg/jam Hasil atas : 14.910,96 kg/jam Hasil bawah : 18.358,03 kg/jam	Umpan : 14.910,96 kg/jam Hasil atas : 2.792,79 kg/jam Hasil bawah : 12.118,17 kg/jam
Tekanan	Umpan : 1 atm Hasil atas : 0,87 atm Hasil bawah : 1,11 atm	Umpan : 1 atm Hasil atas : 0,95 atm Hasil bawah : 1,07 atm
Suhu	Umpan : 234,14ºC Hasil atas : 180,62ºC Hasil bawah : 240,46ºC	Umpan : 82,05ºC Hasil atas : 67,16ºC Hasil bawah : 100,86ºC
	Dimensi kolom	
Diameter	Seksi atas : 1,37 m Seksi bawah : 2,44 m	Seksi atas : 1,68 m Seksi bawah : 2,13 m
Tebal	Seksi atas : 0,010 m Seksi bawah : 0,005 m	Seksi atas : 0,005 m Seksi bawah : 0,005 m
Tinggi menara	24,46 m	18,03 m
Tinggi *shell*	20,66 m	14,27 m
Tinggi seksi atas	6,98 m	6,10 m
Tinggi seksi bawah	14,43 m	8,88 m
Support	3,05 m	3,05 m
Dimensi *head*		
Tipe	*Torispherical Dished Head*	*Torispherical Dished Head*
Bahan	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Tebal *head*	Atas : 0,006 m Bawah : 0,008 m	Atas : 0,006 m Bawah : 0,006 m
Tinggi *head*	Atas : 0,28 m Bawah : 0,47 m	Atas : 0,30 m Bawah : 0,40 m
Dimensi *plate*		
Tipe	*Sieve Tray*	*Sieve Tray*
Bahan	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah *plate*	25 (tanpa reboiler parsial)	15 (tanpa reboiler parsial)
Feed plate ke-	8 (dari bawah)	6 (dari bawah)
Plate spacing	0,6 m	0,6 m

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Spesifikasi Alat	MD-03	MD-04
Tugas	Memisahkan metil metakrilat dari pengotornya seperti aseton sianohidrin, metakrilamid sulfat, dan amonium bisulfat	Memisahkan produk samping amonium bisulfat dan mengambil asam sulfat untuk digunakan kembali sebagai umpan reaktor hidrolisis (R-01)
Jenis	*Plate Sieve Tray*	*Plate Sieve Tray*
Bahan	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 buah	1 buah
Laju alir massa	Umpan : 12.118,17 kg/jam Hasil atas : 11.144,62 kg/jam Hasil bawah : 973,54 kg/jam	Umpan : 18.358,03 kg/jam Hasil atas : 11.841,53 kg/jam Hasil bawah : 6.516,50 kg/jam
Tekanan	Umpan : 1 atm Hasil atas : 0,91 atm Hasil bawah : 1,02 atm	Umpan : 1 atm Hasil atas : 0,92 atm Hasil bawah : 1,14 atm
Suhu	Umpan : 111,95°C Hasil atas : 100,33°C Hasil bawah : 153,87°C	Umpan : 240,47°C Hasil atas : 226,54°C Hasil bawah : 273,50°C
	Dimensi kolom	
Diameter	Seksi atas : 1,68 m Seksi bawah : 2,29 m	Seksi atas : 1,98 m Seksi bawah : 1,68 m
Tebal	Seksi atas : 0,005 m Seksi bawah : 0,006 m	Seksi atas : 0,005 m Seksi bawah : 0,005 m
Tinggi menara	17,87 m	19,21 m
Tinggi *shell*	14,07 m	15,43 m
Tinggi seksi atas	5,15 m	7,51 m
Tinggi seksi bawah	9,67 m	8,66 m
Support	3,05 m	3,05 m
	Dimensi *head*	
Tipe	*Torispherical Dished Head*	*Torispherical Dished Head*
Bahan	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Tebal *head*	Atas : 0,006 m Bawah : 0,006 m	Atas : 0,006 m Bawah : 0,006 m
Tinggi *head*	Atas : 0,34 m Bawah : 0,41 m	Atas : 0,40 m Bawah : 0,34 m
	Dimensi *plate*	
Tipe	*Sieve Tray*	*Sieve Tray*
Bahan	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah *plate*	14 (tanpa reboiler parsial)	22 (tanpa reboiler parsial)
Feed plate ke-	11 (dari bawah)	11 (dari bawah)
Plate spacing	0,6 m	0,6 m

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.1.3. Dekanter

Tabel 3-3 Spesifikasi Dekanter

Spesifikasi Alat	DC-01
Tugas	Memurnikan produk metil metakrilat dengan kadar kemurnian 99,8%
Jenis	*Continuous Gravity Decanter* dengan bentuk silinder *horizontal* dan waktu tinggal 27 menit
Bahan	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 buah
Volume	6,71 m^3
Laju alir volume umpan	12,18 m^3/jam
Laju alir massa	Umpan : 11.144,62 kg/jam Fase atas : 10.101,01 kg/jam Fase bawah : 1.043,61 kg/jam
Tekanan	1 atm
Suhu	35°C
Dimensi tangki	
Diameter tangki	1,62 m
Panjang tangki	4,02 m
Tebal *shell*	0,005 m
Dimensi *head*	
Bentuk	*Torispherical Dished Head*
Tebal *head*	0,005 m
Panjang *head*	0,39 m

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.2. Spesifikasi Alat Pendukung

3.2.1. Tangki Penyimpan Bahan Baku

Tabel 3-4 Spesifikasi Tangki Penyimpan Bahan Baku

Spesifikasi Alat	T-01	T-02
Tugas	Tempat menyimpan bahan baku aseton sianohidrin pada suhu 35ºC, tekanan 1 atm untuk waktu operasi 21 hari	Tempat menyimpan bahan baku asam sulfat pada suhu 35ºC, tekanan 1 atm untuk waktu operasi 7 hari
Jenis	Tangki silinder tegak atmosferis dengan alas datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk *conical roof*	Tangki silinder tegak atmosferis dengan alas datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk *conical roof*
Bahan	*Carbon Steel* SA 53	*Carbon Steel* SA 53
Jumlah	1 buah	1 buah
Kapasitas	6.074,91 m^3	1.283,84 m^3
Kondisi penyimpanan	Cair	Cair
Diameter tangki	27,43 m	12,19 m
Tinggi tangki	31,99 m	13,75 m
Tebal *shell*	*Course* 1 = 0,88 in (0,022 m) *Course* 2 = 0,75 in (0,019 m) *Course* 3 = 0,63 in (0,016 m) *Course* 4 = 0,50 in (0,013 m) *Course* 5 = 0,38 in (0,010 m) *Course* 6 = 0,25 in (0,006 m)	*Course* 1 = 0,88 in (0,022 m) *Course* 2 = 0,75 in (0,019 m) *Course* 3 = 0,63 in (0,016 m) *Course* 4 = 0,50 in (0,013 m) *Course* 5 = 0,38 in (0,010 m) *Course* 6 = 0,31 in (0,006 m) *Course* 7 = 0,25 in (0,006 m)
Tebal *bottom*	0,88 in (0,022 m)	1,50 in (0,038 m)
Tebal *roof*	0,25 in (0,006 m)	0,13 in (0,003 m)
Sudut θ	56,88º	14,37º

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Spesifikasi Alat	T-03
Tugas	Tempat menyimpan bahan baku metanol pada suhu 35ºC, tekanan 1 atm untuk waktu operasi 15 hari
Jenis	Tangki silinder tegak atmosferis dengan alas datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk *conical roof*
Bahan	*Carbon Steel* SA 53
Jumlah	1 buah
Kapasitas	2.046,33 m^3
Kondisi penyimpanan	Cair
Diameter tangki	7,32 m
Tinggi tangki	9,08 m
Tebal *shell*	*Course* 1 = 1,38 in (0,035 m) *Course* 2 = 1,13 in (0,029 m) *Course* 3 = 1,13 in (0,029 m) *Course* 4 = 1 in (0,025 m)
Tebal *bottom*	0,25 in (0,006 m)
Tebal *roof*	0,25 in (0,006 m)
Sudut θ	9,37º

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.2.2. Tangki Penyimpan Produk

Tabel 3-5 Spesifikasi Tangki Penyimpan Produk

Spesifikasi Alat	T-04	T-05
Tugas	Tempat menyimpan produk metil metakrilat pada suhu 35ºC, tekanan 1 atm untuk waktu operasi 15 hari	Tempat menyimpan produk samping amonium bisulfat pada suhu 35ºC, tekanan 1 atm untuk waktu operasi 15 hari
Jenis	Tangki silinder tegak atmosferis dengan alas datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk *conical roof*	Tangki silinder tegak atmosferis dengan alas datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk *conical roof*
Bahan	*Carbon Steel* SA 53	*Carbon Steel* SA 53
Jumlah	1 buah	1 buah
Kapasitas	4.716,11 m^3	6.078,37 m^3
Kondisi penyimpanan	Cair	Cair
Diameter tangki	27,43 m	27,43 m
Tinggi tangki	16,69 m	15,18 m
Tebal *shell*	*Course* 1 = 0,88 in (0,022 m) *Course* 2 = 0,75 in (0,019 m) *Course* 3 = 0,63 in (0,016 m) *Course* 4 = 0,50 in (0,013 m) *Course* 5 = 0,38 in (0,010 m) *Course* 6 = 0,25 in (0,006 m)	*Course* 1 = 0,88 in (0,022 m) *Course* 2 = 0,75 in (0,019 m) *Course* 3 = 0,63 in (0,016 m) *Course* 4 = 0,44 in (0,011 m) *Course* 5 = 0,38 in (0,010 m) *Course* 6 = 0,25 in (0,006 m)
Tebal *bottom*	0,88 in (0,022 m)	0,88 in (0,022 m)
Tebal *roof*	0,31 in (0,008 m)	0,19 in (0,005 m)
Sudut θ	22,64º	56,88º

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.2.3. *Heater*

Tabel 3-6 Spesifikasi *Heater*

Spesifikasi Alat	HE-01	HE-02
Tugas	Menaikkan suhu umpan menara distilasi 1 (MD-01) dari 150ºC menjadi 234,14ºC	Menaikkan suhu umpan menara distilasi 3 (MD-03) 100,86ºC menjadi 110,34ºC
Jenis	*Double Pipe Heat Exchanger*	*Double Pipe Heat Exchanger*
Bahan konstruksi	Pipa dalam : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C Pipa luar : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	Pipa dalam : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C Pipa luar : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 buah	1 buah
Luas transfer panas	210,91 ft^2	4,59 ft^2
Beban pemanas	7.395.859,09 Btu/jam	238.619,45 Btu/jam
Spesifikasi pipa dalam		
Fluida	Fluida dingin	Fluida dingin
Kapasitas	33.268,99 kg/jam	12.118,17 kg/jam
Delta P	2,04 psi	0,27 psi
Suhu	T*in* : 150ºC T*out* : 234,14ºC	T*in* : 100,86ºC T*out* : 110,34ºC
IPS	2 in	2 in
OD	2,38 in	2,38 in
ID	2,07 in	2,07 in
Jumlah *hairpin*	10	1
Panjang *hairpin*	12 ft	12 ft
Spesifikasi pipa luar		
Fluida	Fluida panas, *superheated steam*	Fluida panas, *superheated steam*
Kapasitas	2.546,02 kg/jam	82,14 kg/jam
Delta P	0,09 psi	0,01 psi
Suhu	T*in* : 300ºC T*out* : 300ºC	T*in* : 300ºC T*out* : 300ºC
IPS	3 in	3 in
OD	3,50 in	3,50 in
ID	3,07 in	3,07 in
Uc	445,70 Btu/hr.ft^2.ºF	281,12 Btu/hr.ft^2.ºF
Ud	190,57 Btu/hr.ft^2.ºF	148,75 Btu/hr.ft^2.ºF
Rd *required*	0,003 hr.ft^2.ºF/Btu	0,003 hr.ft^2.ºF/Btu
Rd	0,0031 hr.ft^2.ºF/Btu	0,0032 hr.ft^2.ºF/Btu

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.2.4. *Cooler*

Tabel 3-7 Spesifikasi *Cooler*

Spesifikasi Alat	CO-01	CO-02	CO-04
Tugas	Menurunkan suhu hasil atas menara distilasi 1 (MD-01) dari 180,62ºC menjadi 82,20ºC	Menurunkan suhu hasil bawah menara distilasi 4 (MD-04) dari 273,64ºC menjadi 130ºC untuk umpan *recycle* ke reaktor hidrolisis (R-01)	Menurunkan suhu hasil bawah menara distilasi 3 (MD-03) dari 154ºC menjadi 35ºC
Jenis	*Double Pipe Heat Exchanger*	*Double Pipe Heat Exchanger*	*Double Pipe Heat Exchanger*
Bahan konstruksi	Pipa dalam : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C Pipa luar : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	Pipa dalam : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C Pipa luar : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	Pipa dalam : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C Pipa luar : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Luas transfer panas	71,53 ft^2	29,75 ft^2	57,77 ft^2
Beban pendingin	2.232.403,91 Btu/jam	1.496.295,41 Btu/jam	181.448,55 Btu/jam
Spesifikasi pipa dalam			
Fluida	Fluida dingin, air pendingin	Fluida dingin, air pendingin	Fluida dingin, air pendingin
Kapasitas	28.146,64 kg/jam	18.865,62 kg/jam	2.287,74 kg/jam
Delta P	1,26 psi	0,59 psi	0,01 psi
Suhu	T*in* : 30ºC T*out* : 50ºC	T*in* : 30ºC T*out* : 50ºC	T*in* : 30ºC T*out* : 50ºC
IPS	2 in	2 in	2 in
OD	2,38 in	2,38 in	2,38 in
ID	2,07 in	2,07 in	2,07 in
Jumlah *hairpin*	4	2	3
Panjang *hairpin*	12 ft	12 ft	12 ft
Spesifikasi pipa luar			
Fluida	Fluida panas	Fluida panas	Fluida panas
Kapasitas	14.910,96 kg/jam	6.516,50 kg/jam	973,54 kg/jam
Delta P	0,25 psi	0,04 psi	0,02 psi
Suhu	T*in* : 180,62ºC T*out* : 82,20ºC	T*in* : 273,64ºC T*out* : 130ºC	T*in* : 154ºC T*out* : 35ºC
IPS	3 in	3 in	3 in
OD	3,50 in	3,50 in	3,50 in
ID	3,07 in	3,07 in	3,07 in
Uc	525,28 Btu/hr.ft^2.ºF	231,06 Btu/hr.ft^2.ºF	66,80 Btu/hr.ft^2.ºF
Ud	202,80 Btu/hr.ft^2.ºF	181,91 Btu/hr.ft^2.ºF	53,49 Btu/hr.ft^2.ºF
Rd *required*	0,003 hr.ft^2.ºF/Btu	0,001 hr.ft^2.ºF/Btu	0,003 hr.ft^2.ºF/Btu
Rd	0,0031 hr.ft^2.ºF/Btu	0,001 hr.ft^2.ºF/Btu	0,0037 hr.ft^2.ºF/Btu

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Spesifikasi Alat	CO-03	CO-05
Tugas	Menurunkan suhu hasil atas menara distilasi 4 (MD-04) yang berupa produk samping amonium bisulfat dari 226,68ºC menjadi 35ºC menuju tangki penyimpan amonium bisulfat (T-05)	Menurunkan suhu hasil atas menara distilasi 3 (MD-03) dari 100,48ºC menjadi 35ºC
Jenis	*Shell and Tube Exchanger*	*Shell and Tube Exchanger*
Bahan konstruksi	*Tube* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C *Shell* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Tube* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C *Shell* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 buah	1 buah
Luas transfer panas	1.063,69 ft^2	555,39 ft^2
Beban pendingin	6.915.757,12 Btu/jam	1.474.882,57 Btu/jam
Spesifikasi *tube*		
Fluida	Fluida panas	Fluida panas
Kapasitas	11.841,53 kg/jam	11.144,62 kg/jam
Delta P	4 psi	4 psi
Suhu	T*in* : 226,68ºC T*out* : 35ºC	T*in* : 100,48ºC T*out* : 35ºC
OD *tube*	1 in	0,75 in
ID *tube*	0,87 in	0,62 in
BWG	16	16
Susunan	*Triangular Pitch*	*Triangular Pitch*
Jumlah *tube*	424	316
Passes	1	1
Panjang *tube*	10 ft	10 ft
Pitch	1,25 in	1,25 in
Spesifikasi *shell*		
Fluida	Fluida dingin, air pendingin	Fluida dingin, air pendingin
Kapasitas	87.195,40 kg/jam	18.595,65 kg/jam
Delta P	1,42 psi	0,16 psi
Suhu	T*in* : 30ºC T*out* : 50ºC	T*in* : 30ºC T*out* : 50ºC
ID *shell*	31 in	21,25 in
Baffle spacing	7,75 in	5,31 in
Passes	6	1
Uc	118,71 Btu/hr.ft^2.ºF	107,88 Btu/hr.ft^2.ºF
Ud	79,13 Btu/hr.ft^2.ºF	75 Btu/hr.ft^2.ºF
Rd *required*	0,003 hr.ft^2.ºF/Btu	0,003 hr.ft^2.ºF/Btu
Rd	0,0042 hr.ft^2.ºF/Btu	0,0041 hr.ft^2.ºF/Btu

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.2.5. *Reboiler*

Tabel 3-8 Spesifikasi *Reboiler*

Spesifikasi Alat	RB-01	RB-02
Tugas	Menguapkan sebagian hasil bawah menara distilasi 1 (MD-01)	Menguapkan sebagian produk bawah menara distilasi 2 (MD-02)
Jenis	*Kettle Reboiler*	*Kettle Reboiler*
Bahan konstruksi	*Tube* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C *Shell* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Tube* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C *Shell* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 buah	1 buah
Luas transfer panas	56,53 ft^2	124,85 ft^2
Beban panas	2.618.936,99 Btu/jam	6.211.154,23 Btu/jam
Spesifikasi *tube*		
Fluida	Fluida panas, *superheated steam*	Fluida panas, *superheated steam*
Kapasitas	990,37 kg/jam	3.327,81 kg/jam
Delta P	0,03 psi	0,12 psi
Suhu	*Tin* : 300ºC *Tout* : 300ºC	*Tin* : 170ºC *Tout* : 170ºC
OD *tube*	0,75 in	0,75 in
ID *tube*	0,65 in	0,51 in
BWG	16	11
Susunan	*Triangular Pitch*	*Triangular Pitch*
Jumlah *tube*	24	106
Passes	4	2
Panjang *tube*	12 ft	6 ft
Pitch	1 in	1 in
Spesifikasi *shell*		
Fluida	Fluida dingin, hasil bawah MD-01	Fluida dingin, hasil bawah MD-02
Kapasitas	14.910,96 kg/jam	12.118,17 kg/jam
Suhu	*Tin* : 238,50ºC *Tout* : 240,48ºC	*Tin* : 99,10ºC *Tout* : 100,86ºC
ID *shell*	8 in	13,25 in
Baffle spacing	4 in	10 in
Passes	4	2
Uc	600 Btu/hr.ft^2.ºF	750 Btu/hr.ft^2.ºF
Ud	424,86 Btu/hr.ft^2.ºF	394,32 Btu/hr.ft^2.ºF
Rd *required*	0,0005 hr.ft^2.ºF/Btu	0,0005 hr.ft^2.ºF/Btu
Rd	0,0007 hr.ft^2.ºF/Btu	0,0012 hr.ft^2.ºF/Btu

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Spesifikasi Alat	RB-03	RB-04
Tugas	Menguapkan sebagian produk bawah menara distilasi 3 (MD-03)	Menguapkan sebagian produk bawah menara distilasi 4 (MD-04)
Jenis	*Kettle Reboiler*	*Kettle Reboiler*
Bahan konstruksi	*Tube* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C *Shell* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Tube* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C *Shell* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 buah	1 buah
Luas transfer panas	226,20 ft^2	477,52 ft^2
Beban panas	2.789.948,41 Btu/jam	9.214.771,12 Btu/jam
Spesifikasi *tube*		
Fluida	Fluida panas, *superheated steam*	Fluida panas, *superheated steam*
Kapasitas	1.494,80 kg/jam	3.513,46 kg/jam
Delta P	0,05 psi	0,01 psi
Suhu	T*in* : 170ºC T*out* : 170ºC	T*in* : 300ºC T*out* : 300ºC
OD *tube*	1 in	1 in
ID *tube*	0,87 in	0,87 in
BWG	16	16
Susunan	*Triangular Pitch*	*Triangular Pitch*
Jumlah *tube*	72	152
Passes	8	2
Panjang *tube*	12 ft	12 ft
Pitch	1,25 in	1,25 in
Spesifikasi *shell*		
Fluida	Fluida dingin, hasil bawah MD-03	Fluida dingin, hasil bawah MD-04
Kapasitas	973,54 kg/jam	6.516,50 kg/jam
Suhu	T*in* : 151,05ºC T*out* : 153,87ºC	T*in* : 272,20ºC T*out* : 273,50ºC
ID *shell*	15,25 in	19,25 in
Baffle spacing	11,44 in	11,44 in
Passes	8	2
Uc	600 Btu/hr.ft^2.ºF	600 Btu/hr.ft^2.ºF
Ud	391,07 Btu/hr.ft^2.ºF	394,51 Btu/hr.ft^2.ºF
Rd *required*	0,0005 hr.ft^2.ºF/Btu	0,0005 hr.ft^2.ºF/Btu
Rd	0,0009 hr.ft^2.ºF/Btu	0,0009 hr.ft^2.ºF/Btu

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.2.6. *Condenser*

Tabel 3-9 Spesifikasi *Condenser*

Spesifikasi Alat	CD-01	CD-02
Tugas	Mengembunkan uap hasil atas menara distilasi 1 (MD-01)	Mengembunkan uap hasil atas menara distilasi 2 (MD-02)
Jenis	*Shell and Tube Exchanger*	*Shell and Tube Exchanger*
Bahan konstruksi	*Tube* : *Stainless Steel* SA 167 *Grade* 3 *Shell* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Tube* : *Stainless Steel* SA 167 *Grade* 3 *Shell* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 buah	1 buah
Luas transfer panas	337,64 ft^2	1.311,28 ft^2
Beban panas	6.286.036,45 Btu/jam	5.870.123,08 Btu/jam
Spesifikasi *tube*		
Fluida	Air pendingin	Air pendingin
Kapasitas	1.663,29 kg/jam	1.553,24 kg/jam
Delta P	0,48 psi	2,43 psi
Suhu	T*in* : 30ºC T*out* : 50ºC	T*in* : 30ºC T*out* : 50ºC
OD *tube*	0,75 in	0,75 in
ID *tube*	0,48 in	0,48 in
BWG	10	10
Susunan	*Triangular Pitch*	*Triangular Pitch*
Jumlah *tube*	86	334
Passes	2	6
Panjang *tube*	20 ft	20 ft
Pitch	1,25 in	1,25 in
Spesifikasi *shell*		
Fluida	Fluida panas, *superheated steam*	Fluida panas, *superheated steam*
Kapasitas	2.792,79 kg/jam	2.792,79 kg/jam
Delta P	0,15 psi	0,03 psi
Suhu	T*in* : 180,62ºC T*out* : 179,75ºC	T*in* : 67,16ºC T*out* : 65,24ºC
ID *shell*	15,25 in	29 in
Baffle spacing	15,25 in	29 in
Passes	1	1
Uc	174,52 Btu/hr.ft^2.ºF	145,97 Btu/hr.ft^2.ºF
Ud	73,90 Btu/hr.ft^2.ºF	98,98 Btu/hr.ft^2.ºF
Rd *required*	0,001 hr.ft^2.ºF/Btu	0,001 hr.ft^2.ºF/Btu
Rd	0,008 hr.ft^2.ºF/Btu	0,003 hr.ft^2.ºF/Btu

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Spesifikasi Alat	CD-03	CD-04
Tugas	Mengembunkan uap hasil atas menara distilasi 3 (MD-03)	Mengembunkan uap hasil atas menara distilasi 4 (MD-04)
Jenis	*Shell and Tube Exchanger*	*Shell and Tube Exchanger*
Bahan konstruksi	*Tube* : *Stainless Steel* SA 167 *Grade* 3 *Shell* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Tube* : *Stainless Steel* SA 167 *Grade* 3 *Shell* : *Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 buah	1 buah
Luas transfer panas	260,69 ft^2	325,07 ft^2
Beban panas	2.718.644,88 Btu/jam	9.746.116,46 Btu/jam
	Spesifikasi *tube*	
Fluida	Air pendingin	Air pendingin
Kapasitas	719,36 kg/jam	2.578,84 kg/jam
Delta P	1,61 psi	8,02 psi
Suhu	T*in* : 30ºC T*out* : 50ºC	T*in* : 30ºC T*out* : 50ºC
OD *tube*	0,75 in	0,75 in
ID *tube*	0,48 in	0,48 in
BWG	10	10
Susunan	*Triangular Pitch*	*Triangular Pitch*
Jumlah *tube*	166	138
Passes	8	2
Panjang *tube*	8 ft	12 ft
Pitch	1 in	1 in
	Spesifikasi *shell*	
Fluida	Fluida panas, *superheated steam*	Fluida panas, *superheated steam*
Kapasitas	11.144,62 kg/jam	11.841,53 kg/jam
Delta P	0,80 psi	0,001 psi
Suhu	T*in* : 100,33ºC T*out* : 99,77ºC	T*in* : 226,54ºC T*out* : 219,07ºC
ID *shell*	17,25 in	20 in
Baffle spacing	17,25 in	305 in
Passes	1	1
Uc	165,55 Btu/hr.ft^2.ºF	123,33 Btu/hr.ft^2.ºF
Ud	97,34 Btu/hr.ft^2.ºF	91,15 Btu/hr.ft^2.ºF
Rd *required*	0,001 hr.ft^2.ºF/Btu	0,001 hr.ft^2.ºF/Btu
Rd	0,004 hr.ft^2.ºF/Btu	0,003 hr.ft^2.ºF/Btu

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.2.7. *Accumulator*

Tabel 3-10 Spesifikasi *Accumulator*

Spesifikasi Alat	ACC-01	ACC-02
Tugas	Menampung sementara kondensat dari menara distilasi 1 (MD-01)	Menampung sementara kondensat dari menara distilasi 2 (MD-02)
Jenis	*Horizontal Drum* dengan *Torispherical Head*	*Horizontal Drum* dengan *Torispherical Head*
Bahan	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 buah	1 buah
Volume	7,57 m^3	1,51 m^3
Tekanan	0,87 atm	0,95 atm
Suhu	180,62°C	65,24°C
Dimensi tangki		
Diameter tangki	1,55 m	0,91 m
Panjang tangki	4,65 m	2,72 m
Tebal *shell*	0,005 m	0,005 m
Dimensi *head*		
Tipe	*Torispherical Dished Head*	*Torispherical Dished Head*
Panjang *head*	0,15 m	0,10 m
Tebal *head*	0,006 m	0,005 m

Spesifikasi Alat	ACC-03	ACC-04
Tugas	Menampung sementara kondensat dari menara distilasi 3 (MD-03)	Menampung sementara kondensat dari menara distilasi 4 (MD-04)
Jenis	*Horizontal Drum* dengan *Torispherical Head*	*Horizontal Drum* dengan *Torispherical Head*
Bahan	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 buah	1 buah
Volume	5,09 m^3	6,75 m^3
Tekanan	0,91 atm	0,92 atm
Suhu	99,77°C	219,07°C
Dimensi tangki		
Diameter tangki	1,36 m	1,49 m
Panjang tangki	4,08 m	4,48 m
Tebal *shell*	0,005 m	0,005 m
Dimensi *head*		
Tipe	*Torispherical Dished Head*	*Torispherical Dished Head*
Panjang *head*	0,14 m	0,15 m
Tebal *head*	0,006 m	0,006 m

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.2.8. *Expansion Valve*

Tabel 3-11 Spesifikasi *Expansion Valve*

Spesifikasi Alat	EV-01
Tugas	Menurunkan tekanan hasil reaktor esterifikasi (R-02) dari 7 atm menjadi 1 atm
Jenis	*Globe Valve ¾ Closed*
Bahan	*Stainless Steel*
Jumlah	1 buah
Tekanan	*Pin* : 7 atm *Pout* : 1 atm
Suhu	150°C
Laju aliran	39,48 m^3/jam
Pipa *standart*	
N_{ps}	3 in
OD	3,50 in
Schedule number	80
A't	0,05 ft^2
Panjang luas area	21,34 m

3.2.9. Pompa

Tabel 3-12 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi Alat	P-01	P-02	P-03
Tugas	Mengalirkan bahan baku aseton sianohidrin dari truk menuju tangki penyimpan aseton sianohidrin (T-01)	Mengalirkan bahan baku asam sulfat dari truk menuju tangki penyimpan asam sulfat (T-02)	Mengalirkan bahan baku metanol dari truk menuju tangki penyimpan metanol (T-03)
Jenis	*Centrifugal Single-Stage*	*Centrifugal Single-Stage*	*Centrifugal Single-Stage*
Bahan	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*
Impeller	*Mixed Flow Impeller*	*Mixed Flow Impeller*	*Radial Flow Impeller*
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	53,38 gpm	31,65 gpm	25,56 gpm
Power pompa	5,53 hp	1,81 hp	2,11 hp
Power motor	7 hp	3 hp	3 hp
Efisiensi pompa	30%	50%	18%
Efisiensi motor	80%	80%	80%
NPSH *required*	4,02 ft	2,84 ft	2,46 ft
NPSH *available*	18,77 ft	10,82 ft	26,19 ft
Pipa yang digunakan			
D, *Nominal size*	3 in	2,5 in	2 in
Schedule number	40	40	40
ID	3,07 in	2,47 in	2,07 in
OD	3,50 in	2,88 in	2,38 in
Flow area	7,38 in^2	4,79 in^2	3,35 in^2

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Spesifikasi Alat	P-04	P-05	P-06
Tugas	Mengalirkan bahan baku aseton sianohidrin dari tangki penyimpan aseton sianohidrin (T-01) menuju reaktor hidrolisis (R-01)	Mengalirkan bahan baku asam sulfat dari tangki penyimpan asam sulfat (T-02) menuju reaktor hidrolisis (R-01)	Mengalirkan hasil reaktor hidrolisis (R-01) menuju reaktor esterifikasi (R-02)
Jenis	*Centrifugal Single-Stage*	*Centrifugal Single-Stage*	*Centrifugal Single-Stage*
Bahan	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*
Impeller	*Mixed Flow Impeller*	*Mixed Flow Impeller*	*Mixed Flow Impeller*
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	53,38 gpm	31,65 gpm	116,70 gpm
Power pompa	0,78 hp	0,62 hp	2,91 hp
Power motor	1 hp	1 hp	4 hp
Efisiensi pompa	30%	50%	43%
Efisiensi motor	80%	80%	80%
NPSH *required*	4,02 ft	2,84 ft	6,78 ft
NPSH *available*	18,77 ft	10,82 ft	8,97 ft
Pipa yang digunakan			
D, *Nominal size*	3 in	2,5 in	5 in
Schedule number	40	40	80
ID	3,07 in	2,47 in	5,76 in
OD	3,50 in	2,88 in	6,63 in
Flow area	7,38 in^2	4,79 in^2	26,10 in^2

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Spesifikasi Alat	P-07	P-08	P-09
Tugas	Mengalirkan bahan baku metanol dari tangki penyimpan metanol (T-03) menuju reaktor esterifikasi (R-02)	Mengalirkan kondensat menara distilasi 1 (MD-01) di ACC-01 menuju menara distilasi 2 (MD-02)	Mengalirkan hasil bawah menara distilasi 1 (MD-01) menuju menara distilasi 4 (MD-04)
Jenis	*Centrifugal Single-Stage*	*Centrifugal Single-Stage*	*Centrifugal Single-Stage*
Bahan	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*
Impeller	*Radial Flow Impeller*	*Mixed Flow Impeller*	*Mixed Flow Impeller*
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	25,56 gpm	94,36 gpm	95,53 gpm
Power pompa	1,59 hp	0,70 hp	1,52 hp
Power motor	2 hp	1 hp	2 hp
Efisiensi pompa	18%	42%	40%
Efisiensi motor	80%	80%	81%
NPSH *required*	2,46 ft	5,88 ft	5,93 ft
NPSH *available*	26,19 ft	23,60 ft	16,06 ft
Pipa yang digunakan			
D, *Nominal size*	2 in	4 in	4 in
Schedule number	40	40	40
ID	2,07 in	4,03 in	4,03 in
OD	2,38 in	4,50 in	4,50 in
Flow area	3,35 in^2	12,70 in^2	12,70 in^2

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Spesifikasi Alat	P-10	P-11	P-12
Tugas	Mengalirkan hasil atas menara distilasi 2 (MD-02) ke arus refluks	Mengalirkan hasil bawah menara distilasi 2 (MD-02) menuju menara distilasi 3 (MD-03)	Mengalirkan kondensat menara distilasi 2 (MD-02) (hasil *recycle* metanol) di ACC-02 menuju reaktor esterifikasi (R-02)
Jenis	*Centrifugal Single-Stage*	*Centrifugal Single-Stage*	*Centrifugal Single-Stage*
Bahan	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*
Impeller	*Radial Flow Impeller*	*Mixed Flow Impeller*	*Radial Flow Impeller*
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	19,65 gpm	75,35 gpm	19,65 gpm
Power pompa	1,48 hp	1,07 hp	0,81 hp
Power motor	2 hp	1,5 hp	1 hp
Efisiensi pompa	28%	36%	28%
Efisiensi motor	82%	80%	82%
NPSH *required*	2,07 ft	4,98 ft	2,07 ft
NPSH *available*	17,11 ft	27,31 ft	17,11 ft
Pipa yang digunakan			
D, *Nominal size*	2 in	4 in	2 in
Schedule number	80	80	80
ID	1,94 in	3,83 in	1,94 in
OD	2,38 in	4,50 in	2,38 in
Flow area	2,95 in^2	11,50 in^2	2,95 in^2

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Spesifikasi Alat	**P-13**	**P-14**	**P-15**
Tugas	Mengalirkan kondensat menara distilasi 3 (MD-03) di ACC-03 menuju dekanter (DC-01)	Mengalirkan hasil bawah menara distilasi 3 (MD-03) menuju unit pengolahan limbah (UPL)	Mengalirkan produk metil metakrilat di dekanter (DC-01) menuju tangki penyimpan metil metakrilat (T-04)
Jenis	*Centrifugal Single-Stage*	*Centrifugal Single-Stage*	*Centrifugal Single-Stage*
Bahan	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*
Impeller	*Mixed Flow Impeller*	*Radial Flow Impeller*	*Mixed Flow Impeller*
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	68,80 gpm	6,20 gpm	57,60 gpm
Power pompa	0,55 hp	0,26 hp	2,71 hp
Power motor	1 hp	0,50 hp	4 hp
Efisiensi pompa	35%	20%	36%
Efisiensi motor	80%	80%	82%
NPSH *required*	4,77 ft	0,75 ft	4,23 ft
NPSH *available*	34,75 ft	15,09 ft	28,51 ft
Pipa yang digunakan			
D, *Nominal size*	3 in	1 in	3 in
Schedule number	40	40	40
ID	3,07 in	1,05 in	3,07 in
OD	3,50 in	1,32 in	3,50 in
Flow area	7,38 in^2	0,86 in^2	7,38 in^2

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Spesifikasi Alat	P-16	P-17	P-18
Tugas	Mengalirkan produk metil metakrilat dari tangki penyimpan metil metakrilat (T-04) menuju truk	Mengalirkan kondensat menara distilasi 4 (MD-04) di ACC-04 menuju tangki penyimpan amonium bisulfat (T-05)	Mengalirkan hasil bawah menara distilasi 4 (MD-04) menuju reaktor hidrolisis (R-01)
Jenis	*Centrifugal Single-Stage*	*Centrifugal Single-Stage*	*Centrifugal Single-Stage*
Bahan	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*
Impeller	*Mixed Flow Impeller*	*Mixed Flow Impeller*	*Mixed Flow Impeller*
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	57,60 gpm	73,58 gpm	24,06 gpm
Power pompa	0,44 hp	1,55 hp	5,49 hp
Power motor	1 hp	2 hp	7 hp
Efisiensi pompa	36%	65%	40%
Efisiensi motor	81,50%	81%	81%
NPSH *required*	4,23 ft	4,98 ft	2,37 ft
NPSH *available*	28,51 ft	26,21 ft	9,23 ft
Pipa yang digunakan			
D, *Nominal size*	3 in	4 in	1 in
Schedule number	40	80	80
ID	3,07 in	3,83 in	0,96 in
OD	3,50 in	4,50 in	1,32 in
Flow area	7,38 in^2	11,50 in^2	0,72 in^2

library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Spesifikasi Alat	**P-19**
Tugas	Mengalirkan produk samping amonium bisulfat dari tangki penyimpan amonium sulfat (T-05) menuju truk
Jenis	*Centrifugal Single-Stage*
Bahan	*Commercial Steel*
Impeller	*Mixed Flow Impeller*
Jumlah	1 buah
Kapasitas	73,58 gpm
Power pompa	0,29 hp
Power motor	0,50 hp
Efisiensi pompa	65%
Efisiensi motor	80,50%
NPSH *required*	4,98 ft
NPSH *available*	22,75 ft
Pipa yang digunakan	
D, *Nominal size*	4 in
Schedule number	80
ID	3,83 in
OD	4,50 in
Flow area	11,50 in^2