

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 URAIAN PROSES

Pada pembuatan *acrylonitrile* bahan baku yang digunakan adalah *propylene* dan *ammonia* dengan kemurnian 99% serta menggunakan udara. *Propylene* gas sebagai bahan baku disimpan dalam tangki penyimpanan (TP-01) dengan tekanan 12,56 atm dan suhu 30⁰C. Sedangkan *ammonia* gas sebagai bahan baku disimpan dalam tangki penyimpanan (TP-02) dengan tekanan 11,17 atm dan suhu 30⁰C. Rasio massa propilen dan amonia yang digunakan sebesar 2,85:1.

Propylene dan gas *ammonia* kemudian di masukkan ke dalam *furnance* (FU) bersamaan dengan *recycle* dari *stripper* (ST-01), serta mengalirkan udara menggunakan *blower* (BL-01) sebagai bahan baku lain untuk selanjutnya di naikkan suhunya hingga mencapai 400⁰C. Pada suhu 400⁰C dan tekanan 1,32 atm campuran gas di umpankan ke dalam reaktor (R-01) *fixed bed* yang berisi katalis *aluminium oxide*. Di dalam reaktor (R-01)

terjadi proses amoksidasi *propylene*, *ammonia* dan udara yang bertujuan menghasilkan *acrylonitrile* dan air. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu operasi, reaktor di lengkapi dengan pendingin (*downterm*). Katalis berada di dalam *tube* dan pendingin berada di dalam *shell*. Campuran gas keluar reaktor pada suhu 400°C dan tekanan 1,32 atm.

Campuran gas keluar rektor berupa *propylene*, *ammonia*, oksigen, nitrogen, *acrylonitrile* dan air di lewatkan menggunakan *blower* (BL-03). Setelah itu campuran gas di kondensasikan dalam *condensor* (CD-01) hingga campuran keluar *condensor* (CD-01) berupa fase uap dan fase cair pada suhu 70°C tekanan 1 atm. Kemudian di alirkan menuju *separator* (SP-01) untuk memisahkan fase cair dan fase uap antara *propylene*, *ammonia*, *acrylonitrile*, oksigen, nitrogen dan air. Hasil atas *separator* (SP-01) diumpankan menuju *cooler* (CL-01) untuk di dinginkan sampai suhu 50°C . Kemudian di umpankan ke dalam *absorber* (SP-02) untuk di murnikan dan untuk membuang gas oksigen dan nitrogen sisa hasil reaksi. Hasil bawah pada *absorber* (SP-02) selanjutnya di alirkan menggunakan pompa (P-09) menuju ke *stripper* (ST-01). Pada *stripper* (ST-01) hasil atas di *recycle* untuk selanjutnya di gunakan lagi sebagai bahan baku pada reaktor sedangkan hasil bawah pada *stripper* (ST-01) di *purging* menuju ke unit pengolahan limbah (UPL).

Hasil bawah *separator* (SP-01) berupa *acrylonitrile* dan air di alirkan menggunakan pompa (P-06) menuju menara distilasi (MD-01) untuk di

pisahkan. Hasil atas menara distilasi (MD-01) adalah *acrylonitrile* dengan kemurnian 99% yang berupa uap. Uap ini selanjutnya di kondensasikan pada *condensor* (CD-02), kemudian hasil dari kondensasi di tampung sementara di dalam akumulator (AC-01). Keluaran akumulator sebagian di kembalikan ke dalam menara distilasi (MD-01) sebagai refluk dan sebagian lagi di alirkan menggunakan pompa (P-08) menuju ke *cooler* (CL-03) untuk di dinginkan. Selanjutnya produk di simpan dalam tangki penyimpanan (TP-03) pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm. Sementara hasil keluaran bawah menara distilasi (MD-01) berupa sedikit *acrylonitrile* dan air di alirkan menuju *cooler* (CL-04) untuk di dinginkan terlebih dahulu sebelum di kirim ke unit pengolahan limbah (UPL).

3.2 SPESIFIKASI ALAT

3.2.1. Tangki-01 (TP-01)

Fungsi : Menyimpan propilen sebanyak 2.525,661 kg/jam selama 30 hari.

Jenis : Tangki bola

Kondisi : Tekanan : 12,56 atm
Temperatur : 30 °C atau 303 K

Volume : 1.210,244 m³

Diameter : 14,050 m

Tebal *Shell* : 2,5 in

Bahan : Plate steel SA-286 grade C

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 70.000

3.2.2. Tangki-02 (TP-02)

Fungsi : Menyimpan amonia sebanyak 3.030,794 kg/jam selama 30 hari

Jenis : Tangki bola

Kondisi : Tekanan : 11,17 atm
Temperatur : 30 °C atau 303 K

Volume : 1.345,255 m³

Diameter : 13,696 m

Tebal *Shell* : 2,18 in

Bahan : Plate steel SA-286 grade C

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 60.000

3.2.3. Tangki-03 (TP-03)

Fungsi : Menyimpan produk akrilonitril sebanyak 727.272 kg/jam selama 30 hari

Jenis : Tangki silinder tegak beratap *cone*

Kondisi : Tekanan : 1 atm

Temperatur : 30 °C atau 303 K

Volume : 45,87 m³

Diameter : 6,096 m

Tinggi : 2,134 m

Tinggi *Head* : 1,109 m

Tebal *Shell* : 1/6 in

Bahan : *Carbon steel SA-285 grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 50.000

3.2.4. Separator (SP-01)

Fungsi : Memisahkan antara fase gas dengan fase cair hasil

Jenis : *Flash drum*

Ukuran

Diameter : 2,159 m

Tinggi : 3,321 m

Tebal *shell* : 0,159 in

Tebal *head* : 0,154 in
 Volume : 7,44 m³
 Bahan : SA 167 *Grade* 10
 Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 7.500

3.2.5. Kondensor (CD-01)

Fungsi : Mengkondensasikan gas keluar dari reaktor

Jenis : *Shell and Tube*

Luas transfer panas : 886,08 ft²

Rd : 0,007141

Shell

ID *Shell* : 15 1/4 in

Baffle space : 7 5/8 in

Pass : 1

Pressure Drop : 0,3344psia

Tube

OD : 0,62 in

BWG : 8

Jumlah : 212 *tube*

Pressure drop : 0,0777 psi

Harga : \$ 13.800

3.2.6. Separator (SP-02)

Fungsi : Untuk menjerap gas O₂ dan N₂ dengan pelarut berupa alkohol

Jenis : Asorber

Bahan : *Carbon Steel SA 283 grade C*

Tinggi : 1,8174 m

Tinggi *packing per bed*

Tebal *shell* standar : 7/8 in

Tebal *head* standar : 1,75 in

Tinggi *head* total : 0,4414 m

Tinggi total (SP-02) : 10,6223 m

Harga : \$ 8.000

3.2.7. Menara Distilasi (MD-01)

Fungsi : Memisahkan akrilonitril dan air antara fasa cair dan fasa gas

Jenis : *Sieve Tray*

Diameter : 1,1914 m

Tinggi menara : 18,777 m

Jumlah stage : 50 *plate*

Tebal *shell* : 0,2982 m

Tebal *head* : 0,2440 m

Bahan : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Harga : \$16.000

3.2.8. Reaktor (R-01)

Fungsi	: Untuk mereaksikan propilen, amonia, dan udara
Konversi	: 80%
Kondisi operasi	
Suhu reaksi	: 400 °C
Tekanan	: 1,32 atm
Spesifikasi	
Jenis reaktor	: <i>Fixed Bed</i>
Jumlah <i>tube</i>	: 1.882 buah
Diameter luar <i>tube</i>	: 3,500 in
Diameter dalam <i>tube</i>	: 2,469 in
Diameter luar <i>shell</i>	: 199,335 in
Diameter dalam <i>shell</i>	: 201,335 in
Panjang <i>bed</i>	: 6,1 m
Volume reaktor	: 122,76 m ³
Tebal dinding <i>shell</i>	: 0,3411 in
Tebal <i>head</i>	: 0,1374 in
Katalisator	
Jenis katalisator	: Al ₂ O ₃
Bentuk katalisator	: Partikel padatan
Diameter	: 10 mm
Densitas	: 3,986 gram/cm ³

Jumlah : 1 unit
 Harga : \$ 800.000

3.2.9. Cooler (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan umpan masuk absorber

Jenis : *Shell and Tube*

Luas transfer panas : 792,83 ft²

Rd : 0,003348

Shell

ID Shell : 23,25 in

Baffle space : 5 in

Pass : 4 tube

Pressure Drop : 0,2699 psi

Tube

OD : 0,62 in

BWG : 16

Jumlah : 356 *tube*

Pressure drop : 1,0045 psi

Harga : \$ 80.000

3.2.10. Cooler (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan produk keluaran MD-01 hasil atas setelah melewati kondensor (CD-02)

Jenis : *Shell and Tube heat exchanger*

Luas transfer panas : 319,65 ft²

Rd : 0,003681

Shell

ID *Shell* : 23,25 in

Baffle space : 5 in

Pass : 4

Pressure Drop : 0,0018 psi

Tube

OD : 0,62 in

BWG : 16

Jumlah : 138 *tube*

Pressure drop : 0,9127 psi

Harga : \$ 60.000

3.2.11. Cooler (CL-03)

Fungsi : Mendinginkan keluaran hasil bawah
MD-01

Jenis : *Shell and Tube*

Luas transfer panas : 393,06 ft²

Rd : 0,0053

Shell

ID *Shell* : 23,25 in

Baffle space : 5 in

Pass : 4

Pressure Drop : 0,0019 psi

Tube

OD : 0,62 in

BWG : 16

Jumlah : 167 tube

Pressure drop : 0,9161 psi

Harga : \$ 75.000

3.2.12. Kondensor (CD-02)

Fungsi : Untuk mengembunkan uap hasil atas dari (MD-01)

Jenis : *Shell and Tube*

Luas tranfer panas : 205,94 ft²

Rd : 0,0061

Shell

ID *Shell* : 12 in

Baffle space : 6 in

Pass : 2

Pressure Drop : 0,00271 psi

Tube

OD : 0,75

BWG : 16

Jumlah : 87 tube

Pressure drop : 1,0376 psi

Harga : \$ 130.000

3.2.13. Reboiler (RB-01)

Fungsi : Untuk menguapkan cairan yang keluar dari MD-01
sebagai hasil bawah

Jenis : *Shell and Tube*

Luas tranfer panas : 311,47 ft²

Rd : 0,196

Shell

ID *Shell* : 13,25 in

Baffle space : 2,65 in

Pass : 1

Tube

OD : 0,75

BWG : 16

Jumlah : 106 tube

Pressure drop : 0,2346 psi

Harga : \$ 200.000

3.2.14. Akumulator (AC-01)

Fungsi : Menampung *condensate* yang berasal dari (CD-02)

Jenis : Tangki silinder horizontal

Jumlah : 1 buah

Volume : 4,978 m³

Ukuran

Diameter : 1,077 m
Tinggi : 6,466 m
Tebal *Shell* : 3/16 in
Tinggi *Head* : 0,2456 m
Panjang total : 6,9573 m

Bahan konstruksi : *Plate Steel SA 283 Grade C*

Harga : \$ 1.200

3.2.15. Furnace (FU-01)

Fungsi : Menaikkan suhu propilen masuk reaktor
menjadi 400 °C

Jenis : *Box type furnace*

Tekanan : 1,32 atm

Ukuran pipa

NPS : 2 in

OD : 2,4 in

ID : 2,067 in

Surface area : 0,622 ft²/ft

Volume : 1.200 ft³

Tinggi *stack* : 15,83 m

Harga : \$ 6.500

3.2.16. Kompresor (C-01)

Fungsi : Menaikkan tekanan propilen masuk dalam tangki penyimpanan.

Jumlah stage : 2

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 12,56 atm

Daya kompresor : 1,786 HP

Harga : \$ 6.500

3.2.17. Kompresor (C-02)

Fungsi : Menaikkan tekanan amonia masuk dalam tangki penyimpanan.

Jumlah stage : 2

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 11,17 atm

Daya Kompresor : 8,689 HP

Harga : \$ 6.500

3.2.18. Kompresor (C-03)

Fungsi : Menaikkan tekanan komponen masuk Absorber

Jumlah stage : 2

Tekanan masuk : 0,5 atm

Tekanan keluar : 1 atm

Daya Kompresor : 2,463 HP

Harga : \$ 6.500

3.2.19. Stripper (ST-01)

Fungsi : Untuk melepas gas C_3H_6 dan NH_3 yang terlarut dari pelarut

Jenis : *Tray Tower*

Ukuran

Diameter : 1,016 m

Tinggi : 4,567 m

Tebal *shell* : 3/16 in

Tebal *head* : 2/16 in

Volume : 2,878 m³

Jaket Pendingin

Diameter dalam : 0,1397 m

Diameter luar : 0,1524 m

Tinggi jaket : 4,567 m

Tebal dinding jaket : 0,00635 m

Bahan : SA 167 *Grade 10*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 7.500

3.2.20. Expansion Valve (EV-01)

Fungsi : Untuk menurunkan tekanan dari tangki penyimpanan propilen menuju furnace.

Jenis : *Globe Valve*

Debit : 8,834 m³/jam

Spesifikasi : - ID = 1,61 in

- OD = 1,9 in

- a't = 2,04 in²

- v = 1,8645 m/s

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$ 19,34

3.2.21. Expansion Valve (EV-02)

Fungsi : Untuk menurunkan tekanan dari tangki penyimpanan amonia menuju furnace.

Jenis : *Globe Valve*

Debit : 11,5108 m³/jam

Spesifikasi : - ID = 1,61 in
 - OD = 1,9 in
 - a't = 2,04 in²
 - v = 2,4294 m/s

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$ 39,44

Tabel 3.1 spesifikasi pompa

		Pompa (P-01)	Pompa (P-02)	Pompa (P-03)	Pompa (P-04)
Fungsi		Mengalirkan hasil keluaran SP-01	Mengalirkan hasil keluaran MD-01	Mengalirkan hasil keluaran atas MD-01	Mengalirkan hasil keluaran absorber menuju stripper
Jenis		<i>Centrifugal mixed flow</i>	<i>Centrifugal mixed flow</i>	<i>Centrifugal mixed flow</i>	<i>Centrifugal mixed flow</i>
Kapasitas		18,931 gpm	11,282 gpm	8,944 gpm	71,930 gpm
Ukuran Pipa	IPS	1,75 in	1,75 in	1,75 in	2,5 in
	Sch	40	40	40	40
	OD	1,66 in	1,66 in	1,66 in	2,38 in
	At	1,5 in ²	1,5 in ²	1,5 in ²	3,55 in ²
Head pompa		7,17 m	6,42 m	6,26 m	7,97 m
Tenaga pompa		0,2399 HP	0,1095 HP	0,1026 HP	0,2167 HP
Tenaga motor		0,25 HP	0,125 HP	0,167 HP	0,333 HP
harga		\$450	\$450	\$280	\$400

Tabel 3.2 spesifikasi blower

	Blower (BL-01)	Blower (BL-02)	Blower (BL-03)	Blower (BL-04)	Blower (BL-05)
Fungsi	Mengalirkan udara ke furnace sebelum masuk reaktor	Mengalirkan semua bahan baku ke reaktor	Mengalirkan produk keluar reaktor menuju (CL-01)	Mengalirkan hasil keluaran dari (SP-01) menuju (SP-02)	Mengalirkan komponen berupa C_3H_6 dan NH_3 hasil recycle menuju reaktor
Jenis	<i>Blower centrifugal</i>	<i>Blower centrifugal</i>	<i>Blower centrifugal</i>	<i>Blower centrifugal</i>	<i>Blower centrifugal</i>
Kapasitas	9.924,75 cuft/menit	13.378,55 cuft/menit	13.772,17 cuft/menit	11.505,93 cuft/menit	2.363,89 cuft/menit
Tenaga blower	7,5 HP	7,5 HP	0,05 HP	0,05 HP	0,05 HP
Tenaga motor	1,5 HP	1,5 HP	1,5 HP	1,5 HP	1,5 HP

3.3 PERENCANAAN PRODUKSI

3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku *propylene* diperoleh dari pabrik PT. Candra Asri di Cilegon, Banten dan *ammonia* diperoleh dari pabrik PT. Pupuk Kujang di Cikampek, Jawa Barat.

Tabel 3.3 Kebutuhan Bahan Baku

Komponen	Kebutuhan bahan baku (ton/tahun)	Rerata ketersediaan bahan baku (ton/tahun)
Propilen Kebutuhan = 2.500,405 kg/jam	19.803,20	490.000
Amonia Kebutuhan = 3.000,486 kg/jam	23.763,85	713.000

Dari tabel di atas dapat di simpulkan bahwa ketersediaan bahan baku propilen dan ammonia dapat memenuhi kebutuhan pabrik, atau dengan kata lain ketersediaan bahan baku aman untuk proses produksi.

3.3.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat di ketahui anggaran yang di perlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

