

BAB III

PERANCANGAN PROSES

1.1 Uraian Proses

A. Proses Penyiapan Bahan Baku

Pentene cair 99% dari tangki penyimpanan (T-101) pada suhu 30⁰C dan tekanan 3 atm dipompa dengan pompa jenis centrifugal. Untuk mendapatkan pentene gas maka pentene cair diuapkan dengan vaporizer (VP-101) dengan anggapan bahwa 80% cairan menguap dan 20% masih tetap fase cair.

HCl cair 35% dari tangki penyimpanan (T-102) pada suhu 30⁰C dan tekanan 1 atm, dengan cara yang sama dengan vaporizer (VP-102), HCl dipompa dengan pompa centrifugal hingga tekanan 3 atm.

Uap pentene dipisahkan dari cairannya dengan separator, demikian juga dengan uap HCl Bagian cairan kemudian di recycle dan masuk kembali kedalam vaporizer.

Uap HCl dan pentene kemudian masing-masing dipanaskan dengan *heater* (HE-101, HE-102) sampai suhu 130⁰C, kemudian kedua komponen tersebut langsung diumpankan kedalam Reaktor (R-101), supaya bereaksi dan menghasilkan *amyl chloride*.

B. Proses Pembuatan dan Pemurnian Hasil

1. Tahap Reaksi

Pembuatan *amyl chloride* dengan mereaksikan penten dan larutan HCl serta bantuan katalis berlangsung pada fase gas dalam sebuah reaktor *fix bed multitubular*. Uap penten dan HCl yang keluar dari masing-masing *heater* masuk dari atas reaktor akan bereaksi menghasilkan *amyl chloride* pada suhu 130,1⁰C dan tekanan 3 atm. Reaksi ini bersifat eksotermis, sehingga untuk menjaga agar suhu tetap dipakai pendingin. Medium pendingin yang dipakai adalah air yang masuk pada suhu 30⁰C dan dialirkan secara counter current terhadap umpan masuk agar transfer panas yang terjadi lebih efektif.

Campuran gas yang keluar dari reaktor sebelum masuk *decanter* (DC-101) perlu dicairkan terlebih dahulu di *condensor* (CD-101) kemudian didinginkan di *Cooler* (CL-101) dengan medium pendingin air, kemudian diumpankan kedalam *decanter* (DC-101) untuk dipisahkan antara fase ringan dan fase beratnya

2. Tahap Pemurnian Hasil

Hasil atas (DC-101) dimpankan kedalam menara distilasi (MD-01), hasil atas selanjutnya dimasukkan kedalam *condensor* (CD-102) untuk mendapatkan fase cair kemudian sebagian di *reflux* ke (MD-101) sebagian dikirim ke UPL, sedangkan hasil bawah (MD-101) berupa *amyl chloride* sedikit penten dan air selanjutnya dimasukkan kedalam *reboiler* (RB-01) untuk mendapatkan produk *amyl chloride* yang lebih murni pada fase cair dan fase uapnya dikembalikan ke (MD-101) selanjutnya produk *amyl chloride* fase cair dimasukkan ke dalam *cooler* (CL-102) untuk didinginkan, selanjutnya disimpan dalam tangki penyimpan produk (T-03).

1.2 Spesifikasi Alat Proses

1. Reaktor-101

Tugas : Tempat terjadinya reaksi C_5H_{10} dan HCl menjadi $C_5H_{11}Cl$
sebanyak 2.525,25 kg/jam

Jenis : *Fixed Bed multitube*

Jumlah : 1 unit

Fase : Gas

Kondisi Operasi : Eksotermis

Suhu : 130°C

Tekanan : 3 atm

Spesifikasi :

Diameter : 6,71 m

Tinggi : 9,1 m

Tebal Shell : 1 in

Tebal Head : 1 in

Volume : 194,47 m³

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$327.922,35

2. Vaporizer-101

Tugas : Menguapkan C_5H_{10} dan $i-C_5H_{10}$ dari hasil tangki penyimpanan

Alat : Silinder Vertikal, Torispherical Dished Head. (dipilih karena flow rate gas lebih besar daripada flowrate cairan).

Kondisi Operasi : Suhu = $66^\circ C$

Tekanan = 3 atm

Spesifikasi :

Bahan : *Carbon steel SA-212 grade A*

Panjang Tube : 5,2 meter

Dimensi *tube* :

OD : 0,75 in

ID : 0,58 in

Layout : 1,25 inc *triangular pitch*

Tebal *shell* : 0,25 in

Tinggi : 3 meter

Head

Jenis *head* : *Torispherical*

Tebal *head* : 7/8 in

Harga : \$4.566,59

3. Vaporizer-102

Tugas	: Menguapkan HCl dari tangka penyimpanan
Alat	: Silinder Vertikal, Torispherical Dished Head. (dipilih karena flow rate gas lebih besar daripada flowrate cairan).
Kondisi Operasi	: Suhu = 60°C
	: Tekanan = 3 atm
Spesifikasi	
Bahan	: <i>Carbon steel SA-212 grade A</i>
Panjang Tube	: 5,2 meter
Dimensi <i>tube</i>	
OD	: 0,75 in
ID	: 0,75 in
Jumlah	: 65
<i>Layout</i>	: 1,25 inc <i>triangular pitch</i>
<i>Shell</i>	
Tebal <i>shell</i>	: 0,25 in
Jenis <i>head</i>	: <i>Torispherical</i>
Tebal <i>head</i>	: 3/8 in
Harga	: \$10.937,36

4. Menara Destilasi-101

Tugas : Memisahkan produk utama dan produk samping hasil dari dekanter-102

Tekanan : 1,14 atm

Suhu atas : 95 °C

Suhu bawah : 108 °C

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade A*

Jenis *head* : *Torispherical*

Spesifikasi *Shell*

Tebal *shell* : 0,25 in

Diameter *shell* bagian bawah : 2,5 meter

Diameter *shell* bagian atas : 2,7 meter

Tinggi Menara : 12,95 meter

Jumlah *plate* : 34

Letak umpan : 25

Tray spacing : 0,3 m

Head

Tinggi *head* : 22 in

Tebal *head* : 0,23 in

Spesifikasi *tray*

Jenis *tray* : *sieve tray*

Tebal <i>tray</i>	: 0,005 meter
Jumlah lubang	: 13373 lubang
Diameter lubang	: 0,005 meter
Harga	: \$637.509,46

5. Reboiler-101

Tugas : Menguapkan sebagian cairan yang berasal dari dasar menara distilasi (MD –1 01)

Jenis : *Double pipe*

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*

Suhu masuk : 108 °C

Suhu keluar : 108 °C

Dimensi *Annulus*

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

Dimensi *inner pipe*

OD : 1,66 in

ID : 1,38 in

Harga : \$3.268,94

6. Kondensor-101

Tugas : Mengembunkan uap yang keluar dari reactor (R-01)

Jenis : *Shell and tube*

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade A*

Suhu masuk : 130,1 °C

Suhu keluar : 112 °C

Bahan : *Carbon steel SA-212 grade A*

Panjang Tube : 5,2 meter

Dimensi *tube*

OD : 0,75 in

ID : 0,75 in

Layout : 1,25 inc *triangular pitch*

Tebal *shell* : 0,25 in

Harga : \$1.354,98

7. Kondensor-102

Tugas : Mengembunkan uap yang keluar puncak Menara

Distilasi (MD – 01)

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade A*

Dimensi *Annulus*

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

Dimensi *inner pipe*

OD : 1,66 in

ID : 1,38 in

Harga : \$853,27

8. ACCUMULATOR-101

Tugas : Menampung hasil destilat sementara

Bentuk : Tangki horizontal berbentuk silinder

Diameter : 0,5849 meter

Panjang : 1,4132 meter

Tebal dinding : 0,1875 in

Bahan : *Carbon steel SA-212 grade A*

Harga : \$909,52

9. HEAT EXCHANGER-101

Tugas : Menaikan suhu umpan *pentene* sebelum masuk ke reaktor-01

Jenis : Double pipe

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*

Luas penampang : 22,33 ft²

Dimensi *tube annulus*

IPS : 3 in

OD : 3,5 in

ID : 3,068 in

Inner pipe

IPS : 2 in

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

Harga : \$3.858

10. HEAT EXCHANGER-102

Tugas : Menaikan suhu umpan HCl sebelum masuk ke reaktor-01

Jenis : *Double pipe*

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade A*

Luas penampang : 21,77ft²

Dimensi *tube annulus*

IPS : 3 in

OD : 3,5 in

ID : 3,068 in

Inner pipe

IPS	: 2 in
OD	: 2,38 in
ID	: 2,067 in
Harga	: \$3.799,92

11. COOLER-101

Tugas : Menurunkan suhu hasil CD-01 sebelum masuk ke netralizer.

Jenis : *Double pipe*

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade A*

Luas penampang : 7,26ft²

Dimensi tube annulus

IPS	: 3 in
OD	: 3,5 in
ID	: 3,068 in

Inner pipe

IPS	: 2 in
OD	: 2,38 in
ID	: 2,067 in
Harga	: \$1.965,57

12. COOLER-102

Tugas : Menurunkan suhu hasil bawah MD-02 sebelum masuk ke tangki penyimpanan.

Jenis : *Double pipe*

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*

Luas penampang : 126,51 ft²

Dimensi tube annulus

OD : 3,5 in

ID : 3,068 in

Inner pipe

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

Harga : \$10.921,8

13. DECANTER-101

Fungsi : Tempat pemisahan antara HCl dan amil klorida berdasarkan perbedaan densitas komponennya

Bentuk : Slinder Horizontal

Bahan : *Stainless steel, SA-167*

Waktu Tingal : 10 menit

Fase : Cair

Unit : 1 unit

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 2,9 atm

- Suhu : 98°C

Kondisi Fisik :

- Diameter : 0,82m

- Panjang : 2,5 m

- Volume Reaktor : 0.9 m³

Tebal Dinding : 0,19in

Harga : \$ 173.707,33

14. POMPA-101

Tugas	: Mengalirkan bahan baku C_5H_{10} dan $i-C_5H_{10}$ ke dalam tangki penyimpanan.
Jenis alat	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 1694,87 kg/jam
Head	: 8,2 meter
Impeller	: <i>Mixed</i>
Daya motor	: 3 hp
N	: 3500 rpm
Ns'	: 4.532,98 rpm
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga satuan	: \$4.657,06

15. POMPA-102

Tugas	: Mengalirkan bahan baku HCl dan H_2O ke dalam tangki
Jenis alat	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 2492,88 kg/jam
Head	: 8,6 meter
Impeller	: <i>Mixed</i>
Daya motor	: 5 hp
N	: 3500 rpm
Ns'	: 8324,34 rpm

Bahan : *Carbon steel*
Jumlah : 1 buah
Harga satuan : \$10.049,45

16. POMPA-103

Tugas : Mengalirkan campuran C_5H_{10} dan $i-C_5H_{10}$ dari T-101 ke V-101 dan menaikkan tekanan

Jenis alat : *Centrifugal pump*
Kapasitas : 1.678,25 kg/jam
Head : 3,6 meter
Impeller : *Mixed*
Daya motor : 1/8 hp
N : 3500 rpm
Ns' : 3650 rpm
Bahan : *Carbon steel*
Jumlah : 1 buah
Harga satuan : \$793,44

17. POMPA-104

Tugas : Mengalirkan campuran HCl dan H_2O dari T-102 ke V-102 dan menaikkan tekanan

Jenis alat : *Centrifugal pump*
Kapasitas : 2.492,88 kg/jam

Head	: 6 meter
Impeller	: <i>Mixed</i>
Daya motor	: 0,5 hp
N	: 3500 rpm
Ns'	: 2401,85 rpm
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga satuan	: \$771,68

18. POMPA-105

Tugas	: Mengalirkan hasil dari CD-101 ke HE-103
Jenis alat	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 4.187,75 kg/jam
Head	: 1,9 meter
Impeller	: <i>mixed</i>
Daya motor	: 0,13 hp
N	: 3.500 rpm
Ns'	: 9.276,8 rpm
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga satuan	: \$1.067,3

19. POMPA-106

Tugas	: Mengalirkan hasil bawah DC-01 ke UPL
Jenis alat	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 1.466,19 kg/jam
Head	: 1,6 meter
Impeller	: <i>Radial</i>
Daya motor	: 0,05 hp
N	: 3500 rpm
Ns'	: 835,6 rpm
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga satuan	: \$139,42

20. POMPA-107

Tugas	: Mengalirkan produk
Jenis alat	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 2.525.25 kg/jam
Head	: 8,7 meter
Impeller	: <i>Mixed</i>
Daya motor	: 0,5 hp
N	: 3500 rpm
Ns'	: 2.010,24rpm
Bahan	: <i>Carbon steel</i>

Jumlah : 1 buah
Harga satuan : \$826,29

21. POMPA-108

Tugas : Mengalirkan hasil ACC-0 ke UPL
Jenis alat : *Centrifugal pump*
Kapasitas : 1.658,08 kg/jam
Head : 1 meter
Impeller : *Axial*
Daya motor : 0,17 hp
N : 3500 rpm
Ns' : 595.818,94 rpm
Bahan : *Carbon steel*
Jumlah : 1 buah
Harga satuan : \$10.374

22. POMPA UTILITAS-101

Tugas : Mengalirkan air sungai ke bak pengendapan awal
Jenis alat : *Centrifugal pump*
Kapasitas : 29485,95 kg/jam
Head : 6,5 meter
Impeller : *mixed*
Daya motor : 4 hp

N	: 3500 rpm
Ns'	: 4770 rpm
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga satuan	: \$3.591,38

23. POMPA UTILITAS-102

Tugas	: Mengalirkan air keluaran bak sedimentasi menuju bak flokulator
Jenis alat	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 29485,95 kg/jam
Head	: 4 meter
Impeller	: <i>mixed</i>
Daya motor	: 3 hp
N	: 3500 rpm
Ns'	: 6797,88 rpm
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga satuan	: \$3.591,38

24. POMPA UTILITAS-103

Tugas	: Mengalirkan air keluaran bak flokulator menuju ke clarifier
Jenis alat	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 29485,95 kg/jam
Head	: 4,88 meter
Impeller	: <i>Mixed</i>
Daya motor	: 2 hp
N	: 3500 rpm
Ns'	: 5910,94 rpm
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga satuan	: \$3.591,38

25. POMPA UTILITAS-104

Tugas	: Mengalirkan air keluaran clarifier menuju ke sand filter
Jenis alat	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 26537,35 kg/jam
Head	: 1,43 meter
Impeller	: <i>Axial</i>
Daya motor	: 0,75 hp
N	: 3500 rpm
Ns'	: 14104,08 rpm

Bahan : *Carbon steel*
Jumlah : 1 buah
Harga satuan : \$3.371,38

26. POMPA UTILITAS-105

Tugas : Mengalirkan air keluaran sand filter ke bak penampung sementara.
Jenis alat : *Centrifugal pump*
Kapasitas : 26537,20 kg/jam
Head : 2,47 meter
Impeller : *axial*
Daya motor : 2 hp
N : 3500 rpm
Ns' : 9341,20 rpm
Bahan : *Carbon steel*
Jumlah : 1 buah
Harga satuan : \$3.371,38

27. POMPA UTILITAS-106

Tugas : Mengalirkan air bak penampung sementara menuju tangki air
Jenis alat : *Centrifugal pump*
Kapasitas : 26537,35 kg/jam
Head : 3,67 meter

Impeller : *Mixed*
Daya motor : 3 hp
N : 970 rpm
Ns' : 6949,86 rpm
Bahan : *Carbon steel*
Jumlah : 1 buah
Harga satuan : \$3.371,38

28. POMPA UTILITAS-107

Tugas : Mengalirkan air bak penampung sementara menuju tangki air
Jenis alat : *Centrifugal pump*
Kapasitas : 26537,35 kg/jam
Head : 3,8 meter
Impeller : *Mixed*
Daya motor : 3 hp
N : 3500 rpm
Ns' : 6768,17 rpm
Bahan : *Carbon steel*
Jumlah : 1 buah
Harga satuan : \$3.371,38

29. POMPA UTILITAS-108

Tugas	: Mengalirkan air dari tangki kloro menuju tangki air bersih.
Jenis alat	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 26537,3536 kg/jam
Head	: 10,1 meter
Impeller	: <i>mixed</i>
Daya motor	: 5 hp
N	: 3500 rpm
Ns'	: 3250,66 rpm
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga satuan	: \$3.371,38

30. POMPA UTILITAS-109

Tugas	: Mengalirkan air tangki air bersih menuju area domestik
Jenis alat	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 23726,79 kg/jam
Head	: 1,18 meter
Impeller	: <i>Axial</i>
Daya motor	: 0,3 hp
N	: 3500 rpm
Ns'	: 15330,55 rpm
Bahan	: <i>Carbon steel</i>

Jumlah : 1 buah

Harga satuan : \$3.152,36

31. POMPA UTILITAS-110

Tugas : Mengalirkan air dari bak penampung sementara ke bak air

Jenis alat : *Centrifugal pump*

Kapasitas : 26537,3536 kg/jam

Head : 3,67 meter

Impeller : *Mixed*

Daya motor : 5 hp

N : 3500 rpm

Ns' : 6949,86 rpm

Bahan : *Carbon steel*

Jumlah : 1 buah

Harga satuan : \$3.371,38

32. POMPA UTILITAS-111

Tugas : Mengalirkan air dari bak air pendingin ke *cooling tower*

Jenis alat : *Centrifugal pump*

Kapasitas : 107156,75 kg/jam

Head : 19,3 meter

Impeller : *mixed*

Daya motor : 15 hp

N : 3500 rpm
Ns' : 4017,76 rpm
Bahan : *Carbon steel*
Jumlah : 1 buah
Harga satuan : \$7.789,41

33. POMPA UTILITAS-112

Tugas : Mengalirkan air dari *cooling* tower menuju ke bak air pendingin
Jenis alat : *Centrifugal pump*
Kapasitas : 107156,75 kg/jam
Head : 10,78 meter
Impeller : *Mixed*
Daya motor : 10 hp
N : 3500 rpm
Ns' : 6219,44 rpm
Bahan : *Carbon steel*
Jumlah : 1 buah
Harga satuan : \$7.789,41

34. POMPA UTILITAS-113

Tugas : Mengalirkan air dari bak penampung sementara ke kation
Jenis alat : *Centrifugal pump*
Kapasitas : 26537,35 kg/jam

Head : 2,76 meter
Impeller : *Axial*
Daya motor : 2 hp
N : 3500 rpm
Ns' : 8590,51 rpm
Bahan : *Carbon steel*
Jumlah : 1 buah
Harga satuan : \$3.371,38

35. POMPA UTILITAS-114

Tugas : Mengalirkan air dari kation *exchanger* menuju anion *exchanger*
Jenis alat : *Centrifugal pump*
Kapasitas : 405,96 kg/jam
Head : 2,56 meter
Impeller : *Mixed*
Daya motor : 0,05 hp
N : 3500 rpm
Ns' : 1124,09 rpm
Bahan : *Carbon steel*
Jumlah : 1 buah
Harga satuan : \$274,53

36. POMPA UTILITAS-115

Tugas	: Mengalirkan air anion <i>exchanger</i> dari menuju tangki penampung
Jenis alat	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 405,96 kg/jam
Head	: 1,63 meter
Impeller	: <i>Mixed</i>
Daya motor	: 0,05 hp
N	: 3500 rpm
Ns'	: 1577,23 rpm
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga satuan	: \$274,53

37. POMPA UTILITAS-116

Tugas	: Mengalirkan air tangki penampung air boiler menuju deaerator
Jenis alat	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 1691,51 kg/jam
Head	: 1,04 meter
Impeller	: <i>Mixed</i>
Daya motor	: 0,05 hp
N	: 3500 rpm
Ns'	: 4505,80 rpm
Bahan	: <i>Carbon steel</i>

Jumlah : 1 buah

Harga satuan : \$646,34

38. TANGKI PENYIMPANAN-101

Tugas : Menyimpan bahan baku berupa pentene cair selama 30 hari

Bentuk : Tangki horizontal berbentuk silinder

Diameter : 27,84 ft

Tinggi : 27,84 ft

Tebal dinding : 2 in

Jenis *head* : *Torispherical*

Tebal *head* : 0,37 in

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*

Suhu : 30°C

Tekanan : 3 atm

Harga : \$78.342,97

39. TANGKI PENYIMPANAN-102

Tugas : Untuk menyimpan bahan baku HCl dan H₂O selama 1 Minggu

Bentuk : Tangki horizontal berbentuk silinder

Diameter : 29,05 ft

Tinggi : 29,05 ft

Jenis *head* : *Conical*

Tebal *head* : 0,37 in

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*

Suhu : 25°C
Tekanan : 1 atm
Harga : \$119.914,2

40. TANGKI PENYIMPANAN-103

Tugas : Untuk menyimpan produk $C_5H_{11}Cl$ selama 14 hari
Bentuk : Tangki horizontal berbentuk silinder
Diameter : 29,46 ft
Tinggi : 29,46 ft
Jenis *head* : *Conical*
Tebal *head* : 0,37 in
Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*
Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Harga : 86.771,91

1.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. bahan baku pentene diperoleh dengan impor dan bahan baku HCl di beli dari PT. Asahimas Subentra Chemical Cilegon.

Tabel 3. 1 Kebutuhan bahan baku

Komponen	Kebutuhan (ton/th)	Ketersediaan bahan baku (ton/th)
C ₅ H ₁₀	13.292	500.000
HCl	6.910	82.000

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku penten dan HCl dapat memenuhi kebutuhan pabrik, atau dengan kata lain ketersediaan bahan baku aman untuk proses produksi.

1.3.2 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 diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.