

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Pada proses produksi dibutuhkan bahan baku berupa VCM dan beberapa bahan baku penunjang seperti *pure water*, agen pendispersi, dan beberapa bahan kimia lainnya. Proses PVC dibagi dalam 5 bagian, yaitu bagian bahan baku, bagian polimerisasi, bagian *degassing*, bagian pengeringan, dan bagian *recovery*.

3.2 Proses Produksi PVC

3.2.1 *Material Section*

Bagian ini meliputi persiapan raw material, dan tahapan pengumpanan. VCM diterima dari VCM tanker atau monomer plant melalui pipa kemudian disimpan dalam *spherical VCM tank* (T-01). Bahan tambahan seperti *Dilauryl peroxide*, *Diethylhexyl Peroxodicarbonate*, *asam sitrat* dan *natrium nitrit* disimpan dalam *stock tank* (T-02 – T-06). Bahan baku disimpan pada suhu lingkungan dengan tekanan 1 atm.

Bahan mentah berupa *liquid* diumpankan ke reaktor polimerisasi dengan suhu polimerisasi sebesar 61°C dengan tekanan 4 atm, reaktor yang digunakan adalah reaktor batch berpengaduk (*autoclave*) (R-01) yang dilengkapi dengan jaket pendingin. Karena reaksi pembentukan (C_2H_3Cl)_n merupakan reaksi eksotermis, maka untuk mempertahankan suhu dalam reaktor, panas yang dihasilkan oleh reaksi didinginkan dengan air pendingin supaya suhu tetap

stabil 61°C. Waktu yang dibutuhkan untuk reaksi polimerisasi ini adalah 0,2 jam. Produk yang keluar terdiri dari C_2H_3Cl sisa, H_2O , $(C_4H_6O_2)_n$, $(C_2H_3Cl)_n$, $(C_2H_4O)_x$, $C_6H_8O_7$, $NaNO_2$, dan $C_4H_6O_2$.

3.2.2 Raw Material Feeding

Bahan baku utama berupa VCM dimasukkan kedalam reaktor berpengaduk kemudian dimasukan bahan penunjang seperti Dilauryl peroxide, *diethylhexyl peroxodicarbonate*, citric acid, sodium nitrit kedalam reaktor berpengaduk (R-01), bahan penunjang sebelumnya sudah dicampurkan di dalam mixer (M-01) dengan air sebelum dimasukan kedalam reaktor kemudian yang bertujuan untuk menghogenasi terlebih dahulu sebelum berkontak dengan senyawa-senyawa lain, ditambahkan pvac dan pva yang sudah dicampur didalam mixer (M-02) kedalam reaktor dengan cara menspray bahan baku.

3.2.3 Polymerization

Bahan baku seperti VCM, *Dilauryl peroxide*, *diethylhexyl peroxodicarbonate*, *asam sitrat dan natrium nitrit*, air, *sodium nitrit*, *polyvinyl alcohol*, *polyvinyl acetate* di reaksi dalam reaktor berpengaduk (R-01), digunakan pengaduk pada reaktor berfungsi untuk menghomogenisasikan reaksi supaya tetap homogen . suhu reaksi polimerisasi 61°C pada tekanan 4 atm. Pada proses polimerisasi ini digunakan waktu pengadukan selama 12 menit reaksi polimerisasi dianggap selesai ditandai dengan adanya penurunan tekanan menjadi 2 atm.

3.2.4 Discharge

Akhir polimerisasi dinyatakan dengan konversi yang optimum dengan persamaan Florry-Huggins dengan penurunan tekanan untuk menghindari penurunan konversi atau waktu polimerisasi yang dipantau dengan *Distributed Control System* (DCS) dan alat penghenti ditambahkan ke reaktor. Bila reaksi polimerisasi telah selesai, PVC slurry dikeluarkan ke *stripping tower* (ST-01) bersamaan dengan mengambil kembali Gas VCM yang tidak bereaksi diambil kembali ke *recovery* section dengan sistem kompresi dan kondensasi ke *separator* (SP-01).

3.2.5 Degassing section

Dari bagian proses ini dilakukan secara berkelanjutan. Residu VCM dalam PVC *slurry* diambil kembali pada bagian ini. Proses *degassing* mempunyai keunggulan pada konsumsi uap air yang rendah tanpa ada masalah pada kualitas bahan produk PVC yang dioptimalkan dengan DCS dan pengalaman panjang dari proses *engineering* dan dengan mudah menurunkan kadungan VCM dalam PVC *slurry* dari 2% hingga 3% turun menjadi lebih rendah dari 1 ppm bersamaan dengan mengambil kembali semua VCM.

PVC *slurry* diumpankan ke atas dari ke tiga tray pada *stripping tower* yang dioperasikan pada kondisi vakum. Setelah melewati tray dan bertukar dengan udara panas hasil pemanasan di dalam reboiler (RB-01), Pemanasan kembali *slurry* untuk mengambil VCM dari *slurry* PVC yang disimpan oleh reactor (R-01). Sedangkan *slurry* temperatur tinggi yang keluar dari bawah *reboiler*

(RB-01) yang tidak menguap dialirkan ke *centrifuge* (CF-01). VCM dan uap air dari atas *tower* diumpankan pada kondensor (CD-01) bertujuan mengembunkan uap air agar terpisah dengan VCM di dalam separator (SP-01). Dimana sebelumnya tekanan ditingkatkan dengan menggunakan kompresor (K-01) dari 2 atm ke 4 atm dan dikondensasi hingga suhu mencapai 61 °C. Peningkatan tekanan dan penurunan suhu bertujuan untuk menyamakan tekanan VCM dari *spherical VCM tank* (T-01) untuk mengambil residu VCM dan membuang sisa-sisa.

3.2.6 *Drying Section*

PVC dari *stripping tower* (ST-01) dipompakan ke sentrifugasi (CF-01) dengan menggunakan prinsip sedimentasi, di mana percepatan sentrifugal menyebabkan zat padat dan partikel untuk pindah ke luar dalam arah radial. Laju pengendapan suatu partikel yang tersuspensi tersebut dapat diatur dengan meningkatkan atau menurunkan pengaruh gravitasional terhadap partikel dengan tujuan memisahkan pelet dan supernatan. Kemudian pellet hasil dari *centrifuge* (CF-01) diumpankan ke *rotary dryer* (RD-01) dengan menggunakan *screw conveyor* (SC-01) untuk memisahkan PVC dari air. PVC basah dari sentrifugasi diumpankan ke pengering *rotary dryer* (RD-01) dan penghilangan airnya secara berkelanjutan dengan tiupan udara panas dan pemanasan dari *rotary dryer* (RD-01) dipasang dalam pengering. Udara disedot dengan *blower* (B-01) dengan melewati *filter bag* (F-01) supaya kotoran tidak ikut masuk ke alat, dipanaskan dari 30°C hingga 120°C oleh pemanas steam kemudian diumpankan ke pengering sebagai udara panas. Udara panas dengan PVC

powder dari pengering diumpun ke *silo* untuk disimpan kemudian uap air dibuang ke udara bebas.

Air panas yang akan dialirkann di *rotary dryer* (RD-01) ditampung pada air panas tangki dimana temperatur dijaga 120°C dengan menambahkan steam dan dipompakan ke pengering. Steam kondensat dari penukar panas udara kering diambil kembali untuk air umpan *boiler*.

3.2.7 *Packing Section*

Produk PVC disimpan dalam silo produk diumpunkan pada timbangan dengan sistem pengaturan otomatis dan produk ditimbang dalam 25 kg karung dengan secara semi otomatis. Packing ini harus mampu mengisikan produk secara otomatis dengan tingkat ketepatan 0,1% dari dua standar deviasi, namun karung yang ditangani secara manual. Packing section harus disiapkan dalam mempertimbangkan fasilitas *packaging* untuk *contain* fleksibel customer tertentu.

3.2.8 Penentuan Jadwal Reaktor

Pada produksi PolyVinyl Chloride dilakukan proses Polimerisasi selama 0.2 jam untuk menggabungkan monomer menjadi polimer. Maka dari itu, proses secara *Batch* dipilih pada produksi *Poly Vinyl Chloride* ini. Metode produksi *batch* yang dipilih adalah metode *Zero Wait Strategy (ZWS) Parallel Units* yang bertujuan untuk menentukan *schedule* unit proses, *cycle time*, dan juga menghindari adanya jeda waktu selama proses polimerisasi berlangsung, sehingga pada proses ini akan menggunakan lebih dari satu *batch* pada satu kali produksi dan nantinya proses bisa berlanjut secara *continue*. Penentuan *Schedule* dan *Cycle time* pada proses *batch* metode ZWS dapat dilihat pada

Tabel 3.1 Penentuan Jadwal Tiap Reaktor


Waktu, menit	pengisian	reaksi	pengosongan	pencucian	pengisian	reaksi	pengosongan	pencucian	pengisian	reaksi	pengosongan	pencucian
14,4	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4
12,2	Reaktor 4	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3
14,4	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 1	Reaktor 2
10	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 1

Keterangan :

Reaktor 1 = 

Reaktor 2 = 

Reaktor 3 = 

Reaktor 4 = 

Waktu pengisian (tf) = 14,4 menit

Waktu reaksi (tr) = 12,2 menit

Waktu pengosongan (tc) = 14,4 menit

Waktu pembersihan (te) = 10 menit

1.3 Spesifikasi Alat/ Mesin Produk

1.3.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku

1. Tangki Penyimpanan *Vinyl Chloride Monomer* (T-01)

Fungsi : Untuk Menyimpan *Vinyl Chloride* selama 7 hari

Fasa : Cair

Bentuk : *Vertical Cylinder with Torispherical head*

Bahan Kontruksi : *Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 316*

Jumlah : 1 unit

Volume tangki : 786,5040 m³

Tekanan operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30 °C

Waktu tinggal : 7 hari

Diameter luar : 396,5826 in = 10,07 m

Tebal *shell*

Course 1 = 1,25 in = 0,0318 m

Course 2 = 1,25 in = 0,0318 m

Course 3 = 1,375 in = 0,0349 m

Course 4 = 1,375 in = 0,0349 m

Course 5 = 1,375 in = 0,0349 m

Course 6 = 1,375 in = 0,0349 m

Jumlah Course = 6

Tinggi Tangki : 14,0446 m

Laju aliran : 13.415,4040 kg/jam

Harga : \$ 866,682

2. Tangki Penyimpanan *Dilaouryl Peroxide* (T-02)

Fungsi : Untuk Menyimpan *Dilaouryl Peroxide*

Fasa : Cair

Bentuk : *Vertical Cylinder with Torispherical head*

Bahan Kontruksi : *Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310*

Jumlah : 1 unit

Volume tangki : 1,9952 m³

Tekanan operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30 °C

Waktu tinggal : 30 hari

Diameter luar : 54,3376 in = 1,3802 m

Tebal *shell*

Course 1 = 0,31 in = 0,0079 m

Course 2 = 0,31 in = 0,0079 m

Jumlah Course = 2

Tinggi Tangki : 1,9628 m

Laju aliran : 20,27 kg/jam

Harga : \$ 41,103

3. Tangki Penyimpanan *Diethylhexyl Peroxydicarbonate* (T-03)

Fungsi : Untuk Menyimpan *Diethylhexyl Peroxydicarbonate*

Fasa : Cair

Bentuk : *Vertical Cylinder with Torispherical head*

Bahan Kontruksi : *Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310*

Jumlah : 1 unit

Volume tangki : 1,4941 m³

Tekanan operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30 °C

Waktu tinggal : 30 hari
 Diameter luar : 49,4013 in = 1,2548 m

Tebal *shell*

Course 1 = 0,31 in = 0,0079 m

Course 2 = 0,31 in = 0,0079 m

Jumlah Course = 2

Tinggi Tangki : 1,7888 m

Laju aliran : 11,2185 kg/jam

Harga : \$ 35,475

4. Tangki Penyimpanan *Sodium Nitrite* (T-04)

Fungsi : Untuk Menyimpan *Sodium Nitrite*

Fasa : Cair

Bentuk : *Vertical Cylinder with Torispherical head*

Bahan Kontruksi : *Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310*

Jumlah : 1 unit

Volume tangki : 0,0064 m³

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu tinggal : 30 hari

Diameter luar : 8,2861 in = 0,2105 m

Tebal *shell*

Course 1 = 0,19 in = 0,0048 m

Jumlah *Course* = 1

Tinggi Tangki : 0,331 m

Laju aliran : 0,1448 kg/jam

Harga : \$ 1,809

5. Tangki Penyimpanan *Citric Acid* (T-05)

Fungsi : Untuk Menyimpan *Citric Acid*

Fasa : Cair

Bentuk : *Vertical Cylinder with Torispherical head*

Bahan Kontruksi : *Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310*

Jumlah : 1 unit

Volume tangki : 0,3073 m³

Tekanan operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30 °C

Waktu tinggal : 30 hari

Diameter luar : 30,5398 in = 0,7757 m

Tebal *shell*

Course 1 = 0,19 in = 0,0048 m

Jumlah *Course* = 1

Tinggi Tangki : 1,1234 m

Laju aliran : 1.441,408 kg//jam

Harga : \$ 16,883

6. Tangki Penyimpanan *Polyvinyl Acetat* (T-06)

Fungsi : Untuk Menyimpan *Polyvinyl Acetat*

Fasa : Cair

Bentuk : *Vertical Cylinder with Torispherical head*

Bahan Kontruksi : *Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310*

Jumlah : 1 unit

Volume tangki : 7,9458 m³

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu tinggal : 30 hari

Suhu Operasi : 30 °C

Diameter luar : 89,9483 in = 2,2847 m

Tebal *shell*

Course 1 = 0,38 in = 0,0095 m

Course 2 = 0,38 in = 0,0095 m

Course 3 = 0,38 in = 0,0095 m

Jumlah *Course* = 3

Tinggi Tangki : 3,2261 m

Laju aliran : 4,7045 kg/jam

Harga : \$ 89,341

7. Tangki Penyimpanan *Polyvinyl Alcohol* (T-07)

Fungsi : Untuk Menyimpan *Polivinyll Alcohol*

Fasa : Cair

Bentuk : *Vertical Cylinder with Torispherical head*

Bahan Kontruksi : *Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310*

Jumlah : 1 unit

Volume tangki : 98,3150 m³

Tekanan operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30 °C

Waktu tinggal : 14 hari

Diameter luar : 198,4177 in = 5,0398 m

Tebal *shell*

Course 1 = 0,75 in = 0,0191 m

Course 2 = 0,75 in = 0,0191 m

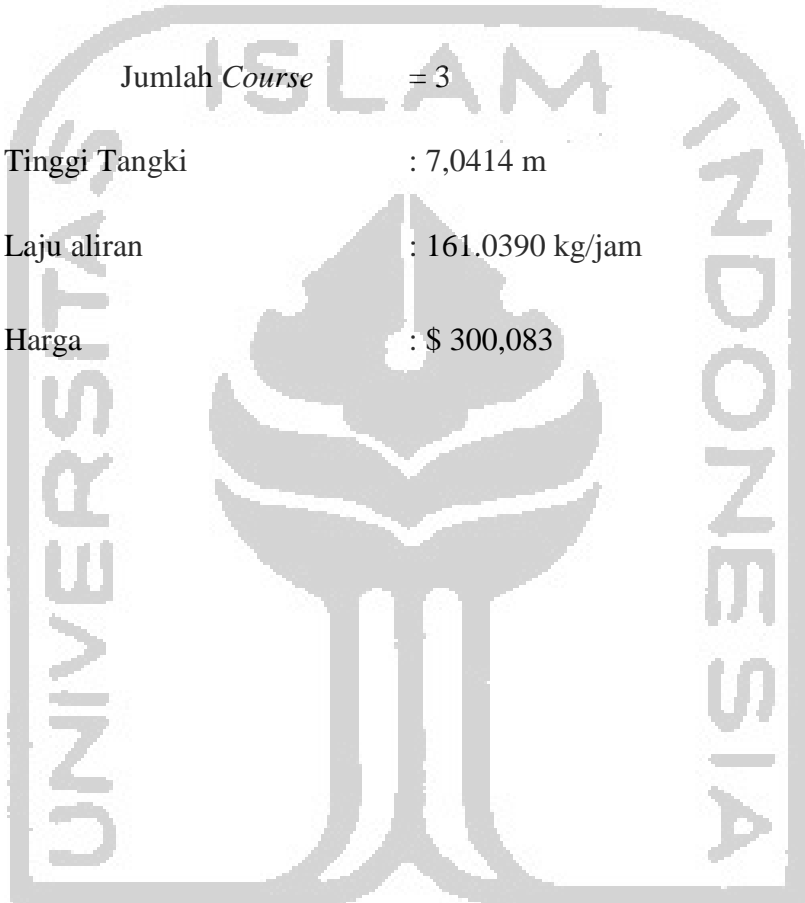
Course 3 = 0,75 in = 0,0191 m

Jumlah *Course* = 3

Tinggi Tangki : 7,0414 m

Laju aliran : 161.0390 kg/jam

Harga : \$ 300,083



Tabel 3.2 Spesifikasi Tangki

Parameter	T-01	T-02	T-03	T-04
Fungsi	Menyimpan Vinyl Chloride selama 7 hari	Menyimpan Dilaouryl Peroxide	Menyimpan Diethylhexyl Peroxydicarbonate	Menyimpan Sodium Nitrite
Fasa	Cair	Cair	Cair	Cair
Bentuk	<i>Vertical Cylinder with Torispherical head</i>	<i>Vertical Cylinder with Torispherical head</i>	<i>Vertical Cylinder with Torispherical head</i>	<i>Vertical Cylinder with Torispherical head</i>
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 316</i>	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310</i>	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310</i>	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310</i>
Jumlah	1	1	1	1
Volume tangki (m3)	7.865,040	1,9952	1,4941	0,0064
Tekanan operasi (atm)	1	1	1	1
Suhu Operasi(oC)	30	30	30	30
Waktu tinggal (hari)	7	30	30	30
Diameter luar (m)	10,07	1,3802	1,2585	0,2105
<i>Tebal shell</i>				
<i>Course 1</i>	1,25	0,31	0,31	0,19
<i>Course 2</i>	1,26	0,32	0,32	-
<i>Course 3</i>	1,27	-	-	-
<i>Course 4</i>	1,28	-	-	-
<i>Course 5</i>	1,29	-	-	-
<i>Course 6</i>	1,30	-	-	-
Jumlah <i>Course</i>	6	2	2	1
Tinggi Tangki (m)	14,0446	1,9628	1,7888	0,331
Laju Aliran (kg/jam)	13.415,40	20,27	11,2185	0,1448
Harga (\$)	866,682	41,103	35,475	1,809

Tabel 3.2 Spesifikasi Tangki (lanjutan)

Parameter	T-05	T-06	T-07
Fungsi	Menyimpan Citric Acid	Menyimpan Polyvinyl Acetat	Menyimpan Polyvinyl Alcohol
Fasa	Cair	Cair	Cair
Bentuk	<i>Vertical Cylinder with Torispherical head</i>	<i>Vertical Cylinder with Torispherical head</i>	<i>Vertical Cylinder with Torispherical head</i>
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310</i>	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 321</i>	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310</i>
Jumlah	1	1	1
Volume tangki (m ³)	0,3073	7,9458	98,3150
Tekanan operasi (atm)	1	1	1
Suhu Operasi (°C)	30	30	30
Waktu tinggal (hari)	30	30	14
Diameter luar (m)	0,7757	2,2847	5,0398
Tebal shell			
Course 1	0,19	0,38	0,75
Course 2	-	0,38	0,75
Course 3	-	0,38	0,75
Course 4	-	-	-
Course 5	-	-	-
Course 6	-	-	-
Jumlah Course	1	3	3
Tinggi Tangki (m)	1,1234	3,2261	7,0414
Laju Aliran (kg/jam)	1.441,408	4,7045	161.039
Harga (\$)	16,883	89,341	300,082

1.3.2 Mixer

1. Mixer (M-01)

Fungsi	: Untuk Mencampurkan air dan inisiator
Fasa	: Cair
Bentuk	: <i>Vertical Cylindertorispherical dish head with stirrer</i>
Bahan Kontruksi	: <i>Stainless Steel SA-167</i>
Jumlah	: 1 unit
Jenis pengaduk	: Three bladed narine propeller
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 4 atm
Volume tangki	: 43,4537 m ³
Dimensi	
Diameter	: 3,3293 m
Tinggi Tangki	: 6,5185 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,3125 in
Tebal <i>head</i>	: 0,3125 in

Pengaduk

Diameter pengaduk : 1,0992 m

Tinggi pengaduk : 4,4376 m

Lebar pengaduk : 0,2748 m

Lebar *baffle* : 0,2748 m

Jarak pengaduk : 1,4597 m

Kecepatan putar : 37 rpm

Daya motor : 0,1667 Hp

Harga : \$ 1,662,916

2. *Mixer* (M-02)

Fungsi : Untuk Mencampurkan Suspending Agent

Fasa : Cair

Bentuk : *Vertical Cylindertorispherical dish head
with stirrer*

Bahan Kontruksi : *Stainless Steel SA-167*

Jumlah : 1 unit

Jenis pengaduk : *Three bladed narine propeller*

Kondisi Operasi

Suhu : 30 °C

Tekanan : 4 atm

Volume tangki : 1,0463 m³

Dimensi

Diameter : 0,9614 m

Tinggi Tangki : 2,004 m

Tebal *shell* : 0,1875 in

Tebal *head* : 0,1875 in

Pengaduk

Diameter pengaduk : 0,3191 m

Tinggi pengaduk : 1,763 m

Lebar pengaduk : 0,798 m

Lebar *baffle* : 0.0798 m

Jarak pengaduk : 0,2478 m

Kecepatan putar : 155 rpm

Daya motor : 0,05 Hp

Harga : \$ 318,473

1.3.3 Heat Exchanger

1. Heater (HE-01)

Tugas : Menaikkan suhu keluaran VCM sebelum masuk ke Reaktor (R-01)

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

- t_{in} : 30 °C

- t_{out} : 50 °C

Fluida Panas

- T_{in} : 190 °C

- T_{out} : 190 °C

Annulus : *steam*

- OD : 3 in

- ID = 3,068 in

- *Pressure drop* = 0,0005 psi

Inner Pipe : fluida dingin

- OD : 2,38 in

- ID : 2,067 in

- *Pressure Drop* : 0,6607 psi

Dirt Factor : 0,00304 hr.ft².°F/Btu

Luas Transfer Panas : 5,545 ft²

Jumlah *Hairpin* : 3 buah

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 1,407

2. Heater (HE-02)

Tugas : Menaikkan suhu keluaran *Mixer* 01 (M-01)

sebelum masuk ke Reaktor (R-01)

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

- t_{in} : 30 °C

- t_{out} : 61 °C

Fluida Panas

- T_{in} : 190 °C

- T_{out} : 190 °C

Annulus : *steam*

- OD : 4,50 in

- ID : 4,03 in

- *Pressure drop* : 0,0503 psi

Inner Pipe : fluida dingin

- OD : 3,50 in

- ID : 3,07 in

- *Pressure Drop* : 0,2265 psi

Dirt Factor : 0,00362 hr.ft².°F/Btu

Luas Transfer Panas : 56,486 ft²

Jumlah <i>Hairpin</i>	: 3 buah
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 3,216

3. Heater (HE-03)

Tugas : Menaikkan suhu keluaran *Mixer* 02 (M-02) sebelum masuk ke Reaktor (R-01)

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

- t_{in} : 30 °C

- t_{out} : 61 °C

Fluida Panas

- T_{in} : 190 °C

- T_{out} : 190 °C

Annulus : *steam*

- OD : 1,90 in

- ID : 1,61 in

- *Pressure drop* : 0,0006 psi

Inner Pipe : fluida dingin

- OD : 1,32 in

- ID : 1,05 in

- *Pressure Drop* : 0,1165 psi

Dirt Factor : 0,00327 hr.ft².°F/Btu

Luas Transfer Panas	: 1,086 ft ²
Jumlah <i>Hairpin</i>	: 1 buah
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 804

4. *Heater* (HE-04)

Tugas : Menaikkan suhu udara sebelum masuk *Rotary*

Dryer (RD-01)

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

- t_{in} : 30 °C

- t_{out} : 120 °C

Fluida Panas

- T_{in} : 190 °C

- T_{out} : 190 °C

Annulus : *steam*

- OD : 2,38 in

- ID : 2 in

- *Pressure drop* : 0,00075 psi

Inner Pipe : fluida dingin

- OD : 1,66 in

- ID : 1,38 in

- *Pressure Drop* : 0,1677 psi

Dirt Factor : 0,0032 hr.ft².°F/Btu

Luas Transfer Panas : 76,599 ft²

Jumlah *Hairpin* : 4 buah

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 3,600

1.3.4 *Condensor*

1. *Condensor* (CD-01)

Tugas : Mengembunkan air keluaran Kompresor (K-01)

Jenis : *Double Pipe*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

- *t in* : 25 °C

- *t out* : 55 °C

Fluida Panas

- *T in* : 88,11 °C

- *T out* : 70 °C

Annulus : fluida dingin

- OD : 1,90 in

- ID : 1,61 in

- *Pressure drop* : 7,1240 psi

Inner Pipe : fluida panas

- OD : 1,32 in
- ID : 1,05 in
- *Pressure Drop* : 0,000098 psi

Dirt Factor : 0,00338 hr.ft².°F/Btu

Luas Transfer Panas : 8,915 ft²

Jumlah *Hairpin* : 2 buah

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 9,547

2. *Condensor (CD-02)*

Tugas : Mengembunkan vcm keluaran Sparatot(SP-01)

Jenis : *Double Pipe*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

- *t in* : 25 °C

- *t out* : 55 °C

Fluida Panas

- *T in* : 70 °C

- *T out* : 61 °C

Annulus : fluida dingin

- OD : 1,90 in

- ID : 1,61 in

- *Pressure drop* : 0,6877 psi

Inner Pipe = fluida panas

- OD : 1,32 in

- ID : 1,05 in

- *Pressure Drop* : 0,6914 psi

Dirt Factor : 0,0034 hr.ft².°F/Btu

Luas Transfer Panas : 60,342 ft²

Jumlah *Hairpin* : 7 buah

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 34,269

1.3.5 Reaktor (R-01)

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi polimerisasi

Jenis : Reaktor *Batch* Berpengaduk (*Autoclave*)

Bahan : *Stainless Steel*

Jumlah : 1 unit

Jenis Head : *Torispherical dished head*

Kondisi Operasi

Suhu : 61 °C

Tekanan : 4 atm

Waktu Tinggal : 12,2 menit

Spesifikasi Reaktor

Kapasitas : 12,5254 m³

Diameter	: 1,9976 m
Tinggi	: 3,8356 m
Tebal Shell	: 0,375 in
Tebal Head	: 0,625 in

Pengaduk

Jenis	: <i>Propeller 3 blades</i>
Jumlah Pengaduk	: 2 buah
Diameter pengaduk	: 0,7049 m
Tinggi pengaduk	: 0,1410 m
Lebar pengaduk	: 0,1762 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,1762 m
Jarak pengaduk	: 0,7049 m
Kecepatan putar	: 322 rpm
Daya Motor	: 15 Hp

Pendingin Reaktor

Diameter	: 2,1569 m
Tebal jaket	: 0,1164 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,375 in
Tebal <i>head</i>	: 0,625 in

Harga : \$ 962,556

1.3.6 Stripper (ST-01)

Tugas : Untuk Memisahkan *Vinyl Chloride Monomer* yang tidak Bereaksi dari Campuran *Slurry Poly Vinyl Chloride*

Jenis : *Stripper with reboiler*

Bahan : *Stainless Steel*

Kondisi Operasi

- Umpan

✓ Suhu : 61 °C

✓ Tekanan : 4 atm

- *Top*

✓ Suhu : 110,5 °C

✓ Tekanan : 2 atm

- *Bottom*

✓ Suhu : 178,3 °C

✓ Tekanan : 2 atm

Dimensi Menara Distilasi

- Diameter Menara : 0,4056 m

- Tinggi Menara : 4,7001 m

- Tebal *Shell* : 0,25 in

- Tebal *Head* : 0,187 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 464,294

1.3.7 Kompresor 01 (K-01)

Fungsi	: Untuk menaikkan tekanan H ₂ O dan VCM menjadi 4 atm
Jenis	: <i>Centrifugal single stage</i>
Jumlah Stage	: 1 <i>stage</i>
Tekanan masuk	: 2 atm
Tekanan keluar	: 4 atm
Suhu <i>in</i>	: 85,71 °C
Suhu <i>out</i>	: 88,11 °C
Power	: 0,333 HP
Harga	: \$ 46,530

1.3.8 Separator (SP-01)

Minimum cross sectional area	: 359,7435 ft ³ /menit
Diameter sparator	: 1,6602 m
Tinggi separator	: 2,5361 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,375 in
Tebal <i>shell</i>	: 0,375 in
Harga	: \$ 23,315

1.3.9 Reboiler (RB-01)

Tugas : Menguapkan hasil bawah ST-01

Jenis : *Shell and Tube*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

- t_{in} : 61 °C
- t_{out} : 178,3 °C

Fluida Panas

- T_{in} : 190 °C
- T_{out} : 190 °C

Shell : fluida dingin

- ID : 29 in
- B : 11,6 in
- Passes : 4
- *Pressure drop* : 0,1600 psi

Tube : fluida panas

- N_t : 364
- L : 12 ft
- OD : 1 in
- BWG : 18
- Passes : 1

Dirt Factor : 0,0011 hr.ft².°F/Btu

Luas Transfer Panas : 1142,8366 ft²

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 26,330

1.3.10 Cooler (CL-01)

Tugas :Mendinginkan keluaran *Stripper* (ST-01)

Jenis : *Shell and Tube*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

- t_{in} : 25 °C

- t_{out} : 55 °C

Fluida Panas

- T_{in} : 178,3 °C

- T_{out} : 30 °C

Shell : fluida panas

- ID : 37 in

- B : 9,25 in

- Passes : 4

- *Pressure drop* : 0,0315 psi

Tube : fluida dingin

- N_t : 632

- L : 12 ft

- OD : 1 in

- ID : 0,95 in

- BWG : 18

- Passes : 1

- *Pressure Drop* : 0,0296 psi

Dirt Factor : 0,00301 hr.ft².°F/Btu

Luas Transfer Panas	: 1033,021 ft ²
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 218,781

1.3.11 *Centrifuge* (CF-01)

Jenis	: <i>Nozzle discharge</i>
Kecepatan	: 6250 rpm
Daya motor	: 40 Hp
<i>Maksimum centri force</i>	: 8900
<i>Throughput liquid</i>	: 29,9876 gpm
<i>Throughput solid</i>	: 1,1464 ton/jam
Harga	: \$ 95,371

1.3.12 *Rotary Dryer* (RD-01)

Diameter	: 0,9692 m
Panjang rotary dryer	: 5,9921 m
Luas Penampang	: 7,9436 ft ²
L/D	: 6,1828
Jumlah <i>flight</i>	: 8
Tinggi <i>flight</i>	: 0,1211 m
Daya	: 7,5 Hp
Harga	: \$ 95,673

1.3.13 Pompa

1. Pompa 01 (P-01)

Fungsi : Mengalirkan *dilaouryl peroxide* menuju ke *mixer* 01 (M-01)

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N): 40

Diameter Luar (OD) : 0,675 in

Diameter Dalam (ID) : 0,493 in

Luas Penampang Dalam (at) : 0,192 in²

Kecepatan Linier : 1,48 ft/s

Motor Penggerak : 0.05 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 2,914

2. Pompa 02 (P-02)

Fungsi : Mengalirkan *Diethylhexyl*

Peroxydicarbonate menuju ke *mixer* 01 (M-01)

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N): 40

Diameter Luar (OD) : 0,54 in

Diameter Dalam (ID) : 0,364 in

Luas Penampang Dalam (at) : 0,104 in²

Kecepatan Linier : 1,76 ft/s

Motor Penggerak : 0.05 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 3,115

3. Pompa 03 (P-03)

Fungsi : Mengalirkan *Sodium Nitrit* menuju ke
mixer 01 (M-01)

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N): 40

Diameter Luar (OD) : 0,405 in

Diameter Dalam (ID) : 0,269 in

Luas Penampang Dalam (at) : 0,058 in²

Kecepatan Linier : 0,99 ft/s

Motor Penggerak : 0.05 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 1,005

4. Pompa 04 (P-04)

Fungsi : Mengalirkan *Citric Acid* menuju ke
mixer 01 (M-01)

Jumlah : 1 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N): 40

Diameter Luar (OD) : 0,405 in

Diameter Dalam (ID) : 0,269 in

Luas Penampang Dalam (at) : 0,058 in²

Kecepatan Linier : 0,99 ft/s

Motor Penggerak : 0.05 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 2,412

5. Pompa 05 (P-05)

Fungsi : Mengalirkan Air menuju ke *mixer* 01
(M-01)

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N): 30

Diameter Luar (OD) : 16 in

Diameter Dalam (ID) : 15,25 in

Luas Penampang Dalam (at) : 183 in²

Kecepatan Linier : 4,02 ft/s

Motor Penggerak : 5 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 32,460

6. Pompa 06 (P-06)

Fungsi : Mengalirkan *polyvinyl acetat* menuju ke *mixer* 02 (M-02)

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N): 40

Diameter Luar (OD) : 1,32 in

Diameter Dalam (ID) : 1,0496 in

Luas Penampang Dalam (at) : 0,864 in²

Kecepatan Linier : 1,99 ft/s

Motor Penggerak : 0,125 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 5,929

7. Pompa 07 (P-07)

Fungsi : Mengalirkan *polyvinyl alcohol* menuju ke *mixer* 02 (M-02)

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N): 30

Diameter Luar (OD) : 4,5 in

Diameter Dalam (ID) : 4,026 in

Luas Penampang Dalam (at) : 12,7 in²

Kecepatan Linier : 1,94 ft/s

Motor Penggerak : 0,25 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 12,060

8. Pompa 08 (P-08)

Fungsi : Mengalirkan *mixer* 02 (M-02) menuju ke reaktor (R-01)

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N): 40

Diameter Luar (OD) : 3,5 in

Diameter Dalam (ID) : 3,068 in

Luas Penampang Dalam (at) : 7,38 in²

Kecepatan Linier : 2,40 ft/s

Motor Penggerak : 0,5 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 9,145

9. Pompa 09 (P-09)

Fungsi : Mengalirkan *Vinyl Chloride Monomer* menuju ke reaktor (R-01)

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N): 40

Diameter Luar (OD) : 10,75 in

Diameter Dalam (ID) : 10,02 in

Luas Penampang Dalam (at) : 78,8 in²

Kecepatan Linier : 4,18 ft/s

Motor Penggerak : 2 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 31,053

10. Pompa 10 (P-10)

Fungsi : Mengalirkan *Mixer 01 (M-01)* menuju ke reaktor (R-01)

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N): 30

Diameter Luar (OD) : 16 in

Diameter Dalam (ID) : 15,25 in

Luas Penampang Dalam (at) : 183 in²

Kecepatan Linier : 4,03 ft/s

Motor Penggerak : 5 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 34,571

11. Pompa 11 (P-11)

Fungsi : Mengalirkan *Vinyl Chloride Monomer*
menuju ke reaktor (R-01)

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N): 40

Diameter Luar (OD) : 0,675 in

Diameter Dalam (ID) : 0,493 in

Luas Penampang Dalam (at) : 0,192 in²

Kecepatan Linier : 0,31 ft/s

Motor Penggerak : 1,5 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 3,819

12. Pompa 12 (P-12)

Fungsi : Mengalirkan dari reaktor (R-01) menuju ke *stripper* (ST-01)

Jumlah : 4 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N): 20

Diameter Luar (OD) : 18 in

Diameter Dalam (ID) : 17,25 in

Luas Penampang Dalam (at) : 234 in²

Kecepatan Linier : 4,04 ft/s

Motor Penggerak : 3 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 36,782

13. Pompa 13 (P-13)

Fungsi : Mengalirkan *reboiler* (RB-01) menuju ke *centrifuge* (CF-01)

Jumlah : 2 Unit

Jenis : *Centrifugal Pump*

Spesifikasi Pipa :

Schedule Pipa (Sch N : 20

Diameter Luar (OD) : 18 in

Diameter Dalam (ID) : 17,25 in

Luas Penampang Dalam (at) : 234 in²

Kecepatan Linier : 5,12 ft/s

Motor Penggerak : 0,167 HP

Bahan Penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 36,782

1.3.14 *Screw Conveyor*

1. *Screw Conveyor 01 (SC-01)*

Diameter *screw* : 10 in

Diameter yg ditambahkan : 2,5 cm

Diameter tabungnya jadi : 10,98 in

Diameter standar : 12 in

Kecepatan putaran : 70 rpm

Panjang *conveyor* : 4,5402 m

Power : 0,5 Hp

Harga : \$ 4,120

2. *Screw Conveyor 02 (SC-02)*

Diameter *screw* : 10 in

Diameter yg ditambahkan : 2,5 cm

Diameter tabungnya jadi	: 10,98 in
Diameter standar	: 12 in
Kecepatan putaran	: 75 rpm
Panjang <i>conveyor</i>	: 3,5773 m
Power	: 0,75 Hp
Harga	: \$ 3,517

1.3.15 *Blower* (B-01)

Fungsi	: Untuk mengalirkan udara ke HE 04
Jenis	: <i>Blower Centrifugal</i>
Bahan	: <i>Cast Iron</i>
Suhu Operasi	: 30 °C
Tekanan Operasi	: 1 atm
Daya Blower	: 0,125 HP
Harga	: \$ 1,608

1.3.16 *Filter Bag* (F-01)

Fungsi : Menyaring pengotor debu yang terbawa oleh udara

Jenis : *Bag House Filter*

Spesifikasi :

Diameter Bag : 0,20 m

Panjang Bag : 2,44 m

Jumlah Bag : 1 buah

Jumlah: 1 buah

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Harga : \$ 31,656

1.3.17 Tangki Penyimpanan Produk PVC (S-01)

Fungsi	: Untuk Menyimpan <i>Polyvinyl Chloride</i>
Fasa	: Padat
Bentuk	: Silo <i>Silinder</i> dengan alas berbentuk kerucut
Bahan Kontruksi	: <i>Stainless Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310</i>
Jumlah	: 1 unit
Volume tangki	: 274,3272 m ³
Tekanan operasi	: 1 atm
Suhu Operasi	: 53 °C
Waktu tinggal	: 7 hari
Diameter	: 7,0415 m
Tebal <i>shell</i>	

Course 1 = 0,50 in = 0,0127 m

Course 2 = 0,63 in = 0,0159 m

Course 3 = 0,63 in = 0,0159 m

Course 4 = 0,63 in = 0,0159 m

Jumlah *Course* = 4

Tebal <i>konis</i>	: 0,75 in
Sudut alas	: 10 degree
Tinggi Tangki	: 9,0741 m
Harga	: \$ 244,400

1.4 Perencanaan Produksi

1.4.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan pabrik *Polivinyll Chloride* ini didasarkan pada kebutuhan *Polivinyll Chloride* di Indonesia dan ketersediaan bahan baku. Sejalan kebutuhan *Polivinyll Chloride* pada industri pakaian, perpipaan, atap, dan insulasi kabel listrik yang mengalami perkembangan di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan *Polivinyll Chloride* juga akan meningkat di tahun-tahun mendatang. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan sebesar 85.000 ton/tahun.

1.4.2 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada jumlah bahan baku yang tersedia di sekitar wilayah pabrik dibangun, serta ketentuan kapasitas bahan baku minimal. Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan dari bahan baku terhadap kapasitas pabrik. Bahan baku *Vinyl Chloride Monomer* diperoleh dari PT. Asahimas Chemical yang tidak jauh dari pabrik. Sedangkan bahan baku penunjang seperti *dilauroyl peroxide* dan *diethylhexyl peroxodicarbonate* di peroleh dari Zhangjiang Free

Trade Zone Monheit International Trade Co.,Ltd yang berada di China. Citric acid dan *Sodium Nitrite* di peroleh dari Weifang Ocean Trading Co., Ltd yang berada di China. Sedangkan polyvinyl of acetate di peroleh dari Linyi Han's Latex Products Co., Ltd dan Polyvinyl Alcohol dari Guangzhou Pangea International Trade Co., Ltd. yang berada di China.

1.4.3 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.