

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Pabrik *Butadiene Sulfone* dengan bahan dasar *1,3-Butadiene* dan *Sulfur Dioksida* yang direncanakan dengan kapasitas 55.000 ton per tahun dan dengan waktu 330 hari dalam 1 tahun.

A. Tahap Persiapan Bahan Baku

a. *1,3 Butadiene*

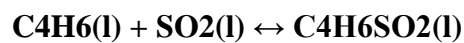
1,3 Butadiene dalam bentuk cair disimpan dalam tangka T-01 dengan tekanan 3,82 atm dan suhu 30 °C. Sebelum dimasukkan ke dalam reaktor, *1,3 Butadiene* akan dipompa dengan Pompa (P-01) dan suhu *1,3 Butadiena* akan dinaikan menjadi 90 °C. Bahan baku *1,3 Butadiena* diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical, Cilegon.

b. *Sulfur Dioxide*

Sulfur Dioxide dalam bentuk cair disimpan dalam T-02 dengan tekanan 4,84 atm dan suhu 30 °C. Sulfur dioksida akan dipompa dengan menggunakan Pompa (P-02) dan suhu akan dinaikan menjadi 90°C kemudian dimasukkan ke dalam reaktor. *Sulfur Dioxide* diperoleh dari PT. Gas Depo Industry, Bekasi.

B. Tahap Reaksi

Reaksi antara *1,3 Butadiene* dan *Sulfur Dioxide* dalam reaktor alir tangki berpengaduk dipasang paralel sebanyak 1 buah. Reaksi dalam reaktor dijalankan pada suhu 90 °C dan tekanan 12 atm, dengan konversi 95% serta waktu tinggal 5 jam. Di dalam reaktor terjadi reaksi sebagai berikut:



Reaksi ini di dalam reaktor merupakan reaksi eksotermis, sehingga untuk mempertahankan temperatur diperlukan pendingin. Pendingin yang digunakan adalah air yang berada dalam koil.

C. Tahap Pemurnian Hasil

Hasil reaksi dialirkan ke dalam flash drum (FD-01) untuk menguapkan SO₂ dengan kondisi proses 65,12 °C dan diflashkan hingga tekanan 1 atm. Uap campuran keluar flash drum (FD-01) akan dialirkan ke UPL, sedangkan hasil bawah berupa cairan akan diumpankan ke dalam menara stripper. Suhu umpan masuk sebesar 115,19°C. Pada umpan masuk juga disediakan Heater (HE-03) sampai suhu 115,19°C. Suhu bawah diasumsikan sama dengan suhu atas. Campuran uap yang keluar melalui bagian atas menara akan dialirkan ke UPL, sedangkan hasil bawah berupa *Butadiene Sulfone* dengan kemurnian 98% diubah menjadi fase padat dengan menggunakan kristalisator kemudian disimpan dalam silo SL.

3.2 Spesifikasi Alat Proses

Spesifikasi alat pada pabrik *Butadiene Sulfone* ini dirancang berdasarkan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses.

Berikut adalah spesifikasi masing – masing yang digunakan pada pabrik *Butadiene Sulfone*.

3.2.1 Tangki Penyimpanan

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Jumlah	Kondisi Operasi	Bahan	Dimensi	Harga
Tangki T-01	Menyimpan <i>1,3 Butadine</i> dengan waktu tinggal 3 hari	Tangki Silinder Horizontal	1	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu 30°C • Tekanan 3,82 atm 	<i>Stainless Steel SA 316 Grade 11</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 5,3120 m • Tinggi 23,573 m • Tebal Shell • <i>Course I</i> 0,5 in • <i>Course II</i> 0,5 in 	\$ 1.281.595
Tangki T-02	Menyimpan <i>Sulfur Dioxide</i> dengan waktu tinggal 3 hari	Tangki Silinder Horizontal	1	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu 30°C • Tekanan 4,84 atm 	<i>Stainless Steel SA 316 Grade 11</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 4,5609 m • Tinggi 20,041 m • Tebal Shell • <i>Course I</i> 0,63 in • <i>Course II</i> 0,63 in 	\$ 393.612
Silo S-03	Menyimpan Produk <i>Butadine Sulfone</i> dengan waktu tinggal 3 hari	Tangki silinder vertical dengan conical bottom head	1	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu 30°C • Tekanan 1 atm 	<i>Stainless Steel SA 316 Grade</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 5,5867 m • Kedalaman 10,4837 m. 	\$ 2.608.800

3.2.2 Heater

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Beban Panas	Luas Transfer Panas	Umpan dan Pemanas	Hairpin	Dimensi	Bahan	Harga
HE-01	Memanaskan umpan <i>butadine</i> dari suhu 30°C menjadi 90°C	<i>Double pipe</i>	488083,188 kj/jam	15,571 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> Kecepatan umpan masuk 3312,66 kg/jam 	1	<i>Ineer pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 2,38 in ID pipa 2,067 in <i>Pressure drop</i> 0,0603 psi <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 3,5 in ID pipa 3,068 in <i>Pressure drop</i> 0,0031 psi 	<i>Stainless steel 316 Grade 11</i>	\$ 1.311
HE-02	Memanaskan umpan <i>Sulfur Dioxide</i> dari suhu 30°C menjadi 90°C	<i>Double pipe</i>	450316,844 kj/jam	14,3667 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> Kecepatan Umpan masuk 4662,50 kg/jam 	1	<i>Inner pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 1,9 in ID pipa 1,61 in <i>Pressure drop</i> 0,4129 psi <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 2,88 in ID pipa 2,469 in <i>Pressure drop</i> 0,0069 psi 	<i>Stainless steel 316 grade 11</i>	\$ 1.311

HE-03	Memanaskan keluaran Flash Drum dari suhu 65,12°C menjadi 115,19 °C	<i>Double pipe</i>	124805,799 kj/jam	5,9426 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> Kecepatan Umpan masuk 6977,99 kg/jam 	1	<i>Inner pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 2,38 in ID pipa 2,067 in Pressure drop 0,4312 psi <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 2,88 in ID pipa 2,469 in Pressure drop 0,1633 psi 	<i>Stainless steel 316 grade 11</i>	\$ 1.073
HE-04	Memanaskan udara masuk ke Rotary Dryer	<i>Double pipe</i>	31665,521 kj/jam	0,7899 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> Kecepatan Umpan masuk 6944,58 kg/jam 	1	<i>Inner pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 2,38 in ID pipa 2,067 in Pressure drop 0,5372 psi <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 2,88 in ID pipa 2,469 in Pressure drop 0,0171 psi 	<i>Stainless steel 316 grade 11</i>	\$ 715
RB	Menguapkan cairan kembali ke menara Stripper	<i>Double pipe</i>	2791375,424 kj/jam	182,4594 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> Kecepatan Umpan masuk 6944,7172 kg/jam 	1	<i>Inner pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 1,66 in ID pipa 1,38 in Pressure drop 0,037879774 psi <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 2,88 in 	<i>Stainless steel 316 grade 11</i>	\$ 23.371

							<ul style="list-style-type: none"> • ID pipa 2,469 in • <i>Pressure drop</i> 0,00027862 psi 		
--	--	--	--	--	--	--	---	--	--

3.2.3 Reaktor

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Kondisi Operasi	Bentuk	Bahan	Dimensi	Jenis Pengaduk	Power Pengaduk	Harga
R-01	Mereaksikan <i>Butadiene</i> dengan impuritas Butena, dan <i>Sulfur Dioxide</i>	Reaktor alir berpengaduk dengan menggunakan Koil Pendingin	<ul style="list-style-type: none"> • Eksotermis • Fase Cair-cair • Suhu operasi 90°C • Tekanan 12 atm • Waktu tinggal 275 menit 	Tangki Silinder Horizontal	<i>Stainless steel 316 Grade 11</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Volume alat 44,9091 m³ • Diameter tangki 2,886 m • Tinggi tangki 8,658 m • Tebal <i>shell</i> 0,188 in • Tebal <i>head</i> 0,250 in • Tinggi cairan 7 m 	<i>Turbin or propeller</i> <ul style="list-style-type: none"> • Diameter pengaduk 0,9620 m • Jarak pengaduk dari dasar tangki 1,2506 m 	25 Hp	\$ 8.927.529

3.2.4 Flash Drum

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Bahan	Kondisi Operasi	Dimensi	Harga
FD	Memisahkan <i>sulfur dioxide</i> hasil keluar reaktor dari air yang terkondensasi akibat perubahan suhu dan tekanan.	Silinder vertical, elliptical dished head	<i>Stainless steel 316 Grade 11</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1,2 atm • Suhu 65,12 °C 	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 1,56 ft • Tinggi 2,1802 m • Volume 3,9126 ft³ 	\$ 119.001

3.2.5 Stripper

Nama Alat	Fungsi	Jenis plate	Bahan	Kondisi Operasi	Dimensi	Harga
ST	Memurnikan <i>Butadiene Sulfone</i> dari campuran <i>Butene</i> dari Flash Drum	<i>Sieve tray</i>	<i>Stainless steel 316 Grade 11</i>	Puncak Menara <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1,2 atm 	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 0,6 m • Tinggi 9,6492 m • Tebal <i>shell</i> 0,1875 in • Tebal <i>head</i> 0,1875 in 	\$ 132.271

				<ul style="list-style-type: none"> • Suhu 126,55°C <p>Umpan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tekana 1,2 atm • Suhu 115°C <p>Dasar Menara</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1,2 atm • Suhu 126,55°C 		
--	--	--	--	--	--	--

3.2.6 Pompa

Nama Alat	Fungsi	Tipe	Kapasitas	Head Pompa	Tenaga Pompa	Tenaga Motor	Jumlah	Harga
P-01	Mengalirkan umpan <i>butadiene</i> dari tangki T-01 ke Reaktor (R-01)	<i>Centrifugal pump</i>	28,8049 gpm	32,174 ft.lbm/lbf.dt ²	0,2717 Hp	0,3396 Hp	1	\$ 5.843
P-02	Mengalirkan umpan <i>sulfur dioxide</i> dari tangki T-02 ke Reaktor R-01	<i>Centrifugal pump</i>	20,5438 gpm	32,174 ft.lbm/lbf.dt ²	0,4175 Hp	0,5218 Hp	1	\$ 5.843

P-03	Mengalirkan umpan <i>Butadiene, Sulfur dioxide, Butadiene Sulfone</i> dari flash drum	<i>Centrifugal pump</i>	36,8229 gpm	32,174 ft.lbm/lbf.dt ²	0,1503 Hp	0,1878 Hp	1	\$ 5.843
P-04	Mengalirkan umpan <i>Butadiene, Butadiene Sulfone</i> dari Stripper	<i>Centrifugal pump</i>	30,9254 gpm	32,174 ft.lbm/lbf.dt ²	0,1284 Hp	0,1605 Hp	1	\$ 5.842

3.2.7 Expansion Valve

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Kondisi Operasi	Kapasitas	Bahan	Dimensi	Harga
EV	Menurunkan tekanan dari Reaktor 12 atm menjadi 1,2 atm	Globe Valve Open	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu masuk 90°C • Suhu keluar 65,12°C • P masuk = 12 atm • P keluar = 1,2 atm 	7975,1675 kg/jam	<i>Stainless steel 316 Grade 11</i>	<ul style="list-style-type: none"> • OD = 2,88 in • ID = 2,469 in • Flow area = 4,79 ft² 	\$ 7.168

3.2.8 Screw Conveyor

Nama Alat	Fungsi	Tipe	Kapasitas	Mateial	Panjang	Jumlah alat	Diameter Screw	Power Motor	Harga
<i>SC-01</i>	Mengangkat produk dari <i>Centrifuge</i> ke <i>Rotary Dryer</i>	<i>Helicode flight</i>	6944,5780 kg/jam	<i>Stainless steel 316 Grade 11</i>	9,144 m	1	5 in	0,50 Hp	\$ 3.934
<i>SC-02</i>	Mengangkat produk dari <i>Rotary Dryer</i> ke BE naik ke Silo	<i>Helicode flight</i>	6944,4444 kg/jam	<i>Stainless steel 316 Grade 11</i>	9,144 m	1	5 in	0,50 Hp	\$ 3.934

3.2.9 Bucket Elevator

Nama Alat	Fungsi	Tipe	Mateial	Lebar	Tinggi	Jumlah alat	Power Motor	Harga
<i>BE-01</i>	Mengangkut $C_4H_6SO_2$ keluaran RD menuju silo	<i>Centrifugal discharge bucket</i>	<i>Stainless steel 316 Grade 11</i>	0,1016 m	7,620 m	1	1,5976 Hp	\$ 54.373

3.2.10 Kristalisator

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Kondisi Operasi	Pengaduk	Bahan	Ukuran	Harga
CR	Mengkristalkan $C_4H_6SO_2$ menjadi padatan kristal	<i>Circulating liquor Crystallizer</i> Tipe Swenson-Walker	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu masuk $126,5475^\circ C$ • Suhu keluar $40^\circ C$ • P masuk = 1,2 atm • P keluar = 1,2 atm 	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 3,2443 m • Power 0,5 Hp • Motor Induksi • Kecepatan 7 rpm 	<i>Stainless steel 316 Grade 11</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu tinggal 9 menit • Diameter 4,0554 m • Volume 1073,5782 L • Panjang 7,62 m • Tinggi 8,1108 	\$ 56.519

3.2.11 Centrifuge

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Kondisi Operasi	Kapasitas	Bahan	Ukuran	Harga
CF	Memisahkan Kristal dan solid dari larutan (<i>mother liquor</i> -nya)	<i>Continuous decanter centrifuge</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu 40°C • Tekanan 1,2 atm 	6944,72 kg/jam	<i>Stainless steel 316 Grade 11</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Panjang 2,4384 m • Kecepatan putaran 3000 rpm • Daya motor 125 Hp • Luas Centrifuge 45,95 m² 	\$ 87.300

3.2.12 Rotary Dryer

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Kondisi Operasi	Bahan	Dimensi	Harga
RD	Mengurangi kandungan cairan dalam produk C ₄ H ₆ SO ₂	<i>Direct contact counter current</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu bahan masuk 30°C • Suhu bahan keluar 45°C • Suhu udara masuk 45°C 	<i>Stainless steel 316 Grade 11</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 2,3793 m • Panjang 8 m • Tebal <i>shell</i> 0,0048 m • Power 5,5 Hp 	\$ 359.271

			<ul style="list-style-type: none">• Suhu udara keluar 42°C			
--	--	--	--	--	--	--

