

## **BAB III**

### **PERANCANGAN PROSES**

Pabrik biogas dari kotoran sapi ini diproduksi dengan kapasitas 543.000 ton/tahun yang akan beroperasi selama 24 jam per hari dalam 330 hari selama setahun. Secara garis besar pabrik ini terdiri dari penyiapan bahan baku, proses pembentukan produk, dan pemurnian produk. Untuk dapat memperoleh kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik silikon dioksida diperlukan pemilihan proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

#### **3.1 Uraian Proses**

Kotoran sapi diangkut dari tiap-tiap cluster yang telah disediakan pada setiap desa menggunakan truk pengangkut menuju penampungan kotoran sapi sementara. Selanjutnya, kotoran sapi diangkut menggunakan buldozer yang akan ditampung di bak penampungan kotoran sapi kemudian dialirkan ke tangki pencampuran dengan rasio perbandingan volume dengan air sebesar 1:2 , karena jika air ditambahkan langsung kedalam digester, maka kondisi reaktor akan sulit dijaga agar tetap didalam kondisi anaerobik. Setelah itu dialirkan ke digester untuk dilakukannya proses fermentasi yang berlangsung selama 30 hari dan pada suhu 35°C. Dari fermentor, padatan yang tidak terurai menjadi gas dialirkan ke centrifuge yaitu untuk memisahkan limbah cair dan limbah padat, limbah padat diolah menjadi pupuk kompos dan limbah cair dialirkan ke unit pengolahan limbah.

Biogas yang dihasilkan dari fermentor terdiri atas CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan H<sub>2</sub>O. Biogas yang dihasilkan lalu dialirkan ke kolom absorpsi yang digunakan untuk menyerap CO<sub>2</sub>(g) dan H<sub>2</sub>S yang terkandung di dalam biogas dengan menggunakan absorben air. CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S yang terikat dengan air selanjutnya dialirkan unit pengolahan limbah, kemudian gas metana yang dihasilkan dipompakan dengan blower pada tekanan 3 atm ke separator lalu dialirkan ke tangki penyimpanan biogas dan kemudian dapat dijual.

### 3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk

#### 1. Belt Conveyor(BC)

Fungsi	:Mengangkut kotoran sapi dari bak penampungan menuju mixer sebanyak 12.656,364 kg/jam
Jenis	: <i>Rotating silinder</i>
Bahan	: <i>Commercial silinder</i>
Kondisi operasi	:Temperatur = 25° C Tekanan = 1 atm
Spesifikasi alat	:Kapasitas = 12.656,364 kg/jam
Faktor kelonggaran	:30 % (tabel 21-5 perry, 1999)
Harga	: \$ 1640,396119

## 2. Bak penampungan kotoran sapi (BP)

Fungsi	:Menampung kotoran sapi sebelum dialirkan menuju mixer sebanyak 12.656,364 kg/jam
Bentuk	:Bak persegi panjang tanpa tutup
Bahan	:Beton kedap air
Jumlah	:1
Ukuran	:Volume = 278,44 m <sup>3</sup> Panjang = 13,05 m Lebar = 6,52 m Tinggi = 6,52 m Luas = 85,28 m <sup>2</sup>
Harga	: \$ 217,2863492

## 3. Pompa (P)

Pompa yang digunakan pada alat proses sebanyak 5 pompa. Berikut rinciannya :

### a) Pompa (P-01)

Fungsi	:Untuk memompa air proses menuju mixer sebanyak 24.816,4 kg/jam
--------	---

Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Laju Alir Volumetrik	:24,36 m <sup>3</sup> /jam
Spesifikasi pipa	:Schedule pipa ( Sch N) = 40
	Diameter luar (OD) = 4,500 in = 0.1143 m
	Diameter dalam (ID) = 4,026 in = 0,10226 m
	Luas penampang dalam (at) = 0,0884 ft <sup>2</sup>
	Kecepatan linear = 2,7040 ft/s
	Panjang pipa total = 62,1249 ft = 18,9356 m
Motor penggerak	:1 HP
Harga	:\$ 1442.898811

b) Pompa (P-03)

Fungsi	:Untuk memompa <i>suspensi</i> kotoran sapi menuju reaktor biogas sebanyak 37.472,764 kg/jam
Jenis	: <i>Screw Pump</i>
Laju Alir Volumetrik	:90,2447 m <sup>3</sup> /jam
Spesifikasi pipa	:Schedule pipa ( Sch N) = 40
	Diameter luar (OD) = 4,500 in = 0.1143 m
	Diameter dalam (ID)= 4,026 in = 0,10226 m
	Luas penampang dalam (at) = 0,0884 ft <sup>2</sup>

Kecepatan linear = 3,4423 ft/s

Panjang pipa total = 62,1249 ft = 18,9356 m

Motor penggerak : 1 HP

Harga : \$ 1883.167935

#### d) Pompa (P-03)

Fungsi : Untuk memompa *suspensi* kotoran sapi menuju centrifuge sebanyak 35.353,1796 kg/jam

Jenis : *Screw Pump*

Laju Alir Volumetrik : 29,4609 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi pipa : Schedule pipa ( Sch N ) = 40

Diameter luar (OD) = 4,500 in = 0.1143 m

Diameter dalam (ID) = 4,026 in = 0,10226 m

Luas penampang dalam (at) = 0,0884 ft<sup>2</sup>

Kecepatan linear = 3,4423 ft/s

Panjang pipa total = 62,1249 ft = 18,9356 m

Motor penggerak : 1 HP

Harga : \$ 1883.167935

#### E) Pompa(P-04)

Fungsi	:Untuk memompa limbah cair dari centrifuge menuju UPL sebanyak 33.408,1093 kg/jam
Jenis	: <i>centrifugal Pump</i>
Laju Alir Volumetrik	:32,8176 m <sup>3</sup> /jam
Spesifikasi pipa	:Schedule pipa ( Sch N) = 40  Diameter luar (OD) = 5,563 in = 0,1413 m Diameter dalam (ID) =5,047 in = 0,1281 m Luas penampang dalam (at) = 0,139 ft <sup>2</sup> Kecepatan linear = 2,316 ft/s Panjang pipa total = 74,4380 ft = 22,6887 m
Motor penggerak	:0,05 HP
Harga	: \$ 1442,89811

F) Pompa(P-06)

Fungsi	:Untuk memompa limbah cair dari absorber menuju UPL sebanyak 5210,7712 kg/jam
Jenis	: <i>centrifugal Pump</i>
Laju Alir Volumetrik	:5,1165 m <sup>3</sup> /jam
Spesifikasi pipa	:Schedule pipa ( Sch N) = 40  Diameter luar (OD) = 2,375 in = 0,0603 m Diameter dalam (ID) =2,067 in = 0,0525 m

Luas penampang dalam (at) = 0,0233 ft<sup>2</sup>

Kecepatan linear = 2,1541 ft/s

Panjang pipa total = 37,5104 ft = 11,4331 m

Motor penggerak :0,05 HP

Harga : \$ 1442,898811

#### 4. Mixer

Fungsi :Mencampurkan Kotoran sapi sebanyak 12.656,364 kg/jam dan air proses sebanyak 24.816,4 kg/jam

Jenis :Vessel vertikal tangki berpengaduk

Spesifikasi Alat :Diameter Tangki = 3,8092 m

Tebal Shell = 0,4375 in

Tebal Head = 30,12 in

Tinggi total = 5,3394 m

Bentuk Head :*Torispherical Flanged & Dished Head*

Pengaduk

Jenis :*Pitched blade turbin*

Diameter Pengaduk :1,26 m

Jarak pengaduk dari dasar tangki :4,37 m

Power Pengaduk :13,64 HP

Jumlah :1 buah  
Harga : \$ 1.135.505,628

#### 5. Screen Bar (SB)

Fungsi :Untuk menyaring jerami sebesar 248.164 kg/jam

Spesifikasi Alat :Lebar Bar = 5 mm

Tebal Bar = 20 mm

Jumlah Bar = 40 buah

Panjang Screen = 2 m

Lebar Screen= 2 m

Harga : \$ 2700,810595

#### 6. Reaktor Biogas(R)

Fungsi :mereaksikan suspensi kotoran sapi sebanyak 37.224,6 kg/jam pada keadaan anaerob dengan suhu 35C

Bentuk :Silinder tegak dengan alas dan tutup ellipsoidal

Bahan : *Stainless Steel SA 167 grade 10 tipe 310 (Apendix D, item 4, halaman342, Brownell & Young)*



Jumlah	:1 unit
Jenis Head	: <i>Torispherical dished head</i>
Fase	: Padat, Cair, Gas
Kondisi Operasi	: Suhu = 35 °C Tekanan = 3 atm Waktu tinggal( $\tau$ ) = 35 hari Reaksi = Eksotermis
Spesifikasi reaktor	:Kapasitas = 105.548 m <sup>3</sup> Diameter = 42,67 m Tinggi = 14,64 m Tebal <i>Shell</i> = 1,125 in Tebal <i>Head</i> = 1,125 in Daya Motor = 125 HP
Harga	: \$ 993.845,706
7. Absorber (AB)	
Fungsi	:Menyerap gas CO <sub>2</sub> dan H <sub>2</sub> s dari campuran gas keluar reaktor dengan menggunakan solven H <sub>2</sub> O
Jenis	: <i>Packed Tower</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 129 Grade A</i>
Jumlah	:1 unit

Fase	: Gas
Kondisi Operasi	: Suhu = 35 °C Tekanan = 1 atm
Spesifikasi absorber	: Diameter = 3,1494 m Tinggi = 4,7747 m Tebal Shell = ¼ in Tebal Head = 38,8507 in Tinggi <i>Packing</i> per bed = 0,9337 m Jumlah <i>bed</i> = 3 buah
Harga	: \$ 56.023,05468

#### 8. Blower (BL)

Fungsi	: Untuk mengalirkan gas dari reaktor menuju absorber sebanyak 1.878,2825 kg/jam
Jenis	: <i>Blower Centrifugal</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Suhu Operasi	: 35°C
Tekanan Operasi	: 1 atm
Kapasitas	: 511,3390 ft <sup>3</sup> /menit
Laju alir gas masuk	: 414,3403 ft <sup>3</sup> /menit

Daya *Blower* : 5 HP  
Harga : \$ 32557.7167

#### 9. Kompresor (C)

Fungsi : Untuk menaikkan tekanan gas 3 atm menjadi 246,5 atm  
Jenis : *Centrifugal multi stage*  
Jumlah *stage* : 3 *stage*  
Tekanan masuk : 3 atm  
Tekanan : 246,5 atm  
Suhu masuk : 476,4016 K  
Suhu keluar : 656,7689 K  
Power : 26,1107 kW  
Harga : \$ 17.382,90794

#### 10. Separator(SP)

Fungsi : Memisahkan Produk Biogas sebanyak 1.663,37 kg/jam dari kandungan uap air sebelum masuk tangki produk

Jenis	:Silinder vertikal separator single stage
Bahan	: <i>Carbon Steel SA.283 Grade C</i>
Kondisi Operasi	:Suhu = 35 °C
	Tekanan = 3 atm
Spesifikasi Separator	:Diameter = 1,3716 m
	Tinggi Total = 7,1653 m
	Tebal Shell = 0,0079 m
	Tebal Head = 0,0095 m
Harga	: \$ 2151,134857

### 3.3 Perencanaan Produksi

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan biogas dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan biogas akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan kebutuhan manusia yang tergantung akan bahan bakari. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 543.000 ton/ tahun.

#### 3.3.1 Analisis kebutuhan bahan baku

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada ketersediaannya bahan baku berupa kotoran sapi serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan energi setiap tahunnya terus meningkat. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan

kapasitas pabrik yang akan didirikan dengan bahan baku sebesar 543.000 kotoran sapi ton/tahun yang diperoleh dari para peternak sapi di wilayah Yogyakarta.

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