

**PRA RANCANGAN PABRIK BIOGAS DARI KOTORAN SAPI DI  
WILAYAH BOYOLALI DENGAN KAPASITAS BAHAN BAKU 329.514  
TON/TAHUN**

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA**



**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**

**Oleh:**

**Nama : Sri Ade Lila P.      Nama : Mohamad Irfan A.  
No. Mahasiswa :16521157      No. Mahasiswa : 16521059**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2022**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL  
PRA RANCANGAN PABRIK BIOGAS DARI  
KOTORAN SAPI DI WILAYAH BOYOLALI DENGAN  
KAPASITAS 329.514 TON/TAHUN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Ade Lila P Nama : Mohamad Irfan A  
No. Mahasiswa : 16521157 No. Mahasiswa : 16521059

Yogyakarta, 18 Oktober 2022

Menyatakan bahwa seluruh hasil penelitian ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

  
Sri Ade Lila Pujikasari

  
Mohamad Irfan Ardiansyah



**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PRA RANCANGAN PABRIK BIOGAS DARI KOTORAN SAPI DI  
WILAYAH BOYOLALI DENGAN KAPASITAS BAHAN BAKU  
329.514 TON/TAHUN**

**PRA RANCANGAN PABRIK**

**Oleh:**

**Nama : Sri Ade Lila P. Nama : Mohamad Irfan A.  
No. Mahasiswa : 16521157 No. Mahasiswa 16521059**

**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta,  
Tim Penguji,  
Ir. Drs. Faisal RM, M.T., Ph.D.  
Ketua  
Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.  
Anggota I  
Lucky Wahyu NS., S.T., M.Eng.  
Anggota II**



**Mengetahui:**

**Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas  
Teknologi Industri Universitas Islam  
Indonesia**



**Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D**

## PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Ucapan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“PRA RANCANGAN PABRIK BIOGAS DARI KOTORAN SAPI DI WILAYAH BOYOLALI DENGAN KAPASITAS BAHAN BAKU 329.514 TON/TAHUN”** dengan baik. Tugas akhir ini penulis susun guna sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia. Shalawat serta salam penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta para sahabatnya yang telah berjuang, hingga kita bisa menikmati zaman ilmu pengetahuan seperti sekarang.

Selama dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis selalu dalam bimbingan, dorongan, dan bantuan, baik bersifat material dan spiritual dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Allah SWT, Karena berkat izin dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta.
4. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta.



5. Bapak dan ibu dosen Teknik Kimia yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis selama menimba ilmu di Teknik Kimia FTI UII.
6. Bapak Faisal R. M., Ir. Drs., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing 1 tugas akhir yang telah bersedia membimbing penulis dalam penyelesaian tugas akhir.
7. Ibu Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing 2 tugas akhir yang telah bersedia membimbing penulis dalam penyelesaian tugas akhir.
8. Seluruh staff dan dosen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah banyak membantu dan membimbing penulis selama belajar di bangku perkuliahan.
9. Seluruh karyawan FTI UII yang telah membantu dalam administrasi selama penulis kuliah di teknik kimia FTI UII.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang dapat membangun agar tercapai kesempurnaan dalam penulisan selanjutnya. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca nantinya.

*Wassalamualaikum. Wr. Wb.*

Yogyakarta, 18 Oktober 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

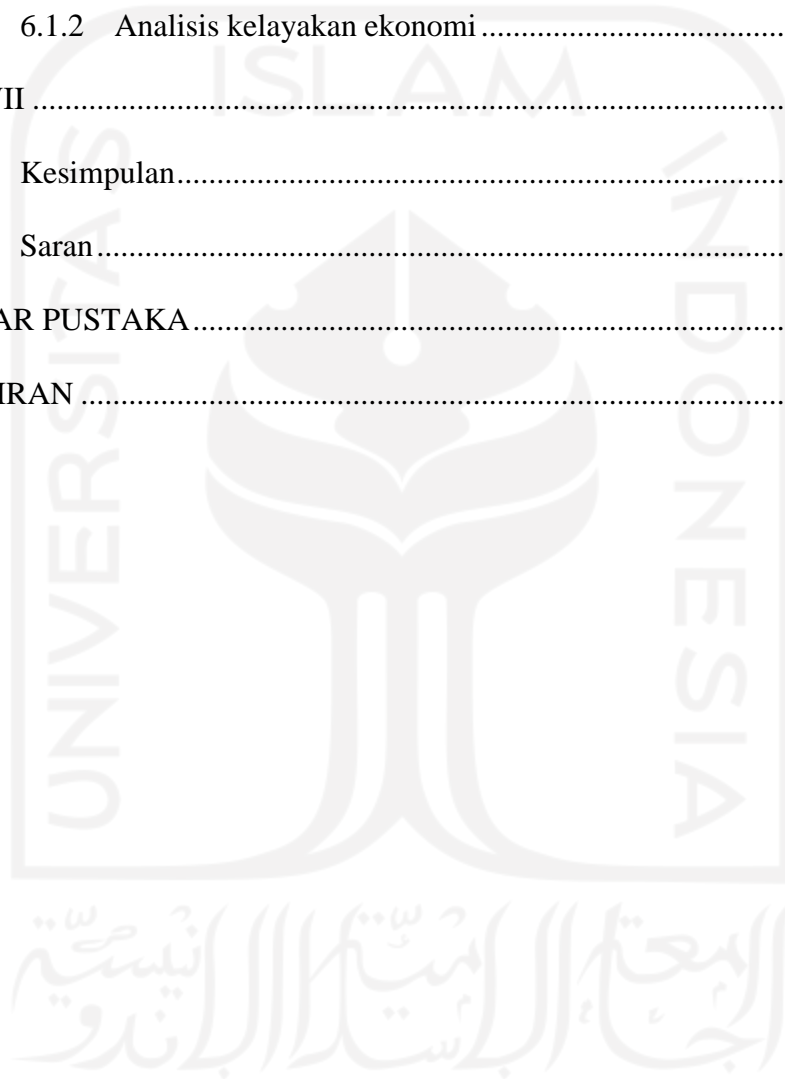
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	2
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	3
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	4
PRAKATA .....	5
DAFTAR ISI .....	7
DAFTAR TABEL .....	11
DAFTAR GAMBAR.....	12
DAFTAR LAMPIRAN .....	13
ABSTRAK.....	14
ABSTRACT .....	15
BAB I.....	16
PENDAHULUIAN.....	16
1.1 Latar Belakang.....	16
1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	16
1.1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	17
1.2 Tinjauan Pustaka .....	21
1.2.1 Biogas .....	21
1.2.2 Kotoran Sapi .....	24
1.3 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika.....	26
1.3.1 Tinjauan Kinetika .....	26
1.3.2 Tinjauan Termodinamika.....	28
BAB II .....	29

2.1	Spesifikasi Produk .....	29
2.1.1	Biogas .....	29
2.2	Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung .....	29
2.2.1	Kotoran Sapi .....	29
2.2.2	Air .....	30
2.3	Pengendalian Kualitas .....	31
2.3.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	31
2.3.2	Pengendalian Kualitas Proses .....	32
2.3.3	Pengendalian Kualitas Produk .....	33
BAB III	.....	34
3.1	Diagram Alir Proses dan Material .....	34
3.1.1	Diagram proses terbentuknya biogas .....	34
3.1.2	Diagram Alir Kualitatif .....	34
3.1.3	Diagram Alir Kuantitatif .....	35
3.2	Uraian Proses .....	35
3.3	Spesifikasi Alat .....	36
3.4	Neraca Massa .....	41
3.4.1	Neraca Massa .....	41
3.5	Neraca Panas .....	45
BAB IV	.....	46
4.1	Lokasi Pabrik .....	46
4.1.1	Kemudahan Transportasi .....	47
4.1.2	Pemasaran Produk Pemasaran .....	47
4.1.3	Ketersediaan Bahan Baku/Pembantu .....	48



4.1.4	Tenaga Kerja.....	48
4.1.5	Kondisi Iklim.....	48
4.1.6	Lingkungan dan Masyarakat.....	49
4.1.7	Kebutuhan Tanah dan Pengembangannya.....	49
4.1.8	Sumber air.....	49
4.1.9	Sumber Listrik .....	49
4.1.10	Peraturan Pemerintah/Daerah .....	50
4.2	Tata Letak Pabrik ( <i>Plant Layout</i> ) .....	50
4.3	Tata Letak Mesin/Alat Proses .....	56
4.4	Organisasi Perusahaan.....	59
4.4.1	Bentuk Perusahaan .....	59
4.4.2	Struktur Organisasi .....	60
4.4.3	Tugas dan Wewenang.....	62
4.4.4	Jumlah Karyawan .....	72
4.4.5	Penggolongan Gaji.....	73
4.4.6	Pengaturan Jam Kerja.....	75
4.4.7	Fasilitas dan Hak Karyawan .....	78
<b>BAB V .....</b>		<b>81</b>
5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	81
5.1.1	Unit Penyediaan Air .....	81
5.1.2	Unit Pengolahan Air .....	83
5.2	Unit Pembangkit Listrik .....	87
5.3	Unit Penyedia Udara Tekan.....	88
5.4	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	88

5.5	Unit Pengolahan Limbah.....	88
5.6	Unit Pengolahan Refrigerant/Coolant .....	88
BAB VI.....		90
6.1	Evaluasi Ekonomi.....	90
6.1.1	Analisa Keuangan.....	91
6.1.2	Analisis kelayakan ekonomi .....	92
BAB VII .....		98
7.1	Kesimpulan.....	98
7.2	Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA.....		99
LAMPIRAN .....		101



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 BPS DAERAH JAWA TENGAH .....	17
Tabel 1. 2 Data BPS Sapi Perah di Boyolali .....	19
Tabel 1. 3 Data prediksi kapasitas tahun 2024:.....	20
Tabel 1. 4 Komponen Penyusunan Biogas .....	22
Tabel 1. 5 Perbandingan sifat biogas, gas alam, dan gas kota.....	23
Tabel 1. 6 Komposisi Kotoran Sapi (Prihutama, Firmansyah, Siahaan, & Fahmi, 2017) .....	25
Tabel 1. 7 Komponen padatan volatile (VS).....	25
Tabel 3. 1 Neraca Massa Total.....	42
Tabel 3. 2 Mixer.....	42
Tabel 3. 3 Neraca Massa Screen Bar .....	42
Tabel 3. 4 Neraca Massa Reaktor .....	43
Tabel 3. 5 Neraca Massa Absorber .....	43
Tabel 3. 6 Neraca Massa Filter .....	44
Tabel 4. 1 Tabel Areal Bangunan Pabrik Biogas .....	54
Tabel 4. 2 Kebutuhan operator per alat proses.....	72
Tabel 4. 3 Gaji karyawan .....	74
Tabel 4. 4 Jadwal Pembagian kerja karyawan shift .....	76
Tabel 5. 1 Tabel Kebutuhan Air Proses .....	85
Tabel 5. 2 Tabel Air Keperluan Untuk Kantor.....	85

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kapasitas .....	20
Gambar 3. 1 Diagram proses terbentuknya biogas .....	34
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kualitatif .....	34
Gambar 3. 3 Diagram Alir Kuantitatif .....	35
Gambar 4. 1 Peta Lokasi Pabrik.....	46
Gambar 4. 2 Gambar Lay Out Pabrik .....	53
Gambar 4. 3 Gambar Tata Letak Alat Proses .....	57
Gambar 4. 4 Gambar Struktur Organisasi.....	71

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. REAKTOR .....	101
Lampiran 2 PEFD .....	107
Lampiran 3 Kartu konsultasi bimbingan perancangan pabrik.....	108



## ABSTRAK

Pabrik biogas dirancang untuk memenuhi kebutuhan energi bahan bakar di dalam maupun di luar negeri. Kapasitas yang direncanakan dengan bahan baku sebesar 329.514 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam setahun. Pabrik ini direncanakan berdiri di wilayah Boyolali diatas tanah seluas 15.782 m<sup>2</sup>. Proses pembuatan biogas dilakukan dalam Batch. Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase cair-gas, *irreversible*, *eksotermis* pada suhu 35 °C dan tekanan 3 atm. Untuk memproduksi biogas sebesar dengan kapasitas bahan baku 329.514 ton/tahun diperlukan bahan baku kotoran sapi sebesar 37.615,8333 kg/jam dan air sebesar 75.231,667 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air proses sebesar 76.037,3172 kg/jam, penyediaan udara tekan sebesar 70,224 m<sup>3</sup> /jam, penyediaan listrik sebesar 192,000 kW diperoleh dari PLN dan 1 buah generator sebesar 180 kW. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 12.771.248.963 /tahun setelah dipotong pajak 20 % keuntungan sesuai peraturan pemerintah no 9 tahun 2021 mencapai Rp 6.385.624.482 /tahun. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 71 % dan setelah pajak 80%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 1,23 tahun dan setelah pajak 3,61 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 42,27 %, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 9,02 %.

Keywords: *Anaerobic Digestion*, *BATCH*, Biogas, Kotoran Sapi, Ekonomi



## ABSTRACT

*The biogas plant is designed to meet the needs of energy at home and abroad. The planned capacity is 329.514 tons/hr. This plant operates continuously for 330 days a year. This plant is planned to be established in Boyolali city, central Java on an area of 15.782 m<sup>2</sup>. The process of making biogas is carried out in a Batch. In this reactor the reaction takes place in the gas-liquid phase, irreversible, exothermic at a temperature of 35 ° C and a pressure of 3 atm. The raw capacity of 329.514 tons / year, cow dung is needed as much as 37.615,8333 kg / hour and water is 75.231,667 kg/hour. supply of compressed air of 76.037,3172 kg/ hr, supply of electricity of 192,000 kW obtained from PLN and 1 generator of 180 kW, and the need for fuel oil is 162,9407 kg/jam. From the economic analysis of the plant, it shows a pretax profit of Rp. 12.771.248.963 / year after tax deduction of 20% profit reaches Rp. 6.385.624.482 / year. Percent Return On Investment (ROI) before tax 80% and after-tax 36%. Pay Out Time (POT) before tax for 1,23 years and after-tax 3,61 years. Break Even Point (BEP) is 42,27% and ShutDown Point (SDP) is 9,02%.*

*Keywords: Anaerobic Digestion, Batch, Biogas, Cow Dungs, Economy*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

#### 1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dizaman saat ini memiliki dua isu global yang sedang diperbincangkan yaitu krisis energi dan pemanasan global, dan hal tersebut juga terjadi di Indonesia. Penyebab krisis energi terjadi disebabkan karena kebutuhan konsumen terhadap bahan bakar semakin tinggi, sedangkan sumber bahan baku bahan bakar sudah sangat menipis. Dan akibat tingginya pemakaian bahan bakar dari minyak bumi dan batu bara menyebabkan terjadinya pemanasan global. (Syamsuddin, Mappangaja, & Natsir).

Dari isu global yang terjadi dan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan bahan bakar fosil memerlukan waktu jutaan tahun. Oleh karena itu, ditemukan energi alternatif yaitu biogas. Biogas merupakan energi yang dapat mudah terbakar dan dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif seperti sumber energi panas untuk memasak, sumber listrik, serta menjadi bahan bakar penggerak berbahan bakar gas (Houdkova, J, J, & P, 2008).

Biogas dapat dihasilkan melalui proses *anaerob* atau fermentasi dari limbah organik seperti kotoran manusia dan hewan, limbah rumah tangga, sampah atau limbah organik dalam kondisi *anaerobic* (Sunaryo, rancang bangun reaktor biogas untuk pemanfaatan limbah kotoran ternak sapi di desa limbangan kabupaten banjarnegara, 2014).

Solusi alternatif sebagai pengganti energi dan minyak bumi adalah biogas. Biogas terdapat pada limbah, contohnya seperti kotoran sapi. Biogas dihasilkan dari proses pemecahan bahan limbah organik yang melibatkan aktivitas bakteri *anaerob* dalam kondisi *anaerobic* dalam suatu digester. Komposisi utama biogas adalah Metana (CH<sub>4</sub>), Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), Hidrogen (H<sub>2</sub>), Nitrogen (N<sub>2</sub>) dan Hidrogen Sulfida (H<sub>2</sub>S). Biogas juga berasal dari biomassa yang berasal dari material organik seperti kotoran sapi, jerami, sekam, dan limbah organik lainnya.

### 1.1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Kabupaten Boyolali merupakan salah satu daerah dengan penghasil sapi terbanyak di Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Pada tahun 2016 – 2019, Badan Pusat Statistik Jawa Tengah mendata jumlah produksi ternak sapi di Provinsi Jawa Tengah, dan Kabupaten Boyolali adalah wilayah penghasil ternak sapi terbanyak. Dan pada satu ekor sapi dapat menghasilkan 20 kg kotoran sapi/hari.

Tabel 1. 1 Ketersediaan Sapi Perah Daerah Jawa Tengah

No	Kabupaten/Kota	Sapi Perah (ekor)			
		2016	2017	2018	2019
1	Cilacap	30	15	10	10
2	Banyumas	3 172	2 435	2280	2390
3	Purbalingga	110	80	80	80
4	Banjarnegara	1 354	414	210	210
5	Kebumen	12	10	10	10

6	purworejo	29	21	20	20
7	Wonosobo	933	1 198	1300	1310
8	magelang	2 561	2 440	2440	2500
9	Boyolali	89 844	92 619	92860	94090
10	klaten	5 795	6 134	6280	6440
11	Sukoharjo	14	15	0	20
12	Wonogiri	37	37	30	30
13	Karanganyar	342	334	320	330
14	Sragen	11	11	10	10
15	Grobogan	364	151	160	170
16	Blora	28	28	30	30
17	Rembang	-	-	0	0
18	Pati	148	180	130	130
19	Kudus	251	224	290	170
20	Jepara	24	31	30	40
21	Demak	14	7	10	10
22	Semarang	25 690	25 557	25610	25560
23	Temanggung	275	278	330	330
24	Kendal	180	189	160	160
25	Batang	122	96	90	90
26	Pekalongan	169	170	170	170
27	Tegal	238	249	240	240

28	Brebes	21	4	0	0
29	Kota Magelang	43	53	50	50
30	Kota Surakarta	19	20	20	20
31	Kota Salatiga	3 493	3 549	3550	3590
32	Kota Semarang	1 703	1 699	1740	1740
33	Kota Pekalongan	301	312	300	310
34	Kota Tegal	-	-	0	0
35	Pemalang	7	-	0	0

(sumber: (Badan Pusat Statistik, 2021))

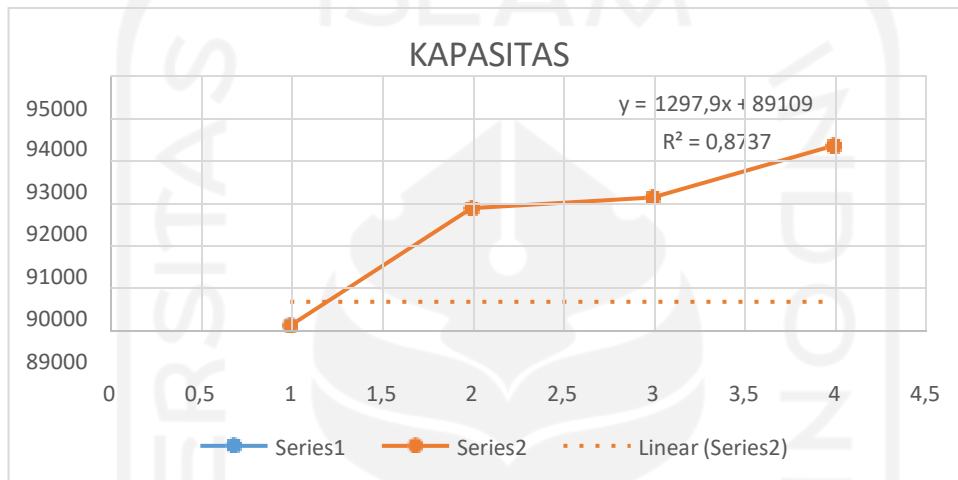
Perhitungan hasil biogas dari kotoran sapi dengan 1 ekor sapi menghasilkan 20 kg kotoran sapi. Rustijarno (2009) menyatakan tiap kg kotoran sapi menghasilkan biogas rata rata 0,0315 m<sup>3</sup>. Jika produksi kotoran sapi per hari adalah 50 kg maka setiap ekor sapi perah dewasa dapat menghasilkan 0,0315 m<sup>3</sup> x 50 kg atau 1,5 m<sup>3</sup> biogas. Arinal Hamni (2009) menyatakan 1 ekor sapi menghasilkan 15-20 kg kotoran sapi. Kesetaraan 1 m<sup>3</sup> biogas sama dengan 0.46 kg elpiji, 3.50 kg kayu bakar, 0,62 liter minyak tanah.

Berdasarkan data yang di dapat, maka nilai untuk kapasitas:

*Tabel 1. 2* Data Sapi Perah di Boyolali

No	Tahun	Kapasitas
1	2016	89844

2	2017	92619
3	2018	92860
4	2019	94090



Gambar 1. 1 Kapasitas Bahan Baku

Tabel 1. 3 Data prediksi kapasitas tahun 2024:

No	Tahun	Kapasitas (Kg)
1	2016	89239
2	2017	89369
3	2018	89499
4	2019	89629
5	2020	89759
6	2021	89888



7	2022	90018
8	2023	90148
9	2024	90278

Pembangunan pabrik pada tahun 2024 di dapatkan prediksi hasil sapi perah adalah 90.278 ekor sapi. Jika satu ekor sapi menghasilkan kotoran sapi 20 kg/hari, maka di dapatkan hasil:

Jumlah kotoran sapi ton/hari =

$$2024 \rightarrow 90.278 \times 20\text{kg} = 1.805.560 \text{ kg/hari.}$$

Diambil 50% dari sumber bahan baku yang ada, maka:

$$1.805.560 \times 0.5 = 902.780 \text{ kg/hari}$$

Kemudian di ubah satuan ke ton/tahun, maka di dapatkan hasil:

$$902780 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times \frac{1 \text{ Ton}}{1016,0469 \text{ kg}} \times \frac{365 \text{ hari}}{1 \text{ thun}} = 324.310 \text{ ton/tahun}$$

## 1.2 Tinjauan Pustaka

### 1.2.1 Biogas

Zat yang mudah terbakar merupakan biogas, yang berasal dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri *anaerob* yang berasal dari limbah kotoran ternak, seperti sapi (Suharijanto, 2015). Produktifitas sistem biogas dipengaruhi oleh jenis bahan organik yang di proses dalam digester disamping parameter lain seperti temperature digester, pH, tekanan dan kelembaban udara (Sunaryo, 2014).

Hasil dekomposisi dari bahan organik yang melalui proses fermentasi *anaerob* yang menghasilkan gas bio berupa gas metana (CH<sub>4</sub>) yang mudah terbakar disebut biogas. Biogas memiliki beberapa komponen zat, diantaranya:

Tabel 1. 4 Komponen Penyusunan Biogas

Jenis Gas	Presentase
Metana (CH <sub>4</sub> )	54-70%
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	27-35%
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	0.5-2%
Karbon Monoksida (CO)	0.1%
Sulflide (H <sub>2</sub> S)	Kecil

Sumber: (Sasongko, 2010)

Tabel 1. 5 Kesetaraan Biogas dengan sumber bahan bakar lain

1 m <sup>3</sup> biogas	0.46 kg LPG
	0,62 liter minyak tanah
	0.52 liter minyak solar
	0.80 liter bensin

Sumber: (Hariansyah, 2009)

Tabel 1. 6 Perbandingan sifat biogas, gas alam, dan gas kota

Parameter	Biogas (60% CH <sub>4</sub> )	Gas Alam	Gas Kota
Nilai kalor bawah (MJ/m <sup>3</sup> )	21,48	36,14	16,1
Massa Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	1,21	0,82	0,51
Indeks Wobbe bawah (MJ/m <sup>3</sup> )	19,5	39,9	22,5
Kecepatan penyalaan maksimum (m/s)	0,25	0,39	0,70
Kebutuhan udara teoritis (m <sup>3</sup> udara/m <sup>3</sup> gas)	5,71	9,53	3,83
Konsentrasi maksimum CO <sub>2</sub> dalam cerobong (vol%)	17,8	11,9	13,1
Titik Embun (0C)	60-160	59	60

Menurut (Pambudi, 2009), keuntungan biogas yang berasal dari konversi limbah melalui proses *anaerobic digestion*, diantaranya:

- a. Biogas tidak merusak keseimbangan karbondioksida yang merupakan akibat dari penggundulan hutan dan perusakan tanah.
- b. Biogas memiliki fungsi sebagai energi pengganti bahan bakar fosil sehingga menurunkan gas rumah kaca di atmosfer.
- c. Salah satu gas rumah kaca yang keberadaannya di atmosfer akan meningkatkan temperatur adalah metana yang terkandung didalam biogas.
- d. Aplikasi *aneorobik digestion* dalam pengolahan limbah kotoran hewan akan

meminimalkan efek racun yang berbahaya pada kotoran hewan dan dapat meningkatkan nilai manfaat dari limbah.

- e. Material *sludge* adalah produk samping dari proses *anaerobic digestion* dan diperoleh dari sisa proses *anaerobic digestion* yang berupa padat dan cair serta dapat digunakan sebagai pupuk cair dan pupuk padat.

### 1.2.2 Kotoran Sapi

Kotoran sapi berasal dari limbah peternakan sapi yang bersifat padat dan pembuangannya sering tercampur dengan urin dangas, contohnya *sulfide* dan *amoniak*. Keadaan kotoran sapi dari tingkat produksi, jenis, jumlah konsumsi pangan, serta individu ternaksendiri sangat berpengaruh terhadap kandungan unsur hara di dalam kotoran sapi (Marcela & Maya, 2018).

Tabel 1. 7 Komposisi Kotoran Sapi

No	Komponen	Massa (%)
1	Total Padatan	3-6
2	Total padatan volatile	80-90
3	Total kjedhal nitrogen	2-4
4	Selulosa	15-20
5	Lignin	5-10
6	Hemilulosa	20-25

(Prihutama, Firmansyah, Siahaan, & Fahmi, 2017)

Total Solid (TS) merupakan total padatan, umumnya diperkirakan 10-15 % dari massa kotoran awal. TS merupakan komponen yang berperan dalam menghasilkan biogas. Sedangkan *volatile solide* (VS) merupakan senyawa/komponen sebesar 83,4% yang terdapat di dalam TS. Komponen penyusun VS diantaranya selulosa, lignin, protein, ammonia, hemiselulosa, kanji, eter dan asam. (Teknologi Biogas, 2010)

Tabel 1. 8 Komponen padatan volatile (VS)

Komponen	%TS
Selulosa	31,0
Hemiselulosa	12,0
Lignin	12,2
Kanji	12,5
Protein	12,5
Eter	2,6
Amonia	0,5
Asam	0,1
Total	83,4

(Suyitno, Sujono, & Dharmanto, 2010)

### 1.3 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

#### 1.3.1 Tinjauan Kinetika

*Digesi anaerob* adalah proses sederhana untuk mengubah bahan organik dari berbagai jenis air limbah, buangan padat dan biomas menjadi metana dengan teknologi yang membutuhkan energi rendah. Tempat terjadi penguraian material organik yang di uraikan oleh bakteri secara *anaerob* (tanpa udara) menjadi gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>. (Suyitno, Sujono, & Dharmanto, 2010).

Perhitungan hasil biogas dari kotoran sapi dengan 1 ekor sapi menghasilkan 20 kg kotoran sapi. Rustijarno (2009) menyatakan tiap kg kotoran sapi menghasilkan biogas rata rata 0,0315 m<sup>3</sup>. Jika produksi kotoransapi per hari adalah 50 kg maka setiap ekor sapi perah dewasa dapat menghasilkan 0,0315 m<sup>3</sup> x 50 kg atau 1,5 m<sup>3</sup> biogas. Arinal Hamni (2009) menyatakan 1 ekor sapi menghasilkan 15-20 kg

kotoran sapi. Kesetaraan  $1\text{m}^3$  biogas sama dengan 0.46 kg elpiji, 3.50 kg kayu bakar, 0,62 liter minyak tanah.

Untuk proses *anaerobic digestion* (Prihutama, Firmansyah, Siahaan, & Fahmi, 2017) memiliki 3 tahapan proses, masing-masing menuntut karakteristik kelompok mikroorganisme sendiri, diantaranya:

#### 1. Proses Hidrolisis

Pada tahapan ini, bahan organik yang mengandung selulosa, hemiselulosa, protein, karbohidrat dan lipida akan diurai menjadi senyawa yang memiliki rantai lebih pendek. Mikroorganisme yang berperan yaitu enzim ekstraseluler seperti selulosa, amilase, protease dan lipase. Dan selulosa terdapat pada kandungan yang ada pada kotoran sapi.

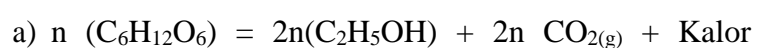


Selulosa      air                      glukosa

Senyawa glukosa, asam organik dan etanol dimanfaatkan sebagai sumber karbon dan energy untuk melakukan fermentasi

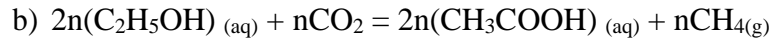
#### 2. Proses acidogenesis & acetogenesis

- Acidogenesis : menghasilkan gas berupa hidrogen dan karbondioksida. Faktor yang mempengaruhi adalah pH, alkanlinitas, temperature, organic loading rate, hydraulic retention time, interspecies hydrogen transfer.
- Acetogenesis : menghasilkan produk short chain fatty acid (SCFA) dikonversi menjadi acid. Pada tahapan ini bakteri acetogenic dapat memproduksi hidrogen dan karbondioksida.



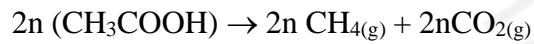


Glukosa                      Etanol                      Karbondioksida



Etanol    Karbondioksida    asam asetat    metana

3. Selanjutnya tahap fermentasi metana yaitu metana di produksi oleh bakteri pembentuk gas metana dengan cara memecah molekul asam asetat untuk membentuk CO<sub>2</sub> dan metana serta mereduksi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dengan hydrogen. Reaksinya:



Asam asetat    gas metana                      gas karbondioksida

Dan juga pada minggu

keempat, biogas yang dihasilkan oleh digester limbah industri mulai mengalami peningkatan dan mencapai puncak pada minggu kesembilan dengan rerata produksi biogas 9980 ml. Suyitno et al., (2010) menyatakan bahwa lama waktu tinggal yang optimum untuk produksi biogas dari kotoran sapi adalah 30-60 hari. Sampai dengan minggu ketiga, tidak terdapat gas metan dalam biogas yang ditampung. Hal ini ditunjukkan oleh pembakaran biogas yang tidak mampu menghasilkan api sedikitpun. Ridhuan (2016) menyatakan bahwa gas yang dihasilkan sampai dengan hari kedelapan harus dibuang karena merupakan udara bebas yang terperangkap di dalam digester. Pembakaran biogas dari minggu keempat sampai minggu keenam menunjukkan bahwa gas metan mulai dihasilkan, namun konsentrasinya belum mencapai 50% dari total biogas.

### 1.3.2 Tinjauan Termodinamika

*Digesi anaerob* adalah proses sederhana untuk mengubah bahan organik dari berbagai jenis air limbah, buangan padat dan biomas menjadi metana dengan teknologi yang membutuhkan energi rendah. Tempat terjadi penguraian material organik yang di uraikan oleh bakteri secara *anaerob* (tanpa udara) menjadi gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>. (Suyitno, Sujono, & Dharmanto, 2010).

Suatu reaksi ditentukan eksotermis atau endotermis dari perhitungan  $\Delta H$ . Perhitungannya adalah sebagai berikut: Data untuk  $\Delta H^o_f$  komponen diperoleh dari Smith (1987) ditunjukkan sebagai berikut:

$$\Delta H^o_f 298 \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = -3,3120 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^o_f 298 \text{ C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_6 = 1301338,6233 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^o_f 298 \text{ C}_{13}\text{H}_{25}\text{O}_7\text{N}_3\text{S} = 47442,6386 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{input}} = 5092,56 \text{ kJ/jam}$$

$$= 313112766,9 \text{ kkal/jam}$$

$$\Delta H_{\text{output}} = 121243,48 \text{ kJ/jam}$$

$$= 7454578665 \text{ kkal/jam}$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = 257250,5991 \text{ kJ/jam}$$

$$= 15816890697 \text{ kkal/jam}$$

$$dQ/dT = \Delta H_{\text{output}} + \Delta H_{\text{reaksi}} - \Delta H_{\text{input}}$$

$$= 373401,52 \text{ kJ/jam}$$

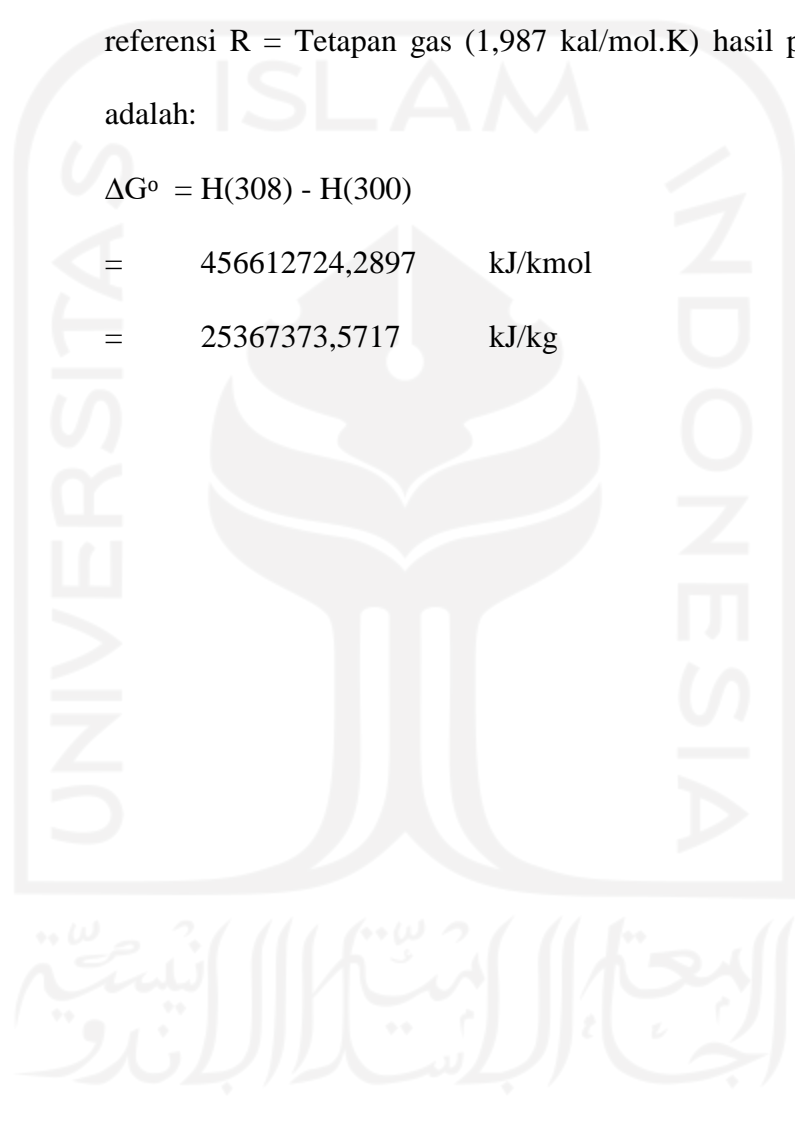
Harga  $\Delta H$  yang positif menunjukkan bahwa reaksi yang terjadi merupakan reaksi endotermis yaitu reaksi yang menyerap panas atau membutuhkan panas sehingga menjaga agar tetap berlangsung pada kondisi proses perlu ditambahkan panas. Untuk mengetahui apakah reaksinya irreversible atau reversible (harga K) dapat dihitung dengan

persamaan konstanta kesetimbangan berikut:

$$\Delta G^{\circ} = -R T \ln K$$

Keterangan:  $\Delta G^{\circ}$  = Energi Gibbs (kal/mol)  $K_0$  = Konstanta kesetimbangan pada suhu referensi  $K_A$  = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi  $T_1$  = Temperatur operasi  $T_2$  = Temperatur referensi  $R$  = Tetapan gas (1,987 kal/mol.K) hasil perhitungannya adalah:

$$\begin{aligned} \Delta G^{\circ} &= H(308) - H(300) \\ &= 456612724,2897 \quad \text{kJ/kmol} \\ &= 25367373,5717 \quad \text{kJ/kg} \end{aligned}$$



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Kualitas produk harus sesuai dengan target pada perancangan pabrik biogas dari kotoran sapi, maka mekanisme pembuatan disusun berdasarkan variable utama, yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian kualitas.

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 2.1.1 Biogas

Temperature	: 35 <sup>0</sup> C
pH	: 5,5 – 6,5 atau 6,0 – 8,5
Kandungan methan	: 54-70 %
Kandungan Karbon Dioksida kritis	: 30-40% Tekanan : 20-25 Mpa
Nilai kalori	: 4800 s.d 6700 kkal/m <sup>3</sup> 1 m <sup>3</sup> biogas : (0,5 kg elpiji); (0,7 liter minyak tanah); (0,5 liter minyak solar); (0,8 liter minyak bensin); (1,5 m <sup>3</sup> gas kota); (3,5 kg kayu bakar).

#### 2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

##### 2.2.1 Kotoran Sapi

Bahan baku utama adalah kotoran sapi

Sifat Fisika :

- Bentuk : Padat (19,78% cair)
- Warna : Dari kehijauan hingga kehitaman
- Bau : Menyengat

Sifat Kimia :

Unsur di dalam kotoran sapi:

- Larut dalam air
- pH asam
- Bersifat korosi

Unsur-unsur yang ada dalam kotoran sapi adalah:

- Spesifik gravity : 1,00 (4<sup>0</sup>c)
- Viskositas : 0,8949 cP
- Kapasitas panas : 1 kal/gr
- Panas pembentukan : 80 kal/gr
- Panas Penguapan : 540 kal/g
- Temperature kritis : 347<sup>0</sup>C
- Tekanan kritis : 217 atm

(MSDS ScienceLab, 2012)

### 2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah penggunaan teknik dan kegiatan untuk mencapai, mempertahankan dan meningkatkan kualitas dari sebuah produk atau jasa. Dengan kata lain pengendalian kualitas merupakan usaha untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan (Pavletic dkk, 2008). Pada pra rancangan pabrik biogas terdapat pengendalian kualitas (*Quality Control*) yang meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

#### 2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Tujuan dari pengendalian kualitas bahan baku untuk

mengetahui batas dan spesifikasi kualitas bahan baku bisa digunakan. Bahan baku sebelum masuk ke dalam proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yaitu kotoran sapi dan bahan pembantu yaitu air proses dengan tujuan agar bahan yang digunakan layak di proses di dalam pabrik. Uji kualitas yang dilakukan adalah uji densitas, pH, viskositas, kadar komposisi komponen, kemurnian bahan baku.

### 2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian kualitas produksi merupakan pengawasan terhadap proses produksi dengan menggunakan alat pengendalian yang berpusat di *control room*. Pengendalian proses produksi tersebut memiliki aliran system dan system kontrol. Alat system kontrol antara lain:

a. Level Controller

Level Controller yaitu alat yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat dan jika terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.

b. Flow Rate Controller

Flow Rate Controller digunakan untuk mengamati laju alir larutan atau cairan yang melalui alat dan jika terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.

c. Temperature Controller

Alat ini digunakan untuk mengamati temperature suatu alat dan jika terjadi perubahan maka akan timbul tanda berupa suara dan nyala lampu serta dapat melakukan pengendalian.



### 2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Saat produksi dijalankan, perlu pengawasan untuk pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Uji densitas, viskositas, volalitas, kemurnian produk, dan komposisi komponen produk dilakukan bertujuan untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada. Produk yang telah dihasilkan harus dianalisa kualitasnya sebelum produk dipasarkan



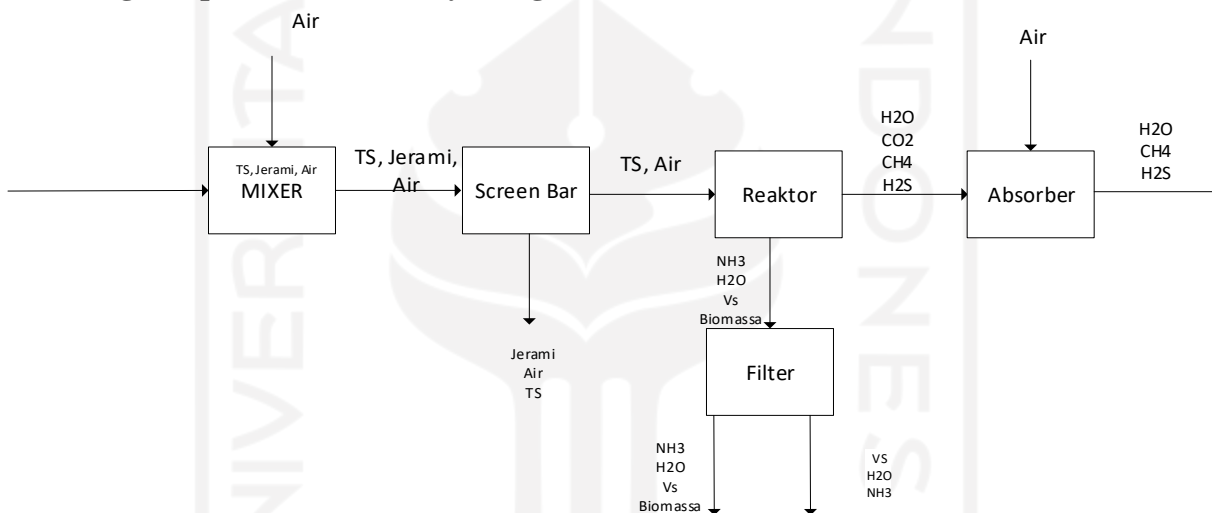
## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

Pabrik biogas dengan bahan baku kotoran sapi ini diproduksi dengan kapasitas 329.514 ton/tahun, akan beroperasi selama 24 jam/hari dalam 330 hari selama setahun. Secara garis besar pabrik ini terdiri dari beberapa tahapan, diantaranya tahapan persiapan bahan baku, tahapan proses pembentukan produk, dan tahapan pemurnian produk.

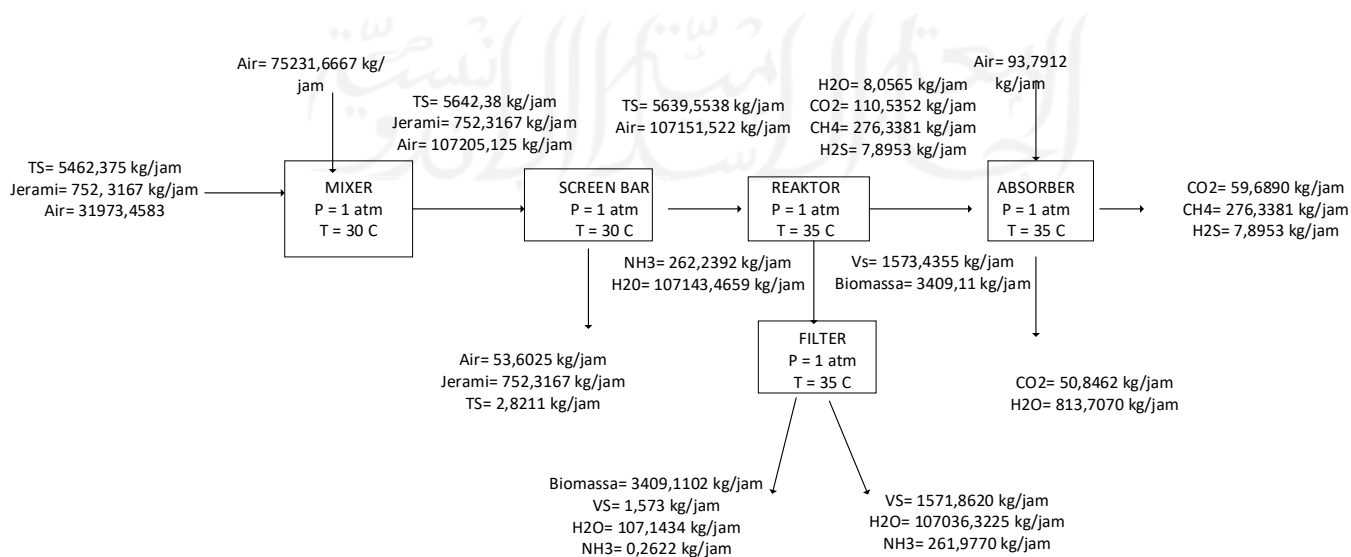
#### 3.1 Diagram Alir Proses dan Material

##### 3.1.1 Diagram proses terbentuknya biogas



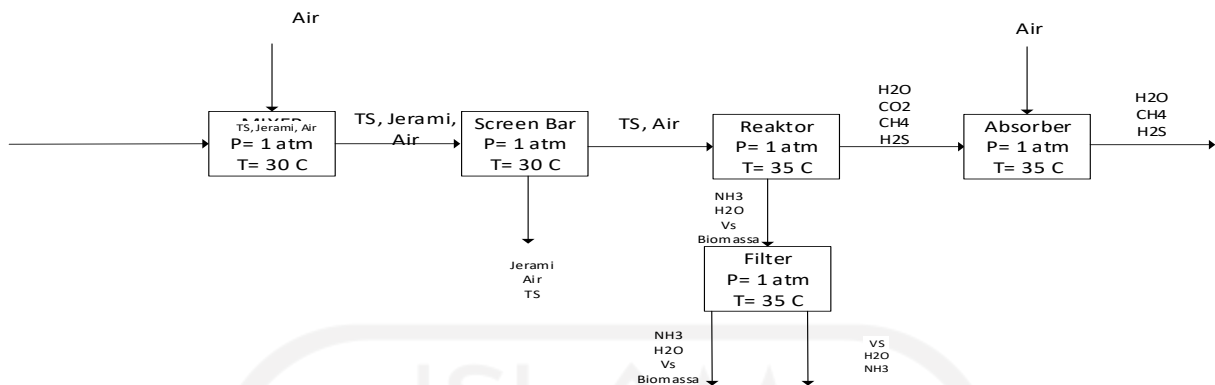
Gambar 3. 1 Diagram proses terbentuknya biogas

##### 3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif

### 3.1.3 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kualitatif

### 3.2 Uraian Proses

Dalam pra rancangan biogas terdapat tiga tahapan yaitu tahapan persiapan bahan baku, tahap proses, dan tahap pemurnian produk. Dalam tahap persiapan bahan baku, kotoran sapi diangkut dari setiap kluster 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.

### 3.3 Spesifikasi Alat

#### Spesifikasi Alat/Mesin Produk

##### 1. Belt Conveyor

Kode	: BC
Fungsi	: Mengangkut 49878,6 kg/jam kotoran sapi menuju tangki <i>mixer</i>
Jenis/Tipe	: <i>Rotating Silinder</i>
Mode Operasi	
Jumlah	: 1 (satu)
Suhu, °C	: 25°C
Tekanan, atm	: 1 atm
Laju bahan yang diangkut	: 38,368 kg/jam = 84601,77 lb/jam
Panjang sabuk yang diperlukan	: 20 m (65 ft)
Lebar sabuk yang dipakai	: 0,4064 m (16")
Faktor Kelonggaran	: 30%
Bahan Konstruksi	: <i>Commercial Silinder</i>
Diameter (ID) <i>shell</i> , m	: 0,5 in
Kecepatan	: 2 s.d 10 rpm
Sudut Kemiringan	: 16°
Daya yang digunakan	: 3 Hp
Harga, Rp	: Rp. 18.388.232

##### 2. Bak penampung kotoran sapi (BP)

Kode : BP

Fungsi : Menampung kotoran sapi sebelum dialirkan ke tangka mixer

Jenis/Tipe : Beton

Bentuk : Bak persegi panjang tanpa tutup

Kondisi Penyimpanan

Suhu, °C : 30°C

Tekanan, atm : 1 atm

Jumlah : 2 (dua)

Volume : 0,22 m<sup>3</sup>

Bahan Konstruksi : Beton kedap air

Tinggi Bak : 0,2802 m

Panjang Bak : 0,5604 m

Luas : 0,1570 m<sup>2</sup>

Densitas : 74,9135 lbm/ft<sup>3</sup>

Laju Volumetrik : 0,0017 m<sup>3</sup>/jam

Waktu Penampungan : 1 hari

Harga, Rp : Rp. 7.499.000

3. Mixer

Kode : M

Fungsi : Mencampurkan 5642,375 kg/jam kotoran sapi dan 32725 kg/jam air untuk umpan filter bar

Jenis/Tipe : *Vessel vertical* tangki berpengaduk

Mode Operasi

Jumlah : 1 unit

Tekanan, atm	: 1 atm
Bahan Konstruksi	:
Diameter (ID) <i>shell</i> , m	: 151,6061 in
Tebal <i>shell</i> , in	: 0,4375 in
Tinggi Tangki	: 126,8607 ft
Volume	: 44,8305 m <sup>3</sup>
Harga, Rp	: Rp. 189.254.880

#### 4. Screen Bar

Kode	: SB
Fungsi	: Memisahkan jerami
Jenis/Tipe	: filter
Mode Operasi	
Jumlah	: 1 unit
Suhu, °C	: 25°C
Tekanan, atm	: 1 atm
Kondisi Proses	: waktu tinggal 1 jam
Harga, Rp	: Rp. 31.542.480

#### 5. Reaktor Biogas (R)

##### Spesifikasi umum

Kode	: R
Fungsi	: Tempat terjadinya reaksi fermentasi biogas
Jenis/Tipe	: Reaktor <i>batch</i>
Bentuk	: <i>Silinder Vertical</i>
Mode Operasi	
Jumlah	: 35 reaktor
Suhu, °C	: 35°C

Tekanan, atm : 1 atm  
Waktu Pengisian : 1 hari  
Bahan Konstruksi : Beton Kedap Air

a. Tangki

Volume : 2706,9858 m<sup>3</sup>

Diameter : 4,8178 m

Tinggi Silinder : 1,9271 m

b. Shell

Tebal Shell : 43,9071 in

c. Head

Jenis : *Torispherical Dished Head*

Material : Karbon

Tekanan : 18,8887 psi

OD : 906,9291 in

Tinggi Head : 1,0108 in

Harga, Rp : Rp. 50.000.000/reaktor

6. Absorber (AB)

Kode : AB

Fungsi : Menyerap gas CO<sub>2</sub> dari campuran gaskeluaran.

Jenis/Tipe : *Packed Tower*

Mode Operasi

Jumlah : 1 unit

Tekanan, atm : 1 atm

Suhu, °C : 38°C

Laju Alir Gas Masuk	: 758,3 lb/jam
Laju Alir Gas	: 14,4862 lb/ft <sup>2</sup> jam
Flow Area Gas	: 52,3498 ft <sup>2</sup>
Diameter Absorber	: 8,1662 ft
Tinggi Absorber	: 3,6372 ft
Tinggi <i>Packing</i>	: 0,0271 ft
Tebal Shell	: ¼ in
Tebal Head	: ¼ in
Tinggi Head	: 1,7915 ft
<i>Pressure Drop</i>	: 0,0003 in H <sub>2</sub> O/ft <i>paking</i>
Harga, Rp	: Rp. 29.807.643





### 3.4 Neraca Massa

#### 3.4.1 Neraca Massa

##### A. Neraca Massa Total

Tabel 3. 1 Neraca Massa Total

KOMPONEN	MASUK (Kg/jam)			KELUAR (Kg/jam)				
	F1 (Kg/Jam)	F2 (Kg/Jam)	F8 (Kg/Jam)	F4 (Kg/Jam)	F11 (Kg/Jam)	F12 (Kg/Jam)	F10 (Kg/Jam)	F9 (Kg/Jam)
TS	5642,375			2,8212				
JERAMI	752,3167			752,3167				
AIR	31973,4583	75231,6667	805,6505	53,6026	107,1435	107036,32	813,7071	
BIOMASSA					3409,1103			
VS					1,5734	1571,8621		
NH3					0,2622	261,9770		
CO2							50,8462	59,6890
CH4								276,3381
H2S								7,8954
Subtotal	38368,15	75231,6667	805,6505	808,7404	3518,0894	108870,16	864,5533	343,9225
Total			114405,672			114405,672		

##### B. Neraca Massa Setiap Alat

###### 1. Mixer

Tabel 3. 2 Mixer

SENYAWA	MIXING TANK		
	MASUK (Kg/jam)		KELUAR (Kg/jam)
	F1	F2	F3
TS 10%	5642,375		5.642
JERAMI	752,3167		752,3167
AIR	31973,4583	75231,6667	107205,125
TOTAL	113599,8167		113599,8167

## 2. Neraca Massa Screen Bar

Tabel 3. 3 Neraca Massa Screen Bar

SENYAWA	BAR FILTER/screen bar		
	MASUK (Kg/jam)	KELUAR (Kg/jam)	
	F3	F4	F5
AIR	107205,125	53,6025	107151,522
TS	5642,375	2,8211	5639,5538
JERAMI	752,3167	752,3167	
TOTAL	113599,8167	113599,8167	

## 3. Neraca Massa Reaktor

Tabel 3. 4 Neraca Massa Reaktor

SENYAWA	DIGESTER/REAKTOR		
	MASUK (Kg/jam)	KELUAR (Kg/jam)	
	F5	F6	F7
AIR (H <sub>2</sub> O)	107151,5224	8,0565	107143,4659
Ts (glukosa, protein)	5639,5538		0
Vs (volitude solid)			4374,1507
co <sub>2</sub>		110,5352	
nh <sub>3</sub>			262,2392
ch <sub>4</sub>		276,3381	
h <sub>2</sub> s		7,8953	
Biomass			608,3950
Total	112791,0763	112791,0763	

#### 4. Neraca Massa Absorber

Tabel 3. 5 Neraca Massa Absorber

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
	arus 6	arus 8	arus 9	arus 10
CH <sub>4</sub>	276,3381		276,3381	0
CO <sub>2</sub>	110,5352		59,6890	50,8462
H <sub>2</sub> S	7,8953		7,8953	
H <sub>2</sub> O	8,0565	805,6505		813,7070
subtotal	402,8252	805,6505	343,9225	864,5532
Total	1208,4758		1208,4758	

#### 5. Neraca Massa Filter

Tabel 3. 6 Neraca Massa Filter

SENYAWA	Filter		
	MASUK (kg/jam)	KELUAR (kg/jam)	
	F7	F11	F12
Biomass	608,3950	608,3950	
vs	4374,1507	4,3741	4369,7765
H <sub>2</sub> O	107143,4659	107,1434	107036,3225
NH <sub>3</sub>	262,2392	0,2622	261,9770
Subtotal	112388,251	720,1749	111668,0761
total	112388,251	112388,251	

### 3.5 Neraca Panas

#### 1. Kompresor

##### a. Panas Masuk ( $\Delta HR$ )

$$\text{Suhu umpan masuk} = 308 \text{ K}$$

$$\text{Suhu referensi} = 298 \text{ K}$$

Komponen	Mol/jam	Cp dT (joule/mol)	$\Delta HR$ (joule/jam)
CH <sub>4</sub>	1721,1335	408,3395	7052486,6888
CO <sub>2</sub>	1356,5690	11416,4717	15487232,0333
H <sub>2</sub> S	438,6319	341,7707	149911,5706
$\Sigma$			22689630,2888

$$\text{Suhu umpan masuk air proses} = 308 \text{ K}$$

$$\text{Suhu referensi} = 298 \text{ K}$$

Komponen	Mol/jam	Cp dT (joule/mol)	$\Delta HR$ (joule/jam)
Air proses	8056,5054	0	0
$\Sigma$			0

$$\Delta HR \text{ total} = \Delta H \text{ sodium sulfit} + \Delta H \text{ air}$$

$$= 149911,5706 + 0$$

$$= 149911,5706 \text{ joule/jam}$$

$$= 149,9115706 \text{ kJ/jam}$$

$$= 35,8126 \text{ kkal/jam}$$

##### b. Panas Keluar ( $\Delta Hp$ )

$$T_{out} = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Suhu Keluar Tangki} = 308 \text{ K}$$

$$\text{Suhu Referensi} = 298 \text{ K}$$

Komponen	Mol/jam	Cp dT (joule/mol)	$\Delta HR$ (joule/jam)
CH <sub>4</sub>	17271,1336	408,3395	7052486,6880
CO <sub>2</sub>	9413,0745	11416,4717	107464098,6038
H <sub>2</sub> S	438,6320	341,7707	149911,5706
$\Sigma$			114666496,8623

$$\Delta Hp = 149911,5706 \text{ joule/jam}$$

$$= 149,9115706 \text{ kJ/jam}$$

$$= 35,8126 \text{ kkal/jam}$$

## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang penting karena sangat menentukan kemajuan dan kelangsungan dari industri, baik pada masa sekarang maupun pada masa yang akan datang, karena hal ini berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pabrik pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi ini direncanakan berlokasi di desa Jelok, Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah, Indonesia.



*Gambar 4. 1* Peta Lokasi Pabrik

Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah:

#### **4.1.1 Kemudahan Transportasi**

Kondisi transportasi mudah sehingga dalam pengangkutan bahan baku dan produk mudah dijangkau dengan menempuh jalur darat. Lokasi pabrik dekat dengan pusat peternakan sapi dan sumber air yang memadai. Lokasi pabrik juga dengan jalan umum sehingga memudahkan dalam pemasaran.

#### **4.1.2 Pemasaran Produk Pemasaran**

Strategi pemasaran produk yang benar dan tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan sebuah proyek. Konsep pemasaran produk biogas memiliki tujuan untuk kebutuhan domestik. Strategi pemasaran yang digunakan adalah *marketing mix* atau gabungan pemasaran 4P diantaranya adalah produk, harga, tempat dan pemasaran.

Pemasaran produk meliputi rancangan, fitur, nama merk, variasi produk, kualitas, jasa, pengemasa. Pemasaran harga meliputi metode penepatan harga, kebijakan, strategi, benefit, diskon, periode pembayaran, kebijakan kredit. Yang ketiga adalah Pemasaran tempat yang meliputi saluran distribusi, keputusan pergudangan, penanganan produk, logistic, control inventaris, proses pemesanan, cakupan. Dan 4P yang terakhir adalah Promotion yang meliputi periklanan, penjualan pribadi, hubungan masyarakat, pemasaran langsung, publisitas, promosi penjualan.

Produk biogas ditabungkan kemudian didistribusikan kepada para peternak sapi untuk membuat bahan bakar yang berguna untuk menggantikan LPG dan sebagian lagi diangkut ataupun dikapalkan dengan mudah ke daerah pemasaran dalam dan luar negeri. Kawasannya mempunyai pelabuhan dimana jalur ekspor impor dilakukan melalui Selat Malaka.

#### **4.1.3 Ketersediaan Bahan Baku/Pembantu**

Bahan baku yang digunakan adalah kotoran sapi dan bersumber dari para peternak sapi yang ada di tiap daerah Kabupaten Boyolali Jawa Tengah, yang telah dikumpulkan disetiap cluster daerah masing-masing. Menurut data dari badan pusat statistik Jawa Tengah, Daerah Boyolali para peternak memiliki ternak sapi ditahun 2019 kurang lebih 94.090 ekor sapi.

#### **4.1.4 Tenaga Kerja**

Tenaga kerja merupakan suatu hal penting dalam pendirian suatu pabrik. Pengelompokan tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja dari pendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Faktor penting dalam penerimaan tenaga kerja salah satunya kedisiplinan, pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

#### **4.1.5 Kondisi Iklim**

Iklim di sekitar lokasi pabrik relative stabil. Seperti daerah lain di Indonesia, iklim di sekitar lokasi pabrik relatif stabil. Sama seperti daerah lain di Indonesia pada setengah bulan pertama musim kemarau dan setengah bulan kedua musim hujan. Walaupun demikian perbedaan suhu yang terjadi relatif kecil.

#### **4.1.6 Lingkungan dan Masyarakat**

Masyarakat Boyolali diperkirakan akan menerima dan mendukung pembangunan pabrik pembuatan biogas karena akan menjamin tersedianya lapangan kerja bagi mereka. Selain itu pendirian pabrik ini diperkirakan tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya.

#### **4.1.7 Kebutuhan Tanah dan Pengembangannya**

Pembangunan pabrik biogas tersebut dibangun di Desa Jelok, Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah dengan luas wilayah 1.0048,45 km<sup>2</sup> (BPS=2021). Lahan tanah yang dibutuhkan untuk pembangunan pabrik tersebut adalah sebesar 15.782 m<sup>3</sup>, sedangkan luas bangunan yang dibutuhkan dalam pembangunan pabrik adalah sebesar 6.111 m<sup>3</sup>.

#### **4.1.8 Sumber air**

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Kebutuhan air sebagai air proses dan air sanitasi dapat dipenuhi dengan baik dan murah karena area kawasan ini memiliki sumber aliran sungai. Air yang dibutuhkan dalam proses diperoleh dari sungai yang ada di sekitar pabrik untuk proses, sarana utilitas dan keperluan rumah tangga.

#### **4.1.9 Sumber Listrik**

Tenaga listrik dan bahan bakar merupakan faktor yang paling penting dalam mendirikan suatu pabrik. Pembangkit listrik utama untuk pabrik adalah menggunakan mesin generator listrik milik pabrik pribadi dan Perusahaan



Listrik Negara (PLN) Provinsi Jawa Tengah. Bahan bakar untuk unit proses, utilitas dan generator diperoleh dari Pertamina.

#### **4.1.10 Peraturan Pemerintah/Daerah**

Berdasarkan peraturan daerah provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2017 tentang rencana pembangunan industry provinsi Jawa Tengah tahun 2017-2037. Pembangunan sektor industri di Provinsi Jawa Tengah mengacu pada Visi Pembangunan industri nasional sebagaimana tertuang dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional Tahun 2015-2035 yaitu “Indonesia Menjadi Negara Industri Tangguh” dan Visi Pembangunan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2013-2018 yaitu “Menuju Jawa Tengah Sejahtera dan Berdikari” Mboten Korupsi, Mboten Ngapusi. Dengan memperhatikan visi misi pembangunan Provinsi Jawa Tengah dan visi misi dan strategi pembangunan industri nasional, maka visi pembangunan industri Provinsi Jawa Tengah Tahun 2017 – 2037 adalah “Terwujudnya Industri Jawa Tengah yang Berdaya Saing dan Berkesinambungan”.

#### **4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)**

Tata letak merupakan suatu landasan utama dalam sebuah industry. Tata letak dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas guna menunjang kelancaran proses operasional di dalamnya. Pengaturan tersebut dengan cara mencoba memanfaatkan luas area (*space*) untuk menempatkan penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, kelancaran gerakan perpindahan material, personal pekerja dan sebagainya.

Menurut Apple, J.M., (1990:6-8), Jika tata letak berfungsi sebagai penggambaran sebuah penyusunan yang ekonomis dari tempat-tempat kerja yang saling berkaitan maka harus dirancang dengan memahami tujuan tata letak, tujuan tersebut adalah:

1. Meminimumkan pemindahan barang
2. Menjaga keluwesan terhadap kemungkinan perubahan yang terjadi
3. Menurunkan penanaman modal dalam peralatan
4. Menghemat pemakaian ruang bangunan
5. Meningkatkan keefektifan tenaga kerja
6. Memberikan kemudahan, keselamatan, dan kenyamanan pada pegawai.

Menurut Apple (1990:102) “tata letak pabrik merupakan suatu susunan fasilitas fisik yang terdiri atas perlengkapan, tenaga, bangunan, dan sarana lain yang harus mempunyai tujuan mengoptimalkan hubungan antar petugas pelaksana, aliran barang, aliran informasi dan tata cara yang diperlukan untuk mencapai tujuan secara efektif, efisien, ekonomis, dan aman.”

Beberapa faktor yang mempengaruhi dalam memperoleh susunan tata letak yang baik. Menurut Assauri (2008:61), faktor yang mempengaruhi tata letak adalah:

1. Produk yang dihasilkan

Jika produk besar dan berat maka memerlukan penanganan bahan yang khusus. Bila produksinya kecil dan ringan, maka penanganan bahannya lebih mudah.

2. Kebutuhan ruangan

Hal yang diperhatikan luas ruangan pabrik, tinggi dan sebagainya.

3. Peralatan atau mesin
4. Pemeliharaan
5. Keseimbangan Kapasitas

Keseimbangan kapasitas diperhatikan karena mesin-mesin diatur menurut

urutan dan proses produksinya.

6. Pemindahan yang minimum

7. Aliran Material

Arus yang harus diikuti oleh produk pada waktu produk tersebut dibuat.

8. Tempat Kerja

9. Tempat Menunggu

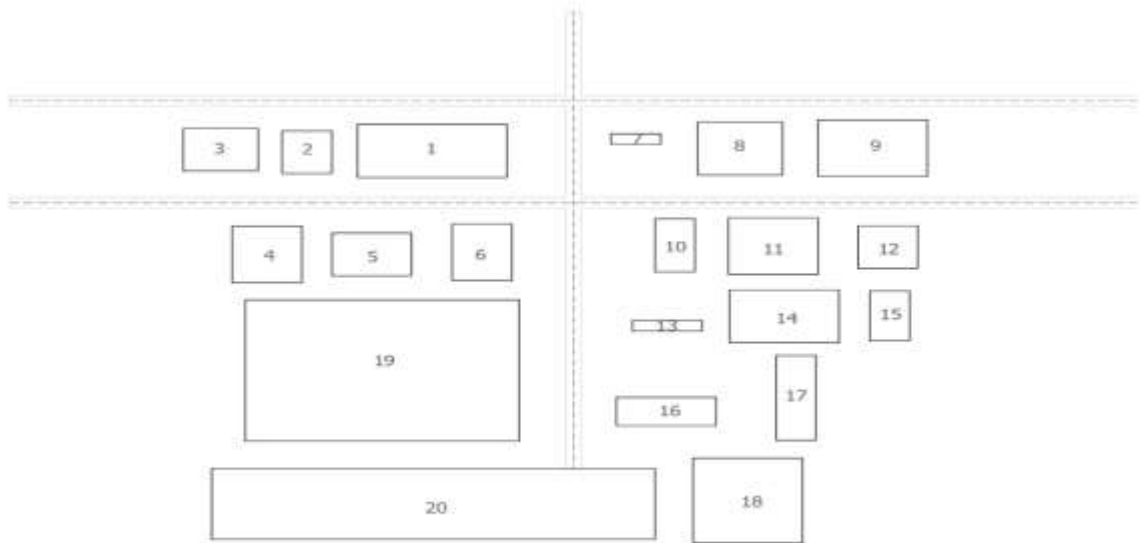
Untuk mencapai aliran bahan baku yang optimum, maka kita harus memperhatikan dimana kita harus menyimpan barang sambil menunggu proses berikutnya.

10. Iklim dan Pabrik

11. Fleksibilitas

Pendirian pabrik biogas tersebut direncanakan di bangun pada lahan dengan ukuran 15.782 m<sup>2</sup>. Tata letak pabrik dapat dilihat pada Gambar 4.2.

## Lay Out Pabrik Biogas



Skala: 1:1000

*Gambar 4. 2 Gambar Lay Out Pabrik*

KETERANGAN:

1. Kantor Utama	2. Arsip/Perpustakaan
3. Kantin	4. Unit Pemadam Kebakaran
5. Masjid	6. Laboratorium
7. Pos Keamanan	8. Parkir Tamu
9. Kantor Teknik dan Produksi	10. Taman
11. Gudang Alat	12. Klinik
13. Timbang Truk	14. Bengkel
15. <i>Control Utilitas</i>	16. Parkir Truk
17. <i>Controll Room</i>	18. Utilitas
19. Are Proses	20. Perluasan Pabrik

Tabel 4. 1 Tabel Areal Bangunan Pabrik Biogas

LOKASI	PANJANG (M)	LEBAR (M)	LUAS (M <sup>2</sup> )
Kantor utama	30	15	450
Arsip/perpustakaan	10	12	120
Kantin	15	12	180
Unit pemadaman kebakaran	14	16	224
Masjd	16	12	192
Laboratorium	12	16	192
Pos keamanan	10	3	30
Parkir tamu	17	15	255
Kantor teknik dan produksi	22	16	352
Taman	8	15	20
Gudang Alat	18	16	288
Klinik	12	12	144
Timbang Truk	14	3	42
Bengkel	22	15	330
<i>Control Utilitas</i>	8	14	112
Parkir Truk	20	8	160
<i>Control Room</i>	8	24	192
Utilitas	22	24	528
Area Proses	55	40	2200
Perluasan Pabrik	89	20	1780
Jalan	226	3	678
Luas Bangunan			8569

### 4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses

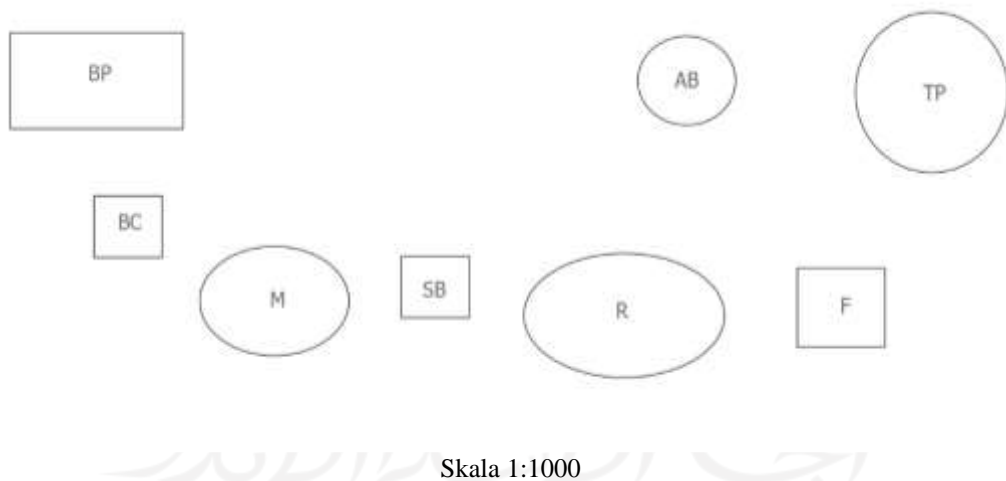
Tata Letak Mesin dan fasilitas produksi yaitu pengaturan dari semua mesin dan fasilitas yang diperlukan untuk proses produksi. Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Aliran bahan baku dan produk Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.
2. Aliran udara Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.
3. Pencahayaan Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.
4. Lalu lintas manusia dan kendaraan Dalam perancangan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.
5. Pertimbangan Ekonomi, dalam menempatkan alat – alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menggantungkan dari segi ekonomi.
6. Jarak antar alat proses Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan

operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.

Tata letak proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

- 1 Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
- 2 Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
- 3 Biaya material handling menjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk capital yang tidak penting
- 4 Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal
- 5 Karyawan mendapatkan kepuasan kerja



Gambar 4. 3 Gambar Tata Letak Alat Proses

Keterangan:

BP = Bak Penampung

BC = Belt Conveyor

M = Mixer

SB = Screen Bar

R = Reaktor

F = Filter

AB = Absorber

TP = Tangki Produk

Nama Alat	Keterangan
Bak Penampung	Luas = 0,16 m <sup>2</sup>
Mixer	Volume Mixtank = 44,83 m <sup>3</sup>
Reaktor	Diameter = 4,81 m Tinggi = 1,92 m
Absorber	Diameter = 2,48 m Tinggi = 1,108 m
Tangki Produk	
Belt Conveyor	Diameter = 0,5 in Sudut = 20 <sup>0</sup>



## **4.4 Organisasi Perusahaan**

### **4.4.1 Bentuk Perusahaan**

Pra rancangan pabrik biogas dengan bahan baku kotoran sapi dengan kapasitas 324.310 ton/tahun di wilayah Desa Jelok, Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah, direncanakan memiliki bentuk perusahaan yaitu Perseroan Terbatas (PT). Menurut R. Ali Rido Perseroan Terbatas adalah suatu bentuk perseroan yang menyelenggarakan perusahaan, didirikan dengan suatu perbuatan hukum bersama oleh beberapa orang, dengan modal tertentu yang terbagi atas saham-saham, yang para anggotanyadapat memiliki satu atau lebih saham dan bertanggungjawab terbatas sampai jumlah saham yang dimilikinya. (R. Ali Rido, “Hukum Dagang tentang Aspek-aspek Hukum dalam Asuransi Udara, Asuransi Jiwa dan Perkembangan Perseroan Terbatas”, Remadja karya CV, Bandung, 1986, hlm. 335. Alasan dipilihnya bentuk perusahaan perseroaan terbatas adalah didasarkan atas beberapa faktor, antara lain sebagai berikut:

1. Mudah untuk mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan

2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pengurus perusahaan.
  3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah pemegang saham, sedangkan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staf yang diawasi oleh dewan komisaris.
  4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staf, dan karyawan perusahaan.
  5. Efisiensi manajemen. Pemegang saham dapat memilih orang sebagai dewan komisaris beserta direktur yang cakap dan berpengalaman.
- Lapangan usaha lebih luas. Suatu perusahaan perseroan terbatas dapat menarik modal yang besar dari masyarakat, sehingga dapat memperluas usaha.

#### **4.4.2 Struktur Organisasi**

Struktur Organisasi dalam suatu Perseroan Terbatas (“Perseroan”) terdapat organ-organ di dalamnya yang memegang wewenang dan tanggung jawab masing-masing. Organ-organ tersebut terdiri dari Rapat Umum Pemegang Saham, selanjutnya disebut (“RUPS”), Direksi dan Dewan Komisaris. Pasal 1 angka 4, angka 5 dan angka 6 Undang-undang Nomor 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas selanjutnya disebut (“UUPT”) mengatur definisi yang dimaksud dengan ketiga organ tersebut.

RUPS memegang segala wewenang yang tidak diserahkan kepada Direksi dan Dewan Komisaris. Sedangkan Direksi adalah organ Perseroan yang bertanggung jawab penuh atas pengurusan Perseroan untuk kepentingan

dan tujuan Perseroan, serta mewakili Perseroan, baik di dalam maupun di luar pengadilan, sesuai dengan ketentuan anggaran dasar. Kemudian, yang dimaksud dengan Dewan Komisaris adalah organ Perseroan yang bertugas melakukan pengawasan secara umum dan/atau khusus sesuai dengan anggaran dasar serta memberi nasehat kepada Direksi.

Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Pemegang Saham
- b. Dewan Komisaris
- c. Direktur Utama
- d. Direktur
- e. Kepala Bagian
- f. Kepala Seksi
- g. Karyawan dan Operator

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Manajer Operasional serta Manajer Keuangan dan Umum. Dimana Manajer Operasional membawahi bidang produksi, utilitas, pemeliharaan serta pengembanagn dan pengendalian mutu. Sedangkan Manajer keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, administrasi, bagian umum dan keamanan serta bagian

kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi (Supervisor) dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan atau staf perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan wewenang pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
2. Sebagai bahan orientasi pejabat
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat
4. Penyusunan program pengembangan manajemen

Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

### **4.4.3 Tugas dan Wewenang**

#### **4.4.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegangsaham:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung

rugi tahunan dari perusahaan

#### 4.4.3.2 Dewan komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemiliksaham.

Tugas-tugas dewan komisaris meliputi:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target labaperusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
3. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting

#### 4.4.3.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur utama membawahi:

a. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

b. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas,

keamanan, dan keselamatan kerja.

#### **4.4.3.4 Staff Ahli**

Staf ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang:

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
3. Mempertinggi efisiensi kerja.

#### **4.4.3.5 Kepala Bagian**

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku dan utilitas.
2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.
3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan

mutu.

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.
5. Kepala Bagian Administrasi Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.
6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.
7. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Tugas: Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

#### **4.4.3.6 Kepala Seksi**

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

1. Kepala Seksi Proses

Tugas: Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

2. Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

Tugas: Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.

3. Kepala Seksi Utilitas

Tugas: Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

4. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Tugas: Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alatalat serta fasilitas pendukungnya.

5. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas: Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alatalat instrumentasi.

6. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas: Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

7. Kepala Seksi Laboratorium dan pengendalian mutu

Tugas: Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

8. Kepala Seksi Keuangan

Tugas: Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

9. Kepala Seksi Pemasaran

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

10. Kepala Seksi Tata Usaha

Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

11. Kepala Seksi Personalia



Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

#### 12. Kepala Seksi Humas

Tugas: Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

#### 13. Kepala Seksi Keamanan

Tugas: Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

#### 14. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas: Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

#### 15. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Tugas: Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

### 4.4.3.7 Ketenagakerjaan

Suatu perusahaan dapat berkembang dengan baik jika didukung oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mendukung perkembangan perusahaan adalah pemakaian sumber daya manusia untuk ditempatkan pada bidang-bidang pekerjaan sesuai keahlian. Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang sangat menunjang dalam masalah kelangsungan berjalannya proses produksi dan menjamin beroperasinya alat-alat dalam pabrik. Untuk itu harus dijaga hubungan antara karyawan dengan perusahaan, karena hubungan yang harmonis akan menimbulkan semangat kerja dan dapat meningkatkan produktifitas kerjanya, yang pada akhirnya akan meningkatkan produktifitas perusahaan. Hubungan itu dapat terealisasi dengan baik jika adanya komunikasi serta fasilitas-fasilitas yang diberikan

perusahaan kepada karyawan. Salah satu contoh nyata adalah sistem pengajian atau pengupahan yang sesuai dengan Upah Minimum Regional (UMR) sehingga kesejahteraan dapat ditingkatkan. Sistem upah karyawan perusahaan ini berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut statusnya karyawan perusahaan ini dapat dibagi menjadi tiga golongan yaitu:

1. Karyawan Tetap

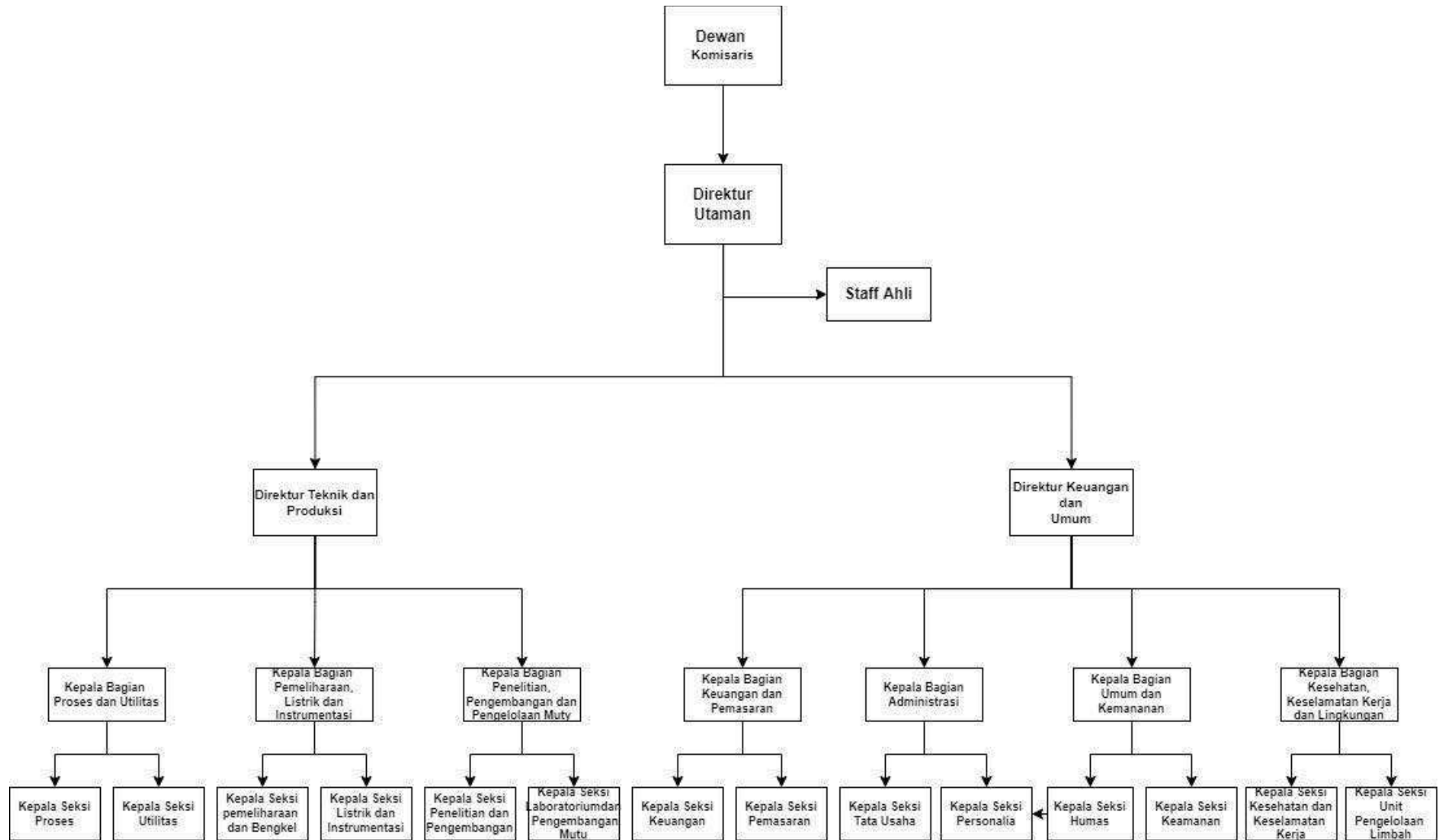
Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar pada setiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja, sistem upah yang diterima berupa upah borongan untuk suatu perusahaan.



Gambar 4. 4 Gambar Struktur Organisasi

#### 4.4.4 Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan proses dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Kebutuhan operator per alat proses

nama alat	unit	orang/unit.shift	orang/shift
digester	1	0.5	0.5
mixer	1	0.25	8,75
screen bar	1	0.1	0.1
blower	1	0.1	0.1
kompresor	1	0.25	0.25
absorber	1	0.5	0.5
filter	1	0.25	0.25
tangki	1	0.1	0.1
HE	1	0.25	0.25
pompa	5	0.2	1
Screw pump	3	0,2	0,6

Jumlah orang/shift = 3,9

Jumlah operator untuk alat proses = 3,9 X 3 shift = 12 orang

Operator utilitas = 0,5 X 12 orang = 6 orang

Keseluruhan Operator/Shift = 18 orang

Sehingga total keseluruhan operator lapangan = 55 Orang

#### **4.4.5 Penggolongan Gaji**

Pemberian upah yang akan dibayarkan kepada pekerja direncanakan diatur menurut tingkatan pendidikan, status pekerjaan dan tingkat golongan. Upah minimum pekerja tidak kurang dari upah minimum kota yang diberlakukan oleh pemerintah (Upah Minimum Regional) dan pelaksanaannya sesuai ketentuan yang berlaku pada perusahaan. Tingginya golongan yang disandang seorang karyawan menentukan besarnya gaji pokok yang diterima oleh karyawan tersebut. Karyawan akan mendapatkan kenaikan golongan secara berkala menurut masa kerja, jenjang pendidikan dan prestasi karyawan.

##### **4.4.5.1 Sistem Gaji Karyawan**

1. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian

3. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Tabel 4. 3 Gaji karyawan

Jabatan	Jmlh	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Direktur Teknik dan Produksi	1	32.000.000,00	32.000.000,00
Direktur Keuangan dan Umum	1	32.000.000,00	32.000.000,00
Staff Ahli	2	10.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Bag Umum	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Bag. Pemasaran	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Bag. Keuangan	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Bag. Teknik	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Bag. Produksi	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Bag. Litbang	1	8.000.000,00	8.000.000,00
Ka. Sek. Personalia	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Humas	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Keamanan	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Pembelian	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Pemasaran	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Administrasi	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Proses	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Pengendalian	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Laboratorium	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Utilitas	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Pengembangan	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Penelitian	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Karyawan Personalia	3	5.000.000,00	15.000.000,00
Karyawan Humas	3	5.000.000,00	15.000.000,00
Karyawan Keamanan	6	5.000.000,00	30.000.000,00
Karyawan Pembelian	4	5.000.000,00	20.000.000,00
Karyawan Pemasaran	4	5.000.000,00	20.000.000,00
Karyawan Administrasi	3	5.000.000,00	15.000.000,00
Karyawan Kas/Anggaran	3	5.000.000,00	15.000.000,00
Karyawan Proses	55	6.000.000,00	330.000.000,00
Karyawan Pengendalian	5	6.000.000,00	30.000.000,00
Karyawan Laboratorium	4	6.000.000,00	24.000.000,00
Karyawan Pemeliharaan	7	6.000.000,00	42.000.000,00
Karyawan Utilitas	10	6.000.000,00	60.000.000,00
Karyawan KKK	6	6.000.000,00	36.000.000,00
Karyawan Litbang	3	6.000.000,00	18.000.000,00
Sekretaris	3	5.000.000,00	15.000.000,00
Medis	2	5.000.000,00	10.000.000,00
Paramedis	3	2.835.021,00	8.505.063,00
Sopir	6	2.010.299,00	12.061.794,00
Cleaning Service	5	2.010.299,00	10.051.495,00
Karyawan Pengangkut Sampah	5	2.010.299,00	970.618.352,00
Total	164		
		total gaji/bulan =	Rp 970.618.352,00
		total gaji/tahun =	Rp 11.647.420.224,00

#### 4.4.6 Pengaturan Jam Kerja

Pabrik biogas direncanakan beroperasi selama 24 jam sehari secara kontinyu. Jumlah hari kerja selama setahun 330 hari. Hari-hari yang lainnya digunakan untuk perawatan dan perbaikan. Catatan hari kerja:

##### 1. Cuti Tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

## 2. Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (non shift), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime).

## 3. Kerja Lembur (Overtime)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian. Dalam kerjanya, karyawan dibedakan menjadi dua, yaitu karyawan shift dan non shift.

### a. Karyawan NonShift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah Direktur, Manajer, Kepala Bagian, Serta staff yang berada di kantor. Karyawan non shift berlaku 6 hari kerja dalam seminggu, libur pada hari minggu dan hari libur nasional.

Total jam kerja dalam seminggu adalah 45 jam. Dengan perutan sebagai berikut:

Senin – Jumat	: Jam 08.00 – 16.00 WIB
Sabtu	: Jam 08.00 – 12.00 WIB
Waktu Istirahat setiap jam kerja	: Jam 12.00 – 13.00 WIB
Waktu Istirahat hari Jumat	: Jam 12.00 – 13.30 WIB

### b. Karyawan Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani

proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Bagi karyawan shift, setiap 3 hari kerja mendapatkan libur 1 hari dan masuk shift secara bergantian waktunya. Kelompok kerja shift ini di bagi menjadi 3 shift sehari, masing-masing bekerja selama 8 jam, sehingga harus dibentuk 4 kelompok, dimana setiap hari 3 kelompok bekerja, sedangkan 1 kelompok libur. Aturan jam kerja karyawan shift:

- Shift 1 : Jam 07.00 – 15.00 WIB
- Shift 2 : Jam 15.00 – 23.00 WIB
- Shift 3 : Jam 23.00 – 07.00 WIB
- Shift 4 : Libur

*Tabel 4. 4 Jadwal Pembagian kerja karyawan shift*

Hari & Shift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pagi	I	I	IV	IV	III	III	II	II	I	I
Siang	II	II	I	I	IV	IV	III	III	II	II
Malam	III	III	II	II	I	I	IV	IV	III	III
Libur	IV	IV	III	III	II	II	I	I	IV	IV

Hari & Shift	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pagi	IV	IV	III	III	II	II	I	I	IV	IV



Siang	I	I	IV	IV	III	III	II	II	I	I
Malam	II	II	I	I	IV	IV	III	III	II	II
Libur	III	III	II	II	I	I	IV	IV	III	III

Hari & Shift	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pagi	III	III	II	II	I	I	IV	IV	III	III
Siang	IV	IV	III	III	II	II	I	I	IV	IV
Malam	I	I	IV	IV	III	III	II	II	I	I

Libur	II	II	I	I	IV	IV	III	III	II	II
-------	----	----	---	---	----	----	-----	-----	----	----

Jam Kerja diambil 45 jam per minggu, kelebihan jam kerja dihitung lembur.

#### 4.4.7 Fasilitas dan Hak Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat meningkatkan kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan.

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah:

##### a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan

karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poloklinik yang ditangani oleh Dokter dan Perawat.

b. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman kerja.

c. Makan dan minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Koperasi

Koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan kerohanian

Perusahaan membangun tempat ibadah (masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan

melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transport tiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

2. Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti missal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

## **BAB V**

### **UTILITAS**

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas.

Utilitas adalah sekumpulan unit-unit atau bagian dari sebuah pabrik kimia yang berfungsi untuk menyediakan kebutuhan penunjang proses produksi. Unit pendukung proses (unit utilitas) yang tersedia dalam perancangan pabrik biogas terdiri dari:

1. Unit penyediaan dan pengolahan air
2. Unit pembangkit listrik
3. Unit penyediaan udara tekan
4. Unit penyediaan bahan bakar

#### **5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air**

##### **5.1.1 Unit Penyediaan Air**

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik biogas ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai desa Jelok, Boyolali, Jawa Tengah. Adapun

penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
4. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk:

1. Air sanitasi.

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a. Syarat fisika, meliputi:

- 1) Suhu : Di bawah suhu udara
- 2) Warna : Jernih
- 3) Rasa : Tidak berasa
- 4) Bau : Tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

- 1) Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- 2) Tidak mengandung bakteri.

## 2. Air Proses

Air proses ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air dalam proses antara lain pada pencampuran *slurry* organik di bak penampung awal.

## 3. Air Pendingin

Faktor umum air pendingin, diantaranya:

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar
- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturan
- c. Dapat menyerap dengan jumlah yang relative tinggi per satuan volume
- d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam Batasan perubahan suhu pendingin
- e. Tidak bterdekomposisi

### 5.1.2 Unit Pengolahan Air

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut:

#### 1. Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

- a.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , yang berfungsi sebagai flokulan.
- b.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

## 2. Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/ menyaring partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira - kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*). Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

## 4. Pendinginan dan Menara Pendingin

Air yang telah digunakan dalam cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada cooling tower. Air yang didinginkan dalam cooling tower adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendinginan pabrik

### Kebutuhan dan Distribusi Air Untuk Produksi dan Konsumsi

#### 1. Kebutuhan Air Proses

Tabel 5. 1 Tabel Kebutuhan Air Proses

NO	NAMA ALAT	JUMLAH (KG/JAM)
1	Mixer	75231,6667
2	Absorber	
Jumlah		

Komponen masuk menuju absorber:

- CH<sub>4</sub> = 276,33
- CO<sub>2</sub> = 110,53
- H<sub>2</sub>S = 7,89

- H<sub>2</sub>O = 8,05

Total = 402,82

Data kebutuhan CO<sub>2</sub> terhadap H<sub>2</sub>O = 6,4152 kg/jam

$$\text{CO}_2 = \frac{6,4152 \text{ kg/jam}}{110,52 \text{ kg, jam}} = 0,0580 \text{ kg/jam}$$

Data kebutuhan H<sub>2</sub>S terhadap H<sub>2</sub>O = 11,88 kg/jam

$$\text{H}_2\text{S} = 7,89 \text{ kg/jam} \times 11,88 \text{ kg/jam} = 93,7332 \text{ kg/jam}$$

Maka, kebutuhan air proses pada absorber adalah:

$$\text{Total Air Absorber} = (0,0580 + 93,7332) = 93,7912 \text{ kg/jam}$$



## 2. Penyedia Air untuk keperluan domestik

### a. Air Untuk Keperluan Perkantoran

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 100 kg/hari

1 hari = 24 jam

(Sularso,2000)

Jumlah karyawan = 164 orang

Total kebutuhan air karyawan =  $100 \times 164 = 16400$  kg/hari

*Tabel 5. 2 Tabel Air Keperluan Untuk Kantor*

Bengkel	200	kg/hari
Poliklinik	300	kg/hari
Laboratorium	500	kg/hari
Pemadam Kebakaran	1000	kg/hari
Kantin, mushalla, taman	1500	kg/hari
Total	3500	kg/hari

### b. Air keperluan rumah tangga

Diperkirakan perumahan sebanyak 30 rumah. Jika masing-masing rumah rata-rata dihuni 4 orang, maka kebutuhan air untuk perumahan tersebut sekitar:

Jumlah rumah = 30 rumah

Kapasitas orang/rumah = 4 orang

Kebutuhan air/orang = 200 kg/hari

Total kebutuhan air =  $(30 \times 4 \times 200)$

= 24000 kg/hari

Maka total untuk keperluan domestik = 16400 kg/hari + 3500

kg/hari + 24000 kg/hari

= 43900 kg/hari

= 1829 kg/jam

Kebutuhan air sanitasi total = 19900 kg/hari = 829,167 kg/jam

### 3. Air Pendingin

Nama Alat	Jumlah (kg/jam)	Satuan
	2.089.057.064,93	Kg/jam



Air pendingin 80% dimanfaatkan kembali, make up yang diperlukan 20%, sehingga:

$$\begin{aligned}\text{Air make up} &= 0,2 \times 2.089.057.064,93 \\ &= 417.811.413 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Sehingga, kebutuhan air pendingin adalah = 417.811.413 kg/jam

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air total keseluruhan} &= 417889279,4699 \text{ kg/jam} \\ &= 1,1 \times 417.889.279,4699 \text{ kg/jam} \\ &= 459.678.207,4 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

## 5.2 Unit Pembangkit Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses maupun penerangan. Kebutuhan listrik pada pabrik dapat diperoleh dari 2 sumber, yaitu PLN dan generator set sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power - power yang dinilai penting antara lain kompresor dan pompa. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah:

Kapasitas	: 192 kW
Jenis	: Generaot Diesel
Jumlah	: 1 buah

Prinsip kerja dari diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari - hari

digunakan listrik PLN 100%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

### 5.3 Unit Penyedia Udara Tekan

Berfungsi sebagai penyedia udara tekan untuk menjalankan system instrumentasi. Udara tekan diperlukan untuk alat control pneumatic.

Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 70,224 m<sup>3</sup>/jam.

Konsumsi udara untuk satu alat kontrol: 28 L/men

Jumlah Alat Kontrol: 38

Udara yang dibutuhkan =  $(28\text{L/men} \times 38 \times 60) / 1000 = 63,84 \text{ m}^3/\text{j}$

*Over design* = 20%

Kebutuhan udara total =  $63,84 \text{ m}^3/\text{j} \times 1,1 = 70,24 \text{ m}^3/\text{jam}$

### 5.4 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (Industrial Diesel Oil) sebanyak 56.859,84 kg/jam yang diperoleh dari PT Pertamina, Cilacap.

### 5.5 Unit Pengolahan Limbah

Berfungsi untuk mengolah limbah pabrik baik yang berupa padat, cair maupun gas. Limbah yang dihasilkan dari proses di pabrik ini berupa limbah padat, dan limbah cair. Limbah padat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos sedangkan limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan, limbah-limbah tersebut diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu lingkungan. Hal ini dilakukan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan.

### 5.6 Unit Pengolahan Refrigerant/Coolant

a. Bak penampung Air Pendingin

Debit Aliran = 417.811.412,9860 kg/jam

$$\text{Waktu Tinggal} = 2 \text{ jam}$$

$$\text{Volume Air} = \frac{\text{Debit aliran}}{\rho_{\text{air}}} \times \text{waktu tinggal}$$

$$= 835622,8260 \text{ liter}$$

$$= 835,6288 \text{ m}^3$$

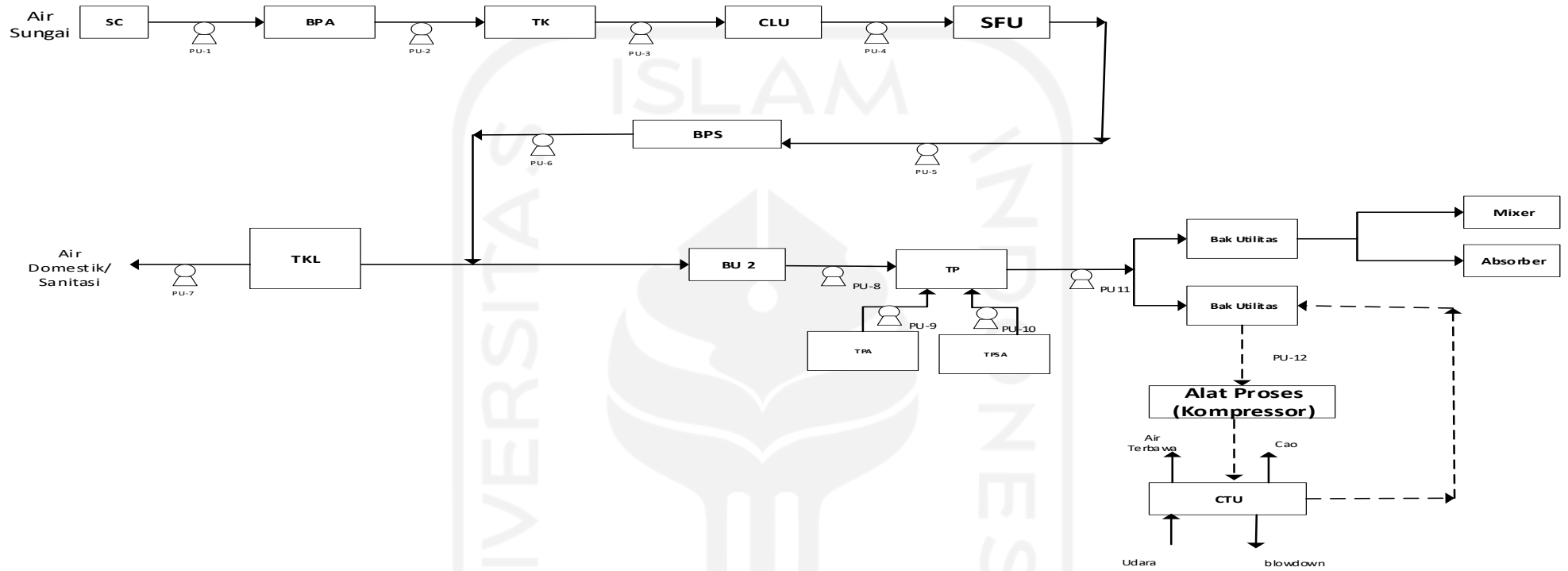
$$\text{Volume bak} = 1002,7474 \text{ m}^3$$

b. Air untuk Cooling Tower

$$\text{Debit Aliran} = 2.089.057.064,93 \text{ kg/jam}$$



## DIAGRAM ALIR AIR UTILITAS



Kode Alat	Keterangan
PU	Pompa
BPA	Bak Pengendap Awal
TK	Tangki Kesadahan
CLU	Clarifier
SFU	Sand Filter
BPS	Bak Penampung Sementara
TKI	Tangki Klorinator
BU	Bak Utilitas
CTU	Cooling Tower
TP	Tangki Penyimpanan
TPA	Tangki Pelarutan Alum
TPSA	Tangki Pelarutan Soda Abu
SC	Screening

Gambar 5.1 Diagram Alir Utilitas

## BAB VI

### EVALUASI EKONOMI

#### 6.1 Evaluasi Ekonomi

Analisa ekonomi berfungsi untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak jika didirikan. Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah:

1. Return On-Investment
2. Pay Out Time
3. Discounted Cash Flow
4. Break Even Point
5. Shut Down Point

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)

Meliputi:

- a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi:

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
- c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

## **6.1.1 Analisa Keuangan**

### **6.1.1.1 Capital Investmen**

*Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran–pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas–fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital investment* terdiri dari:

#### **1. Fixed Capital**

*Fixed Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik.

#### **2. Working Capital**

*Working Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.



### 6.1.2.1 *Total Production Cost*

#### 1. *Direct manufacturing cost*

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. *Direct Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

#### 2. *Indirect manufacturing cost*

*Indirect Cost* adalah pengeluaran–pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

#### 3. *Fixed manufacturing cost*

*Fixed Cost* adalah biaya–biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

#### 4. **General Expense**

*General Expense* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran–pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*. *General expense* ini meliputi biaya administrasi, penjualan produk, penelitian, dan biaya pembelanjaan.

### 6.1.2 **Analisis kelayakan ekonomi**

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Pajak yang digunakan adalah sebesar 20% (Peraturan Pemerintah no 9 tahun 2021). Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

## 1. Keuntungan

## 2. Present return of investment (ROI)

*Return-On Investment* adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$\text{Profit (Keuntungan)} \times 100\%$$

$$\text{ROI} = \frac{\text{Profit (Keuntungan)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}$$

dengan:

$P_{rb}$  = ROI sebelum pajak, dinyatakan dalam desimal

$P_{ra}$  = ROI setelah pajak, dinyatakan dalam desimal

$P_b$  = Keuntungan sebelum pajak per satuan produksi

$P_a$  = Keuntungan setelah pajak per satuan produksi

$r_a$  = Kapasitas produksi tahunan

$I_f$  = *Fixed capital investmen*

Besar kecilnya ROI bervariasi tergantung pada derajat resiko atau kemungkinan kegagalan yang terjadi. Untuk kategori *low risk chemical industry*, minimum *acceptable ROI before tax* adalah sebesar 11% (Aries and Newton, 1955).

ROI sebelum pajak = 71 %

ROI sesudah pajak = 36 %

Pabrik biogas ini masih termasuk dalam batas *ROI before tax* dengan resiko rendah yaitu ROI min 11%.

### 3. *Pay out time (POT)*

*Pay Out Time (POT)* adalah jangka waktu pengembalian investasi (modal) berdasarkan keuntungan perusahaan dengan mempertimbangkan depresiasi.

Berikut adalah persamaan untuk POT:

*Fixed Capital Investment*

$$\text{POT} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{(Keuntungan Tahunan + Depresiasi)}}$$

POT sebelum pajak = 1,23 tahun

POT sesudah pajak = 2,19 tahun

Untuk kategori *low risk chemical industry, maximum acceptable POT before tax* adalah 5 tahun (Aries and Newton, 1955). Pabrik biogas ini masih masuk dalam batas *POT before tax* yang disyaratkan, yaitu di bawah 5 tahun.

### 4. *Break-even point (BEP)*

*Break Even Point (BEP)* adalah:

- a. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- b. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
- c. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

$$\text{BEP} = \frac{(Fa + 0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100 \% = 59,17\%$$

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

### 5. *Shut down point (SDP)*

*Shut Down Poin (SDP)* adalah:

- a. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).
- b. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- c. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.

- d. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup. SDP dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$SDP = \frac{(0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100 \% = 52,29\%$$

### 6. *Discounted cash flow (DCF)*

*Discounted Cash Flow Rate-Of Return (DCFR)* adalah:

- Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR:

$$n=N-1$$

$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{N-1} (1+i)^n + WC + SV$$

$$n=0$$

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : Working capital

SV : Salvage value

C : Cash flow : profit after taxes + depresiasi +

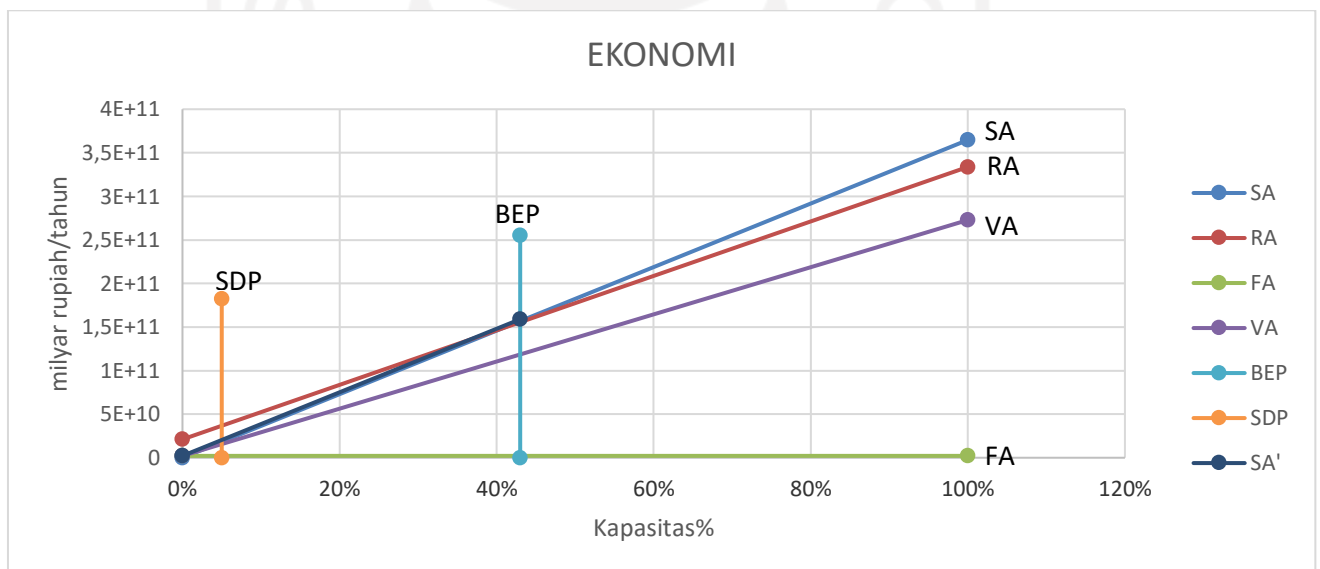
finance n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

Dengan trial and error diperoleh  $i = DCF = 20,07\%$

DCF lebih besar dibandingkan suku bunga pinjaman ( $\pm 5,25\%$ ) (Bank Indonesia, Agustus 2022), sehingga memenuhi persyaratan yaitu DCF didapatkan lebih dari 1,5 kali suku bunga pinjaman bank yang berlaku.

Tabel Evaluasi Ekonomi



## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan Analisa, baik yang ditinjau secara teknis maupun ekonomi, maka dalam prarancangan pabrik biogas dari kotoran sapi diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

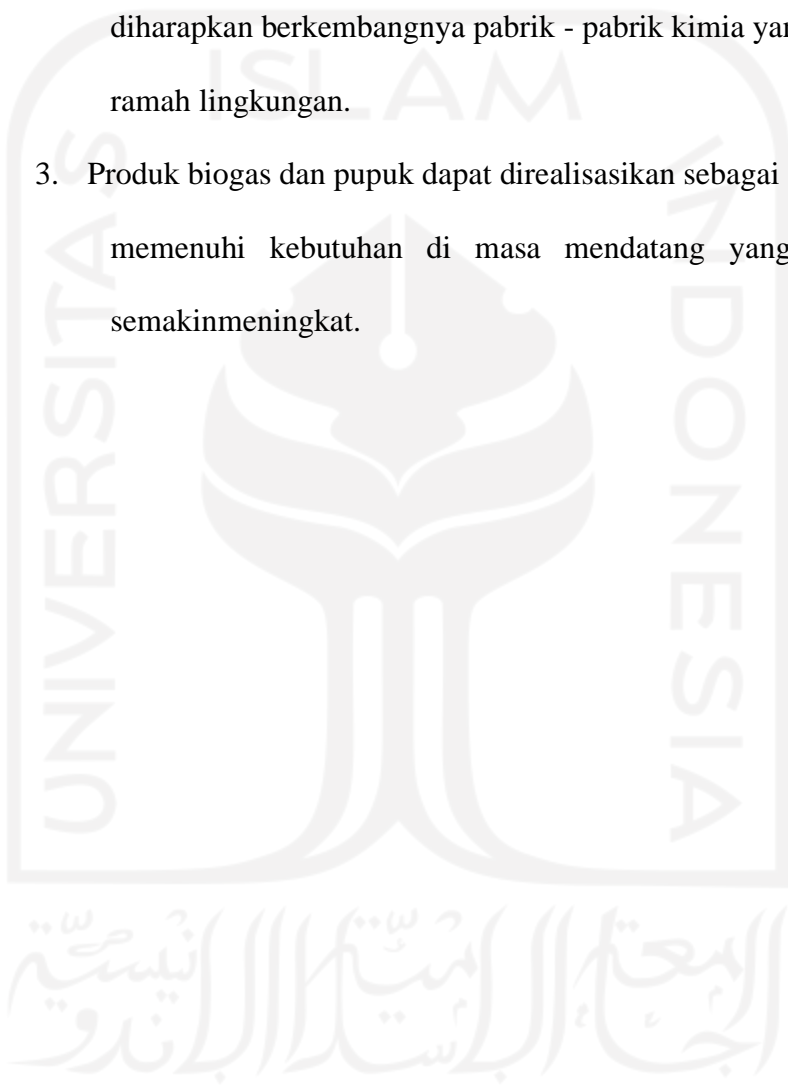
1. Pabrik biogas akan didirikan dengan kapasitas 543.000 ton/tahun, dengan bahan baku kotoran sapi sebanyak 12.408,2 kg/jam pada setiap kabupaten. Berdasarkan kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta prosesnya, maka pabrik biogas tergolong pabrik berisiko rendah.
2. Untuk kapasitas produksi biogas, total investasi yang dibutuhkan untuk membangun sebuah pabrik biogas adalah Rp 17.950.144.957. Parameter kelayakan dengan kapasitas produksi 543.000 ton/tahun adalah total penjualan produk sebesar Rp 364.712.400.000 dan keuntungan bersih sebesar Rp 5.755.970.804. Break Even Point (BEP) 42,27 %, Shut Down Point (SDP) 9,02 %, Return on Investment (ROI) sesudah pajak 80 %, Pay Out Time (POT) sesudah pajak 3,61 tahun

#### 7.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep - konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan

pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut:

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik - pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk biogas dan pupuk dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.





## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik.* (2021, 02 03). Diambil kembali dari Export dan Import:  
<https://www.bps.go.id>
- Hariansyah, M. (2009). PEMANFAATAN KOTORAN TERNAK SAPI SEBAGAI PENGHASIL BIO GAS. *Jurnal Teknik*, 3.
- Houdkova, L., J, B., J, P., & P, S. (2008). Biogas-A Renewable Source of Energy. *Journal of Thermal Science*, 27-33.
- Marcela, R., & Maya, R. D. (2018). Pra Rancangan Pabrik Biogas Dari Kotoran Sapi di Wilayah Yogyakarta Dengan Kapasitas Bahan Baku 543.000 Ton/Tahun. *Tugas Akhir*, 7.
- Pambudi, N. (2009, oktober 28). *Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif*.  
Diambil kembali dari  
[http://www.unmul.ac.id/index.php?view=article&catid=40:macs-and-ipod&id=258:pemanfaatan-biogas-sebagaienergialternatif&option=com\\_content &Itemid = 27](http://www.unmul.ac.id/index.php?view=article&catid=40:macs-and-ipod&id=258:pemanfaatan-biogas-sebagaienergialternatif&option=com_content &Itemid = 27)
- Prihutama, F. A., Firmansyah, D. N., Siahaan, K. S., & Fahmi, B. (2017). The Utilitiez of Biogas As An ECO-Friendly Energy at Monggol Village, Gunungkidul District, Yogyakarta. *SNITT*, 88.
- Sasongko, W. (2010). PRODUKSI BIOGAS DARI BIOMASSA KOTORAN SAPI DALAM BIODIGESTER FIX DOME DENGAN PENGENCERAN DAN PENAMBAHAN AGITASI. *TESIS*, 9.

- Suharijanto. (2015). Rancang Bangun Alat Pengaduk Bahan Biogas Berbasis Mikrokontroler Mcs5. *Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan*.
- Sunaryo. (2014). Rancang Bangun Reaktor Biogas untuk Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Sapi di Desa Limbangan Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal PPKM UNISIQ. I*, 21-30.
- Sunaryo. (2014). RANCANG BANGUN REAKTOR BIOGAS UNTUK PEMANFAATAN LIMBAH KOTORAN TERNAK SAPI DI DESA LIMBANGAN KABUPATEN BANJARNEGARA. *PPKM UNISIQ I*, 23.
- Suyitno, Sujono, A., & Dharmanto. (2010). Teknologi Biogas Pembuatan, Operasioanl, Pemanfaatan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suyitno, Sujono, A., & Dharmanto. (2010). *Teknologi Biogas Pembuatan, Operasional, dan Pemanfaatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suyitno, Sujono, A., & Dharmanto. (2010). TEKNOLOGI BIOGAS PEMBUATAN, OPERASIONAL, DAN PEMANFAATAN. YOGYAKARTA: GRAHA ILMU.
- Syamsuddin, Mappangaja, A. R., & Natsir, A. (t.thn.). ANALISIS MANFAAT PROGRAM BIOGAS ASAL TERNAK BERSAMA MASYARAKAT (BATAMAS) KOTA PALOPO.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. REAKTOR

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi pembentukan gas methane

Tipe Reaktor : Reaktor *Batch*

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 308 K

Tipe Perancangan : Silinder vertical, head *torispherical dished head*

Bahan Konstruksi : Beton Kedap Air

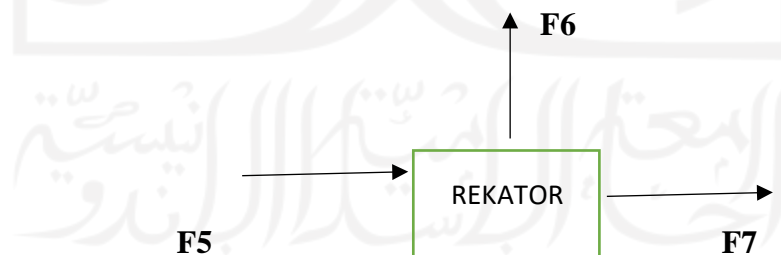
1. Dasar pemilihan jenis reaktor

- Terjadi proses fermentasi yang membutuhkan waktu lama
- Pengendalian suhu lebih mudah

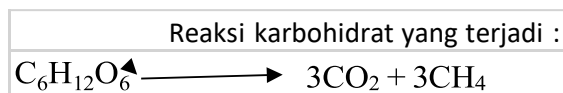
2. Dasar pemilihan bahan konstruksi

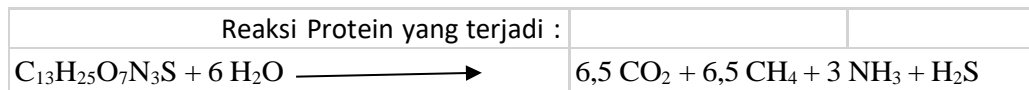
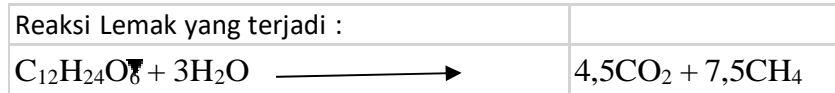
- Reaktor tidak berisi larutan maupun gas yang berbahaya
- Suhu operasi terjadi pada 308 K

### Neraca Massa di Reaktor



Reaksi yang terjadi dalam reaktor :





Neraca Massa Total:

$$\text{Arus 5} = \text{Arus 6} + \text{Arus 7}$$

Data:

a. Berat Massa

Komponen	BM (kg/mol)
$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 3CO_2 + 3CH_4$	-138500 kg/mol
$C_{12}H_{24}O_6 + 3H_2O \longrightarrow 4,5CO_2 + 7,5CH_4$	544500 kg/mol
$C_{13}H_{25}O_7N_3S + 6 H_2O \longrightarrow 6,5 CO_2 + 6,5 CH_4 + 3 NH_3 + H_2S$	198500 kg/mol

b. Komposisi

Komposisi kotoran sapi

Komposisi	% Massa
Selulosa	0,7652
NH3	0,0146
Phospor	0,0093
Kalium	0,0068
Calsium	0,0024
Magnesium	0,0018

H <sub>2</sub> S	0,0021
H <sub>2</sub> O	0,1978

### Komposisi Biogas

Komposisi	Presentase
Metana (CH <sub>4</sub> )	54-704%
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	27-35%
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	0.5-2%
Karbon Monoksida (CO <sub>2</sub> )	0.1%
Sulflide (H <sub>2</sub> S)	Kecil

### c. Neraca Massa

Neraca Massa Masuk Arus 5:

Neraca Massa Keluar Arus 6:

Neraca Massa Keluar Arus 7:

SENYAWA	DIGESTER/REAKTOR		
	MASUK	KELUAR	
	F5	F6	F7
AIR(H <sub>2</sub> O)	107151,5224	8,056505446	107143,4659
ts (glukosa,protein	5639,553813		0
vs( volitude solid)			4374,150728
co <sub>2</sub>		110,5352547	

nh3			262,2392523
ch4		276,3381368	
h2s		7,895375338	
Biomass			608,3950653
Total	112791,0763	112791,0763	

d. Neraca Panas

a. Kompresor

1. Laju alir volumetric

Laju Alir Volumetric (Q): 2255,8215 m<sup>3</sup>/jam

Waktu Pengisian: 1 hari

2. Menentukan diameter dan tinggi silinder

Volume : 2706,98583 m<sup>3</sup>

Rasio H=D, Untuk volume tangka besar, maka perbandingan tinggi tangka dengan diameter tangka D=2,5 Hs

Volume Silinder:

$$V_t = \frac{\pi D^2 H}{4} = \frac{\pi D^3}{2,5 \times 4} = \frac{\pi D^3}{10} \quad D = \sqrt[3]{\frac{10V}{\pi}}$$

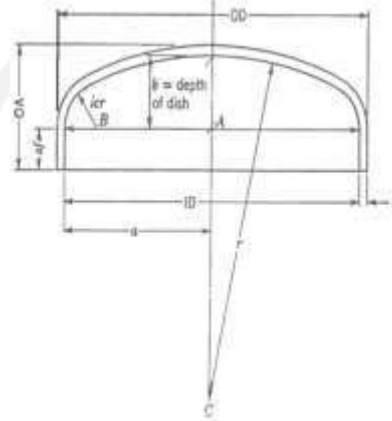
Volume head =  $0,000049XD^4$  (Brownell hal 88 pers 5.11)

Vol tangka total = Vol Silinder + Vol Head

Diameter Tangki = 4,817890997 m

Tinggi Silinder (Hs) = 1,927156399 m

### 3. Ukuran Head



Tekanan desain 5 - 10% di atas tekanan kerja normal/absolut (Coulson, 1988 hal.637). Tekanan desain diambil 5% di atasnya

$P = P \text{ operasi} + P \text{ hidrostatik}$

$P = 17,9893 \text{ psi}$

$P \text{ hidrostatik} = \frac{P \left( \frac{g}{g_c} \right) H_L}{144}$

$P \text{ design} = 1,05 \times P = 18,8887 \text{ psi}$

Tebal Head dihitung dengan persamaan 1.2 p.258 (Brownell and Young, 1959)

$$t_h = \frac{0,885 \cdot P \cdot r_c}{f \cdot E - 0,1 P}$$

$P$  = Tekanan Perancangan, Psi

$f$  = Tekanan maksimum yang diijinkan pada bahan, Psi

$E$  = Welded joint efficiency

$r_c$  = radius of crown

th = tebal head

icr = inside radius corner

rc = OD (Brownell & Young hal 88)

OD = ID + 2t = 906,9291338 in

Tinggi head = 1,010841387

Digunakan th standar = 0,652 in

Tinggi Head

ODs = 906,93 in

th = 0,652 in

icr = 54,4157 in

r = 906,9291338 in

a = ID/2 = 453,1521 in

AB = (ID/2) – icr = 398,7363 in

BC = r - icr = 852,5134 in

AC =  $(BC^2 - AB^2)^{1/2} = 753,5174$  in

b = r – AC = 153,4118 in

Dari tabel 5.6 Brownell hal.88 dengan th 5/8 in didapat sf = 1,5 - 3,5 in

perancangan digunakan sf (standard straight flange) = 1,5 in

OA (Hh) = th + b + sf = 155,5368 in = 3,9506

tinggi total tangki = tinggi tangki + tutup + bottom = 10,165 m

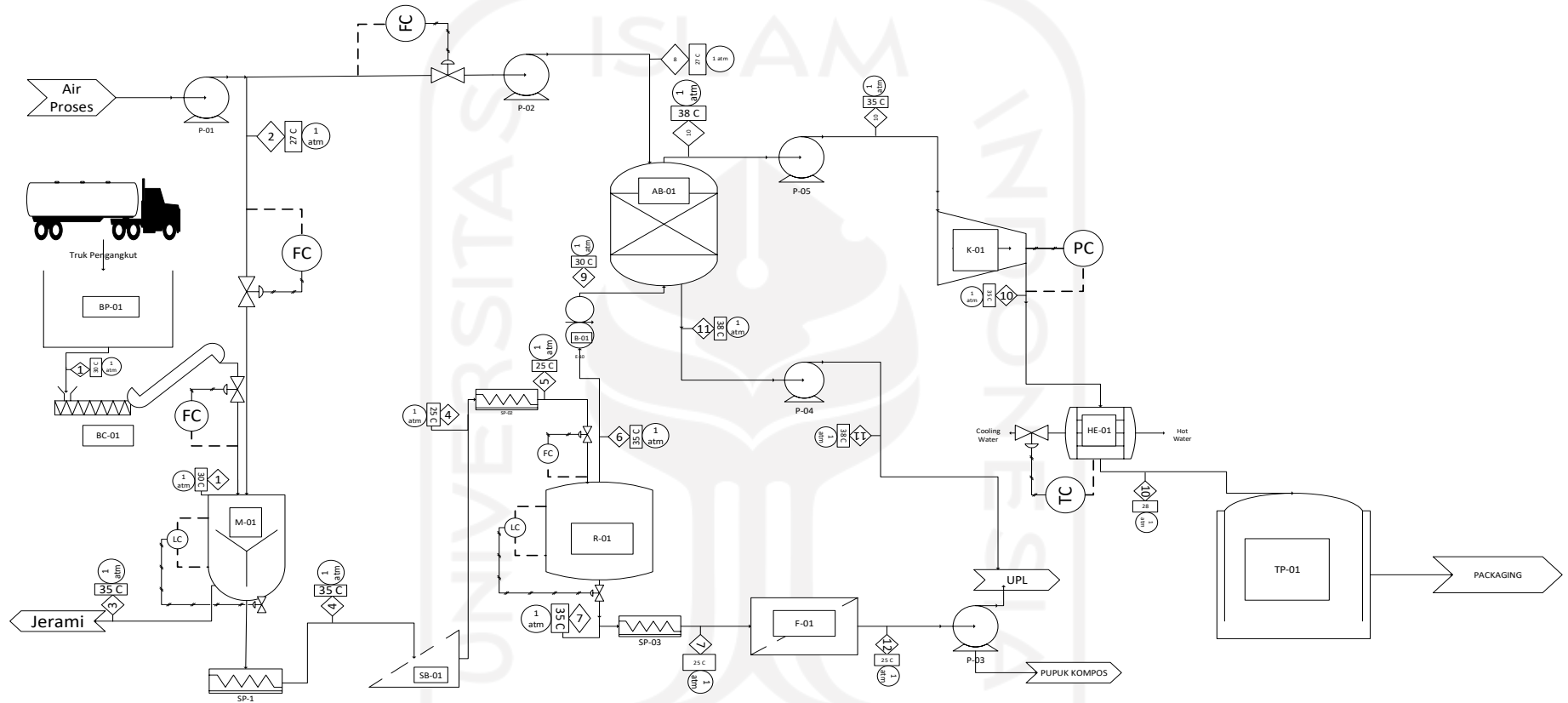





Lampiran 2 PEFD

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRA RANCANGAN PABRIK BIOGAS DARI KOTORAN SAPI DI WILAYAH BOYOLALI DENGAN KAPASITAS BAHAN BAKU 329.514 TON/TAHUN



KOMPOSISI	NOMOR ARUS (Kg/Jam)												Keterangan Alat	KETERANGAN SIMBOL			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
TS	5642,38		5.462	2,82119	5639,55									Bak Penampung	BP	◇	Nomor Arus
JERAMI	752,317		752,316667	752,317										Belt Conveyor	BC	○	Tekanan, atm
AIR	31973,5	75231,7	107205,125	53,6026	107152	8,05651	107143	805,651		813,707	107,143	107036		Mix Tank	MT	□	Suhu, Celcius
VS							4374,15				4,37415	4369,78		Screen Bar	SB	▬	Control Valve
CO2									110,535					Pompa	P	⊗	Arus Sinyal Pneumatic
NH3														Reaktor	R	▬	Arus Sinyal Listrik
CH4														Filter	F	▬	Arus Proses dan Air Panas
H2S									7,89538					Blower	B	▬	
BIOMASSA														Absorber	AB	▬	
SUBTOTAL	38368,1	75231,7	113.420	808,74	112791	402,825	112388	805,651	343,923	864,553	111,78	111668		Screw Pump	SP	FC	FLOW CONTROLLER
														Kompressor	K	LC	LOW CONTROLLER
														Tangki Produk	TP	TC	TEMPERATURE CONTROLLER



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

PROCESS ENGINEERING FLOW  
 DIAGRAM  
 PRA RANCANGAN PABRIK BIOGAS

Disusun Oleh:  
 1. Sri Ade Lila Pujikasari (16521157)  
 2. Moh. Irfan Ardiansyah (16521059)

Dosen Pembimbing:  
 1. Faisal R. M., Ir. Drs., M.T., Ph.D.  
 2. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.