

No: TA/TK/2018/37

**PRA RANCANGAN PABRIK BIOGAS DARI
KOTORAN SAPI DI WILAYAH YOGYAKARTA
DENGAN KAPASITAS BAHAN BAKU 543.000
TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh:

Nama : Ranti Marcela

Nama : Rr. Devi Aninda Maya

No. Mahasiswa : 14521202

No. Mahasiswa : 14521249

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

2018

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

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

PERANCANGAN PABRIK

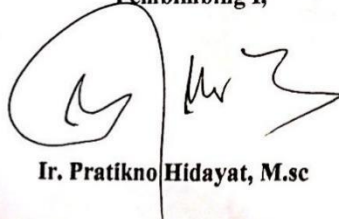


Oleh:

Nama : Ranti Marcela Nama : Rr. Devi Aninda Maya
No. Mahasiswa : 14521202 No. Mahasiswa : 14521249

Yogyakarta, 20 September 2018

Pembimbing I,


Ir. Pratikno Hidayat, M.sc

Pembimbing II,


Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

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

PERANCANGAN PABRIK

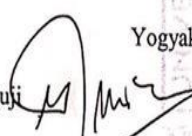
Oleh:

Nama : Ranti Marcela
No. Mahasiswa : 14521202

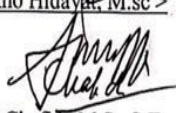
Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 20 September 2018


Tim Penguji


<ir. Pratikno Hidayat, M.sc >

Ketua


<Achmad Chafidz M.S., S.T., M.Sc>

Anggota I


<Umi Rofiqah, S.T., M.T>

Anggota II

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Pratikno Rusdi

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

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

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Rr Devi Aninda Maya
No. Mahasiswa : 14521249

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

Yogyakarta, 20 September 2018

Tim Penguji

<ir. Pratikno Hidayat, M.sc>

Ketua

<Achmad Chafidz M.S., S.T., M.Sc>

Anggota I

<Umi Rofiqah, S.T., M.T>

Anggota II

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Wahid Rusdi

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PERANCANGAN PABRIK BIOGAS DARI KOTORAN SAPI DI
WILAYAH YOGYAKARTA DENGAN KAPASITAS BAHAN BAKU
543.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ranti Marcela Nama : Rr. Devi Aninda Maya
No. Mahasiswa : 14521202 No. Mahasiswa : 14521249

Yogyakarta, 20 September 2018

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya 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 surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Td. Tangan



Ranti Marcela

Td Tangan



Rr. Devi Aninda Maya

Kata Pengantar

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbi'l'alamiin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Taufiq serta Hidayah-Nya bagi kita semua sehingga dapat menjalankan amanah yang menjadi tanggung jawab kita. Sholawat serta salam tidak lupa kita haturkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, karena dengan syafaatnya kita dapat hijrah dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang.

Atas karunia dan pertolongan dari Allah SWT, Tugas Akhir dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Biogas dari Kotoran Sapi di wilayah Yogyakarta Kapasitas Bahan Baku 543.000 ton/tahun” ini dapat berjalan dengan lancar dan terselesaikan dengan baik. Penulisan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Ucapan terima kasih tidak lupa saya ucapkan kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan baik materil maupun spiritual dengan terselesaikannya tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Allah SWT, yang selalu ada dalam setiap langkah, atas karunia dan hidayah akal serta pikiran, kekuatan dan atas segala kemudahan yang telah diberikan
2. Rasulullah SAW, sang suri tauladan yang telah membawa kita keluar dari zaman jahiliyah menuju zaman kebenaran

3. Kedua orang tua tercinta, mama saya dewi martini dan ayah saya yanto,serta kakak dan adik saya yang telah memberikan semangat ,do'a, motivasi, dukungan dalam segala hal yang tiada hentinya.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri UII
5. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia UII
6. Bapak Ir. Pratikno Hidayat, M.sc., selaku dosen pembimbing I, yang telah membimbing, memberikan motivasi serta saran kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini
7. Bapak Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya dalam membimbing penulis menyelesaikan penelitian ini
8. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Kimia UII yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama menuntut ilmu di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
9. Keluarga, yang selalu memberikan semangat dengan tulus
10. Teman-teman Teknik Kimia 2014 atas dukungan dan bantuannya.
11. Semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah memberikan kontribusinya dalam membantu pelaksanaan penelitian ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amalan yang akan mendapatkan balasan yang sebaik-baiknya dari Allah SWT. Akhir kata, penulis berharap semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak. Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih

jauh dari sempurna karena ini masih merupakan proses pembelajaran bagi penulis sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, September 2018

Penulis

Daftar Isi

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Lampiran	xvi
Abstrak	xvii
Abstrack	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1.1 Ketersediaan Bahan Baku	1
1.1.2 Kapasitas Perancangan dan Segmen Pasar	3
1.2 Tinjauan Pustaka	6
1.2.1 Biogas.....	6
1.2.2 Kotoran sapi.....	7
1.2.3 Produksi Biogas Melalui Proses <i>Anaerobic Digestion</i>	7
BAB II PERANCANGAN PRODUK	11
2.1 Spesifikasi Produk.....	11

2.1.1 Biogas	11
2.2 Spesifikasi Bahan	10
2.2.1 Kotoran Sapi.....	12
2.2.2 Air	13
2.3 Pengendalian Kualitas.....	13
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	14
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses.....	14
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk.....	15
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	16
3.1 Uraian Proses	16
3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk.....	18
3.3 Perencanaan Produksi	29
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	30
4.1 Lokasi Pabrik	30
4.1.1 Kemudahan Transportasi	30
4.1.2 Pemasaran Produk.....	30
4.1.3 Ketersediaan Bahan Baku/Pembantu	31
4.1.4 Tenaga Kerja	31
4.1.5 Kondisi Iklim.....	32
4.1.6 Lingkungan dan Masyarakat	32
4.1.7 Sumber air	32
4.1.8 Listrik	32
4.2 Tata Letak Pabrik (<i>Layout Plant</i>).....	33

4.3 Tata Letak Mesin/Alat (<i>Machines</i>).....	36
4.4 Alir Proses dan Material.....	39
4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas).....	48
4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	48
4.5.2 Kebutuhan dan Distribusi Air untuk Produksi dan Konsumsi	57
4.5.3 Listrik atau Generator.....	58
4.5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan.....	59
4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	59
4.5.6 Unit Pengolahan Limbah.....	59
4.6 Organisasi Perusahaan	60
4.6.1 Bentuk Perusahaan.....	60
4.6.2 Struktur Organisasi.....	61
4.6.3 Tugas dan Wewenang.....	64
4.6.4 Jumlah Karyawan.....	70
4.6.5 Penggolongan Gaji.....	72
4.6.6 Pengaturan Jam Kerja.....	75
4.7 Evaluasi Ekonomi.....	80
4.7.1 <i>Capital Investment</i>	81
4.7.2 <i>Manufacturing Cost</i>	83
4.7.3 <i>General Expanse</i>	85
4.7.4 <i>Total Cost</i>	83
4.7.5 <i>Percent Return on Investment (ROI)</i>	84
4.7.6 <i>Pay Out Time (POT)</i>	86
4.7.7 <i>Break Event Point (BEP)</i>	87

4.7.8 <i>Shut Down Point</i> (SDP)	89
4.7.9 <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	89
BAB V PENUTUP	94
5.1 Kesimpulan	94
5.2 Saran	95
Daftar Pustaka	96

Daftar Tabel

Tabel 1.1 Data Jumlah Sapi Wilayah Yogyakarta	3
Tabel 1.2 Data proyeksiimporsilikondioksida	3
Tabel 4.1 Areal Bangunan Pabrik Biogas	4
Tabel 4.2 Neraca Massa Total.....	8
Tabel 4.3 Neraca Massa pada Mixer.....	22
Tabel 4.4 Neraca Massa pada Screen Bar	46
Tabel 4.5 Neraca Massa pada Reaktor Biogas.....	47
Tabel 4.6 Neraca Massa pada Absorber.....	47
Tabel 4.7 Neraca Massa pada Separator	48
Tabel 4.8 Neraca Massa pada <i>Centrifuge</i>	48
Tabel 4.9 Neraca Panas pada Mixing Tank	49
Tabel 4.10 Neraca Panas pada Reaktor.....	49
Tabel 4.11 Neraca Panas pada Centrifuge	50
Tabel 4.12 Neraca Panas pada Absorber.....	50
Tabel 4.13 Neraca Panas pada Separator	51
Tabel 4.14 Kebutuhan Air pemanas di Furnace.....	52
Tabel 4.15 Kebutuhan Air Pendingin.....	53
Tabel 4.16 Kebutuhan Air Proses	53
Tabel 4.17 Air Keperluan Perkantoran dan Rumah Tangga	64
Tabel 4.18 Kebutuhan Operator Peralatan Proses.....	65

Tabel 4.19 Gaji Karyawan	64
Tabel 4.20 Gaji Karyawan	65
Tabel 4.21 Jadwal Pembagian Kerja Karyawan	64
Tabel 4.22 Fixed Capital Investment	65
Tabel 4.23 Working capital Investment	83
Tabel 4.24 Manufacturing Capital Invesment.....	84
Tabel 4.25 General Expense	85

Daftar Gambar

Gambar 1.1 Grafik Jumlah Sapi Wilayah Yogyakarta.....	3
Gambar 1.2 Alur Pembentukan Gas Metana (CH ₄)	3
Gambar 4.1 Peta Lokasi Pabrik.....	4
Gambar 4.2 Layout Pabrik	8
Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses	22
Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif	46
Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif	47
Gambar 4.6 Diagram Alir Air Utilitas	47
Gambar 4.7 Struktur Organisasi.....	47
Gambar 4.8 Grafik Analisis Kelayakan	47

Daftar Lampiran

Lampiran A Reaktor.....	A-1
Lampiran B PEFD	B-1

Abstrak

Pabrik biogas dirancang untuk memenuhi kebutuhan energi bahan bakar di dalam maupun di luar negeri. Kapasitas yang direncanakan dengan bahan baku sebesar 543.000 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam setahun. Pabrik ini direncanakan berdiri di wilayah Yogyakarta diatas tanah seluas 9.149 m². Proses pembuatan biogas dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase cair-gas, irreversible, eksotermis, isothermal pada suhu 35 °C dan tekanan 3 atm. Untuk memproduksi biogas sebesar dengan kapasitas bahan baku 543.000 ton/tahun diperlukan bahan baku kotoran sapi sebesar 12.408,2 kg/jam dan air sebesar 24.816,4 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air proses sebesar 30.099 kg/jam, penyediaan udara tekan sebesar 70,224 m³/jam, penyediaan listrik sebesar 245,26 kW diperoleh dari PLN dan 1 buah generator sebesar 250 kW, dan kebutuhan fuel oil sebanyak 162,9407 kg/jam. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 56.829.636.959 /tahun setelah dipotong pajak 50 % keuntungan mencapai Rp 28.414.818.479/tahun. Percent Return On Investment (ROI) sebelum pajak 35,38 % dan setelah pajak 17,69%. Pay Out Time (POT) sebelum pajak selama 2,20 tahun dan setelah pajak 3,61 tahun. Break Even Point (BEP) sebesar 40,05 %, dan Shut Down Point (SDP) sebesar 16,74 %.

Keywords: Biogas, Kotoran Sapi, Anaerobic Digestion, RATB

Abstrack

The biogas plant is designed to meet the needs of energy at home and abroad. The planned capacity is 543.000 tons/hr. This plant operates continuously for 330 days a year. This plant is planned to be established in Yogyakarta city, central Java on an area of 9.149 m². The process of making biogas is carried out in a Stirred Tank Flow Reactor (RATB). In this reactor the reaction takes place in the gas-liquid phase, irreversible, exothermic, isothermal at a temperature of 35 ° C and a pressure of 3 atm. The raw capacity of 543.000 tons / year, cow dung is needed as much as 12.408,2 kg / hour and water is 24.816,4 kg/hour. supply of compressed air of 70,224 m³ / hr, supply of electricity of 245,26 kW obtained from PLN and 1 generator of 250 kW, and the need for fuel oil is 162,9407 kg/jam. From the economic analysis of the plant, it shows a pre-tax profit of Rp. 56.829.636.959 / year after tax deduction of 50% profit reaches Rp. 28.414.818.479 / year. Percent Return On Investment (ROI) before tax 35,38% and after-tax 17,69%. Pay Out Time (POT) before tax for 2,20 years and after-tax 3,61 years. Break Even Point (BEP) is 40,05% and Shut Down Point (SDP) is 16,74%.

Keywords: Biogas, cow dung, Anaerobic Digestion, RATB

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan penggunaan energi semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan konsumsi energi oleh masyarakat akibat penggunaan berbagai macam peralatan untuk menunjang kenyamanan dalam hidup. Sumber energi yang selama ini digunakan sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil seperti batubara, minyak bumi, gas alam dan lain-lain. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang proses terbentuknya memerlukan waktu jutaan tahun dan dapat dikatakan merupakan energi tak terbarukan. Selain merupakan energi tak terbarukan, penggunaan energi fosil mengakibatkan meningkatnya gas rumah kaca. Oleh karena itu, untuk mengganti penggunaan energi tak terbarukan diperlukan sumber energi alternatif yang mampu mengurangi laju pemakaian energi fosil. Indonesia sebagai negara tropis memiliki energi baru terbarukan yang melimpah sebagai energi alternatif pengganti energi fosil. Salah satu energi alternatif tersebut adalah pemanfaatan energi biogas.

1.1.1 Ketersediaan Bahan Baku

Biogas dapat dikategorikan sebagai bioenergi, karena energi yang dihasilkan berasal dari biomassa. Biomassa adalah materi organik berusia relatif muda yang berasal dari makhluk hidup atau produk dan limbah industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, dan perikanan). Biogas adalah gas produksi

akhir pencernaan/degradasi anaerobik (dalam lingkungan tanpa oksigen) oleh bakteri *menthanogen*. Dan salah satu limbah yang dihasilkan dari aktifitas kehidupan manusia adalah limbah dari usaha peternakan sapi yang terdiri dari feases, urine, gas dan sisa makanan ternak. Potensi limbah peternakan sebagai salah satu bahan baku pembuatan biogas dapat ditemukan di sentra-sentra peternakan, terutama peternakan dengan skala besar yang menghasilkan limbah dalam jumlah besar dan rutin. Di Indonesia cukup banyak kawasan peternakan sapi yang limbah kotoran sapi nya belum dimanfaatkan sebagai penghasil gas secara optimum. Limbah peternakan seperti feases, urine beserta sisa pakan ternak sapi merupakan salah satu sumber bahan yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas. Biogas merupakan *renewable energy* yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar yang berasal dari fosil seperti minyak tanah dan gas alam. Biogas juga sebagai salah satu jenis bioenergi yang didefinisikan sebagai gas yang dilepaskan jika bahan-bahan organik seperti kotoran ternak, kotoran sapi, jerami, sekam, dan daun-daun hasil sortiran sayur difermentasi atau mengalami proses metanisasi.

1.1.2 Kapasitas Perancangan dan Segmen Pasar

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu daerah dengan peternak sapi terbesar di Indonesia. Pada tahun 2013-2015, Badan Pusat Statistika Yogyakarta, mencatat jumlah ternak sapi di wilayah Yogyakarta terus mengalami peningkatan. Setiap kabupaten di Yogyakarta terdapat banyak ternak sapi yaitu Gunung Kidul (dengan ternak sapi paling banyak), Sleman , Kulon Progo, Bantul dan kota Yogyakarta. Jumlah ternak sapi tersebut diestimasikan akan terus

meningkat dengan satu ekor sapi setidaknya menghasilkan kotoran sebesar 20 kg/hari.

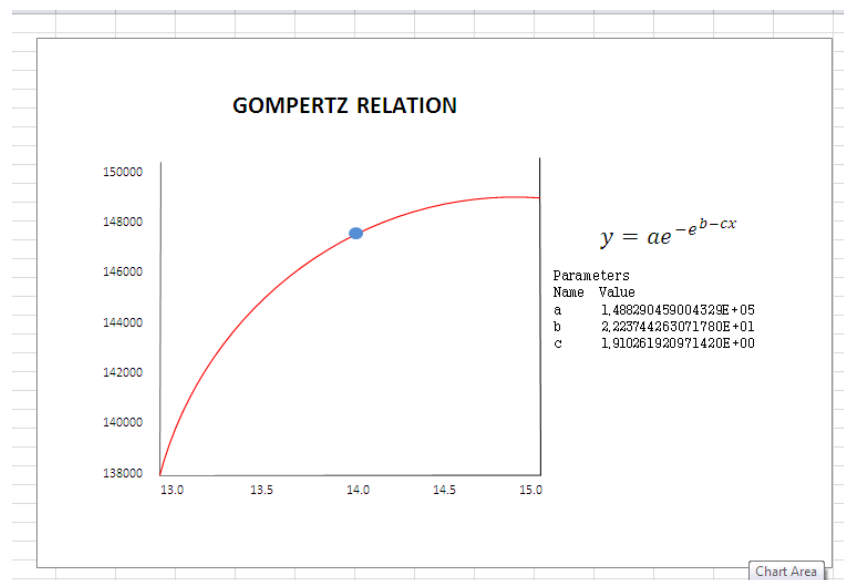
Dalam mendirikan pabrik diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan permintaan dan bahan bakunya. Berdasarkan tabel 1.2 maka pabrik layak didirikan di daerah kabupaten gunung kidul yang ada di kota Yogyakarta, karena jumlah populasi sapi daerah gunung kidul paling banyak dan secara transportasinya menguntungkan karena tidak terlalu jauh dengan lokasi pengumpulan bahan baku. Dengan populasi ternak rata-rata sebesar 148.000 ekor untuk seluruh wilayah sehingga kebutuhan bahan baku bisa mencukupi. Kotoran yang dihasilkan setiap sapi sekitar 15-25 kg /hari, diambil asumsi kotoran yang dihasilkan 20 kg/hari dan populasi sapi yang dipakai 74.414 ekor sehingga persediaan bahan baku (kapasitas bahan baku) per hari kotoran sapi adalah 1.488.280 kg/hari.

Tabel 1.1 Data Jumlah Sapi Wilayah Yogyakarta

Jumlah Ternak Sapi dari Kabupaten/Kota di D.I. Yogyakarta, 2013-2015					
Tahun	kabupaten / kota				
	Kulon Progo	Bantul	Gunungkidu 1	Sleman	Yogyakarta
2013	45745	50 705	138 169	42170	331
2014	49421	52765	147198	56373	244
2015	49753	54887	148586	57248	261

(sumber : Badan Pusat Statistik, Yogyakarta 2018)

Dari data jumlah sapi wilayah Yogyakarta pada tahun 2013 hingga 2015 diatas selanjutnya diolah menjadi grafik logaritma sebagai penentu kapasitas produk pabrik di masa yang akan datang.



Gambar 1.1 Grafik Jumlah Sapi Wilayah Yogyakarta

Perkiraan jumlah ternak sapi di Yogyakarta pada tahun yang akan datang dihitung dengan menggunakan persamaan gompertz dimana dengan menggunakan gompertz sebagai metode trend grafik logaritma akan dapat memeriksa tingkat perubahan dari suatu jumlah yang berubah (mengalami pertumbuhan/kematian), sehingga didapat persamaan $y = ae^{-e^{b-cx}}$ dimana x sebagai tahun dan y sebagai jumlah ternak sapi. Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2023 jumlah ternak sapi di Indonesia sebesar :

$$y = ae^{-e^{b-cx}}$$

$$y = a * \exp(-\exp(b-c * 2023))$$

$$y = 148.830$$

Dengan 1 ekor sapi menghasilkan 20 kg kotoran sapi/hari. Diperoleh jumlah kotoran sapi sebesar $20 \text{ kg} \times 148.830 = 2.976.600$. Kapasitas pabrik biogas yang akan didirikan diambil 50% dari kapasitas bahan baku yang ada. Dari data dan hasil perhitungan perancangan pabrik *biogas* dari kotoran sapi ini akan dibangun dengan kapasitas sebesar 543.000 ton/tahun.

Penghematan ini sebetulnya harus telah kita gerakkan sejak dahulu karena pasokan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi adalah sumber energi fosil yang tidak dapat diperbarui (unrenewable), sedangkan permintaan naik terus, demikian pula harganya sehingga tidak ada stabilitas keseimbangan permintaan dan penawaran. Salah satu jalan untuk menghemat bahan bakar minyak (BBM) adalah mencari sumber energi alternatif yang dapat diperbarui (renewable). Energi terbarukan lain yang dapat dihasilkan dengan teknologi tepat guna yang relatif lebih sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan adalah energi biogas dengan memproses limbah bio atau bio massa di dalam alat kedap udara yang disebut digester. Biomassa berupa limbah dapat berupa kotoran sapi, kotoran ayam bahkan tinja manusia, sisa-sisa panen seperti jerami, sekam dan daun-daunan sortiran sayur dan sebagainya.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Biogas

Biogas merupakan salah satu bahan bakar non fosil bersifat *renewable* (dapat diperbaharui) yang dapat dijadikan bioenergi alternatif. Biogas diperoleh melalui proses biologis dari material organik dengan bantuan suatu bakteri.

Biogas merupakan gas campuran terutama terdiri dari metana dan karbondioksida. Biogas diproduksi secara *anaerob* melalui tiga tahap yakni hidrolisis, asidogenesis, dan metanogenesis. Zhang *et al.*, (2007) dalam penelitiannya menghasilkan metana sebesar 50-80% dan CO₂ sebesar 20-50%. Sedangkan menurut Hansen (1999), biogas yang dihasilkan mengandung 60-70% metana dan 30-40% CO₂terbakar apabila terdapat kadar metana minimal 57%. Sedangkan menurut Hessami *et al.*,(1996) biogas dapat terbakar jika kandungan metana minimal 60%.

Gas metana (CH₄) yang merupakan komponen utama biogas merupakan bahan bakar yang berguna karena mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi. Karena nilai kalor yang cukup tinggi itulah biogas dapat dipergunakan untuk keperluan penerangan, memasak, menggerakkan mesin dan sebagainya.

Bahan biogas dapat diperoleh dari limbah pertanian yang basah, kotoran ternak (*manure*), kotoran manusia dan campurannya. Kotoran ternak seperti sapi, kerbau, babi dan ayam telah diteliti untuk diproses dalam alat penghasil biogas dan hasil yang diperoleh memuaskan.

1.2.2 Kotoran Sapi

Kotoran sapi adalah limbah hasil pencernaan sapi dan hewan dari subfamili Bovinae lainnya. Kotoran sapi memiliki warna yang bervariasi dari kehijauan hingga kehitaman, tergantung makanan yang dimakannya. Setelah terpapar udara, warna dari kotoran sapi cenderung menjadi gelap (Wikipedia, 2016). Kotoran sapi adalah limbah dari usaha peternakan sapi yang bersifat padat dan dalam proses pembuangannya sering bercampur dengan urin dan gas, seperti hidrogen sulfida dan amoniak. Kandungan unsur hara dalam kotoran sapi bervariasi tergantung pada keadaan tingkat produksinya, jenis, jumlah konsumsi pakan, serta individu ternak sendiri (Abdulgani, 1988).

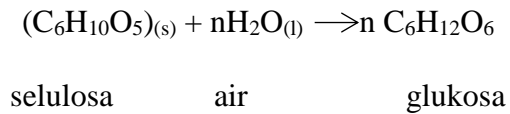
1.2.3 Produksi Biogas Melalui Proses *Anaerobic Digestion*

Anaerobic Digestion merupakan proses penguraian senyawa organik menjadi komponen kimia yang lebih sederhana tanpa menggunakan bantuan oksigen untuk menghasilkan gas metana (CH_4).

Anaerobic digestion merupakan proses dekomposisi dan pembusukan secara alamiah, dimana senyawa organik terurai di mana mikroorganisme anaerobik mengurai senyawa tanpa menggunakan oksigen untuk memproduksi gas metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2) sebagai hasil akhir dari proses tersebut. Proses *anaerobic digestion* terjadi dalam tiga tahap, yaitu:

1. Proses hidrolisa

Tahap hidrolisa merupakan tahap persiapan dimana senyawa kompleks organik diuraikan menjadi molekul molekul sederhana.

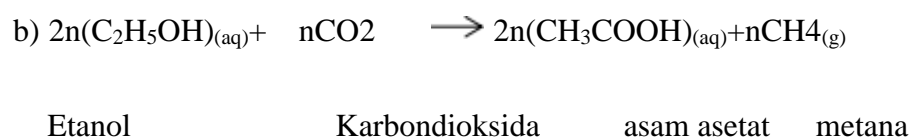
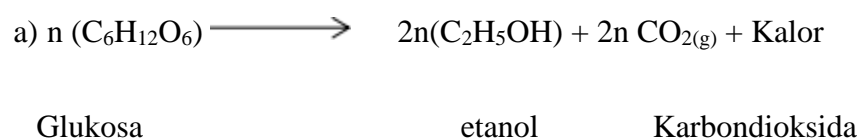


Senyawa yang termasuk tipe ini adalah glukosa, senyawa asam organik, etanol yang dimanfaatkan sebagai sumber karbon dan energi untuk melakukan fermentasi.

2. Proses acidogenesis & acetogenesis

Tahap acidogenesis adalah tahap dimana mengkonversi molekul sederhana yang mudah terlarut seperti asam amino acid, gula dan fatty acid menjadi volatile fatty acids seperti butyric dan propionic acids dan karbondioksida.

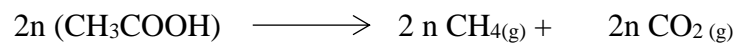
Senyawa-senyawa organik hasil dari proses hidrolisa dicerna oleh bakteri acetogen menjadi asam lemak yang mudah menguap (*volatile fatty acid*) misal asam laktat, butirat dan propionat. Pada proses ini juga terbentuk gas karbondioksida dan hidrogen. Bakteri acetogen relatif tahan terhadap perubahan pH dan temperatur serta memiliki pertumbuhan yang relatif cepat dari bakteri metanogen. Berikut adalah senyawa hasil pembentukan melalui proses acidogenesis



3. Proses metanogenesis

Pada tahap methanogenesis ini metana diproduksi olehbakteri pembentuk gas metana dengan cara memecah molekul asamasetat untuk membentuk CO₂ dan metana serta mereduksikarbondioksida (CO₂) dengan hidrogen. Bakteri metanogen bersifatanaerob dan peka terhadap perubahan pH, temperatur dankonsentrasinya.

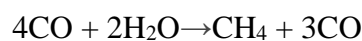
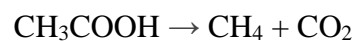
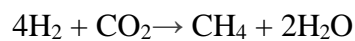
Reaksi yang terjadi pada tahap metanogenesis adalah :



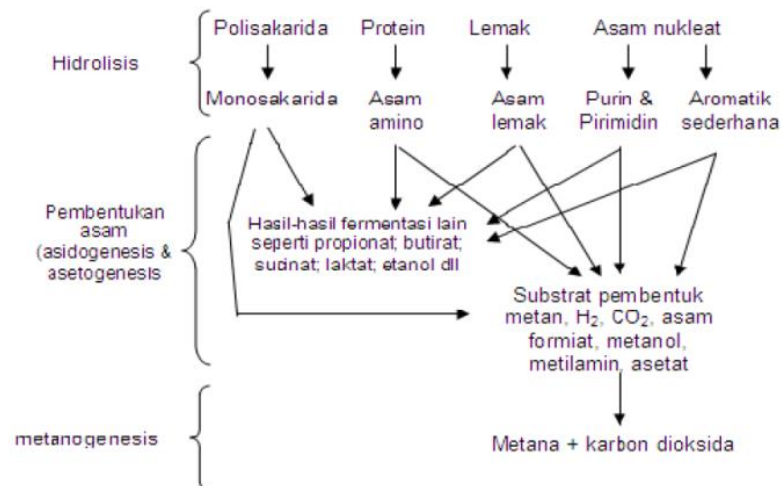
Asam asetat

gas metana

gas karbondioksida



Skema pembentukan gas metana dapat dilihat pada alur terjadi dibawah ini:



Gambar 1.4 Alur Pembentukan Gas Metana (CH₄) [24]

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk dapat memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan pabrik biogas dari kotoran sapi , maka mekanisme pembuatannya dirancang berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian kualitas.

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Biogas

Temperatur	: 35-55°C
PH	: 6.5 - 7.5
Kandungan methan	: 80 %
Tekanan kritis	: 20-25 Mpa
Nilai kalori	: 4.800-6.700 kkal/m ³ (Widodo & Hendriadi 2005) 51,5 MJ/ Kg
1 m ³ biogas	: 0,46 kg gas LPG

2.2 Spesifikasi Bahan baku

2.2.1 Kotoran Sapi

Bahan baku utama: Kotoran Sapi

Sifat Fisika:

- Bentuk; Padat (19,78% cair)
- Warna: Hijau
- Bau: Tajam dan menyengat

Sifat kimia:

- Larut dalam air
- pH asam
- Bersifat korosi

Unsur-unsur yang terdapat dalam kotoran sapi adalah :

Selulosa = 76,52%

NH_3 = 1,46%

P (Phosfor) = 0,93%

K (Kalium) = 0,68%

Ca (Calsium) = 0,24%

Mg = 0,18%

H_2S = 0,21%

Air = 19,78%

2.2.2 Air

Berat molekul	: 18,016 gr/gmol
Titik lebur	: 0 ⁰ C (1 atm)
Titik didih	: 100 ⁰ C (1 atm)
Densitas	: 1 gr/ml (4 ⁰ C)
Spesifik graviti	: 1,00 (4 ⁰ C)
Viskositas	: 0,8949 cP
Kapasitas panas	: 1 kal/gr
Panas pembentukan	: 80 kal/gr
Panas penguapan	: 540 kal/gr
Temperatur kritis	: 374 ⁰ C
Tekanan kritis	: 217 atm

(MSDS ScienceLab, 2012)

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik biogas ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa kotoran sapi dan bahan-bahan pembantu berupa air proses dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik. Uji yang dilakukan antara lain uji densitas, pH, viskositas, kadar komposisi komponen, kemurnian bahan baku

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian dan pengawasan terhadap proses produksi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di control room, dengan fitur otomatis yang menjaga semua proses berjalan dengan baik dan kualitas produk dapat diseragamkan. Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, control terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu. Alat control yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

a. Level Controller

Level Controller merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki berfungsi sebagai pengendalian volume cairan tangki / vessel.

b. Flow Rate Controller

Flow Rate Controller merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.

c. Temperature Controller

Alat ini mempunyai *set point* / batasan nilai suhu yang dapat diatur. Ketika nilai suhu aktual yang diukur melebihi *set point*-nya maka outputnya akan bekerja. Selain itu, pengendalian waktu produksi juga dibutuhkan untuk mengefisienkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka di lakukan uji densitas, viskositas, volatilitas, kemurnian produk, dan komposisi komponen produk.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

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

3.1 Uraian Proses

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

Biogas yang dihasilkan dari fermentor terdiri atas CH₄, CO₂, H₂S dan H₂O. Biogas yang dihasilkan lalu dialirkan ke kolom absorpsi yang digunakan untuk menyerap CO₂(g) dan H₂S yang terkandung di dalam biogas dengan menggunakan absorben air. CO₂ dan H₂S yang terikat dengan air selanjutnya dialirkan unit pengolahan limbah, kemudian gas metana yang dihasilkan dipompakan dengan blower pada tekanan 3 atm ke separator lalu dialirkan ke tangki penyimpanan biogas dan kemudian dapat dijual.

3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk

1. Belt Conveyor(BC)

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

2. Bak penampungan kotoran sapi (BP)

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

3. Pompa (P)

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

a) Pompa (P-01)

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

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

b) Pompa (P-03)

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

Kecepatan linear = 3,4423 ft/s

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

Motor penggerak : 1 HP

Harga : \$ 1883.167935

d) Pompa (P-03)

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

Jenis : *Screw Pump*

Laju Alir Volumetrik : 29,4609 m³/jam

Spesifikasi pipa : Schedule pipa (Sch N) = 40

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

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

Luas penampang dalam (at) = 0,0884 ft²

Kecepatan linear = 3,4423 ft/s

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

Motor penggerak : 1 HP

Harga : \$ 1883.167935

E) Pompa(P-04)

Fungsi	:Untuk memompa limbah cair dari centrifuge menuju UPL sebanyak 33.408,1093 kg/jam
Jenis	: <i>centrifugal Pump</i>
Laju Alir Volumetrik	:32,8176 m ³ /jam
Spesifikasi pipa	:Schedule pipa (Sch N) = 40 Diameter luar (OD) = 5,563 in = 0.1413 m Diameter dalam (ID) =5,047 in = 0,1281 m Luas penampang dalam (at) = 0,139 ft ² Kecepatan linear = 2,316 ft/s Panjang pipa total = 74,4380 ft = 22,6887 m
Motor penggerak	:0,05 HP
Harga	: \$ 1442,89811

F) Pompa(P-06)

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

Luas penampang dalam (at) = 0,0233 ft²

Kecepatan linear = 2,1541 ft/s

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

Motor penggerak :0,05 HP

Harga : \$ 1442,898811

4. Mixer

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

Jenis :Vessel vertikal tangki berpengaduk

Spesifikasi Alat :Diameter Tangki = 3,8092 m

Tebal Shell = 0,4375 in

Tebal Head = 30,12 in

Tinggi total = 5,3394 m

Bentuk Head :*Torispherical Flanged & Dished Head*

Pengaduk

Jenis :*Pitched blade turbin*

Diameter Pengaduk :1,26 m

Jarak pengaduk dari dasar tangki :4,37 m

Power Pengaduk :13,64 HP

Jumlah :1 buah
 Harga : \$ 1.135.505,628

5. Screen Bar (SB)

Fungsi :Untuk menyaring jerami sebesar 248.164 kg/jam

Spesifikasi Alat :Lebar Bar = 5 mm
 Tebal Bar = 20 mm
 Jumlah Bar = 40 buah
 Panjang Screen = 2 m
 Lebar Screen= 2 m

Harga : \$ 2700,810595

6. Reaktor Biogas(R)

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

Bentuk :Silinder tegak dengan alas dan tutup ellipsoidal

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

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

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

8. Blower (BL)

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

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

9. Kompresor (C)

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

10. Separator(SP)

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

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

3.3 Perencanaan Produksi

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

3.3.1 Analisis kebutuhan bahan baku

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

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

3.3.2 Analisis kebutuhan peralatan proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya, dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik 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. Pemilihan yang tepat mengenai lokasi pabrik harus memberikan suatu perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi, yaitu pertimbangan dalam mempelajari sikap dan sifat masyarakat di sekitar lokasi pabrik. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka pabrik pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi ini direncanakan berlokasi di Dusun Wediwutah, Gunung Kidul, Yogyakarta.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Pabrik

Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah :

4.1.1 Kemudahan Transportasi

Pengangkutan bahan baku dan produk mudah karena disetiap Kabupaten tersedia pabrik pengolahan biogas sehingga relatif mudah dijangkau dengan menempuh jalur darat dari arah barat, timur maupun utara karena letaknya tidak jauh dari masing-masing cluster tiap daerah. Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik memiliki sarana transportasi darat yang cukup memadai. Lokasi pabrik dekat dengan jalan lintas provinsi DIY, sehingga mempermudah transportasi baik untuk bahan baku maupun bahan pendukung lainnya. Produk dapat langsung dijual ke pasaran.

4.1.2 Pemasaran Produk

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Konsep pemasaran produk biogas bertujuan untuk domestik. Strategi pemasaran yang digunakan adalah gabungan pemasaran 4P diantaranya adalah *product*, *price*, *place* dan *promotion*. Pemasaran product meliputi *Brand*, *Size*, *Quality*, *Design*, dan *Packaging*. Pemasaran price meliputi *Competitive* dan *Payment*. Yang ketiga adalah Pemasaran Place yang meliputi *Location*, *Coverage*, *Segmen*, *Channel*. Dan 4P yang terakhir adalah *Promotion* yang meliputi *Media*, *Budget*, *Advertising* dan *Sale*.

Produk biogas ini ditabungkan kemudian didistribusikan kembali kepada para peternak sapi untuk membuat bahan bakar untuk memasak menggantikan LPG dan sebagian lagi diangkut ataupun dikapalkan dengan mudah ke daerah pemasaran dalam dan luar negeri. Kebutuhan biogas ini menunjukkan

peningkatan dari tahun ke tahun, dengan demikian pemasarannya tidak akan mengalami hambatan. Kawasannya mempunyai pelabuhan dimana jalur ekspor impor dilakukan melalui Selat Malaka.

4.1.3 Ketersediaan Bahan Baku/Pembantu

Sumber bahan baku yang digunakan yaitu kotoran sapi yang dipasok dari para peternak sapi yang ada di tiap daerah Yogyakarta yang dikumpulkan disetiap cluster kabupaten masing-masing. Menurut data dari badan pusat statistik Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta para peternak memiliki ternak sapi kurang lebih 148.000 ekor setiap tahunnya.

4.1.4 Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

4.1.5 Kondisi Iklim

Seperti daerah lain di Indonesia, maka iklim di sekitar lokasi pabrik relatif stabil. 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

Sikap masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik pembuatan Biogas ini 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 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.

4.1.8 Listrik

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Pembangkit listrik utama untuk pabrik adalah menggunakan mesin generator listrik milik pabrik sendiri dan Perusahaan Listrik Negara (PLN) Provinsi DIY. Bahan bakar untuk unit proses, utilitas dan generator diperoleh dari Pertamina

4.2 Tata Letak Pabrik (*Layout Plant*)

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan optimal keseluruhan bagian dari perusahaan yang meliputi tempat kerja alat, tempat kerja orang, tempat penyimpanan bahan dan hasil, tempat utilitas, perluasan dan lain-lain. Tata letak suatu pabrik didesain dengan pertimbangan faktor-faktor antara lain:

1. Adanya kemungkinan perluasan pabrik seperti penambahan unit baru sebagai pengembangan pabrik di masa mendatang, sehingga tidak menimbulkan kesulitan di masa yang akan datang.

2. Unit utilitas dan sumber tenaga ditempatkan terpisah dari area proses sehingga dapat menjamin operasi berjalan dengan aman.
3. Keselamatan merupakan faktor penting yang ada dalam tata letak pabrik. Jalan-jalan dalam pabrik harus cukup lebar dan memperhatikan faktor keselamatan manusia, sehingga lalu lintas dalam pabrik dapat berjalan dengan baik. Perlu dipertimbangkan juga adanya jalan pintas jika terjadi keadaan darurat.

Pendirian pabrik biogas ini direncanakan di bangun pada lahan dengan ukuran 9.149 m². Tata letak pabrik dapat dilihat pada Gambar 4.1. Sedangkan rinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.1

Lay Out Pabrik Biogas



Skala: 1: 1000

Gambar 4.2 *Lay Out Pabrik*

Keterangan Gambar :

- | | | |
|-------------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1. Kantor teknik dan produksi | 7. Laboratorium | 15. Area proses |
| 2. Pos Keamanan/satpam | 8. Kantor utama | 16. Control Room |
| 3. Perpustakaan dan arsip | 9. Mess | 17. Ruang timbang truk |
| 4. Klinik | 10. Gudang alat | 18. Parkir Truk |
| 5. Masjid | 11. Unit pemadam kebakaran | 19. Control Utilitas |
| 6. Kantin | 12. Taman | 20. Utilitas |
| | 13. Parkir Tamu | 21. Perluasan pabrik |
| | 14. Bengkel | 22. Jalan |

Tabel 4.1 Areal Bangunan Pabrik Biogas

Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m²
Kantor utama	30	15	450
Pos Keamanan/satpam	10	3	30
Mess	20	29	580
Parkir Tamu	17	15	255
Parkir Truk	20	8	160
Ruang timbang truk	14	3	42
Kantor teknik dan produksi	22	16	352
Klinik	12	12	144
Masjid	16	12	192
Kantin	15	12	180
Bengkel	22	15	330
Unit pemadam kebakaran	14	16	224
Gudang alat	18	16	288
Laboratorium	12	16	192
Utilitas	22	24	528
Area proses	55	40	2200
Control Room	8	24	192
Control Utilitas	8	14	112
Perpustakaan	10	12	120
Taman	8	15	120
Jalan	226	3	678
Perluasan pabrik	89	20	1780
Luas Tanah			9149
Luas Bangunan			6571
Total	668	340	9149

4.3 Tata Letak Mesin/Alat (*Machines*)

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

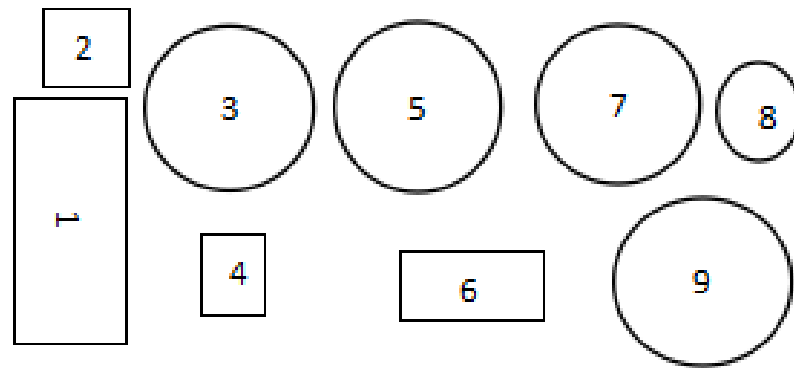
Dalam menempatkan alat – alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menggantungkan dari segi ekonomi.

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 Tata letak alat proses

Keterangan :

1. BP : Tangki Penampungan kotoran sapi
2. BC : Belt Conveyor
3. M : Mixer
4. SB : Screen Bar
5. R : Reaktor biogas
6. CN : Centrifuge
7. AB : Absorber
8. SP : Separator
9. T : Tangki Penyimpanan Produk Biogas

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca Massa Total

Komponen	Input, kg/jam								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TS	3.559		3.558,6717						
Jerami	248,164		248,164	248,164					
H ₂ O	8.849,5282	24.816,4	33.665,9282		33.665,9282	37,2849	33.628,6433	4.995,86	504,00
VS					2.667,5803		800,2741		
Abu					891,0914		891,0914		
CO ₂						839,0698			167,81
CH ₄						990,6816			990,6816
H ₂ S						4,3839			0,876
NH ₃							33,1708		
NH ₄ OH									
Subtotal	12.656,364	24.816,4	37.472,764	248,164	37.224,6	1.871,4203	35.353,1796	4.995,86	1.663,86
Total	198.529,9315								

Lanjutan Tabel 4.2 Neraca Massa Total

Komponen	Input, kg/jam				
	10	11	12	13	14
TS					
Jerami					
H ₂ O	4536,01		253,7048	50,4	453,60
VS			800,2741		
Abu			891,0914		
CO ₂	671,26			167,81	
CH ₄				990,68	
H ₂ S	3,50			0,88	
NH ₃					
NH ₄ OH		33.408,1093			
Subtotal	5.210,77	33.408,1093	1.945,0703	1.209,77	453,60
Total	198.529,9315				

4.4.1.2. Neraca Massa per Alat

1. Neraca Massa di Mixing Tank (M)

Tabel 4.3 Neraca Massa pada Mixer (M)

SENYAWA	Mixer (kg/jam)		
	MASUK		KELUAR
	1	2	3
TS 28,68%	3558.67176		3558.67176
Jerami	248.164		248.164
H ₂ O	8849.52824	24816.4	33665.92824
Total	37472.764		37472.764

2. Neraca Massa di Screen Bar (SB)

Tabel 4.4 Neraca Massa pada Screen Bar(SB)

SENYAWA	Screen Bar (kg/jam)		
	MASUK	KELUAR	
	3	4	5
AIR	33665.92824		33665.92824
TS	3558.67176		
JERAMI	248.164	248.164	
VS			2667.580351
ABU			891.0914087
Total	37472.764	37472.764	

3. Neraca Massa di Reaktor Biogas (R)

Tabel 4.5 Neraca Massa pada Reaktor Biogas(R)

SENYAWA	Reaktor (kg/jam)		
	MASUK		KELUAR
	5	6	7
AIR(H ₂ O)	33665.92824	37.28491211	33628.64333
VS	2667.580351		800.2741054
abu	891.0914087		891.0914087
CO ₂		839.0698191	0
NH ₃			33.17083273
CH ₄		990.6816884	
H ₂ S		4.383905628	
Total	37224.6	37224.6	

4. Neraca Massa di Absorber (AB)

Tabel 4.6 Neraca Massa pada Absorber (AB)

SENYAWA	Absorber (kg/jam)			
	MASUK		KELUAR	
	6	8	9	10
CH ₄	990.68		990.68	
CO ₂	839.07		167.81	671.26
H ₂ S	4.38		0.876	3.50
H ₂ O	44.15	4995.86	504.00	4536.01
Subtotal	1878.28	4995.86	1663.37	5710.77
Total	6874.14		6874.14	

5. Neraca Massa di Separator (SP)

Tabel 4.7 Neraca Massa pada Separator (SP)

SENYAWA	Separator (kg/jam)		
	MASUK	KELUAR	
	9	13	14
CH ₄	990,68	990,68	
CO ₂	167,81	167,81	
H ₂ S	0,88	0,876	
H ₂ O	504,00	50,40	453,60
Subtotal	1663,37	1663,37	
Total	1663,37	1663,37	

6. Neraca massa di centrifuge (CN)

Tabel 4.8 Neraca Massa pada Centrifuge (CN)

SENYAWA	Centrifuge(kg/jam)		
	MASUK	KELUAR	
	7	11	12
Abu	891.0914		891.0914
VS	800.2741		800.2741
H ₂ O	33621.7757		253.7048
NH ₄ OH	33.1708	33401.2417	0
Total	35346.3120	35346.3120	

4.4.1.3 Neraca Panas

Tabel 4.9 Neraca Panas di Mixing Tank

Masuk (Joule/jam)		Keluar (Joule/jam)	
Panas masuk	42165432	Panas keluar	42165432
Panas ditambahkan	0	Panas reaksi	0
Total	42165432	total	42165432

Tabel 4.10 Neraca Panas di Reaktor Digester

Masuk (Joule/jam)		Keluar (Joule/jam)	
Panas masuk	14118635221.7620	Panas keluar	14141712451.8871
Panas ditambahkan	23077230.1251	Panas reaksi	0.0000
Total	14141712451.8871	Total	14141712451.8871

Tabel 4.11 Neraca Panas di Centrifuge

Masuk (Joule/jam)		Keluar (Joule/jam)	
Panas masuk	1411236405	Panas keluar	18327777423
Panas ditambahkan	15085174512	Panas reaksi	-1831366506
total	16496410917	total	16496410917

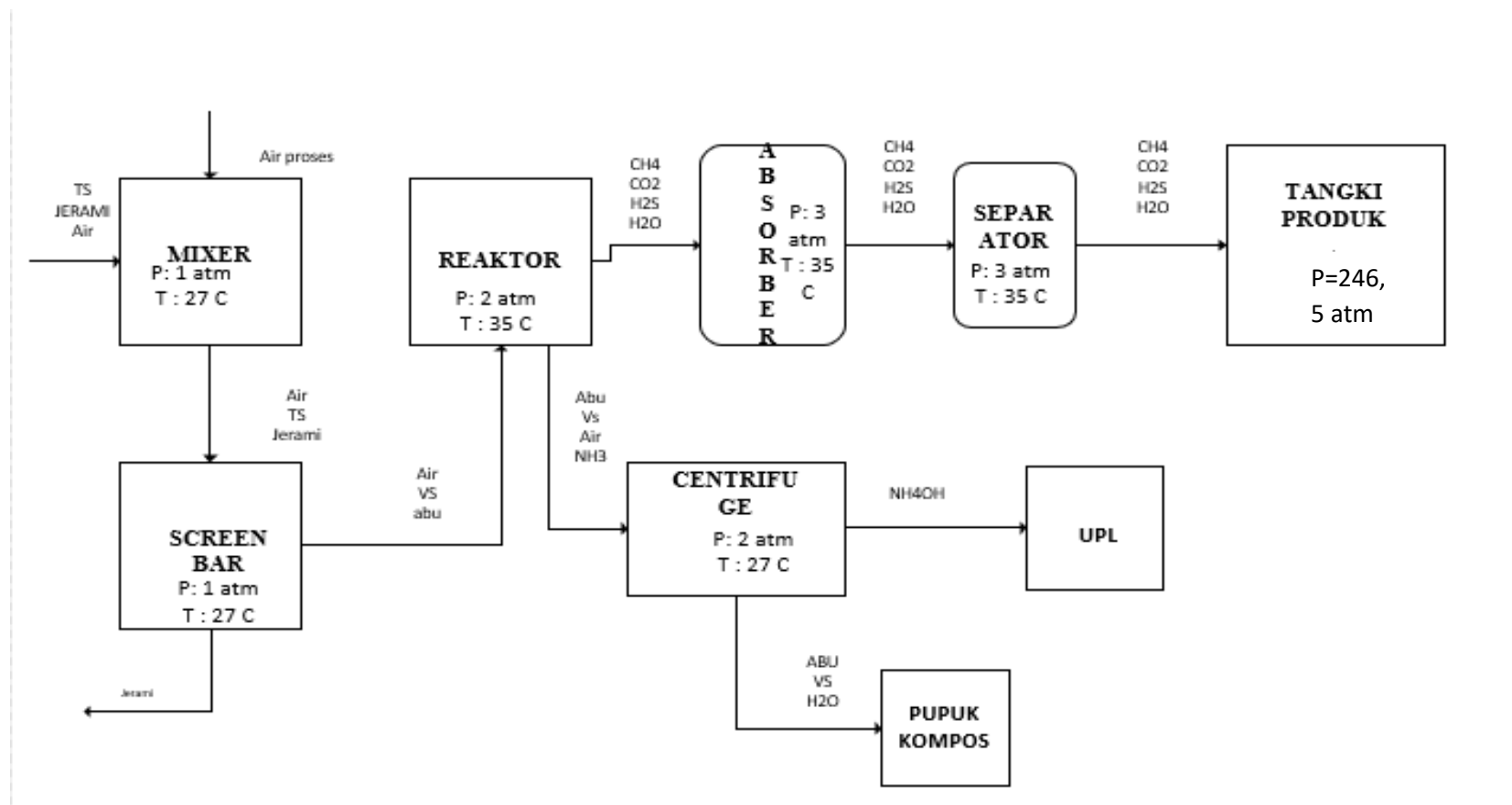
Tabel 4.12 Neraca Panas di Absorber

Masuk (Joule/jam)		Keluar (Joule/jam)	
Panas masuk	240246860	Panas keluar	379903750
Panas ditambahkan	139656890	Panas reaksi	0
total	379903750	total	379903750

Tabel 4.13 Neraca Panas di Separator

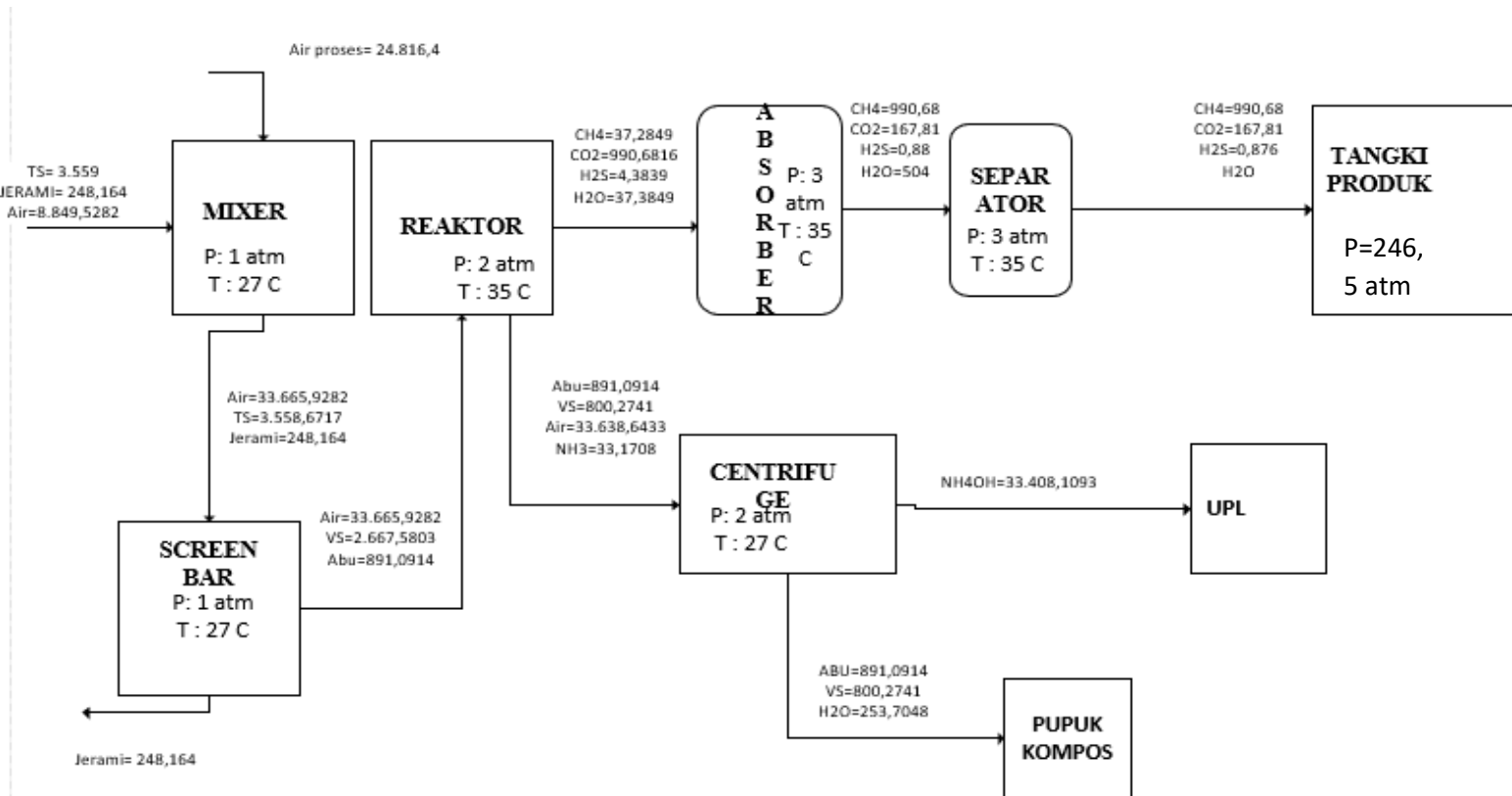
Masuk (Joule/jam)		Keluar (Joule/jam)	
Panas masuk	33523578.64	Panas keluar	33523540
Panas ditambahkan	-79.012353	Panas reaksi	-40.372353
Total	33523499.63	total	33523499.63

Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif

Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif

4.5 Pelayanan Teknik (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. Penyediaan utilitas ini meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
3. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

4.5.1.1 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 Dusun Wediwutah kabupaten gunung kidul, Yogyakarta. 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.

4. Air Proses

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

4.5.1.2 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. Na_2CO_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*.

3. Demineralisasi

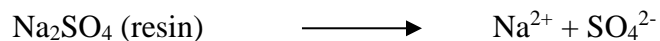
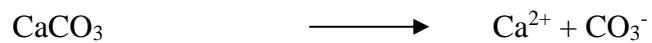
Untuk umpan ketel (*furnace*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut :

a. *Cation Exchanger*

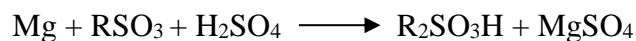
Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

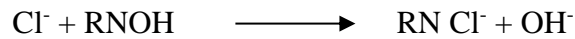
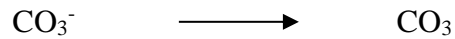
Reaksi:



b. *Anion Exchanger*

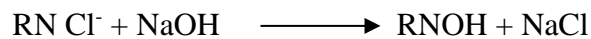
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

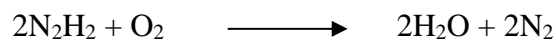
Reaksi:



c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan *hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi:

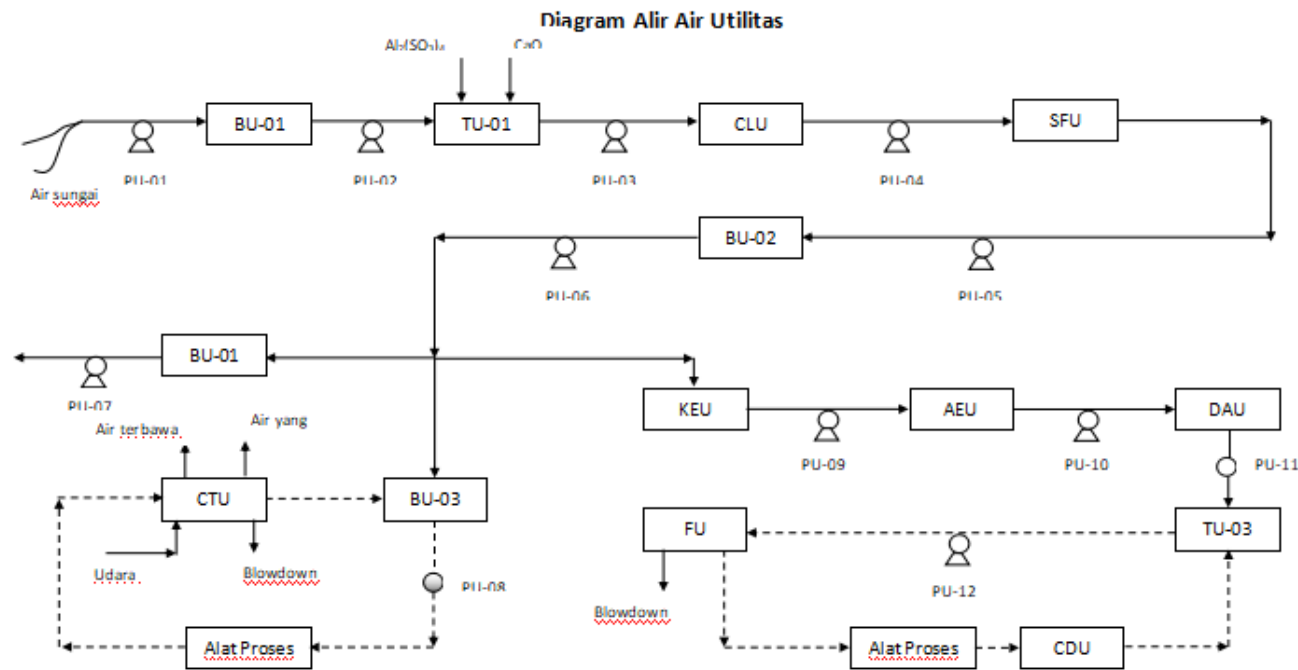


Air yang keluar dari *deaerator* ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

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.



Gambar 4.4 Diagram alir air utilitas

Keterangan:

AEU : Anion Exchanger Unit

CDU : Condensor

DAU : Deaerator

SFU : Sand Filter

CLU : Clarifier

KEU : Kation Exchanger Unit

TU : Tangki Utilitas

BU : Bak Utilitas

CTU : Cooling Tower

4.5.2 Kebutuhan dan Distribusi Air untuk Produksi dan Konsumsi

1. Kebutuhan Air Proses

Tabel 4.16 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
M-01	24.816,4
AB-01	4.995,86
total	29.812,2600

2. Penyedia Air untuk keperluan domestik

a. Air Untuk Keperluan Perkantoran dan Rumah Tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 100 kg/hari(Sularso,2000)

Jumlah karyawan = 164 orang

Tabel 4.17 Air Keperluan Perkantoran dan Rumah Tangga

Keterangan	Jumlah (kg/hari)
Air untuk karyawan	16.400
Bengkel	200
Poliklinik	300
Laboratorium	500
Pemadam kebakaran	1.000
Kantin, musholla, kebun	1.500
Rumah Tangga	24.000
Total	43.900

Kebutuhan air total = 46.944,3567 kg/jam

Diambil angka keamanan 10%

$$= 1,1 \times 46.944,3567 = 51.638,79 \text{ kg/jam}$$

4.5.3 Listrik atau Generator

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power - power yang dinilai penting antara lain *boiler*, kompresor, pompa, Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

Kapasitas : 245,2659 KWatt

Jenis : Generator 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%.

4.5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 70,224 m³/jam.

4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan furnace. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (Industrial Diesel Oil) sebanyak 162,9407 kg/jam yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

4.5.6 Unit Pengolahan Limbah

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.

4.6 Organisasi Perusahaan

4.6.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik biogas dari kotoran sapi di wilayah Yogyakarta dengan kapasitas bahan baku 543.300 ton/tahun yang akan didirikan direncanakan mempunyai bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham. Alasan dipilihnya bentuk perusahaan perseroan 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.
6. Lapangan usaha lebih luas. Suatu perusahaan perseroan terbatas dapat menarik modal yang besar dari masyarakat, sehingga dapat memperluas usaha.

4.6.2 Struktur Organisasi

Organisasi merupakan suatu wadah atau alat dimana orang-orang yang mempunyai satu visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang diharapkan.Struktur organisasi adalah gambaran secara sistematis tentang tugas dan tanggung jawab serta hubungan antara bagian-bagian dalam perusahaan.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:

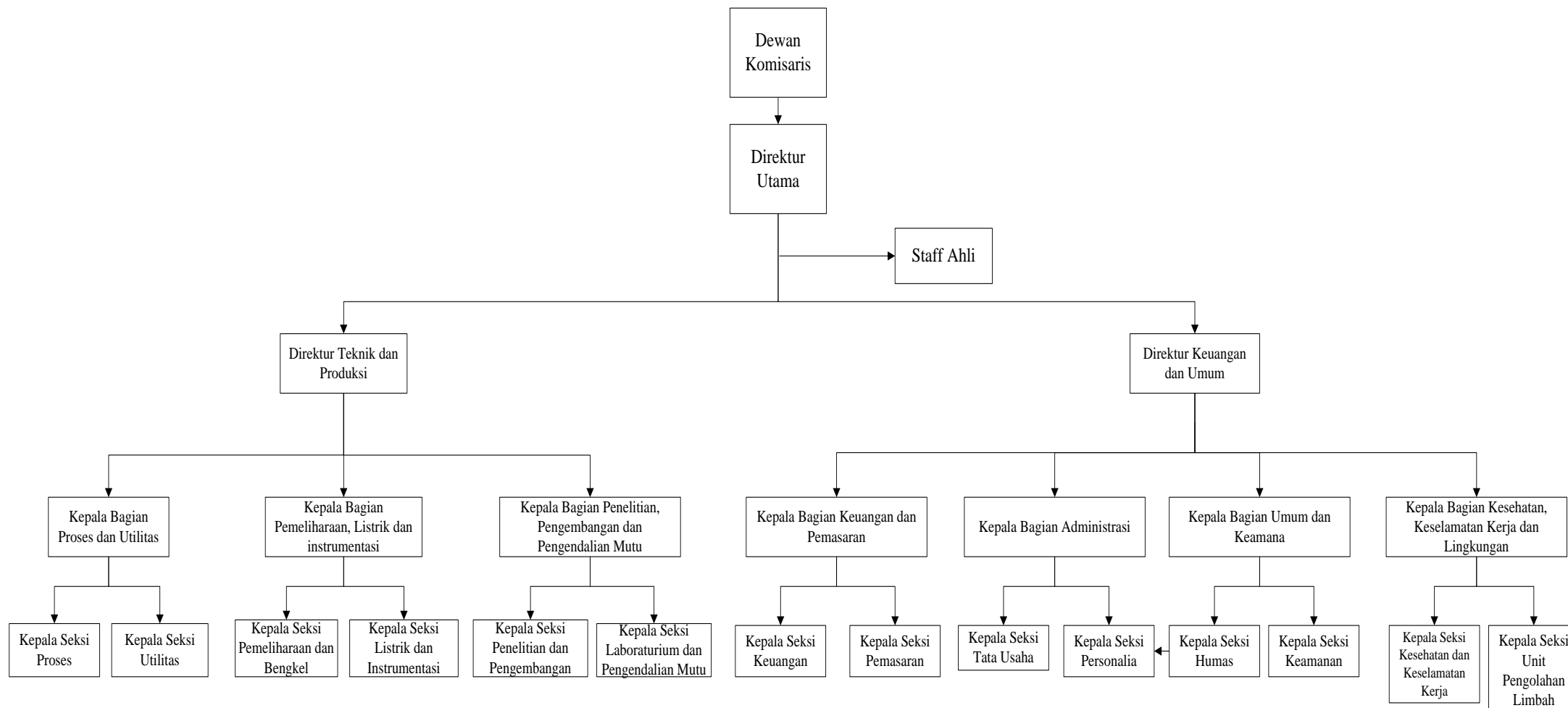
- a. Pemegang saham

- 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 pengembangan 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 pengembayan manajemen
5. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.



Gambar 4.7 Struktur Organisasi

4.6.3 Tugas dan Wewenang

4.6.3.1 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 pemegang saham :

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

4.6.3.2 Dewan komisaris

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

Tugas-tugas dewan komisaris meliputi :

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

4.6.3.3 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.

4.6.3.4 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.

4.6.3.5 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.

4.6.3.6 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 alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

5. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat 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.

4.6.3.7 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.

4.6.4 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 4.18 Kebutuhan operator per alat proses

nama alat	unit	orang/unit.shift	orang/shift
digester	1	0.5	0.5
mixer	1	0.25	0.25
screen bar	1	0.1	0.1
blower	1	0.1	0.1
kompresor	1	0.2	0.2
absorber	1	0.25	0.25
centrifuge	1	0.25	0.25
tangki	1	0.1	0.2
separator	1	0.25	0.25
pompa	6	0.2	1.2
total	17		3.8

Jumlah operator untuk alat proses = 3.8×3 Shift

= 12 Orang

Jumlah operator utilitas = $0,5 \times$ Jumlah operator produksi

= $0,5 \times 12$ Orang

= 6 Orang

Sehingga total keseluruhan operator lapangan

= 12 Orang + 6 Orang

= 18 Orang

4.6.5 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.

4.6.5.1 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 4.19 Gaji karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	50,593,200.00	50,593,200.00
Direktur Teknik dan Produksi	1	40,474,560.00	40,474,560.00
Direktur Keuangan dan Umum	1	40,474,560.00	40,474,560.00
Staff Ahli	2	10,118,640.00	20,237,280.00
Ka. Bag Umum	1	8,432,200.00	8,432,200.00
Ka. Bag. Pemasaran	1	8,432,200.00	8,432,200.00
Ka. Bag. Keuangan	1	8,432,200.00	8,432,200.00
Ka. Bag. Teknik	1	8,432,200.00	8,432,200.00
Ka. Bag. Produksi	1	8,432,200.00	8,432,200.00
Ka. Bag. Litbang	1	8,432,200.00	8,432,200.00
Ka. Sek. Personalia	1	5,621,500.00	5,621,500.00
Ka. Sek. Humas	1	5,621,500.00	5,621,500.00
Ka. Sek. Keamanan	1	5,621,500.00	5,621,500.00
Ka. Sek. Pembelian	1	5,621,500.00	5,621,500.00
Ka. Sek. Pemasaran	1	5,621,500.00	5,621,500.00
Ka. Sek. Administrasi	1	5,621,500.00	5,621,500.00
Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	5,621,500.00	5,621,500.00
Ka. Sek. Proses	1	5,621,500.00	5,621,500.00
Ka. Sek. Pengendalian	1	5,621,500.00	5,621,500.00
Ka. Sek. Laboratorium	1	5,621,500.00	5,621,500.00
Ka. Sek. Utilitas	1	5,621,500.00	5,621,500.00
Ka. Sek. Pengembangan	1	5,621,500.00	5,621,500.00
Ka. Sek. Penelitian	1	5,621,500.00	5,621,500.00

Lanjutan Tabel 4.20 Gaji karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Karyawan Personalia	3	3,346,200.00	10,038,600.00
Karyawan Humas	3	3,346,200.00	10,038,600.00
Karyawan Keamanan	6	3,346,200.00	20,077,200.00
Karyawan Pembelian	4	3,346,200.00	13,384,800.00
Karyawan Pemasaran	4	3,346,200.00	13,384,800.00
Karyawan Administrasi	3	3,346,200.00	10,038,600.00
Karyawan Kas/Anggaran	3	3,346,200.00	10,038,600.00
Karyawan Proses	55	4,015,400.00	220,847,000.00
Karyawan Pengendalian	5	3,346,200.00	16,731,000.00
Karyawan Laboratorium	4	3,346,200.00	13,384,800.00
Karyawan Pemeliharaan	7	3,346,200.00	23,423,400.00
Karyawan Utilitas	10	3,346,200.00	33,462,000.00
Karyawan KKK	6	3,346,200.00	20,077,200.00
Karyawan Litbang	3	3,346,200.00	10,038,600.00
Sekretaris	3	3,346,200.00	10,038,600.00
Medis	2	3,042,000.00	6,084,000.00
Paramedis	3	2,535,000.00	7,605,000.00
Sopir	6	1,950,000.00	11,700,000.00
Cleaning Service	5	1,500,000.00	7,500,000.00
Karyawan Pengangkut Sampah	5	1,500,000.00	7,500,000.00
Total	164		743,345,100.00

4.6.6 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 :

a 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.

b 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).

c 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 Non Shift

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 dikantor. 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 4.21 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.

4.6.6 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 poliklinik 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 (HRT)

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

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggungjawaban 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 produktivitas 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 massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

4.7 Evaluasi Ekonomi

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*)

4.7.3.1 Capital Investment

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran–pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas–fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment terdiri dari:

- a. *Fixed Capital Investment*

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

Tabel 4.22 *Fixed Capital Investment*

No	komponen	Rp
1	Delivered Equipment Cost	Rp10,897,373,221.01
2	Installation	Rp6,383,293,171.49
3	Piping	Rp23,195,495,616.52
4	Instrumentation	Rp10,759,312,471.09
5	Insulation	Rp1,555,879,935.62
6	Electrical	Rp4,358,949,288.40
7	Pembelian Tanah dan Perbaikan	Rp2,744,700,000.00
8	Bangunan dan Perlengkapan	Rp3,614,050,000.00
9	Physical Plant Cost (PPC)	Rp107,098,546,588.17
10	Direct Plant Cost (DPC)	Rp133,873,183,235
11	Contractor's Fee (10%DPC)	Rp13,387,318,323.52
12	Fixed Capital Investment	Rp160,647,819,882.26

b. *Working Capital Investment*

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

Tabel 4.23 *Working capital investment*

No.	Komponen	Rp
1	<i>Raw material inventory</i>	2.233.476.000
2	<i>In process inventory</i>	169,853,462.75
3	<i>Product inventory</i>	5,095,603,882.36
4	<i>Extended credit</i>	2.853.158.400,00
5	<i>Available cash</i>	10,191,207,764.72
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>		Rp20,543,299,509.82

4.7.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries & Newton, 1955 *Manufacturing Cost* meliputi :

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

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

b. *Fixed 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.

Tabel 4.24 *Manufacturing Capital Investment*

No.	Komponen	Rp
1.	Bahan baku proses	49.136.472.000
2.	Labor	1.658.395.620
3.	Supervisi	414.598.905
4.	Maintenance	16,064,781,988
5.	Plant supplies	2,409,717,298.23
6.	Royalties and patent	627.694.848
7.	Bahan baku utilitas	2.669.175.750,77
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp2,029,823,008.87
8.	Payroll overhead	248.759.343
9.	Laboratory	165.839.562
10.	Plant overhead	829.197.810
11.	Packaging and shipping	18.600.913.901
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		19.844.710.616
12.	Depreciation	Rp16,064,781,988.23
13.	Property tax	Rp1,606,478,199
14.	Insurance	Rp1,606,478,199
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		Rp19,277,738,385.87
Manufacturing Cost		Rp112,103,285,411.90

4.7.3.3 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.

Tabel 4.25 *General Expense*

No.	Komponen	Rp
1	Administration	Rp3,363,098,562.36
2	Sales expense	Rp5,605,164,270.60
3	Research	Rp4,484,131,416.48
4	Finance	Rp3,623,822,387.84
<i>General Expense (GE)</i>		Rp17,076,216,637.27

4.7.4 Analisa Kelayakan

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. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

4.7.4.1 Percent Return On Investment

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

$$ROI = \frac{\text{Profit (Keuntungan)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

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 = 40 %

ROI sesudah pajak = 20 %

Pabrik silikon dioksida ini masih masuk dalam batas *ROI before tax* yang disyaratkan, yaitu diatas 11 – 44 %.

4.7.4.2 *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:

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

POT sebelum pajak = 2,20 tahun

POT sesudah pajak = 3,61 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.

4.7.4.3 Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah :

- Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- 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.
- Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

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

Annual Fixed Expanse (Fa)

Depreciation = Rp 16.064.781.988

Property taxes = Rp 1.606.478.199

<i>Insurance</i>	= Rp	1.606.478.199
<i>Fa</i>	= Rp	19.277.738.386
<i>Annual Regulated Expenses (Ra)</i>		
<i>Labor cost</i>	= Rp	8,920,141,200
<i>Plant overhead</i>	= Rp	829,197,810
<i>Supervisor</i>	= Rp	414,598,905
<i>Laboratory</i>	= Rp	165,839,562
<i>General expense</i>	= Rp	17.076.216.637
<i>Payroll overhead</i>	= Rp	248,759,343
<i>Maintenance</i>	= Rp	16.064.781.988
<i>Plant supplies</i>	= Rp	2.409.717.298
<i>Ra</i>	= Rp	46.129.252.744
<i>Annual Variable Expanse (Va)</i>		
<i>Raw material</i>	= Rp	49,136,472,000
<i>Packaging & shipping</i>	= Rp	18.600.913.901
<i>Utilitas</i>	= Rp	2.669.175.751
<i>Royalties</i>	= Rp	627.694.848
<i>Va</i>	= Rp	71.034.256.500

BEP = 40,05%

4.7.4.4 *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point (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:

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

$$SDP = 16,74\%$$

4.7.4.5 *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)*

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

- a. 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.

- b. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- c. 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 :

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

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 $i = DCF = 37.67448844\%$

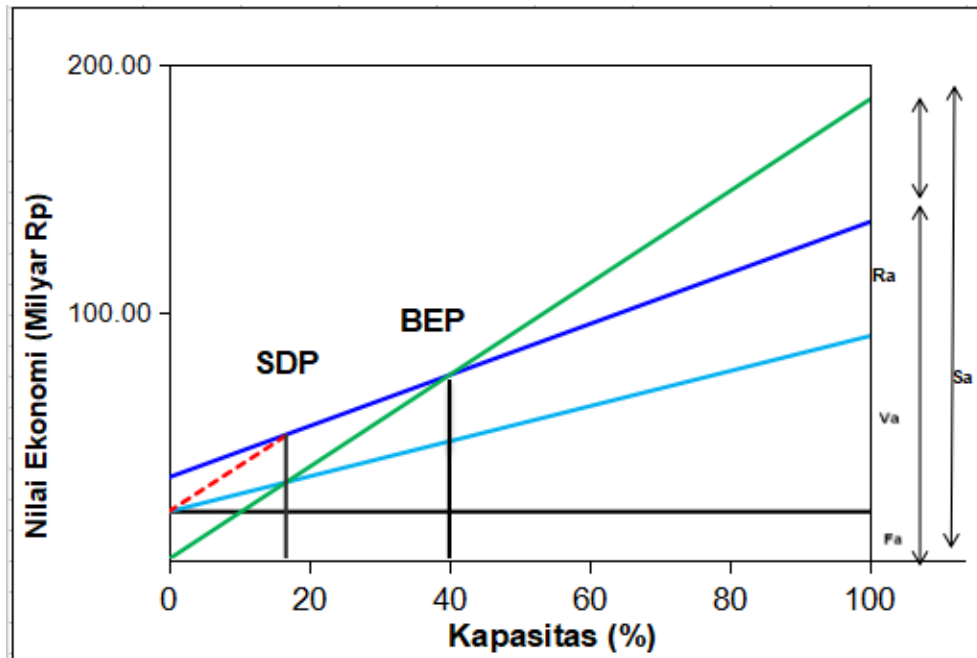
DCF lebih besar dibandingkan suku bunga pinjaman ($\pm 5,25\%$), sehingga memenuhi persyaratan yaitu DCF didapatkan lebih dari 1,5 kali suku bunga pinjaman bank yang berlaku.

4.7.5 Analisa Keuntungan

Harga jual produk biogas	= Rp 10.000 /kg
<i>Annual Sales</i> (Sa)	= Rp 186.009.139.008
Kapasitas Produksi Gas	= 7.846.186 Kg/tahun
<i>Total Cost</i>	= Rp 129.179.502.049,17
Keuntungan sebelum pajak	= Rp 56.829.636.959
Pajak Pendapatan	= 50%
Keuntungan setelah pajak	= Rp 28.414.818.479

Grafik Analisis Kelayakan

Gambar 4.8 Grafik Analisis Kelayakan



Keterangan :

- Fa = Annual Fixed Cost
- Va = Annual Variable Cost
- Ra = Annual Regulated Cost
- Sa = Annual Sales Cost (Sa)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Pabrik biogas didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, memberikan lapangan pekerjaan, solusi pemanfaatan limbah, serta meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik biogas akan didirikan dengan kapasitas 543.000 ton/tahun, dengan bahan baku kotoran sapi sebanyak 12.408,2 kg/jam pada setiap kabupaten.
3. Pabrik akan didirikan di 5 kabupaten DIY yakni Kulon Progo, Sleman, Bantul, kota Yogyakarta, dan Gunung Kidul dengan pertimbangan untuk mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik, serta mempunyai prospek pemasaran yang baik karena lokasinya yang tepat.
4. Berdasarkan kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta prosesnya, maka pabrik biogas tergolong pabrik berisiko rendah.
5. Untuk kapasitas produksi biogas, total investasi yang dibutuhkan untuk membangun sebuah pabrik biogas adalah
6. Parameter kelayakan dengan kapasitas produksi 543.000 ton/tahun adalah total penjualan produk sebesar Rp 186.009.139.008 dan keuntungan bersih sebesar Rp 28.414.818.479 ., *Break Even Point (BEP)* 40,05 %, *Shut*

7. *Down Point* (SDP) 16,74 %, *Return on Investment* (ROI) sesudah pajak 18%, *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak 3,61 tahun.

5.2 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

- Aries, R.S., and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc Graw Hill Handbook Co., Inc. New York
- Austin, G.T. 1984. *Shreve's Chemical Process Industries, 5th ed.* Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York
- Badan Pusat Statistik. 2018. Statistic Indonesia. *www.bps.go.id*. Diakses pada tanggal 26 Februari 2018 pukul 10.00 WIB
- Brown, G.G. 1978. *Unit Operations*. John Wiley and Sons Inc. New York
- Brownell, L.E. and Young. E.H. 1979. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Coulson, J. M. and Richardson, J. F. 1983. *Chemical Engineering, 1st edition, Volume 6*. Pergason Press. Oxford.
- Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer*. Mc. Graw-Hill International Book Company Inc. New York.
- Kirk, R. E., and Othmer D. F. 1998. *Encyclopedia of Chemical Technology, 4th ed.* The Interscience Encyclopedia Inc. New York.
- Matche. 2018. *equipment cost*. <http://www.matche.com/>. Diakses pada tanggal 17 September 2018 pukul 19.50 WIB
- Peters, M., Timmerhause, K., dan West, R. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical engineers*. McGraw Hill. New York.
- Perry, R. H., and Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers, 7th ed.* McGraw Hill Companies Inc. USA.

Powell, S.P., 1954, *Water Conditioning for Industry*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Ulrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons, inc., New York.

Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. Mc Graw Hill Handbooks. New York.

Wallas, S.M. *Chemical Process Equipment*. Mc. Graw Hill Book Koagakusha Company. Tokyo.

Levenspiel, O., "*Chemical Reaction Engineering*", 2nd ed., John Willey and Sons Inc., Singapore, 1972.

Ludwig, E.E., "*Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*", Gulf Publishing, Co., Houston, 1964.

McCabe, Smith, J.C., and Harriot, "*Unit Operation of Chemical Engineering*", 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1985.

Rase, H.F., "*Chemical Reactor Design for Process Plants*", Wiley Interscience, Canada, 1977.

LAMPIRAN A

LAMPIRAN

REAKTOR

Jenis	= Reaktor alir tangki Berpengaduk (CSTR)
Fase	= Cair - Gas
Bentuk	= Tangki Silinder
Jumlah	= 1
Head	= Torispherical dished head 342, Brownell & Young
Bahan	= Stainless Steel SA 167 grade 10 tipe 310 (Apendix D, item 4, halaman342, Brownell & Young)
Suhu Operasi	= 35 °C
Tekanan	= 3 atm
Waktu Tinggal (θ)	= 35 hari = 840 jam
Laju Alir Massa	= 37.224,6000 Kg/jam
Densitas Kotoran Sapi	= 1200 Kg/m ³
Volume Cairan	= 226057,2200 m ³

A. Menghitung Dimensi Reaktor

Perancangan reaktor dibuat dengan over design sebesar 20%,
sehingga volume reaktor menjadi :

$$\text{Volume reaktor} = 1,2 \times \text{volume cairan}$$

$$\text{Volume reaktor} = 1,2 \times 22657,2200 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume reaktor} = 31.268,664 \text{ m}^3$$

1. Menghitung diameter dan tinggi reaktor

Reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{volume silinder} + \text{volume tutup} \\ &= \text{volume silinder} + 2 \text{ volume } \textit{head}\end{aligned}$$

Tutup berbentuk *torispherical dished head*

Dengan :

$$\text{Volume head} = 0,000049 d^3$$

Sehingga :

$$\text{Volume} = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times H \right) + [2 \times (0,000049) \times (D^3)]$$

$$\text{Diameter tangki} = \left(\frac{31268,664}{5,420598} \right)^{1/3}$$

$$\text{Diameter tangki} = 18,3943202 \text{ m} = 60,3488 \text{ ft}$$

$$\text{Perbandingan diameter dan tinggi reactor} = 2.5 : 1$$

Maka tinggi reaktor :

$$H = 7,357728063 \text{ m} = 24,1395 \text{ ft}$$

Diambil ukuran standar tangki : (App., E, Brownell)

$$\text{Diameter standar} = 70 \text{ ft} = 840 \text{ in} = 21,3360 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi standar} = 30 \text{ ft} = 360 \text{ in} = 9,1440 \text{ m}$$

$$\text{Sehingga kapasitas standar tangki sebesar} = 3268,77272 \text{ m}^3$$

Menentukan Tebal *shell*

$$T_s = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6P} + C \quad \text{Eq. 14.34 (Brownell \& Young. 275)}$$

ts:tebal shell, in

ri:jari-jari shell, (D/2), in

f:allowable stress, psi (Tabel 13.1 Brownell 251)

E:joint efisiensi tipe double-butt weld (0.8) (Tabel 13.2 Brownell 254)

C:faktor koreksi, in (Tabel 6. Timmerhaus, 1991: 542)

P:internal pressure, lb/in²

Diketahui:

Allowble working stres (f) =18750 psi

Joint efficieny (E) =0.8

Faktor korisi (C)=0.125

umur alat (n)=10 tahun

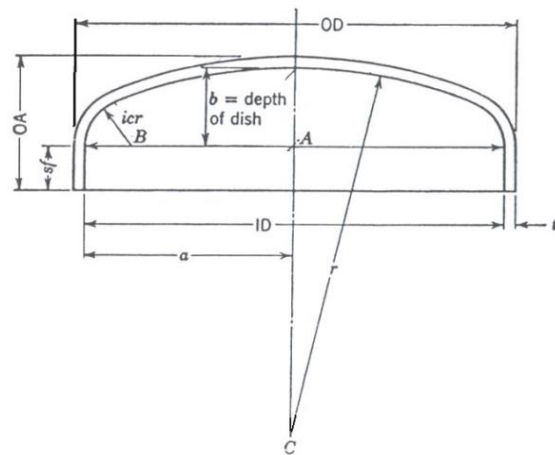
Sehingga, Tebal Shell yang diperoleh adalah:

$t_s=1,1135$ in

t_s standar= $1(1/8)$ in= $1,125$ in

B. Menentukan Head Design

1. Menentukan jenis head



Head yang digunakan adalah jenis *Torispherical dished head*

Keterangan :

T = Tebal head, in

icr = Inside corner radius, in

r = Radius of dish, in

OD = Outside diameter, in

ID = Inside diameter, in

b = Depth of dish, in

sf = Straight flange

2. Material : Stainless Steel SA 167 grade 10 tipe 310

3. Menentukan tekanan desain reaktor

$$P_{\text{operasi}} = 3 \text{ atm} = 44,1 \text{ psia}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \frac{\rho(g/gc)H_L}{144} = 12,5582 \text{ psi}$$

Tekanan desain 5 – 10% di atas tekanan kerja normal/absolut (Coulson, 1983). Tekanan desain diambil 5% di atas tekanan kerja normal.

$$P_{\text{desain}} = 1,05 \times (P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}})$$

$$P_{\text{desain}} = 1,05 \times (44,1 + 12,5582)$$

$$P_{\text{desain}} = 59,43 \text{ psi}$$

4. Menentukan tebal head (th)

$$t_h = \frac{PD}{(2fE - 0,2P)} + c$$

$$f = 18750 \text{ psi} \quad (\text{Brownell \& Young, 1959})$$

$$E = 0.8 \quad (\text{double welded butt joint})$$

$$c = 0.125 \text{ in}$$

$$D = 1680 \text{ in} \quad (\text{Brownell \& Young, 1959})$$

$$P_{\text{operasi}} = 3 \text{ atm}$$

$$\text{diperoleh Tebal Head (th)} = 1.113 \text{ in}$$

$$\text{th standar} = 1(1/8) = 1.125 \text{ in}$$

5. Menentukan tinggi head (h_h)

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

P = Tekanan Perancangan, Psi

f = Tekanan maksimum yang diijinkan pada bahan, Psi

E = Welded joint efficiency

rc = radius of crown

th = tebal head

icr = inside radius corner

rc = OD (Brownell & Young hal 88)

icr = 6% x OD (For torispherical dished head in which the knuckle radius is 6% of the inside crown radius)

$$OD = ID + 2t$$

$$= 1682.25 \quad \text{in}$$

$$rc = 1682.25 \quad \text{in}$$

$$icr = 100.935 \quad \text{in}$$

$$\text{jika, } OD_s = 1680 \quad \text{in}$$

$$th = 1.125 \quad \text{in}$$

dari tabel 5.7 Brownell hal.90 didapat:

$$icr = 100.94 \quad \text{in}$$

$$r = 1682.25 \quad \text{in}$$

$$\begin{aligned}
 a &= ID_s/2 = 840 \text{ in} \\
 AB &= a - icr = 739.065 \text{ in} \\
 BC &= r - icr = 1581 \text{ in} \\
 AC &= (BC^2 - AB^2)^{1/2} = 1397.977 \text{ in} \\
 b &= r - AC = 284.273 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari tabel 5.6 Brownell hal.88 dengan $th = 5/8 \text{ in}$ didapat $sf = 1.5 - 3.5 \text{ in}$

perancangan digunakan $sf = 3 \text{ in}$

Sehingga, tinggi head (Hh) yang diperoleh adalah:

$$\begin{aligned}
 Hh &= th + b + sf \\
 &= 288.398 \text{ in} \\
 &= 24.033 \text{ ft} \\
 &= 7.325 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tinggi total tangki penyimpanan U.K :

$$\text{tinggi tangki + tutup} = 14.641 \text{ m}$$

C. Menghitung Dimensi Pengaduk

Volume cairan yang diaduk = 26057.2200 m^3

Jenis pengaduk yang dipilih yaitu *Flat Six-Blade Turbine Impeller with disk*

Perancangan untuk pengadukan dilakukan dengan prinsip similaritas menggunakan model sesuai dengan referensi buku Brown

$$\frac{Da}{Dt} = 1:3 \quad \frac{L}{Da} = 1:4 \quad \frac{J}{Dt} = 1:12 \quad \frac{E}{Da} = 1:1 \quad \frac{W}{Da} = 1:5$$

Dimana:

Dt = Diameter tangki W = Lebar blade

Da = Diameter impeller L = Panjang blade

E = Tinggi impeller J = Lebar baffle

Maka diperoleh :

- Diameter Impeller (Da) = $\frac{1}{3} \times 21,3360 \text{ m} = 7,112 \text{ m}$
- Tinggi pengaduk dari dasar tangki (E) = Da = 7,112 m
- Lebar baffle (J) = $\frac{1}{2} \text{ Dt} = 1,778 \text{ m}$
- Lebar blade (W) = $\frac{1}{5} \times \text{Da} = 1,422 \text{ m}$
- Panjang blade (L) = $\frac{1}{4} \text{ Da} = 1,778 \text{ m}$
- Kecepatan pengadukan, = 0,1 Putaran/detik (Tabel 10.2 Wallas)

Menghitung nilai Re :

$$\text{Re} = \frac{\rho \times N \times \text{Di}^2}{\mu}$$

$$\text{Re} = \frac{1200 \times 0,1 \times (7,112)^2}{0,97}$$

$$\text{Re} = 6257,386887$$

Dari grafik 10.6 hal 292 (Wallas) diperoleh NP = 3

Sehingga :

$$P = \frac{N^3 \times \text{Di}^5 \times \rho \times \text{Po}}{gc}$$

$$P = 65503.007 \text{ watt}$$

$$P = 87,84 \text{ Hp}$$

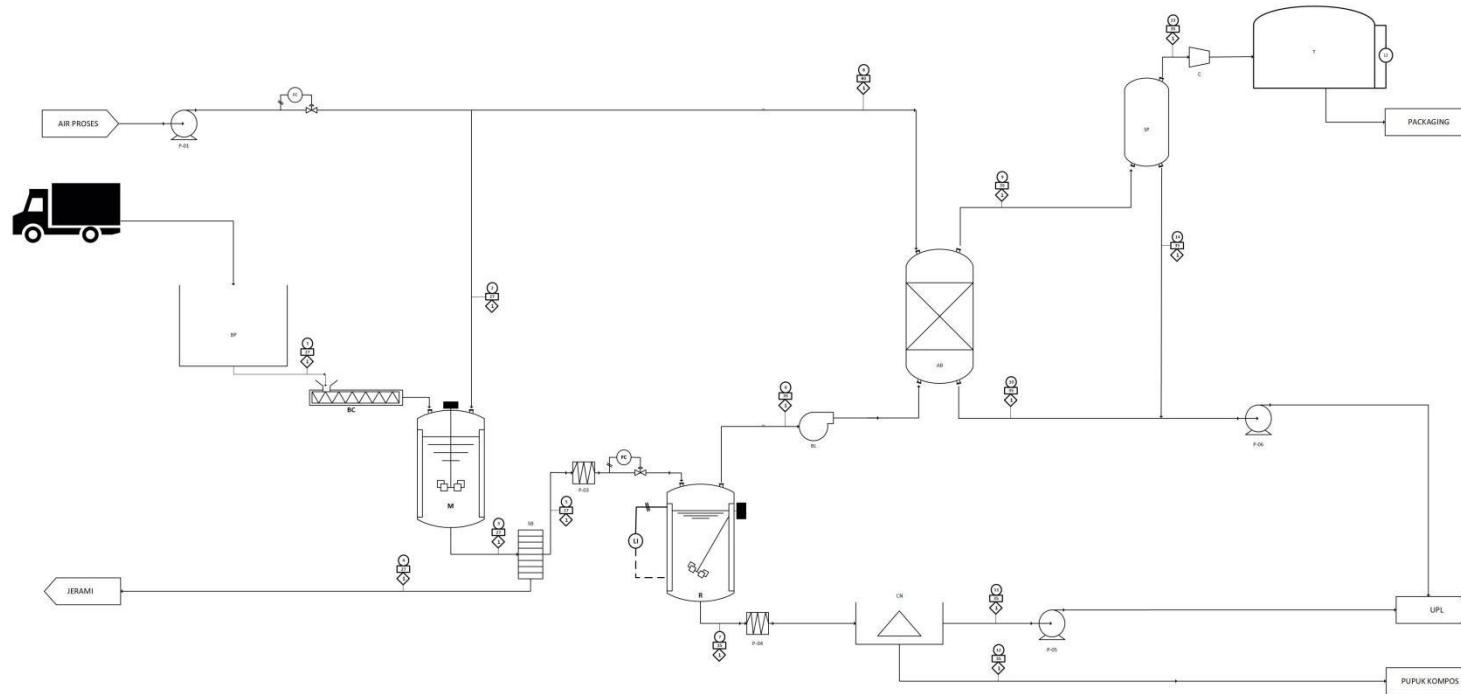
Effisiensi motor $\eta = 80 \%$ (Peters,dkk 2004)

$$\text{Daya motor} = 87,84 \times 0,8 = 109,801 \text{ Hp}$$

Sehingga, diambil daya motor standar 125 Hp

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK BIOGAS DARI KOTORAN SAPI DI WILAYAH YOGYAKARTA DENGAN KAPASITAS BAHAN BAKU
SEBESAR 543.000 TON/TAHUN



Komposisi	Nomor Arus (Kg/Jam)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TS	3,559		3,558,671											
Jerami	248,164		248,164	248,164										
H ₂ O	8.849,528	24.816,4	33.665,928		33.665,928	37,284	33.628,000	4.995,86	504	4.536,010		253,705	50,4	453,6
VS					2.667,58		800,274					800,274		
Abu					891,091		891,091					891,091		
CO ₂					839,069			167,81	671,26				167,81	
CH ₄					990,681			990,681					990,68	
H ₂ S					4,384			0,876	3,5				0,88	
NH ₃							33,170							
NH ₄ OH											33,408,109			
Subtotal	12.656,692	24.816,4	37.472,763	248,164	37.224,6	1.871,418	35.352,535	4.995,86	1.663,367	5.210,77	33.408,109	1.945,07	1.209,77	453,60
Total							198.529,9315							

KETERANGAN SIMBOL

- ◇ : Nomor arus
- : Tekanan, atm
- : Suhu, °C
- ◇+ : Control Valve
- ◇+ : Arus Sinyal Pneumatic
- ◇+ : Arus Sinyal Listrik
- : Arus Proses dan Air Panas

KETERANGAN ALAT

- BP : BAK PENAMPUNG
- P : POMPA
- C : CONVEYOR
- M : MIXER
- R : REAKTOR
- SB : SCREEN BAR
- CN : CENTRIFUGE
- AB : ABSORBER
- T : TANGKI

KETERANGAN INSTRUMEN

- FC : Flow Controller
- LC : Level Controller
- TC : Temperature Controller



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK BIOGAS DARI KOTORAN SAPI DI WILAYAH YOGYAKARTA DENGAN KAPASITAS BAHAN BAKU SEBESAR 543.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :

1. Ranti Marcela (14521202)
2. Rr Devi Anindya Maya (14521249)

Dosen Pembimbing :

1. Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc.
2. Dr. Khandan Cahyari, ST., M.Sc.