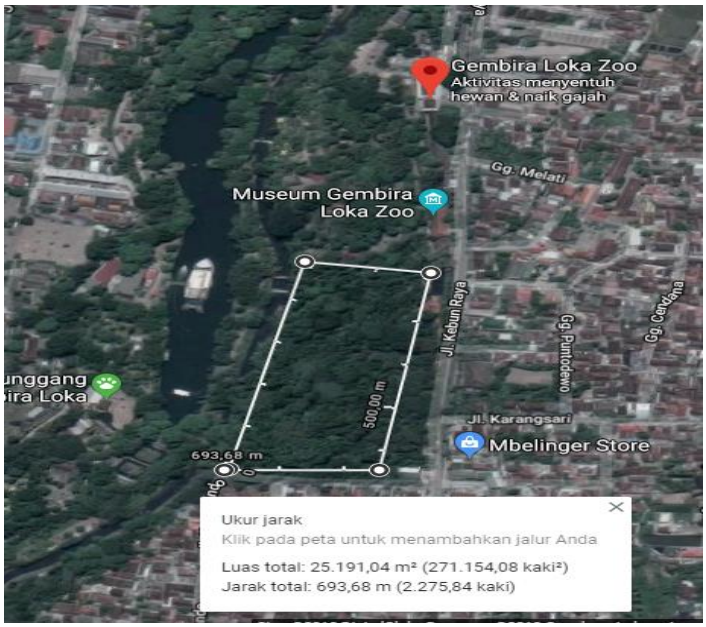
BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Ketepatan pemilihan lokasi suatu pabrik harus direncanakan dengan pertimbangan yang baik, matang, dan tepat. Kemudahan dalam pengoperasian pabrik dan perencanaan di masa yang akan datang merupakan faktor – faktor yang diperhatikan dalam penetapan lokasi suatu pabrik. Hal tersebut menyangkut faktor produksi dan distribusi dari produk yang dihasilkan. Lokasi pabrik harus menjamin biaya transportasi dan produksi yang seminimal mungkin, disamping beberapa faktor lain yang harus diperhatikan adalah pengadaan sumber bahan baku dan bahan pembantu, tenaga kerja, kondisi social dan utilitas. Pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perencanaan pabrik.

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka ditentukan rencana pendirian pabrik biogas ini berlokasi di Gembiraloka *zoo*. Lokasi pabrik dapat dilihat di Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Lokasi Pabrik Biogas

Faktor–faktor yang berpengaruh dalam penentuan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

4.1.1 Penyediaan Bahan Baku/Pembantu

Untuk menekan biaya penyediaan bahan baku, maka pabrik biogas didirikan di daerah penghasil utama bahan baku, yaitu *Gembiraloka Zoo* di Kota Yogyakarta.

4.1.2 Pemasaran Produk

Konsep pemasaran produk biogas ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan listrik dan gas di Gembiraloka *zoo* dan masyarakat sekitanya.

4.1.3 Utilitas

Penyediaan air untuk utilitas mudah dan murah karena kawasan ini terletak disamping sungai Gajah Wong. Sarana yang lain seperti bahan bakar dapat diperoleh dengan transportasi darat.

4.1.4 Transportasi

Keperluan bahan baku dan penjualan dapat dilakukan melalui jalur darat dengan menggunakan truk tertutup. Lokasi pabrik yang berada di kawasan Gembiraloka *zoo* dan terdapat sungai Gajah Wong menjadi nilai *plus* karena menghemat biaya operasional pabrik. Dengan tersedianya sarana baik bahan baku maupun air, maka diharapkan kelancaran kegiatan proses produksi pabrik serta kelancaran pemasaran.

4.1.5 Tenaga Kerja

Tenaga kerja dengan kualitas tertentu dapat dengan mudah diperoleh meski tidak dari daerah setempat. Sedangkan untuk tenaga buruh diambil dari daerah setempat atau dari para pendatang pencari kerja. Sebagian tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja menjadi prioritas, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

4.1.6 Faktor Penunjang Lain

Gembiraloka *zoo* merupakan kawasan wisata dengan sumber daya sampah organik dari hewan maupun sampah pengunjung yang setiap tahun jumlahnya bertambah. Faktor-faktor seperti tersedianya bahan baku, air, lahan, kestabilan iklim serta prasarana dan fasilitas sosial menjadi pertimbangan bahwa pabrik biogas layak didirikan di kawasan ini.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Layout Plant*)

Tata letak pabrik adalah denah atau tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat berlangsungnya proses, ruangan bekerja karyawan, tempat peralatan maupun sarana lain seperti utilitas, tempat ibadah dan tempat parkir. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu:

4.2.1 Area Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium

Area administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengembangan, pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang dijual.

4.2.2 Area Proses dan Ruang Kontrol

Merupakan area tempat alat-alat berlangsungnya proses. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses.

4.2.3 Area Pergudangan, Umum, Bengkel dan Garasi

Tempat menyimpan alat-alat dan bahan kimia, tempat kegiatan umum, reparasi transportasi dan parker kendaraan.

4.2.4 Area Utilitas dan *Power Station*

Tempat dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan.

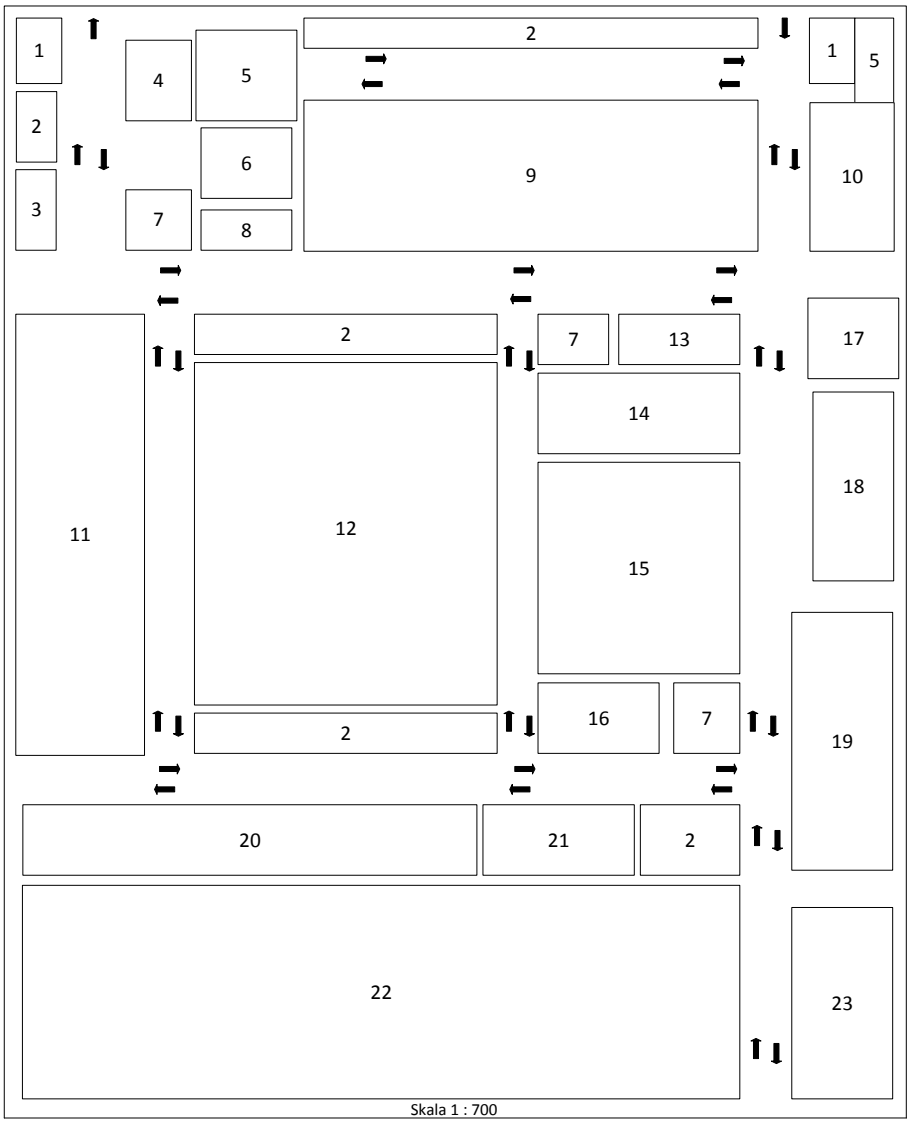
Adapun perincian luas tanah sebagai bagunan pabrik dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 1 Perincian Luas Bangunan dan Tanah Pabrik

Area	**Panjang**	**Lebar**	**Luas**
	M	**M**	**m²**
Kantor utama	30	15	450
Pos Keamanan/satpam	10	3	30
Mess	18	29	522
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

Tabel 4. 2 Perincian Luas Bangunan dan Tanah Pabrik (Lanjutan)

Area	**Panjang**	**Lebar**	**Luas**
	M	**m**	**m²**
Unit pemadam kebakaran	14	16	224
Gudang alat	18	16	288
Laboratorium	12	16	192
Utilitas	20	20	400
Area proses	55	40	2,200
Control Room	8	24	192
Control Utilitas	8	14	112
Perpustakaan	10	12	120
Taman	8	15	120
Jalan	228	3	684
Perluasan pabrik	89	20	1,780



Gambar 4. 2 Layout Pabrik Biogas

Keterangan:

1. Pos jaga
2. Taman
3. Poliklinik
4. Koperasi
5. Kantor Teknik dan Produksi
6. Masjid
7. Unit pemadam kebakaran
8. Kantin
9. Kantor utama
10. Area parkir karyawan dan tamu
11. Area parkir truk
12. Area penyimpanan produk
13. Ruang kontrol utilitas
14. Ruang kontrol proses
15. Area proses
16. Bengkel
17. Gudang bahan kimia
18. Laboratorium
19. Utilitas
20. Mess
21. Gudang alat
22. Area perluasan
23. Unit pengolahan limbah

4.3 Tata Letak Mesin/Alat (*Machines*)

Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang diperhatikan, yaitu:

4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk.

Yaitu jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang keamanan dan kelancaran produk.

4.3.2 Aliran Udara

Bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnansi udara pada suatu tempat yang berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang membahayakan keselamatan pekerja.

4.3.3 Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai terutama pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu diberikan penerangan tambahan untuk keamanan

4.3.4 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam perancangan *lay out* peralatan, lalu lintas perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah sehingga apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

4.3.5 Pertimbangan Ekonomi

Perancangan *lay out* peralatan, pertimbangan ini bertujuan untuk menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat mennguntungkan dari segi ekonomi.

4.3.6 Jarak Antar Alat Proses

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.

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 4.3 Neraca Massa Total

Komponen	Nomor Arus (Kg/Jam)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VS	38,2802	38,2802	-	-	38,2802	-	11,4840	-	-		11,4840	-
H2O	309,1543	309,1543	203,2819	-	512,4362	1,3398	512,4362	90,0963	-	91,4361	-	512,4362
TS	18,6572	18,6572	-	-	18,6572	-	18,6572	-	-	-	18,6572	
NaOH	-	-	-	0,0321	0,0321	-	0,0321	-	-	-	-	0,0321
CH4	-	-	-	-	-	12,9669	-	-	12,9669	-	-	-
CO2	-	-	-	-	-	11,2866	-	-	2,2573	9,0292	-	-
NH3	-	-	-	-	-	-	1,1225	-	-	-	-	1,1225
H2S	-	-	-	-	-	0,0804	-	-	0,0804	-	-	-
TOTAL	366,0917	366,0917	203,2819	0,0321	569,4057	25,6736	543,7320	90,0963	15,3046	100,4654	30,1412	513,5908

4.4.2 Neraca Massa per Alat

4.4.2.1 Neraca Massa di *Shredder*

Tabel 4.6 Tabel Neraca Massa *Shredder*

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	1	2
Volatile Solid	38,28	38,28
H_2O	309,15	309,15
Total Solid	18,66	18,66
Jumlah	366,09	366,09

4.4.2.2 Neraca Massa di *Mixer*

Tabel 4.7 Tabel Neraca Massa *Mixer*

Komponen	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)
	2	3	4	5
Volatile Solid	38,28	-	-	38,28
H_20	309,15	203,28	-	512,44
Total Solid	18,66	-	-	18,66
NaOH	-	-	0,03	0,03
Sub Total	366,09	203,28	0.03	569,41
Jumlah	569,41	569,41		

4.4.2.3 Neraca Massa di Reaktor

Tabel 4.8 Tabel Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	5	6	7
Volatile Solid	38,28	-	11,48
H_20	512,44	1,34	512,44
Total Solid	18,66	-	18,66
NaOH	0,03	-	0,03
CH_4	-	12,97	-
CO_2	-	11,29	-
NH_3	-	-	1,12
H_2S	-	0,08	-
Sub Total	569,41	25,67	543,73
Jumlah	569,41	569,41	

4.4.2.4 Neraca Massa di Absorber

Tabel 4.9 Tabel Neraca Massa Absorber

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	6	8	9	10
CH_4	12,97	-	12,97	-
CO_2	11,29	-	2,26	9,03
NH_3	0,08	-	0,08	-
H_2S	1,34	90,10	-	91,44
Sub Total	25,77	90,10	15,30	100,47
Jumlah	115,77	115,77		

4.4.2.5 Neraca Massa di *Centrifuge*

Tabel 4.10 Neraca Massa *Centrifuge*

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	5	11	12
Volatile Solid	11,48	11,48	-
Total Solid	18,66	18,66	-
H_2O	512,44	-	512,44
NaOH	0,03	-	0,03
NH_3	0,841	-	1,12
Sub Total	543,73	30,14	513,59
Jumlah	543,73	543,73	

4.4.3 Neraca Panas

4.4.3.1 Neraca Panas di *Mixer*

Tabel 4.11 Neraca Panas *Mixer*

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Panas masuk	1059,43	Panas keluar	1059,43
Panas yang ditambahkan	0,00	Panas reaksi	0,00
Jumlah	1059,53	Jumlah	1059,43

4.4.3.2 Neraca Panas di Reaktor

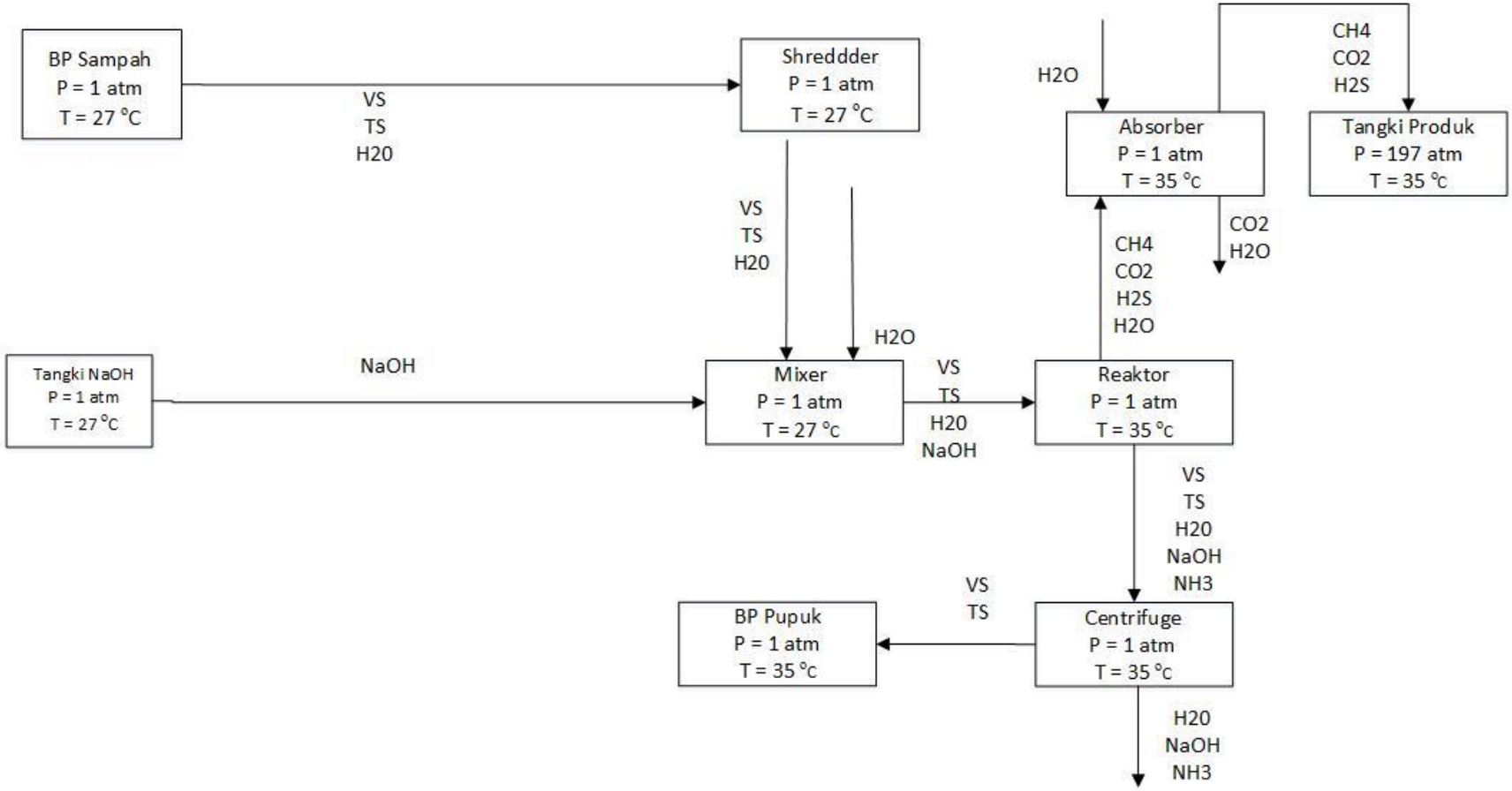
Tabel 4.12 Neraca Panas Reaktor

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Panas masuk	1059,53	Panas keluar	5376,43
Panas yang ditambahkan	4317	Panas reaksi	0,00
Jumlah	5376,43	Jumlah	5376,43

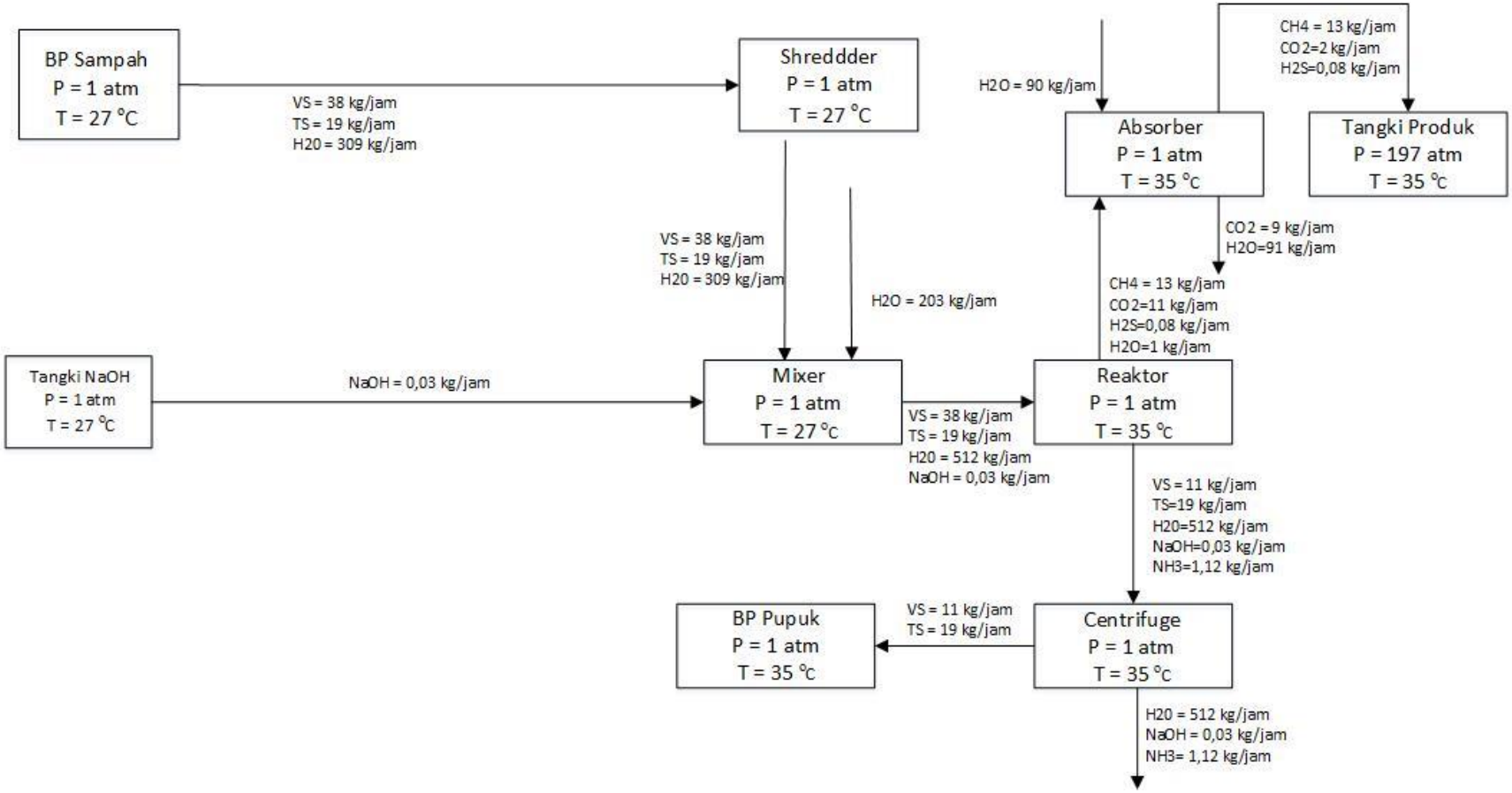
4.4.3.3 Neraca Panas di Absorber

Tabel 4.13 Neraca Panas Absorber

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Panas masuk	1038,79	Panas keluar	1038,79
Panas yang ditambahkan	-0,00061	Panas reaksi	0,00
Jumlah	1038,79	Jumlah	1038,79



Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.4 Diagrarm Alir Kuantitatif

4.5 Perawatan (*Maintenance)*

Perawatan (*Maintenance*) berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1. *Over head* 1 x 1 tahun

   Merupakan perbaikan dan pengecekan serta *leveling* alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang rusak.

2. *Repairing*

   Bertujuan untuk memperbaiki bagian-bagian alat dan umumnya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

a. Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak perawatan yang harus diberikan sehingga menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

b. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas dapat meyebabkan kerusakan alat sehingga alat lebih sering dibersihkan.

c. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman dapat menghasilkan pekerjaan yang baik.

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk menyediakan kebutuhan penunjang proses produksi, unit utilitas penting keberadaannya dan harus ada dalam perancangan suatu pabrik. Unit utilitas pabrik tidak sama tergantung dari beberapa faktor, diantaranya karakteristik proses produksi, kompleksitas proses produksi, proses-proses penunjang yang ada di dalam pabrik dan jenis produk yang dihasilkan.

Unit pendukung proses (unit utilitas) yang tersedia dalam perancangan pabrik biogas ini terdiri dari:

1. Unit pengolahan air (*Water Supply System*)

Unit ini berfungsi menyediakan air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi untuk air perkantoran dan air untuk perumahan.

2. Unit penyediaan steam

Unit ini berfungsi menyediakan panas yang digunakan di reaktor.

3. Unit penyediaan listrik

Unit ini berfungsi menyediakan tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC dan penerangan. Listrik diperoleh dari PLN dan Generator Set sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

4. Unit penyediaan bahan bakar

Unit ini berfungsi menyediakan bahan bakar untuk *Boiler* dan *Generator*.

5. Unit penyediaan udara tekan

Unit ini berfungsi menyediakan udara tekan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol pneumatik.

4.6.1 Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air *(Water Supply Section)*

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Untuk memenuhi kebutuhan air dalam industri pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut. Dalam perancangan pabrik biogas, sumber air baku yang digunakan berasal dari sungai Gajah Wong.

Adapun pertimbangan dalam menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

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 yang lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi jika dibandingkan dengan air sumur, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Letak sungai berada dekat dengan pabrik.

Air sungai akan digunakan untuk keperluan dilingkungan pabrik sebagai:

1. Air pendingin

   Alasan penggunaan air sebagai fluida pendingin berdasarkan faktor berikut:

   a. Air merupakan bahan yang mudah didapatkan dalam jumlah yang besar dengan biaya yang murah.
   b. Air mudah dikendalikan dan dikerjakan.
   c. Dapat menyerap panas per satuan volume yang tinggi.
   d. Tidak mudah menyusut dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
   e. Tidak terdekomposisi.

Air pendingin ini digunakan sebagai fluida pendingin pada cooler dan pendingin pada reaktor. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air pendingin:

a. Kesadahan (*hardness*) yang dapat menyebabkan kerak.
b. Besi yang dapat menimbulkan korosi.
c. Minyak yang dapat menyebabkan terbentuknya lapisan *film* yang mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

2. Air Umpan *Boiler*

Berikut adalah syarat air umpan *boiler (boiler feed water)* :

a. Tidak berbuih (berbusa)

Busa disebabkan adanya *solid matter*, *suspended matter*, dan kebasaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa diantaranya adalah kesulitan dalam pembacaan tinggi *liquid* dalam *boiler* dan juga buih ini dapat menyebabkan percikan yang kuat serta dapat mengakibatkan penempelan padatan yang menyebabkan terjadinya korosi apabila terjadi pemanasan lanjut. Untuk mengatasi hal–hal di atas maka diperlukan pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkanitas air umpan *boiler*.

b. Tidak membentuk kerak dalam *boiler*

Kerak dalam *boiler* dapat menyebabkan isolasi terhadap proses perpindahan panas terhambat dan kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

3. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa disebabkan oleh pH rendah, minyak dan lemak, bikarbonat, dan bahan organik serta gas–gas H_2S, SO_2, NH_3, CO_2, O_2, yang terlarut dalam air. Reaksi elektro kimia antar besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja.

$$Fe^{2+} + 2H_2O \rightarrow Fe(OH)_2 + 2H^+ \qquad (4.1)$$

Jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dan membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut maka terjadi korosi menurut reaksi berikut :

$$4H^+ + O_2 \rightarrow 2H_2O \qquad (4.2)$$

$$4Fe(OH)_2 + O_2 + H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3 \qquad (4.3)$$

Bikarbonat dalam air akan membentuk CO_2 yang bereaksi dengan air karena pemanasan dan tekanan. Reaksi tersebut menghasilkan asam karbonat yang dapat bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Adanya pemanasan garam bikarbonat menyebabkan pembentukan CO_2 kembali. Berikut adalah reaksi yang terjadi :

$$Fe^{2+} + 2H_2CO_3 \rightarrow Fe(HCO)_2 + H_2 \qquad (4.4)$$

$$Fe(HCO)_2 + H_2O + \text{Panas} \rightarrow Fe(OH)_2 + 2H_2O + 2CO_2 \qquad (4.5)$$

4. Air Sanitasi

Air sanitasi pada pabrik digunakan sebagai keperluan laboratorium, kantor, konsumsi, mandi, mencuci, taman dan lainnya.

Berikut adalah persyaratan yang harus dipenuhi dalam penggunaan sebagai air sanitasi:

a. Syarat Fisika

Secara sifat fisika air sanitasi tidak boleh berwarna dan berbau, kekeruhan SiO_2 kurang dari 1 ppm dan pH netral.

b. Syarat Kimia

Secara sifat kimia air sanitasi tidak boleh mengandung bahan beracun dan tidak mengandung zat–zat organik maupun anorganik yang tidak larut dalam air seperti PO_4^{3-}, Hg, Cu, dan sebagainya.

c. Syarat Bakteriologis

Secara biologi air sanitasi tidak mengandung bakteri terutama bakteri *pathogen* yang dapat merubah sifat fisis air.

4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Berikut adalah tahapan pengolahan air

1. Penyaringan Awal/*screening*

Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai harus mengalami pembersihan awal agar proses selanjutnya dapat berlangsung dengan lancar. Air sungai dilewatkan *screen* (penyaringan awal) berfungsi untuk menahan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting, daun, sampah dan sebagainya. Kemudian dialirkan ke bak pengendap.

2. Reservoir/Sedimantasi (RU-01)

Air sungai setelah melalui *screening* dialirkan ke reservoir untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari penyaring awal (*screen*). Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

3. Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01)

Air setelah melalui reservoir/sedimentasi kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di reservoir dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah Tawas atau alum ($Al_2(SO_4)_3$) dan Na_2CO_3. Adapun reaksi yang tejadi dalam bak penggumpal adalah :

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6CO_2 \quad (4.6)$$

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + CaCO_3 \quad (4.7)$$

4. Bak Pengendap I (BU-02) dan Bak Pengendap II (BU-03)

Kebutuhan air dari suatu pabrik diperoleh dari sumber air yang berada disekitar pabrik dengan cara mengolah air terlebih dahulu agar dapat memenuhi persyaratan untuk digunakan. Pengolahan tersebut meliputi pengolahan secara fisika, kimia, penambahan desinfektan, dan penggunaan *ion exchanger*.

Raw water diumpankan ke tangki terlebih dahulu dan kemudian diaduk dengan kecepatan tinggi serta ditambahkan bahan–bahan kimia

selama pengadukan tersebut. Bahan–bahan kimia yang digunakan adalah:

a. $Al_2(SO_4).18H_2O$ yang berfungsi sebagai koagulan.

b. Na_2CO_3 yang berfungsi sebagai flokulan.

Pada bak pengendap I lumpur dan partikel padat lain diendapkan dengan diinjeksi alum ($Al_2(SO_4).18H_2O$) sebagai koagulan yang membentuk flok. Selain itu ditambahkan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku dialirkan ke bagian tengah untuk diaduk. Selanjutnya air bersih akan keluar melalui pinggiran bak sebagai *overflow*, sedangkan flok yang terbentuk atau *sludge* akan mengendap secara gravitasi di bak pengendap II dan di *blowdown* secara berkala dengan waktu yang telah ditentukan. Air baku yang belum di proses memiliki *turbidity* sekitar 42 ppm. Setelah keluar bak pengendap II kadar *turbidity* akan turun menjadi kurang dari 10 ppm.

5. *Sand Filter* (FU)

Air hasil dari bak pengendap II dialirkan menuju *sand filter* untuk memisahkan dengan partikel – partikel padatan yang terbawa. Air yang mengalir keluar dari *sandfilter* akan memiliki kadar *turbidity* sekitar 2 ppm. Air tersebut dialirkan menuju tangki penampung (*filter water reservoir*) yang kemudian didistribusikan menuju menara air dan unit demineralisasi. *Back washing* pada *sand filter* dilakukan secara berkala dengan tujuan menjaga kemampuan penyaringan alat.

6. Bak Penampung Sementara (BU-04)

Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke bak penampung yang siap akan distibusikan sebagai air perumahan/perkantoran, air umpan *boiler*, dan air pendingin.

7. Tangki Klorinasi (TU-02)

Air setelah melalui bak penampung dialirkan ke tangki Klorinasi (TU-02). Air harus ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amoeba, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi.

4.6.1.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Proses

Tabel 4. 14 Kebutuhan Air Proses

No	**Nama alat**	**Kode alat**	**Jumlah (kg/jam)**
1	Mixer	M	203,28
2	Absorber	AB	90,38
Total			293,38

Kebutuhan air proses sebesar 20%, jadi kebutuhan air umpan *boiler* untuk kebutuhan *make up* yang harus disediakan sebesar 352,05 kg/jam.

2. Kebutuhan Air Pemanas

Tabel 4. 15 Kebutuhan Air Pemanas

No	Nama alat	Kode alat	Jumlah (kg/jam)
1	Reaktor	R	130,93
Total			130,93

Kebutuhan air pemanas berdasarkan jumlah air yang menguap (We) sebesar 157 kg/jam, *blowdown* (Wb) sebesar 23,57 kg/jam, dan air yang terbawa aliran keluar tower (Wd) sebesar 7,86 kg/jam. Jadi jumlah air *make up* yang harus disediakan sebesar 31 kg/jam.

3. Kebutuhan Air Domestik dan *Service Water*

Tabel 4. 16 Kebutuhan Air Domestik dan *Service Water*

No	Penggunaan	Jumlah (kg/hari)
1	Karyawan	120
2	Bengkel	200
3	Poliklinik	400
4	Laboratorium	400
5	Pemadam Kebakaran	5.000
6	Kantin, Musholla, dan Kebun	8.000
7	Rumah Tangga	14.000
Total		41.200

4.6.2 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik biogas diperoleh melalui 2 sumber, yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator diesel. Generator diesel berfungsi sebagai tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan dan untuk menggerakkan alat–alat yang membutuhkan energi listrik seperti kompresor, pompa, dan alat-alat instrumentasi. Generator diesel menggunakan bahan bakar solar yang dicampur udara dan dikompresi di dalam mesin untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan dikonversi menjadi daya untuk memutar poros engkol dan dihubungkan dengan generator sehingga dapat menghasilkan energi listrik. Tenaga listrik PLN digunakan untuk memenuhi keseluruhan kebutuhan listrik pabrik. Energi listrik dari generator diesel digunakan sebagai sumber energi listrik utama untuk penerangan dan menggerakan alat proses ketika listrik padam.

Berikut adalah spesifikasi generator diesel yang digunakan:

Kapasitas = 150 kW

Jumlah = 1 buah

Berikut adalah rincian kebutuhan listrik:

1. Kebutuhan Listrik Alat Proses

Tabel 4. 17 Kebutuhan Listrik Alat Proses

No	Nama alat	Kode alat	Power (HP)
1	Pompa-01	P-01	0,13
2	Pompa-02	P-02	0,15
3	Kompresor 1	C-01	0,12
4	Kompresor 2	C-02	0,35
5	Centrifuge	CN	2,00
6	Blower	Blow-01	0,08
7	Shredder	SR	5,36

Tabel 4.18 Kebutuhan Listrik Alat Proses (Lanjutan)

No	Nama alat	Kode alat	Power (HP)
8	*Mixer*	M	3,00
9	Reaktor	R	0,05
10	*Belt Conveyor*	BC	0,05
11	*Screw Feeder*	R	0,82
12	Absorber	AB	4,02
	Total		12.035,85

2. Kebutuhan Listrik Utilitas

Tabel 4.19 Kebutuhan Listrik Utilitas

No	Nama alat	Kode alat	Power (HP)
1	Pompa Utilitas-01	PU-01	0,05
2	Pompa Utilitas-02	PU-02	0,75
3	Pompa Utilitas-03	PU-03	0,50
4	Pompa Utilitas-04	PU-04	0,05
5	Pompa Utilitas-05	PU-05	0,50
6	Pompa Utilitas-06	PU-06	0,50
7	Pompa Utilitas-07	PU-07	1,00
8	Pompa Utilitas-08	PU-08	0,75
9	Pompa Utilitas-09	PU-09	0,75
10	Pompa Utilitas-10	PU-10	0,05
11	Pompa Utilitas-11	PU-11	0,50
12	Pompa Utilitas-12	PU-12	0,50
13	Pompa Utilitas-13	PU-13	0,50
14	Pompa Utilitas-14	PU-14	0,50
15	Pompa Utilitas-15	PU-15	0,05
16	Pompa Utilitas-16	PU-16	0,05

Tabel 4.20 Kebutuhan Listrik Utilitas (Lanjutan)

No	Nama alat	Kode alat	Power (HP)
17	Pompa Utilitas-17	PU-17	0,05
18	Bak Penggumpal	BU-01	2,00
19	Electrical Heater	EU-01	0,13
	Total		9,18

3. Kebutuhan Listrik Alat Kontrol, Kantor, dan Rumah Tangga
   a. Kebutuhan listrik alat kontrol adalah 5% dari kebutuhan listrik alat proses dan utilitas yaitu sebesar = 0,593 HP
   b. Kebutuhan listrik rumah tangga dan kantor adalah 25% dari kebutuhan listrik alat proses dan utilitas yaitu sebesar = 2,965 HP

Jadi kebutuhan listrik total yang dibutuhkan pada pabrik biogas ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 21 Total Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Daya (kW)
1	Alat Proses	11,96
2	Utilitas	6,85
3	Alat Kontrol	10,00
4	Kantor dan Rumah Tangga	60,00
Total		88,81

Dengan memperkirakan faktor daya generator listrik sebesar 80%, maka beban generator listrik yang harus dipenuhi adalah sebesar 111,01 kW.

4.6.3 Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan digunakan sebagai penggerak alat-alat kontrol dan bekerja secara *pneumatis*. Jumlah udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan 0,03 kg/jam pada tekanan 5,92 atm. Alat pengadaan udara tekan menggunakan kompresor.

4.6.4 Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler dan diesel untuk generator pembangkit listrik. Bahan bakar generator menggunakan solar sebanyak 15 kg/jam.

4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Perusahaan

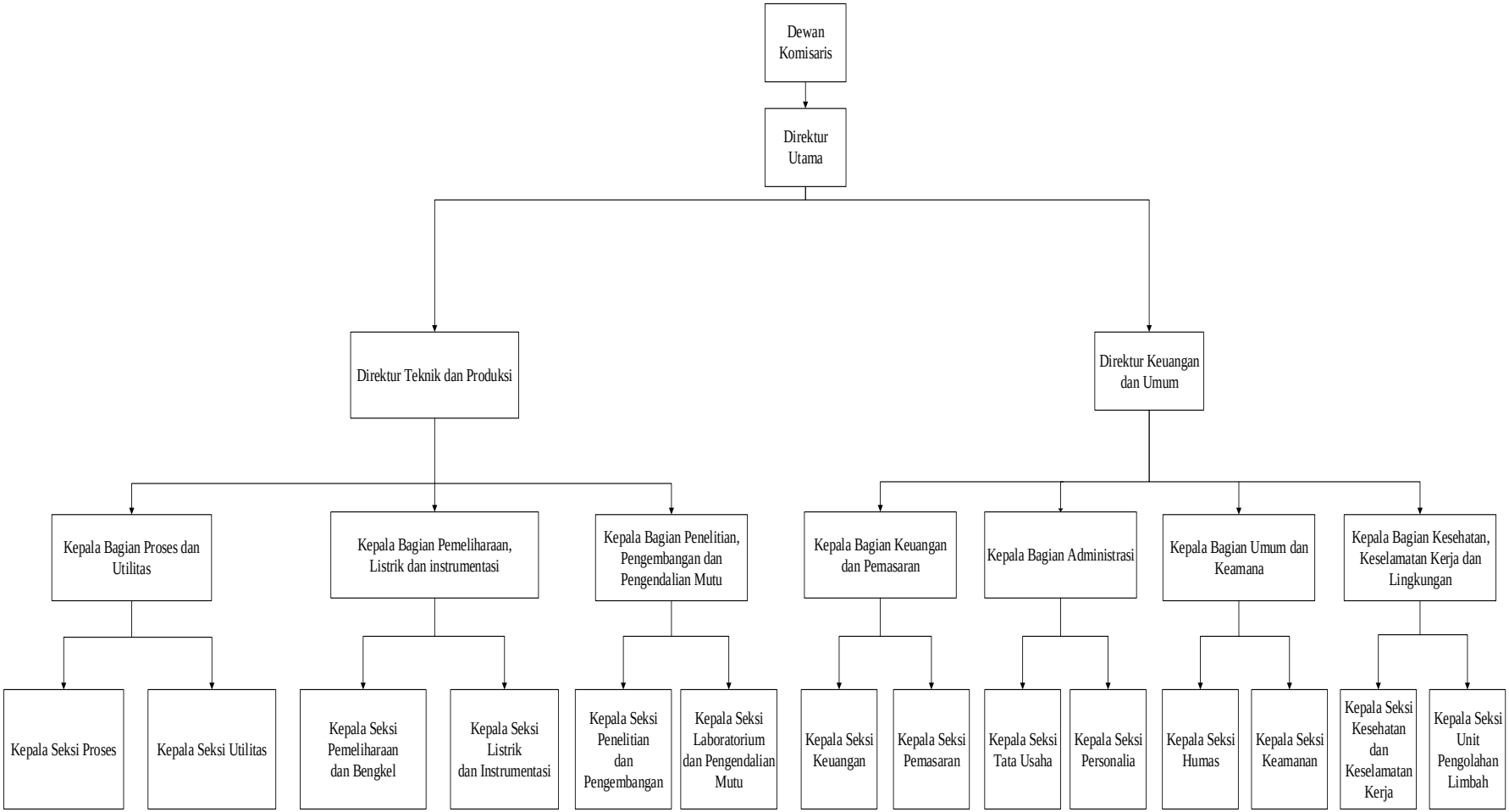
Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik biogas ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal keperusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

4.7.2 Struktur Organisasi

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. 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

Tanggung jawab, tugas dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan tentu saja berbeda-beda. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham.



Gambar 4.5 Struktur Organisasi

4.7.3 Tugas dan Wewenang

4.7.3.1 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.

4.7.3.2 Dewan Komisaris

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

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijasanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
3. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.

4.7.3.3 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.

4.7.3.4 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:

4.7.3.1.1 Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan utilitas.

4.7.3.1.2 Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

4.7.3.1.3 Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

4.7.3.1.4 Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

4.7.3.1.5 Kepala Bagian Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

4.7.3.1.6 Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

4.7.3.1.7 Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik, kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

4.7.3.5 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 Utilitas

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

3. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

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

4. Kepala Seksi Listrik san Instrumentasi

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

5. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

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

6. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

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

7. Kepala Seksi Keuangan

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

8. Kepala Seksi Pemasaran

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

9. Kepala Seksi Tata Usaha

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

10. Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

11. Kepala Seksi Humas

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

12. Kepala Seksi Keamanan

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

13. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

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

14. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

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

4.7.3 Pembagian Jam Kerja

Pabrik Biogas dari kotoran hewan dan sampah pengunjung ini akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau *turn around*. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu:

a. Pegawai non shift yang bekerja selama 6 jam dalam seminggu dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift termasuk karyawan tidak langsung menangani operasi pabrik yaitu direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor atau administrasi, dan divisi-divisi di bawah tanggung jawan non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinu. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai non shift:

   Senin- Kamis : 07.00 - 16.00 (istirahat12.00 – 13.00)

   Jum'at : 07:00 – 16:00 (istirahat 11:00 – 13:00)

   Sabtu : 07:00 – 12:00

   Minggu : Libur, termasuk hari libur nasional

b. Pegawai shift bekerja 24 jam perhari yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses operasi pabrik yaitu kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut:

   Shift I : 08.00 - 16.00

   Shift II : 16.00 - 24.00

   Shift III : 24.00- 08.00

   Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok. Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. Berikut adalah jadwal kerja karyawan shift:

Tabel 4. 22 Jadwal Kerja Karyawan Shift

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	III	III	III	-	I	I	I	II	II	II	-	-
B	-	I	I	I	II	II	II	-	-	III	III	III
C	I	II	II	II	-	-	III	III	III	-	I	I
D	II	-	-	III	III	III	-	I	I	I	II	II

4.7.4 Sistem Gaji dan Fasilitas Karyawan

4.7.5.1 Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu:

a. Gaji Bulanan

Gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan.

b. Gaji Harian

Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c. Gaji Lembur

Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerjapokok.

Berikut adalah perincian jumlah dan gaji karyawan sesuai dengan jabatan:

Tabel 4. 23 Daftar gaji karyawan

Jabatan	**Jumlah**	**Gaji (/orang/bulan)**	**Gaji (/bulan)**	**Gaji (/tahun)**
Direktur Utama	1	45.000.000	45.000.000	540.000.000
Direktur Produksi & Teknik	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000
Direktur Keuangan & Umum	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000
Staff Ahli	1	20.000.000	20.000.000	480.000.000
Ka. Bag. Produksi	1	20.000.000	30.000.000	360.000.000
Ka. Bag. Teknik	1	20.000.000	30.000.000	360.000.000
Ka. Bag. Pemasaran	1	20.000.000	25.000.000	300.000.000
Ka. Bag. Keuangan & Administrasi	1	20.000.000	25.000.000	300.000.000
Ka. Bag. Umum	1	20.000.000	25.000.000	300.000.000
Ka. Bag. K3 & Litbang	1	20.000.000	25.000.000	300.000.000
Ka. Sek. Proses	1	15.000.000	25.000.000	300.000.000
Ka. Sek. Pengendalian	1	15.000.000	25.000.000	300.000.000
Ka. Sek. Laboratorium	1	15.000.000	25.000.000	300.000.000
Ka. Sek. Pemeliharaan	1	15.000.000	25.000.000	300.000.000
Ka. Sek. Utilitas	1	15.000.000	25.000.000	300.000.000
Ka. Sek. Pembelian	1	15.000.000	20.000.000	240.000.000
Ka. Sek. Administrasi	1	15.000.000	20.000.000	240.000.000
Ka. Sek. Kas	1	15.000.000	20.000.000	240.000.000
Ka. Sek. Personalia	1	15.000.000	20.000.000	240.000.000
Ka. Sek. Humas	1	15.000.000	20.000.000	240.000.000
Ka. Sek. Keamanan	1	15.000.000	20.000.000	240.000.000
Ka. Sek. K3	1	15.000.000	15.000.000	240.000.000
Ka. Sek. Litbang	1	15.000.000	15.000.000	240.000.000
Karyawan Proses	5	10.000.000	20.000.000	600.000.000
Karyawan Pengendalian	2	10.000.000	20.000.000	240.000.000
Karyawan Laboratorium	2	7.000.000	14.000.000	168.000.000
Karyawan Pemeliharaan	2	7.000.000	14.000.000	168.000.000
Karyawan Utilitas	4	7.000.000	28.000.000	336.000.000

Tabel 4. 24 Daftar Gaji Karyawan (Lanjutan)

Jabatan	**Jumlah**	**Gaji (/orang/bulan)**	**Gaji (/bulan)**	**Gaji (/tahun)**
Karyawan Administrasi	1	7.000.000	7.000.000	84.000.000
Karyawan Kas	1	7.000.000	7.000.000	84.000.000
Karyawan Personalia	1	7.000.000	7.000.000	84.000.000
Karyawan Humas	2	7.000.000	14.000.000	168.000.000
Karyawan Keamanan	2	7.000.000	14.000.000	168.000.000
Karyawan K3	2	7.000.000	14.000.000	168.000.000
Karyawan Litbang	2	7.000.000	14.000.000	168.000.000
Operator	44	5.000.000	220.000.000	2.640.000.000
Supir	2	2.500.000	5.000.000	60.000.000
Librarian	1	2.000.000	2.000.000	24.000.000
Cleaning service	3	2.000.000	6.000.000	72.000.000
Dokter	1	6.000.000	6.000.000	72.000.000
Perawat	2	3.000.000	6.000.000	72.000.000
Jumlah	**100**	**515.500.000**	**853.000.000**	**10.236.000.000**

4.7.5.2 Kesejahteraan Karyawan

Peningkatan efektifitas kerja pada perusahaan dilakukan dengan cara pemberian fasilitas untuk kesejahteraan karyawan. Upaya yang dilakukan selain memberikan upah resmi adalah memberikan beberapa fasilitas lain kepada setiap tenaga kerja berupa:

1. Fasilitas cuti tahunan selama 12 hari.
2. Fasilitas cuti sakit berdasarkan surat keterangan dokter.
3. Tunjangan hari raya dan bonus berdasarkan jabatan.
4. Pemberian *reward* bagi karyawan yang berprestasi.

5. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja lebih dari jumlah jam kerja pokok.
6. Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian bagi keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia baik karena kecelakaan sewaktu bekerja.
7. Pelayanan kesehatan berupa biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit akibat kecelakaan kerja.
8. Penyediaan kantin, tempat ibadah, dan sarana olah raga.
9. Penyediaan seragam dan alat-alat pengaman (sepatu dan sarung tangan).
10. *Family Gathering Party* (acara berkumpul semua karyawan dan keluarga) setiap satu tahun sekali.

4.8 Evaluasi Ekonomi

Analisa ekonomi berfungsi untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak layak jika didirikan.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

1. Modal (*Capital Invesment*)
    a. Modal tetap (*Fixed Capital Invesment*)
    b. Modal kerja (*Working Capital Invesment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
    a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
    b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)

c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)

3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)

4. Analisa Kelayakan Ekonomi

   a. *Percent Return on invesment* (ROI)

   b. *Pay out time* (POT)

   c. *Break event point* (BEP)

   d. *Shut down point* (SDP)

   e. *Discounted cash flow* (DCF)

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensional didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan.

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan:

a. *Percent Return on Investment* (ROI)

   Percent Return on Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan.

b. *Pay Out Time* (POT)

   Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya capital investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

c. *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point adalah titik impas dimana tidak mempunyai suatu keuntungan/kerugian.

d. *Shut Down Point (*SDP)

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 keuntungan).

e. *Discounted Cash Flow*

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan "*Discounted Cash Flow*" merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

4.8.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Berikut adalah indeks harga yang disebut CEP indeks atau *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI).

Tabel 4. 25 Indeks Harga

1	1995	381.1
2	1996	381.7
3	1997	386.5
4	1998	389.5
5	1999	390.6
6	2000	394.1
7	2001	394.3
8	2002	395.6
9	2003	402
10	2004	444.2
11	2005	468.2
12	2006	499.6
13	2007	525.4
14	2009	521.9
15	2010	550.8
16	2011	585.7
17	2012	584.6
18	2013	567.3
19	2014	576.1
20	2015	556.8
21	2016	541.7

Sumber: *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI) (www.che.com)

Untuk memperkirakan harga alat, ada dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga. (Aries & Newton, 1955)

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

Dimana : Ex : Harga alat pada tahun x

Ey : Harga alat pada tahun y

Nx : Index harga pada tahun x

Ny : Index harga pada tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak ada spesifikasi di referensi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan: (Peters & Timmerhaus, 1980)

$$Eb = Ea\left[\frac{Cb}{Ca}\right]^{0,6}$$

Dimana: Ea : Harga alat a

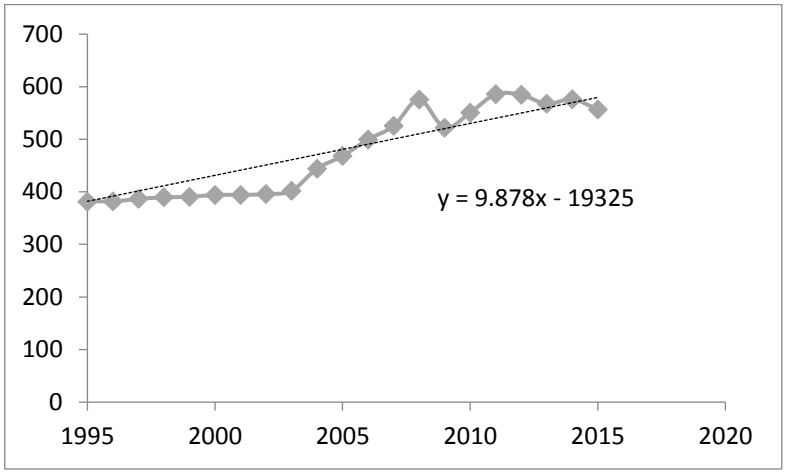
Eb : Harga alat b

Ca : Kapasitas alat a

Cb : Kapasitas alat b

Untuk menentukan nilai indeks CEP berdasarkan dari harga yang sudah ada seperti yang dikemukan oleh Peters dan Timmerhaus tahun 1980 serta data-data yang diperoleh dari *www.alibaba.com.*

Berdasarkan data nilai CEP indeks yang ada kemudian dilakukan perhitungan menggunakan metode regresi linear untuk mengetahui nilai CEP index pada tahun referensi dan tahun pembelian.



Gambar 4.6 Grafik Tahun vs Indeks Harga

Dari grafik tahun vs indeks harga diperoleh persamaan regresi linier y= 9,878x – 19325 sehingga didapat indeks harga pada tahun referensi dan tahun pembelian yang ditentukan.

Tabel 4.26 Indeks Harga Tahun 2022

Tahun	Index
2016	589.05
2017	598.93
2018	608.80
2019	618.68
2020	628.56
2021	638.44
2022	648.32
2023	658.19

Nilai CEP index pada tahun referensi yaitu tahun 2018 adalah 608,8040. Sementara nilai CEP indeks pada tahun pembelian yaitu tahun 2022 adalah 648,32. Berdasarkan nilai CEP indeks tersebut, diperoleh harga alat sebagai berikut :

Tabel 4. 27 Harga Alat Proses

No	Nama Alat	Kode Alat	Harga
1	Absorber	AB	$ 10.649
2	Bak Penampung 1	BP-01	$ 10.981
3	Bak Penampung 2	BP-02	$ 3.790
4	Screw Feeder	BP-03	$ 3.727
5	Belt Conveyor 1	BC-01	$ 4.579
6	Blower	BL	$ 12.566
7	Kompresor	C-01	$ 21,298
8	Kompresor	C-02	$ 21,298
9	Centrifuge	CN	$ 4.260
10	*Mixer*	M	$ 1.065
11	Pompa 1	P-01	$ 26.439
12	Pompa 2	P-02	$ 26.439
13	Pompa 3	P-03	$ 106
14	Pompa 4	P-04	$ 106
15	Reaktor	R	$ 56.653
16	*Shredder*	SR	$ 3.727
17	Tangki Produk	T-02	$ 3.833
18	Tangki NaoH	T-01	$ 15.000

Tabel 4. 28 Harga alat utilitas

No	Nama Alat	Kode Alat	Harga
1	Bak Koagulasi dan Flokulasi	BU-01	$ 10.649
2	Bak Penampung I	BU-02	$ 1.093
3	Bak Penampung II	BU-03	$ 1.093
4	Bak Penampung Sementara	BU-04	$ 1.093
5	*Electrical Heater*	H-01	$ 32
6	*Screening*	FU-01	$ 2.236
7	*Sand Filter*	FU-02	$ 3.194
8	Reservoir	RU-01	$ 2.130

Tabel 4. 29 Harga alat utilitas (Lanjutan)

No	Nama Alat	Kode Alat	Harga
9	Tangki Larutan Alum	TU-01	$ 639
10	Tangki Klorinasi	TU-02	$ 1.278
11	Tangki Kaporit	TU-03	$ 1.278
12	Tangki Air Bersih	TU-04	$ 1.065
13	Tangki Service Water	TU-05	$ 2.503
14	Tangki Air bertekanan	TU-06	$ 1.278
15	Tangki Penyimpanan Air Proses	TU-08	$ 1.065
16	Pompa Utilitas-01	PU-01	$ 106
17	Pompa Utilitas-02	PU-02	$ 106
18	Pompa Utilitas-03	PU-03	$ 106
19	Pompa Utilitas-04	PU-04	$ 106
20	Pompa Utilitas-05	PU-05	$ 106
21	Pompa Utilitas-06	PU-06	$ 106
22	Pompa Utilitas-07	PU-07	$ 106
23	Pompa Utilitas-08	PU-08	$ 106
24	Pompa Utilitas-09	PU-09	$ 106
25	Pompa Utilitas-10	PU-10	$ 106
26	Pompa Utilitas-11	PU-11	$ 106
27	Pompa Utilitas-12	PU-12	$ 106
28	Pompa Utilitas-13	PU-13	$ 106
29	Pompa Utilitas-14	PU-14	$ 106
30	Pompa Utilitas-15	PU-15	$ 106
25	Pompa Utilitas-16	PU-16	$ 106
26	Pompa Utilitas-17	PU-17	$ 106

4.8.2 Dasar Perhitungan

a. Kapasitas produksi : 3207 Ton/Tahun

b. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja

c. Umur alat : 10 tahun

d. Kurs mata uang : $ 1 = Rp. 14.569

e. Tahun pabrik didirikan : 2022

4.8.3 Perhitungan Biaya

4.8.3.1 Modal (*Capital investment*)

Capital investment adalah biaya untuk pengadaan fasilitas-fasilitas pabrik beserta kelengkapannya dan biaya untuk mengoperasikan pabrik. Terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

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

Tabel 4. 30 Physichal Plant Cost (PPC)

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Purchased Equipment Cost*	Rp 4.836.777.126	$ 331.981
2	*Delivered Equipment Cost*	Rp 1.209.194.281	$ 82.995
3	*Installation Cost*	Rp 740.632.715	$ 50.835
4	*Piping Cost*	Rp 1.113.498.461	$ 76.427
5	*Instrumentation Cost*	Rp 599.968.308	$ 41.180
6	*Insulation Cost*	Rp 177.695.069	$ 12.781

Tabel 4.31 Physical Plant Cost (PPC) (Lanjutan)

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
7	*Electrical Cost*	Rp 725.516.569	$ 51.455
8	*Land & Yard Improvement*	Rp 26.907.000.000	$ 1.846.810
9	*Building Cost*	Rp 28.732.500.000	$ 1.972.106
Physical Plan Cost (PPC)		**Rp 65.042.782.529**	**$ 4.464.327**

Tabel 4. 32 *Direct Plant Cost* (DPC)

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Engineering & Construction*	Rp 16.260.695.632	$ 1.116.082
Total (DPC + PPC)		**Rp 81.303.478.162**	**$ 5.580.408**

Tabel 4. 33 Fixed Capital Investment (FCI)

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Plan Cost*	Rp 81.303.478.162	$ 5.580.408
2	*Contractor's fee*	Rp 3.252.139.126	$ 223.216
3	*Contingency*	Rp 8.130.347.816	$ 558,041
Fixed Capital Investment (FCI)		**Rp 92.685.965.104**	**$ 6.361.665**

b. *Working Capital Investment*

Working Capital investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan/mengoperasikan suatu pabrik selama waktu tertentu.

Tabel 4. 34 Total Working Capital Investment (TWCI)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material Inventory*	Rp 100.035.285	$ 6.866
2	*In Process Inventory*	Rp 225.844.672	$ 15.501
3	*Product Inventory*	Rp 4.516.893.448	$ 310.025
4	*Extended Credit*	Rp 7.792.572.046	$ 534.857
5	*Available Cash*	Rp 4.516.893.448	$ 310.025
Working Capital Investment		**Rp 17.152.238.900**	**$ 1.177.274**

4.8.3.2 Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

Manufacturing cost merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

a. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Adalah pengeluaran langsung dalam pembuatan suatu produk.

b. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Adalah pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk.

c. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Adalah pengeluaran tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 4. 35 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Raw Material*	Rp 366.796.044	$ 25.176
2	*Labor*	Rp 10.236.000.000	$ 702.566
3	*Supervision*	Rp 1.023.600.000	$ 70.257
4	*Maitenance*	Rp 5.561.157.906	$ 381.700
5	*Plant Supplies*	Rp 834.173.686	$ 57.255
6	*Royalty and Patents*	Rp 857.182.925	$ 58.834
7	*Utilities*	Rp 2.508.912.655	$ 172.204
Direct Manufacturing Cost (DMC)		**Rp 21.387.823.216**	**$ 1.467.991**

Tabel 4. 36 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Payroll Overhead*	Rp 1.535.400.000	$ 105.385
2	*Laboratory*	Rp 1.023.600.000	$ 70.257
3	*Plant Overhead*	Rp 5.118.000.000	$ 351.283
4	*Packaging and Shipping*	Rp 8.571.829.251	$ 558.343
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		**Rp 16.248.829.251**	**$ 1.115.267**

Tabel 4. 37 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Depreciation*	Rp 9.268.596.510	$ 636.167
2	*Property taxes*	Rp 1.853.719.302	$ 127.233
3	*Insurance*	Rp 926.859.651	$ 63.617
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		**Rp 12.049.175.464**	**$ 827.016**

Tabel 4. 38 Total Manufacturing Cost (TMC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Manufacturing Cost*	Rp 21.387.823.216	$ 1.467.991
2	*Indirect Manufacturing Cost*	Rp 16.248.829.251	$ 1.115.267
3	*Fixed Manufacturing Cost*	Rp 12.049.175.464	$ 827.016
Manufacturing Cost		**Rp 42.531.183.491**	**$ 3.410.275**

4.8.3.3 Pengeluaran Umum (General Expense)

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost.*

Tabel 4. 39 General Expense (GE)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Administration*	Rp 1.490.574.838	$ 102.308
2	*Sales expense*	Rp 2.484.291.397	$ 170.514
3	*Research*	Rp 1.739.003.978	$ 119.360
4	*Finance*	Rp 4.393.528.160	$ 301.558
5	*PPH 21*	Rp 183.615.000	$ 12.603
General Expense (GE)		**Rp 10.291.013.372**	**$ 706.342**

Tabel 4. 40 *Total Production Cost* (TPC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Manufacturing Cost (MC)*	Rp 49.685.827.931	$ 3.410.275
2	*General Expense (GE)*	Rp 10.291.013.372	$ 706.342
Total Production Cost (TPC)		**Rp 59.976.841.303**	**$ 4.116.617**

4.8.3.4 Analisis Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 85.718.292.511

Total biaya produksi : Rp 59.976.841.303

Keuntungan : Total penjualan - Total biaya produksi

: Rp 25.741.451.208

Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak : 32% x Rp 25.741.451.208

: Rp 8.237.264.387

Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak – pajak

: Rp 17.504.186.821

4.8.4 Analisis Kelayakan

1. *Return on Investment* (ROI)

Return on investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan

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

a. ROI sebelum pajak (ROI_b)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko tinggi minimun adalah 11-44%. (Aries & Newton, 193).

ROI_b = 27,77 % (pabrik memenuhi kelayakan)

b. ROI setelah pajak (ROI_a)

ROI_a = 18,89 %

2. *Pay Out Time* (POT)

Pay out time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai.

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

a. POT sebelum pajak (POT_b)

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko tinggi maksimum adalah 5 tahun. (Aries & Newton, 196).

POT_b = 2,6 Tahun (pabrik memenuhi kelayakan)

b. POT setelah pajak (POT_a)

POT_a = 3,5 Tahun

3. *Break Even Point* (BEP)

Break even point adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Untuk menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan. Nilai BEP pabrik kimia pada umumnya adalah 40 – 60 %.

$$\text{BEP} = \frac{Fa+0.3Ra}{Sa-Va-0.7Ra} x100\%$$

Tabel 4. 41 *Annual Fixed Cost* (Fa)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Depreciation*	Rp 9.268.596.510	$ 636.167
2	*Property taxes*	Rp 1.853.719.302	$ 127.233
3	*Insurance*	Rp 926.859.651	$ 63.617
Fixed Cost (Fa)		**Rp 12.049.175.464**	**$ 827.016**

Tabel 4. 42 *Annual Variable Cost* (Va)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw material*	Rp 366.796.044	$ 25.176
2	*Packaging & shipping*	Rp 8.571.829.251	$ 588.343
3	*Utilities*	Rp 2.508.912.655	$ 172.204
4	*Royalties and Patents*	Rp 857.182.925	$ 58.834
Variable Cost (Va)		**Rp 12.304.720.875**	**$ 844.556**

Tabel 4. 43 *Annualegulated Cost* (Ra)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Labor cost*	Rp 10.236.000.000	$ 702.566
2	*Plant overhead*	Rp 5.118.000.000	$ 351.283
3	*Payroll overhead*	Rp 1.535.400.000	$ 105.385
4	*Supervision*	Rp 1.023.600.000	$ 70.257
5	*Laboratory*	Rp 1.023.600.000	$ 70.257
6	*Administration*	Rp 1.490.574.838	$ 102.308
7	*Finance*	Rp 4.393.528.160	$ 301,558
8	*Sales expense*	Rp 2.484.291.397	$ 170.514
9	*Research*	Rp 1.739.003.978	$ 119.360
10	*Maintenance*	Rp 5.561.157.906	$ 381.700
11	*Plant supplies*	Rp 834.173.686	$ 57.255
12	*PPH 21*	Rp 183.615.000	$ 12.603
Regulated Cost (Ra)		**Rp 35.622.944.964**	**$ 2.445.044**

Tabel 4. 44 *Annual Sales Cost* (Sa)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Annual Sales Cost*	Rp 85.718.292.511	$ 5.883.247
Annual Sales Cost (Sa)		**Rp 85.718.292.511**	**$ 5.883.247**

BEP = 46,90 % (pabrik memenuhi kelayakan)

4. *Shut Down Point* (SDP)

Shut down point adalah saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost.*

$$\text{SDP} = \frac{0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} x100\%$$

SDP = 22,05 %

5. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

Discounted cash flow rate of return adalah laju bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

Umur pabrik (n)	: 10 tahun
Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp 92.685.965.104
Working Capital Investment (WCI)	: Rp 17.152.238.900
Salvage value (SV) = Depresiasi	: Rp 9.268.596.510
Cash flow (CF)	: Rp 21.898.351.148

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

Persamaan untuk menentukan DCFR:

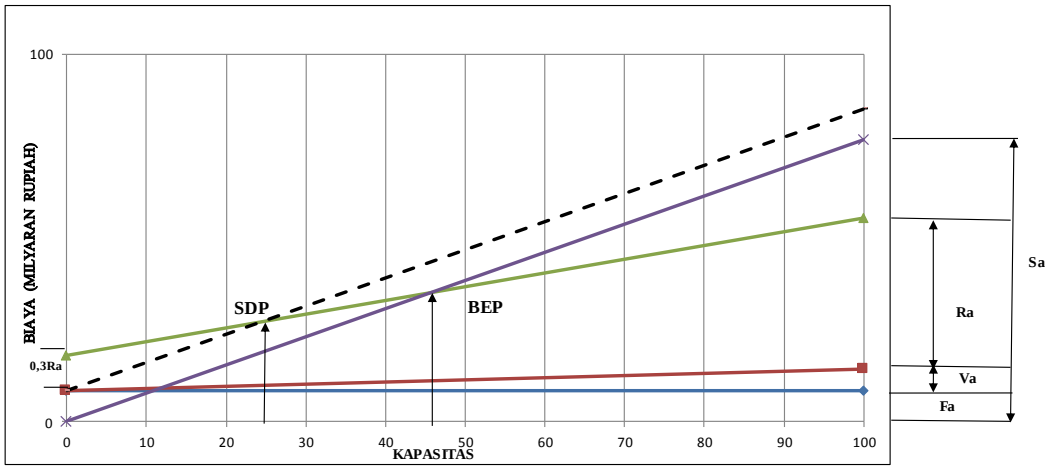
$$\frac{(WC + FCI)x(1+i)^{10}}{CF} = \left[(1+i)^9 + (1+I)^8 + ... + (1+i) + 1\right] + \frac{(WC + SV)}{CF}$$

R = S

Dengan *trial & error* diperoleh nilai i : 0,1433

DCFR	: 14,33%
Minimum nilai DCFR	: 1.5 x bunga pinjaman bank (Aries Newton)
Bunga bank	: 6,0 %
Kesimpulan	: Memenuhi syarat (1,5 x 6,0% = 9,0%)

(Didasarkan pada suku bunga pinjaman di bank saat ini adalah 6,0% ,*www.bi.go.id*, berlaku mulai November 2018)



Gambar 4.7 Grafik BEP dan SDP

Keterangan :

Fa = Annual Fixed Cost

Va = Annual Variable Cost

Ra = Annual Regulated Cost

Sa = Annual Sales Cost (Sa)