

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Untuk itu pemilihan lokasi yang tepat sangat diperlukan sejak tahap perancangan dengan memperhatikan berbagai macam pertimbangan. Pertimbangan utama yaitu lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik (*Peters and Timmerhaus, 2003*).

Pabrik glukosa dari jagung dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Gresik, Jawa Timur. Adapun pertimbangan-pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi.

Adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

1. Penyediaan Bahan Baku

Penyediaan bahan baku relatif mudah karena bahan baku glukosa tidak perlu mengimpor. Bahan Baku direncanakan diperoleh dari Jawa Timur, yang mana menurut data BPS provinsi Jawa Timur menghasilkan kurang lebih 5.760.959 ton per tahun sehingga kebutuhan bahan baku pabrik terpenuhi dan juga dapat mempermudah pengiriman bahan baku ke lokasi pabrik.

2. Pemasaran

Kebutuhan sirup glukosa sebagian besar digunakan dalam industri makanan seperti penyedap rasa, pembuat Mono Sodium Glutamat dan lain-lain. Lokasi yang tidak terlalu jauh dari kota besar seperti Surabaya yang merupakan *center* dari Indonesia sehingga pemasaran akan mudah dilakukan, kedaerah Indonesia bagian barat maupun Timur.

3. Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku dan penyaluran produk, terdapat transportasi yang lancar baik darat dan laut.

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.

5. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Air digunakan sebagai air proses, air sanitasi dan air umpan ketel uap. Kebutuhan air ini dapat dipenuhi dengan baik dan murah karena area kawasan ini memiliki sumber aliran sungai. Kebutuhan akan air ini diperoleh dari sungai Bengawan Solo. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan cukup mudah. Energi merupakan faktor utama dalam operasional pabrik.

6. Letak Geografis

Letak pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam. Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi yang memilih masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting yang akan menentukan kelancaran perusahaan dalam menjalankan operasinya. Dari pertimbangan tersebut maka area tanah yang tersedia memenuhi persyaratan untuk pembangunan sebuah pabrik.

4.1.2 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri.

Adapun faktor-faktor sekunder adalah sebagai berikut :

1. Perluasan Areal Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan industri Gresik, Jawa Timur yang relatif tidak padat penduduknya sehingga masih memungkinkan perluasan area pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a. Segi keamanan kerja terpenuhi.
- b. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
- d. Transportasi yang baik dan efisien.

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia. Selain itu fasilitas-fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk.

Selain peralatan yang tercantum dalam flow sheet proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain sebagainya harus terletak pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, kontrol, keamanan, dan ekonomi. Selain itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat-alat produksi sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah :

1. Daerah Proses

Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi.

Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

2. Perluasan Pabrik

Perluasan pabrik dan penambahan bangunan dimasa mendatang harus sudah masuk dalam perhitungan awal. Sehingga sejumlah areal khusus sudah harus disiapkan sebagai perluasan pabrik bila suatu saat dimungkinkan pabrik menambah peralatannya untuk menambah kapasitas.

3. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam menentukan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengamanan seperti hidran, penampung air yang cukup, dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus dan perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

4. Luas Area yang Tersedia

Harga tanah menjadi faktor yang membatasi kemampuan penyediaan areal, sehingga bila harga tanah sedemikian tinggi maka kadang-kadang diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian ruang.

5. Bangunan

Bangunan yang ada secara fisik harus memenuhi standar dan perlengkapan yang menyertainya seperti ventilasi, instalasi, dan lain-lainnya tersedia dan memenuhi syarat.

6. Penempatan Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses di tata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah menjangkaunya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

7. Jaringan Jalan Raya

Untuk pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka diantara daerah proses dibuat jalan yang cukup untuk memudahkan mobil keluar masuk, sehingga bila terjadi suatu bencana maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulangnya.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

- 1) Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung.

Areal ini terdiri dari :

- a) Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
- b) Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
- c) Fasilitas–fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, koperasi, kantin, *sport centre* dan masjid.

2) Daerah proses dan perluasan.

Merupakan lokasi alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya.

3) Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.

4) Daerah utilitas dan pemadam kebakaran

Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

Dalam uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

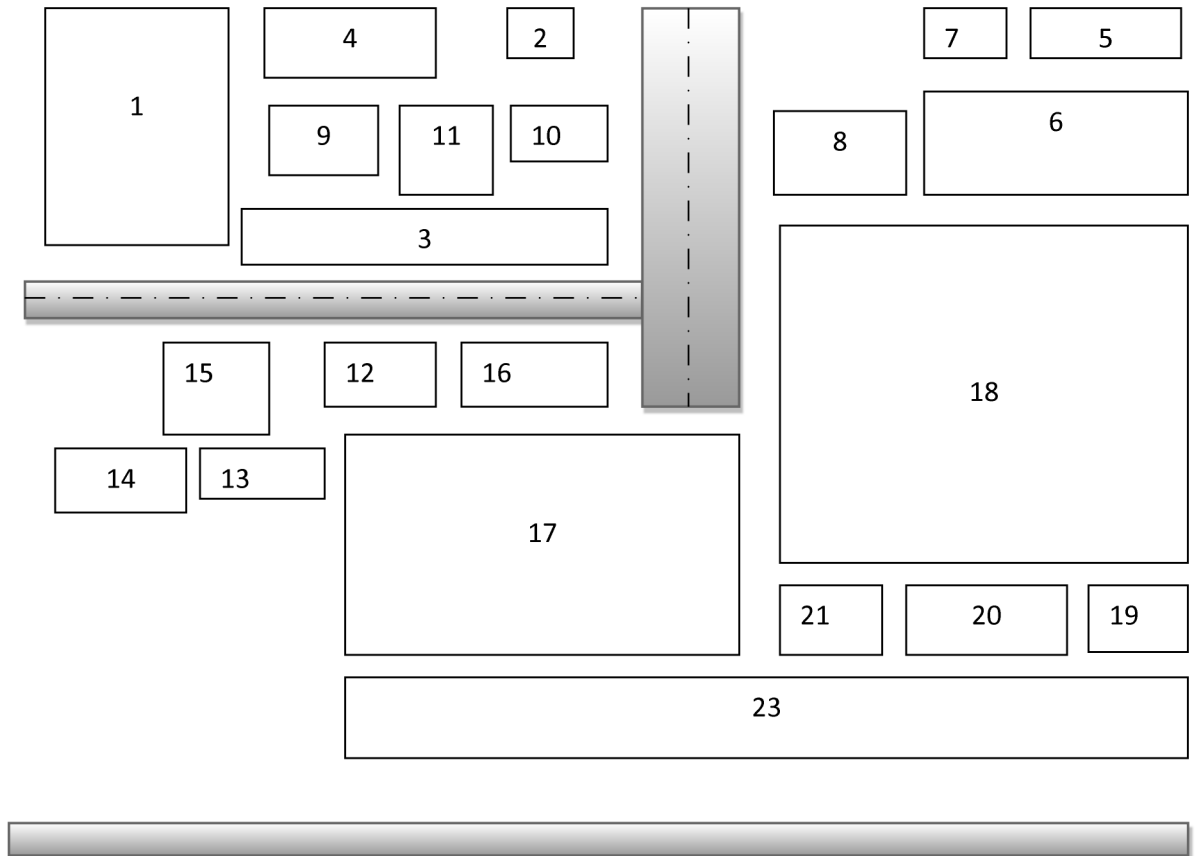
- a. Mengadakan integrasi terhadap semua faktor yang mempengaruhi produk.
- b. Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai dengan jalannya diagram alir proses.
- c. Mengerjakan perpindahan bahan sesedikit mungkin.
- d. Menggunakan seluruh areal secara efektif.
- e. Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan.

- f. Mengadakan pengaturan alat-alat produksi yang fleksibel.

Gambar peta situasi pabrik dapat dilihat dalam gambar tata letak pabrik (*plant lay out*) glukosa dari jagung dengan kapasitas 50.000 ton/tahun.

LAY OUT PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI JAGUNG

KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



Keterangan :

Skala 1 : 1000

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| 1. Kantor Utama | 10. Masjid | 19. Pembangkit Uap |
| 2. Pos Keamanan | 11. Kantin | 20. Control Room |
| 3. Mess Karyawan | 12. Bengkel | 21. Control Utilitas |
| 4. Parkir Tamu | 13. Unit Pemadam Kebakaran | 22. Jalan Dan Taman |
| 5. Parkir Truk | 14. Unit Pengolahan Air | 23. Perluasan Pabrik |
| 6. Area Bahan Baku | 15. Gudang Alat | |
| 7. Ruang Timbang Truk | 16. Laboratorium | |
| 8. Ruang Teknik & Produksi | 17. Utilitas | |
| 9. Klinik | 18. Area Proses | |



Gambar 4.1. Tata Letak Pabrik Sirup Glukosa

Tabel 4.1 Areal Bangunan Pabrik Sirup Glukosa

lokasi	panjang, m	lebar, m	luas, m ²
	m	m	m ²
Kantor utama	45	15	675
Pos Keamanan/satpam	7	4	28
Mess	16	36	576
Parkir Tamu	12	22	264
Parkir Truk	12	18	216
Area Bahan Baku	25	30	750
Ruang timbang truk	12	6	72
Kantor teknik dan produksi	20	14	280
Klinik	10	10	100
Masjid	10	9	90
Kantin	12	10	120
Bengkel	10	13	130
Unit pemadam kebakaran	15	13	195
Unit Pengolahan Air	15	17	255
Gudang alat	22	10	220
Laboratorium	12	16	192
Utilitas	60	50	3000
Area proses	90	50	4500
Pembangkit Uap	10	10	100
Control Room	10	20	200
Control Utilitas	10	10	100
Jalan dan taman	55	40	2200
Perluasan pabrik	20	110	2200
Luas Tanah			16463
Luas Bangunan			12063

Total	616	427	16463
--------------	------------	------------	--------------

4.3 Tata Letak Alat Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan juga pada elevasi pipa, dimana untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Selain itu, perlu juga diperhatikan arah hembusan angin.

3. Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi.

4. Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak 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. Tata letak alat proses

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

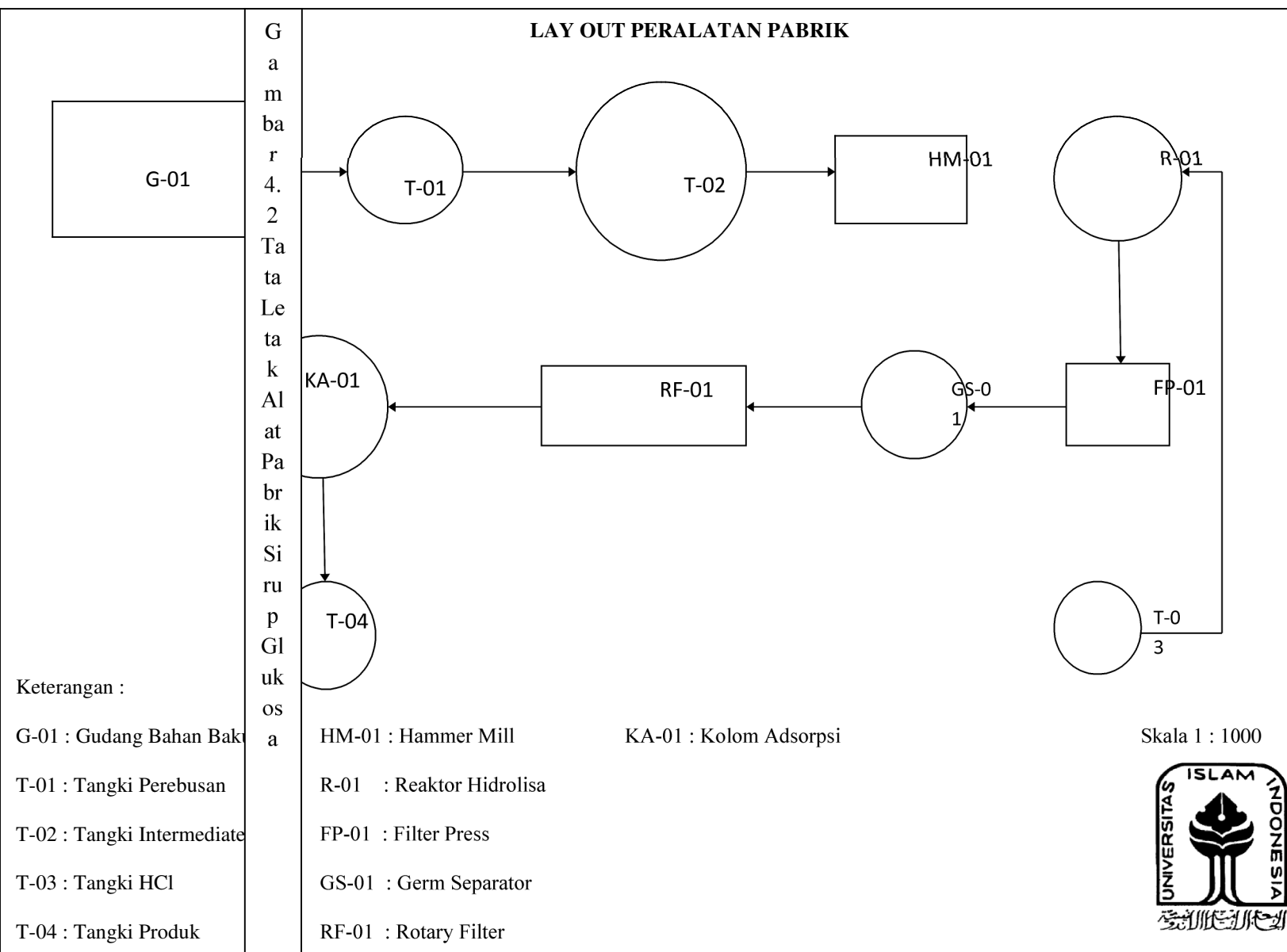
6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya.

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
- c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi pengeluaran untuk kapital yang tidak penting.
- d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.
- e. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.

Berikut gambar peta situasi pabrik dapat dilihat dalam gambar tata letak alat (*equipment lay out*) Pabrik sirup glukosa dari jagung dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun.



4.4.2 Neraca Massa Tiap Alat

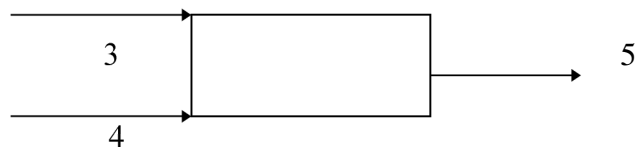
1. Tangki Perebusan



Tabel. 4.3 Neraca Massa Tangki Perebusan

Komponen	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	alur 1	alur 2	alur 3
Protein	862.3526		862.3526
Lemak	418.6178		418.6178
Serat Kasar	184.1918		184.1918
Abu	142.3300		142.3300
Pati	5885.7659		5885.7659
Air	879.0973	4186.1778	5065.2750
sub total	8372.3554		12558.5331
TOTAL	12558.5331	12558.5331	

2. Reaktor Hidrolisa

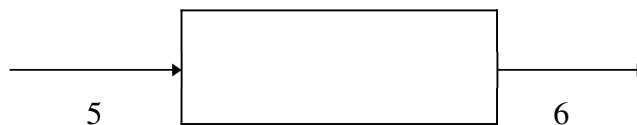


Tabel. 4.4 Neraca Massa Reaktor Hidrolisa

Komponen	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	alur 3	alur 4	alur 5
Protein	862.3526		862.3526
Lemak	418.6178		418.6178
Serat Kasar	184.1918		184.1918
Abu	142.3300		142.3300
Pati	5885.7659		117.7153

Air	5065.2750	1582.3751	6006.7557
HCl		929.3315	929.3315
Glukosa			6344.8556
Komponen	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	alur 3	alur 4	alur 5
HMF			64.0895
sub total	12558.5331	2511.7066	15070.2397
TOTAL	15070.2397	15070.2397	

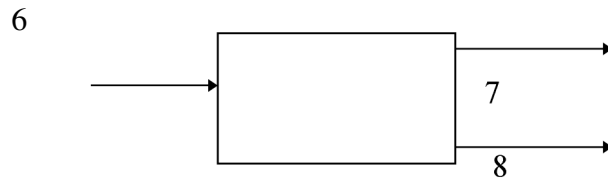
3. Cooler 01



Tabel 4.5 Neraca Massa Cooler 01

Komponen	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	arus 5	arus 6
Protein	862.3526	862.3526
Lemak	418.6178	418.6178
Serat Kasar	184.1918	184.1918
Abu	142.3300	142.3300
Pati	117.7153	117.7153
Air	6006.7557	6006.7557
HCl	929.3315	929.3315
Glukosa	6344.8556	6344.8556
HMF		64.0895
SUB	15070.2397	15070.2397
TOTAL	15070.2397	15070.2397

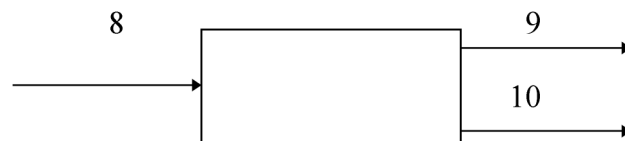
4. Filter Press



Tabel 4.6 Neraca Massa Filter Press

Komponen	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	arus 6	arus 7	arus 8
Protein	862.3526	858.0408	4.3118
Lemak	418.6178		418.6178
Serat Kasar	184.1918	184.1918	0
Abu	142.3300		142.3300
Pati	117.7153	117.1267	0.5886
Air	6006.7557	30.0338	5976.7219
HCl	929.3315		929.3314
Glukosa	6344.8556	31.7243	6313.1313
HMF	64.0895		64.0895
SUB	15070.2397	1221.1174	13849.1223
TOTAL	15070.2397	15070.2397	

5. Germ Separator



Tabel 4.7 Neraca Massa germ Separator

Komponen	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	arus 8	arus 9	arus 10
Protein	4.3118		4.3118

Lemak	418.6178	416.5247	2.0931
Abu	142.3300		142.3300
Pati	0.5886	0.5856	0.0029
Air	5976.7219		5976.7219
HCl	929.3314		929.3314
Komponen	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	arus 8	arus 9	arus 10
Glukosa	6313.1313		6313.1313
HMF	64.0895		64.0895
SUB	13849.1223	417.1103	13432.0120
TOTAL	13849.1223	13849.1223	

6. Rotary Filter

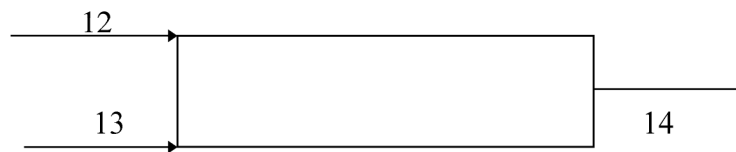


Tabel 4.8 neraca Massa Rotary Filter

Komponen	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	arus 10	arus 11	arus 12
Protein	4.3118		4.3118
Lemak	2.0931		2.0931
Abu	142.3300	142.3300	0
Pati	0.0029		0.0029
Air	5976.7219		5976.7219
HCl	929.3314		929.3314
Glukosa	6313.1313		6313.1313

HMF	64.0895		64.0895
SUB	13432.0120	142.3300	13289.6819
TOTAL	13432.0120	13432.0120	

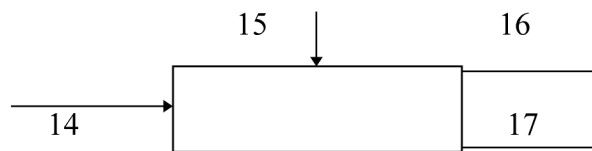
7. Tangki Netralisasi



Tabel 4.9 Neraca Massa Tangki Netralisasi

Komponen	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	arus 12	arus 13	arus 14
Protein	4.3118		4.3118
Lemak	2.0931		2.0931
Pati	0.0029		0.0029
Air	5976.7219	657.4470	6634.1690
HCl	929.3314		929.3314
Glukosa	6313.1313		6313.1313
HMF	64.0895		64.0895
SUB	13289.6800	657.4470	9069.4489
TOTAL	13947.12898		13947.12898

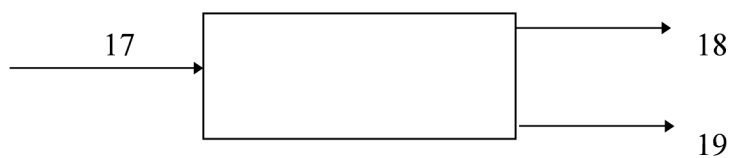
8. Kolom Adsorpsi



Tabel 4.10 Neraca Massa Kolom Adsorpsi

Komponen	(Kg/Jam)	perbandingan 1:10 (Kg/Jam)	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	arus 14	arus 15	arus 16	arus 17
Protein	4.3118			4.3118
Lemak	2.0931			2.0931
Pati	0.0029			0.0029
Air	6634.1690			6634.1690
Glukosa	6313.1313			6313.1313
HMF	64.0895		64.0895	0
HCl	929.3314			929.3314
Karbon Aktif		1226.0995	1226.0995	
SUB	13947.1290	1226.0995	1290.1890	13883.0395
TOTAL	15173.2285		15173.2285	

9. Evaporator 01



Tabel 4.11 Neraca Massa Evaporator 01

Komponen	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	arus 17	arus 18	arus 19
Protein	4.3118		4.3118
Lemak	2.0931		2.0931
Pati	0.0029		0.0029
Komponen	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	arus 17	arus 18	arus 19
Air	6634.1690	5174.6518	1459.5172
HCl	929.3314	898.2152	31.1162
Glukosa	6313.1313		6313.1313
SUB	13883.0395	6072.8670	7810.1725
TOTAL	13883.0395	13883.0395	

4.4.3 Neraca Panas

Suhu referensi = 25°C

- Tangki Perebusan

Tabel 4.12 Neraca Panas Tangki Perebusan

Komponen	Masuk(kJ/kg)	Keluar(kJ/kg)
Protein	11089.4234	55447.1168
Lemak	5540.1969	27700.9845
Serat Kasar	2366.6807	11833.4034
Abu	999.3989	5034.4271
Pati	75626.2955	378131.0276
Air	18298.5865	528675.4179

	87136.1263	
Panas yang masuk	805765.7592	
Total	1006822.3770	1006822.3770

- Reaktor Hidrolisa

Tabel 4.13 Neraca Panas Reaktor Hidrolisa

Komponen	Masuk (kJ/kg)	Keluar(kJ/kg)
Protein	55447.1168	121983.6570
Pati	378131.0276	16637.7652
Serat Kasar	11833.4034	26033.4875
Abu	5034.4271	11199.7375
Air	528675.4179 32937.4557	1384463.333
Glukosa		818118.3703
HMF		6432.9786
HCl	11136.1788	59705.3638
Lemak	27700.9844	60942.1658
Steam	73576067.78	
Panas Reaksi		721221446.94

Total	74626963.8	74626963.8
-------	------------	------------

- Cooler 01

Tabel 4.14 Neraca Panas Cooler 01

Komponen	Masuk (kJ/kg)	Keluar(kJ/kg)
Protein	121983.6570	30182.3413
Pati	16637.7652	16566.7648
Serat Kasar	26033.4875	16566.7648
Abu	11199.7375	7074.3012
Air	1384463.3330	878872.4531
Glukosa	818118.3703	520620.7811
HMF	6432.9786	4093.7136
HCl	59705.3638	87174.5428
Lemak	60942.1658	38781.3782
Air Pendingin	-905583.8174	
Total	1599933.041	1599933.041

- Heater

Tabel 4.15 Neraca Panas Heater

Komponen	Masuk (kJ/kg)	Keluar(kJ/kg)
Protein	388.1298	609.9183

Pati	0.2647	0.4159
Air	874478.0908	1374179.857
Glukosa	518017.6772	814027.7784
HMF	4093.7136	6432.9786
HCl	87174.5428	136988.5673
Lemak	193.9069	304.7108
Panas yang masuk	848197.9005	
Total	2332544.226	2332544.226

- Cooler 02

Tabel 4.16 Neraca Panas Cooler 02

Komponen	Masuk (kJ/kg)	Keluar(kJ/kg)
Protein	864.9750	388.1298
Pati	0.5899	0.2647
Air	86514.4842	393515.1409
Glukosa	107998.6029	518017.6772
HMF	9123.1333	4093.7136
Lemak	432.1353	193.9069
Air Pendingin	-335165.8795	

Total	916208.8331	916208.8331
-------	-------------	-------------

- Evaporator 01

Tabel 4.17 Neraca Panas Evaporator 01

Komponen	Masuk (kJ/kg)	Keluar(kJ/kg)
Protein	388.1298	366.4999
Pati	0.2647	0.6428
Air	393515.1409	211552.1357 750048.4811
Glukosa	518017.6772	1258042.93
Lemak	193.9069	470.9167
Steam	1308366.487	
Total	2220481.607	2220481.607

- Cooler-3

Tabel 4.18 Neraca Panas Cooler 03

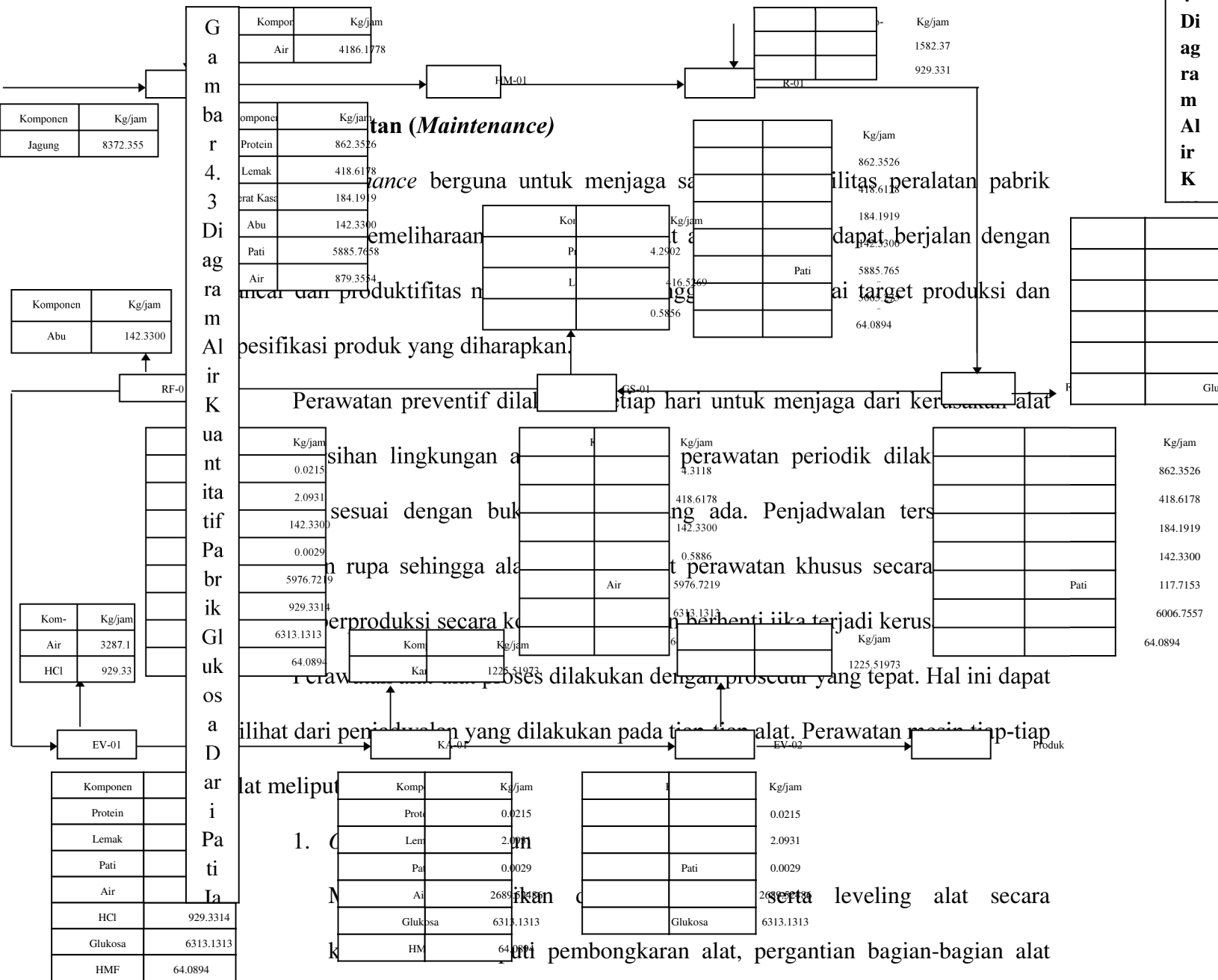
Komponen	Masuk (kJ/kg)	Keluar(kJ/kg)
Protein	366.4999	388.1298
Pati	0.6428	0.2647

Air	211552.1357	86573.3310
Glukosa	1258042.93	518017.6772
Lemak	470.9167	193.9069
Air Pendingin	-865259.8158	
Total	605173.3096	605173.3096

- Kondensor

Tabel 4.19 Neraca Panas Kondensor

Komponen	Masuk (kJ/kg)	Keluar (kJ/kg)
H ₂ O	107998.6029	2783.8886
HCl	12866.8838	5188.2517
Air Pendingin	-112893.3464	
Total	7972.1404	7972.1404



Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

1. Umur alat

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

2. Bahan baku

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

3. Tenaga manusia

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

4.6 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
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyedia Udara Instrumen
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

4.6.1.1 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 ethanol ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- 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.
- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

1) Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut :

- a) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b) Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c) Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d) Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e) Tidak terdekomposisi.

2) Air Umpan *Boiler* (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

- a) Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 . O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- b) Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silica.

- c) Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

- 3) 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:

- Suhu : Dibawah suhu udara
- Warna : Jernih
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau

- b) Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri, terutama bakteri yang pathogen.

4.6.1.2 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 melimpah (*overflow*) yang selanjutnya akan masuk ke penyaringan pasir (*sand filter*) untuk penyaringan sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara grafitasi 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.

Pemakaian larutan alum umumnya hingga 50 ppm terhadap jumlah air yang akan diolah, sedangkan perbandingan pemakaian alum dan soda abu = 1 : 0.54 (Baumann, 1971).

Total kebutuhan air	= 61444.4747 kg/jam
Pemakaian larutan alum	= 50 ppm
Pemakaian larutan soda abu	= 0.54 x 50 ppm = 27 ppm
Massa alum yang dibutuhkan	= 3.0722 kg/jam
Massa soda abu yang dibutuhkan	= 1.6590 kg/jam

2. Penyaringan (Filtrasi)

Filtrasi dalam pemurnian air merupakan operasi yang sangat umum dengan tujuan menyingkirkan *suspended solid* (SS), termasuk partikulat BOD dalam air (Metcalf, 1984).

Material yang digunakan dalam medium filtrasi dapat bermacam macam : pasir, antrasit (*crushed anthracite coal*), karbon aktif granular (*Granular Carbon Aktive* atau GAC), karbon aktif serbuk (*Powdered Carbon Active* atau PAC) dan batu garnet. Penggunaan yang paling umum dipakai di Afrika dan Asia adalah pasir dan *gravel* sebagai bahan filter utama, menimbang tipe lain cukup mahal (Kawamura, 1991).

Unit filtrasi dalam pabrik pembuatan Sirup Glukosa dari Jagung menggunakan media filtrasi granular (*Granular Medium Filtration*) sebagai berikut:

1. Lapisan atas terdiri dari pasir hijau (*green sand*). Lapisan ini bertujuan untuk memisahkan flok dan koagulan yang masih terikut bersama air. Lapisan yang digunakan setinggi 24 in (60.96cm).
2. Untuk menghasilkan penyaringan yang efektif, perlu digunakan medium berpori misalnya atrasit atau marmer. Untuk beberapa pengolahan dua tahap atau tiga tahap pada pengolahan *effluent* pabrik, perlu menggunakan bahan dengan luar permukaan pori yang besar dan daya adsorpsi yang lebih besar, seperti biolite, pozzuolana ataupun *Granular Active Carbon* (GAC) (Degremont, 1991). Pada pabrik ini digunakan antrasit setinggi 12.5 in (31.75 cm).
3. Lapisan bawah menggunakan batu krikil/gravel setinggi 7 in (17.78 cm) (Metcalf&Eddy, 1991).

Bagian bawah alat penyaring dilengkapi dengan stainer sebagai penahan. Selama pemakaian, daya saring *sand filter* akan menurun. Untuk itu diperlukan regenerasi secara berkala dengan cara pencucian balik (*back washing*).

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. Untuk air domestik, laboratorium, kantin dan tempat ibadah, serta poliklinik, dilakukan proses klorinasi yaitu mereaksikan air dengan klor untuk membunuh kuman kuman didalam air. Klor yang digunakan biasanya berupa kaporit, $\text{Ca}(\text{ClO})_2$.

Perhitungan kebutuhan kaporit, $\text{Ca}(\text{ClO})_2$:

Total kebutuhan air yang memerlukan klorinasi = 835 kg/jam

Kaporit yang digunakan direncanakan mengandung klorin 70%

Kebutuhan klorin = 2 ppm dari berat air

Total kebutuhan kaporit = 0.0024 kg/jam

3. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) 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*.

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

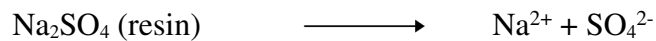
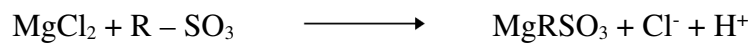
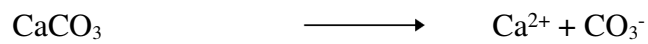
a) *Cation Exchanger*

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 kation 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:



Perhitungan Kation

Air sungai Bengawan Solo mengandung kation :

$$Fe^{2+} = 10 \text{ mg/L}$$

$$Zn^{2+} = 0.0012 \text{ mg/L}$$

$$Mn^{2+} = 0.016 \text{ mg/L}$$

$$Ca^{2+} = 63 \text{ mg/L}$$

$$\text{Mg}^{2+} = 87 \text{ mg/L}$$

$$\text{Total} = 160.0172 \text{ mg/L}$$

$$\text{Total konsentrasi kation : } 160.0172 \text{ mg/L} = 0.042276544 \text{ gr/gal}$$

Air yang diolah adalah air umpan ketel uap

$$\text{Air umpan ketel uap : } 8548.013255 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah air yang diolah : } & \frac{651854.6588 \text{ kg / jam}}{996.24 \text{ kg / m}^3} \times 264.17 \text{ gal / m}^3 \\ & = 2266.65127 \text{ gal/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kesadahan air : } & 0.042277 \text{ gr/gal} \times 2266.65127 \text{ gal/jam} \times 24 \text{ jam/hari} \\ & = 2299.828385 \text{ gr/hari} = 2.299828385 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Ukuran Cation Exchanger

$$\text{Jumah yang diolah} = 2266.65127 \text{ gal/jam}$$

$$\text{Total kesadahan air} = 2.299828385 \text{ kg/hari}$$

Dari tabel 12.2, Nalco, 1979, diperoleh :

$$\text{Diameter penukar kation} = 2 \text{ ft}$$

$$\text{Luas penampang penukar kation} = 3.14 \text{ ft}^2$$

$$\text{Jumlah penukar kation} = 2 \text{ unit seril (dua unit operasi)}$$

Dari tabel 12.4, Nalco, 1979, diperoleh :

$$\text{Kapasitas resin} = 20 \text{ kg/ft}^3$$

$$\text{Kebutuhan regenerant} = 6 \text{ lb H}_2\text{SO}_4/\text{ft}^3 \text{ resin}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan resin} &= \frac{175.3522218 \text{ kg / hari}}{23 \text{ kg / ft}^3} \\ &= 0.114991419 \text{ ft}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi resin} = \frac{7.6241}{4.91}$$

$$= 0.036621471 \text{ ft} < \text{tinggi minimum resin} = 2.5 \text{ ft (Nalco, 1979)}$$

$$\text{Direncanakan tinggi resin} = 2.5 \text{ ft}$$

$$\text{Volume resin} = 2.5 \text{ ft} \times 4.91 \text{ ft}^2 = 7.85 \text{ ft}^3$$

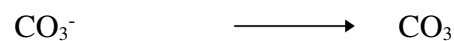
$$\begin{aligned} \text{Waktu regenerasi} &= \frac{12.275 \text{ ft}^3 \times 23 \text{ kg / ft}^3}{175.3522218 \text{ kg / hari}} \\ &= 68.26596325 \text{ hari} = 1638.383118 \text{ jam} \end{aligned}$$

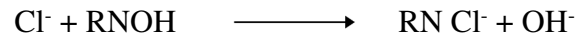
$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan regenerant} &= \frac{175.3522218 \text{ kg / hari} \times 8 \text{ lb H}_2\text{SO}_4}{23 \text{ kg / ft}^3} \\ &= 0.68995 \text{ lb/hari} = 0.31324 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

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:



Perhitungan kesadahan Anion :

Air sungai bengawan solo mengandung Anion

$$\text{SO}_4^{2-} = 1.3 \text{ mg/L}$$

$$\text{Cl}^- = 16 \text{ mg/L}$$

$$\text{CO}_3^{2-} = 65 \text{ mg/L}$$

$$\text{MnO}_4^- = 0.245 \text{ mg/L}$$

$$\text{PO}_4^{2-} = 0.2 \text{ mg/L}$$

$$\text{NO}_3^{2-} = 17.1 \text{ mg/L}$$

$$\text{Total} = 99.845 \text{ mg/L}$$

$$\text{Total kesadahan anion : } 99.845 \text{ mg/L} = 0.026379049 \text{ gr/gal}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah air yang diolah : } & \frac{172822.6066 \text{ kg} / \text{jam}}{996.24 \text{ kg} / \text{m}^3} \times 264.17 \text{ gal} / \text{m}^3 \\ & = 601.0411809 \text{ gal/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Kesadahan air : } 0.026379049 \text{ gr/gal} \times 601.0411809 \text{ gal/jam} \times 24 \text{ jam/hari}$$

$$= 380.5174743 \text{ gr/hari} = 0.380517474 \text{ kg/hari}$$

Perhitungan Ukuran Anion Exchanger

$$\text{Jumlah air yang diolah} = 601.0411809 \text{ gal/jam}$$

Dari tabel 12.3, Nalco, 1979, diperoleh :

$$\text{Diameter penukar kation} = 2 \text{ ft}$$

$$\text{Luas penampang penukar kation} = 3.14 \text{ ft}^2$$

$$\text{Jumlah penukar kation} = 1 \text{ unit seri (dua unit operasi)}$$

Dari tabel 12.4, Nalco, 1979, diperoleh :

$$\text{Kapasitas resin} = 12 \text{ kg/ft}^3$$

$$\text{Kebutuhan regenerant} = 5 \text{ lb H}_2\text{SO}_4/\text{ft}^3 \text{ resin}$$

$$\text{Kebutuhan resin} = 0.03170979 \text{ ft}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tinggi resin} = 0.010098659 \text{ ft} \quad (\text{Nalco, 1979})$$

$$\text{Volume resin} = 0.003874301 \text{ ft} \times 4.91 \text{ ft}^2 = 0.010098659 \text{ ft}^3$$

$$\text{Waktu regenerasi} = \frac{0.019022819 \text{ ft}^3 / \text{hari} \times 20 \text{ kg} / \text{ft}^3}{0.380456372 \text{ kg} / \text{hari}}$$

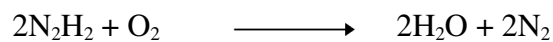
$$= 1 \text{ hari} = 24 \text{ jam}$$

$$\text{Kebutuhan regenerant NaOH} = 0.158548948 \text{ lb/hari} = 0.071981222 \text{ kg/hari}$$

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 (*Cooling Tower*)

Air pendingin harus mempunyai sifat – sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung hal diatas, maka ke dalam air pendingin diinjeksikan bahan – bahan kimia sebagai berikut :

- b. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- c. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
- d. Zat dispersan, untuk mencegah terjadinya penggumpalan (pengendapan fosfat).

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

4.6.1.2.1 Perhitungan Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel. 4.20. Kebutuhan air pendingin pada alat

No	Nama Alat	Jumlah Air (kg/jam)
1	Cooler-01	19077.5739
2	Cooler-02	7120.3578
3	Cooler-03	18228.5376
4	Kondensor	765.5421
	Total	45192.0114

Air pendingin setelah digunakan dapat digunakan kembali setelah didinginkan dalam menara pendingin air. Dengan menganggap terjadi kehilangan air selama proses sirkulasi, maka air tambahan yang diperlukan adalah jumlah air yang hilang karena penguapan, *drift loss* dan *blowdown*. (Perry, 1997)

Air yang hilang karena penguapan dapat dihitung dengan persamaan :

$$W_e = 0.00085W_c(T_1 - T_2) \quad (\text{Perry, 1997})$$

Dimana :

W_c = Jumlah air masuk menara = 45192.0114 kg/jam

T_1 = Temperatur air masuk = 50°C = 122°F

T_2 = Temperatur air keluar = 25°C = 77°F

Maka,

$$\begin{aligned} W_e &= 0.00085 \times 45192.0114 \times (122-77) \\ &= 1728.5944 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Ditetapkan drift loss 0.2 %, maka :

$$W_d = 0.002 \times 45192.0114 = 90.3840 \text{ kg/jam}$$

Ditetapkan 3 siklus untuk air yang hilang karena *blowdown* :

$$W_b = \frac{W_e}{S-1}$$

$$\text{Maka, } W_b = 864.2972 \text{ kg/jam}$$

Sehingga air tambahan yang diperlukan adalah :

$$W_e + W_d + W_b = 2683.2757 \text{ kg/jam}$$

2. Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Tabel 4.21 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

No	Nama Alat	Jumlah Uap (kg/jam)
1	Tangki Perebusan	341.8265
2	Reaktor	31212.8560
3	Heater	359.7337
4	Evaporator 01	555.0518
	Total	32469.4680

Tambahan untuk faktor keamanan diperkirakan 30 %. Jadi total steam yang dibutuhkan adalah 42210.3084 kg/jam

Diperkirakan 80% kondensat dapat digunakan kembali, sehingga :

Kondensat yang digunakan kembali = 33768.24672 kg/jam

Kebutuhan air tambahan untuk ketel = 8548.0099 kg/jam

3. Air Untuk Keperluan Perkantoran dan Rumah Tangga

Tabel 4.22 Air Keperluan Perkantoran dan Rumah Tangga

No	Jenis Pemakaian	Jumlah Air (kg/jam)
1	Domestik dan kantor	600
2	Laboratorium	50
3	Kantin dan tempat ibadah	150
4	Poliklinik	35
5	Total	835

4.6.2 Unit Pembangkit Listrik

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*, *compressor*, pompa, dan *cooling tower*.

Perincian kebutuhan listrik diperkirakan sebagai berikut :

1. Unit Proses = 50.553 hp
2. Unit Utilitas = 705 hp
3. Ruang Kontrol dan Laboratorium = 45 hp
4. Penerangan dan Kantor = 45 hp
5. Bengkel = 55 hp

Total kebutuhan listrik = 900.533 hp x 0.7457 kWh

Efisiensi generator 80%, maka daya output generator = 839.428 kWh

Dipakai 2 unit diesel generator AC 1000kW, 220-260 Volt, 50 Hz (1 unit cadangan)

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

4.6.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan *evaporator*. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (*Industrial Diesel Oil*) yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Sedangkan bahan

bakar yang dipakai pada *evaporator* adalah *Residual Oil* no. 6 yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

4.6.4 Spesifikasi Alat-alat 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 Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Berikut spesifikasi alat-alat utilitas :

4.6.4.1 Screening (SC)

Fungsi	: Menyaring partikel-partikel padat yang besar
Jenis	: <i>bar screen</i>
Jumlah	: 1
Bahan konstruksi	: <i>stainless steel</i>
Panjang screening	: 2 m
Lebar screening	: 2 m

Lebar bar	: 5 mm
Tebal bar	: 20 mm
Spasi antar bar	: 20 mm
Kemiringan	: 30°
Jumlah bar	: 50

4.6.4.2 Pompa Utilitas (PU-01)

Fungsi	: Memompa air sungai ke bak pengendapan
Jenis	: Sentrifugal aliran radial
Material	: <i>commercial steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.6053 ft ³ /s
Pipa	: <i>Nominal size 6 in Schedule number 40</i>
Daya motor	: 4.7673 hp

4.6.4.3 Bak Sedimentasi (BS)

Fungsi	: Untuk mengendapkan lumpur yang terikut dengan air
Jumlah	: 1 unit
Jenis	: Beton kedap air
Bentuk	: Persegi panjang
Panjang bak	: 8.1860 m
Lebar bak	: 4.0930 m
Tinggi bak	: 4.0930 m

4.6.4.4 Pompa (PU-02)

Fungsi	: Memompa air dari bak ke clarifier
--------	-------------------------------------

Jenis	: Pompa sentrifugal
Material	: <i>commercial steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.6053 ft ³ /s
Pipa	: <i>Nominal size 5 in Schedule number 80</i>
Daya motor	: 4.6188 hp

4.6.4.5 Tangki Pelarutan Alum [Al₂(SO₄)₃] (TP-01)

Fungsi	: Membuat dan menyimpan larutan alum
Bentuk	: Silinder Vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan	: <i>Crabon steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 6.4916 m ³
Diameter	: 1.7666 m
Tinggi	: 2.6498 m
Tebal plat	: 0.19 in
Jenis Pengaduk	: <i>flate 6 blade turbin impeller</i>
Jumlah baffle	: 4 buah
Diameter turbin	: 0.5888 m
Daya motor	: 0.0027 hp

4.6.4.6 Pompa (PU-03)

Fungsi	: Menginjeksi larutan alum dari tangki pelarutan alum ke <i>clarifier</i>
Jenis	: Pompa injeksi

Material	: <i>commercial steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.0221 ft ³ /s
Pipa	: <i>Nominal size ½ in Schedule number 80</i>
Daya motor	: 0.0107 hp

4.6.4.7 Tangki pelarutan Soda Abu (Na₂CO₃) (TP-02)

Fungsi	: Membuat dan menyimpan larutan soda abu
Bentuk	: Silinder Vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan	: <i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 3.5054 m ³
Diameter	: 1.439 m
Tinggi	: 2.1578 m
Tebal plat	: 0.18 in
Jenis Pengaduk	: <i>flat 6 blade turbin impeller</i>
Jumlah baffle	: 4 buah
Diameter turbin	: 0.4795 m
Daya motor	: 0.00093 hp

4.6.4.8 Pompa (PU-04)

Fungsi	: Menginjeksi larutan soda abu dari tangki pelarutan soda abu ke clarifier
Jenis	: Pompa injeksi
Material	: <i>commercial steel</i>

Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.0123 ft ³ /s
Pipa	: <i>Nominal size 0.375 in Schedule number 40</i>
Daya motor	: 0.000886 hp

4.6.4.9 Clarifier (CL)

Fungsi	: Mengendapkan flok yang terbentuk
Tipe	: <i>External Solid Recirculation Clarifier</i>
Bentuk	: Circulation desain
Jumlah	: 1 unit
Material	: <i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Kapasitas	: 63.4984 m ³
Diameter shell	: 5.1926 m
Tinggi shell	: 7.7889 m
Tebal plat	: 0.33 in
Daya motor	: 0.2174 hp

4.6.4.10 Pompa (PU-05)

Fungsi	: Memompa air dari clarifier ke unit filtrasi
Jenis	: Pompa sentrifugal
Material	: <i>commercial steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.6054 ft ³ /s
Pipa	: <i>Nominal size 3 in Schedule number 80</i>
Daya motor	: 22.7905 hp

4.6.4.11 Tangki Filtrasi (TF)

Fungsi	: Menyaring sisa kotoran yang masih ada dalam TU-01
Bentuk	: Silinder Vertikal dengan tutup atas dan bawah ellipsoidal
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 43.2002 m ³
Tinggi media saring	: 1.5461 m
Diameter shell	: 2.5948 m
Tinggi shell	: 7.7844 m
Tinggi tutup	: 0.6487 m
Tebal plat	: 0.25 in

4.6.4.12 Pompa (PU-06)

Fungsi	: Memompa air dari tangki filtrasi ke tangki utilitas 01
Jenis	: Pompa sentrifugal
Material	: <i>commercial steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.6053 ft ³ /s
Pipa	: <i>Nominal size 6 in Schedule number 80</i>
Daya motor	: 2.7601 hp

4.6.4.13 Menara Pendingin Air / *Water Cooling Tower (WCT)*

Fungsi	: Mendinginkan air bekas pakai dari 50°C ke 25°C
Jenis	: <i>mechanical draft cooling tower</i>

Material	: <i>Carbon steel SA-53 grade B</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 201.3753 gal/mnt
Suhu air masuk	: 50°C
Suhu air keluar	: 25°C
Luas Tower	: 142.1472 ft ²
Tinggi Tower	: 3.2561 m
Daya	: 4.2644 hp

4.6.4.14 Pompa (PU-07)

Fungsi	: Memompa air dari menara pendingin air ke unit proses
Jenis	: Pompa sentrifugal
Material	: <i>commercial steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.4452 ft ³ /s
Pipa	: <i>Nominal size 5 in Schedule number 40</i>
Daya motor	: 2.0401 hp

4.6.4.15 Tangki Utilitas (TU-01)

Fungsi	: Menampung air untuk didistribusikan
Bentuk	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 grade C</i>

Kondisi penyimpanan : Temperatur 28°C dan tekanan 1 atm

Jumlah : 1 unit
 Kapasitas : 53.1351 m³
 Diameter : 3.5602 m
 Tinggi : 5.3403 m
 Tebal dinding : 0.20 in

4.6.4.16 Pompa (PU-08)

Fungsi : Memompa air dari tangki utilitas-01 ke *cation exchanger*
 Jenis : Pompa sentrifugal
 Material : *commercial steel*
 Jumlah : 1 unit
 Kapasitas : 0.0181 ft³ /s
 Pipa : *Nominal size 1 ¼ in Schedule number 80*
 Daya motor : 0.0826 hp

4.6.4.17 Tangki Pelarutan Asam Sulfat H₂SO₄ (TP-03)

Fungsi : Membuat dan menyimpan larutan asam sulfat
 Bentuk : Silinder Vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
 Bahan : *Low Alloy Steel SA-203 grade A*
 Jumlah : 1 unit
 Kapasitas : 5.0982 m³
 Diameter : 1.6951 m
 Tinggi : 2.2602 m

Tebal plat	: 0.15 in
Jenis Pengaduk	: <i>flat 6 blade turbin impeller</i>
Jumlah baffle	: 4 buah
Tinggi Turbin dari dasar tangki	: 0.5650 m
Panjang blade pada turbin	: 0.1413 m
Lebar blade pada turbin	: 0.1130 m
Lebar baffle	: 0.1413 m
Putaran turbin	: 1 rps
Daya motor	: 0.6450 m

4.6.4.18 Pompa (PU-09)

Fungsi	: Memompa larutan asam sulfat dari tangki pelarutan asam sulfat ke penukar kation (<i>cation exchanger</i>)
Jenis	: Pompa injeksi
Material	: <i>commercial steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: $1.14 \times 10^{-5} \text{ ft}^3/\text{s}$
Pipa	: Nominal size $\frac{1}{4}$ in Schedule number 80
Daya motor	: $4.8 \times 10^{-5} \text{ hp}$

4.6.4.19 Penukar Kation/*Cation Exchanger (CE)*

Fungsi	: Mengurangi kesadahan air
--------	----------------------------

Bentuk	: Silinder Vertikal dengan tutup atas dan bawah ellipsoidal
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Resin	: Daulite C-20
Tinggi resin	: 0.7620 m
Diameter	: 0.9144 m
Tinggi shell	: 0.9144 m
Tinggi tutup	: 0.2286 m
Tebal plat	: 0.15 in

4.6.4.20 Pompa (PU-10)

Fungsi	: Memompa air dari <i>cation exchanger</i> ke <i>anion exchanger</i>
Jenis	: Pompa sentrifugal
Material	: <i>commercial steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.0181 ft ³ /s
Pipa	: <i>Nominal size 1 1/4 in Schedule number 80</i>
Daya motor	: 0.0165 hp

4.6.4.21 Tangki Pelarutan NaOH (TP-04)

Fungsi	: Membuat dan menyimpan larutan natrium hidroksida
Bentuk	: Silinder Vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.0341 m ³
Diameter	: 0.3517 m
Tinggi	: 0.3517 m
Tebal plat	: 0.14 in
Jenis Pengaduk	: <i>flat 6 blade turbin impeller</i>
Jumlah baffle	: 4 buah
Tinggi Turbin dari dasar tangki	: 0.1172 m
Panjang blade pada turbin	: 0.0293 m
Lebar blade pada turbin	: 0.0234 m
Lebar baffle	: 0.0293 m
Putaran turbin	: 1 rps
Daya motor	: 0.00035 hp

4.6.4.22Pompa (PU-11)

Fungsi	: Memompa larutan hidroksida dari tangki pelarutan ke penukar anion (<i>anion exchanger</i>)
Jenis	: Pompa injeksi
Material	: commercial steel
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 2.13 x 10 ⁻⁸

Pipa : *Nominal size 1/8 in Schedule number 80*

Daya motor : 6×10^{-8} hp

4.6.4.23Penukar Anion/*Anion Exchanger (AE)*

Fungsi : Mengurangi kesadahan air

Bentuk : Silinder Vertikal dengan tutup atas dan bawah ellipsoidal

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 unit

Tinggi resin : 0.7620 m

Diameter : 0.9144 m

Tinggi shell : 0.9144 m

Tinggi tutup : 0.2286 m

Tebal plat : 0.15 in

4.6.4.24Pompa (PU-12)

Fungsi : Memompa air dari anion exchanger ke deaerator

Jenis : Pompa sentrifugal

Material : *commercial steel*

Jumlah : 1 unit

Kapasitas : 0.0842 ft³/s

Pipa : *Nominal size 2 1/2 in Schedule number 80*

Daya motor : 0.4146 hp

4.6.4.25Deaerator (DE)

Fungsi	: Menghilangkan gas gas terlarut dalam air umpan ketel
Bentuk	: Silinder Horizontal dengan tutup elipsoidal
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 247.2508 m ³
Diameter	: 5.9437 m
Panjang shell	: 8.9156 m
Tinggi tutup	: 1.4859 m
Tebal plat	: 0.74 in

4.6.4.26 Pompa (PU-13)

Fungsi	: Memompa air dari deaerator ke ketel uap
Jenis	: Pompa sentrifugal
Material	: <i>commercial steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.0842 ft ³ /s
Pipa	: <i>Nominal size 2 1/2 in Schedule number 80</i>
Daya motor	: 0.4146 hp

4.6.4.27 Ketel Uap (KU)

Fungsi	: Menyediakan uap untuk keperluan proses
Jenis	: Ketel pipa api
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i>

Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 42740.0497 kg/jam
Jenis tube	: 1 ½ in OD 8 BWG
Panjang tube	: 100 ft
Jumlah tube	: 293 buah

4.6.4.28 Pompa (PU-14)

Fungsi	: Memompa air dari tangki utilitas (TU-01) ke menara pendingin air
Jenis	: Pompa sentrifugal
Material	: <i>commercial steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.0181 ft ³ /s
Pipa	: <i>Nominal size 1 ¼ in Schedule number 80</i>
Daya motor	: 0.0566 hp

4.6.4.29 Pompa (PU-15)

Fungsi	: Memompa air dari tangki utilitas-01 ke tangki utilitas-02
Jenis	: Pompa sentrifugal
Material	: <i>commercial steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.4452 ft ³ /s
Pipa	: <i>Nominal size 5 in Schedule number 40</i>
Daya motor	: 2.0458 hp

4.6.4.30Tangki Pelarutan Kaporit (TP-05)

Fungsi	: Tempat membuat larutan klorin untuk proses klorinasi air domestik
Bentuk	: Silinder Vertikal dengan tutup atas dan bawah datar
Bahan	: <i>Plate steel, SA-167, tipe 304</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.00694 m ³
Diameter	: 0.1807 m
Tinggi	: 0.2710 m
Tebal plat	: 0.14 in
Jenis Pengaduk	: <i>flat 6 blade turbin impeller</i>
Jumlah baffle	: 4 buah
Tinggi Turbin dari dasar tangki	: 0.0602 m
Panjang blade pada turbin	: 0.0151 m
Lebar blade pada turbin	: 0.0120 m
Lebar baffle	: 0.0151 m
Putaran turbin	: 1 rps
Daya motor	: 1.063×10^{-5} hp

4.6.4.31Pompa (PU-16)

Fungsi	: Memompa larutan kaporit dari tangki pelarutan kaporit ke tangki utilitas-02
Jenis	: Pompa injeksi
Material	: <i>commercial steel</i>

Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: $1.97 \times 10^{-8} \text{ ft}^3/\text{s}$
Pipa	: <i>Nominal size 1/8 in Schedule number 80</i>
Daya motor	: 1.0861×10^{-7}

4.6.4.32Tangki Utilitas (TU-02)

Fungsi	: Menampung air dari tangki utilitas 01 untuk keperluan air domestik
Bentuk	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Kondisi penyimpanan	: Temperatur 28°C dan tekanan 1 atm
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 53.1351 m ³
Diameter	: 3.5602 m
Tinggi	: 5.3403 m
Tebal dinding	: 0.20 in

4.6.4.33Pompa (PU-17)

Fungsi	: Memompa air dari tangki utilitas-02 ke kebutuhan domestik
Jenis	: Pompa sentrifugal
Material	: <i>commercial steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: $0.0181 \text{ ft}^3/\text{s}$
Pipa	: Nominal size 1 ¼ in Schedule number 80

Daya motor : 0.0566 hp

4.6.4.34 Pompa (PU-18)

Fungsi : Memompa air dari tangki utilitas-01 ke kebutuhan air proses

Jenis : Pompa sentrifugal

Material : *commercial steel*

Jumlah : 1 unit

Kapasitas : 0.4452 ft³/s

Pipa : *Nominal size 5 in Schedule number 40*

Daya motor : 2.0458 hp

4.6.4.35 Tangki Bahan Bakar (TB)

Fungsi : menyimpan bahan bakar

Bentuk : Silinder vertical dengan tutup atas dan bawah datar

Bahan : *Carbon steel SA-53 grade B*

Kapasitas : 653.1889 m³

Diameter : 9.4057 m

Tinggi : 18.8113 m

Tebal dinding : 0.46 in

4.6.4.36 Pompa (PU-19)

Fungsi : Memompa solar dari tangki solar ke ketel uap

Jenis : Pompa sentrifugal

Material : *commercial steel*

Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0.0318 ft ³ /s
Pipa	: <i>Nominal size 1 1/2 in Schedule number 80</i>
Daya motor	: 0.0567 hp

4.6.4.37Bak Penampungan

Fungsi	: Untuk menampung limpahan dari clarifier
Jumlah	: 1 unit
Jenis	: Beton kedap air
Panjang bak	: 8.1861 m
Lebar bak	: 4.0930 m
Tinggi bak	: 4.0930 m

4.6.4.38Refrigerator

Fungsi	: Untuk mendinginkan air pendingin dari menara pendingin menjadi 15°C
--------	---

Tipe	: <i>Single state refrigeration cycle</i>
------	---

Spesifikasi :

- Kapasitas refrigerasi = 133454.2411 btu/hr
- Jumlah refrigerasi = 1 buah
- *Coefficient of performance* = 8.2070
- Laju refrigerant = 2187.6170 kg /jam

4.6.5 Unit Pengolahan Limbah

Limbah dari suatu pabrik harus diolah sebelum dibuang ke lingkungan, karena limbah tersebut mengandung bermacam-macam zat yang dapat membahayakan alam sekitar maupun manusia itu sendiri. Demi kelestarian lingkungan hidup, maka setiap pabrik harus mempunyai unit pengolahan limbah.

Sumber-sumber limbah pada pabrik pembuatan glukosa ini meliputi :

1. Limbah proses

Limbah ini disebabkan oleh zat-zat yang terbuang dan tidak diinginkan pada produk yang akan dihasilkan, sehingga perlu dibuang. Adapun limbah yang dihasilkan pada unit proses adalah berupa karbon aktif dan *Hidroxy metil furfural (HMF)*

2. Limbah cair hasil pencucian peralatan pabrik.

Limbah ini diperkirakan mengandung kerak dan kotoran-kotoran yang melekat pada peralatan pabrik.

3. Limbah domestik

Limbah ini mengandung bahan organik sisa pencernaan yang berasal dari kamar mandi dilokasi pabrik, serta limbah kantin berupa limbah padat dan limbah cair.

4. Limbah laboratorium

Limbah laboratorium ini berasal dari sisa-sisa bahan kimia yang digunakan untuk menganalisa mutu bahan baku yang dipergunakan dan mutu produk yang dihasilkan, serta yang dipergunakan untuk penelitian dan pengembangan proses. Dan limbah dari laboratorium ini akan

ditampung sementara, kemudian diserahkan pada pihak yang mendapat rekomendasi dari KLH.

Perhitungan untuk istem pengolahan limbah.

Diperkirakan jumlah air buangan pabrik:

1. Limbah Proses

a. Jumlah volume limbah

$$\text{Massa total} = 1289.68832 \quad \text{kg/jam.}$$

Konsentrasi limbah adalah:

$$C_{\text{molase dan karbon aktif}} = 0.0306 \text{ kg/m}^3 = 30.6 \text{ mg/L}$$

2. Limbah cair hasil pncucian peralatan pabrik

a. Jumlah volume limbah

Konsentrasi limbah hasil pencucian diasumsikan 1% dari total limbah proses

$$= 0.01 \times \text{total limbah proses}$$

$$= 0.0306 \text{ mg/L}$$

3. Limbah domestik dan kantor

a. Jumlah volume limbah

Kebutuhan air domestik untuk tiap orang/shift adalah 40 – 100 L/hari (Met Calf. Et.all, 1984)

$$\text{Diambil } 100 \text{ L/hari} = 4.167 \approx 4 \text{ L/jam}$$

$$\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ kg/L}$$

$$\text{Jumlah karyawan} = 170 \text{ orang}$$

Maka laju volumetrik total air domestik dan kantor

$$\begin{aligned}
 &= 4 \text{ L/jam} \times 170 \text{ orang} \\
 &= 800 \text{ L/jam} : 1000 \text{ L/m}^3 \\
 &= 0.8 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

b. Konsentrasi Limbah

$$\begin{aligned}
 C_0 &= 0.8 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ mg/L} \\
 &= 800 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Sehingga debit total limbah yang berasal dari seluruh kegiatan pada pabrik glukosa adalah :

$$\begin{aligned}
 &= (\text{limbah proses} + \text{limbah hasil pencucian peralatan} + \text{limbah domestik dan kantor}) \\
 &= 3.8906 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

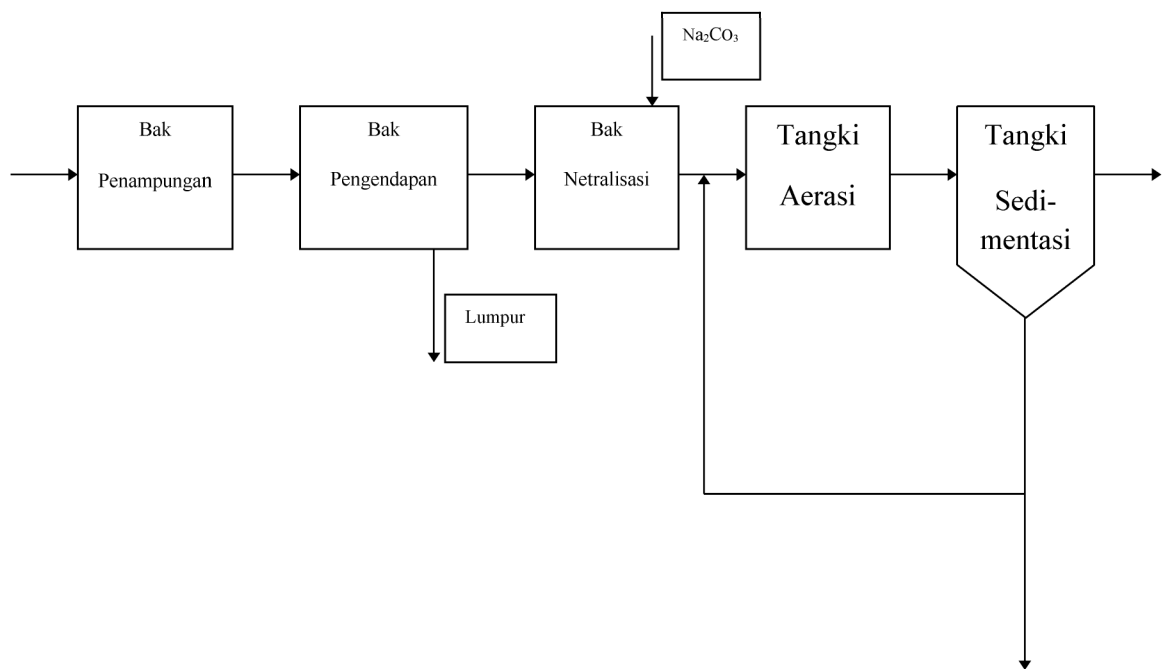
Dengan konsentrasi total limbah adalah :

$$\begin{aligned}
 &= (\text{limbah proses} + \text{limbah hasil pencucian peralatan} + \text{limbah domestik dan kantor} + \text{limbah laboratorium}) \\
 &= 803.0906 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Dari konsentrasi limbah yang diperoleh lebih kecil dari 5.000 mg/L maka pengolahan limbah cair pabrik ini dilakukan secara aerobik menggunakan *activated sludge* (sistem lumpur aktif), mengingat cara ini dapat menghasilkan effluent dengan BOD yang lebih rendah (10-30 mg/L) (Perry, 1999).

Adapun proses pengolahan limbah pada pabrik glukosa meliputi : bak penampungan, bak ekualisasi, bak netralisasi, dan pengolahan limbah dengan menggunakan *activated sludge*. Pada proses awal, limbah dimasukkan kedalam bak

penampungan. Kemudian limbah dialirkan menuju bak ekualisasi yang bertujuan untuk mengatur laju alir keluaran limbah sekaligus mengendapkan karena pengaruh adanya gaya gravitasi. Setelah terjadi pengendapan kemudian limbah dinetralkan pada bak netralisasi. Pada bak netralisasi, limbah pabrik yang memiliki pH 5 kemudian diteralkan dengan menggunakan soda abu hingga pH mencapai 6. Setelah netral, limbah kemudian diolah pada tahap lanjut, yaitu dengan menggunakan sistem *activated sludge*.



1. Bak Penampungan

Fungsi : tempat menampung air buangan sementara

$$\text{Laju volumetrik air buangan} = 5.41506 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu penampungan air buangan} = 7 \text{ hari}$$

$$\text{Volume air buangan} = 909.73008 \text{ m}^3$$

Bak terisi 90% maka volume bak :

$$= 1010.8112 \text{ m}^3$$

Jika digunakan 1 bak penampungan maka :

$$\text{Volume 1 bak} = 1010.8112 \text{ m}^3$$

Direncanakan ukuran bak sebagai berikut :

$$\text{- Panjang bak (p)} = 1.5 \times \text{lebar bak}$$

$$\text{- Tinggi bak (l)} = \text{lebar bak (l)}$$

$$\text{maka : Volume bak} = p \times l \times t$$

$$1010.811 \text{ m}^3 = 1.5 l \times l \times l$$

$$L = 8.767173383 \text{ m}$$

$$\text{Jadi panjang bak} = 13.15076008 \text{ m}$$

$$\text{lebar bak} = 8.767173383 \text{ m}$$

$$\text{tinggi bak} = 8.767173383$$

$$\text{luas bak} = 61.37021368 \text{ m}^2$$

2. Bak Ekualisasi

Fungsi : mengendapkan padatan dan mengatur laju alir

$$\text{Laju volumetrik air buangan} = 5.41506 \text{ m}^3/\text{jam} = 129.96144 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Waktu tinggal air} = 2 \text{ jam}$$

$$\text{Volume bak (V)} = 10.83012 \text{ m}^3$$

$$\text{Bak terisi 90\% maka volume bak : } 12.03346667 \text{ m}^3$$

Direncanakan ukuran bak sebagai berikut :

- panjang bak (p) : 2 x lebar bak (l)
- tinggi bak (t) : lebar bak (l)

maka, volume bak = $p \times l \times t$

$$12.03346667 = 2 l \times l \times l$$

$$l = 1.818808274 \text{ m}^3$$

Jadi, panjang bak = 3.637616548 m

lebar bak = 1.818808274 m

tinggi bak = 1.818808274 m

luas bak = 14.55046619 m²

3. Bak Netralisasi

Fungsi : Tempat menetralkan pH limbah

Laju volumetrik air buangan = 5.41506 m³/jam = 129.96144 m³/hari

Direncanakan waktu penampungan air buangan selama 1 hari

Volume air buang : 129.96144 m³

Direncanakan menggunakan 1 buah bak penetralan

Bak yang digunakan rencanakan terisi 90% bagian

Volume bak = 144.4016 m³

Direncanakan ukuran bak sebagai berikut :

- panjang bak (p) : 2 x lebar bak (l)
- tinggi bak (t) : 1.5 x lebar bak (l)

maka, volume bak = $p \times l \times t$

$$\begin{aligned}
 144.4016 &= 2 \text{ l} \times 1 \text{ l} \times 1.5 \text{ l} \\
 1 &= 3.637616548 \text{ m}^3 \\
 \text{Jadi, panjang bak} &= 7.275233096 \text{ m} \\
 \text{lebar bak} &= 3.637616548 \text{ m} \\
 \text{tinggi bak} &= 5.456424822 \text{ m} \\
 \text{luas bak} &= 32.73854893 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Air buangan pabrik yang mengandung bahan organik mempunyai pH = 6 (Hammer, 1998). Limbah pabrik yang terdiri dari bahan-bahan organik harus dinetralkan sampai pH = 6 (Kep. 42/MENLH/10/1998). Untuk menetralkan limbah digunakan soda abu (Na_2CO_3). Kebutuhan Na_2CO_3 untuk menetralkan pH air limbah adalah 0.15 gr Na_2CO_3 /30 ml air limbah (Lab.Analisa FMIPA USU, 1999). Sehingga :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah air buangan} &= 144.4016 \times 10^3 \text{ L/hari} \\
 \text{Kebutuhan } \text{Na}_2\text{CO}_3 &= 1.6590 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

4. Pengolahan Limbah dengan Sistem *Activated Sludge* (Lumpur Aktif)

Proses lumpur aktif merupakan proses aerobik dimana flok biologis (lumpur yang mengandung biologis) tersuspensi didalam campuran lumpur yang mengandung O_2 . Biasanya mikroorganisme yang digunakan merupakan kultur campuran. Flok biologis ini sendiri merupakan makanan bagi mikroorganisme ini sehingga akan diresirkulasi kembali ke tangki aerasi.

Kebutuhan oksigen untuk oksidasi lengkap masing masing komponen unsur dalam senyawa organik pada limbah adalah sebagai berikut :

Untuk proses aerobik fraksi material organik yang berubah menjadi biomass sekitar 0.4 sampai 0.8 (Metcalf et al, 1991). Dalam pengolahan limbah ini diasumsikan fraksi massa organik terkonversi menjadi biomass 0.8 dan sisanya (0.2) terkonversi untuk menutupi kebutuhan energi dan senyawa sederhana buangan mikroba.

Data :

Laju volumetrik, $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 5.41506 \text{ m}^3/\text{jam} = 34331.9136 \text{ gal/hari}$

BOD awal untuk padatan terlarut dihitung sebagai berikut :

BOD limbah dari pembuatan gula sebesar $= 803.0906 \text{ mg/L}$

Effisiensi (E) $= 95\%$ (Metcalf & Eddy, 1991)

Koefisien cell yield (Y) $= 0.8 \text{ mg VSS/mg BOD}_5$ (Metcalf & Eddy, 1991)

Koefisien endogenous decay (Kd) $= 0.025 \text{ /hari}$ (Metcalf & Eddy, 1991)

Mixed Liquor Volatile Suspended Solid (X) $= 326 \text{ mg/l}$

Direncanakan :

Waktu tinggal sel (qc) $= 10 \text{ hari}$

1. Penentuan BOD Effluent (S)

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} \times 100 \quad (\text{Metcalf \& Eddy, 1991})$$

$$95 = \frac{803.0906 - S}{803.0906} \times 100$$

$$S = 40.15419 \text{ mg/l}$$

2. Penentuan Volume aerator (V_r)

$$V_r = \frac{\theta_c \cdot Q \cdot Y (S_o - S)}{X(1 + K_d \cdot \theta_c)} = \frac{(10 \text{ hari})(34331.91 \text{ gal/hari})(0.8)(803.0906 - 40.15419) \text{ mg/l}}{(326 \text{ mg/l})(1 + 0.025 \times 10)}$$

$$= 15024.2344 \text{ gal} = 56.87273691 \text{ m}^3$$

3. Penentuan Ukuran kolam aerasi

Direncanakan

$$\text{Panjang bak} = 2 \times \text{tinggi bak}$$

$$\text{lebar bak} = 2 \times \text{tinggi bak}$$

selanjutnya :

$$V = p \times l \times t$$

$$56.87273691 = 2t \times 2t \times t$$

$$t = 2.422598138 \text{ m}$$

Jadi ukuran aeratornya sebagai berikut :

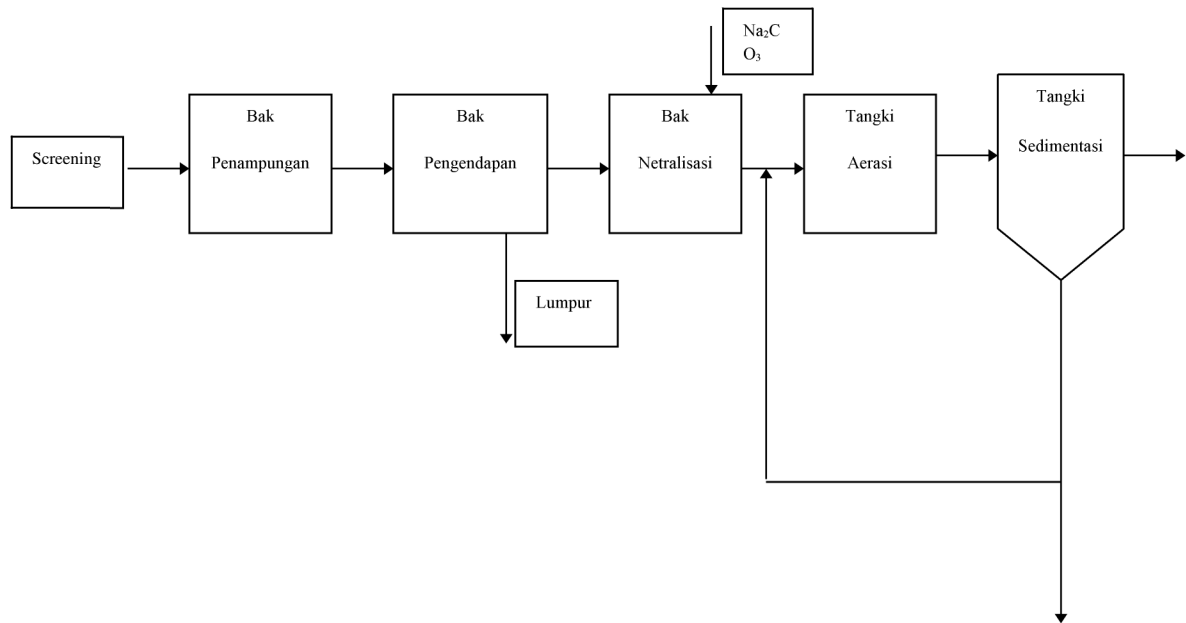
$$\text{- panjang} = 4.845196276 \text{ m}$$

$$\text{- lebar} = 4.845196276 \text{ m}$$

$$\text{Faktor kelonggaran} = 0.5 \text{ m di atas permukaan air (Metcalf \& Eddy, 1991)}$$

$$\text{Sehingga, tinggi} = 5.345196276 \text{ m}$$

4. Penentuan jumlah flok yang diresirkulasi (Q_r)



Asumsi :

$$Q_e = Q = 34331.9136 \text{ gal/hari}$$

$$X_e = 0.001 X = 0.326 \text{ mg/l}$$

$$X_r = 0.999 X = 325.674 \text{ mg/l}$$

$$P_x = Q_w \cdot X_r$$

$$P_x = Y_{\text{obs}} \cdot Q \cdot (S_0 - S)$$

$$Y_{\text{obs}} = \frac{Y}{1 + K_d \theta_c}$$

$$= 0.64$$

$$P_x = 16763562.83 \text{ gal.mg/L.hari}$$

Neraca Massa pada tangki sedimentasi :

Akumulasi = jumlah massa masuk - jumlah massa keluar

$$0 = (Q+Q_r)X - Q_e X_e - Q_w X_r$$

$$0 = QX + Q_r X - Q(0.001X) - P_x$$

$$Q_r = \frac{QX(0.001 - 1) + P_x}{X}$$

$$= 17124.39016 \text{ gal/hari} = 64.82266653 \text{ m}^3/\text{hari}$$

5. Penentuan daya yang dibutuhkan

Tipe Aerator yang digunakan adalah surface aerator.

Kedalaman air = 5.345196276 m

Dari tabel 10-11, Metcalf & Eddy, 1991 diperoleh daya aerator 10 hp

5. Tangki Sedimentasi

Fungsi : mengendapkan padatan dari unit ponds

Laju volumetrik air buangan : $17124.39016 \text{ gal/hari} = 64.82266653 \text{ m}^3/\text{hari}$

Diperkirakan kecepatan overflow maksimum : $70 \text{ m}^3/\text{hari}$

Waktu tinggal air : 2 jam

Volume tangki, $V = 5.401888877 \text{ m}^3$

Luas tangki, $A = 0.926038093 \text{ m}^2$

$$D = \left(\frac{4A}{\pi} \right)^{0.5}$$

$$= 1.086124468 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman tangki, } H = \frac{V}{A} = 5.833333333 \text{ m}$$

4.7 Laboratorium

4.7.1 Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Fungsi lain dari laboratorium adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air. Laboratorium kimia merupakan sarana kegiatan guna pembangunan perusahaan supaya lebih maju dan menguntungkan baik dari segi teknis maupun non teknis.

Laboratorium berada di bawah bidang teknis dan produksi yang mempunyai tugas:

- 1) Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan bahan tambahan lainnya yang digunakan.
- 2) Sebagai pengontrol kualitas produk yang akan dipasarkan.
- 3) Sebagai pengontrol mutu air proses, air pendingin, air umpan boiler, steam, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

- 4) Sebagai peneliti dan pelaku riset terhadap segala sesuatu yang berkenaan dengan pengembangan dan peningkatan mutu produk.
- 5) Sebagai pengontrol terhadap proses produksi, baik polusi udara, cair maupun padatan.

Adapun analisa yang dilakukan di laboratorium adalah:

- 1) Analisa mutu bahan baku
- 2) Analisa mutu produk
- 3) Analisa mutu air

4.8 Organisasi Perusahaan

4.8.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Pabrik *Sirup glukosa dari pati jagung* yang akan didirikan ini direncanakan berbentuk 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. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

- a) Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- b) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- c) Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
- d) Efisiensi dari manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.

- e) Lapangan usaha lebih luas

Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

- f) Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
- g) Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
- h) Mudah bergerak di pasar global.

4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Untuk menjalankan segala aktivitas di dalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan

salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing-masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

- a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas.
- b) Pendelegasian wewenang.
- c) Pembagian tugas kerja yang jelas.
- d) Kesatuan perintah dan tanggung jawab.
- e) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan.
- f) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : sistem *line* dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam

bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

- 1) Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- 2) Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi

dan mengawasi para karyawan 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.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

- a) Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
- b) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- c) Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- d) Penyusunan program pengembangan manajemen.
- e) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar..

4.8.3 Tugas dan Wewenang

4.8.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah

Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

- a) Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b) Mengangkat dan memberhentikan direktur
- c) Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.8.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari daripada pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarah pemasaran.
- b. Mengawasi tugas-tugas direktur.
- c. Membantu direktur dalam tugas-tugas penting.

4.8.3.3 Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai

pimpinan perusahaan . Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

- a) Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
- b) Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
- c) Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- d) Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

- a) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
- b) Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

- a) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.

- b) Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.8.3.4 Staff Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-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:

- a) Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- b) Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
- c) Mempertinggi efisiensi kerja.

4.8.3.5 Kepala Bagian

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Produksi membawahi:

- Seksi Proses

Tugas Seksi Proses meliputi :

- a. Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
- b. Mengawasi jalannya proses produksi.

- Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian meliputi:

- a. Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

- Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium meliputi:

- a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- b. Mengawasi dan menganalisa produk.
- c. Mengawasi kualitas buangan pabrik.

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

- Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain:

- a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan *table* pabrik.
- b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik .

- Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas antara lain:

- a. Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

c. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

- Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain:

- a. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.

- b. Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

- Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain:

- a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- b. Mengatur distribusi barang dari gudang.

d. Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

- Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan antara lain:

- a. Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

- Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain:

- a. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- b. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.
- c. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

- Seksi Humas

Tugas Seksi Humas antara lain:

- a. Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

- Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan antara lain:

- a. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
- b. Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan.
- c. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

e. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan produksi.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi:

- a. Seksi Penelitian
- b. Seksi Pengembangan

4.8.3.6 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.8.3.7 Status Karyawan

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan ini dapat dibagi menjadi 3 golongan, sebagai berikut :

1. Karyawan Tetap

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

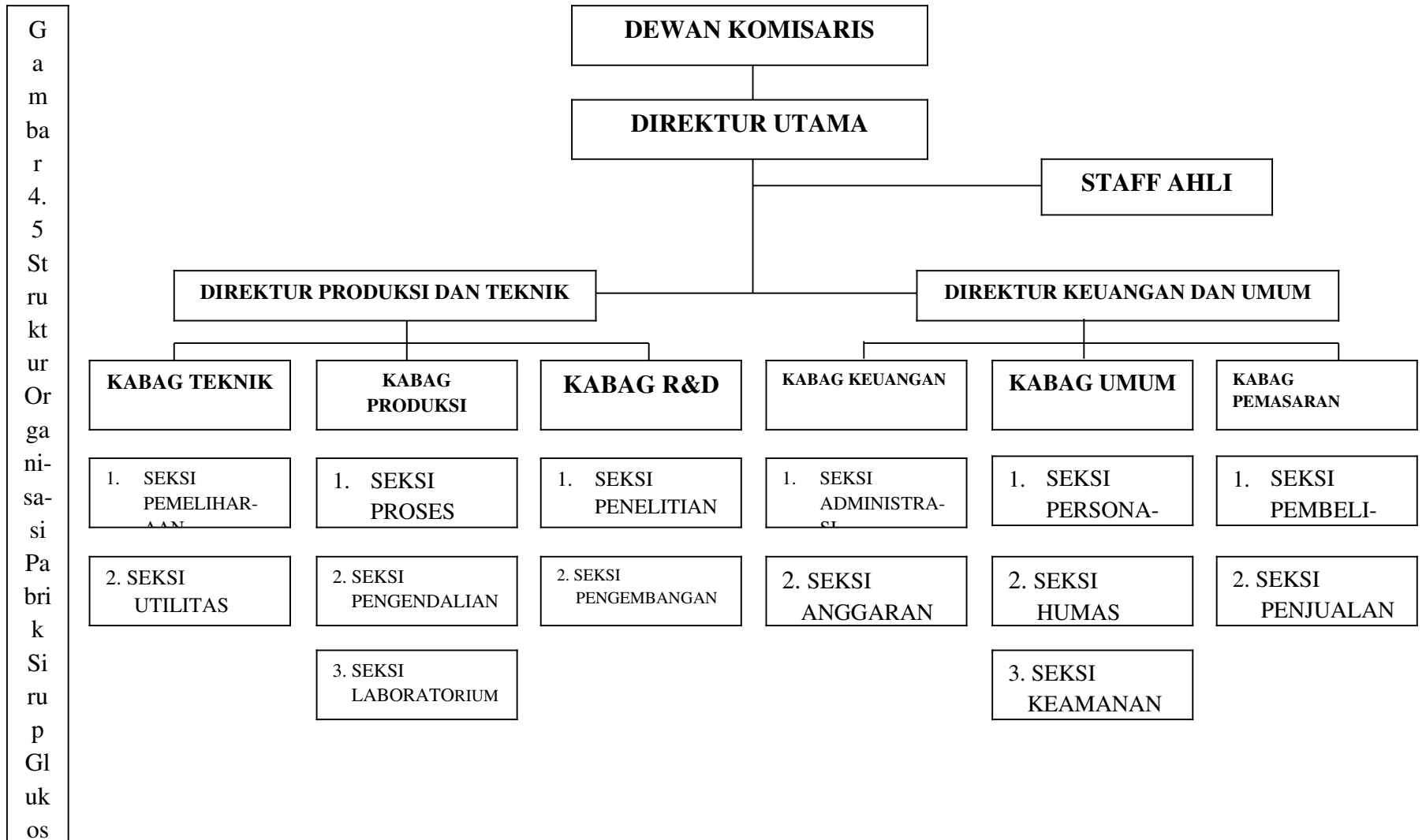
2. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja.

Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan



4.8.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shut down*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

1. Karyawan *Non Shift*

Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan *non shift* adalah : Direktur Utama, Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan *non shift* dalam satu minggu bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja : Senin – Kamis : jam 07.00 – 16.00

Jumat : jam 07.00 – 17.00

Jam istirahat : Senin – Kamis : jam 12.00 – 13.00

Jumat : jam 11.00 – 13.00

2. 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. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, bagian teknik, bagian

gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut :

- *Shift* pagi : jam 07.00 – 15.00
- *Shift* siang : jam 15.00 – 23.00
- *Shift* malam : jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu lainnya istirahat dan ini berlaku secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap *shift*, dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.23 Jadwal kerja *shift* tiap regu

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Keterangan : P = *shift* pagi

S = *shift* siang

M = *shift* malam

L = libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan presensi dan masalah presensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

4.8.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.8.5.1 Jabatan dan Keahlian

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana S-1 sampai lulusan SMP. Perinciannya sebagai berikut :

Tabel 4.24 Jabatan dan keahlian

No	Jabatan	Keahlian
1	Direktur Utama	Magister Teknik Kimia
2	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4	Staf Ahli	Sarjana Teknik Kimia dan Ekonomi
5	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
6	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin

7	Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Ekonomi
---	---------------------------------------	-----------------

Tabel 4.24 Jabatan dan keahlian

No	Jabatan	keahlian
8	Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
10	Kepala Seksi Personalia dan Humas	Sarjana Sosial
11	Kepala Seksi Keamanan	Ahli Madya
12	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Industri/Ekonomi
13	Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	Sarjana Industri/Ekonomi
14	Kepala Seksi Proses	Sarjana Teknik Kimia
15	Kepala Seksi Pengendalian	Sarjana Teknik Kimia
16	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
17	Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	Sarjana Teknik Kimia
18	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
19	<i>Foreman</i> Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
20	Operator Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
21	<i>Foreman</i> Teknik	Ahli Madya Teknik Mesin
22	Operator Teknik	Ahli Madya Teknik Mesin
23	<i>Foreman</i> Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
24	Operator Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
25	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	Ahli Madya Teknik Industri / Ekonomi
26	Karyawan Administrasi dan Keuangan	Ahli Madya Ekonomi
27	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	Ahli Madya Teknik Kimia
28	Karyawan Personalia dan Humas	Ahli Madya Sosial

29	Karyawan Keamanan	Lulusan SMA
30	Karyawan Proses	Ahli Madya Teknik Kimia

Tabel 4.24 Jabatan dan keahlian

No	Jabatan	Keahlian
31	Karyawan Pengendalian	Ahli Madya Teknik Kimia
32	Karyawan Laboratorium	Ahli Madya Teknik Kimia
33	Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	Ahli Madya Teknik Kimia
34	Sekretaris	Ahli Madya Sekretaris
35	Medis	Dokter
36	Paramedis	Sarjana Keperawatan
37	Sopir	Lulusan SMA
38	<i>Cleaning Service</i>	Lulusan SMA

4.8.5.2 Perincian 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 4.25 Perincian jumlah karyawan alat proses

Nama Alat	Σ Unit	Orang/Unit.Shift	Orang/shift
Reaktor	1	0.5	0.5
Menara Distilasi	1	0.25	0.25
Accumulator	1	0.05	0.05
Kondenser	1	0.05	0.05

Reboiler	1	0.05	0.05
Tangki	2	0.1	0.2
Heater	3	0.25	0.75
Nama Alat	ΣUnit	Orang/Unit.Shift	Orang/shift
Cooler	3	0.25	0.75
Pompa	4	0.2	0.8
Blower	1	0.25	0.25
Expansion valve	1	0.2	0.2
Total			4

- Jumlah operator untuk alat proses = 4 x 3 Shift
= 12 Orang

- Jumlah operator utilitas = 0,5 x Jumlah operator produksi
= 0,5 x 12 Orang
= 6 Orang

Sehingga total keseluruhan operator lapangan = 12 Orang + 6 Orang
= 18 Orang

4.8.5.3 Penggolongan Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

- a) Gaji bulanan

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

- b) Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c) Gaji lembur

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

Tabel 4.26 Penggolongan gaji menurut jabatan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	20.000.000	20.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	15.000.000	15.000.000
Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	1	15.000.000	15,000,000
Staf Ahli	1	5.000.000	5.000.000
Kepala Bagian Umum	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Pemasaran	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Keuangan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Teknik	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Produksi	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Litbang	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Seksi Personalia	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Seksi Humas	1	4.500.000	4.500.000
Kepala Seksi Keamanan	1	4.500.000	4.500.000
Kepala Seksi Pembelian	1	4.500.000	4.500.000

Kepala Seksi Pemasaran	1	4.500.000	4.500.000
Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Kepala Seksi Administrasi	1	4.500.000	4.500.000
Kepala Seksi Kas/Anggaran	1	4.500.000	4.500.000
Kepala Seksi Proses	1	4.500.000	4.500.000
Karyawan Personalia	5	4.500.000	22.500.000
Karyawan Humas	5	4.500.000	22.500.000
Karyawan Keamanan	10	1.500.000	15.000.000
Karyawan Pembelian	4	1.500.000	6.000.000
Karyawan Pemasaran	4	1.200.000	4.800.000
Karyawan Administrasi	5	1.500.000	7.500.000
Karyawan Kas/Anggran	3	1.500.000	4.500.000
Karyawan Proses	40	5.000.000	200.000.000
Karyawan Pengendalian	5	1.500.000	7.500.000
Karyawan Laboratorium	6	1.500.000	9.000.000
Karyawan Pemeliharaan	8	1.500.000	12.000.000
Karyawan Utilitas	12	1.500.000	18.000.000
Karyawan KKK	6	1.500.000	9.000.000
Karyawan Litbang	3	1.500.000	4.500.000
Sekretaris	5	1.500.000	4.500.000
Medis	2	2.000.000	4.000.000
Paramedis	3	1.500.000	4.500.000
Sopir	2	2.000.000	4.000.000
<i>Cleaning Service</i>	15	800.000	12.000.000

Total	170		544.899.000
--------------	------------	--	--------------------

4.8.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa :

1. Tunjangan

- a) Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- b) Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
- c) Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2. Cuti

- a) Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.
- b) Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

4. Pengobatan

- a) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
- b) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5. Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 1.000.000,00 per bulan.

Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain:

- a. Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
- b. Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
- c. Sarana peribadatan seperti masjid.
- d. Pakaian seragam kerja dan peralatan-peralatan keamanan seperti *safety helmet*, *safety shoes* dan kacamata, serta tersedia pula alat-alat keamanan lain seperti *masker*, *ear plug*, sarung tangan tahan api.
- e. Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.

4.8.7 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian. Dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

a. Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedang faktor internal adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi dua kemungkinan :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran lain.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

a. Material (Bahan Baku)

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (Tenaga Kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar keterampilan meningkat.

c. Mesin (Peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

b. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1. Pengendalian kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor / analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

2. Pengendalian kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3. Pengendalian waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian bahan proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

4.9 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*)

4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik *glukosa* beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2019. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2019 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1980 sampai 2019, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.27 Harga Indeks

Tahun (X)	Indeks (Y)	X(tahun ke-)
1980	261.1	1
1981	297	2
1982	314	3
1983	316.9	4
1984	322.7	5
1985	325.3	6
1986	318.4	7
1987	323.8	8
1988	342.5	9
1989	355.4	10
1990	357.6	11
1991	361.3	12
1992	358.2	13
1993	359.2	14
1994	368.1	15
1995	381.1	16
1996	381.7	17

1997	386.5	18
1998	389.5	19
1999	390.6	20
2000	394.1	21
2001	394.1	22
2002	395.6	23
2003	402	24
2004	444.2	25
2005	468.2	26
2006	499.6	27
2007	525.4	28
Tahun (X)	Indeks (Y)	X(tahun ke-)
2008	575.4	29
2009	521.9	30
2010	550.8	31
2011	585.7	32
2012	584.6	33

Persamaan yang diperoleh adalah : $y =$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2019 adalah :

Tabel 4.28 Harga Indeks Tahun 2013 sampai tahun 2020

Tahun	Indeks
2013	547.3
2014	555.9
2015	564.5
2016	573.1
2017	581.6
2018	598.8
2019	598.8
2020	607.3

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan ditentukan juga dengan referensi Peters &

Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

(Aries & Newton, 1955)

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2016

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

Nx : Index harga pada tahun 2016

Ny : Index harga pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

4.9.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi *glukosa* = 50.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Pabrik didirikan pada tahun = 2019

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 12.215,-

Harga bahan baku = Rp 185.665.200.000,-

Harga bahan pembantu

- Katalis (HCl) = Rp 40.704.715.570,-

Harga Jual = Rp 183.570.090.031

4.9.3 Perhitungan Biaya

4.9.3.1 *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.

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.

4.9.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton (Tabel 23), *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.

c. 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.

4.9.3.3 General Expense

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran–pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

4.9.4 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:

4.9.4.1 Percent Return On Investment

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

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

4.9.4.2 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah :

- Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
- Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

4.9.4.3 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

4.9.4.4 Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

- 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*).
- 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.
- Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
- Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

4.9.4.5 Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

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

- Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

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

4.9.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik *sirup glukosa* memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.29 *Physical Plant Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Harga alat	10,926,552,674.74	894,519.25
2	Biaya pemasangan	1,648,679,490	134,971.71
3	Biaya pemipaan	5,870,575,552.52	480,603.81
4	Biaya instrumentasi	2,706,139,897	221,542.36
5	Biaya listrik	1,092,655,267	89,452
6	Biaya isolasi	397,602,626	32,550
7	Biaya bangunan	4,030,600,000	329,971
8	Biaya tanah dan perbaikan	7,110,600,000	582,120
9	Biaya utilitas	302,682,901.82	2,809,109.74
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		36,515,043,677	2,989,360.92

Perhitungan rencana pendirian pabrik *sirup glukosa* memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.30 *Physical Plant Cost*

N0	Jenis	Biaya (\$)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	894,519.25
2	Delivered Equipment Cost	223,629.81
3	Instalasi Cost	134,971.71
4	Pemipaan	480,603.81
5	Instrumentasi	221,542.36
6	Insulation	32,550.36
7	Listrik	89,451.93
8	Bangunan	329,971.35
9	Land & Yard Improvement	582,120.34
	Total	2,989,360.92
		Rp 36,515,043,677.16

Tabel 4.31 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Construction Cost (20%.PEC)</i>	36,515,043,677.16	2,989,360.92
2.	<i>Engineering Cost (20%.PEC)</i>	9,128,760,919.29	747,340.23
	Total (DPC + PPC)	45,643,804,596	3,736,701.15

Tabel 4.32 *Fixed Capital Investment (FCI)*

NO	Komponen	Biaya, \$	Biaya, Rp
-----------	-----------------	------------------	------------------

1	PPC + <i>Engineering and construction</i>	3,736,701.15	45,643,804,596
2	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	3,736,701.15	45,643,804,596
3	Contractor's fee (10% DPC)	373,670.12	4,564,380,459.65
4	Contingency (10% DPC)	373,670.12	4,564,380,459.65
	T otal FCI	4,484,041.38	54,772,565,515.74

Tabel 4.33 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)
1.	<i>Raw material</i>	325,515,929,090
2.	<i>Operating Labor</i>	536,700,000
3.	<i>Supervise</i>	134,175,000
4.	<i>Maintenance cost</i>	5,477,256,552

5.	<i>Plant supplies</i>	821,588,482.74
6.	<i>Royalties and patent</i>	488,600,000,000
7.	<i>Utilitas</i>	2,585,311,530.28
TOTAL		339,956,960,754.59

Tabel 4.34 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Komponen	Harga (Rp)
1	<i>Payroll</i>	80,505,000
2	<i>Laboratory</i>	53,670,000
3	<i>Plant overhead</i>	268,350,000
4	<i>Packaging</i>	48,860,000,000
	TOTAL	49,262,525,000

Tabel 4.35 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)
1.	Depresiasi	5,477,256,551.57
2.	<i>Propertay tax</i>	547,725,655
3.	Asuransi	547,725,655
	Total	6,572,707,861.89

Tabel 4.36 *Total Manufacturing Cost (MC)*

N o	Komponen	Harga (Rp)
1.	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	339,956,960,754.59
2.	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	49,262,525,000
3.	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	6,572,707,861.89
	Total	395,792,193,616.48

Tabel 4.37 *Working Capital (WC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)
1.	<i>Raw Material Inventory</i>	986,411,906
2.	<i>Inproses Inventory</i>	599,685,141.84
3.	<i>Product Inventory</i>	1,199,370,283.69
4.	<i>Extended credit</i>	1,480,606,060.61
5.	<i>Available cash</i>	35,981,108,510.59
	Total	40,247,181,903.26

Tabel 4.38 *General Expense (GE)*

No.	Komponen	Harga (Rp)
1.	Administrasi	11,873,765,808.49
2.	<i>Sales expense</i>	19,789,609,680.82
3.	<i>Research</i>	15,831,687,744.66
4.	<i>Finance</i>	1,900,394,948.38
	Total	49,395,458,182.35

Tabel 4.39 Total biaya produksi

No.	Komponen	Harga (Rp)
1.	<i>Manufacturing Cost</i>	395,792,193,616.48

2.	<i>General Expense</i>	49,395,458,182.35
	Total (Rp)	445,187,651,798.83
	Total (\$)	36,445,980.50

Tabel 4.40 *Fixed cost (Fa)*

No.	Komponen	Harga (Rp)
1.	Depresiasi	5,477,256,522
2.	<i>Property tax</i>	547,725,655
3.	Asuransi	547,725,655
	Total	6,572,707,862
	Total Fa (Rp)	6,572,707,862

Tabel 4.41 *Variable cost (Va)*

No	Komponen	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	325,515,929,090
2	<i>Packing and shipping</i>	48,860,000,000
4	Utilitas	2,585,311,630
5	<i>Royalties & patents</i>	4,886,000,000
	Total Va	381,8347,240,720

Tabel 4.42 *Regulated cost (Ra)*

No.	Komponen	Harga (Rp)
1	Labor Cost	6,537,600,000
2	Plant overhead	268,350,000
3	Payroll overhead	80,505,000
4	Supervisor	134,175,000
5	Laboratory	53,670,000
6	General Expense	49,395,458,182
7	Maintenance	5,477,256,552
8	Plant Supplies	821,588,483
	Total	62,768,603,217

4.9.6 Analisa Keuntungan

Harga jual produk *sirup glukosa* = Rp 9772 /kg

Annual Sales (Sa) = Rp 488,600,000,000

Total Cost = Rp 389.486.102.207,29 (-)

Keuntungan sebelum pajak = Rp 43,412,348,201

Pajak Pendapatan = 50%

Keuntungan setelah pajak = Rp 21,706,174,101

4.9.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.9.7.1 Percent Return On Investment (ROI)

$$ROI = \frac{Keuntungan}{Fixed\ Capital} \times 100\%$$

$$ROI \text{ sebelum pajak} = 79,26\%$$

$$ROI \text{ sesudah pajak} = 39,63\%$$

4.9.7.2 Pay Out Time (POT)

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

$$POT \text{ sebelum pajak} = 1.12 \text{ tahun}$$

$$POT \text{ sesudah pajak} = 2.01 \text{ tahun}$$

4.9.7.3 Break Even Point (BEP)

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

$$BEP = 40.44\%$$

4.9.7.4 Shut Down Point (SDP)

$$SDP =$$

$$\text{SDP} = 29.98 \%$$

4.9.7.5 Disconnect Cash Flow Rate (DCFR)

$$\text{Umur pabrik} = 10 \text{ tahun}$$

$$\text{Fixed Capital Investment} = \text{Rp } 54,772,565,516$$

$$\text{Working Capital} = \text{Rp } 40,247,181,903$$

$$\text{Salvage Value (SV)} = \text{Rp } 5,477,256,552$$

$$\text{Cash flow (CF)} = \text{Annual profit} + \text{depresiasi} + \text{finance}$$

$$\text{CF} = \text{Rp } 29,083,825,601$$

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

$$(FC+WC)(1+i)^N =$$

$$R = S$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 18,70 \%$

Gambar 4.5 Grafik hubungan % kapasitas vs rupiah