

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. Oleh karena itu, lokasi pendirian pabrik ini sangat menentukan kesuksesan sebuah perusahaan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. 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.

Pabrik bioetanol dari nira aren dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di Kecamatan Kisaran, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara. 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 :

a. Penyediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku untuk menghemat biaya transportasi. Bahan baku pembuatan Etanol untuk rancangan pabrik ini berasal dari berbagai daerah di Provinsi Sumatera Utara. Pengangkutan bahan baku ini dilakukan dengan truk-truk bak terbuka yang berukuran besar.

b. Pemasaran

Distribusi produk akan berjalan lebih mudah dan efisien apabila pabrik berada dekat dengan wilayah pemasaran. Jalur dan jenis transportasi yang digunakan dalam proses produksi dan pendistribusian produk harus dipilih yang paling mudah, tidak memerlukan waktu yang lama, serta aman dalam proses pengangkutan. Lokasi pabrik Bioetanol ini telah dipilih untuk mempermudah proses produksi dan pemasaran dengan didukung sistem transportasi yang baik.

c. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dekat dengan sumber air sungai. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik merupakan faktor utama dalam operasional pabrik dan dapat diperoleh dengan cukup mudah dari wilayah sekitar.

d. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Hal ini agar tenaga kerja yang dipekerjakan adalah tenaga kerja yang memiliki

kompetensi yang cukup agar proses berjalan dengan baik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja tersebut. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik dan sekitarnya, sehingga dengan dibangunnya pabrik di lokasi ini maka dapat lebih meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar dan memacu perkembangan ekonomi daerah.

e. Transportasi

Untuk mempermudah lalu lintas produk dan pemasarannya, lokasi pabrik harus mudah dicapai. Pada pabrik ini lokasi pendirian dinilai cukup baik karena di lokasi tersebut terdapat transportasi yang memadai baik transportasi darat maupun laut dan diharapkan dapat memperlancar kegiatan pemasaran, baik pemasaran internasional maupun domestik.

f. Letak Geografis

Keadaan iklim di lokasi pabrik harus dipertimbangkan dengan baik untuk mengoptimalkan kegiatan produksi pabrik, baik dari segi proses, maupun dari segi peralatannya. Lokasi pabrik di Kabupaten Asahan terletak didaerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, tsunami, gempa bumi, dan lain-lain). Kab. Asahan juga memiliki iklim tertentu seperti kelembaban udara, curah hujan yang relatif intensitas sinar matahari dan curah hujan yang cocok untuk perkebunan singkong dan proses fermentasi. Dalam pemilihan lokasi pabrik, karakteristik dan kondisi lingkungan seperti tanah, ketinggian terhadap permukaan air laut, ketinggian air tanah, drainase, kecepatan angin, kuantitas hujan, kemungkinan terjadinya bencana alam. Berdasarkan pertimbangan

karakteristik dan kondisi lingkungan tersebut, lokasi pabrik bioetanol ini memiliki kondisi lingkungan yang cukup baik untuk mendukung berdirinya pabrik tersebut.

4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

a. Perluasan Area Pabrik

Pada perencanaan pendirian pabrik ini telah disertakan lahan untuk pengembangan pabrik tersebut yang luasnya sekitar setengah dari luas pabrik yang ada. Untuk pengembangan yang lebih besar di daerah tersebut masih memiliki lahan yang sangat luas.

b. Kebijakan Pemerintah

Mengenai peraturan pemerintah tidak mengalami kesulitan karena Kabupaten Asahan dan sekitarnya termasuk daerah sentra industri dan daerah pengembangan industri dimasa yang akan datang.

c. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia. Selain itu harus tersedia juga fasilitas-fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, kesehatan dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup bagi tenaga kerja di pabrik ini bahkan juga warga sekitar pabrik ini.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas area (*space*) untuk

penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan – gerakan material, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, personil pekerja dan sebagainya (Wignjosoebroto, 2009). Selain peralatan yang tercantum dalam flow sheet proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lainnya harus berada 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 harus sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan dan keamanan. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

a. Area Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium

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

b. Area Proses dan Ruang Kontrol

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

c. Area Pergudangan, Umum, Bengkel dan Parkir

Merupakan area tempat menyimpan alat-alat dan bahan kimia, tempat kegiatan umum, reparasi transportasi, dan parkir kendaraan.

d. Area Utilitas dan Power Station

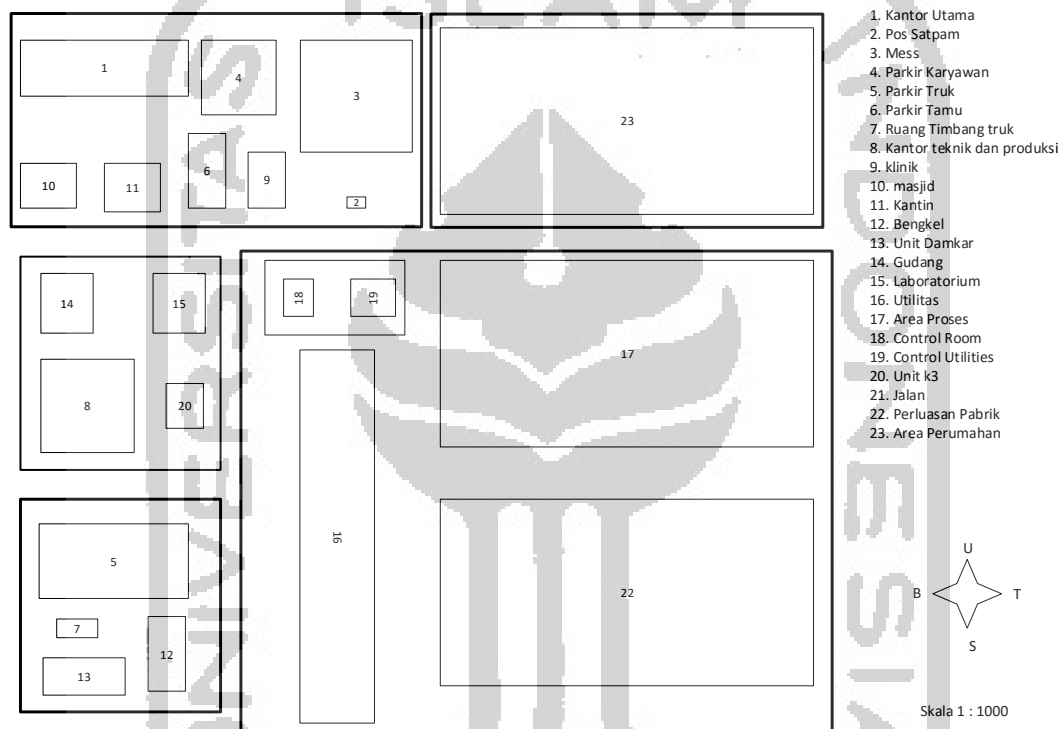
Merupakan area dimana kegiatan penyedia air, *steam*, udara tekan, bahan bakar, pengolahan limbah dan tenaga listrik dipusatkan untuk menunjang kegiatan proses produksi.

Hasil perancangan tata letak pabrik etanol terlihat dalam tabel dan gambar berikut

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah sebagai Bangunan Pabrik

No	Lokasi	panjang, m	lebar, m	luas, m ²
		m	m	m ²
1	Kantor utama	45	15	675
2	Pos Keamanan/satpam	3	5	15
3	Mess	30	30	900
4	Parkir Karyawan	20	20	400
5	Parkir Truk	40	20	800
6	Parkir Tamu	10	20	200
6	Ruang timbang truk	11	5	55
7	Kantor teknik dan produksi	25	25	625
8	Klinik	10	15	150
9	Masjid	15	12	180
10	Kantin	15	13	195
11	Bengkel	10	20	200
12	Unit pemadam kebakaran	10	10	100
13	Gudang alat	22	10	220
14	Laboratorium	14	16	224
15	Utilitas	100	20	2000
16	Area proses	100	50	5000
17	Control Room	10	8	80

18	Control Utilitas	10	8	80
19	Unit K3	10	12	120
20	Jalan	250	8	2000
21	Perluasan pabrik	100	50	5000
22	Area Perumahan (23 unit)	20	12	5520



Gambar 4. 1 Lay Out Pabrik

4.3. Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak alat proses pabrik harus dirancang secara efisien agar proses berjalan dengan baik . Dalam perancangannya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

4.3.1. Aliran Bahan Baku dan Produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Semakin dekat penempatan bahan baku dan produk dengan jalur transportasi, maka akan semakin efisien biaya yang dikeluarkan.

4.3.2. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya penumpukan udara atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

4.3.3. Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi harus diberi penerangan tambahan. Untuk menghindari kecelakaan karna pencahayaan

4.3.4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

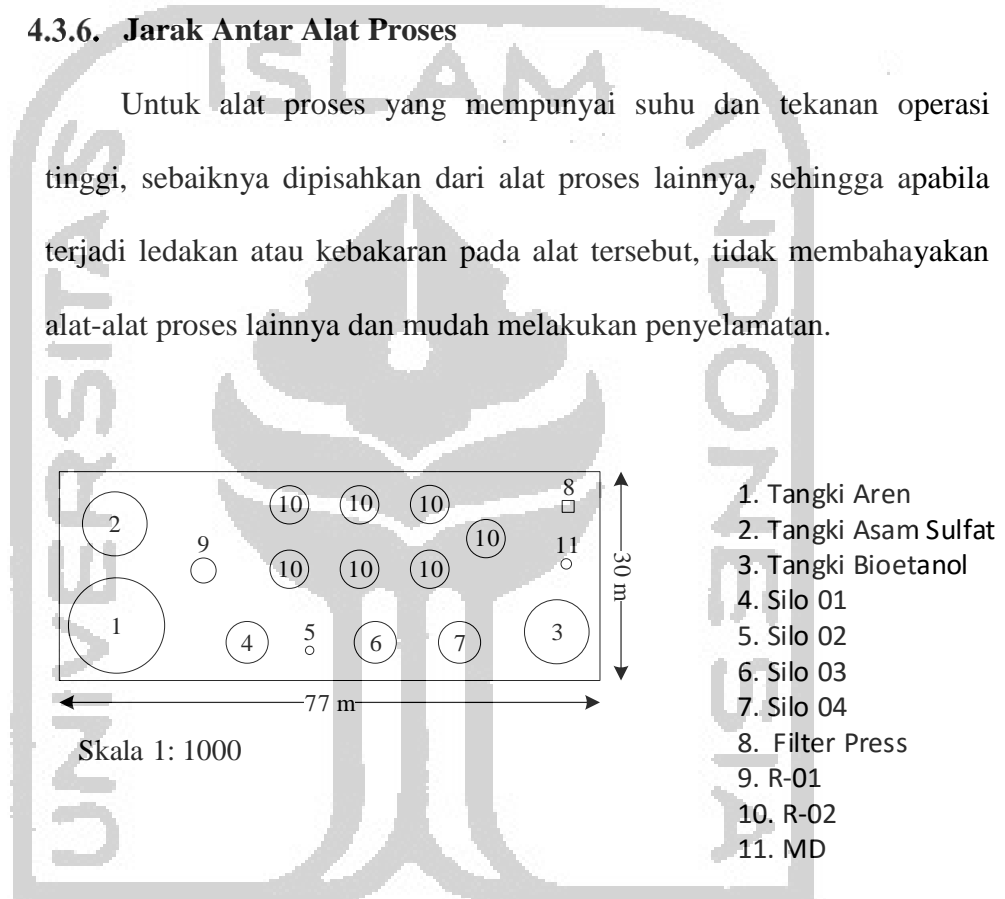
Dalam perancangan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

4.3.5. Pertimbangan Ekonomi

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

4.3.6. Jarak Antar Alat Proses

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



Gambar 4.5 *Lay out* Alat Proses

4.4. Alir Proses dan Material

4.4.1. Neraca Massa

4.4.1.1. Neraca Massa Total

1. Reaktor Hidrolisa (R-01)

Tabel 4. 2 Neraca Massa di Reaktor Hidrolisis

Komponen	Masuk			Keluar
	F1 (kg/jam)	F2 (kg/jam)	F3 (kg/jam)	F4 (kg/jam)
Air	18784,65	34073,26		52310,22
Sukrosa	10839,70			433,59
Protein	59,38			59,38
Lemak	5,94			5,94
Glukosa	0			5476,90
Fruktosa	0			5476,90
Enzim Invertase			23,1921	23,19
SubTotal	29689,67	34073,26	23,1921	63786,12
Total		63786,12		63786,12

2. Reaktor Fermentor (R-02)

Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor Fermentor

Komponen	Masuk (kg/jam)					Keluar (kg/jam)	
	F4	F6	F5	F7	F8	F11	F10
Air	52310,22					52310,22	
Sukrosa	433,59					433,59	
Protein	59,38					59,38	
Lemak	5,94					5,94	
Glukosa	5476,90					164,31	
Fruktosa	5476,90					5476,90	
Enzim Invertase	23,19					23,19	
Urea		211,24				211,24	
Asam Sulfat			144,88			144,88	
Amonium Sulfat				4,82		4,82	
Etanol						2715,33	
Saccromices Cerevisae					264,046	264,05	
Karbon dioksida							2597,268
Subtotal			64411,10			64411,10	

3. Filter Press (FP-01)

Tabel 4. 4 Neraca Masa Filter Press

Komponen	Masuk	Keluar	
	F11 (kg/jam)	F12 (kg/jam)	F13 (kg/jam)
Air	52310,22	3661,72	48648,5078
Sukrosa	433,59	433,59	
Protein	59,38	59,38	
Lemak	5,94	5,94	
Glukosa	164,31	11,50	152,8055091
Fruktosa	5476,90	5476,90	
Enzim Invertase	23,19	23,19	
Urea	211,24	211,24	
Asam Sulfat	144,88	144,88	
Amonium Sulfat	4,82	4,82	
Etanol	2715,33	190,07	2525,25
Saccromices Cerevisae	264,05	264,05	
Total	61813,83	61813,83	

4. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4. 5 Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	F13 (kg)	F14 (kg)	F15 (kg)
Etanol	2525,252525	2398,989899	126,26
Air	48648,5078	126,2626263	48522,25
Glukosa	152,8055091		152,81
Total	51326,56584	51326,56584	

4.4.1.2. Neraca Panas Total

1. Heater (H-01)

Tabel 4. 6 Neraca Panas Heater (H-01)

Komponen	qinput (kJ/jam)	qoutput (KJ/jam)
Air	1333628,82	4000886,47

Sukrosa	538613,87	1615841,60
Protein	2185,25	6555,74
Lemak	219,78	659,34
steam	3749295,42	
total	5623943,14	5623943,14

2. Heater (H-02)

Tabel 4. 7 Neraca Panas Heater (H-02)

Komponen	input (kJ/jam)	output (KJ/jam)
Air	967621,43	7257160,72
steam	6289539,29	
total	7257160,72	7257160,72

3. Reaktor Hidrolisis (R-01)

Tabel 4. 8 Neraca Panas Reaktor Hidrolisis (R-01)

Komponen	Input (kJ/jam)			Output (kJ/jam)
	F1	F2	F3	F4
Air	4000886,47	7257160,72		11258047,18
Fruktosa				833929,39
Glukosa				833929,39
Protein	6555,74			6555,74
Lemak	659,34			659,34
sukrosa	1615841,60			64633,66
Enzim Invertase			6884,71	6884,71
Panas Reaksi			-37919177,82	
Panas Pendingin				-38035828,66
Total		-25031189,26		-25031189,26

4. Cooler (CL-01)

Tabel 4. 9 Neraca Panas Cooler (CO-01)

Komponen	input (kJ/jam)	output (KJ/jam)
Air	11141396,3453	3713798,7818
Fruktosa	833929,3855	277976,4618
Glukosa	833929,3855	277976,4618
Protein	3277,8678	1092,6226
Lemak	329,6687	109,8896

sukrosa	32316,8320	10772,2773
steam	-8563452,9898	
total	4281726,4949	4281726,4949

5. Fermentor (R-02)

Tabel 4. 10 Neraca Panas Fermentor (R-02)

Komponen	Input (kJ/jam)					Output (kJ/jam)		
	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Air	3713798,78						3713799	
Fruktosa	277976,46						277976,5	
Glukosa	277976,46						8339,294	
Protein	1092,62						2185,245	
Lemak	109,89						219,7792	
Urea		9413,37					9413,371	
H ₃ PO ₄			3654,67				3654,675	
Etanol							342,8106	
Saccromices Cerevisae				26127,79			268686,4	
Sukrosa	10772,2773						21544,55	
Karbon Dioksida								50495,24
Panas Reaksi						-7540434,992		
Panas Air Pendingin					5003133,84			
Panas Air Pemanas						12507834,6		
Total	9324056,17					9324056,175		

6. Filter Press (FP-01)

Tabel 4. 11 Neraca Panas Filter Press (FP-01)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ)	
	F11	F12	F13
Air	3713798,78	259965,91	3453832,87
Sukrosa	21544,55	21544,55	
Protein	2185,25	2185,25	
Lemak	219,78	219,78	
Glukosa	8339,29	583,75	7755,54
Fruktosa	277976,46	277976,46	
Enzim Invertase	2294,90	2294,90	
Urea	9413,37	9413,37	
Asam Sulfat	3654,67	3654,67	

Amonium Sulfat	202,76	202,76	
Etanol	193215,28	13525,07	179690,21
Saccromices Cerevisae	26127,79	26127,79	
Total	4258972,90	4258972,90	

7. Heater (H-03)

Tabel 4. 12 Neraca Panas Heater (H-03)

Komponen	Input (KJ/jam)	Output (KJ/jam)
Etanol	181.387,60	3.238.378,43
Air	2.714.652,07	48.465.663,84
Glukosa	7.828,80	139.770,46
Panas Steam Masuk	62.387.015,68	
Panas Steam Keluar		13.447.071,43
Total	65.290.884,16	65.290.884,16

8. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4. 13 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)

Komponen	Input (KJ/jam)	Output (KJ/jam)	
	F11	F12	F13
Etanol	3.208.799,01	1.948.897,16	149.352,96
Air	30.838.228,66	81.019,56	35.734.978,25
Glukosa	138.493,80		161.154,21
Kondensor		-6.031.736,57	
Reboiler	-2.141.855,90		
Total	32.043.665,57	32.043.665,57	

9. Cooler (CL-02)

Tabel 4. 14 Neraca Panas Cooler (CO-02)

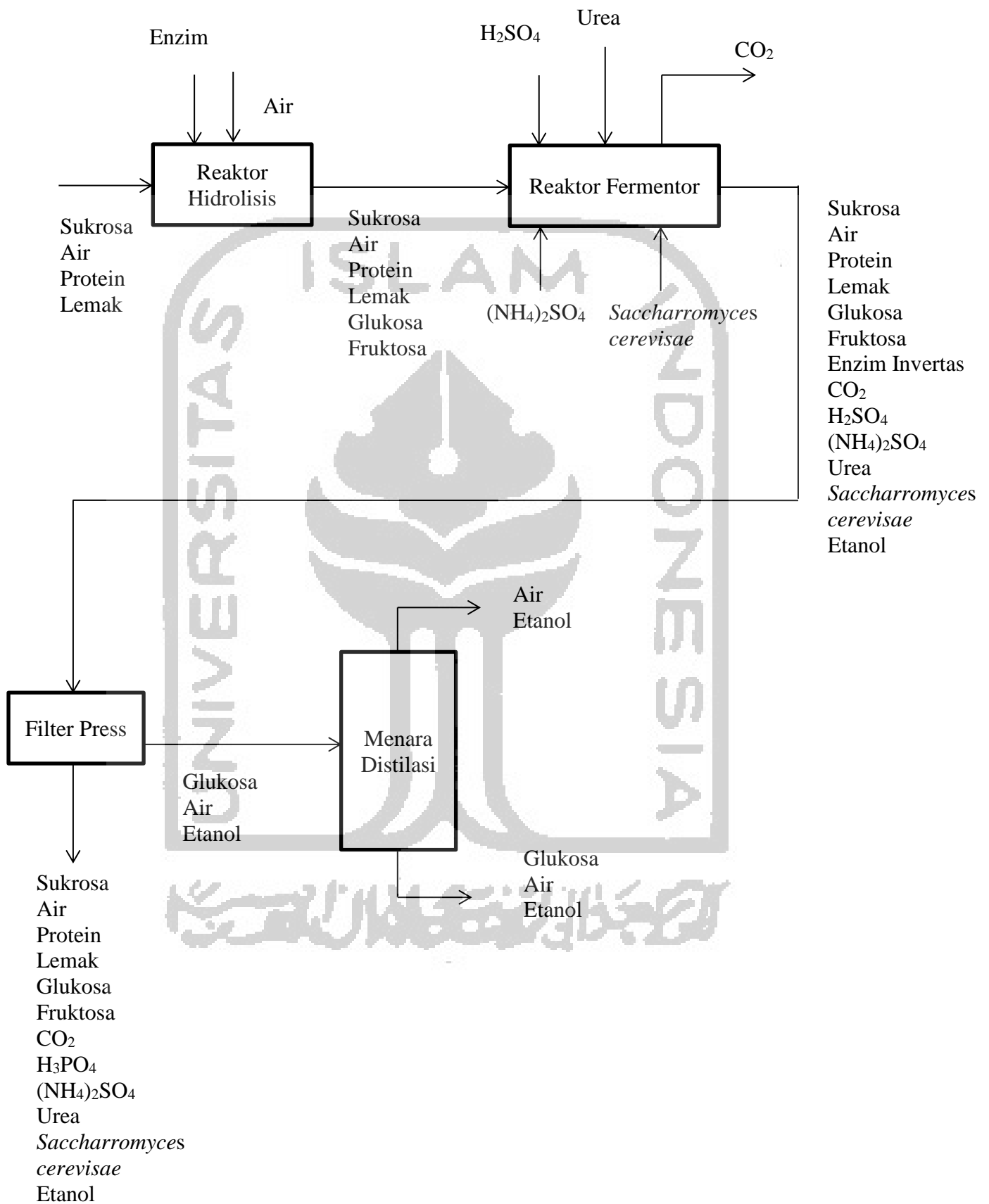
Komponen	Input (KJ/jam)	Output (KJ/jam)
Bioetanol	1.948.897,16	172.541,57
Air	81.019,56	7.172,90
Panas air Masuk	160.887,15	
Panas Air Keluar		2.011.089,40
Total	2.190.804,87	2.190.804,87

10. Cooler (CL-03)

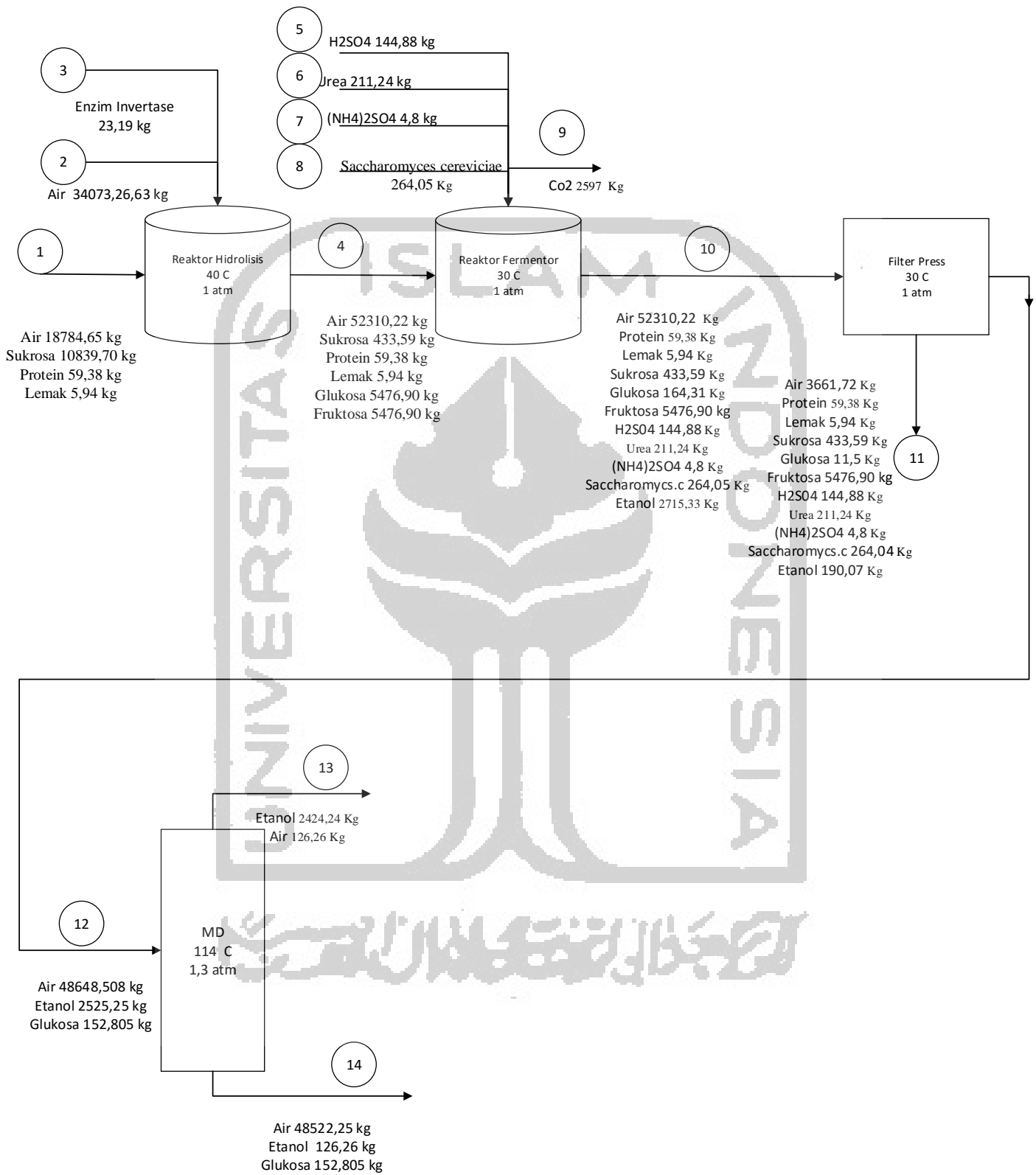
Tabel 4. 15 Neraca Panas Cooler (CO-03)

Komponen	Input (KJ/jam)	Output (KJ/jam)
Bioetanol	149.352,96	7.189,23
Air	35.734.978,25	1.720.133,71
Glukosa	161.154,21	7.757,29
Panas air Masuk	2.983.513,49	
Panas Air Keluar		37.293.918,68
Total	39.038.998,91	39.038.998,91





Gambar 4. 2 Diagram Kualitatif



Gambar 4. 3 Diagram Alir Kuantitatif

4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit utilitas adalah salah satu bagian yang sangat penting dalam menunjang jalannya proses produksi pada suatu industri kimia. Suatu proses produksi dalam suatu pabrik tidak akan berjalan lancar dengan baik jika tidak terdapat utilitas. Karena itu utilitas memegang peranan penting dalam pabrik. Perancangan diperlukan agar dapat menjamin kelangsungan operasi suatu pabrik.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi:

- a. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
- b. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
- c. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
- d. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
- e. Unit Penyediaan Bahan Bakar
- f. Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan

4.5.1 Unit Penyedia Air dan Pengolahan Air

4.5.1.1 Unit Penyedia Air (Water Supply System)

Unit penyediaan air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Untuk memenuhi kebutuhan air dalam industri pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut. Dalam perancangan pabrik Bioetanol ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai. Adapun pertimbangan dalam menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

1. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya yang lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi jika dibandingkan dengan air sumur, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Letak sungai berada di dekat pabrik

Air sungai akan digunakan untuk keperluan di lingkungan pabrik sebagai :

1. Air Pendingin

Alasan penggunaan air sebagai fluida pendingin berdasarkan faktor berikut:

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

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

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

2. Air Umpan *Boiler*

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

a. Tidak berbuih (berbusa)

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

b. Tidak membentuk kerak dalam *boiler*

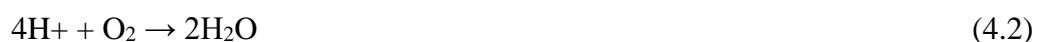
Kerak yang disebabkan oleh *solid matter*, *suspend matter* dalam *boiler* dapat menyebabkan isolasi terhadap proses perpindahan panas terhambat dan kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

c. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

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

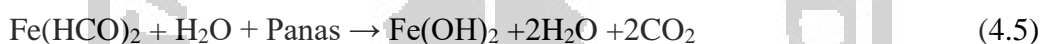


Jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dan membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut maka terjadi korosi menurut reaksi berikut :





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



3. Air Sanitasi

Air sanitasi pada pabrik digunakan sebagai keperluan laboratorium, kantor, konsumsi, mandi, mencuci, taman dan lainnya. Berikut adalah persyaratan yang harus dipenuhi dalam penggunaan sebagai air sanitasi:

a. Syarat Fisika

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

b. Syarat Kimia

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

c. Syarat Bakteriologis

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

4.5.1.2 Unit Pengolahan Air (Water Treatment System)

Berikut adalah tahapan pengolahan air :

1. Penyaringan Awal/*Screen* (SCRU-01)

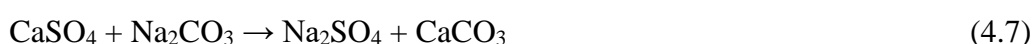
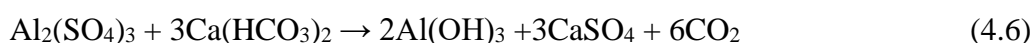
Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai harus mengalami pembersihan awal agar proses selanjutnya dapat berlangsung dengan lancar. Air sungai dilewatkan *screen* (penyaringan awal) berfungsi untuk menahan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting, daun, sampah dan sebagainya.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

2. Bak Pengendap (BU-01)

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

3. Bak Penggumpal (BU-02)

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah Tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan Na_2CO_3 . Adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal adalah



4. Clarifier (CRU-01)

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

Raw water diumpankan ke tangki terlebih dahulu dan kemudian diaduk dengan kecepatan tinggi serta ditambahkan bahan-bahan kimia selama pengadukan tersebut. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah:

- a. $\text{Al}_2(\text{SO}_4) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ yang berfungsi sebagai koagulan
- b. Na_2CO_3 yang berfungsi sebagai flokulan.

Pada *clarifier* lumpur dan partikel padat lain diendapkan dengan diinjeksi alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) sebagai koagulan yang membentuk flok. Selain itu ditambahkan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku dialirkan ke bagian tengah *clarifier* untuk diaduk. Selanjutnya air bersih akan keluar melalui pinggiran *clarifier* sebagai *overflow*, sedangkan flok yang terbentuk atau *sludge* akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dengan waktu yang telah ditentukan. Air baku yang belum di proses memiliki *turbidity* sekitar 42 ppm. Setelah keluar *clarifier* kadar *turbidity* akan turun menjadi kurang dari 10 ppm.

5. Sand Filter (BU-03)

Air hasil dari *clarifier* dialirkan menuju *sand filter* untuk memisahkan dengan partikel – partikel padatan yang terbawa. Air yang mengalir keluar dari *sandfilter* akan memiliki kadar *turbidity* sekitar 2 ppm. Air tersebut dialirkan menuju tangki penampung (*filter water reservoir*) yang kemudian didistribusikan menuju menara

air dan unit demineralisasi. *Back washing* pada *sand filter* dilakukan secara berkala dengan tujuan menjaga kemampuan penyaringan alat.

6. Bak Penampungan Sementara (BU-04)

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

7. Tangki Klorinasi (TU-05)

Air setelah melalui bak penampung dialirkan ke tangki Klorinasi (TU-05). Air harus ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amoeba, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi.

8. Kation *Exchanger* (TU-02)

Air dari bak penampung (BU-04) selanjutnya dialirkan ke *kation exchanger* (TU-02). Tangki ini berisi resin pengganti kation-kation yang terkandung dalam air diganti ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *kation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

9. Anion *Exchanger* (TU-03)

Air yang keluar dari tangki *kation exchanger* (TU-02) kemudian diumpankan ke *anion exchanger* (TU-03). *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 terikat dengan resin. Dalam waktu tertentu, anion resin akan jenuh sehingga perlu diregenerasi kembali dengan larutan NaOH.

10. Unit *Daerator* (DE-01)

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan *boiler* dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada *boiler* seperti *oksigen* (O_2) dan *karbon dioksida* (CO_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*kation exchanger* dan *anion exchanger*) dipompakan menuju *deaerator*. Pada pengolahan air untuk (terutama) *boiler* tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut, terutama yang dapat menimbulkan korosi. Unit *deaerator* ini berfungsi menghilangkan gas O_2 dan CO_2 yang dapat menimbulkan korosi. Di dalam *deaerator* diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N_2H_2) yang berfungsi untuk mengikat O_2 sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada *tube boiler*. Air yang keluar dari *deaerator* dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

11. Bak Air Pendingin (BU-05)

Air Pendingin yang digunakan dalam proses berasal dari air yang didinginkan di *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa udara maupun dilakukannya *blowdown* diganti dengan air yang disediakan di bak air bersih. Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut diatas, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut:

- a. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- b. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
- c. Zat *dispersant*, untuk mencegah timbulnya penggumpalan
- d.

4.5.1.3 Jumlah Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 4. 16 Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Reboiler</i>	RB-01	999,00
<i>Heater</i>	HE-01	13,25
<i>Heater</i>	HE-02	12,85
<i>Heater</i>	HE-03	22.826,47
Total		23.851,56

Kebutuhan air *make up* terdiri dari blowdown sebesar 15% dari kebutuhan steam, yaitu sebesar 4.293,28 kg/jam dan steamtrap sebesar 5% dari kebutuhan steam, sebesar 1.431,09 kg/jam. Jadi kebutuhan air umpan *boiler* untuk kebutuhan *make up* yang harus disediakan sebesar 5.724,37 kg/jam.

2. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
R.Hidrolisis	R-01	7.638,20
Fermentor	R-02	171.357,62
<i>Cooler</i>	CL-01	339.620,10
<i>Cooler</i>	CL-02	5.664,11
<i>Cooler</i>	CL-03	105.035,98
<i>Condensor</i>	CD-01	21.877,01
Total		546.157,04

Kebutuhan air *make up* berdasarkan jumlah air yang menguap (W_e) sebesar 13.284 kg/jam, *blowdown* (W_b) sebesar 13.128 kg/jam, dan air yang terbawa aliran keluar tower (W_d) sebesar 156 kg/jam. Jadi jumlah air *make up* yang harus disediakan sebesar 26.569 kg/jam.

3. Kebutuhan Air Proses

Tabel 4. 18 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor Hidrolisis	R-01	17.036,63
Total		17.036,63

Kebutuhan dibuat *overdesign* 20%, sehingga kebutuhan air proses adalah 20.443,96 kg/jam.

4. Kebutuhan Air untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

Tabel 4. 19 Kebutuhan Air untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

Kebutuhan	Jumlah (kg/hari)
Perkantoran	17.600
RumahTangga	18.400
Total	53.300

4.5.2 Unit Penyedia Listrik

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan listrik yang meliputi :

Tabel 4. 20 Kebutuhan Listrik

Keperluan	Kebutuhan (kw)
Kebutuhan <i>Plant</i> (Alat Proses dan Utilitas)	177,35
Lab, rumah tangga, perkantoran, bengkel dll	155
Alat instrumentasi dan kontrol	10
Total	342,35

4.5.3 Unit Penyedia Steam

Unit ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 28.622 kg/jam

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1

Boiler dilengkapi dengan sebuah unit *economyzer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economyzer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler, Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 140°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) berfungsi untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api, Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economyzer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih, Uap air yang terkumpul sampai mencapai tekanan 6 bar, kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.5.4 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada boiler dan generator, Bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah *Solar* dengan kapasitas 2.128 kg /jam dan bahan bakar pada generator adalah *Solar* dengan kapasitas 334 kg/jam.

4.5.5 Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*, Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 28,04 m³/jam.

4.5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dalam pabrik ini adalah limbah semi padat, yaitu campuran padatan organik seperti sukrosa, serat protein, lemak dan zat anorganik seperti asam fosfat, ammonium sulfat, *silicone oil*. Pengolahan limbah buangan meliputi :

1. Buangan sanitasi
2. *Back wash filter*, air berminyak dari pelumas pompa
3. Sisa regenerasi
4. *Blow down cooling water*

Air buangan sanitasi dari toilet disekitar pabrik dan perkantoran dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi klorin. Klorin ini berfungsi untuk disinfektan, yaitu membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi yang mengandung NaOH dinetralkan dengan menambahkan H_2SO_4 . Hal ini dilakukan jika pH air buangan lebih dari tujuh (7). Jika pH air buangan kurang dari tujuh ditambahkan NaOH.

Air yang berminyak, yang berasal dari buangan pelumas pompa diolah atau dipisahkan dari air dengan cara perbedaan berat jenisnya. Minyak dibagian atas dialirkan ke penampungan terakhir, kemudian dibuang.

4.5.7 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

4.5.7.1 Penyedia Air

1. Screener

Kode	: SCRU-01
Fungsi	: Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, seperti daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya sebanyak 926.352,630 kg/jam
Bahan	: Alumunium
Panjang	: 10 ft
Lebar	: 8 ft
Ukuran lubang	: 1 cm

2. Bak Pengendap Awal/Sedimentasi

Kode	: BU-01
Fungsi	: Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa oleh air sunagi sebanyak 1.137.318,01 kg/jam
Jenis	: Bak persegi terbuka
Kapasitas	: 5.463,77 m ³ untuk persediaan 3 hari
Dimensi	: Tinggi : 11,09 m
	: Lebar : 22,19 m
	: Panjang : 22,19 m

3. Bak Penggumpal

Kode : BU-02

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa disperse koloid dalam air dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan kotoran sebanyak 836.033,25 kg/jam

Jenis : Silinder Vertical

Kapasitas : 1.003,24 m³

Dimensi : Diameter : 10,85 m
Tinggi : 10,85 m

Daya Pengadukan : 2 Hp

4. Tangki Larutan Alum

Kode : TU-01

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum untuk diinjeksikan ke dalam bak penggumpal sebanyak 0,4264 kg/jam

Jenis : Silinder Vertical

Kapasitas : 8,5958 m³

Dimensi : Diameter : 1,7625 m
Tinggi : 3,5250 m

Jumlah : 1

5. Clarifier

Kode : CRU-01

Fungsi : Mengendapkan gumpalan-gumpalan yang terbentuk di bak penggumpal 1.080.452,11 kg/jam

Jenis : *External Solid Recirculation Clarifier*

Kapasitas : 5.190,58 m³ untuk kapasitas 4 jam

Dimensi : Tinggi : 10,9073 m

Panjang : 21,8147 m

Lebar : 21,8147 m

Jumlah : 1

6. Sand Filter

Kode : BU-03

Fungsi : Menyaring partikel halus yang ada dalam air Sungai sebanyak 828.054 kg/jam

Jenis : Bak persegi terbuka dengan saringan pasir

Kapasitas : 98,6244 m³

Dimensi : Panjang : 5,8211 m

Lebar : 5,8211 m

Tinggi : 2,9105 m

Jumlah : 1

7. Bak Penampung Sementara

Kode	: BU-04
Fungsi	: Menampung sementara raw <i>water</i> setelah disaring di <i>sand filter</i> sebanyak 786651 kg/jam
Jenis	: Bak persegi terbuka dengan rangka beton
Kapasitas	: 943,9812 m ³
Dimensi	: Panjang : 12,3594 m Lebar : 12,3594 m Tinggi : 6,1797 m
Jumlah	: 1

4.5.7.2 Pengolahan Air

4.5.7.2.1. Air Sanitasi

1. Tangki Klorinasi

Kode	: TU-01
Fungsi	: Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan sanitasi sebanyak 21.834,99 kg/jam
Jenis	: Tangki silinder berpengaduk
Kapasitas	: 26,213 m ³
Dimensi	: Diameter : 3,22 m Tinggi : 3,22 m
Jumlah	: 1

2. Tangki Kaporit

Kode : TU-03
 Fungsi : Menampung klorin untuk diinjeksi ke tangki
 Klorinasi sebanyak 0,1570 kg/jam

Jenis : Tangki silinder vertikal
 Kapasitas : 0,0577 m³
 Dimensi : Diameter : 0,4190 m
 Tinggi : 0,4190 m
 Jumlah : 1

3. Tangki Air Bersih

Kode : TU-06
 Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah
 tangga sebanyak 21.843,993 kg/jam
 Jenis : Tangki silinder tegak
 Kapasitas : 629,107 m³
 Dimensi : Diameter : 9,289 m
 Tinggi : 9,289 m
 Jumlah : 1

4.5.7.2.2. Air Proses

1. Tangki Alat Proses

Kode : TU-01
 Fungsi : Menampung sementara air untuk proses produksi

Sebanyak 700 kg/jam
 Jenis : Tangki silinder tegak
 Kapasitas : 20,16 m³
 Dimensi : Diameter : 2,9504 m
 Tinggi : 2,9504 m
 Jumlah : 1

4.5.7.2.3. Pengolahan Air Pendingin

1. Cooling Tower

Kode : CTU-01
 Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah digunakan oleh peralatan proses dengan menggunakan media

pendingin udara sebanyak 655.388,44 kg/jam

Jenis : *Inducted Draft Cooling tower*

Kapasitas : 655,3884 m³/jam

Dimensi : Dimensi : 7,8602 m

Tinggi : 4,0157 m

Jumlah : 1

2. Bak Air Pendingin

Kode : BU-05
 Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin sebanyak
 655.388,44 kg/jam

Jenis : Bak persegi terbuka dengan rangka beton

Kapasitas : 786,47 m³/jam

Dimensi : Panjang : 11,6297 m

Lebar : 11,6297 m

Tinggi : 5,8149 m

Jumlah : 1

4.5.7.2.4. Steam

1. Kation Exchanger

Kode : TU-02

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan
 oleh kation-kation seperti Ca dan Mg sebanyak

20.206,54 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 20,2065 m³/jam

Dimensi : Diameter : 1,3247 m

Tinggi : 1,2192 m

Tebal Tangki : 0,125 in

2. Anion Exchanger

Kode : TU-03

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion seperti Cl, SO₄ dan NO₃ sebanyak

20.206,54 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 20,2065 m³/jam

Dimensi : Diameter : 1,4511 m

Tinggi : 1,2192 m

Tebal Tangki : 0,1875 in

3. Tangki Asam Sulfat

Kode : TU-07

Fungsi : Menampung dan menyimpan larutan asam sulfat yang akan digunakan untuk meregenerasi kation *exchanger* sebanyak 100,89 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 10,99 m³

Dimensi : Diameter : 2,4036 m

Tinggi : 2,4036 m

Jumlah : 1

4. Tangki NaOH

Kode : TU-08

Fungsi : Menampung dan menyimpan larutan NaOH yang digunakan untuk meregenerasi anion *exchanger* dan diinjeksikan ke bak penggumpal sebanyak 80,7088 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 8,1681 m³

Dimensi : Diameter : 2,1832 m
Tinggi : 2,1832 m

Jumlah : 1

5. Deaerator

Kode : DE-01

Fungsi : Menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam *feed water* yang dapat menyebabkan kerak pada boiler sebanyak 20.206,54 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 20,2065 m³/jam

Dimensi : Diameter : 3,1376 m
Tinggi : 3,1376 m

Jumlah : 1

6. Tangki N₂H₄

Kode : TU-09

Fungsi :Menyiapkan dan menyimpan larutan N₂H₄ sebanyak 20.206,54 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 24,6472 m³

Dimensi : Diameter : 3,1548 m

Tinggi : 3,1548 m

Jumlah : 1

7. Tangki Penampungan Boiler

Kode : TU-04

Fungsi : Menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam *feed water* yang dapat menyebabkan kerak pada boiler sebanyak 20.206,54 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 24,2478 m³/jam

Dimensi : Diameter : 3,6467 m

Tinggi : 3,6467 m

Jumlah : 1

8. Boiler

Kode : BLU-01

Fungsi : Menguapkan lewat jenuh keluar pompa dan memanaskannya sehingga terbentuk saturated steam sebanyak 14.032,32 kg/jam

Jenis : Fire tube boiler

Kebutuhan *Steam* : 16.838,78 kg/jam

Jumlah : 1

4.5.7.2.5. Air untuk Unit Pengolahan Limbah

1. Tangki untuk Pengolahan limbah

Kode : TU-15

Fungsi : Menampung air dari bak penampungan sementara (BU-04) menuju unit pengolahan limbah (UPL) Sebanyak 199,06 kg/jam

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Volume : 6,8796 m³

Dimensi : Diameter : 2,0617 m

Tinggi : 2,0617 m

4.5.7.3 Penyedia Kebutuhan Listrik

1. Generator

Fungsi : Menyuplai kebutuhan listrik saat tidak ada pasokan listrik dari PLN sebanyak 1523,1544 kW

Jenis : AC Generator

Kapasitas : 1903,9431 kW

Tegangan : 220/360

Efisiensi : 80%

Frekuensi : 50 Hz

Bahan Bakar : Solar

4.5.7.4 Penyedia Bahan Bakar

1. Tangki Bahan Bakar Generator

Kode : TU-12

Fungsi : Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan generator sebanyak 187,21 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 19,3330 m³

Dimensi : Diameter : 2,91 m

Tinggi : 5,82 m

Jumlah : 1

2. Tangki Bahan Bakar Boiler

Kode : TU-13

Fungsi : Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk
menggerakkan boiler (BLU-01) 9,38 kg/jam

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Volume : 1,4674 m³

Dimensi : Diameter : 1,0390 m
Tinggi : 2,0780 m

4.5.7.5 Penyedia Udara Tekan

1. Kompresor

Kode : KU-01

Fungsi : Mengalirkan udara dari lingkungan ke area proses
untuk kebutuhan instrumentasi sebanyak 85,979
m³/jam

Jenis : *Single Stage Reciprocating Compressor*

Daya Motor : 10 Hp

4.5.7.6 Pompa Utilitas

1. Pompa Utilitas (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air dari sungai menuju screening sebanyak
87.348 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 451,40 gpm

Daya Pompa : 7,5 Hp

2. Pompa Utilitas (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air sungai dari screening ke Reservoir/Seimentasi sebanyak 82,981 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 428,82 gpm

Daya Pompa : 7,5 Hp

3. Pompa Utilitas (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Reservoir (R-01) menuju Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01) sebanyak 78.832 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 407.3836 gpm

Daya Pompa : 7,5 Hp

4. Pompa Utilitas (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki Alum (TU-01) menuju ke Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01) sebanyak 7,231 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,0217 gpm

Daya Pompa : 0,5 Hp

5. Pompa Utilitas (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01) menuju ke Bak Pengendap I (BU-02) sebanyak 78,832 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 407,38 gpm

Daya Pompa : 7,5 Hp

6. Pompa Utilitas (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap I (BU-02) menuju bak pengendap II (BU-03) sebanyak 74,890 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 387,014 gpm

Daya Pompa : 5 Hp

7. Pompa Utilitas (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap II (BU-03) menuju ke sand filter (F-01) sebanyak 71,145 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 367,663 gpm

Daya Pompa : 3 Hp

8. Pompa Utilitas (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air dari sand filter (F-01) menuju ke bak Penampung Sementara (BU-04) sebanyak 67,588 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 349,2805 gpm

Daya Pompa : 3 Hp

9. Pompa Utilitas (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara (BU-04) menuju ke area kebutuhan air sebanyak 67,588 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 349,2805 gpm

Daya Pompa : 3 Hp

10. Pompa Utilitas (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan Kaporit dari Tangki Kaporit (TU-03) menuju Tangki Klorinasi (TU-02) sebanyak 0,157 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,005 gpm

Daya Pompa : 0,5 Hp

11. Pompa Utilitas (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki klorinasi (TU-02) ke tangki air bersih (TU-04) sebanyak 21,844 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 112,885 gpm

Daya Pompa : 1,5 Hp

12. Pompa Utilitas (PU-12)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air bersih menuju area domestik sebanyak 21,844 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 112,885 gpm

Daya Pompa : 1,5 Hp

13. Pompa Utilitas (PU-13)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki air servis (TU-05) Menuju ke Tangki Air bertekanan (TU-06) sebanyak 700 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 3,6174 gpm

Daya Pompa : 0,5 Hp

14. Pompa Utilitas (PU-14)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air bertekanan (TU-06) menuju ke area kebutuhan servis sebanyak 700 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 3,6175 gpm

Daya Pompa : 0,5 Hp

15. Pompa Utilitas (PU-15)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air dingin (BU-05) menuju ke Cooling tower (CT-01) sebanyak 22,283 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 115,1546 gpm

Daya Pompa : 3 Hp

16. Pompa Utilitas (PU-16)

Fungsi : Mengalirkan air dari cooling tower (CT-01) menuju recycle dari bak air dingin (BU-05) sebanyak 22,283 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 115,5146 gpm

Daya Pompa : 3 Hp

17. Pompa Utilitas (PU-17)

Fungsi : Mengalirkan air dari mixed bed (TU-07) menuju ke Tangki air Demin (TU-09) sebanyak 5,724 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 29,5823 gpm

Daya Pompa : 1 Hp

18. Pompa Utilitas (PU-18)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air demin (TU-09) menuju ke Tangki Deaerator (De-01) sebanyak 5,724 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 29,5823 gpm

Daya Pompa : 1 Hp

19. Pompa Utilitas (PU-19)

Fungsi : Mengalirkan Larutan Hydrazine dari tangki N₂H₄ (TU-10) ke tangki deaerator (De-01) sebanyak 0,8587 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,0045 gpm

Daya Pompa : 0,05 Hp

20. Pompa Utilitas (PU-20)

Fungsi : Mengalirkan air dari deaerator (De-01) menuju ke Boiler (Bo-01) sebanyak 28,622 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 147,9113 gpm

Daya Pompa : 3 Hp

4.6 Organisasi Perusahaan

4.6.1 Bentuk Perusahaan

Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan dapat dibedakan menjadi empat bagian, yaitu:

1. Perusahaan perseorangan, modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap keberhasilan perusahaan.

2. Persekutuan firma, modal dapat dikumpulkan dari dua orang bahkan lebih, tanggung jawab perusahaan didasari dengan perjanjian yang pendiriannya berdasarkan dengan akte notaris.
3. Persekutuan Komanditer (*Commanditaire Venootshaps*) yang biasa disingkat dengan CV terdiri dari dua orang atau lebih yang masing-masingnya memiliki peran sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modalnya dan bertanggung jawab sebatas dengan modal yang dimasukan saja).
4. Peseroan Terbatas (PT), modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan, pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal yang dimiliki.

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

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang.
2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.

3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang pemburuhan.

4.6.2 Struktur Organisasi

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Ada beberapa macam struktur organisasi antara lain :

1. Struktur Organisasi *Line*

Di dalam struktur organisasi ini biasanya paling sedikit mempunyai tiga fungsi dasar yaitu, produksi, pemasaran dan keuangan. Fungsi ini tersusun dalam suatu organisasi dimana rantai perintah jelas dan mengalir ke bawah melalui tingkatan-tingkatan manajerial. Individu-individu dalam departemen-departemen melaksanakan kegiatan utama perusahaan. Setiap orang mempunyai hubungan pelaporan hanya ke satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

2. Struktur Organisasi Fungsional

Staf fungsional memiliki hubungan terkuat dengan saluran-saluran line. Jika dilimpahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak, maka seorang staf fungsional mempunyai hak untuk memerintah saluran line sesuai kegiatan fungsional.

3. Struktur Organisasi *Line and Staff*

Staf merupakan individu maupun kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya adalah memberikan saran dan pelayanan kepada fungsi line. Pada umumnya, staf tidak secara langsung terlibat dalam kegiatan utama organisasi, posisi staf untuk memberikan saran dan pelayanan departemen line dan membantu agar tercapainya tujuan organisasi yang lebih efektif.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain (Zamani, 1998) :

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas,
2. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi,
3. Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi,
4. Adanya kesatuan arah (*unity of direction*)
5. Adanya kesatuan perintah (*unity of command*)
6. Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
7. Adanya pembagian tugas (*distribution of work*)
8. Adanya koordinasi
9. Struktur organisasi disusun sederhana
10. Pola dasar organisasi harus relatif permanen
11. Adanya jaminan batas (*unity of tenure*)
12. Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya.
13. Penempatan orang harus sesuai keahliannya.

Berdasarkan macam-macam struktur organisasi dan pedomannya, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik adalah sistem *line and staf*. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem *line* dan *staff* ini yaitu:

1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai *staff* yaitu orang-orang yang melaksanakan 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 Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur membawahi beberapa Kepala Bagian dan Kepala Bagian ini akan membawahi para karyawan perusahaan.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan didapatkan beberapa keuntungan, antara lain:

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain.
2. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
3. Penyusunan program pengembangan manajemen akan lebih terarah.
4. Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
5. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.

6. Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku

4.6.3 Tugas dan Wewenang

4.6.3.1 Pemegang Saham

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

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

4.6.3.2 Dewan Komisaris

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

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

4.6.3.3 Direktur Utama

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

Direktur utama membawahi :

1. Direktur Teknik dan Produksi

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

2. Direktur Keuangan dan Umum

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

4.6.3.4 Kepala Bagian

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

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

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

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi

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

3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu

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

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

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

5. Kepala Bagian Administrasi

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

6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

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

4.6.3.5 Kepala Seksi

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

1. Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

2. Kepala Seksi Utilitas

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

3. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

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

4. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

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

5. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

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

6. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

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

7. Kepala Seksi Keuangan

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

8. Kepala Seksi Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk pengadaan bahan baku pabrik.

9. Kepala Seksi Tata Usaha

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

10. Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan kepegawaian.

11. Kepala Seksi Humas

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

12. Kepala Seksi Keamanan

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

13. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

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

4.6.4 – Pembagian Jam Kerja

Pabrik pembuatan Etanol berkapasitas 20.000 ton/tahun beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan 24 jam dalam sehari. Untuk menjaga kelancaraan proses produksi serta mekanisme administrasi dan pemasaran, maka waktu kerja diatur dengan *non-shift dan shift*.

1. Waktu Kerja Karyawan *Non-shift*

- Hari Senin s/d Kamis : Pukul 08.00 – 12.00 WIB
Pukul 13.00 – 16.30 WIB
- Hari Jumat : Pukul 08.00 – 11.30 WIB
Pukul 13.00 – 17.00 WIB

- Hari Sabtu, Minggu, dan hari besar libur

2. Waktu Kerja Karyawan *Shift*

Kegiatan perusahaan yang dijalani oleh pekerja staf adalah selama 8 jam per hari. Pembagian shift 3 kali per hari yang bergantian secara periodik dengan perulangan dalam 8 hari. Jumlah tim dalam pekerja nonstaf adalah 4 tim (A, B, C, dan D) dengan 3 tim bekerja secara bergantian dalam 1 hari sedangkan 1 tim lainnya libur. Penjadwalan dalam 1 hari kerja per periode (8 hari) adalah sebagai berikut :

- Shift I (Pagi) : Pukul 08.00 – 16.00 WIB
- Shift II (Sore) : Pukul 16.00 – 24.00 WIB
- Shift III (Malam) : Pukul 24.00 – 08.00 WIB

Adapun hari libur diatur sebagai berikut:

- Shift I : 6 hari kerja, 2 hari libur
- Shift II : 6 hari kerja, 2 hari libur
- Shift III : 6 hari kerja, 2 hari libur

Tabel 4. 21 Pembagian Jam Kerja Pekerja Shift

Shift	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
I	A	B	C	A	B	C	A	B
II	B	C	A	B	C	A	B	C
III	C	A	B	C	A	B	C	A

4.6.5 Sistem Gaji dan Fasilitas Karyawan

4.6.5.1 Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu :

a. Gaji Bulanan

Gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan mengacu UUD pasal 14 ayat (1, 2) PP nomor 78 Tahun 2015 dan peraturan menteri No 1 Tahun 2017 tentang struktur dan skala upah setiap golongan jabatan.

b. Gaji Harian

Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian sesuai peraturan dirjen pajak nomor 31/PJ/2009.

c. Gaji Lembur

Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok sesuai pasal 10 kep.234/Men/2003 dimana untuk jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah sejam.

Berikut adalah perincian jumlah dan gaji karyawan sesuai dengan jabatan.

Tabel 4. 22 Daftar Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Direktur Utama	1	Rp 50,000,000	Rp 50,000,000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 35,000,000	Rp 35,000,000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 35,000,000	Rp 35,000,000
4	Staff Ahli	1	Rp 9,000,000	Rp 9,000,000
5	Ka. Bag Umum	1	Rp 7,500,000	Rp 7,500,000
6	Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 7,500,000	Rp 7,500,000

7	Ka. Bag. Keuangan	1	Rp 7,500,000	Rp 7,500,000
8	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 7,500,000	Rp 7,500,000
9	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 7,500,000	Rp 7,500,000
10	Ka. Bag. Litbang	1	Rp 7,500,000	Rp 7,500,000
11	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
12	Ka. Sek. Humas	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
13	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
14	Ka. Sek. Pembelian	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
15	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
16	Ka. Sek. Administrasi	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
17	Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
18	Ka. Sek. Proses	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
19	Ka. Sek. Pengendalian	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
20	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
21	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
22	Ka. Sek. Pengembangan	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
23	Ka. Sek. Penelitian	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
24	Karyawan Personalia	2	Rp 4,500,000	Rp 9,000,000
25	Karyawan Humas	3	Rp 4,500,000	Rp 13,500,000
26	Karyawan Keamanan	4	Rp 4,500,000	Rp 18,000,000
27	Karyawan Pembelian	3	Rp 4,500,000	Rp 13,500,000
28	Karyawan Pemasaran	4	Rp 4,500,000	Rp 18,000,000
29	Karyawan Administrasi	3	Rp 4,500,000	Rp 13,500,000
30	Karyawan Kas/Anggaran	2	Rp 4,500,000	Rp 9,000,000
31	Karyawan Proses	5	Rp 4,500,000	Rp 22,500,000
32	Karyawan Pengendalian	4	Rp 4,500,000	Rp 18,000,000
33	Karyawan Laboratorium	4	Rp 4,500,000	Rp 18,000,000
34	Karyawan Pemeliharaan	4	Rp 4,500,000	Rp 18,000,000
35	Karyawan Utilitas	8	Rp 4,500,000	Rp 36,000,000
36	Karyawan K3	5	Rp 4,500,000	Rp 22,500,000
37	Karyawan Litbang	3	Rp 4,500,000	Rp 13,500,000
38	Karyawan UPL	5	Rp 2,500,000	Rp 12,500,000
39	Karyawan Pretreatment	8	Rp 2,500,000	Rp 20,000,000

40	Operator	150	Rp 3,500,000	Rp 525,000,000
41	Sekretaris	3	Rp 3,500,000	Rp 10,500,000
42	Dokter	2	Rp 5,500,000	Rp 11,000,000
43	Paramedis	2	Rp 4,000,000	Rp 8,000,000
44	Sopir	4	Rp 2,500,000	Rp 10,000,000
45	Bengkel	2	Rp 3,000,000	Rp 6,000,000
46	Cleaning Service	20	Rp 2,446,000	Rp 48,920,000
	Total	273		Rp 1,103,420,000
				\$ 78,735.29

4.6.5.2 Kesejahteraan Karyawan

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

1. Fasilitas cuti tahunan selama 15 hari.
2. Fasilitas cuti sakit berdasarkan surat keterangan dokter.
3. Tunjangan hari raya dan bonus berdasarkan jabatan.
4. Pemberian *reward* bagi karyawan yang berprestasi.
5. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja lebih dari jumlah jam kerja pokok.
6. Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian bagi keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia baik karena kecelakaan sewaktu bekerja.
7. Pelayanan kesehatan berupa biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit akibat kecelakaan kerja.

8. Penyediaan kantin, tempat ibadah, dan sarana olah raga.
9. Penyediaan seragam dan alat-alat pengaman (sepatu dan sarung tangan).
10. *Family Gathering Party* (acara berkumpul semua karyawan dan keluarga) setiap satu tahun sekali.

4.7 Evaluasi Ekonomi

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

1. Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:
 - a. Modal (*Capital Investment*)
 - b. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - c. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
4. Analisa Kelayakan Ekonomi
 - a. *Percent Return on invesment* (ROI)
 - b. *Pay out time* (POT)
 - c. *Break event point* (BEP)
 - d. *Shut down point* (SDP)
 - e. *Discounted cash flow* (DCF)

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

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan:

a. ***Percent Return on Investment (ROI)***

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

b. ***Pay Out Time (POT)***

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

c. ***Break Even Point***

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

d. ***Shut Down Point (SDP)***

Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan.

Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan).

e. *Discounted Cash Flow*

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

4.7.1 Penaksiran Harga Alat

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

Tabel 4. 23 *Chemical Engineering Plant Cost Index*

Tahun (X)	indeks (Y)
1990	356
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6

2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	550,8
2011	585,7
2012	584,6
2013	567,3
2014	576,1
2015	556,8
2016	541,7
2017	567,5
2018	603,1

Untuk memperkirakan harga alat, ada dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga. (Aries & Newton, 1955) dan (Chemical engineering progress, 2017)

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y}$$

Dimana : E_x : Harga alat pada tahun x
 E_y : Harga alat pada tahun y
 N_x : Index harga pada tahun x
 N_y : Index harga pada tahun y

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

$$E_a = E_b \frac{C_a}{C_b}$$

Dimana : E_a : Harga alat a

E_b : Harga alat b

C_a : Kapasitas alat a

C_b : Kapasitas alat b

Untuk menentukan nilai indeks CEP berdasarkan dari harga yang sudah ada seperti yang dikemukakan oleh Peters dan Timmerhaus tahun 1980 serta data-data yang diperoleh dari www.matche.com/equipcost. Berdasarkan data nilai CEP indeks yang ada kemudian dilakukan perhitungan menggunakan metode regresi linear untuk mengetahui nilai CEP index pada tahun referensi dan tahun pembelian. Nilai CEP index pada tahun referensi yaitu tahun 2014 adalah 576,1. Sementara nilai CEP indeks pada tahun pembelian yaitu tahun 2023 adalah 655,069.

4.7.2 Dasar Perhitungan

- a. Kapasitas produksi : 20.000 ton/tahun
- b. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
- c. Umur alat : 10 tahun
- d. Kurs mata uang : \$ 1 = Rp 15.200,00 (Diperkirakan tahun 2023)
- e. Tahun pabrik didirikan : 2023

4.7.3 Perhitungan Biaya

4.7.3.1 Modal (Capital Investment)

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

Capital investment terdiri dari :

a. *Fixed Capital Investment*

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

Tabel 4. 24 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 61.276.285.145	\$ 4.372.411
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 15.319.071.286	\$ 1.093.102
3	Instalasi cost	Rp 18.354.516.464	\$ 1.309.699
4	Pemipaan	Rp 18.312.141.020	\$ 1.306.675
5	Instrumentasi	Rp 16.883.956.890	\$ 1.204.766
6	Insulasi	Rp 3.652.995.600	\$ 260.662
7	Listrik	Rp 9.191.442.771	\$ 655.861
8	Bangunan	Rp 56.768.000.000	\$ 4.050.719
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 39.406.800.000	\$ 2.811.899
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		Rp 239.165.209.179	\$ 17.065.797

Tabel 4. 25 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 47.833.041.835	\$ 3.413.158
<i>Total (DPC + PPC)</i>		Rp 286.998.251.016	\$ 20.478.957

Tabel 4. 26 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 286.998.251.016	\$ 20.478.957
2	Kontraktor	Rp 14.349.912.550	\$ 1.023.947
3	Biaya tak terduga	Rp 28.669.825.101	\$ 2.047.895
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		Rp 330.047.988.668	\$ 23.550.800

Tabel 4. 27 *Total Working Capital Investment (TWCI)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 23.216.910.108	\$ 1.656.659
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 79.769.407.624	\$ 5.692.000
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 58.014.114.635	\$ 4.139.636
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 73.893.581.818	\$ 5.272.727
5	<i>Available Cash</i>	Rp 58.014.114.635	\$ 4.139.636
<i>Working Capital (WC)</i>		Rp292.908.128.821	\$ 20.900.660

4.7.3.2 Biaya Produksi (Manufacturing Cost)

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

a. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran langsung dalam pembuatan suatu produk.

b. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk

c. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost adalah pengeluaran tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 4. 28 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 255.386.011.183	\$ 18.223.244
2	<i>Labor</i>	Rp 1.103.420.000	\$ 78.735
3	<i>Supervision</i>	Rp 110.342.000	\$ 7.874
4	<i>Maintenance</i>	Rp 6.600.959.773	\$ 472.016
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 990.143.966	\$ 70.652
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 8.128.294.000	\$ 580.000
7	<i>Utilities</i>	Rp 39.385.142.202	\$ 2.810.353
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp 311.704.313.124	\$ 22.241.875

Tabel 4. 29 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 165.513.000	\$ 11.810
2	<i>Laboratory</i>	Rp 110.342.000	\$ 7.874
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 551.710.000	\$ 39.368
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 284.490.290.000	\$ 20.300.000
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 285.317.855.000	\$ 20.359.051

Tabel 4. 30 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 26.403.839.093	\$ 1.884.064
2	<i>Property taxes</i>	Rp 3.300.479.887	\$ 232.508
3	<i>Insurance</i>	Rp 3.300.479.887	\$ 232.508
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 33.004.798.867	\$ 2.355.080

Tabel 4. 31 *Total Manufacturing Cost (TMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 311.704.313.124	\$ 22.241.875
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 293.446.149.000	\$ 20.939.051
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 33.004.798.867	\$ 2.355.080
	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 638.155.260.991	\$ 45.536.007

4.7.3.3 Pengeluaran Umum (*General Expense*)

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

Tabel 4. 32 *General Expense (GE)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 16.256.588.000	\$ 1.160.000
2	<i>Sales expense</i>	Rp 40.641.470.000	\$ 2.900.000
3	<i>Research</i>	Rp 22.759.223.200	\$ 1.624.000
4	<i>Finance</i>	Rp 12.459.122.349	\$ 889.029
	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 92.116.403.550	\$ 6.573.029

Tabel 4. 33 *Total Production Cost (TPC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 638.155.260.991	\$ 45.536.007
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 92.116.403.550	\$ 6.573.029
	<i>Total Production Cost (TPC)</i>	Rp 730.271.665.541	\$ 52.109.036

4.7.3.4 Analisis Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Produk utama (Bioetanol) : Rp 40.461,47/kg

Total Penjualan : Rp 812.829.400.000,00

Total Biaya Produksi : Rp 730.271.664.554,1

Keuntungan : Rp 82.557.735.459,22

b. Keuntungan Setelah Pajak

Pajak Keuntungan Pajak sebesar 50% (Aries Newton)

Pajak : Rp 41.278.867.730

Keuntungan : Rp 41.278.867.730

4.7.4 Analisis Kelayakan

1. *Return on Investment* (ROI)

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

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

a. ROI sebelum pajak (ROI_b)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko rendah minimum adalah 11%. (Aries & Newton, 1955).

ROI_b = 25% (pabrik memenuhi kelayakan)

b. ROI setelah pajak (ROI_a)

ROI_a = 12,5%

2. *Pay Out Time* (POT)

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

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100$$

- a. POT sebelum pajak (POTb)

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko tinggi maksimum adalah 2 tahun. (Aries & Newton, 1955).

POTb = 2,86 tahun (pabrik memenuhi kelayakan)

- b. POT setelah pajak (POTa)

POTa = 4,4 tahun

3. Break Even Point (BEP)

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

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

Tabel 4. 34 Annual Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	Rp 26.403.839.093	\$ 1.884.064
2	Property taxes	Rp 3.300.479.887	\$ 235.508
3	Insurance	Rp 3.300.479.887	\$ 235.508
Fixed Cost (Fa)		Rp 33.004.798.867	\$ 2.355.080

Tabel 4. 35 Annual Variable Cost (Va)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw material	Rp 255.386.011.183	\$ 18.223.244
2	Packaging & shipping	Rp 292.618.584.000	\$ 20.880.000
3	Utilities	Rp 39.385.142.202	\$ 2.810.353
4	Royalties and Patents	Rp 8.128.294.000	\$ 580.000
Variable Cost (Va)		Rp 595.518.031.385	\$ 42.493.598

Tabel 4. 36 Annual Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Labor cost	Rp 1.103.420.000	\$ 78.735
2	Plant overhead	Rp 551.710.000	\$ 39.368
3	Payroll overhead	Rp 165.513.000	\$ 11.810
4	Supervision	Rp 110.342.000	\$ 7.874
5	Laboratory	Rp 110.342.000	\$ 7.874
9	General Expense	Rp 92.116.403.550	\$ 6.573.029
10	Maintenance	Rp 6.600.959.773	\$ 471.016
11	Plant supplies	Rp 990.143.966	\$ 70.652
Regulated Cost (Ra)		Rp 101.748.834.289	\$ 7.260.358

Tabel 4. 37 Annual Sales Cost (Sa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Annual Sales Cost	Rp 812.829.400.000	\$ 58.000.000
Regulated Cost (Ra)		Rp 812.829.400.000	\$ 58.000.000

BEP = 43,49 % (Pabrik memenuhi kelayakan)

4. Shut Down Point (SDP)

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

Shut down point adalah titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. (SDP = 20,89 %)

5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

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

Umur pabrik (n)	: 10 tahun
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	: Rp 330.908.128.821
<i>Capital Investment (WCI)</i>	: Rp 292.908.988.668
(SV) = Depresiasi	: Rp 26.403.839.093
<i>Cash Flow (CF)</i>	: Rp 80.141.829.173

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

Persamaan untuk menentukan DCFR:

$$\frac{(WC + FCI) \times (1+i)^{10}}{CF} = \left[\frac{(1+i)^0}{(1+i)^0} + \frac{(1+i)^1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{(1+i)^9}{(1+i)^9} \right] + \frac{(WC + SV)}{CF}$$

$$R = S$$

Dengan *trial and error* diperoleh nilai i : 0,1182

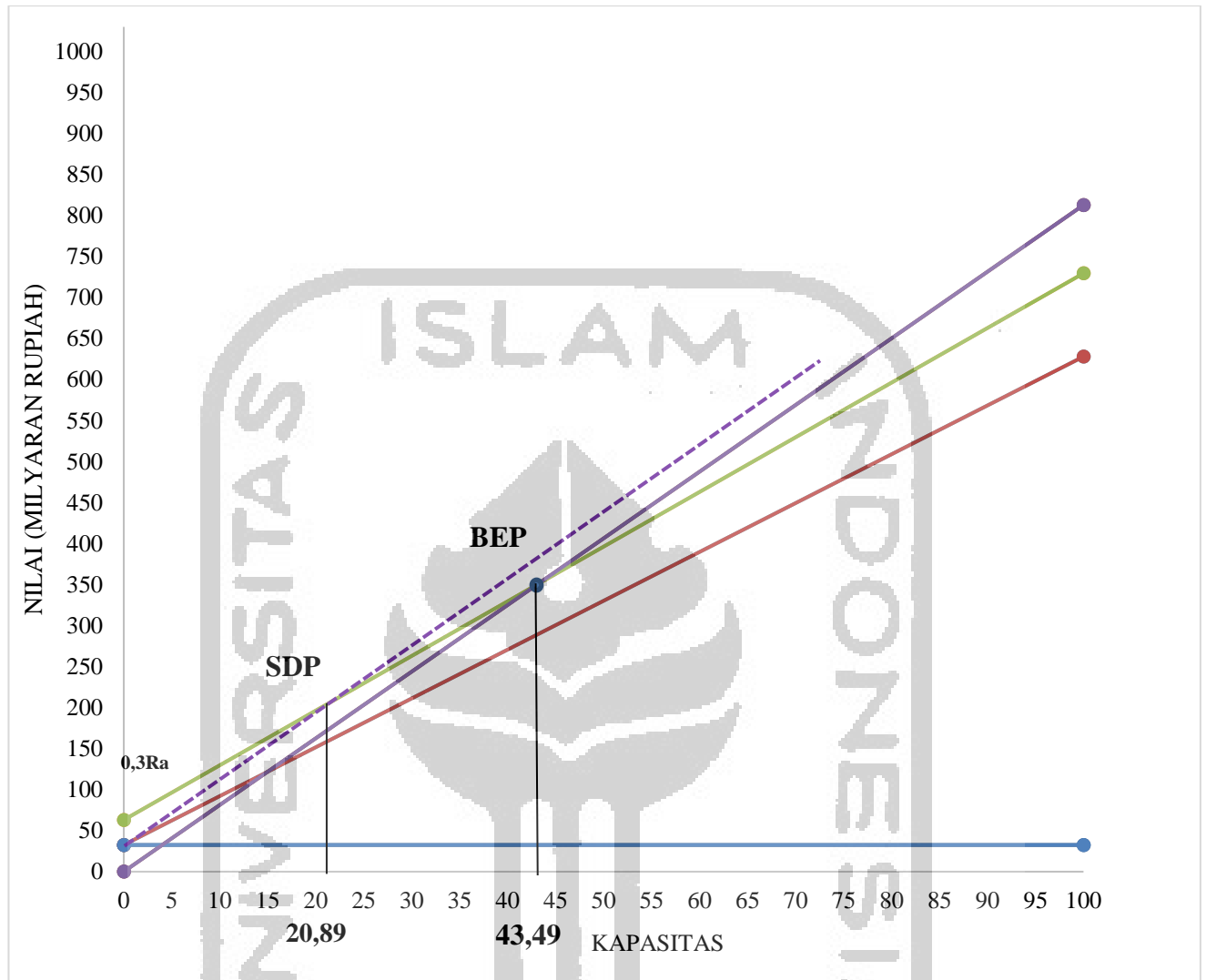
DCFR : 11,82 %

Minimum nilai DCFR : 1,5 x bunga pinjaman bank (Aries Newton)

Bunga bank : 5,75 %

Kesimpulan : Memenuhi syarat ($1,5 \times 5,75\% = 8,63\%$)





Gambar 4. 4 Grafik Analisis Kelayakan