

BAB IV

PERANCANGAN

PABRIK

Tata letak peralatan dan fasilitas merupakan salah satu bagian terpenting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik dalam suatu perancangan pabrik yang meliputi fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan, desain sarana pemipaan dan kelistrikan. Hal ini akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tanah sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya lebih terperinci sebelum mendirikan suatu pabrik.

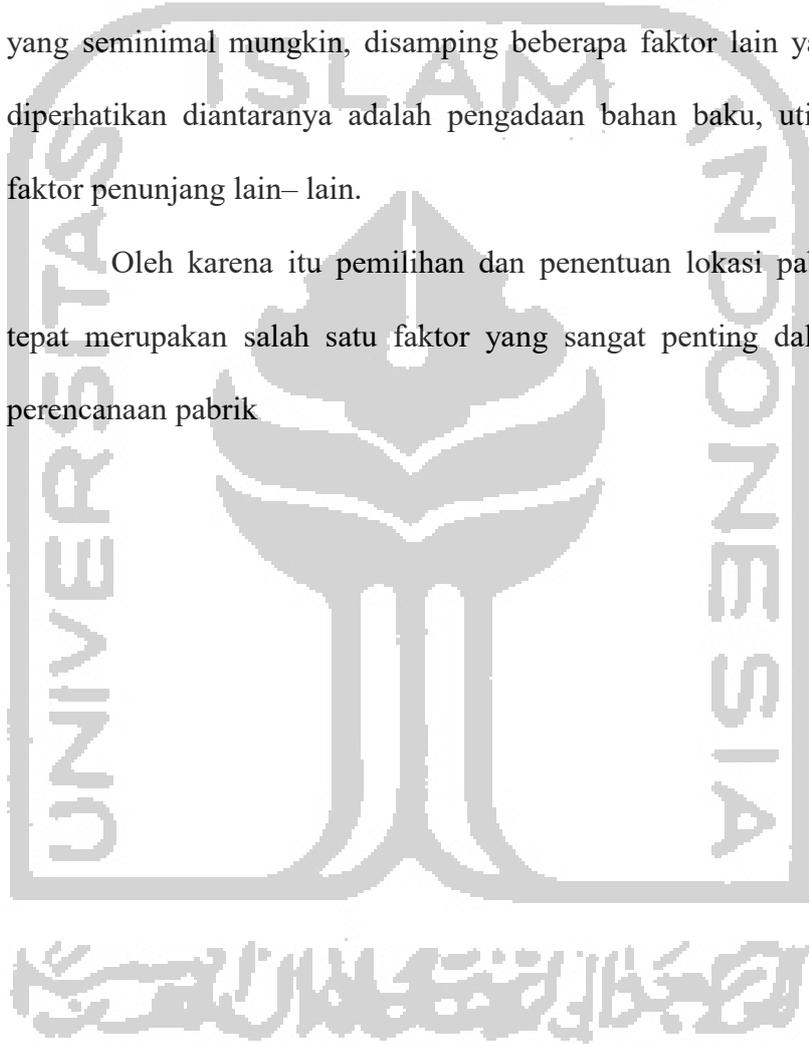
4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan dan penentuan letak suatu pabrik sangat penting dalam perencanaan pabrik dan akan mempengaruhi kemajuan serta kelangsungan suatu industri. Hal tersebut menyangkut faktor produksi dan besarnya keuntungan yang dihasilkan serta perluasan di masa yang akan datang. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik yang tepat karena akan memberikan kontribusi yang sangat penting baik dalam segi teknis maupun segi ekonomis.

Faktor utama adalah pabrik tidak hanya dibangun dengan *production cost* dan *operating cost* yang minimum, tetapi tersedianya ruang untuk perluasan pabrik juga menjadi hal yang dipertimbangkan.

Lokasi pabrik harus menjamin biaya transportasi dan produksi yang seminimal mungkin, disamping beberapa faktor lain yang harus diperhatikan diantaranya adalah pengadaan bahan baku, utilitas, dan faktor penunjang lain– lain.

Oleh karena itu pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perencanaan pabrik



4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor yang secara langsung dapat mempengaruhi proses produksi dan distribusi. Faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik meliputi :

1. Ketersediaan bahan baku
2. Sarana utilitas yang cukup dan memadai
3. Transportasi dan distribusi yang lancar
4. Pemasaran yang cukup potensial
5. Penyediaan sumber daya manusia (tenaga kerja)
6. Keadaan iklim yang stabil

Dengan memperhatikan faktor-faktor yang dipertimbangkan di atas, maka lokasi yang tepat dan memenuhi syarat untuk lokasi pendirian pabrik Kaprolaktam direncanakan dibangun di daerah Cilegon, Banten (Gambar 4.1). Dan lokasi Pabrik dapat dilihat pada Gambar 4.2.



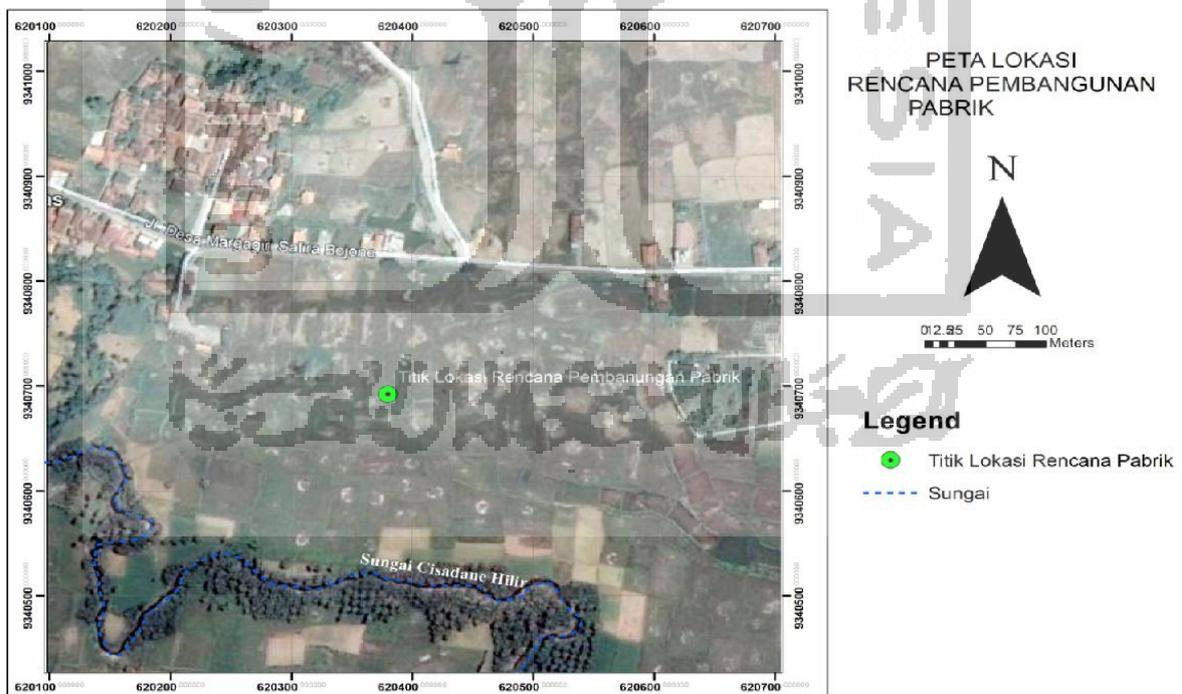
Gambar 4.1 Lokasi Pabrik

Daerah Cilegon merupakan lokasi terbaik untuk mendirikan pabrik kaprolaktam, hal ini dipertimbangkan karena beberapa hal berikut :

1. Ketersediaan Bahan Baku

Suatu pabrik sebaiknya berada di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku dan daerah pemasaran sehingga transportasi dapat berjalan dengan lancar dan biaya transportasi dapat diminimalisir. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan laut jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

Bahan baku untuk pembuatan kaprolaktam yaitu Siklohexanon Oksim yang di impor dari China. sedangkan katalis Asam Sulfat (H_2SO_4) didapatkan dari kerjasama dengan PT Petrokimia Gresik serta Natrium Oksida (NaOH) didapatkan dari kerjasama dengan PT. gasSoda Indonesia, Sidoarjo. Gambar 4.2 Lokasi Pabrik



Gambar 4.2 Lokasi Pabrik

2. Utilitas

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Tenaga listrik tersebut didapat dari PLN dan tenaga listrik sendiri. Pembangkit listrik utama untuk pabrik adalah menggunakan generator *diesel* yang bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina. Lokasi pabrik dekat dengan Sungai, maka keperluan air (air proses, air pendingin/penghasil *steam*, perumahan dan lain-lain) dapat diperoleh dengan mudah.

3. Transportasi

Sarana Transportasi dari dan ke lokasi pabrik haruslah lancar dan memadai. Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan darat maupun laut. Pendirian pabrik di kawasan industri cilegon dilakukan dengan pertimbangan kemudahan sarana transportasi darat dan laut yang mudah dijangkau karena Cilegon berada dalam jalur transportasi Merak-Jakarta yang merupakan pintu gerbang pulau Jawa dan Sumatera, sehingga transportasi darat dari sumber bahan baku dan pasar tidak lagi menjadi masalah. Bandara Soekarno-Hatta juga dapat dijangkau dengan mudah, sehingga semakin mempermudah pengiriman produk. Angkutan darat dengan jalan raya yang cukup lancar dapat dilalui oleh kendaraan besar dan kecil. Pelabuhan PT Indonesia II cabang Banten yang ada cukup memadai untuk pengangkutan melalui laut, sehingga dapat mengangkut bahan baku maupun produk. Dengan ketersediaan sarana tersebut akan menjamin kelangsungan produksi pabrik.

4. Pemasaran

Pemasaran produk mudah dijangkau karena tersedianya sarana transportasi yang memadai. Pemasaran produk dapat dilakukan melalui jalur darat maupun jalur laut. Pemasaran jalur laut dapat dilakukan melalui pelabuhan PT Indonesia II cabang Banten. Pemasaran produk diharapkan tidak hanya di dalam negeri melainkan dapat juga untuk di ekspor.

5. Sumber Daya Manusia (Tenaga Kerja)

Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja yang dibutuhkan mudah untuk didapatkan, baik tenaga berpendidikan tinggi, menengah maupun tenaga terampil yang siap pakai, karena dari tahun ke tahun tenaga kerja semakin meningkat.

6. Keadaan Iklim

Daerah Cilegon, Banten merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri dan cukup dekat dengan pesisir pantai yang memiliki daerah alam yang sangat menunjang. Daerah Cilegon dan sekitarnya telah direncanakan oleh pemerintah sebagai salah satu pusat pengembangan wilayah produksi industri. Temperatur udara normal daerah tersebut sekitar 25-30°C, sehingga kemungkinan operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses operasional pabrik. Akan tetapi berpengaruh dalam kelancaran proses operasional dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

1. Perluasan Areal Unit

Pendirian pabrik harus mempertimbangkan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu 10 atau 20 tahun ke depan, karena apabila suatu saat nanti akan memperluas area pabrik tidak kesulitan dalam mencari lahan perluasan.

2. Biaya dan Perizinan Tanah

Sesuai dengan kebijakan pemerintah tentang kebijakan pengembangan industri, daerah Cilegon telah dijadikan sebagai daerah kawasan industri. Sehingga memudahkan perijinan dalam pendirian pabrik. Adapun faktor-faktor lain meliputi :

- Segi keamanan kerja terpenuhi.
- Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau.
- Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
- Transportasi yang baik dan efisien.

3. Lingkungan masyarakat sekitar

Sikap masyarakat sekitar cukup terbuka dan mendukung dengan berdirinya pabrik baru. Hal ini disebabkan akan tersedianya lapangan pekerjaan bagi mereka, sehingga terjadi peningkatan kesejahteraan masyarakat setelah pabrik-pabrik didirikan. Selain itu pendirian pabrik ini tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat sekitarnya karena dampak dan faktor-faktornya sudah dipertimbangkan sebelum pabrik berdiri.



4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir.

Desain yang rasional harus memasukkan unsur lahan proses, *storage* (persediaan) dan lahan alternatif (areal *handling*) dalam posisi yang efisien dan dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut (Peter & Timmerhaus, 2004).

- a) Urutan proses produksi.
- b) Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
- c) Distribusi ekonomis pada pengadaan air, *steam* proses, tenaga listrik dan bahan baku.
- d) Pemeliharaan dan perbaikan.
- e) Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
- f) Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
- g) Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi

- h) Masalah pembuangan limbah cair.
- i) *Service area*, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan, seperti (Peters and Timmerhaus, 2004) :

- 1) Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga mengurangi material *handling*.
- 2) Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau di-*blowdown*.
- 3) Mengurangi ongkos produksi.
- 4) Meningkatkan keselamatan kerja.
- 5) Mengurangi kerja seminimum mungkin.
- 6) Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.

Secara garis besar *layout* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

4.2.1 Area Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium

Area administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengembangan, pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan yang dijual. Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti poliklinik, mess, kantin, aula dan masjid

4.2.2 Area Proses dan Ruang Kontrol

Merupakan area tempat alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan proses berlangsung. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

4.2.3 Area Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi

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

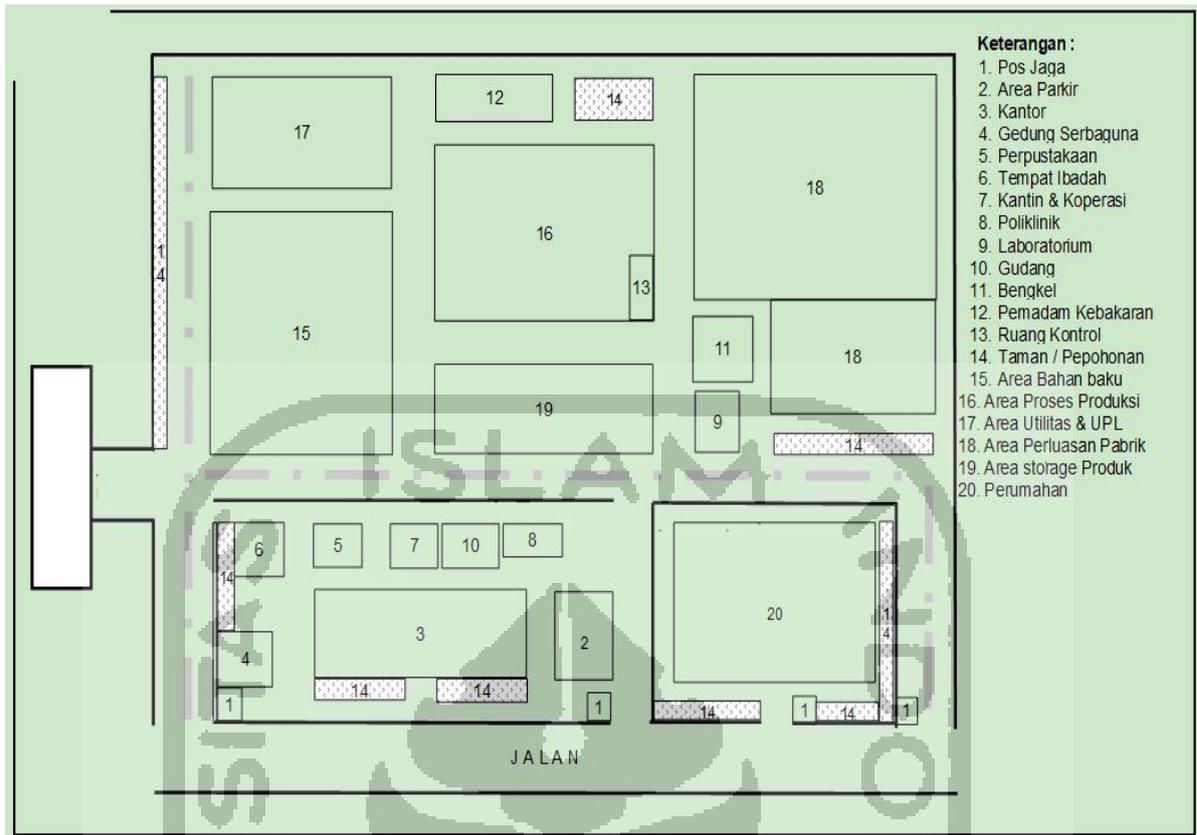
4.2.4 Area Utilitas dan Power Station

Merupakan area dimana kegiatan penyediaan air, *steam*, air pendingin dan tenaga listrik dipusatkan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran..

Pendirian pabrik fosgen ini direncanakan di bangun pada lahan seluas 1,9 ha dengan ukuran 477 m x 370 m. Adapun tata letak pabrik dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik

lokasi	panjang, m	lebar, m	luas, m ²
	m	m	m ²
Kantor utama	30	20	600
Pos Keamanan/satpam	5	5	25
Mess	16	36	576
Parkir Tamu	12	22	264
Parkir Truk	16	14	224
Ruang timbang truk	10	5	50
Kantor teknik dan produksi	18	14	252
Klinik	12	10	120
Masjid	16	12	192
Kantin	15	12	180
Bengkel	12	20	240
Unit pemadam kebakaran	16	14	224
Gudang alat	20	10	200
Laboratorium	14	16	224
Utilitas	25	20	500
Area proses	60	35	2100
Control Room	20	15	300
Control Utilitas	10	10	100
Jalan dan taman	50	30	1500
Perluasan pabrik	100	50	5000
Luas Tanah			12871
Luas Bangunan			6371
Total	477	370	19242



Gambar 4.3 Tata Letak Pabrik (Skala 1 : 1000)

4.3 Tata Letak Alat Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran udara

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

3. Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia dan kendaraan

Dalam perancangan *layout* peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki,

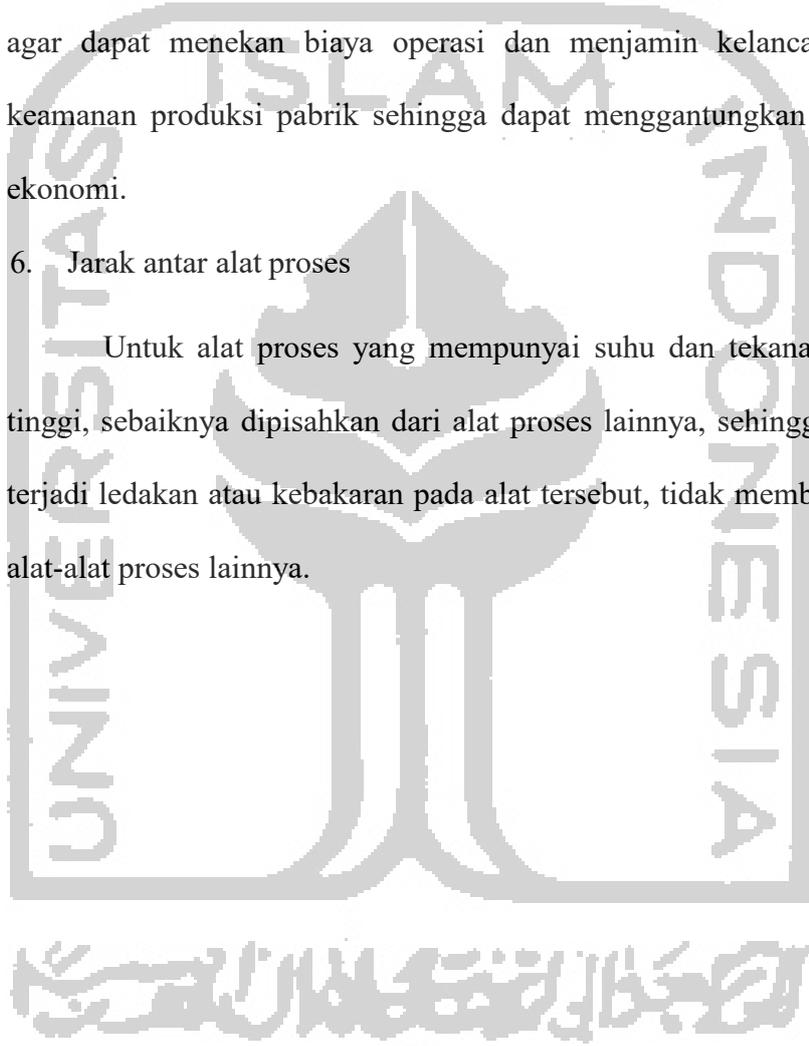
selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

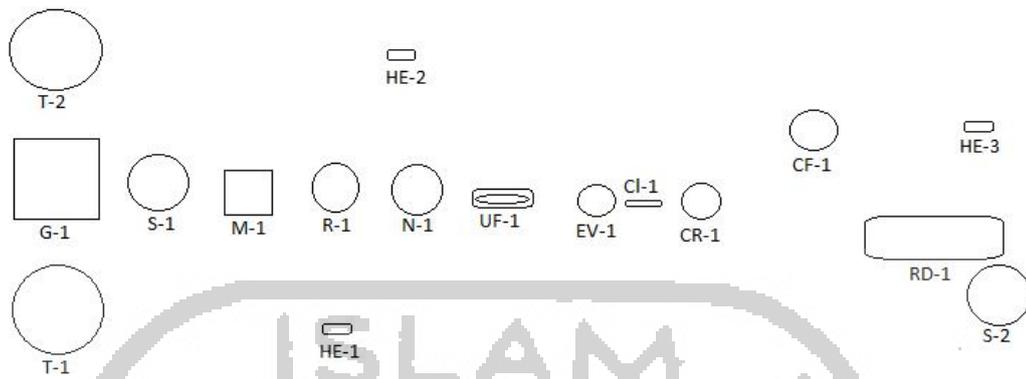
5. Pertimbangan Ekonomi

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

6. Jarak antar alat proses

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





Gambar 4. 4 Tata letak Alat Proses (Skala 1 : 100)

Keterangan :

- G - 1 : Gudang Penyimpanan SHO
- T - 1 : Tangki Penyimpanan H_2SO_4
- T - 2 : Tangki Penyimpanan NaOH
- H - 1 : Heater
- H - 2 : Heater
- H - 3 : Heater
- CL - 1 : Cooler pada hasil keluar UF
- M - 1 : Melter
- R - 1 : Reakto

- N – 1 : Netralizer
UF – 1 : Ultrafiltration Membrane
EV – 1 : Evaporator
CR – 1 : Crystalizer
CF – 1 : Centrifuge
RD – 1 : Rotary Dryer
S – 1 : Silo
S – 2 : Silo



4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

NO	KOMPONEN	NOMOR ARUS (Kg/Jam)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	SHO / C ₆ H ₁₀	4146.76	4146.76	-	124.40	-	124.40	-	124.40	-	124.40	124.40	95.44	28.96	1.79	-	27.17
2	SH / C ₆ H ₁₀ O	128.25	128.25	-	128.25	-	128.25	-	128.25	-	128.25	128.25	98.40	29.85	1.84	-	28.01
3	CPS / (CH ₂) ₅ CONH.H ₂ SO ₄	-	-	-	7510.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	CPL / (CH ₂) ₅ CONH	-	-	-	-	-	4022.36	-	4022.36	-	4022.36	117.64	90.26	27.38	1.69	-	25.70
5	CPL KRISTAL / (CH ₂) ₅ CONH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3904.71	-	3904.71	3825.03	-	76.69
6	ASAM SULFAT / H ₂ SO ₄	-	-	4675.20	1186.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	NATRIUM HIDROKSIDA / NaOh	-	-	-	-	3618.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	NATRIUM SULFAT / Na ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	6774.27	6774.27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	HIDROGEN DIOKSIDA / H ₂ O	-	-	95.41	95.41	2639.74	4357.16	-	4357.16	3050.01	1307.15	1307.15	1002.87	304.27	18.77	353.25	638.75
10	UDARA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7279.56	7279.56
TOTAL		4275.01	4275.01	4770.61	9045.61	6258.23	28103.19	6774.27	8632.17	3050.01	5582.16	5582.15	1286.97	4295.17	3849.12	7632.81	8075.88

4.4.1.2 Neraca Massa per Alat

1. Neraca Massa Melter (M – 1)

Tabel 4. 3 Neraca Massa Melter

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	arus 1		arus 2	
C ₆ H ₁₀ (NOH)	4146,76		4146,76	
C ₆ H ₁₀ O	128,25		128,25	
Total	4275,01		4275,01	

2. Neraca Massa Reaktor (R – 1)

Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor (R – 1)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	arus 2	arus 3	arus 4	
C ₆ H ₁₀ (NOH)	4146,76	-	124,40	
C ₆ H ₁₀ O	128,25	-	128,25	
H ₂ SO ₄	-	4675,20	1186,78	
H ₂ O	-	95,41	95,41	
(CH ₂) ₅ CONH.H ₂ SO ₄	-	-	7510,77	
Sub Total	4275,01	4770,61	9045,62	
Total	9045,62		9045,62	

3.

Neraca Massa Netralizer (N – 1)

Tabel 4. 5 Neraca Massa Netralizer (N – 1)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	arus 4	arus 5	arus 6
C ₆ H ₁₀ (NOH)	124,40	-	124,40
C ₆ H ₁₀ O	128,25	-	128,25
H ₂ SO ₄	1186,78	-	-

H ₂ O	95,41	2544,325	4357,16
(CH ₂) ₅ CONH.H ₂ SO ₄	7510,77	-	-
NaOH	-	3816,49	-
(CH ₂) ₅ CONH	-	-	4022,36
Na ₂ SO ₄	-	-	6774,27
Sub Total	9045,62	6360,81	15406,43
Total	15406,43		15406,43

4. Neraca Massa Ultrafiltration Membrane (UF – 1)

Tabel 4.6 Neraca Massa Ultrafiltration Membrane (UF – 1)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	arus 6	arus 7	arus 8
C ₆ H ₁₀ (NOH)	124,40	-	124,40
C ₆ H ₁₀ O	128,25	-	128,25
H ₂ O	4357,16	-	4357,16
(CH ₂) ₅ CONH	4022,36	-	4022,36
Na ₂ SO ₄	6774,27	6774,27	-
Sub Total	15406,43	6774,27	8632,17
Total	15406,43	15406,43	

5. Neraca Massa Evaporator (EV – 1)

Tabel 4.7 Neraca Massa Evaporator (EV – 1)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	arus 8	arus 9	arus 10
$C_6H_{10}(NOH)$	124,40	-	124,40
$C_6H_{10}O$	128,25	-	128,25
H_2O	4357,16	3050,01	1307,15
$(CH_2)_5CONH$	4022,36	-	4022,36
Sub Total	8632,17	3050,01	5582,16
Total	8632,17	8632,17	

6. Neraca Massa Crystallizer (CR – 1)

Tabel 4.8 Neraca Massa Crystallizer (CR – 1)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	arus 10	arus 11
$C_6H_{10}(NOH)$	124,40	124,40
$C_6H_{10}O$	128,25	128,25
H_2O	1307,15	1307,15
$(CH_2)_5CONH$	4022,36	117,64
$(CH_2)_5CONH$ kristal	-	3904,71
Jumlah	5582,16	5582,16

7. Neraca Massa Centrifuge (CF – 1)

Tabel 4.9 Neraca Massa Centrifuge (CF – 1)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	arus 11		arus 12	arus 13
C ₆ H ₁₀ (NOH)	124,40		95,44	28,96
C ₆ H ₁₀ O	128,25		98,40	29,85
H ₂ O	1307,15		1002,87	304,27
(CH ₂) ₅ CONH	117,64		90,26	27,38
(CH ₂) ₅ CONH kristal	3904,71		-	3904,71
Sub Total	5582,16		1286,97	4295,19
Total	5582,16		5582,16	

8. Neraca Massa Rotary Dryer (RD – 1)

Tabel 4.10 Neraca Massa Rotary Dryer (RD – 1)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	arus 13	arus 15	arus 14	arus 16
C ₆ H ₁₀ (NOH)	28,96	-	1,79	27,17
C ₆ H ₁₀ O	29,85	-	1,84	28,01
H ₂ O	304,27	353,25	18,77	636,74
(CH ₂) ₅ CONH	27,38	-	1,69	25,70
(CH ₂) ₅ CONH kristal	3904,71	-	3825,03	79,69
Udara	-	7279,56	-	7279,56
Sub Total	4295,19	7632,81	3849,12	8078,87
Total	11927,99		11927,99	

4.2 Neraca Panas

1. Melter

Tabel 4.11 Neraca Panas Melter

Komponen	Q in (Kj/jam)	Q out (Kj/jam)
	arus 1	arus 2
$C_6H_{10}(NOH)$	43612.19	782526.79
$C_6H_{10}O$	1261.46	22303.21
Q peleburan	-	911.5034492
Q pemanasan	760867.8615	-
Total	805741.51	805741.51

2. Heater 1

Tabel 4.12 Neraca Panas Heater 1

Komponen	Q in (Kj/jam)	Q out (Kj/jam)
H_2SO_4	33747.23	596068.47
H_2O	2006.07	34034.30
Q pemanasan	594349.4624	-
Total	630102.77	630102.77

3. Reaktor

Tabel 4.13 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Q in (Kj/jam)		Q out (Kj/jam)
	arus 2	arus 3	arus 4
$C_6H_{10}(NOH)$	782526.79	-	23475.80
$C_6H_{10}O$	22303.21	-	22303.21
H_2SO_4	-	596068.47	151309.69
H_2O	-	34034.30	34034.30
$(CH_2)_5CONH.H_2SO_4$	-	-	606159.32
Panas Reaksi	2105443.939		-
Q pendinginan	-		2703094.387
Total	3540376.71		3540376.71

4. Heater 2

Tabel 4.14 Neraca Panas Heater 2

Komponen	Q in (Kj/jam)	Q out (Kj/jam)
NaOH	41561.62	70559.77
H_2O	53495.24	907581.28
Q pemanasan	1518084.19	-
Total	1613141.05	1613141.05

5. Netralizer

Tabel 4.15 Neraca Panas Netralizer

Komponen	Q in (Kj/jam)		Q out (Kj/jam)
	arus 4	arus 5	arus 6
$C_6H_{10}(NOH)$	23475.80	-	9362.77
$C_6H_{10}O$	22303.21	-	8958.04
H_2SO_4	151309.69	-	
H_2O	34034.30	907581.2765	639435.93
$(CH_2)_5CONH.H_2SO_4$	606159.32	-	-
NaOH	-	705559.7697	-
$(CH_2)_5CONH$	-	-	301807.65
Na_2SO_4	-	-	380000.17
Panas Reaksi	10836.68		
Q pendinginan	-		1121695.50
Total	2461260.05		2461260.05

6. Ultrafiltration Membrane

Tabel 4.16 Neraca Panas Ultrafiltration Membrane

Komponen	Q in (Kj/jam)	Q out (Kj/jam)	
	arus 6	arus 7	arus 8
$C_6H_{10}(NOH)$	9362.77	-	9362.77
$C_6H_{10}O$	639435.93	-	8958.04
H_2O	380000.17	-	639435.93
$(CH_2)_5CONH$	301807.65	-	301807.65
Na_2SO_4	8958.04	380000.17	-
Total	1339564.55	1339564.55	

7. Evaporator

Tabel 4.17 Neraca Panas Evaporator

Komponen	Q in (Kj/jam)	Q out (Kj/jam)	
	arus 8	arus 9	arus 10
$C_6H_{10}(NOH)$	9362.55	-	45152.60
$C_6H_{10}O$	8958.02	-	42948.26
H_2O	639436.35	1139668.92	874972.08
$(CH_2)_5CONH$	301807.78	-	1439602.22
Q pemanasan	2582779.38	-	-
Total	3542344.08	3542344.08	

8. Cooler

Tabel 4.18 Neraca Panas Cooler

Komponen	Q in (Kj/jam)	Q out (Kj/jam)
$C_6H_{10}(NOH)$	45153.63	9362.77
$C_6H_{10}O$	42948.38	8958.04
H_2O	874970.1691	191830.7775
$(CH_2)_5CONH$	1439601.56	301807.65
Q pendinginan	-	1890714.51
Total	2402673.74	2402673.74

9. Crystalizer

Tabel 4.19 Neraca Panas Crystalizer

Komponen	Q in (Kj/jam)	Q out (Kj/jam)
	arus 10	arus 11
$C_6H_{10}(NOH)$	9362.77	3370.48
$C_6H_{10}O$	8958.04	3996.63
H_2O	191830.78	33935.23
$(CH_2)_5CONH$	301807.65	2572.35
$(CH_2)_5CONH$ kristal	-	85379.33
Beban panas Cristalizer	-	382705.20
Total	511959.23	511959.23

10. Centrifuge

Tabel 4.20 Neraca Panas Centrifuge

Komponen	Q in (Kj/jam)	Q out (Kj/jam)	
	arus 11	arus 12	arus 13
$C_6H_{10}(NOH)$	3370.48	3034.55	784.57
$C_6H_{10}O$	3996.63	2917.40	930.33
H_2O	33935.23	63180.45	7899.36
$(CH_2)_5CONH$	2572.35	2868.22	598.79
$(CH_2)_5CONH$ kristal	85379.33	-	85379.33
Beban panas Centrifuge	38338.98033	-	-
Total	167593.01	167593.01	

11. Heater 3

Tabel 4.21 Neraca Panas Heater 3

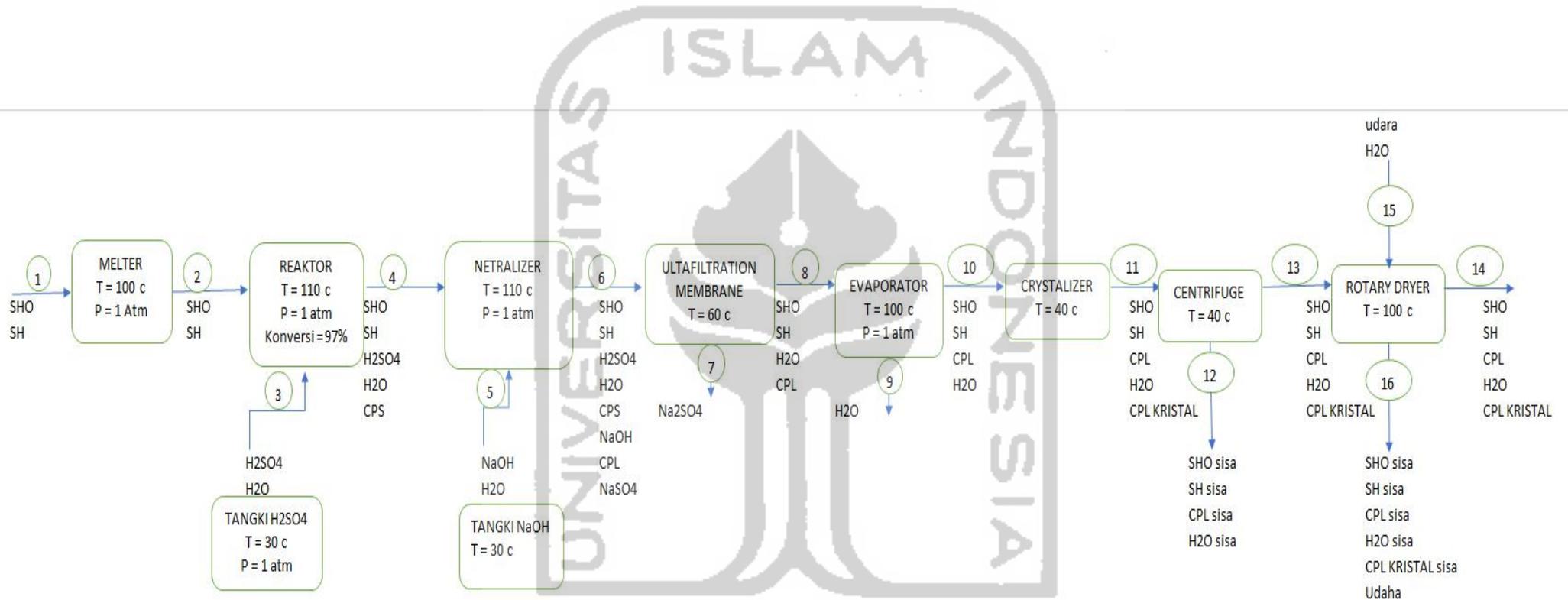
Komponen	Q in (Kj/jam)	Q out (Kj/jam)
N_2	28981.35	435561.12
O_2	7800.18	117900.52
Q pemanasan	516680.1074	-
Total	553461.64	553461.64

12. Rotary Dryer

Tabel 4.22 Neraca Panas Rotary Dryer

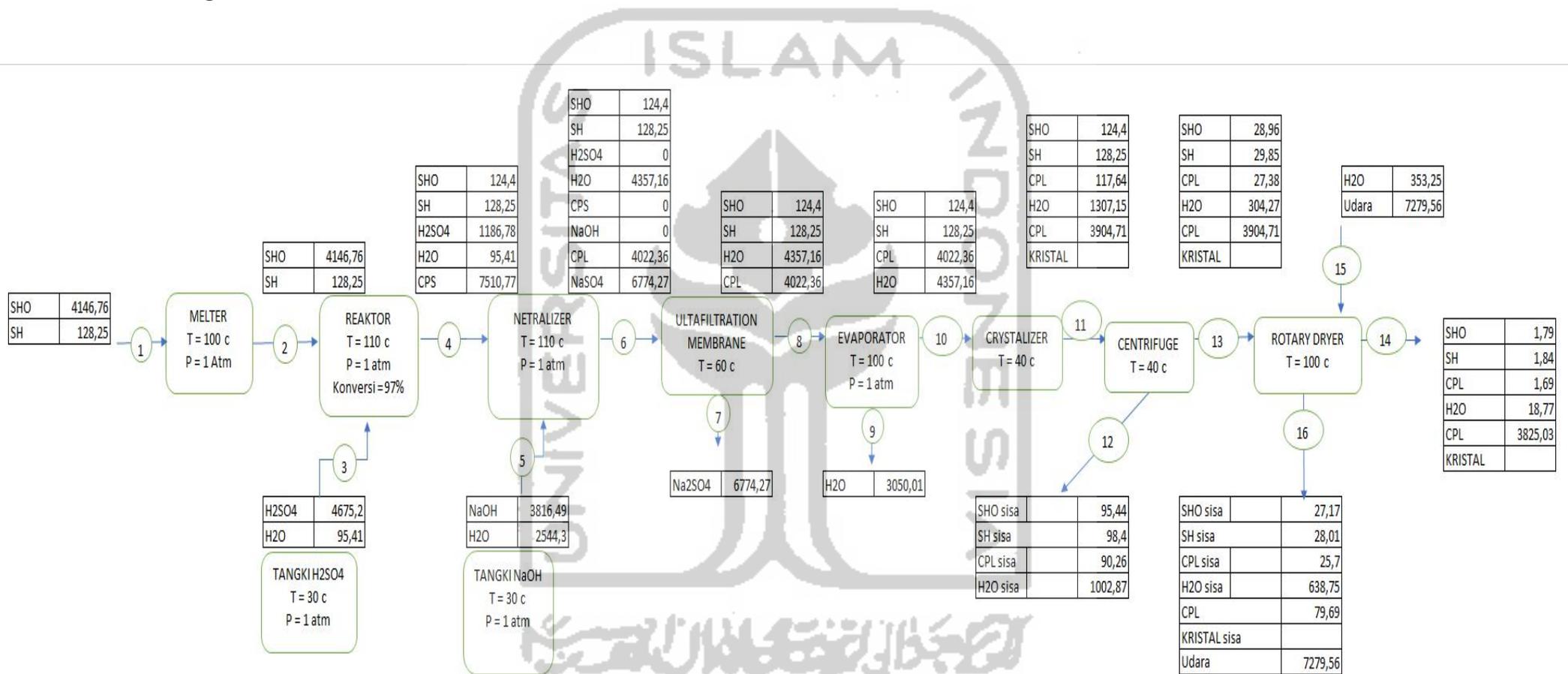
Komponen	Q in (Kj/jam)		Q out (Kj/jam)	
	arus 13	arus 15	arus 14	arus 16
$C_6H_{10}(NOH)$	784.57	-	1384.30	135.48
$C_6H_{10}O$	930.33	-	1367.73	159.38
H_2O	7899.36	-	24788.21	1333.72
$(CH_2)_5CONH$	598.79	-	1057.63	103.16
$(CH_2)_5CONH$ kristal	85379.33	-	3280.03	233526.90
N_2	-	435561.1219	261099.31	-
O_2	-	117900.5172	70498.74	-
Beban panas RD	-	-	50319.43152	
Total	649054.02		649054.02	

Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kualitatif

Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4. 6 Diagram Alir Kuantitatif

4.5 Perawatan (*Maintenance*)

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

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

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

1. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta *leveling* alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki

bagian- bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

a. Umur alat

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

b. Bahan baku

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

c. Tenaga manusia

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

4.6 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*)

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

2. Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)

Unit ini berfungsi menyediakan panas yang digunakan di *heat exchanger* dan *reboiler*.

3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

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

4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)

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

5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

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

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya

menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik Fosgen ini, sumber air yang digunakan berasal air sungai yang terdekat dengan pabrik, Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- 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.
- Letak sungai berada dekat dengan pabrik.
- Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur

Air yang diperlukan pada pabrik ini adalah :

- a. Air pendingin

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

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

- Tidak terdekomposisi.

b. Air Umpan *Boiler* (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan

boiler adalah sebagai berikut :

- 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.

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

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika. Kerak dalam *boiler* dapat menyebabkan isolasi terhadap proses perpindahan panas terhambat dan kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

- 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. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya *foaming* 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 alkalinitas air umpan *boiler*. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalinitas tinggi.

- 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:

- Syarat fisika, meliputi:

Suhu : Di bawah suhu udara

Warna : Jernih

Rasa : Tidak berasa

Bau : Tidak berbau

- Syarat kimia, meliputi:

Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air. Air sanitasi tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat fisis air.

4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Dalam perancangan pabrik fosgen ini, kebutuhan air diambil dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Adapun tahap-tahap proses

pengolahan air yang dilakukan meliputi :

1. Penyaringan Awal / *screening*

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

2. Bak pengendap (BU-01)

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

3. *Premix Tank* (TU-01)

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* (CLU)

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. $\text{Al}_2(\text{SO}_4).18\text{H}_2\text{O}$ 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. Penyaring pasir (FU)

Air hasil dari *clarifier* dialirkan menuju alat penyaring pasir untuk memisahkan dengan partikel – partikel padatan yang terbawa. Air yang mengalir keluar dari alat penyaring pasir akan memiliki kadar *turbidity* sekitar 2 ppm. Air tersebut dialirkan

menuju tangki penampung (penyaring reservoir air) yang kemudian didistribusikan menuju menara air dan unit demineralisasi. *Back washing* pada *sand filter* dilakukan secara berkala dengan tujuan menjaga kemampuan penyaringan alat.

6. Bak Penampung Sementara (BU-02)

Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang siap akan didistribusikan sebagai air

perumahan/perkantoran, air umpan *boiler* dan air pendingin.

7. Tangki Klorinator (TU-02)

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

8. *Kation exchanger* (KEU)

Air dari bak penampung (BU-02) berfungsi sebagai *make up boiler*, selanjutnya air diumpankan ke *kation exchanger* (KEU).

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* (AEU)

Air yang keluar dari tangki *kation exchanger* (KEU) kemudian diumpankan *anion exchanger* (AEU). AEU 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 diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

10. Unit Deaerator (DAU)

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-03)

Pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan dalam *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

4.6.1.3 Kebutuhan Air

a. Kebutuhan air pembangkit *steam*

Tabel 4.23 Kebutuhan air pembangkit steam

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heater	HE-1	306.60
Heater	HE-2	783.13
Heater	HE-3	186.10
Melter	M-1	371.43
Evaporator	EV-1	1377.15
Total		3024.42

Perancangan dibuat *over design* 20% sehingga kebutuhan steam menjadi 3639,3 kg/jam.

pembangkit *steam* 80% dimanfaatkan kembali, maka *make up* yang diperlukan 20%, sehingga

$$\begin{aligned} \text{Blowdown pada boiler} &= 15\% \times 3639.3 \text{ kg/jam} \\ &= 544.4 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Steam trap} &= 5\% \times 3639.3 \text{ kg/jam} \\ &= 181,47 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Makeup water for steam} &= \text{Blowdown} + \text{Steam trap} \\ &= (544.4 + 181,47) \text{ kg/jam} \\ &= 725,86 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

b. Air Proses Pendinginan

Tabel 4. 24 Kebutuhan air proses pendinginan

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
Reaktor	43072,46
Netralizer	17873,66
Cooler	55527,08
Total	116473,20

$$\text{make up water} = W_e + W_d + W_b$$

$$= (1188,03 + 27,95 + 1160,07) \text{ kg/jam}$$

$$= 2376,05 \text{ kg/jam}$$

c. Air untuk perkantoran dan rumah tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air =

100 L/hari Jumlah karyawan

= 149 orang

Tabel 4. 25 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga

No	Pengguna	Kebutuhan (kg/hari)
1.	Karyawan	12787,77
2.	Bengkel	200
3.	Poliklinik	300
4.	Laboratorium	500
5.	Kantin, Mushola dan taman	8000
6.	Mess	80000
	Jumlah	104787,7700

Jumlah kebutuhan air domestic = 3968,46 kg/jam

Kebutuhan air total = Make up water + Make up

steam+ Water Domestic = (2376,05+725,86+3968,46)

kg/jam = 7070,37 kg/jam

Diambil angka keamanan 10% = 1,1 x 7070,37 kg/jam

= 7467,22 kg/jam

4.6.2 Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)

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

Kapasitas : 1976,76 kg/jam

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve sistem* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5–11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran batubara yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 220°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler* , api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* 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 terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

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

Kapasitas : 186,1752 kW

Jenis : Generator Diesel

Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan

tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan listrik PLN 100%.

Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%. Kebutuhan listrik untuk alat proses terdapat pada tabel 4.26.



Tabel 4. 26 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		DHP	Watt
Melter	M-1	15	11185.5
Reaktor	R-1	1.5	1118.55
Netralizer	N-1	1.5	1118.55
Crystalizer	CR-1	25	18642.5
Centrifuge	CF-1	0.05	37.285
Rotary Dryer	RD-1	7.5	5592.75
Blower	BL-1	7.5	5592.75
Belt Conveyor	BC-1	1	745.7
Belt Conveyor	BC-2	1	745.7
Belt Conveyor	BC-3	1	745.7
Bucket Elevator	BE-1	10	7457
Bucket Elevator	BE-2	15	11185.5
Bucket Elevator	BE-3	10	7457
Pompa	P-101	1	745.7
Pompa	P-102	1.5	1118.55
Pompa	P-103	7.5	5592.75
Pompa	P-104	5	3728.5
Pompa	P-105	7.5	5592.75
Pompa	P-106	5	3728.5
Pompa	P-107	5	3728.5
Pompa	P-108	3	2237.1
total		131.550	98096.835

Kebutuhan listrik untuk keperluan alat proses = 131,550 Hp

maka total power yang dibutuhkan = 6.5621 kW

Kebutuhan listrik untuk utilitas terdapat pada tabel 4.27

Tabel 4.27 Kebutuhan Listrik Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		DHP	Watt
Pompa	P-101	5	3728.500
Pompa	P-102	3	2237.100
Pompa	P-103	3	2237.100
Pompa	P-104	5	3728.500
Pompa	P-105	1.5	1118.550
Pompa	P-106	0.75	559.275
Pompa	P-107	0.5	372.850
Pompa	P-108	1	745.700
Pompa	P-109	0.75	559.275
Pompa	P-110	0.75	559.275
Pompa	P-111	1	745.700
Pompa	P-112	0.75	559.275
Tangki flokuator	TU-101	15	11185.500
Cooling tower	CTU	15	11185.500
Kompresor udara tekan	KU	7.5	5592.750
total		60.500	45114.850

Jumlah kebutuhan listrik utilitas 60,5 Hp, Jumlah kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas 192,05 Hp, Angka keamanan diambil 10 % sehingga dibutuhkan 211,255 Hp. Kebutuhan listrik alat instrumentasi dan kontrol jumlah kebutuhan listrik untuk alat instrumentasi dan kontrol diperkirakan sebesar 5 % dari kebutuhan alat proses dan utilitas 9,6 Hp.

Kebutuhan Listrik Laboratorium, Rumah Tangga, Perkantoran dan lain-lain jumlah kebutuhan listrik untuk laboratorium, rumah tangga perkantoran dan lain-lain diperkirakan sebesar 25 % dari kebutuhan alat proses dan utilitas 48,01 Hp.

Kebutuhan Listrik Total

Jumlah kebutuhan listrik total = 249,67 Hp

Faktor daya diperkirakan 80 % = $312,08 \text{ Hp} = 232,72 \text{ kW h}$.

Energi listrik diperoleh dari PLN, namun disediakan generator sebagai cadangan sebesar 200 kWh.

4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 61,68 m³/jam.

4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan *boiler*. Bahan bakar yang digunakan untuk generator dan boiler adalah solar (*Industrial Diesel Oil*). Dibutuhkan bahan bakar sebanyak 142,19 kg/jam untuk memanaskan air dengan kapasitas 139767,84 kg/jam.

4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik Kaprolaktam ini yaitu Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal keperusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam Perseroan Terbatas (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 beberapa faktor sebagai berikut :

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.

4. Efisiensi dari manajemen

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

5. Lapangan usaha lebih luas

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

6. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

7. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.

8. Mudah bergerak di pasar global.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan 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.

4.7.2 Struktur Organisasi

Dalam menjalankan segala aktivitas suatu proses pabrik secara efisien dan efektif, 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. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing-masing.

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:

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
2. Pendelegasian wewenang
3. Pembagian tugas kerja yang jelas
4. Kesatuan perintah dan tanggung jawab
5. Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
6. Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistim *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.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat
4. Penyusunan program pengembangan manajemen
5. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar

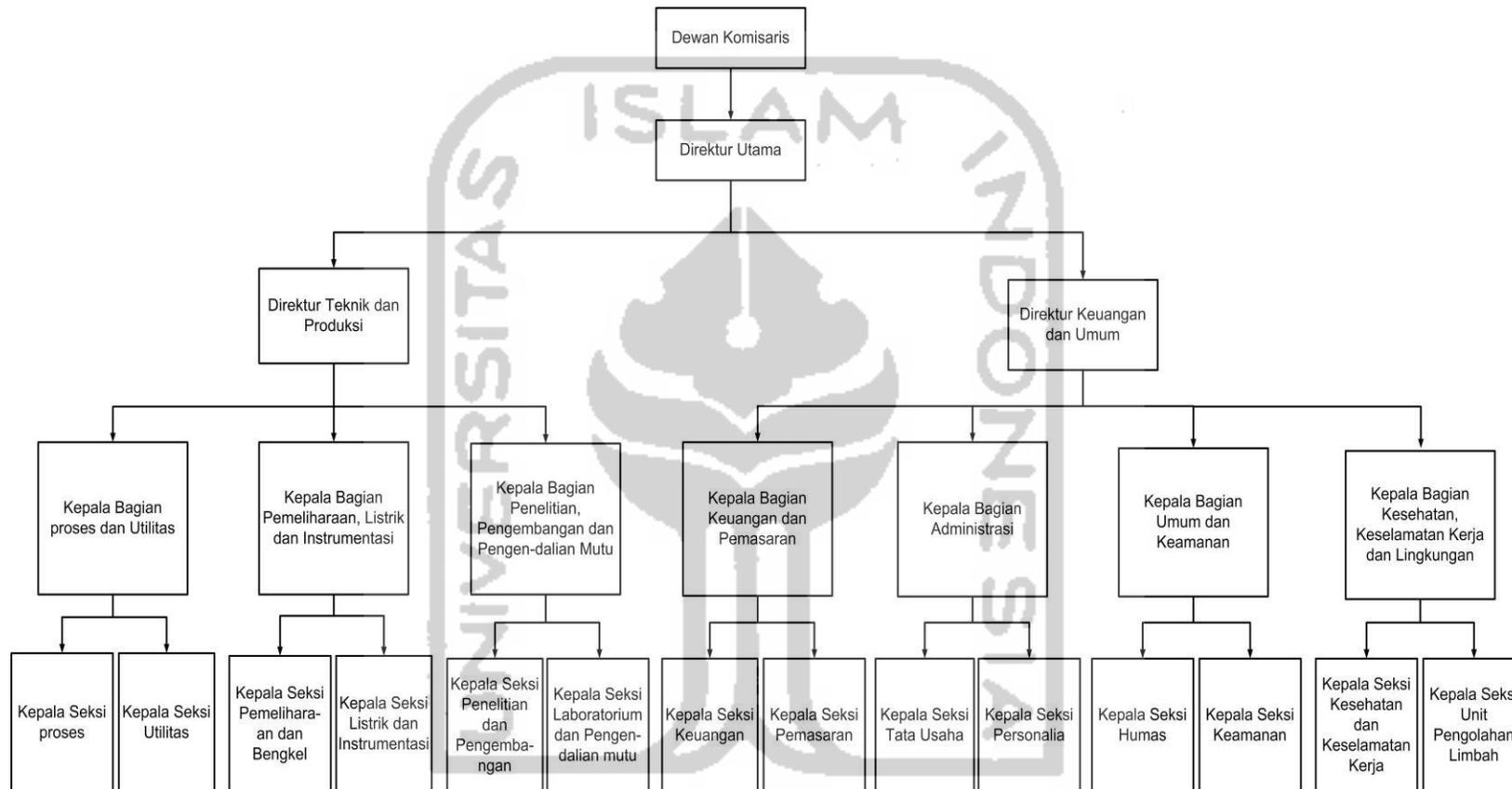
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan.

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.

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.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik Kaprolaktam dari Siklohensanon Oksim dan Asam Sulfat dengan kapasitas 34.000 ton/tahun.



Gambar 4. 7 Struktur Organisasi

4.7.3 Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

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

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:

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

3. Direktur Utama

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:

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

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

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

Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.
2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4. Staff Ahli

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

Tugas dan wewenang:

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

5. Kepala Bagian

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

Kepala bagian terdiri dari :

a. Kepala Bagian Produksi

Tugas kepala bagian produksi yaitu :mengkoordinasikan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi operasi dan laboratorium. Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Produksi membawahi:

- Seksi Proses

Tugas Seksi Proses yaitu menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang serta mengawasi jalannya proses produksi.

- Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian yaitu menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

- Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium yaitu mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu, mengawasi dan menganalisa produk serta mengawasi kualitas buangan pabrik

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik yaitu Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

- Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan yaitu melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan *table* pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

- Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas yaitu melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

c. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi

Tugas Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi yaitu bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas

penunjang kegiatan produksi.

d. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran yaitu bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

- Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian yaitu melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan. Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

- Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran yaitu merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi barang dari gudang.

e. Kepala Bagian Keuangan, Administrasi, dan Umum

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum yaitu bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan.

Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

- Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan yaitu menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

- Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia yaitu membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis serta melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

- Seksi Humas

Tugas Seksi Humas yaitu mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

- Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan yaitu menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan. Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan

f. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan yaitu bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan

Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan produksi. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi seksi penelitian dan seksi pengembangan.

g. 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 bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.7.4 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:

a. Karyawan Tetap

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

b. Karyawan Harian

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

c. Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan

untuk suatu pekerjaan.

4.7.5 Ketenagakerjaan

1. Cuti Tahunan

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

2. Hari Libur Nasional

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

3. Kerja Lembur (*Overtime*)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

4. Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1 setiap bulan. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya

Tabel 4. 28 Gaji karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji/orang/bulan	Gaji total/tahun
Direktur utama	1	40.000.000,00	480.000.000,00
Direktur	2	30.000.000,00	720.000.000,00
Kepala Bagian	6	12.000.000,00	900.000.000,00
Kepala Seksi	13	8.000.000,00	1.248.000.000,00
Staff Ahli	1	7.000.000,00	84.000.000,00
Sekretaris	5	5.000.000,00	300.000.000,00
Dokter	2	5.000.000,00	120.000.000,00
Perawat	3	5.000.000,00	180.000.000,00
Karyawan	101	5.000.000,00	6.540.000.000,00
Sopir	6	4.500.000,00	324.000.000,00
Cleaning Service	5	4.000.000,00	240.000.000,00
Satpam	4	4.000.000,00	11.328.000,00
Jumlah	149		9.852.600.000,00

5. Jam Kerja Karyawan

Pabrik Kaprolaktam akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau *shut down*. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu:

- a. Pegawai *non shift* yang bekerja selama 6 jam dalam seminggu dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai *non shift* termasuk karyawan tidak langsung menangani

operasi pabrik yaitu direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor atau administrasi, dan divisi-divisi di bawah tanggung jawan non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinu. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai *non shift* :

Senin- Kamis : 07.00 - 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)

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

Sabtu : 07:00 – 12:00

Minggu : Libur, termasuk hari libur nasional

b. Pegawai *shift* bekerja 24 jam perhari yang terbagi dalam 3 *shift*.

Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses operasi pabrik yaitu kepala *shift*, operator, karyawan-karyawan *shift*, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai *shift* sebagai berikut:

Shift I : 08.00 - 16.00

Shift II : 16.00 - 24.00

Shift III : 24.00- 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok.

Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali *shift*.

Berikut adalah jadwal kerja karyawan *shift*:

Tabel 4. 29 Jadwal Kerja Karyawan Shift

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

4.7.6 Fasilitas Karyawan

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

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah :

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poloklinik yang ditangani oleh Dokter dan Perawat.

b. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga

disediakan masker sebagai alat pengaman kerja.

c. Makan dan minum

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

d. Koperasi

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

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

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

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan kerohanian

Perusahaan membangun tempat ibadah (masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

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

i. Hak Cuti

- Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

- Cuti Massal

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

4.7.7 Penggolongan 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 SLTA. Perinciannya sebagai berikut:

Tabel 4. 30 Jabatan dan keahlian

Jabatan	Pendidikan
Direktur utama	S-2
Direktur	S-2
Kepala Bagian	S-1
Kepala Seksi	S-1
Staff Ahli	S-1
Sekretaris	S-1
Dokter	S-1
Perawat	D-3/S-1
Karyawan	D-3/S-1
Sopir	SLTA
<i>Cleaning Service</i>	SLTP
Satpam	SLTA

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

Dalam evaluasi ekonomi ini faktor - faktor yang ditinjau adalah:

a. *Return On Investment (ROI)*

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

b. *Pay Out Time (POT)*

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

c. *Break Even Point (BEP)*

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

d. *Shut Down Point (SDP)*

Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan.

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

e. *Discounted Cash Flow* (DCF)

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.

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

- a. Modal (*Capital Investment*)
 - Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - Modal kerja (*Working Capital Investment*)
- b. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
- c. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
- d. Pendapatan Modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

- Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- Biaya variabel (*Variable Cost*)
- Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.8.1 Harga Alat

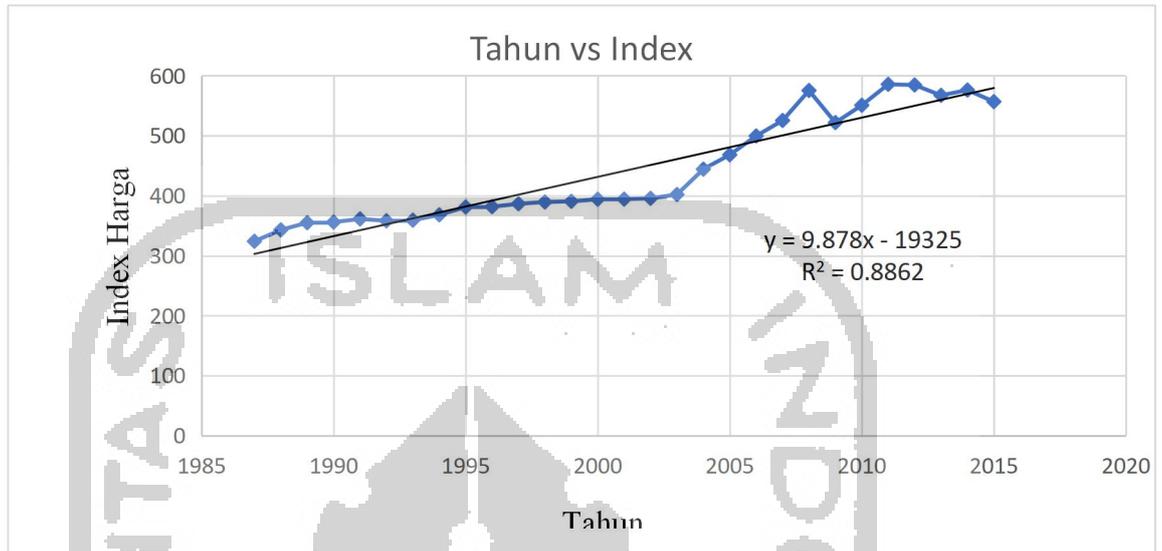
Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit. Sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga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



Tabel 4. 31 Harga indeks

Tahun (X)	indeks (Y)	X (tahun-ke)
1987	324	1
1988	343	2
1989	355	3
1990	356	4
1991	361.3	5
1992	358.2	6
1993	359.2	7
1994	368.1	8
1995	381.1	9
1996	381.7	10
1997	386.5	11
1998	389.5	12
1999	390.6	13
2000	394.1	14
2001	394.3	15
2002	395.6	16
2003	402	17
2004	444.2	18
2005	468.2	19
2006	499.6	20
2007	525.4	21
2008	575.4	22
2009	521.9	23
2010	550.8	24
2011	585.7	25
2012	584.6	26
2013	567.3	27
2014	576.1	28
2015	556.8	29
Total	12796.2	435

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



Gambar 4. 8 Tahun vs indeks harga

Berdasarkan data tersebut, maka persamaan regresi Linear yang diperoleh adalah $y = 9,878x - 19325$. Pabrik Kaprolaktam akan dibangun pada tahun 2023, maka dari persamaan regresi Linear diperoleh indeks sebesar 658,19.

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 dan Newton, 1955)

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

Dimana : Ex : Harga alat pada tahun x

Ey : Harga alat pada tahun y

Nx : Index harga pada tahun x

Ny : Index harga pada tahun y

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

$$E_b = E_a \left[\frac{C_b}{C_a} \right]^{0,6}$$

Dimana: E_a : Harga alat a
 E_b : Harga alat b
 C_a : Kapasitas alat a
 C_b : Kapasitas alat b

Tabel 4. 32 Harga Alat Proses

No.	Nama alat	Kode	Jumlah	Harga Total
1	Tangki NaOH	T-1	1	\$ 223.930
2	Tangki H ₂ SO ₄	T-2	1	\$ 180.743
3	Melter	M-1	1	\$ 141.670
4	Reaktor	R-1	1	\$ 667.905
5	<i>Netralizer</i>	N-1	1	\$ 586.788
6	<i>Ultrafiltration Membrane</i>	UF-1	1	\$ 59.753
7	<i>Eyaporator</i>	EV-1	1	\$ 97.341
8	<i>Crystalizer</i>	CR-1	1	\$ 90.943
9	<i>Centrifuge</i>	CF-1	1	\$ 86.601
11	<i>Rotary Dryer</i>	RD-1	1	\$ 185.770
12	<i>Heater 1</i>	HE-1	1	\$ 2.628
13	<i>Heater 2</i>	HE-2	1	\$ 1.828
14	<i>Heater 3</i>	HE-3	1	\$ 2.056
15	Cooler	CL-1	1	\$ 2.399

Lanjutan Tabel 4. 32 Harga Alat Proses				
16	<i>Hooper 1</i>	H-1	1	\$ 4.456
17	<i>Hooper 2</i>	H-2	1	\$ 4.456
18	<i>Hooper 3</i>	H-3	1	\$ 4.456
19	<i>Belt Conveyor 1</i>	BC-1	1	\$ 6.626
20	<i>Belt Conveyor 2</i>	BC-2	1	\$ 6.626
21	<i>Belt Conveyor 3</i>	BC-3	1	\$ 6.626
22	<i>Bucket Elevator 1</i>	BE-1	1	\$ 18.166
23	<i>Bucket Elevator 2</i>	BE-2	1	\$ 18.166
24	<i>Bucket Elevator 3</i>	BE-3	1	\$ 18.166
25	<i>Silo 1</i>	S-1	1	\$ 41.815
26	<i>Silo 2</i>	S-2	1	\$ 63.751
27	<i>Blower</i>	BL-1	2	\$ 16.566
28	<i>Pompa 1</i>	P-1	2	\$ 7.540
29	<i>Pompa 2</i>	P-2	2	\$ 6.855
30	<i>Pompa 3</i>	P-3	2	\$ 11.822
31	<i>Pompa 4</i>	P-4	2	\$ 6.169
32	<i>Pompa 5</i>	P-5	2	\$ 10.739
33	<i>Pompa 6</i>	P-6	2	\$ 6.169
34	<i>Pompa 7</i>	P-7	2	\$ 6.169
35	<i>Pompa 8</i>	P-8	2	\$ 9.254
36	TOTAL		44	\$ 2.381,768,85

Tabel 4. 33 Harga Alat Utilitas

No.	Nama alat	Kode	Jumlah	Harga Total
1	Bak Pengendap	BU-01	1	\$ 7.426,25
2	Tangki Kesadahan	TU-01	1	\$ 7.140,62
3	<i>Clarifier</i>	CLU	1	\$12.567,50
4	<i>Sand Filter</i>	FU	1	\$ 48.441,98
5	Bak Penampung Sementara	BU-02	1	\$ 7.426,25
6	Tangki Klorinator	TU-02	1	\$ 9.711,25
7	<i>Kation Exchanger</i>	KEU	2	\$ 3.143,06
8	<i>Anion Exchanger</i>	AEU	2	\$ 1.848,86
9	Daerator	DAU	1	\$ 1.848,86
10	Tangki <i>Feed Boiler</i>	TU-03	1	\$ 1.713,75
11	<i>Compressor</i>	CU	2	\$ 5.141,25
12	<i>Boiler</i>	BLU	1	\$ 42.272,48
13	Tangki Bahan Bakar	TU-04	1	\$ 38.844,99
14	<i>Generator</i>	GU	1	\$ 13.709,99
15	Tangki Penyimpanan Air	TU-05	1	\$ 3.427,50
16	Tangki Penyimpanan Dowtherm	TU-06	1	\$ 6.855,00
17	Pompa 1	PU-01	2	\$ 18.892,16
18	Pompa 2	PU-02	2	\$ 19.705,19
19	Pompa 3	PU-03	2	\$ 19.705,19
20	Pompa 4	PU-04	2	\$ 18.892,61
21	Pompa 5	PU-05	2	\$ 18.892,61
22	Pompa 6	PU-06	2	\$ 10.157,31
23	Pompa 7	PU-07	2	\$ 8.532,14
24	Pompa 8	PU-08	2	\$ 10.173,05
25	Pompa 9	PU-09	2	\$ 9.344,73
26	Pompa 10	PU-10	2	\$ 9.344,73
27	Pompa 11	PU-11	2	\$ 9.344,73
28	Pompa 12	PU-12	2	\$ 9.344,73

4.8.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Pabrik	=	34.000 ton/tahun
Pabrik beroperasi	=	330 hari
Umur pabrik	=	10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	=	2023
Kurs mata uang	=	1 US\$ = Rp 13,700,-/25 Desember 2019
Upah pekerja asing	=	\$ 20/ <i>man hour</i>
Upah pekerja Indonesia	=	Rp 12,000/ <i>man hour</i>
1 <i>man hour</i> asing	=	2 <i>man hour</i> Indonesia
5% tenaga asing	=	95% tenaga Indonesia

4.8.3 Perhitungan Biaya

4.8.1.1 Modal (*Capital Investment*)

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik beserta kelengkapannya dan 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. 34 Physical Plant Cost (PPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Purchased Equipment cost	Rp37,657,838,233	\$2,748,747
2	Delivered Equipment Cost	Rp9,414,459,558	\$687,187
3	Instalasi cost	Rp5,747,630,638	\$419,535
4	Pemipaan	Rp20,308,432,359	\$1,482,367
5	Instrumentasi	Rp4,669,434,504	\$340,835
6	Insulasi	Rp1,380,558,340	\$100,771
7	Listrik	Rp5,648,675,735	\$412,312
8	Bangunan	Rp15,927,500,000	\$1,162,591
9	Land & Yard Improvement	Rp19,306,500,000	\$1,409,234
Physical Plant Cost (PPC)		Rp120,061,029,367	\$8,763,579

Tabel 4. 35 Direct Plant Cost (DPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp24,012,205,873	\$1,752,716
Total (DPC + PPC)		Rp144,073,235,241	\$10,516,295

Tabel 4.36 Fixed Capital Investment (FCI)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp144,073,235,241	\$10,516,295
2	Kontraktor	Rp7,203,661,762	\$525,815
3	Biaya tak terduga	Rp14,407,323,524	\$1,051,629
Fixed Capital Investment (FCI)		Rp165,684,220,527	\$12,093,739

b. Working Capital Investment

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

Tabel 4. 37 Total Working Capital Investment (WCI)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp52,872,686,588	\$3,859,320
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp30,922,125,386	\$2,257,089
3	<i>Product Inventory</i>	Rp61,844,250,772	\$4,514,179
4	<i>Extended Credit</i>	Rp75,822,688,716	\$5,534,503
5	<i>Available Cash</i>	Rp61,844,250,772	\$4,514,179
<i>Working Capital (WCI)</i>		Rp283,306,002,233	\$20,679,270

4.8.3.1 Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

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

Menurut Aries dan Newton, 1955 *Manufacturing Cost* meliputi :

a. *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

Tabel 4. 38 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw Material	Rp581,599,552,464	\$42,452,522
2	Labor	Rp1,602,000,000	\$116,934
3	Supervision	Rp160,200,000	\$11,693
4	Maintenance	Rp9,941,053,232	\$725,624
5	Plant Supplies	Rp1,491,157,985	\$108,844
6	Royalty and Patents	Rp8,340,495,759	\$608,795
7	Utilities	Rp14,366,213,793	\$1,048,629
Direct Manufacturing Cost (DMC)		Rp617,500,673,233	\$45,073,042

b. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

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

Tabel 4. 39 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Payroll Overhead	Rp240,300,000	\$17,540
2	Laboratory	Rp160,200,000	\$11,693
3	Plant Overhead	Rp801,000,000	\$58,467
4	Packaging and Shipping	Rp41,702,478,794	\$3,043,977
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		Rp42,903,978,794	\$3,131,677

c. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

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

Tabel 4. 40 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp16,568,422,053	\$1,209,374
2	<i>Propertu taxes</i>	Rp1,656,842,205	\$120,937
3	<i>Insurance</i>	Rp1,656,842,205	\$120,937
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		Rp19,882,106,463	\$1,451,249

Tabel 4. 41 Total Manufacturing Cost (TMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp617,500,673,233	\$45,073,042
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp42,903,978,794	\$3,131,677
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp19,882,106,463	\$1,451,249
Total Manufacturing Cost (TMC)		Rp680,286,758,490	\$49,655,968

4.8.3.3 General Expense

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

Tabel 4. 42 General Expense (GE)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp20,408,602,755	\$1,489,679
2	<i>Sales expense</i>	Rp34,014,337,924	\$2,482,798
3	<i>Research</i>	Rp23,810,036,547	\$1,737,959
4	<i>Finance</i>	Rp13,469,706,683	\$983,190
General Expense (GE)		Rp91,702,683,909	\$6,693,627

Tabel 4. 43 Total Production Cost (TPC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp680,286,758,490	\$49,655,968
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp91,702,683,909	\$6,693,627
Total Production Cost (TPC)		Rp771,989,442,399	\$56,349,594

4.8.2 Analisis Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 834.049.575.873

Total biaya produksi : Rp 771.989.442.399

Keuntungan : Total penjualan - Total biaya produksi

: Rp 62.060.133.474

b. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak : 20 % x Rp 62.060.133.474

: Rp 12.412.026.695

Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak – pajak

: Rp 49.648.106.780

4.8.3 Analisis Kelayakan

1. Return on Investment (ROI)

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

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

a. ROI sebelum pajak (ROI_b)

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

ROI_b = 37 % (pabrik memenuhi kelayakan)

b. ROI setelah pajak (ROI_a)

ROI_a = 30 % (pabrik memenuhi kelayakan)

2. *Pay Out Time* (POT)

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

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

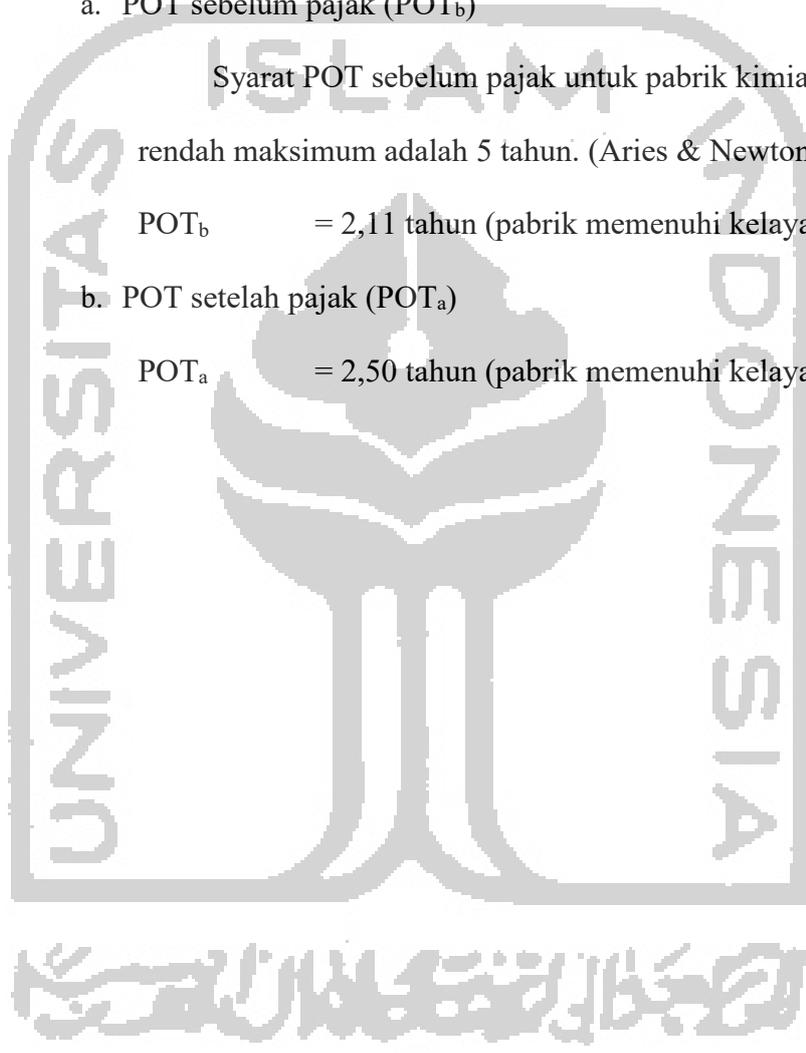
a. POT sebelum pajak (POT_b)

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko rendah maksimum adalah 5 tahun. (Aries & Newton, 1955).

$$\text{POT}_b = 2,11 \text{ tahun (pabrik memenuhi kelayakan)}$$

b. POT setelah pajak (POT_a)

$$\text{POT}_a = 2,50 \text{ tahun (pabrik memenuhi kelayakan)}$$



3. Break Even Point (BEP)

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 %.

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

Tabel 4. 44 Annual Fixed Cost (Fa)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp16,568,422,053	\$1,209,374
2	<i>Property taxes</i>	Rp1,656,842,205	\$120,937
3	<i>Insurance</i>	Rp1,656,842,205	\$120,937
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		Rp19,882,106,463	\$1,451,249

Tabel 4. 45 Annual Variable Cost (Va)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	Rp581,599,552,464	\$42,452,522
2	<i>Packaging & shipping</i>	Rp41,702,478,794	\$3,043,977
3	<i>Utilities</i>	Rp14,366,213,793	\$1,048,629
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp8,340,495,759	\$608,795
<i>Variable Cost (Va)</i>		Rp646,008,740,810	\$47,153,923

Tabel 4. 46 Annual Regulated Cost (Ra)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	Rp1,602,000,000	\$116,934
2	<i>Plant overhead</i>	Rp801,000,000	\$58,467
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp240,300,000	\$17,540
4	<i>Supervision</i>	Rp160,200,000	\$11,693
5	<i>Laboratory</i>	Rp160,200,000	\$11,693
6	<i>Administration</i>	Rp20,408,602,755	\$1,489,679
7	<i>Finance</i>	Rp13,469,706,683	\$983,190
8	<i>Sales expense</i>	Rp34,014,337,924	\$2,482,798
9	<i>Research</i>	Rp23,810,036,547	\$1,737,959
10	<i>Maintenance</i>	Rp9,941,053,232	\$725,624
11	<i>Plant supplies</i>	Rp1,491,157,985	\$108,844
Regulated Cost (Ra)		Rp106,098,595,125	\$7,744,423

Tabel 4. 47 Annual Sales Cost (Sa)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Annual Sales Cost</i>	Rp834,049,575,873	\$60,879,531
Annual Sales Cost (Sa)		Rp834,049,575,873	\$60,879,531

Dari hasil perhitungan di dapatkan BEP sebesar 45,45%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40%–60%, sehingga pabrik memenuhi kelayakan.

4. *Shut Down Point (SDP)*

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*.

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

$$SDP = 27,98 \%$$

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. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan mempertimbangkan nilai uang yang berubah dan didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik (10 Tahun).

Umur pabrik (n)	: 10 tahun
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	: Rp 165,684,220,527
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	: Rp 283,306,002,233
<i>Salvage value (SV) = Depresiasi</i>	: Rp 16,568,422,053
<i>Cash flow (CF)</i>	: Rp 61,068,195,473

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error* dimana nilai

R harus sama dengan S.

Persamaan untuk menentukan DCFR:

$$\frac{(WC + FCI)X(1 + I)^{10}}{CF} = [(1 + i)^9 + (1 + I)^8 + \dots + (1 + I) + 1] + \frac{(WC + SV)}{C}$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i : 0,1798$

DCFR : 17,98 %

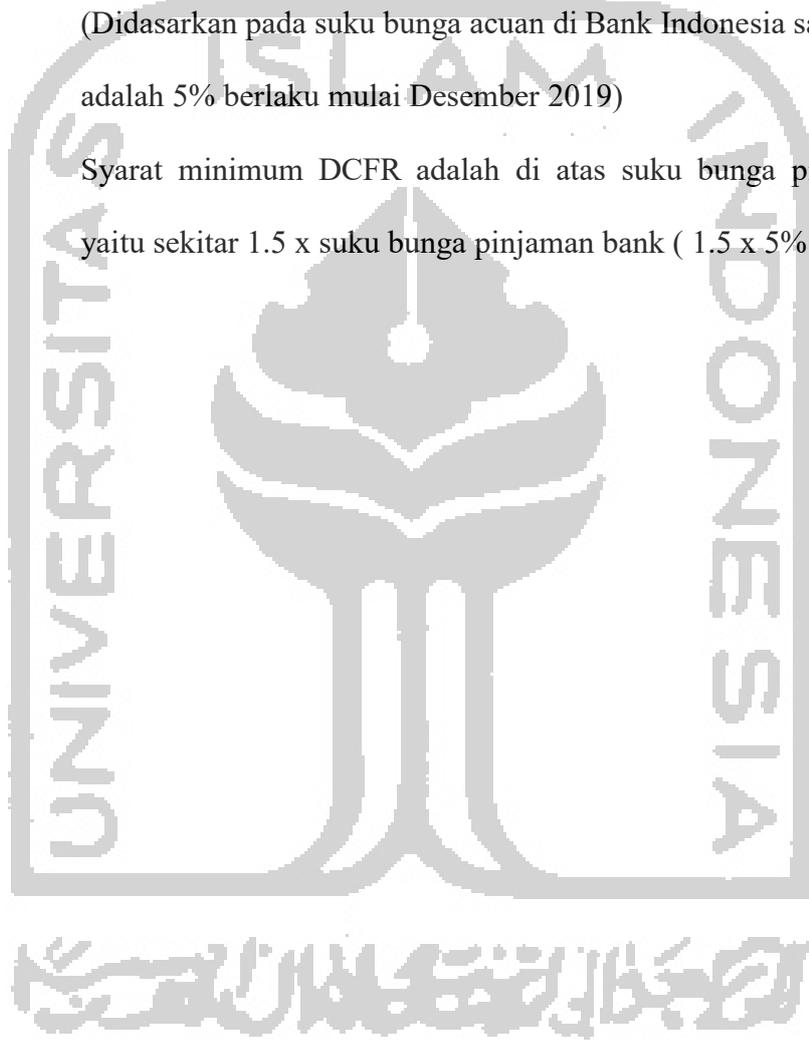
Minimum nilai DCFR : 1.5 x bunga pinjaman bank (Aries Newton)

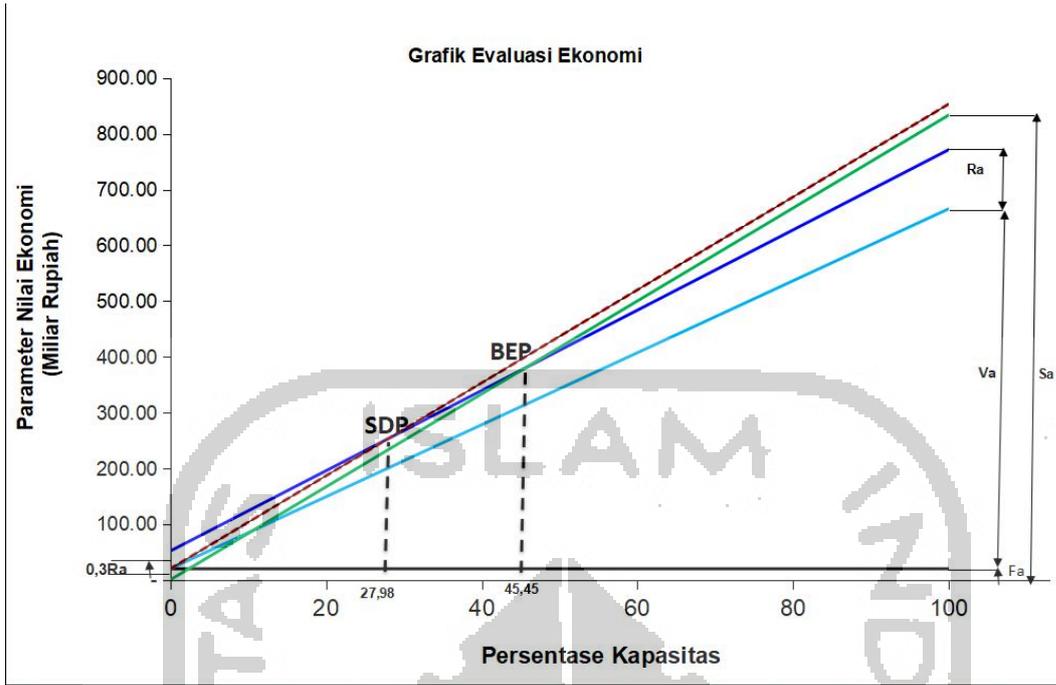
Bunga bank : 5 %

Kesimpulan : Memenuhi syarat ($1,5 \times 5\% = 7,5\%$)

(Didasarkan pada suku bunga acuan di Bank Indonesia saat ini adalah 5% berlaku mulai Desember 2019)

Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1.5 x suku bunga pinjaman bank ($1.5 \times 5\% = 7,5\%$).





Gambar 4. 9 Grafik BEP

