

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu aspek yang sangat penting yang harus dipertimbangkan dalam perancangan pabrik. Hal tersebut perlu dipertimbangkan dikarenakan lokasi pabrik akan mempengaruhi kondisi pabrik baik kondisi teknis, sosial, ekonomi, hukum, maupun lingkungan di sekitar pabrik tersebut. Berikut ini adalah beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik :

1. Transportasi

Pada pertimbangan ini kota Cilegon dianggap memiliki sarana transportasi yang lebih memadai baik untuk dalam kota maupun antar kota. Sarana transportasi seperti kereta api, jalan tol, bandara maupun pelabuhan sudah tersedia sehingga sangat membantu untuk distribusi produk maupun untuk transportasi bahan baku. Selain itu letaknya yang berdekatan dengan Pelabuhan Merak memudahkan pabrik ini untuk mengimpor bahan baku yang tidak tersedia di dalam negeri dan mengekspor produk.

Dengan pertimbangan *raw material oriented* dan kemudahan sarana transportasi, maka dipilih lokasi pembangunan pabrik di daerah Cilegon, Banten. Cilegon merupakan kawasan industri baik nasional maupun internasional, sehingga sarana fasilitas dan sarana untuk ekspor dan impor sangat memadai. Beberapa sarana transportasi di daerah tersebut, meliputi:

a. Jalur Kereta Api

Jalur kereta api akan membantu untuk sarana pendistribusian

produk PCl_3 ke konsumen. Terdapat jalur kereta api di Cilegon menuju Jakarta maupun Merak.

b. Jalur Transportasi Darat

Transportasi bahan baku Cl_2 dilakukan dengan jalur darat dari PT. Asahimas Chemical yang berlokasi di Cilegon, Banten. Daerah pemasaran sebagian besar berada di Pulau Jawa dapat ditempuh terutama lewat jalur darat. Tersedianya fasilitas seperti truk, *container*, jalan tol Jakarta-Merak, jalan provinsi dan lain-lain. Selain itu, dengan adanya rencana pembangunan Jembatan Selat Sunda yang tersambung dengan jalan lingkar selatan Cilegon akan menambah jalur penghubung antara kota ini dengan daerah lain.

c. Jalur Transportasi Air

Lokasi pabrik yang dekat dengan pelabuhan Merak sebagai sarana transportasi jalur laut. Bahan baku fosfor yang diimpor dari Novodzhambul phosphorus plant (NDFZ) Zhambyl, Kazakhstan dilakukan menggunakan kapal. Selain itu, jalur laut sangat berpotensi untuk memasarkan produk di luar pulau Jawa maupun diekspor ke luar negeri.

2. Pemasaran

Fosfor triklorida merupakan bahan baku dari pembuatan pestisida yaitu sebanyak 70%, *phosphorus oxychloride* (12%), surfaktan dan *sequestrants* untuk bahan kimia pengolahan air sebanyak 11%, aditif plastik, aditif cat serta sebagai minyak pelumas.

Banten termasuk daerah yang strategis untuk pemasaran produk PCl_3 , karena daerah tersebut dekat dengan kawasan industri yang menggunakan fosfor triklorida sebagai bahan baku. Selain itu dekat dengan pelabuhan yang memudahkan transportasi ekspor fosfor triklorida.

Tabel 4.1. Industri yang Menggunakan Bahan Baku PCl₃

Nama Perusahaan	Kategori
PT. Kolon Ina, Serang, Banten	Plastik lembaran
PT. Mulia Pack Inti Sempurna, Serang, Banten	Biji plastik
PT. Nufarm Indonesia, Serang, Banten	Pestisida
PT. Trisula Alchemindo, Serang, Banten	Cat tembok
PT. Parmasindo Indah Jaya, Serang, Banten	Cat tembok dan cat minyak
PT. Indagro Inc, Depok, Jawa Barat	Pestisida
PT. Agricon, Bogor, Jawa Barat	Pestisida

3. Pemilihan lokasi berdasarkan *raw material oriented* atau *market oriented*

Penentuan lokasi pabrik yang akan didirikan perlu dipertimbangkan apakah pabrik akan dibangun berdekatan dengan sumber bahan baku atau berdekatan dengan konsumen. Hal ini penting sebab jika pabrik dibangun didekat *supplier* bahan baku tentu akan menghemat biaya transportasi atau biaya pembuatan *storage tank* dan hanya membutuhkan pipa penghubung saja. Sedangkan jika pabrik dibangun dekat dengan industri hilir yang membutuhkan produk ini tentu akan menghemat biaya pemasaran.

Pemilihan lokasi pabrik PCl₃ ini ditentukan berdasarkan *raw material oriented* yaitu berdekatan dengan *supplier* klorin yaitu PT. Asahimas Chemical di Cilegon, Banten. Selain itu kota Cilegon juga relatif dekat dengan daerah pelabuhan sehingga memudahkan proses impor bahan baku lainnya yaitu fosfor yang dibeli dari perusahaan Novodzhambul Phosphorus Plant (NDFZ) Zhambyl dan juga memudahkan ekspor produk yang berupa fosfor triklorida ke luar negeri

melewati jalur laut.

4. Ketersediaan bahan baku

Dari kapasitas produksi dari pabrik *supplier* bahan baku klorin yaitu PT. Asahimas Chemical sebesar 22.000 ton/tahun dan kapasitas produksi dari pabrik penyuplai bahan baku fosfor sebesar 120.000 ton/tahun. Dapat disimpulkan bahwa kapasitas produksi dari kedua bahan baku yang dibutuhkan dianggap sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan produksi produk pabrik ini tiap tahunnya. Dari pertimbangan ini kota Cilegon yang merupakan lokasi dari kedua *supplier* bahan baku mempunyai nilai yang lebih tinggi karena letak pabrik yang berdekatan dengan pabrik *supplier* bahan baku akan lebih menjamin ketersediaan bahan baku di pabrik sehingga memungkinkan pabrik ini untuk menjalankan secara kontinyu.

5. Tenaga Kerja

Pada pertimbangan ini perlu diperhatikan banyak hal seperti jumlah tenaga kerja, kualitas, upah minimum dan sebagainya. Dari segi pertumbuhan penduduk, kota-kota yang diajukan sebagai lokasi pabrik ini memiliki laju pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi sehingga masih banyak tenaga kerja yang dapat diserap. Sedangkan apabila dilihat dari segi pengangguran yang ada, kota Serang memiliki nilai tertinggi karena laporan dari BPS menunjukkan bahwa kota Serang memiliki tingkat pengangguran yang relatif lebih banyak yaitu 13,69% (pada tahun 2013) dan nilai ini mengalami peningkatan dari nilai tahun sebelumnya yaitu 12,96% (pada tahun 2012) dimana hal ini menunjukkan bahwa kota ini membutuhkan lapangan kerja baru untuk mengurangi jumlah pengangguran. Dengan adanya pabrik ini maka diharapkan akan lebih mengurangi jumlah pengangguran.

6. Kondisi Iklim dan Potensi Bencana Alam

Kota Cilegon mempunyai iklim tropis dan curah hujan yang tidak

tinggi yaitu sekitar 1722 mm/tahun. Provinsi Banten merupakan daerah yang rawan terjadi bencana karena letak geografisnya yang berada dekat dengan laut dan berpotensi terjadi gempa bumi, gelombang tsunami dan bencana industri dikarenakan berada disekitaran lokasi industri lainnya. Hal ini disebabkan oleh ledakan Gunung Anak Krakatau, pergeseran lempeng bumi yang mengakibatkan gempa tektonik atau kebocoran bahan kimia yang pada industri yang berada di kota ini. Untuk itu, diperlukan konstruksi pabrik yang tahan gempa, upaya penanganan dan kemampuan manajemen antisipasi bencana alam yang berkoordinasi dengan baik bersama pemerintah daerah, para pengusaha, pelaku industri serta membutuhkan kerjasama dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD).

7. Kebutuhan Tanah dan Pengembangan

Cilegon merupakan salah satu kawasan penyangga di Ibu Kota Jakarta selain Bogor, Depok dan Bekasi. Kawasan penyangga merupakan kawasan yang mengelilingi, mendukung dan juga berdampingan dengan wilayah pusat/inti. Wilayah penyangga memiliki peluang terjadinya pertumbuhan lebih besar dibandingkan dengan pusat Kota Jakarta. Maka dari itu Cilegon merupakan kawasan yang tepat untuk mendirikan pabrik fosfor triklorida dikarenakan berada di aea kawasan penyangga dan juga dekat dengan pabrik pembuatan bahan bakunya yaitu klorin.

8. Utilitas

Sarana utilitas air dapat diperoleh dari air laut di Selat Sunda yang dekat dengan lokasi pabrik. Kebutuhan *steam* diperoleh dengan membangun *steam generation system* sedangkan kebutuhan listrik dapat diperoleh dari PT. PLN dengan cadangan generator.

9. Sarana dan Prasarana

Pemilihan lokasi di Cilegon telah mempertimbangkan bahwa daerah tersebut telah memiliki sarana dan prasarana yang meliputi jalan,

bank, jaringan telekounikasi, sarana pendidikan dan hiburan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup. Apalagi dengan adanya industri lainnya yang berada di Cilegon sangat mempengaruhi kondisi infrastruktur sehingga kota ini dengan cepat tumbuh dan berkembang serta banyak fasilitas pelayanan umum yang memadai.

10. Kondisi Ekonomi, Sosial, Politik, Hukum, Pertahanan dan Keamanan

Selama beberapa tahun belakangan ini sektor industri diakui merupakan tulang punggung ekonomi provinsi Banten. Berdasarkan data Bappenas dan BPS diketahui bahwa telah mengalami kenaikan yang signifikan pada laju pertumbuhan ekonomi (2009-2012) di kota-kota provinsi Banten dan kota Cilegon sehingga diharapkan pabrik ini juga akan memberikan kontribusi positif di dalamnya. Selain itu kota-kota yang diajukan sebagai pertimbangan lokasi pabrik ini memiliki kondisi sosial dan politik yang tidak menyusahakan pembangunan industri dan relatif jarang terjadi masalah keamanan pada sektor industri.



Gambar 4.1. Posisi Geografis Pabrik Fosfor Triklorida dari Fosfor dan Klorin

4.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Plant Layout pabrik merupakan tempat dari bagian-bagian pabrik yang meliputi ruang perkantoran, tempat perakitan, tempat penyimpanan bahan baku maupun produk, unit-unit utilitas, pengolahan limbah dan lain sebagainya. *Plant Layout* pabrik ini harus dirancang dengan baik agar keselamatan, keamanan dan kenyamanan karyawan dapat terpenuhi.

Tujuan dari perencanaan *Plant Layout* ini yaitu mendapatkan kombinasi yang optimal dari fasilitas-fasilitas produksi sehingga akses kegiatan proses produksi akan berlangsung dengan lancar dan juga akan memberikan kemudahan serta kenyamanan bagi karyawan.

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

1. Luas daerah yang tersedia

Dalam hal ini perlu dipertimbangkan harga tanah yang membatasi kemampuan penyediaan area pabrik. Apabila harga tanah relatif tinggi, maka perlu dilakukan efisiensi dalam alokasi ruangan sehingga peralatan diatur sedemikian rupa sehingga dapat menghemat tempat.

2. Keamanan

Faktor keamanan merupakan faktor yang paling penting untuk dipertimbangkan. Perlu dipertimbangkan jarak bangunan perkantoran dengan instalasi proses. Hal ini perlu untuk mengantisipasi kemungkinan terburuk seperti ledakan, kebakaran dan gempa bumi.

- a. Instalasi dan utilitas

Penempatan peralatan yang diatur dengan baik akan membantu dalam perawatan dan juga mempermudah akses kerja karyawan serta pengoperasian pabrik dapat terpantau dan berlangsung dengan baik. Selain itu pemasangan dan distribusi

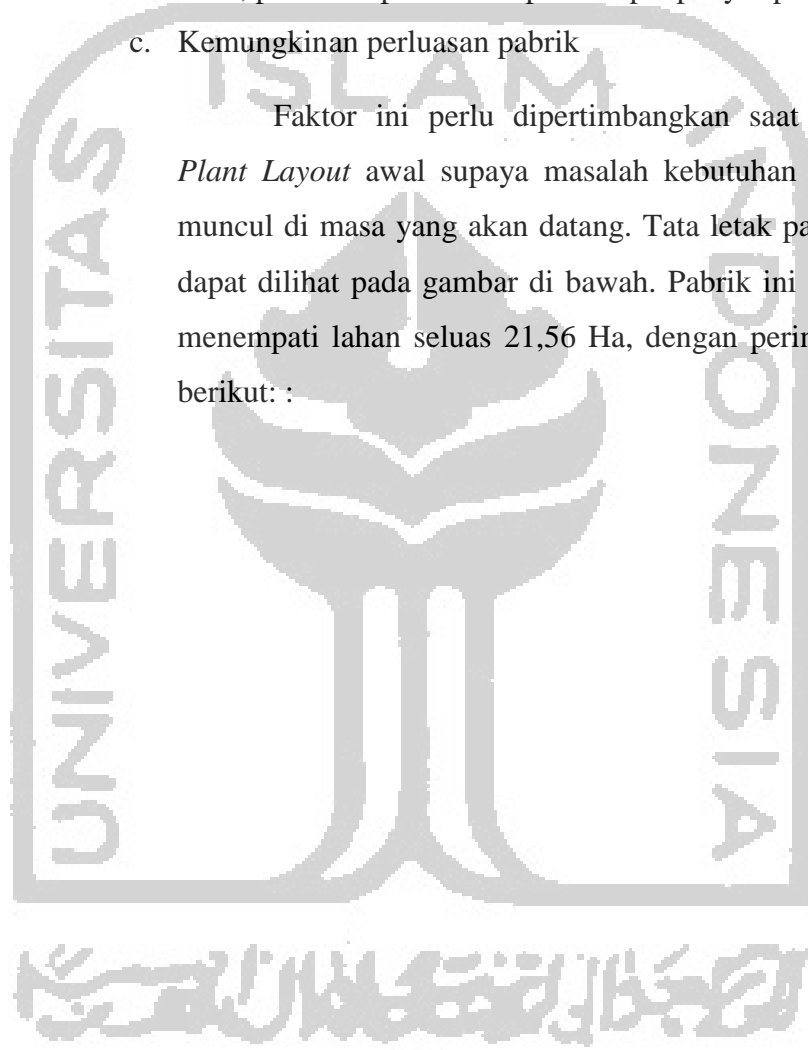
pipa yang baik dari gas, udara, *steam* dan listrik akan membantu akses karyawan dan kelancaran operasi pabrik.

b. Transportasi

Perlu diperhatikan kelancaran akses menuju bahan baku, peralatan proses maupun tempat penyimpanan produk.

c. Kemungkinan perluasan pabrik

Faktor ini perlu dipertimbangkan saat perencanaan *Plant Layout* awal supaya masalah kebutuhan tempat tidak muncul di masa yang akan datang. Tata letak pabrik dan alat dapat dilihat pada gambar di bawah. Pabrik ini direncanakan menempati lahan seluas 21,56 Ha, dengan perincian sebagai berikut: :

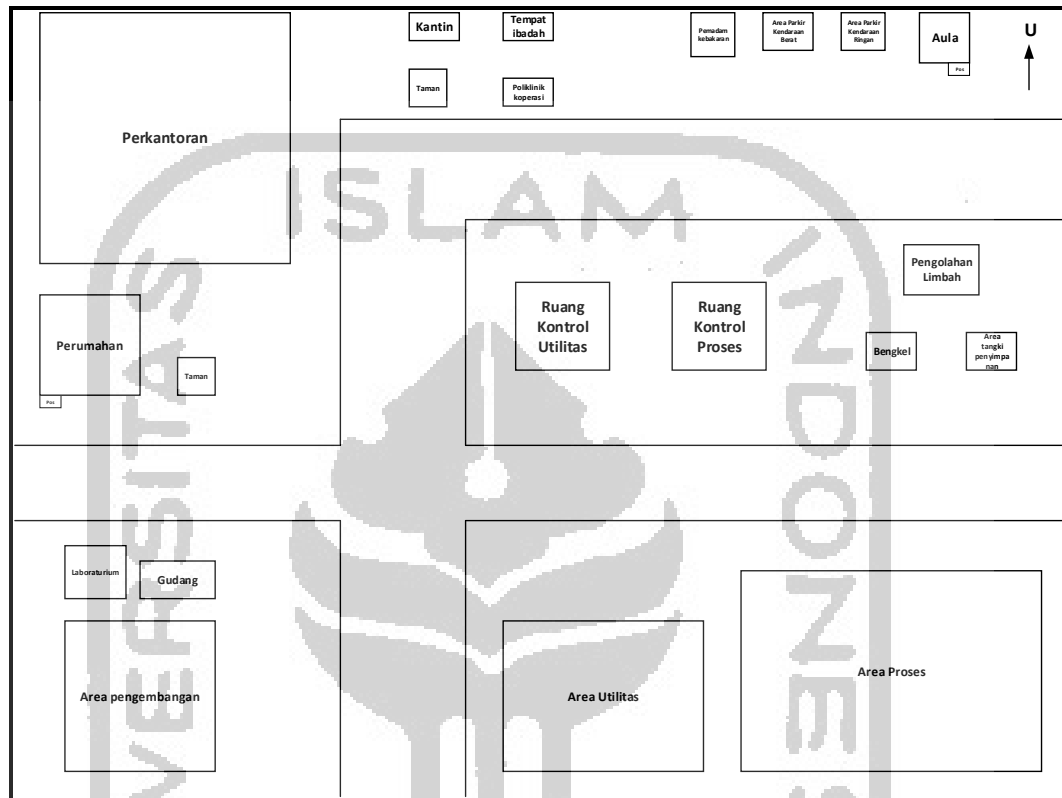


Tabel 4.2. Luas Area Pabrik

No.	Area	Ukuran P(m) x L (m)	Luas, m ²
1	Taman	tersebar	1.660
2	Pos Jaga 1	8 x 5	40
3	Pos Jaga 2	8 x 5	40
4	Parkir Kendaraan Ringan	30 x 30	900
5	Parkir Kendaraan Berat	40 x 30	1.200
6	Perkantoran	250 x 250	62.500
7	Kantin	30 x 20	600
8	Aula	40 x 40	1.600
9	Laboratorium	40 x 40	1.600
10	Bengkel	30 x 20	600
11	Gudang	50 x 30	1.500
12	Tempat ibadah	25 x 20	500
13	Ruang Kontrol proses	90 x 90	8.100
14	Ruang kontrol utilitas	80 x 80	6.400
15	Poliklinik dan koperasi	40 x 30	1.200
16	Pemadam kebakaran	40 x 40	1.600
17	Area proses	300 x 200	60.000
18	Area utilitas	200 x 150	30.000
19	Area tangki penyimpan	40 x 40	1.600
20	Area pengolahan limbah	80 x 50	4.000
21	Area pengembangan		20.000
Total			205.640

Tabel 4.3. Luas Area Perumahan

No.	Type rumah	Luas tanah, m ²	Unit	Jumlah
1	Type 140	140	6	840
2	Type 100	100	14	1.400
3	Type 90	90	8	720
4	Type 70	70	100	7.000
Total			128	9.960



Skala 1:10.000

Gambar 4.3. Tata Letak Pabrik (*Print Layout*)

4.3. Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Machines Layout*)

Hal yang perlu diperhatikan saat perancangan *lay out* peralatan proses adalah:

1. Aliran bahan baku dan produk
 Jarak, jalur transportasi dan penempatan bahan baku dengan produk merupakan hal yang penting untuk dipertimbangkan. Apabila jarak semakin dekat, akses transportasi mudah, serta penempatan yang strategis dan dekat maka biaya akan semakin murah dan efisien.
2. Aliran udara

Aliran dan arah udara baik di dalam maupun di sekitar area pabrik perlu diperhatikan dengan pertimbangan aspek keselamatan dan polusi udara.

3. Cahaya

Penerangan untuk seluruh bagian pabrik harus mencukupi apalagi jika daerah tersebut berbahaya atau berisiko.

4. Tata Letak alat proses

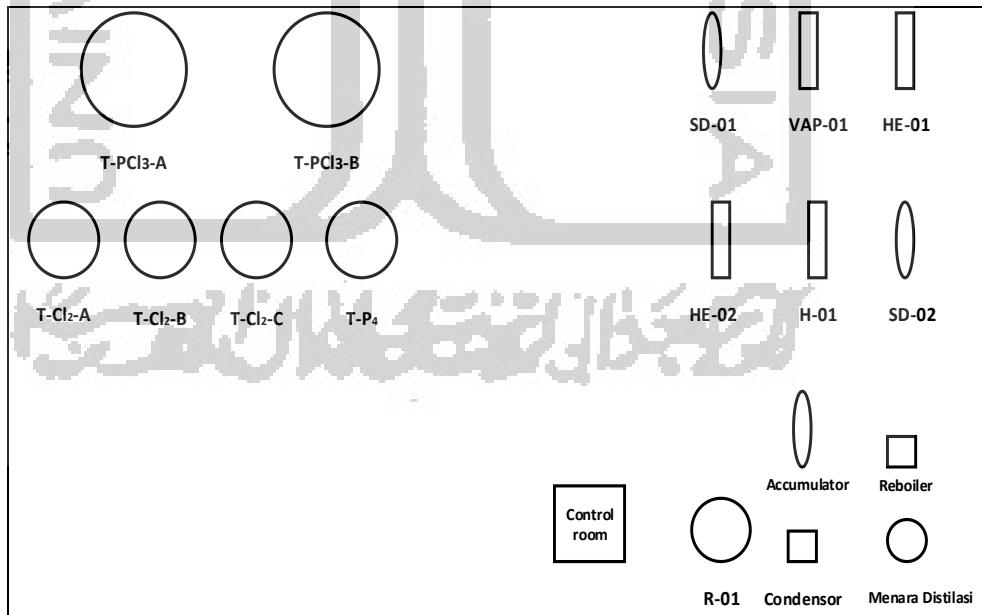
Supaya proses berlangsung dengan lancar maka penempatan alat proses harus tepat sehingga mempermudah dan mempercepat jalannya proses produksi.

5. Tata letak area proses

Penempatan area proses diatu sedemikian rupa guna efisiensi waktu dan biaya operasi.

6. Jarak antar alat proses

Adanya alat-alat produksi yang mudah meledak atau terbakar diletakkan jauh dari peralatan lain dan perkantoran sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran tidak membahayakan peralatan lain dan karyawan.



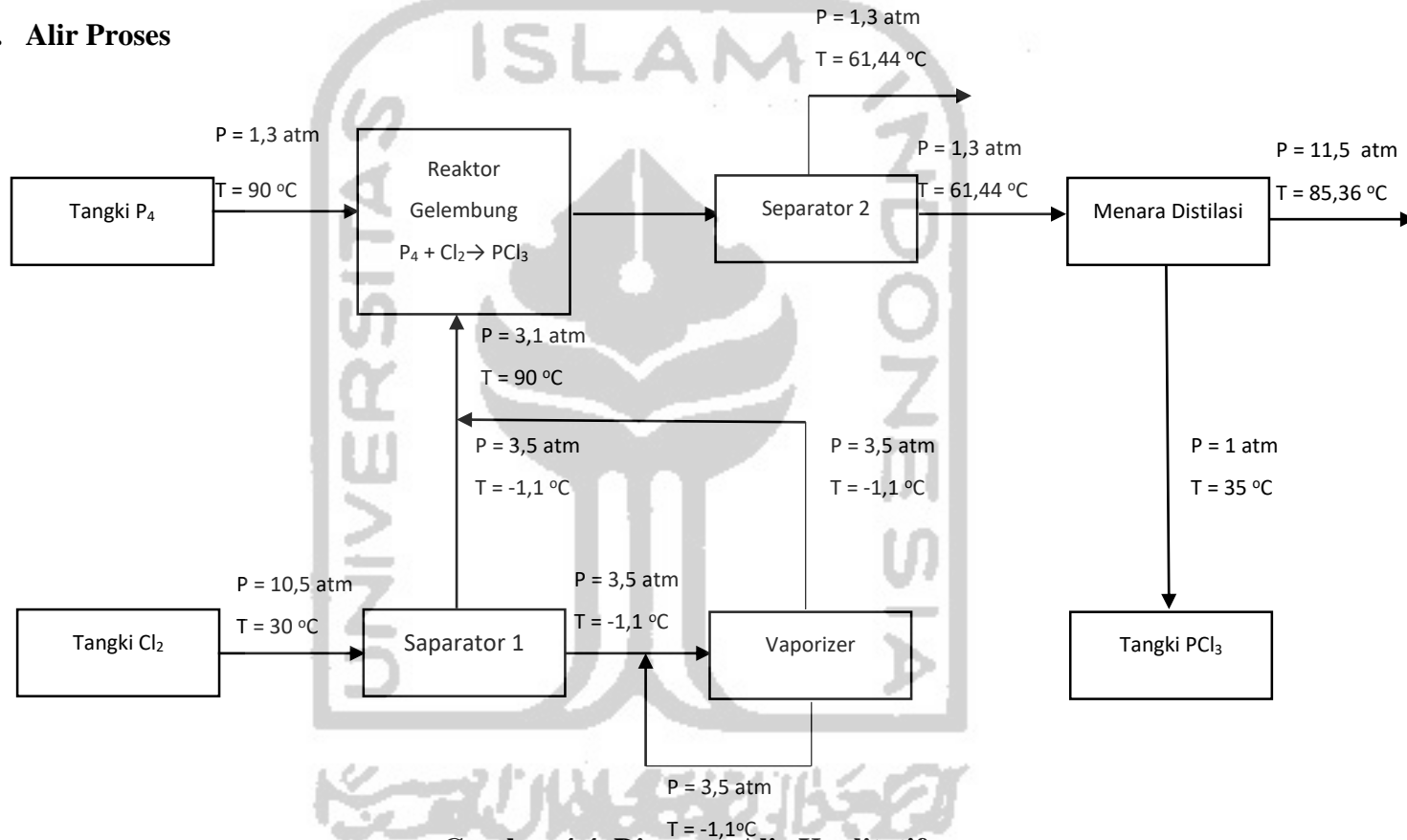
Gambar dengan skala 1 : 100

Gambar 4.3. Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Machines Layout*)



4.4. Alir Proses dan Material

4.4.1. Alir Proses



Gambar 4.4. Diagram Alir Kualitatif

4.4.3. Alir Material

A. Neraca Massa

Tabel 4.4. Neraca Massa Total

INPUT			OUTPUT		
Bahan	Komponen	Jumlah, kg/jam	Bahan	Komponen	Jumlah, kg/jam
Fosfor	P ₄	713,9	Produk	PCl ₃	3.153,6
	As	1,3	PCl ₃	Cl ₂	4,4
Klorin	Cl ₂	2.576,1	Limbah cair	PCl ₃	9,5
				Cl ₂	57,9
			Limbah gas	PCl ₃	3,7
				Cl ₂	62,3
Jumlah		3.291,3	Jumlah		3.291,3

Tabel 4.5. Neraca Massa pada Separator Drum-01 (SD-01)

No.	Komponen	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam	
		1	2	3
1.	Cl ₂	2.576,1	340,0	2.236,1
Total		2.576,1	2.576,1	

Tabel 4.6. Neraca Massa pada *Mixing Point-01 (MP-01)*

No.	Komponen	Input, kJ/jam		Output, kJ/jam
		3	4	5
1.	Cl ₂	2.236,1	447,2	2.683,3
Total		2.683,3		2.683,3

Tabel 4.7. Neraca Massa pada *Vaporizer-01 (VP-01)*

No.	Komponen	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam	
		5	6	4
1.	Cl ₂	2.683,3	2.236,1	447,2
Total		2.683,3	2.683,3	

Tabel 4.8. Neraca Massa pada *Mixing Point-02 (MP-02)*

No.	Komponen	Input, kJ/jam		Output, kJ/jam
		2	6	7
1.	Cl ₂	340,0	2.236,1	2.576,1
Total		2.576,1		2.576,1

Tabel 4.9. Neraca Massa pada Reaktor Gelembung (R-01)

No.	Komponen	Input, kJ/jam		Output, kJ/jam
		7	8	9
1	P ₄	0	713,9	0
2	Cl ₂	2.576,1	0	124,5
3	PCl ₃	0	0	3.166,8
4	As	0	1,3	0
Sub Total		2.576,1	715,2	3.291,3
Total		3291,3		3291,3

Tabel 4.10. Neraca Massa pada Separator Drum-02 (SD-02)

No	Komponen	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam	
		9	10	11
1	Cl ₂	124,5	62,3	62,2
2	PCl ₃	3.166,8	3,7	3.163,1
Sub Total		3.291,3	66,0	3.225,3
Total		3.291,3	3.291,3	

Tabel 4.11. Neraca Massa pada Menara Distilasi (MD-01)

No	Komponen	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam	
		11	14	17
1	Cl ₂	62,3	57,9	4,4
2	PCl ₃	3.163,1	9,5	3.153,6
Sub Total		3.225,4	67,4	3.158,0
Total		3.225,4	3.225,4	

B. Neraca Panas

Tabel 4.12. Neraca Panas pada Melter-01

Keterangan	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam
Arus 8	681,1	0
Arus 8	0	3.829,5
Q koil	3.148,4	0
Total	3.829,5	3.829,5

Tabel 4.13. Neraca Panas pada Vaporizer

Keterangan	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam
Arus 5	-69.338,9	0
Arus 4	0	-27.582,1
Arus 6	0	-11.838,1
Qvap	588.308,2	0
Q pemanas	0	558.389,4
Total	518.969,3	518.969,3

Tabel 4.14. Neraca Panas pada Heat Exchanger-01

Keterangan	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam
Arus 7	81.215,6	0
Arus 9	0	59.316,9
Q pendinginan PCl ₃	21.898,7	0
Total	59.316,9	59.316,9

Tabel 4.15. Neraca Panas Pada Heat Exchanger-02

Keterangan	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam
Arus 9	-47.653,9	0
Arus 9	0	24.743,5
Q pendinginan PCl ₃	72.397,4	0
Total	24.743,5	24.743,5

Tabel 4.16. Neraca Panas pada Heater-01

Keterangan	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam
Arus 9	5.945,3	0
Arus 9	0	67.914,0
Q pemanas <i>steam</i>	61.968,7	0
Total	67.914,0	67.914,0

Tabel 4.17. Neraca Panas pada Heater-02

Keterangan	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam
Arus 8	3.829,5	0
Arus 8	0	9.885,4
Q pemanas <i>steam</i>	6.055,9	0
Total	9.885,4	9.885,4

Tabel 4.18. Neraca Panas pada Reaktor Gelembung

Keterangan	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam
Arus 8	9.915,2	0
Arus 9	80.630,4	0
Arus 10	0	112.943,4
Q Reaksi	6.615.045,2	0
Q pendingin	0	6.592.647,4
Total	6.705.590,8	6.705.590,8

Tabel 4.19. Neraca Panas Pada Reboiler

Keterangan	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam
Arus 17	101.898,1	0
Arus 18	0	1.064,4
Arus 19	0	467.008,5
Q penguapan	0	5.447,2
Q pemanas <i>steam</i>	371.622,0	0
Total	473.520,1	473.520,1

Tabel 4.20. Neraca Panas Pada Condenser

Keterangan	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam
Arus 14	7.656,3	0
Arus 15	0	2.069,3
Q pengembunan	0	11.034,1
Q pendinginan	5.447,2	0
Total	13.103,7	13.103,4

Tabel 4.21. Neraca Panas pada Menara Distilasi

Keterangan	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam
Arus 13	101.898,6	0
Arus 14	0	1.064,6
Arus 17	0	467.008,7
Q condenser	0	5.447,2
Q Reboiler	371.621,9	0
Total	473.520,5	473.520,5

4.5. Pelayanan Teknis (Utilitas)

Utilitas merupakan sekumpulan unit-unit atau bagian dari sebuah pabrik kimia yang berfungsi menyediakan kebutuhan penunjang dalam proses produksi serta menyediakan energi penggerak peralatan yang terdapat pada proses produksi pabrik. Unit utilitas terdiri dari :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pengadaan dan Pengolahan Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Penyediaan Udara Tekan (*Instrument Air System*)
4. Unit Pembangkitan Listrik (*Power Plant*)
5. Unit Penyedia Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah (*Water Treatment System*)

4.5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

Kebutuhan air dipenuhi dari air laut yaitu Laut Jawa yang berada di Selat Sunda. Air laut ini diolah terlebih dahulu untuk memenuhi spesifikasi air sesuai dengan peruntukannya yaitu, sebagai *Domestic water* , *service water*, *air proses* dan *steam water* . Secara sederhana pengolahan ini meliputi desalinasi air laut, demineralisasi dan deaerasi.

Kebutuhan air pabrik meliputi :

Tabel 4.21. Kebutuhan Air

No	Kebutuhan	Jumlah, kg/jam	Total, kg/jam
1	Air untuk Sanitasi dan Keperluan Umum		
	a. Perkantoran (100 kg/orang/hari)	607	
	b. Perumahan (100 kg/orang/hari)	3.333	
	Total		3.940
2	Service Water		
	Bengkel	8,3	
	Poliklinik	16,7	
	Laboraturium	16,7	
	Pemadaman Kebakaran	208,3	
	Kantin, Musholla dan Kebun	333,3	
	Total	583,3	
	<i>Over design 20%</i>		700,0
3	Kebutuhan Air Pendinginan		
	Reaktor Gelembung	7.617,2	
	<i>Condensor</i>	10,9	
	Total	7.628,1	
	<i>Over design 20%</i>		9.153,7
4	Kebutuhan Air Sistem		
	<i>Vaporizer</i>	3.320,0	
	<i>Heater</i>	73,4	
	<i>Reboiler</i>	436,6	
	Total	3.830	
	<i>Over design 20 %</i>		4.596
Total			18.389,7

Kebutuhan air total diperoleh dari air laut dengan kadar brine 20%, sehingga air laut yang masuk ke unit pengolahan sebanyak 18.389,7 kg/jam. Proses pengolahan air laut meliputi:

- **Tahap Desalinasi**

Tahap desalinasi bertujuan mengolah air laut menjadi air tawar untuk menghilangkan kandungan garamnya. Kebutuhan air yang akan didesalinasi sebanyak 18.389,7 kg/jam. Pada tahap ini, proses dan alat-alat yang digunakan meliputi:

a. *Screen*

Air baku yang berasal dari air laut perlu dipisahkan dari kotoran-kotoran yang berukuran besar (seperti sampah) dengan cara dilewatkan *screen* atau penyaring. Penyaring ini diletakkan pada *intake point* pasokan air laut untuk menghindari kotoran-kotoran yang dapat mengakibatkan penyumbatan pada pipa dan kerusakan pada alat seperti pompa dan *valve*. Untuk memperoleh hasil pemisahan yang baik, *screen* ini dipasang 2 buah dengan ukuran lubang dibuat bertingkat mulai dari besar, sedang dan kecil.

Tugas : Menyaring kotoran-kotoran dari air laut sebelum disaring lebih lanjut.

Alat : Rake screener dan screener.

Jumlah air yang disaring : 18.389,7 kg/jam

Debit, Q : 0,0051 m³/s

Kecepatan air : 1 m/s

Luas area filter : 0,0051 m²

b. Bak ekualisasi

Tugas : Menampung air laut untuk kemudian dilakukan injeksi chlorine untuk mencegah pertumbuhan ganggang dsb.

Jenis : Bak beton bertulang

Sebelum air masuk unit desalinasi dipasang kolam ekualisasi supaya air yang masuk unit desalinasi tidak berfluktuasi. Tujuannya adalah meredam atau mengontrol apabila pasokan air laut tidak stabil (baik kandungan kontaminannya maupun debitnya), sehingga kinerja unit desalinasi bisa optimum.

Spesifikasi bak ekualisasi

Jumlah air yang dibutuhkan : 18.389,7 kg/jam

Waktu tinggal air dalam bak : 4 jam

Over design 20%

Volume bak : 88,28 m³

Diambil dimensi $P = L = 2t$:

Panjang : 7,07 m

Lebar : 3,53 m

Tinggi : 3,53 m

Diambil ukuran

Panjang : 7 m

Lebar : 4 m

Tinggi : 4 m

Volume : 112 m³

Kadar klorin yang diperlukan : 2 ppm

Kadar kaporit yang digunakan : 2 ppm

Kadar Zn : 2 ppm

c. Reverse Osmosis (SW)

Tugas : Menyaring molekul besar dan ion-ion suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan.

Alat	: <i>Spiral wound dengan flow channel</i> 90 mil.
Material	: Stainless steel
T operasi	: 30 °C
P operasi	: 50 atm
Permeate volumetris	: 8.275,90 L/jam
Over design	: 20%
Permeate Volumetris design	: 9.931,19 L/jam
Flux RO	: 15 L/m ² /jam
A	: 662,08 m ²
Area per elemens	: 5,81 m ²
Area per pressure vessel	: 34,85 m ²

d. Bak penampung air (*Filtered Water Tank*)

Tugas	: Menampung air yang keluar dari <i>Reverse Osmosis.</i>
Alat	: Bak beton bertulang
Jumlah air yang dibutuhkan	: 18.389,7 kg/jam
Waktu tinggal air dalam bak	: 8 jam
Over design 20%	
Volume bak	: 176,55 m ³

Diambil dimensi $P = L = 2t$:

Panjang	: 8,91 m
Lebar	: 4,45 m
Tinggi	: 4,45 m

Diambil ukuran

Panjang	: 9 m
Lebar	: 5 m
Tinggi	: 5 m
Volume	: 225 m ³

- **Tahap Desinfektanisasi**

Sebagian air hasil desalinasi digunakan untuk kebutuhan sanitasi. Kebutuhan air sanitasi sebanyak 3.940 kg/jam. Air untuk kebutuhan sanitasi harus bebas mikrobial. Untuk itu, air yang digunakan untuk keperluan umum ini dicampur dengan kaporit.

a. Tangki penyimpanan kaporit

Tugas : Menyiapkan dan menyimpan larutan kaporit 5% untuk persediaan 1 minggu.

Jenis : Tangki silinder vertical dengan atap conical dan dasar rata.

Konsentrasi kaporit : 2 ppm

Kebutuhan kaporit : 0,04 kg/jam

Kebutuhan kaporit 5% : 0,78 kg/jam

Keperluan 1 minggu operasi

Volume cairan : 0,13 m³

Over design 20% : 0,16 m³

Dimensi

Diameter : 0,3158 m

Tinggi : 0,6316 m

b. Tangki air sanitasi

Tugas : Menampung air bersih untuk keperluan umum dan pemadam

kebakaran.

Jenis : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 4.640 kg/jam

Waktu tinggal : 4 jam

Over design : 20%

Jumlah air design : 22.273,1890 kg/jam

Dimensi

Diameter : 3,05 m

Tinggi : 3,05 m

- Tahap Demineralisasi

Air untuk kebutuhan umpan boiler harus bebas kandungan ion-ion, *suspended solid*, *dissolved solid*, maupun mikrobia. Di dalam air biasanya terkandung ion-ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan lain-lain dalam bentuk padatan terlarut yang terdissosiasi. Ion-ion ini konsentrasinya relatif rendah, tetapi sangat mempengaruhi kualitas air yang akan dipakai sebagai air umpan boiler (BFW) karena akan membentuk fouling dan scalling pada alat. Untuk itu, air dilewatkan dalam ion exchanger terlebih dahulu. Kebutuhan air umpan boiler (BFW) ini sebanyak 88,1400 kg/jam yang berasal dari kondensat alat-alat proses. Alat-alat dan proses pada tahap demineralisasi ini meliputi :

a. *Cation Exchanger*

Tugas : Menghilangkan kesadahan air proses yang disebabkan oleh kation (ion-ion positif).

Alat : *Down flow cation exchanger*

Jenis resin : zeolit jenis *wet precess syntetic*

Debit air masuk : $613,11\text{kg/jam} = 0,61\text{ m}^3/\text{jam} = 2,7$
gpm

Kecepatan alir air : 4 gpm/ft^2

Luas penampang : $0,67\text{ ft}^2$

Diameter tangki : $0,93\text{ ft} = 0,28\text{ m}$

Kemampuan zeolite : $8.000\text{ grain kesadahan/ ft}^3$

Kesadahan air : 100 ppm

Kesadahan 1 siklus : $0,67\text{ kg} = 10.398,62\text{ grain}$

Volume zeolit : $1,30\text{ ft}^3$

Kebutuhan zeolit : 18 lb

Regenasi resin

Resin diregenerasi dengan larutan HCl

Kebutuhan HCl : $0,4\text{ lb/1000 grain (dipilih antara } 0,35-0,5)$

Kebutuhan HCl : $10.398,62\text{ grain} \times 0,4\text{ lb/1000 grain}$
: $4,16\text{ lb} = 1,89\text{ kg}$
: $1.245,29\text{ kg/tahun}$

b. Tangki HCl

Tugas : Menyiapkan larutan HCl yang digunakan regenerasi resin pada *Cation Exchanger*.

Jenis : tangki silinder vertical dengan atap conical

dan dasar rata

Kadar : 5%
Kapasitas : 2 kg/jam
Volume : 0,07 m³

Over design : 20%
Volume design : 0,08 m³
Diameter : 0,47 m
Tinggi : 0,47 m

c. *Anion Exchanger*

Tugas : Menghilangkan kesadahan air
proses yang disebabkan oleh anion
(ion-ion negatif)

Alat : *Strongly basic anion exchanger*

Jenis resin : strongly basic resins

Debit air masuk : 613,11 kg/jam = 0,61 m³/jam = 0,39
gpm

Kecepatan alir air : 5 gpm/ft²

Luas penampang : 0,54 ft²

Diameter tangki : 0,83 ft = 0,25 m

Kemampuan strongly : 10.000 grain kesadahan/ ft³

Kesadahan air : 250 ppm

Kesadahan 1 siklus : 1,69 kg = 26.019,47 grain

Volume strongly : 2,60 ft³

Kebutuhan Strongly : 36,04 lb

Regenasi resin

Resin diregenerasi dengan larutan NaOH

Kebutuhan NaOH : 3,5 lb/ ft³

Kebutuhan NaOH : 2,60 ft³ x 3,5 lb/ ft³

: 1,31, lb = 4,13 kg

: 2.726,47 kg/tahun

d. Tangki NaOH

Tugas : Menyiapkan larutan NaOH yang digunakan untuk regenerasi resin pada *anion exchanger*.

Jenis : Tangki silinder vertical dengan atap conical dan dasar rata

Kadar : 5%

Kapasitas : 2 kg/jam

Volume : 0,16 m³

Over design : 20%

Volume design : 0,19 m³

Diameter : 0,62 m

Tinggi : 0,62 m

e. Tangki Demin Water

Tugas : Menampung air bersih hasil ion

exchanger untuk keperluan proses dan make up.

Alat : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 613,11 kg/jam

Waktu tinggal : 2 jam

Over design : 20%

Jumlah air design : 1.471,47 kg/jam

Dimensi tangki D=H

Diameter : 1,23 m

Tinggi : 1,23 m

Volume : 1,47 m³

Tahap Dearasi

Dearasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O₂). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan *hidrazin* (N₂H₄) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Dengan reaksi sebagai berikut :



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

a. Deaerator

Tugas : Menghilangkan gas-gas yang terlarut dalam air umpan boiler untuk mengurangi terjadinya korosi.

Jenis	: Silinder tegak yang berisi packing
Jumlah air umpan boiler	: 613,11 kg/jam
Kecepatan volumetrik air	: 0,61 m ³ /jam
Waktu tinggal	: 12 jam
Over design	: 20%
Kecepatan volumetrik air design	: 0,74 m ³ /jam
Jumlah tangki	: 2
Volume 1 tangki	: 4,41 m ³
Dimensi	: D = H
Diameter	: 1,78 m
Tinggi	: 1,78 m

b. Tangki Penampung Dearated Water

Tugas	: Menampung air hasil keluaran deaerator untuk disalurkan ke boiler
Alat	: Tangki silinder tegak
Jumlah air	: 613,11 kg/jam
Waktu tinggal	: 1 jam
Over design	: 20 %
Jumlah air design	: 735,74 kg/jam
Volume tangki	: 0,74 m ³
Dimensi	: D = H
Diameter	: 0,98 m
Tinggi	: 0,98 m

- **Cooling Tower (CT)**

Tugas	: Mendinginkan kembali air pendingin yang digunakan pada alat-alat prose menjadi 30 °C
-------	--

sebelum disirkulasikan lagi.

Sistem : Kontak langsung dengan udara
didalam *cooling tower (fan)*

Jenis : *Induced draf cooling tower*

Jumlah air : 13.137,72 kg/jam = 57,85 gpm

Suhu air masuk, T1 : 40 °C

Suhu air keluar, T2 : 30 °C

Suhu dry bulb udara, Tdb : 30 °C

Suhu wet bulb udara, Twb : 24 °C

RH (*Relative Humidity*) : 70%

Temperature approach : $T_2 - T_{wb}$

: 30 °C - 24 °C = 6 °C

Cooling range : $T_1 - T_2$

: 40 °C - 30 °C = 10 °C

Water concentration : 3 gal/ min.ft²

Area tower : 19,28 ft²

Fan HP : 0,04 Hp/ft² tower

Power untuk fan : 0,77 Hp

Dipilih motor induksi standar NEMA, dengan jumlah 1, dengan
masing-masing power : 1 Hp

Beban : 0,29 mmbtu/jam

Tinggi menara : 7,6 – 9,1 m (Perry,1984)

Dipilih tinggi menara : 8 m = 26,247 ft

a. *Hot Basin*

Tugas : Menampung air pendingin yang akan didinginkan di *Cooling Water*.

Alat : Bak beton bertulang

Jumlah air : *Recovery* kebutuhan air pendingin di Pabrik : 13.137,72 kg/jam

Waktu tinggal : 1 jam

Over design : 20%

Volume : 15,77 m³

Dimensi bak

Panjang : 3,98 m

Lebar : 1,99 m

Tinggi : 1,99 m

Diambil ukuran bak

Panjang lebar : 4 m

Lebar : 2 m

Tinggi : 2 m

Volume : 16 m³

b. *Cold Basin*

Tugas : Menampung air pendingin yang telah didinginkan di *Cooling Water* bersama dengan air make uap.

Alat	: Bak beton bertulang
Jumlah air	: 13.137,72 kg/jam
Waktu tinggal	: 1 jam
Over design	: 20%

Volume : 15,76 m³

Dimensi bak

Panjang : 3,98 m

Lebar : 1,99 m

Tinggi : 1,99 m

Diambil ukuran bak

Panjang lebar : 4 m

Lebar : 2 m

Tinggi : 2 m

Volume : 16 m³

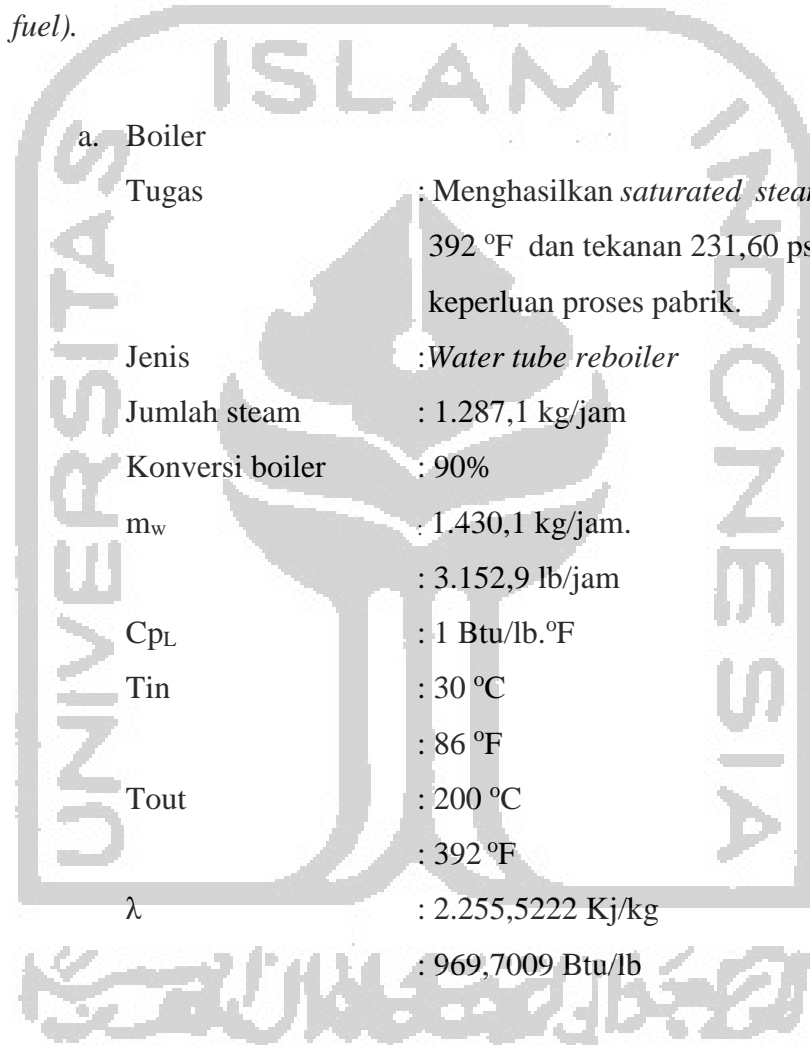
4.5.2. Unit Pengadaan dan Pengolahan *Steam* (*Steam Generation System*)

Steam yang dihasilkan pada unit utilitas ini merupakan *saturated steam* dengan tekanan 231,60 psia dan suhu 392,00 °F. Kebutuhan *steam* untuk media pemanas di pabrik maupun di unit utilitas sebesar 1.287,1 kg/jam dipenuhi oleh *boiler*.

Sebelum masuk boiler, air harus dihilangkan terlebih dahulu kesadahnya agar tidak menimbulkan kerak di dalam *boiler*. Maka dari itu air diproses dahulu dalam *ion exchanger* terlebih dahulu sebelum masuk boiler. O₂ dan gas-gas terlarut pada air juga harus dihilangkan di dalam deaerator karena dapat menyebabkan korosi pada peralatan terutama pada

suhu tinggi.

Jenis boiler yang dipakai untuk menghasilkan *steam* ini adalah *water tube boiler* dan menggunakan bahan bakar *gas oil* dengan nilai *Nett Heating Value* (NHV) sebesar 17.159,46 Btu/lb. Bahan bakar yang diperlukan untuk membangkitkan *steam* di boiler ini sebesar 66,85 kg/jam *gas oil* (*industrial fuel*).



a. Boiler	
Tugas	: Menghasilkan <i>saturated steam</i> dengan suhu 392 °F dan tekanan 231,60 psia untuk keperluan proses pabrik.
Jenis	: <i>Water tube reboiler</i>
Jumlah steam	: 1.287,1 kg/jam
Konversi boiler	: 90%
m_w	: 1.430,1 kg/jam.
	: 3.152,9 lb/jam
C_{pL}	: 1 Btu/lb.°F
T_{in}	: 30 °C
	: 86 °F
T_{out}	: 200 °C
	: 392 °F
λ	: 2.255,5222 Kj/kg
	: 969,7009 Btu/lb

Menghitung panas yang di butuhkan

$$\begin{aligned}
 Q &= m_w \cdot C_{pL} \cdot (T_{out} - T_{in}) + \eta \cdot m_w \cdot \lambda \\
 &= 3.152,9 \cdot \frac{lb}{jam} \cdot 1 \frac{Btu}{lb.F} \cdot (392 \text{ °F} - 86 \text{ °F}) + 0,9 \cdot 3.152,9 \cdot \frac{lb}{jam} \cdot \\
 &\quad 969,7009 \frac{Btu}{lb} \\
 &= 3.716.371 \text{ Btu/jam} \\
 &= 3.290.994 \text{ kj/jam}
 \end{aligned}$$

Efisiensi *boiler* diambil 70%, maka panas yang harus diambil sebesar 254.473,32 Btu/jam.

Sebagai bahan bakar, digunakan bahan bakar solar dengan spesifikasi :

Dari Fig. 27.3 Perry,1997 diperoleh NHV fuel oil sebesar

NHV : 17.159,46 Btu/lb

Densitas bahan bakar : 871,0450 kg/m³

NHV (basis massa) : 17.159,46 Btu/lb

Jumlah bahan bakar : 66,85 kg/jam

Volume bahan bakar : 2,71 ft³/jam

: 0,08 m³/jam

: 76,75 L/jam

b. Tangki Bahan Bakar

Tugas : Menyimpan bahan bakar untuk bahan bakar *boiler*

Jenis : Tangki Silinder vertical

Total kebutuhan bahan bakar : 0,1611 m³ /jam

: 3,87 m³/hari

Lama penyimpanan : 7 hari

Vol. Tangki : 0,1611 m³/jam . 7 hari. 24 jam/hari

: 27,07 m³

Overdesign diambil 20 % jadi :

Vol. Tangki : 1,2 x 27,07 m³

: 32,481 m³

Diambil dimensi H / D = 1 : 2 jadi

Diameter : 2,75 m

Tinggi : 5,49 m

4.5.3. Unit Penyedia Udara Tekan (*Instrument Air System*)

Pada sistem ini juga disediakan udara tekan yang berfungsi menggerakkan alat-alat kontrol dan bekerja secara pneumatik. Udara instrumen memiliki tekanan sebesar 5,5 bar. Total kebutuhan udara instrumen sebesar 46,73 m³/jam (STP). Udara instrumen harus dalam keadaan kering oleh karena itu udara harus dikeringkan terlebih dahulu dengan dilewatkan pada bejana pengering yang berisi silika gel.

Kebutuhan dan kondisi udara yang dibutuhkan diperoleh dari kompresor, sebagai pengering digunakan silika gel untuk menyerap kandungan air dalam udara.

a. Kompresor

Fungsi : Mengompres udara menjadi udara bertekanan.

Menentukan jenis kompresor

Flow udara : 46,73 m³/jam

: 1.650,17 ft³/jam

Suhu udara : 30 °C

Tekanan keluar : 79,79 psi

Untuk kondisi seperti diatas dari figure 1 branen, 1989 dapat

diketahui bahwa kompresor yang digunakan adalah *Singel State Reciprocating Compressor*.

Menghitung daya kompresor

Daya kompresor dihitung dengan persamaan :

$$H_p = \frac{\left(\frac{144}{33.000}\right) \left[\frac{K}{K-1}\right] (P_1 Q_1) [r^{(k-1)/K} - 1]}{E_o}$$

udara memiliki komposisi paling besar adalah 79% N₂ dan 29% O₂

Komponen	Komposisi (x) %	BM	BM.x
N ₂	79%	28	22.12
O ₂	21%	32	6.72
			28.84

Dari grafik Carl Beanan hal: 127, dengan menghubungkan nilai BM dengan suhu gas, maka didapat nilai K.

BM : 28,84

T : 30 °C

: 86 °F

K : 1,19

P₁ : 1 atm

: 14,7 psi

P₂ : 5,43 atm

: 79,79 psi

r : (P₁/ P₂) : 5,43 psi

Q₁ : 1.650,17 ft³/jam

: 27,50 ft³/menit

Eo : 85%

HP : 4,0308 Hp

Maka digunakan kompresor dengan daya : 5 Hp

b. Tangki Silika Gel

Fungsi : Menampung udara kering

Kebutuhan udara : 46,73 m³/jam

Daya absorpsi silika gel : 0,43 kg air/kg silika gel.

Kandungan air dalam udara : 1,1682 kg/jam

Kebutuhan silika gel : 2,7167 kg/jam

Massa jenis silika gel : 2330 kg/m³

Volume silika gel : 0,0012 m³/jam

Regenerasi : 24 jam

Volume silika gel : 0,0280 m³

Diameter : 0,2875 m

Tinggi : 0,5750 m

4.5.4. Unit Pembangkitan Listrik (*Power Plant*)

Listrik digunakan untuk menggerakkan alat-alat proses, yaitu pompa. Selain untuk alat proses, listrik juga diperlukan sebagai penggerak alat-alat utilitas, seperti *cooling tower fan*, kompresor udara, dan pompa, serta untuk keperluan lain antara lain instrumentasi, penerangan dan AC, serta rumah tangga.

Total kebutuhan listrik seluruh unit sebesar 78,948 kW. Kebutuhan listrik tersebut dipenuhi oleh PLN dengan generator diesel

sebagai cadangan. Generator diesel ini memiliki kapasitas maksimal 98,685 kW. Generator ini hanya digunakan sebagai cadangan untuk kebutuhan listrik pada pabrik saja agar operasi tidak sampai mati. Solar yang digunakan sebagai bahan bakar generator ini disediakan sebanyak 44,051 m³/tahun. Jumlah tersebut harus ada dalam tangki penyimpanan dan digunakan sewaktu-waktu ketika ada permasalahan pada jaringan PLN.

Kebutuhan listrik berasal dari:

- a. Kebutuhan untuk Penggerak Alat-alat Proses

Tabel 4.22. Kebutuhan Daya pada Alat Proses

Alat	Daya	
	Hp	Watt
Konveyor	0,050	37,285
Konveyor	0,050	37,285
Pompa 01	2,25	1.677,825
Pompa 02	0,083	62,142
Pompa 03	0,250	186,425
Pompa 04	0,750	559,275
Pompa 05	0,005	3,729
Pompa 06	0,125	93,213
Total	3,563	2.657,178

$$\begin{aligned} \text{Power yang dibutuhkan} &= 2.657,178 \text{ Watt} \\ &= 2,657 \text{ kW} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan untuk Utilitas

Tabel 4.23. Kebutuhan Daya pada Alat Utilitas

Alat	Daya	
	Hp	Watt
Cooling Tower	1,00	2.237,10
Udara Tekan	5,00	3728,50
Pompa 01	1,50	1118,55
Pompa 02	1,50	1118,55
Pompa 03	1,50	1118,55
Pompa 04	1,50	1118,55
Pompa 05	0,75	559,28
Pompa 06	0,75	559,28
Pompa 07	0,05	37,29
Pompa 08	0,05	37,29
Pompa 09	0,05	37,29
Pompa 10	0,05	37,29
Pompa 11	0,25	186,43
Total	13,95	10.402,52

Power yang dibutuhkan = 11.893,915 Watt
 = 11,894 kW

c. Kebutuhan untuk alat control, kantor dan penerangan

Alat kontrol diperkirakan 25% : 3,638 kW
 Penerangan diperkirakan 15% : 2,183 kW
 Peralatan kantor diperkirakan 15% : 2,183kW
 Peralatan bengkel, laboratorium 15% : 2,183kW
 Total : 10,186 kW

d. Kebutuhan untuk perumahan

Kebutuhan listrik setiap rumah	: 1 kW
Jumlah rumah	: 128
Kebutuhan listrik perumahan	: 128 kW
Total kebutuhan daya listrik	: 152,737 kW
Effisiensi generator	: 80%
Kebutuhan daya listrik	: 190,921 kW

4.5.5. Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran boiler dan diesel untuk generator pembangkit listrik. Bahan bakar boiler menggunakan *fuel oil* sebanyak 161,118 L/jam. Bahan bakar diesel menggunakan minyak diesel atau IDO (*industrial diesel oil*) sebanyak 9,864 L/jam. Total kebutuhan bahan bakar sebesar 170,804 L/jam dan *over design* 20 % maka total kebutuhan bahan bakar sebesar 204,965 L/jam.

4.5.6. Unit Pengolahan Limbah (*Waste Treatment Unit*)

Limbah-limbah yang ada dari pabrik ini dihasilkan oleh unit proses dan unit utilitas. Limbah dari unit proses ini dihasilkan dari reaktor *bubble* saat pembersihan secara berkala. Limbah ini berupa limbah cair yang mengandung bahan seperti fosfor cair, PCl_3 , dan gas Cl_2 terlarut. Selain itu limbah cair berupa *brine* dari *reverse osmosis*, air sisa regenerasi resin yaitu lautan HCl dan NaOH pada *ion exchanger*, serta air buangan sanitasi. Sedangkan limbah gas berasal dari pemurnian produk PCl_3 pada *Separator Drum 2* (SD-02) di mana gas PCl_3 dan gas Cl_2 tidak terembunkan pada *Heat Exchanger 1* (HE-01).

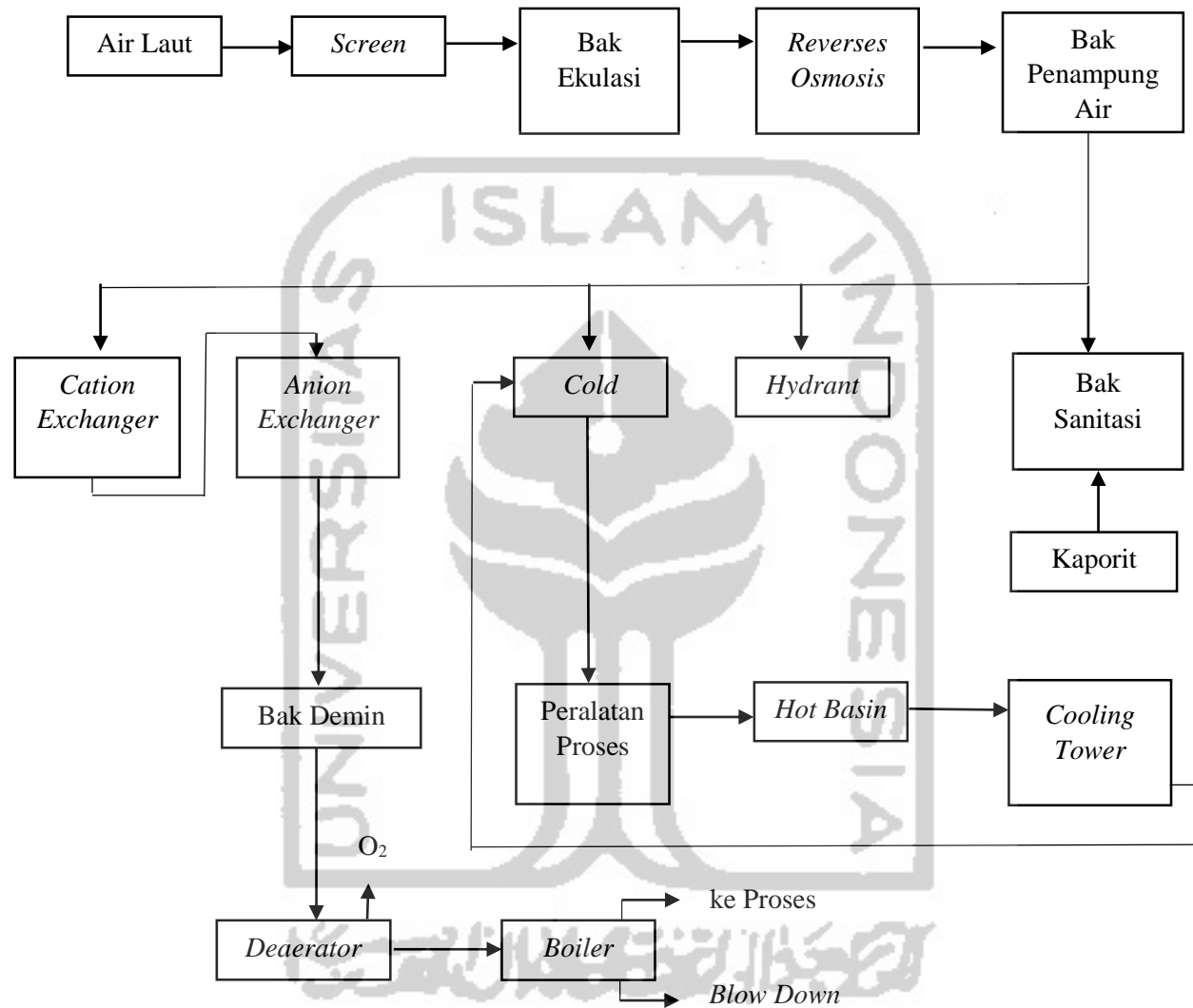
Sebelum dialirkan ke laut, limbah cair dari pabrik harus diolah terlebih dahulu untuk menghilangkan zat-zat yang mencemari lingkungan. Semua air buangan yang telah diolah, kemudian dikumpulkan dalam penampungan yang disebut *Equalization Pond* dan sebelum dibuang ke laut, dianalisis terlebih dahulu. Limbah terutama untuk limbah cair diolah sedemikian sehingga memenuhi baku mutu limbah cair untuk kategori industri pestisida (karena PCl_3 merupakan bahan intermediate pembuatan pestisida) yaitu BOD 70 mg/L, COD 200 mg/L, TSS 50 mg/L, bahan aktif total 2 mg/L, dan kisaran pH 6,0 – 9,0.

Tabel 4.24. Pengolahan Limbah Cair dan Gas Sebelum Dibuang ke Lingkungan

No.	Jenis Limbah	Senyawa Terkandung	Pengolahan Sebelum Dibuang ke Laut
Limbah Cair			
1	Air buangan dari reverse osmosis	$C_4H_4O_4(aq)$ dan $NaBO_3 \cdot H_2O$	Dinetralkan hingga pH sekitar 7
2	Air sisa regenerasi resin	HCl dan NaOH	Dinetralkan hingga pH sekitar 7
3	Air buangan sanitasi	Bakteri-bakteri dari kotoran	Diolah dalam unit sanitasi dengan menggunakan lumpur aktif dan <i>calcium hypochlorite</i> sebagai desinfektan.
4	Limbah cair reaktor	P_4 , PCl_3 , Arsen, Cl_2 terlarut	Didistilasi untuk menghilangkan PCl_3 dan melakukan <i>recovery</i> terhadap P_4 , sisanya dibawa ke <i>incinerator</i> .
5	Air bocoran dari area proses	Minyak pelumas	Diolah dalam <i>oil-water separator</i> yang bekerja berdasarkan beda berat jenis

6	Distilat Menara Distilasi	PCl_3 dan Cl_2	Direaksikan dengan air sehingga terbentuk HCl dengan konsentrasi rendah
Limbah Gas			
1	Gas dari Separator Drum-02 (SD-02)	Cl_2 , dan PCl_3	Menyerap gas-gas tersebut dengan <i>scrubber</i> kemudian ditreatment secara biologi maupun dengan presipitasi menggunakan <i>aluminium salts</i>





Gambar 4.5. Diagram Alir Utilitas

4.6. Organisasi Perusahaan

4.6.1. Bentuk Perusahaan

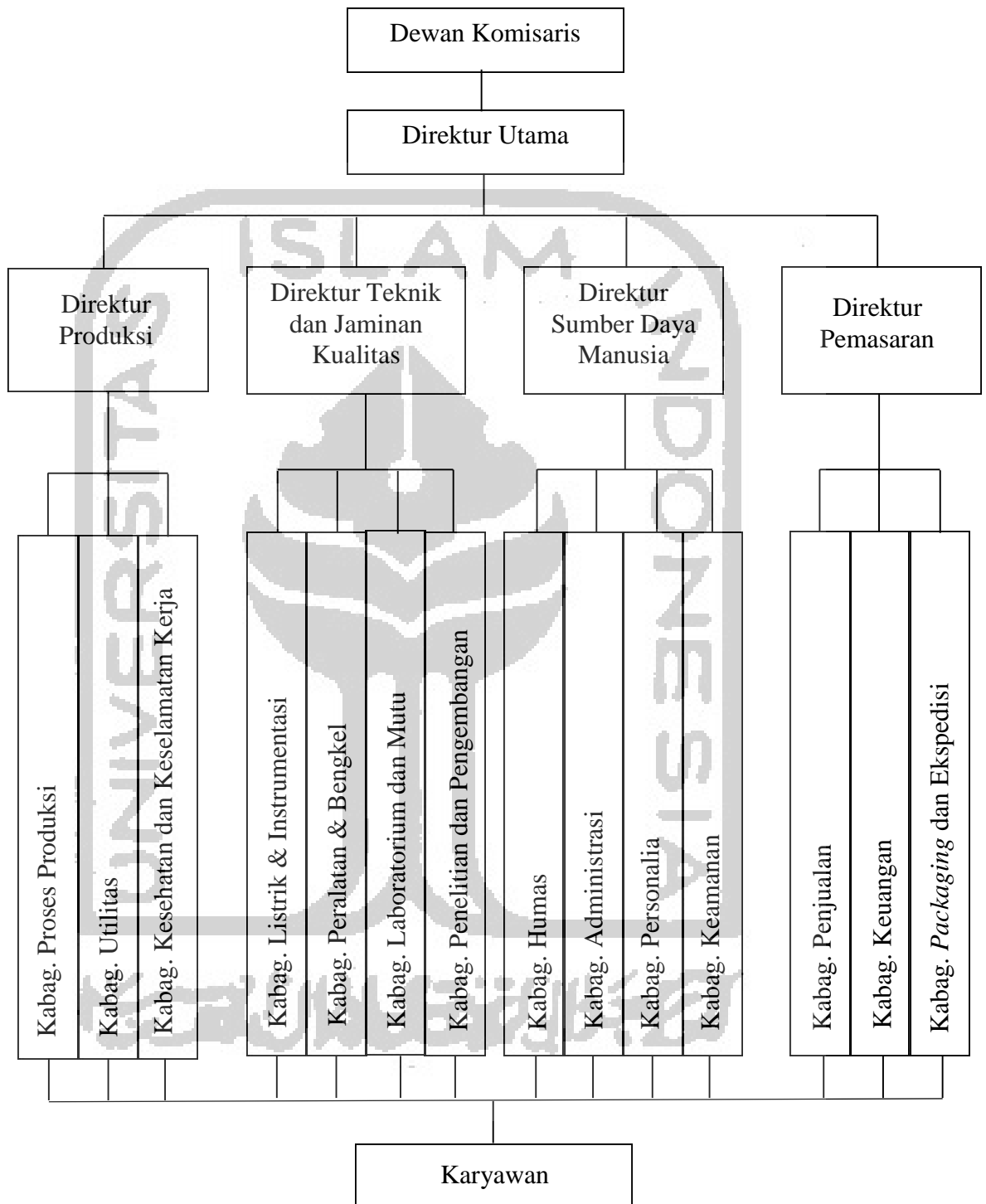
Pabrik fosfor triklorida ini direncanakan untuk didirikan dalam bentuk Perseroan Terbatas (PT). Perusahaan akan dipimpin oleh seorang Direktur Utama, satu orang Direktur Teknik, dan satu orang Direktur Keuangan dan Administrasi. Setiap direktur dibantu oleh kepala bagian yang memimpin beberapa kepala seksi. Masing-masing kepala seksi membawahi operator dan karyawan.

Tingkatan kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah:

1. Direktur Utama
2. Direktur Bidang
3. Kepala Bagian
4. Kepala Shift
5. Karyawan dan Operator

Tugas, tanggung jawab, serta kebijakan tertinggi terletak pada Dewan Direksi yang terdiri dari Direktur Utama dan Direktur Bidang. Dalam hal ini, kekuasaan tertinggi ada pada Rapat Anggota Tahunan. Dalam struktur organisasi perusahaan, setiap bawahan hanya mempunyai satu garis tanggung jawab kepada atasannya dan setiap atasan hanya memiliki satu garis komando kepada bawahannya. Struktur organisasi perusahaan disajikan dalam bentuk diagram berikut ini :

4.6.2. Struktur Organisasi



Gambar 4.6. Struktur Organisasi Perusahaan

Para petinggi perusahaan terdiri dari:

1. Dewan Komisaris

Tugas : Mengawasi dan mengarahkan seluruh kegiatan Dewan Direksi agar sesuai dengan keputusan yang telah ditetapkan dalam Rapat Umum Pemegang Saham.

2. Direktur Utama

Tugas : a. Menjalankan dan memimpin perusahaan sesuai dengan arahan yang diberikan oleh Rapat Umum Pemegang saham dan Dewan Komisaris.
b. Menentukan kebijaksanaan umum perusahaan.
c. Mengadakan hubungan keluar.
d. Menentukan/memutuskan perencanaan usaha dan persoalan pokok perusahaan.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (minimal S-2) dan berpengalaman minimal 10 tahun

Jumlah : 1 Orang

3. Direktur Produksi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pelaksanaan kegiatan produksi dan aspek kesehatan keselamatan kerja.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 7 tahun.

Jumlah : 1 orang

Operator : 64 orang

4. Direktur Teknik dan Jaminan Kualitas

Tugas : Bertanggung jawab pada kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang teknik, peningkatan dan jaminan kualitas yang lebih baik.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 7 tahun.

Jumlah : 1 Orang

5. Direktur Sumber Daya Manusia

Tugas : Bertanggung jawab pada permasalahan umum meliputi hubungan masyarakat, personalia, keamanan.

Pendidikan : Sarjana Hukum / Psikologi / Sospol (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 7 tahun

Jumlah : 1 orang

6. Direktur Pemasaran

Tugas : Bertanggung jawab akan masalah pabrik berhubungan dengan keuangan, pemasaran dan penjualan.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Teknik Industri (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 7 tahun

Jumlah : 1 orang

Direktur Produksi dibantu oleh 3 orang Kepala Bagian yaitu :

1. Kepala Bagian Proses Produksi

Tugas : Bertanggung jawab pada proses pabrik tiap harinya dan menjaga agar pabrik tetap beroperasi.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang
Staf : 4 orang kepala shift (S1/D3 Teknik Kimia) dan Operator

2. Kepala Bagian Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab akan ketersediaan air dan udara tekan untuk kebutuhan proses maupun instrumentasi.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 4 orang kepala shift (S1/D3 Teknik Kimia) dan operator

3. Kepala Bagian Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas : Mengendalikan dan menjaga kesehatan dan keselamatan kerja baik terhadap pekerja maupun lingkungan.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 1 orang staf I (S1 Kedokteran Umum) dan operator

Direktur Teknik dan Jaminan Kualitas dibantu oleh 4 orang Kepala Bagian yaitu:

1. Kepala Bagian Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab atas ketersediaan listrik dan alat instrumentasi.

Pendidikan : Sarjana Teknik Elektro (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 3 orang staf I (S1/D3 Teknik Kimia/Teknik Elektro)

2. Kepala Bagian Peralatan dan Bengkel

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

Pendidikan : Sarjana Teknik Mesin (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 3 orang staf I (S1/D3 Teknik Mesin)

3. Kepala Bagian Laboratorium dan Mutu

Tugas : Mengkoordinasikan semua aktivitas laboratorium dan peningkatan serta penjaminan mutu.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 2 orang staf I (S1/D3 Teknik Kimia / Kimia MIPA)

4. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas : Bertanggung jawab atas peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 2 orang staf I (S1/D3 Teknik Kimia / Kimia MIPA)

Direktur Sumber Daya Manusia dibantu oleh 4 orang Kepala Bagian yaitu:

1. Kepala Bagian Humas

Tugas : Mengelola bidang hubungan masyarakat, menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah dan masyarakat

Pendidikan : Sarjana Psikologi / Komunikasi / Hukum / Sosial politik (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 2 orang staf I (S1 Psikologi / Komunikasi / Sosial Politik)

2. Kepala Bagian Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab pada kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan dan tata usaha kantor.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Manajemen (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 2 orang staf I (S1 Manajemen)

2 orang staf II (D3 Ekonomi)

3. Kepala Bagian Personalia

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian dan kesejahteraan pegawai

Pendidikan : Sarjana Psikologi/Hukum (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 1 orang staf I (S1 Psikologi/Hukum)

2 orang staf II (S1 Psikologi/Hukum)

4. Kepala Bagian Keamanan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap keamanan perusahaan secara keseluruhan.

Pendidikan : Sarjana Hukum/Sospol (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 4 orang kepala regu satpam

8 orang satpam

Direktur Pemasaran dibantu oleh 3 orang Kepala Bagian yaitu :

1. Kepala Bagian Penjualan

Tugas : Mengelola hal-hal yang berkaitan dengan pembelian bahan baku, bahan pembantu, dan penjualan produk.

Pendidikan : Sarjana Teknik Industri / Ekonomi (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 2 orang staf II (S1/D3 Ekonomi / Teknik Industri)

2. Kepala Bagian Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pengelolaan keuangan perusahaan secara keseluruhan.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Akuntansi (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 2 orang staf II (S1/D3 Ekonomi / Akuntansi)

3. Kepala Bagian Packaging dan Ekspedisi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pengemasan produk dan transport penjualan produk.

Pendidikan : Sarjana Teknik Industri / Ekonomi (minimal S-1) dan berpengalaman minimal 4 tahun

Jumlah : 1 orang

Staf : 1 orang staf II (S1/D3 Ekonomi / Teknik Industri)

Perusahaan membuat penetapan dasar untuk pendidikan minimal operator adalah tingkat SMA karena bahan yang digunakan untuk produksi pabrik akan diproses secara kimia. Hal ini ditetapkan karena tiap operator harus mampu menguasai ilmu kimia sedangkan ilmu kimia sudah diajarkan di tingkat SMA. Dengan ilmu yang sesuai diharapkan para operator dapat menjalankan tugasnya dengan baik dan mampu menguasai aspek keselamatan kerja.

4.6.3. Perincian Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada.

Tabel 4.25. Data Perincian Jumlah Karyawan

No	Alat	Jumlah (Unit)	Jumlah (operator/unit/shift)	Jumlah (operator/shift)
1	Separator	2	0,3	0,6
2	Reaktor Kontinyu	1	1	1
3	Vaporizer	1	0,25	0,25
4	Reboiler	1	0,1	0,1
5	Kondensor	2	0,1	0,2
6	Heater	1	0,1	0,1
7	Heat Exchanger	2	0,1	0,2
8	Menara Distilasi	1	0,1	0,1
9	Tangki	6	0,1	0,6
10	Akumulator	1	0,1	0,1
11	Pompa	8	0,2	1,6
Utilitas				
1	Screening	1	0,05	0,05
2	RO	1	2	2
3	Deaerator	1	1	1
4	Boiler	1	1	1
5	<i>Cooling Tower</i>	1	1	1
6	<i>Electrical</i>	1	3	3
7	Pompa	22	0,2	4,4
Total				17,3

Kebutuhan operator : 18 orang/shift

Jumlah shift : 4 shift

Jumlah operator : 72 orang

4.6.4. Penggolongan Gaji

Penggajian karyawan berdasarkan atas tanggung jawab dan tingkat pendidikan yang telah ditempuh oleh karyawan yang antara lain adalah sebagai berikut :

Tabel 4.26. Daftar Gaji Karyawan

Jabatan	Pendidikan	Jumlah	Gaji/orang (Rp)	Gaji/tahun (Rp)
Direktur Utama	S-2	1	40.000.000	40.000.000
Direktur	S-1	4	30.000.000	120.000.000
Kepala Bagian	S-1	14	20.000.000	280.000.000
Kepala Shift	S-1/D-3	8	15.000.000	120.000.000
Pegawai Staff I	S-1/D-3	16	10.000.000	160.000.000
Pegawai Staff II	S-1/D-3	9	8.000.000	72.000.000
Operator	SMA/SMK	72	6.000.000	528.000.000
<i>Security</i>	SMA	5	4.000.000	48.000.000
Medis	Dokter	4	6.000.000	24.000.000
<i>Cleaning servise</i>	SMA	12	3.500.000	42.000.000
Supir	SMA	4	4.500.000	18.000.000
Jumlah		149		1.328.000.000

4.6.5. Penggiliran Jam Kerja Karyawan

Untuk memfasilitasi pengaturan pembagian kerja, maka perusahaan membuat suatu peraturan kerja yang meliputi jam kerja, keamanan dan keselamatan kerja, serta kesejahteraan dan jaminan sosial. Peraturan ini sesuai dengan peraturan dari Kementerian Tenaga Kerja Republik Indonesia.

Pada dasarnya jumlah jam kerja karyawan perusahaan adalah 8 jam kerja per hari atau empat puluh jam kerja per minggu dengan 5 hari efektif kerja per minggu. Untuk memenuhi aturan jam kerja dalam menangani segala aktivitas perusahaan, maka karyawan perusahaan

dibagi menjadi dua golongan, yaitu karyawan *shift* dan *non-shift* (harian). Pabrik beroperasi selama 24 jam sehari dan 330 hari dalam setahun.

A. Sistem *Non Shift* (*Normal Day*)

Sistem ini biasanya berlaku untuk karyawan yang bekerja di kantor. Karyawan *non shift* bekerja selama 5 hari dalam seminggu dan libur pada hari Sabtu, Minggu, dan hari besar, dengan jam kerja sebagai berikut :

Senin – Kamis :	Jam kerja	: 07.30 – 16.30
	Istirahat	: 11.30 – 12.30
Jumat :	Jam kerja	: 07.30 – 17.00
	Istirahat	: 11.30 – 13.00

B. Sistem *Shift*

Sistem ini biasanya berlaku untuk karyawan yang bertugas di unit produksi dan laboratorium serta bagian keamanan (*security*).

Shift Operasi, dibagi menjadi tiga *shift* : *Shift* pagi : 07.00 – 15.00

Shift sore : 15.00 – 23.00

Shift malam : 23.00 – 07.00

Shift Security, dibagi menjadi tiga *shift* : *Shift* pagi : 06.00 – 14.00

Shift sore : 14.00 – 22.00

Shift malam : 22.00 – 06.00

Karyawan *shift* terdiri atas 4 kelompok, yaitu A, B, C dan D. Dalam satu hari kerja, hanya 3 kelompok yang masuk, sehingga ada 1 kelompok yang libur. Setiap kelompok bekerja selama 9 hari dan libur 3 hari. Jadwal pembagian kerja (siklus) *shift* selama 12 hari tersaji dalam tabel sebagai berikut (siklus berulang setiap 12 hari).

Tabel 4.27. Siklus Shift

Regu	Tanggal														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	I	I	I	-	-	-	III	III	III	II	II	II	I	I	I
B	II	II	II	I	I	I	-	-	-	III	III	III	II	II	II
C	III	III	III	II	II	II	I	I	I	-	-	-	III	III	III
D	-	-	-	III	III	III	II	II	II	I	I	I	-	-	-

Regu	Tanggal														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	-	-	-	III	III	III	II	II	II	I	I	I	-	-	-
B	I	I	I	-	-	-	III	III	III	II	II	II	I	I	I
C	II	II	II	I	I	I	-	-	-	III	III	III	II	II	II
D	III	III	III	II	II	II	I	I	I	-	-	-	III	III	III

4.6.6. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada para karyawan, antara lain:

a. Tunjangan

Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

b. Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan setiap tahun sejumlah empat pasang.

c. Cuti

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahunnya. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan, maka hak tersebut dapat digunakan untuk tahun berikutnya. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter. Cuti hamil diberikan kepada karyawan yang hendak melahirkan, masa cuti berlaku selama 2 bulan sebelum melahirkan sampai 1 bulan sesudah melahirkan.

d. Pengobatan

Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang.

e. Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan lebih besar dari Rp. 1.000.000,00 per bulan.

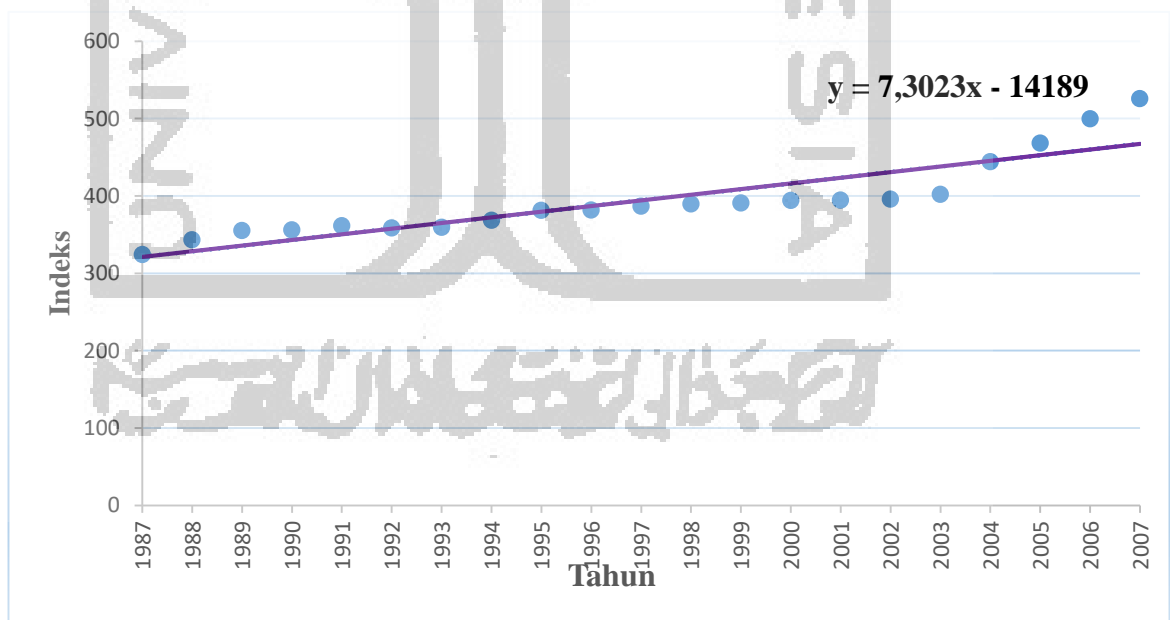
4.7. Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi merupakan salah satu cara untuk memperkirakan layak tidaknya suatu pabrik didirikan. Perkiraan dilakukan dengan menggunakan indeks harga dari *Chemical Engineering Plant Cost (CEP Cost Index)* yang didapat dari data, kemudian dilakukan ekstrapolasi untuk tahun yang akan datang.

Tabel 4.28. Data CEP Indeks

Tahun	CEP Indeks	Tahun	CEP Indeks
1987	324	1998	389,5
1988	343	1999	390,6
1989	355	2000	394,1
1990	356	2001	394,3
1991	361,3	2002	395,6
1992	358,2	2003	402
1993	359,2	2004	444,2
1994	368,1	2005	468,2
1995	381,1	2006	499,6
1996	381,7	2007	525,4
1997	386,5		

Dari data tersebut kemudian diplot dan disajikan sebagai grafik CEP index versus tahun yang dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Grafik Hubungan CEP Indeks terhadap Tahun

Dari persamaan regresi linier, diperoleh persamaan :

$$\text{CEP Indeks (y)} = 7,3023 \times (\text{tahun}) - 14.189$$

Pabrik ini direncanakan akan dibangun pada tahun 2019 dan mulai beroperasi pada tahun 2024. Nilai CEP indeks pada tahun pendirian pabrik diperoleh dengan ekstrapolasi. Sehingga pada tahun 2024 diperoleh nilai indeks CEP sebesar 590,86.

Harga yang digunakan dalam evaluasi ekonomi adalah harga pada tahun evaluasi. Data – data harga diambil dari :

1. Aries, R.B. and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw-Hill Book, Co., New York.
2. Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., and West, R. E., 2003, *Plant Design and Economics for Chemical Engineering*, 5 ed, Mc-Graw Hill Companies, Inc., New York.

Dasar-dasar perhitungan evaluasi ekonomi ini adalah :

1. Kapasitas produksi pabrik adalah 25.000 ton/tahun
2. Pabrik beroperasi kontinyu selama 24 jam dalam sehari dan 330 hari dalam setahun
3. Umur pabrik diperkirakan 10 tahun
4. Pekerja terdiri dari 95% pekerja Indonesia dan 5% pekerja asing
5. Upah tenaga kerja Indonesia adalah Rp. 30.000,00/*manhour*
6. Upah tenaga kerja asing adalah US \$25/*manhour*
7. Rasio *manhour* asing : *manhour* Indonesia = 1 : 3
8. Nilai tukar uang US 1\$ = Rp14.030,55

4.7.1. Capital Investment

a. Fixed Capital Investment

Fixed capital atau modal tetap merupakan modal yang diperlukan untuk pembangunan dan pemasangan fasilitas-fasilitas pabrik secara fisik.

Tabel 4.29. Fixed Capital Investment

No.	Komponen	Rp.
1	<i>Delivered Equipment Cost</i>	36.955.673.945
2	<i>Installation</i>	6.096.370.330
3	<i>Piping</i>	18.793.144.649
4	<i>Instrumentation</i>	5.093.209.788
5	<i>Insulation</i>	3.995.694.473
6	<i>Electrical</i>	3.633.192.972
7	Pembelian Tanah dan Perbaikan	123.970.000.000
8	Bangunan dan Perlengkapan	150.000.000.000
9	<i>Utilities Total Cost</i>	26.601.790.776
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		375.139.076.934
10	<i>Eng. and Costruction (20% PPC)</i>	75.027.815.387
<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>		450.166.892.321
11	<i>Contractor's Fee (10% DPC)</i>	45.016.689.232
12	<i>Contingency (15% DPC)</i>	121.541.723.080
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		607.725.304.633

b. Working Capital Investment

Working capital atau modal kerja merupakan modal yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau produksi dari suatu pabrik dalam jangka waktu tertentu.

Tabel 4.30. Working Capital Investment

No.	Komponen	Rp.
1	<i>Raw material inventory</i>	14.517.045.571
2	<i>In process inventory</i>	851.933.631
3	<i>Product inventory</i>	46.856.349.694
4	<i>Extended credit</i>	74.917.209.066
5	<i>Available cash</i>	46.856.350.349.694
Working Capital Investment (WCI)		791.724.192.290

4.7.2. Manufacturing Cost

Sales

Harga jual = 2,57 \$

= Rp. 36.059

Produksi = 3.148 kg/jam

= 24.931.879 kg/tahun

Pendapatan = Rp. 36.059 x 24.931.879

= Rp. 899.006.508.790

Harga Bahan Baku Produksi (Raw Material)

Fosfor

Biaya = 1,5 \$

= Rp. 21.046

Kebutuhan = 870 kg/jam

= 6.889.168 kg/tahun

Biaya = kebutuhan fosfor x biaya

= Rp. 21.046 x 6.889.168

= Rp. 144.988.233.384

Klorin

Biaya = 0,5 \$

= Rp. 7.015

Kebutuhan = 3.139 kg/jam

= 24.858.152 kg/tahun

Biaya = kebutuhan klorin x biaya

= Rp. 7.015 x 24.858.152

= Rp. 174.386.769.185

Total biaya = Rp. 144.988.233.384 + Rp. 174.386.769.185

= Rp. 319.375.002.569

a. *Direct Manufacturing Cost*

Direct Manufacturing Cost atau biaya produksi langsung meliputi biaya yang berhubungan secara langsung dengan proses produksi.

b. *Indirect Manufacturing Cost*

Indirect Manufacturing Cost atau biaya produksi tidak langsung merupakan biaya pengeluaran yang diadakan sebagai akibat (tidak langsung) dari operasi produksi.

c. *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed Manufacturing Cost atau biaya tetap merupakan biaya tertentu yang akan selalu dikeluarkan baik ketika pabrik beroperasi atau tidak, biaya ini juga tidak tergantung pada jumlah

produksi. Yang termasuk dalam biaya tetap adalah depresiasi, pajak, asuransi dan sewa.

Tabel 4.31. Manufacturing Cost

No.	Komponen	Rp
1.	Bahan baku proses	319.375.002.569
2.	<i>Labor</i>	1.328.000.000
3.	Supervisi	132.800.000
4.	<i>Maintenance</i>	79.680.000
5.	<i>Plant supplies</i>	11.952.000
6.	<i>Royalties and patent</i>	17.980.130.176
7.	Bahan baku utilitas	2.440.112.621
Direct Manufacturing Cost (DMC)		341.347.677.366
8.	<i>Payroll overhead</i>	199.200.000
9.	<i>Laboratory</i>	132.800.000
10.	<i>Plant overhead</i>	664.000.000
11.	<i>Packaging and shipping</i>	134.850.976.318
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		135.846.976.318
12.	<i>Depreciation</i>	60.772.530.463
13.	<i>Property tax</i>	18.231.759.139
14.	<i>Insurance</i>	6.077.253.046
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		85.081.542.649
Manufacturing Cost		526.276.196.333

4.7.3. General Expense

General Expense atau pengeluaran umum adalah biaya pengeluaran pabrik yang tidak termasuk dalam *manufacturing cost*.

General expense ini meliputi biaya administrasi, penjualan produk, penelitian, dan biaya pembelanjaan.

Tabel 4.32 *General Expense*

No.	Komponen	Rp
1	<i>Administration</i>	26.970.195.264
2	<i>Sales expense</i>	89.900.650.879
3	<i>Research</i>	35.960.260.352
4	<i>Finance</i>	31.668.967.692
<i>General Expense (GE)</i>		184.500.074.186

4.7.4. Analisa Keuntungan

Pendapatan per tahun = Rp. 899.006.508.780

Total *cost* per tahun = Rp. 747.776.270.519

Keuntungan sebelum pajak = Rp. 152.230.238.271

Pajak pendapatan 25% = Rp. 38.057.559.568

Keuntungan sesudah pajak = Rp. 114.172.678.703

4.7.5. Analisa Kelayakan

a. ROI (*Percent Return of Investment*)

ROI merupakan kecepatan tahunan pengembalian investasi (modal) dari keuntungan. Untuk industri kimia dengan resiko tinggi, ROI *before taxes* yang disyaratkan yaitu 11% - 44%.

$$\begin{aligned}
 \text{ROI before taxes} &= \frac{\text{Profit before taxes}}{\text{Fixed capital investment}} \times 100\% \\
 &= 25,05\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ROI after taxes} &= \frac{\text{Profit after taxes}}{\text{Fixed capital investment}} \times 100\% \\
 &= 18,79\%
 \end{aligned}$$

ROI *before taxes* pabrik fosfor triklorida dari fosfor dan klorin diatas ROI *before taxes* minimal yang dipersyaratkan.

b. POT (Pay Out Time)

POT merupakan jangka waktu pengembalian investasi (modal) berdasarkan keuntungan perusahaan dengan mempertimbangkan depresiasi. Untuk industri kimia dengan resiko tinggi, POT *before taxes* yang disyaratkan adalah 5 tahun (Aries and Newton, 1955).

$$\begin{aligned}
 \text{POT before taxes} &= \frac{\text{Fixed capital investment}}{\text{Profit before taxes} + \text{depreciation}} \times 100\% \\
 &= 2 \text{ tahun, } 6 \text{ bulan}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{POT after taxes} &= \frac{\text{Fixed capital investment}}{\text{Profit after taxes} + \text{depreciation}} \times 100\% \\
 &= 3 \text{ tahun, } 3 \text{ bulan}
 \end{aligned}$$

POT *before taxes* pabrik fosfor triklorida dari fosfor dan klorin ini telah memenuhi POT *before taxes* yang dipersyaratkan.

c. DCFR (Discounted Cash Flow Rate)

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

Asumsi :

1. Umur ekonomis pabrik 10 tahun
2. Depresiasi 10% dari *Fixed capital* per tahun
3. *Annual profit* dan *taxes* konstan setiap tahun

Pabrik mulai didirikan pada tahun 2019 (tahun ke -5) sehingga uang yang dikeluarkan pada tahun ke -5 adalah sebesar $FC = \text{Rp. } 607.725.304.633$. Sementara itu, pabrik mulai berjalan pada tahun 2024 (tahun ke 0) sehingga uang yang dikeluarkan pada tahun ke 0 adalah sebesar $WC = \text{Rp. } 194.091.545.284$.

Salvage value diambil = 10% *FC* (umur pabrik 10 tahun)
= $\text{Rp. } 60.772.530.463$

Dalam kasus ini, annual cash flow tiap tahun dibawa ke nilai masa depan (future value) dengan menggunakan rumus :

$$FC + WC = C \times \left[\frac{1}{(1+i)} + \frac{1}{(1+i)^2} + \frac{1}{(1+i)^3} + \dots + \frac{1}{(1+i)^{10}} \right] + \frac{WC + SV}{(1+i)^{10}}$$

FC = *fixed capital*

WC = *working capital*

i = IRR

n = umur pabrik

k = tahun ke

Untuk mencari *i* dilakukan trial and error sehingga diperoleh nilai *i* sebesar :

i = 23,9 %

Suku bunga bank = 12% sehingga DCFR yang diperoleh baik

karena lebih dari 1,5 kali bunga bank (bunga simpanan).

d. BEP (Break Even Point)

BEP merupakan titik perpotongan antara garis *sales* dengan *total cost*, yang menunjukkan tingkat produksi dimana besarnya *sales* sama dengan *total cost*. Pengoperasian pabrik dibawah kapasitas tersebut, pabrik akan untung.

$$BEP = \frac{F_a + (0,3 \times R_a)}{S_a - V_a - (0,7 \times R_a)} \times 100\%$$

Fa = *annual fixed expense* pada kapasitas maksimum

Ra = *annual regulated expense* pada kapasitas maksimum

Va = *annual variable expense* pada kapasitas maksimum

Sa = *annual sales expense* pada kapasitas maksimum

Annual Fixed Expense (Fa)

Depreciation Rp. 60.772.530.463

Property taxes Rp. 18.231.759.139

Insurance Rp. 6.077.253.046

Fa Rp. 85.081.542.649

Annual Regulated Expense (Ra)

Labor cost Rp. 1.328.000.000

<i>Plant overhead</i>	Rp. 664.000.000
<i>Payroll overhead</i>	Rp. 199.200.000
<i>Supervisor</i>	Rp. 132.800.000
<i>Laboratory</i>	Rp. 132.800.000
<i>Administration</i>	Rp. 26.970.195.264
<i>Finance</i>	Rp. 31.668.967.879
<i>Sales expense</i>	Rp. 89.900.650.879
<i>Research</i>	Rp. 35.960.260.352
<i>Maintenance</i>	Rp. 79.680.000
<i>Plant supplies</i>	Rp. 11.952.000
Ra	Rp. 187.048.506.186
Annual Variable Expense (Va)	
<i>Raw material</i>	Rp. 319.375.002.569
<i>Packaging & shipping</i>	Rp. 134.850.976.318
<i>Utilitas</i>	Rp. 2.440.112.621
<i>Royalties</i>	Rp. 17.980.130.176
Va	Rp. 474.646.221.685

Dengan menggunakan persamaan dan data diatas, maka diperoleh Break Even Point (BEP) sebesar 48,12%.

e. Shut Down Point (SDP)

SDP adalah batas tingkat produksi yang menentukan apakah pabrik masih layak beroperasi atau tidak. Pengoperasian pabrik

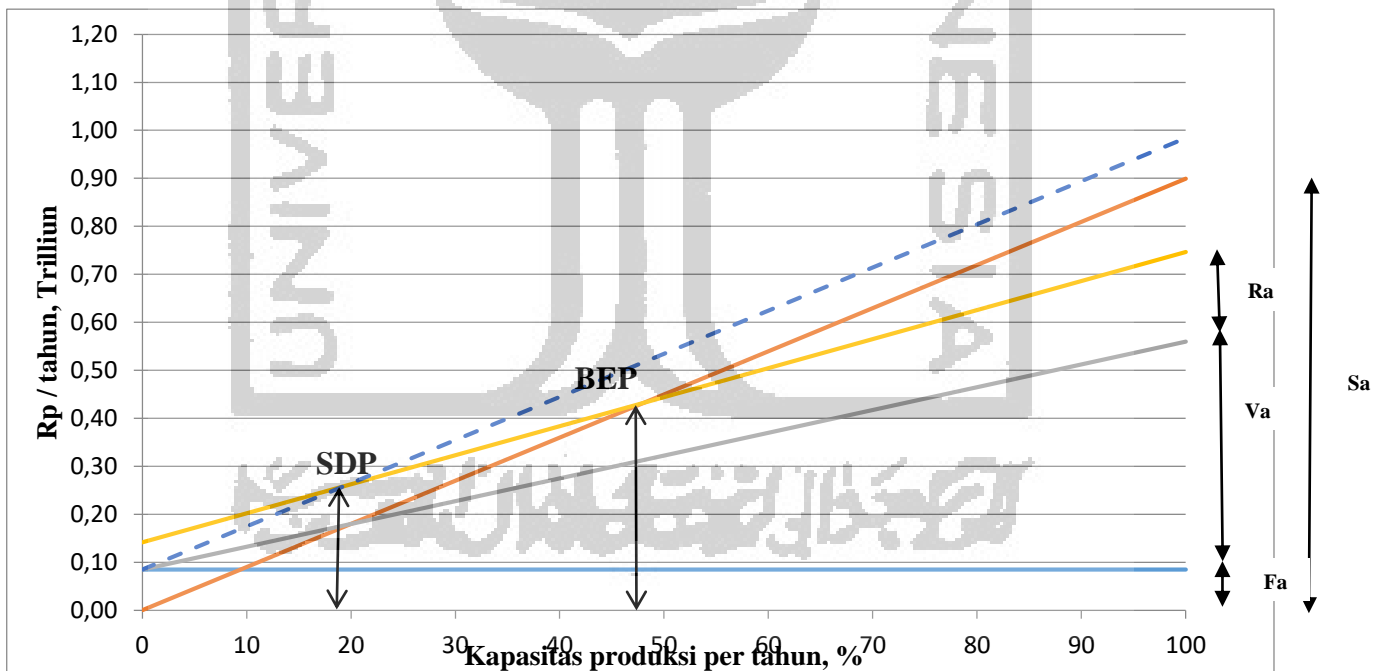
dibawah batas kapasitas tersebut akan mengakibatkan besarnya kerugian pabrik lebih banyak ketika pabrik beroperasi daripada ketika pabrik ditutup, demikian juga sebaliknya.

Diatas SDP = rugi jalan < rugi tutup (sebaiknya pabrik tetap beroperasi)

Dibawah SDP = rugi jalan > rugi tutup (sebaiknya pabrik telah tutup)

$$SDP = \frac{0,3 \times R_a}{S_a - V_a - (0,7 \times R_a)} \times 100\%$$

Diperoleh SDP untuk pabrik fosfor triklorida ini sebesar 19,12%.



Gambar 4.8. Grafik Evaluasi Ekonomi