

BAB IV

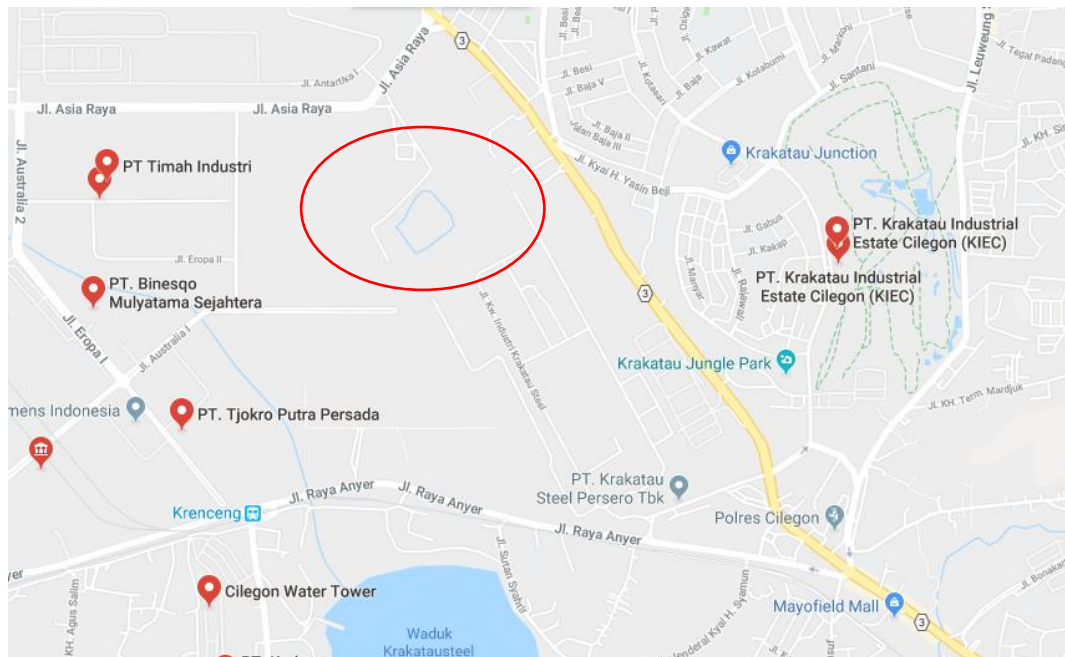
PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan segala aspek baik dalam segi teknis maupun ekonomis yang lebih menguntungkan. Pabrik Asam Adipat dari Sikloheksena (C_6H_{10}) dan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) ini direncanakan akan didirikan di kawasan industri Cilegon, Banten. Lokasi tersebut dipilih atas dasar penyediaan bahan baku, pemasaran, transportasi, tenaga kerja, dan ketersediaan sarana pendukung yang lain. Kebijakan pemerintah setempat akan sangat mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih.



Gambar 4.1 Peta lokasi Cilegon, Banten, Propinsi Jawa Barat



Gambar 4.2 Peta lokasi kawasan industri Cilegon

Adapun faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik tersebut antara lain :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung akan mempengaruhi tujuan utama suatu pabrik yang meliputi proses produksi dan distribusi. Faktor-faktor tersebut antara lain :

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama pabrik Asam Adipat yang akan kami bangun adalah Sikloheksena (C_6H_{10}) yang diimport dari China. Sikloheksena dalam bentuk cairan disimpan di dalam tangki dengan waktu tinggal selama satu bulan. Sedangkan untuk Hidrogen Peroksida (H_2O_2) dapat dibeli dari pabrik Hidrogen

Peroksida yang letaknya dekat dengan Cilegon, yakni di daerah Cikarang, Jawa Barat sehingga ongkos untuk pengiriman bahan baku cenderung murah.

Kebutuhan bahan bakar minyak dapat dibeli dari PT. Pertamina RU VI Balongan, Jawa Barat. Sedangkan untuk kebutuhan listrik dapat disuplai dari PT. PLN (Persero) setempat dan pada saat keadaan *emergency* listrik dapat diperoleh dari genset.

2. Pemasaran

Produk Asam Adipat akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik *nylon* dan pabrik plastik yang sebagian besar berada di wilayah Provinsi Jawa Timur dan ada juga beberapa di daerah lain di Indonesia, kemudian sisanya akan diekspor ke negara-negara di Asia Tenggara sehingga diharapkan agar selain untuk memenuhi kebutuhan asam adipat dalam negeri, produk asam adipat yang diekspor dapat menghasilkan devisa bagi negara.

Pemasaran produk asam adipat dari pabrik ini akan dipasarkan dalam bentuk karungan, sehingga pengirimannya menggunakan kontainer. Pengiriman untuk wilayah Jawa dapat digunakan jalur darat seperti truk, sedangkan pengiriman luar Pulau Jawa dan ekspor dapat digunakan jalur laut seperti kapal melalui Pelabuhan Tanjung Priok.

3. Ketersediaan Air dan Energi

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik, baik untuk proses, pendingin, ataupun kebutuhan lainnya. Kawasan Industri Cilegon terletak dekat dengan sungai yang cukup besar sehingga kebutuhan air diambil dan diolah dari sumber air sungai tersebut. Kebutuhan air dalam pabrik dipenuhi

dengan memanfaatkan air dari Sungai Cindana yang terletak dekat dengan kawasan industri Cilegon. Sedangkan iklim di Pulau Jawa merupakan tropis basah sehingga rata-rata curah hujan dalam satu tahun sebanyak 100 hari atau 1900 mm pertahun. Suhu udara rata-rata adalah sekitar 21°C – 34°C dengan kelembaban udara sekitar 76-88.

Energi merupakan faktor utama dalam operasional suatu pabrik, tenaga listrik sebagian diperoleh dari PT. PLN (Persero) untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga perusahaan, sedangkan untuk kebutuhan proses digunakan generator listrik dengan bahan bakar solar dan sebagai cadangan pada saat keadaan *emergency* dapat digunakan listrik yang dihasilkan dari genset. Kebutuhan bahan bakar minyak untuk genset dan pembangkit listrik proses diperoleh dari PT. Pertamina RU VI Balongan, Jawa Barat.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi. Di daerah Jawa merupakan salah satu provinsi yang sudah cukup maju tingkat pendidikannya sehingga tenaga kerja dari daerah Jawa cukup memenuhi kriteria yang diharapkan oleh suatu pabrik agar pabrik dapat berjalan maksimal.

5. Kondisi Geografis dan Sosial

Lokasi pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi, dan lain-lain). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik

sehingga dipilih lokasi yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik. Pemerintah Cilegon memiliki kebijakan untuk mendukung berdirinya pabrik di wilayah tersebut

Pabrik direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Cilegon, Banten, Propinsi Jawa Barat.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan (berdampak langsung) dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik tersebut. Adapun faktor-faktor sekunder yang dimaksud :

1. Perluasan Areal Unit

Suatu pabrik perlu mempertimbangkan tentang adanya pengembangan. Oleh karena itu diperlukan tanah yang cukup luas untuk perluasan areal pabrik namun tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perizinan

Pendirian pabrik dengan mempertimbangkan lokasi pabrik pada daerah khusus kawasan industri dapat mempermudah perizinan pendirian pabrik. Selain itu perlu dipertimbangkan tata letak pabrik sedemikian rupa agar memudahkan para pelaku industri maupun proses dari pabrik tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengaturan tata letak pabrik antara lain :

- a. Segi keamanan kerja terpenuhi
- b. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.

- c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin
- d. Transportasi yang baik dan efisien

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Suatu pabrik sebaiknya dekat dengan prasarana dan fasilitas sosial agar memudahkan pelaku industri dalam meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup. Prasarana dan fasilitas sosial yang perlu diperhatikan adalah jalan dan transportasi, tempat ibadah, bank, sarana pendidikan, perumahan serta hiburan.

4.2 Tata Letak Pabrik

Pengaturan seluruh fasilitas-fasilitas pabrik baik dalam pengaturan *layout* pabrik maupun *layout* proses sangat penting dalam mendirikan suatu pabrik. Oleh karena itu tata letak pabrik memiliki peranan penting dalam kelangsungan pabrik, karena akan berpengaruh terhadap biaya produksi, biaya konstruksi, serta efisiensi dan keselamatan kerja. Tata letak pabrik merupakan perencanaan dalam pengaturan kebutuhan ruangan yang akan dipergunakan untuk kemudahan proses maupun kemudahan para pelaku industri dalam menjalankan aktivitas dalam suatu pabrik. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

1. Masalah yang menyangkut keselamatan, kemungkinan terjadinya kebakaran, kecelakaan dan sebagainya.
2. Kelancaran distribusi bahan baku, produk, maupun utilitas harus dijamin.
3. Disediakan tanah untuk areal perluasan pabrik guna perkembangan pabrik di masa yang akan datang.

4. *Plant site* harus berdasarkan faktor-faktor yang menyangkut peraturan daerah setempat.
5. Penggunaan ruang kerja yang efisien sehingga memberi kemudahan para pelaku industri yang berkaitan.

Tata letak pabrik dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. *Plant Layout* (Tata Letak Pabrik)
2. *Equipment Layout* (Tata Letak Alat Proses)

4.2.1 *Plant Layout* (Tata Letak Pabrik)

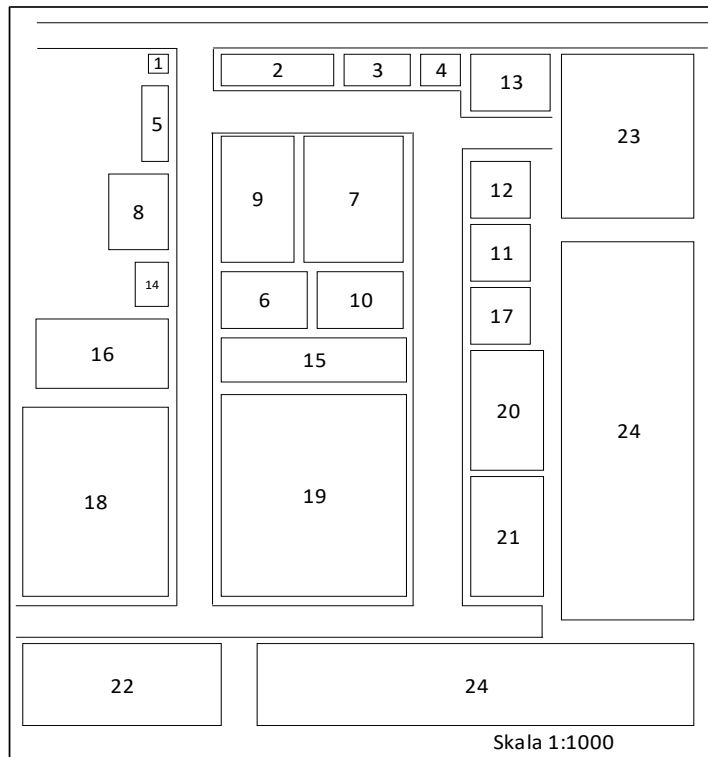
Plant Layout merupakan suatu peletakan bangunan-bangunan yang direncanakan ada dalam pabrik. Bangunan-bangunan tersebut dapat berupa area proses, area penyimpanan, area perkantoran, dan sebagainya. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam tata letak pabrik antara lain :

1. Area unit proses, unit utilitas, area perluasan pabrik ditempatkan tidak berdekatan dari perkantoran maupun prasarana dan fasilitas pabrik lainnya dengan tujuan menghindari kemungkinan kecelakaan dalam area proses yang dapat merambat ke bangunan lainnya.
2. Unit utilitas dan sumber tenaga ditempatkan terpisah dari alat-alat proses sehingga terjamin operasi yang aman.
3. Susunan pabrik memungkinkan distribusi air dan bahan lain berjalan lancar, cepat, dan ekonomis.
4. Setiap unit minimal dapat dicapai melalui dua jalan dalam pabrik.

5. Terdapat jarak antara jalan dengan unit proses yang cukup, sehingga alat proses aman tidak terkena kendaraan yang melewati jalan.

Tabel 4.1 Luas tanah pabrik asam adipat

No	Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
1	Pos Keamanan	3	3	9
2	Tempat Parkir	17	5	85
3	Masjid	10	5	50
4	Ruang Pembangkit	6	5	30
	Listrik			
5	Jembatan Timbang Truk	12	4	48
6	Taman	13	9	117
7	Perkantoran	20	15	300
8	Tempat Parkir Truk	12	9	108
9	Ruang Pertemuan	20	11	220
10	Perpustakaan	13	9	117
11	Laboratorium	9	9	81
12	Klinik	9	9	81
13	Kantin	12	9	108
14	Bengkel	7	5	35
15	Ruang Kontrol	28	7	196
16	Gudang	20	11	220
17	Unit Pemadam	9	9	81
	Kebakaran			
18	Area Tangki 1	30	22	660
19	Area Proses	32	28	896
20	Area Tangki 2	19	11	209
21	Unit Pengolahan Limbah	19	11	209
	(UPL)			
22	Utilitas	30	13	390
23	Mess	26	20	520
24	Perluasan Wilayah	66	13	858
		60	20	1200
Luas Tanah				6828
Luas Bangunan				4653



KETERANGAN

1. Pos Keamanan
2. Tempat Parkir
3. Masjid
4. Ruang Pembangkit Listrik
5. Jembatan Timbang Truk
6. Taman
7. Gedung Kantor Utama
8. Tempat Parkir Truk
9. Gedung Pertemuan
10. Perpustakaan
11. Laboratorium
12. Klinik

13. Kantin
14. Bengkel
15. Ruang Kontrol
16. Gudang
17. Unit Pemadam Kebakaran
18. Area Tangki
19. Area Proses
20. Unit Treatment Catalyst
21. Unit Pengolahan Limbah
22. Utilitas
23. Mess
24. Perluasan Wilayah

Gambar 4.3 Tata Letak Pabrik

4.2.2 *Equipment Layout* (Tata Letak Alat Proses)

Equipment layout merupakan suatu peletakkan alat-alat proses yang berkaitan dengan aliran bahan baku, produksi, aliran udara, penerangan, ruang gerak pekerja, jarak antara alat proses dengan suhu maupun tekanan yang tinggi dan sebagainya. Beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Aliran Bahan Baku dan Produk

Bahan baku dan produk yang dialirkan dengan tepat akan memberikan keuntungan ekonomi yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan juga elevasi pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas bekerja.

2. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya. Sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja, sehingga perlu juga diperhatikan hembusan angin.

3. Cahaya

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

4. Lalu Lintas Manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan alat proses maka harus cepat diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata Letak Alat Proses

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi. Tata letak alat proses merupakan suatu pengaturan yang maksimum dari komponen-komponen fasilitas pabrik. Tata letak peralatan proses diusahakan sesuai dengan urutan kerja dan fungsi masing-masing alat agar mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja dari para karyawan serta keselamatan proses.

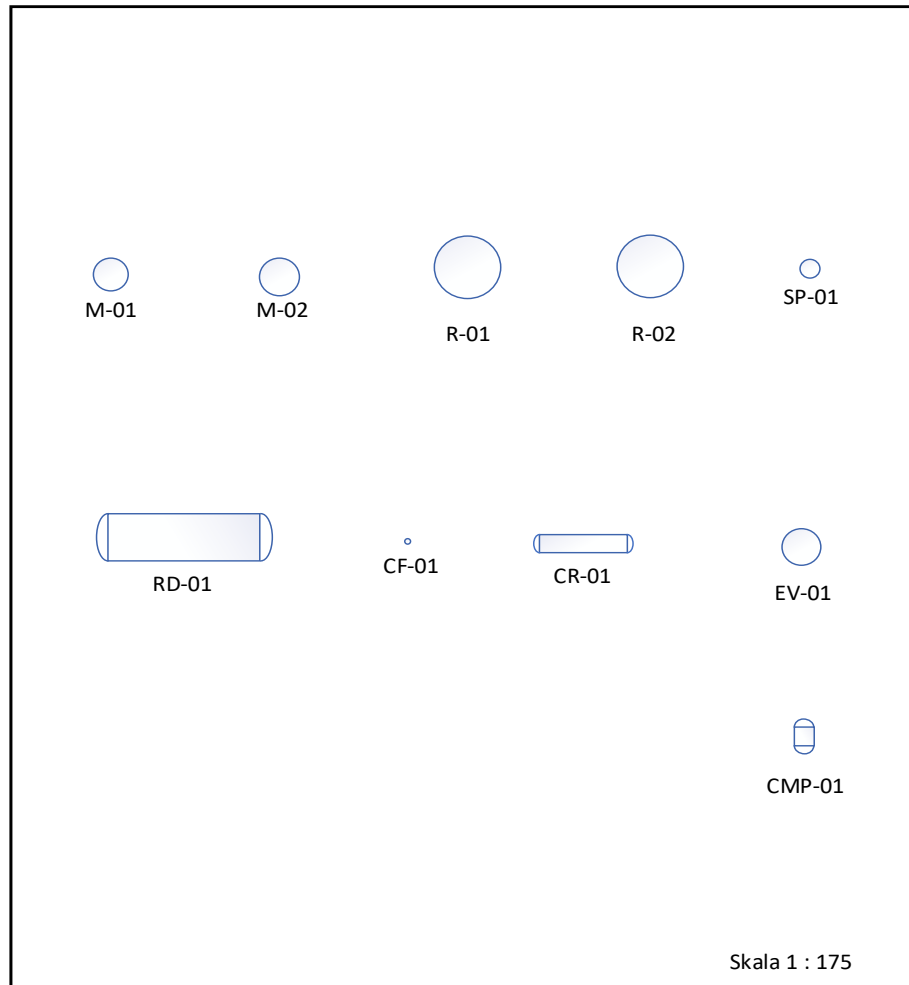
6. Jarak Antara Alat Proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses yang lain. Sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses yang lain. Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas tanah
- c. Biaya material handling menjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk *capital* yang tidak penting.

- d. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya yang mahal
7. Karyawan mendapat kepuasan kerja

Berikut gambar peta situasi pabrik yang dapat dilihat dalam gambar tata letak alat (*equipment layout*) pabrik Asam Adipat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun



KETERANGAN :

M = Mixer

R = Reaktor

SP = Separator

EV = Evaporator

CMP = Compresor

CR = Crystallizer

CF = Centrifuge

RD = Rotary Dryer

Gambar 4.4 Tata letak alat proses

4.3 Alir Proses dan Material

4.3.1 Neraca Massa

a. Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca massa total

Arus masuk (kg/jam)			Arus keluar (kg/jam)		
Bahan	Komponen	Jumlah	Bahan	Komponen	Jumlah
Sikloheksena	C ₆ H ₁₀	752,1472	Produk asam	C ₆ H ₁₀ O ₄	1258,8376
Hidrogen peroksida 50%	H ₂ O ₂	1372,2100	adipat	H ₂ O	3,7879
	H ₂ O	100,0000		H ₂ O	179,1737
Asam sulfat	H ₂ SO ₄	18,3233	Limbah	O ₂	93,9267
	H ₂ O	0,3739		C ₆ H ₁₀	45,1288
Asam fosfat	H ₃ PO ₄	8,5576	Recycle	H ₂ SO ₄	18,3233
	H ₂ O	1,5102		H ₃ PO ₄	8,5576
Asam tungstat	H ₂ WO ₄	45,8406		H ₂ WO ₄	45,8406
Air	H ₂ O	3101,8233		H ₂ O	3747,2100
TOTAL	5400,7862		5400,7862		

b. Neraca Massa Komponen

1. Neraca Massa di Mixer-01

Tabel 4.3 Neraca Massa di Mixer-01

Komponen	Arus masuk (kg/jam)	Arus keluar (kg/jam)
H ₂ O ₂	1372,2100	1372,2100
H ₂ O	3201,8233	3201,8233

Tabel 4.3 Neraca Massa di Mixer-01 (Lanjutan)

H ₃ PO ₄	8,5576	8,5576
H ₂ O dalam H ₃ PO ₄	1,5102	1,5102
H ₂ SO ₄	18,3233	18,3233
H ₂ O dalam H ₂ SO ₄	0,3739	0,3739
H ₂ WO ₄	45,8406	45,8406
TOTAL	4648,6390	4648,6390

2. Neraca Massa di Reaktor

Tabel 4.4 Neraca Massa di Reaktor

Komponen	Arus masuk (kg/jam)	Arus keluar (kg/jam)	
		Hasil atas	Hasil bawah
C ₆ H ₁₀	752,1472	45,1288	0,0000
H ₂ O ₂	1372,2100	0,0000	0,0000
H ₂ O	3203,7074	3930,1716	0,0000
C ₆ H ₁₀ O ₄	0,0000	1258,8376	0,0000
O ₂	0,0000	93,9267	0,0000
H ₂ SO ₄	18,3233	18,3233	0,0000
H ₃ PO ₄	8,5576	8,5576	0,0000
H ₂ WO ₄	45,8406	0,0000	45,8406
Jumlah	5400,7862	5354,9456	45,8406
TOTAL	5400,7862	5400,7862	

3. Neraca Massa di Separator

Tabel 4.5 Neraca Massa di Separator

Komponen	Arus masuk (kg/jam)	Arus keluar (kg/jam)	
		Hasil atas	Hasil bawah
$C_6H_{10}O_4$	1258,8376	0,0000	1258,8376
C_6H_{10}	45,1288	0,0000	45,1288
O_2	93,9267	93,9267	0,0000
H_2O	3930,1716	0,0000	3930,1716
H_2SO_4	18,3233	0,0000	18,3233
H_3PO_4	8,5576	0,0000	8,5576
Jumlah	5354,9456	93,9267	5261,0189
TOTAL	5354,9456	5354,9456	

4. Neraca Massa di Evaporator

Tabel 4.6 Neraca Massa di Evaporator

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)	Arus Keluar (kg/jam)	
		Hasil bawah	Hasil atas
$C_6H_{10}O_4$	1258,8376	1258,8376	0,0000
C_6H_{10}	45,1288	0,0000	45,1288
H_2O	3930,1716	182,9616	3747,2100
H_2SO_4	18,3233	18,3233	0,0000
H_3PO_4	8,5576	8,5576	0,0000

Jumlah	5261,0189	1468,6801	3792,3388
Total	5261,0189	5261,0189	

5. Neraca Massa di Crystallizer

Tabel 4.7 Neraca Massa di Crystallizer

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)	Arus Keluar (kg/jam)
$C_6H_{10}O_4$	1258,8376	1258,8376
H_2O	182,9616	182,9616
H_2SO_4	18,3233	18,3233
H_3PO_4	8,5576	8,5576
Total	1468,6801	1468,6801

6. Neraca Massa di Centrifuge

Tabel 4.8 Neraca Massa di Centrifuge

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)	Arus Keluar (kg/jam)	
		Hasil atas	Hasil bawah
$C_6H_{10}O_4$	1258,8376	0,0000	1258,8376
H_2O	182,9616	116,7070	66,2546
H_2SO_4	18,3233	18,3233	0,0000
H_3PO_4	8,5576	8,5576	0,0000
Jumlah	1468,6801	143,5879	1325,0922
Total	1468,6801	1468,6801	

7. Neraca Massa di Rotary Dryer

Tabel 4.9 Neraca Massa di Rotary Dryer

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)	Arus Keluar (kg/jam)	
		Hasil bawah	Hasil atas
C ₆ H ₁₀ O ₄	1258,8376	1258,8376	0,0000
H ₂ O	66,2546	3,7879	62,4667
Jumlah	1325,0922	1262,6254	62,4667
Total	1325,0922	1325,0922	

8. Neraca Massa di Compresor

Tabel 4.10 Neraca Massa di Compresor

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)	Arus Keluar (kg/jam)
C ₆ H ₁₀	45,1288	45,1288
H ₂ O	3747,2100	3747,2100
Total	3792,3388	3792,3388

4.3.2 Neraca Panas

a. Neraca Panas Total

Tabel 4.11 Neraca Panas Total

Keterangan	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Mixer-01	84463,68945	84463,68945
Mixer-02	84665,11636	84665,11636
Reaktor	13218368,18	13218368,18
Separator	866699,145	866699,145

Evaporator	10089307,19	10089307,19
Crystallizer	303732,0574	303732,0574
Centrifuge	57800,36448	57800,36448
Rotary dryer	162203,7731	162203,7731
Condensor	9789696,0978	9789696,0978
TOTAL	34656935,6136	34656935,6136

b. Neraca Panas Komponen

1. Neraca Panas di Mixer-01

Tabel 4.12 Neraca Panas di Mixer-01

Keterangan	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Panas yang dibawa umpan	84665,11636	0
Panas yang dibawa produk	0	84665,11636
Panas Reaksi	0	0
Panas yang diserap pendingin	0	0
TOTAL	84665,11636	84665,11636

2. Neraca Panas di Reaktor

Tabel 4.13 Neraca Panas di Reaktor

Keterangan	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Panas yang dibawa umpan	1006781,5333	0,0000
Panas yang dibawa produk	0,0000	1059444,5658
Panas Reaksi	12211586,6418	0,0000
Panas yang diserap pendingin	0,0000	12158923,6094
TOTAL	13218368,1751	13218368,1751

3. Neraca Panas di Separator

Tabel 4.14 Neraca Panas di Separator

Keterangan	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Panas yang dibawa umpan	866699,1450	0,0000
Panas yang dibawa produk	0,0000	866696,3163
Panas Reaksi	0,0000	0,0000
Panas yang diserap pendingin	0,0000	2,8287
TOTAL	866699,1450	866699,1450

4. Neraca Panas di Evaporator

Tabel 4.15 Neraca Panas di Evaporator

Keterangan	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Panas yang dibawa umpan	862788,5466	0,0000
Panas yang dibawa produk	0,0000	904789,5145
Panas Reaksi	0,0000	9184517,6764
Panas yang diserap pendingin	9226518,6443	0,0000
TOTAL	10089307,1909	10089307,1909

5. Neraca Panas di Crystallizer

Tabel 4.16 Neraca Panas di Crystallizer

Keterangan	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Panas yang dibawa umpan	70760,8853	0,0000
Panas yang dibawa produk	0,0000	13934,9102
Panas Reaksi	232971,1721	0,0000
Panas yang diserap pendingin	0,0000	289797,1472
TOTAL	303732,0574	303732,0574

6. Neraca Panas di Centrifuge

Tabel 4.17 Neraca Panas di Centrifuge

Keterangan	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Panas yang dibawa umpan	13934,9102	0,0000
Panas yang dibawa produk	0,0000	57800,3645
Panas Reaksi	0,0000	0,0000
Panas yang diserap pendingin	43865,4543	0,0000
TOTAL	57800,3645	57800,3645

7. Neraca Panas di Rotary Dryer

Tabel 4.18 Neraca Panas di Rotary Dryer

Keterangan	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Panas yang dibawa umpan	11298,7554	0,0000
Panas yang dibawa produk	0,0000	9403,2045
Panas Reaksi	0,0000	152800,5686
Panas yang diserap pendingin	150905,0178	0,0000
TOTAL	162203,7731	162203,7731

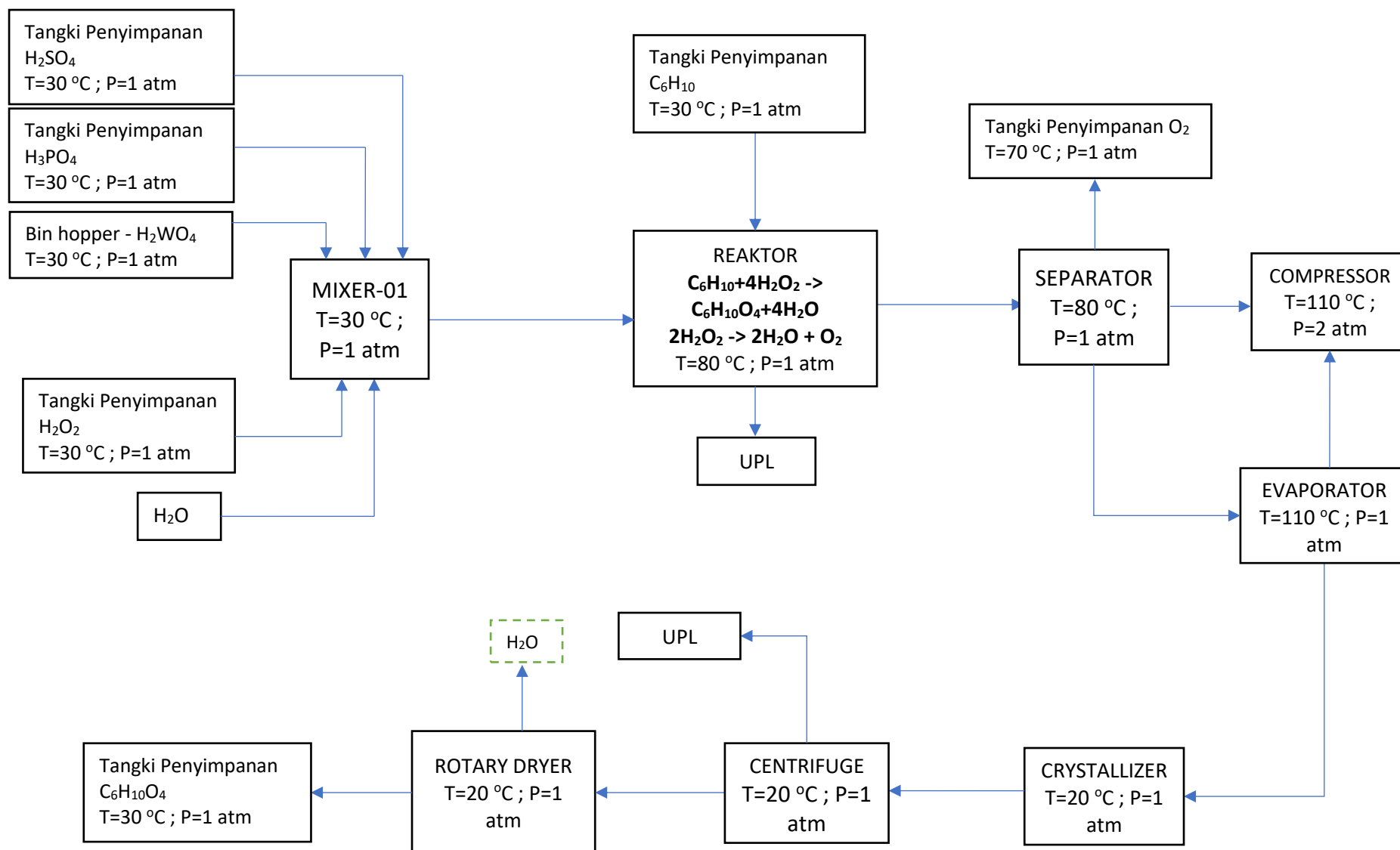
8. Neraca Panas di Compresor

Tabel 4.19 Neraca Panas di Compresor

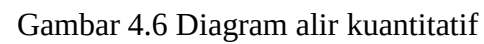
Keterangan	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Panas yang dibawa umpan	605178,4214	0,0000
Panas yang dibawa produk	0,0000	708315,4686
Panas Reaksi	9184517,6764	0,0000
Panas yang diserap pendingin	0,0000	9081380,6290
TOTAL	9789696,0978	9789696,0978

4.3.3 Diagram Alir

Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 merupakan diagram alir kualitatif dan kuantitatif dari pabrik Asam Adipat dari sikloheksena dan hidrogen peroksida dengan kapasitas 10.000 ton/tahun.



Gambar 4.5 Diagram alir kualitatif



Gambar 4.6 Diagram alir kuantitatif

4.4 Unit Pendukung Proses (Utilitas)

Unit pendukung proses atau utilitas adalah unit yang bertugas menyediakan sarana penunjang untuk menjamin kelancaran proses produksi. Unit utilitas yang diperlukan dalam prarancangan pabrik asam adipat ini diantaranya :

1. Unit pembangkit *steam*

Unit ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan steam yang digunakan pada unit produksi. Steam pada unit produksi berfungsi sebagai media pemanas.

2. Unit penyediaan dan pengolahan air

Unit ini berfungsi menyediakan air bersih sebagai air pendingin, air umpan *boiler*, air sanitasi, dan *hydrant*.

3. Unit pembangkit listrik

Unit ini berfungsi sebagai penyedia tenaga listrik untuk tenaga penggerak peralatan proses dan untuk penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan sebagai cadangan digunakan generator.

4. Unit penyediaan bahan bakar

Unit ini menyediakan bahan bakar untuk boiler dan generator.

5. Unit pengolahan limbah

Unit ini berfungsi mengolah limbah yang dihasilkan oleh pabrik, baik limbah dari proses produksi maupun di luar proses produksi sebelum dibuang ke lingkungan.

6. Unit pengadaan udara tekan

Unit ini berfungsi untuk menyediakan udara instrumen sebagai penggerak alat-alat instrumen.

7. Unit pengadaan udara panas

Unit ini berfungsi untuk menyediakan udara panas sebagai media pengering di dalam rotary dryer.

4.4.1 Unit Pembangkit *Steam*

Steam yang digunakan pada perancangan pabrik Asam Adipat ini adalah untuk memenuhi kebutuhan panas pada *heat exchanger* yang digunakan untuk memanaskan bahan baku, juga digunakan sebagai media pemanas pada alat proses. *Steam* ini diproduksi dengan menggunakan *boiler*. Air sebagai umpan *boiler* diambil dari *boiler feed water*. *Steam* yang digunakan yaitu steam jenuh (*saturated steam*) pada suhu 150 °C. Kebutuhan steam dilebihkan sebanyak 20% untuk mencegah terjadinya kehilangan pada saat distribusi. Spesifikasi ketel uap (*boiler*) yang digunakan yaitu :

Kapasitas	: 1081,23 kg/jam
Jenis	: Ketel pipa api
Jumlah	: 1 buah

Air umpan boiler (*boiler feed water*) akan dipanaskan menggunakan bahan bakar secara terus menerus pada tekanan dan suhu tertentu. Bahan bakar yang digunakan yaitu minyak dan listrik. Air umpan boiler masih mengandung sedikit *total dissolved solid* (TDS) dan *total suspended solid* (TSS), walaupun sudah dilakukan pengolahan sebelumnya. Jika air umpan boiler dipanaskan, TDS dan TSS tidak ikut menguap, sehingga jika dibiarkan terus menerus akan terjadi akumulasi di dalam boiler. Akumulasi TDS dan TSS akan menyebabkan timbulnya kerak,

sehingga dapat mengganggu laju alir aliran, menurunkan efisiensi boiler dan *heat carry over*. Untuk menghindari timbulnya kerak dilakukan optimasi laju *blowdown*. *Blowdown* yaitu membuang sebagian cairan untuk mencegah terjadinya akumulasi padatan yang dibawa oleh air umpan boiler.

Steam yang telah digunakan akan mengembun menjadi air dimana air ini akan diolah menjadi *steam* yang baru. Tetapi tidak semua *steam* akan mengembun kembali menjadi air, dimana ada sejumlah air yang hilang karena *blowdown*. Oleh sebab itu diperlukan *make up* air.

4.4.2 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

4.4.2.1 Unit Pengadaan Air

Unit pengadaan dan pengolahan air atau *raw water treatment plant* (RWTP) adalah proses pengolahan air baku menjadi air bersih. Unit ini mengolah air yang berasal dari alam, dimana air tersebut masih banyak mengandung kotoran (*impurities*) yang terdiri dari *suspended solid* (*impurities* tidak terlarut) yang diolah pada proses klarifikasi dan *dissolved solid* (*impurities* terlarut) yang diolah pada proses demineralisasi menjadi air bersih.

Kebutuhan air diperoleh dari sungai Cidanau yang dekat dengan kawasan industri Cilegon. Debit air sungai adalah sebesar 2.000 liter/detik atau 7.200.000 liter/jam. Maka aliran sungai ini dapat digunakan untuk kebutuhan utilitas pabrik. Kebutuhan air di pabrik Asam adipat ini dipergunakan untuk keperluan :

1. Air pendingin

Air pendingin digunakan sebagai media pendingin, seperti pendingin pada reaktor, *cooling tower*, dan kondensor dengan pertimbangan :

- a. Air dapat diperoleh dengan mudah dalam jumlah besar
- b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
- c. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi
- d. Tidak terdekomposisi

Air yang digunakan sebagai air pendingin tidak boleh mengandung zat-zat sebagai berikut :

- a. Besi, yang dapat menimbulkan korosi
- b. Silika, yang dapat menyebabkan kerak
- c. Oksigen terlarut, yang dapat menyebabkan korosi
- d. Minyak, yang merupakan penyebab terganggunya *film corrotion inhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient* dan dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan

2. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, dan perumahan. Syarat air sanitasi antara lain :

Syarat fisik :

- a. Suhu di bawah suhu udara luar
- b. Warna jernih, turbidity < 10 ppm
- c. Tidak mempunyai rasa
- d. Tidak berbau

Syarat kimia :

- a. Tidak mengandung zat anorganik
- b. Tidak beracun
- c. Kadar klor bebas sekitar 0,7 ppm

Syarat bakteriologis :

Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri pantogen.

3. Air umpan *boiler*

Air ini merupakan air yang digunakan untuk menghasilkan *steam* dan untuk kelangsungan proses. Meskipun terlihat jernih, tetapi pada umumnya air masih mengandung larutan garam dan asam. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut :

- a. Zat yang menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi di dalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan asam dan gas-gas yang terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S , dan NH_3 .

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

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

- c. Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil dari proses pemanasan biasanya menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi akibat adanya alkalinitas tinggi.

4. Air *hydrant*

Air *hydrant* adalah air yang digunakan untuk mencegah kebakaran. Pada umumnya air jenis ini tidak memerlukan persyaratan khusus.

5. Air proses

Air proses digunakan untuk kebutuhan proses produksi. Syarat air proses yaitu :

- a. Tidak berasa
- b. Berwarna jernih
- c. Tidak berbau
- d. Tidak mengandung zat organik maupun anorganik

4.4.2.2 Unit Pengolahan Air

Pengolahan air bertujuan untuk memenuhi syarat-syarat air untuk dapat digunakan sesuai dengan keperluan. Pengolahan air ini meliputi pengolahan secara fisik dan kimia, serta dengan menambahkan desinfektan. Dalam pengolahan air untuk memenuhi kebutuhan air keseluruhan, maka dibutuhkan beberapa peralatan penunjang, antara lain :

1. Bak pengendapan awal

Mula-mula air baku (*raw water*) dialirkan terlebih dahulu ke dalam bak penampung atau bak pengendapan awal setelah melalui penyaringan dengan alat penyaring. Di dalam bak pengendapan awal akan mengalami proses

pengendapan terhadap partikel-partikel yang terikut masuk bersama air seperti pasir, kerikil, lumpur, dan lain-lain. Waktu tinggal dalam bak ini berkisar antara 4-24 jam (Powell, S.T hal 14).

2. Tangki tawas

Tangki tawas berfungsi untuk membuat dan melarutkan larutan tawas 5% yang akan diumpankan ke dalam flokulator.

3. Tangki kapur

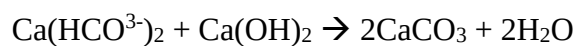
Tangki kapur berfungsi untuk membuat dan melarutkan larutan kapur 5% yang akan diumpankan ke dalam flokulator dan untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat di dalam air. Kesadahan total diturunkan dari 220 ppm menjadi 0 ppm, dimana untuk menurunkan kesadahan 100 ppm diperlukan 80 ppm Ca(OH)_2 .

4. Tangki flokulator

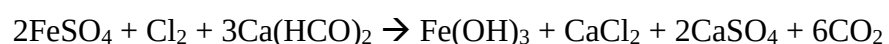
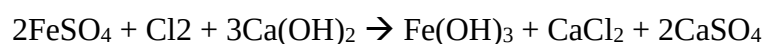
Tangki flokulator berfungsi untuk mencampur air yang berasal dari bak penampung dengan Ca(OH)_2 dan koagulan tawas. Pada tangki flokulator, air diaduk sambil ditambahkan bahan-bahan kimia agar padatan kecil dapat diendapkan dengan mudah. Pada air masih mengandung lempung yang bermuatan negatif dan mengadsorp Al^{3+} sehingga partikel tersebut bersifat netral. Akibatnya lempung yang netral tersebut tidak akan saling tolak menolak tetapi cenderung akan bergabung satu sama lain (gaya van der Waals).

Di dalam tangki flokulator terjadi proses *alkalinity reduction* dan koagulasi flokulasi. *Alkalinity reduction* terjadi dengan menambahkan Ca(OH)_2 . Proses ini merupakan proses penurunan kandungan alkalinitas (senyawa CO_3^{2-} , HCO_3^-

, dan OH^-) dalam air yang biasanya berikatan dengan Ca, Mg dan Na. Sebagian besar senyawa alkali yang ada dalam air adalah senyawa yang larut dalam air. Untuk memisahkan alkalinity tidak hanya dilakukan dengan filtrasi biasa melainkan dengan serangkaian proses yang diawali dengan mengubah alkali terlarut menjadi tidak terlarut yang kemudian dipisahkan dari air dengan proses koagulasi flokulasi. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ digunakan untuk mengubah substansi alkali terlarut menjadi tidak terlarut. Proses terbentuknya alkali tidak terlarut adalah :



Selanjutnya yaitu proses koagulasi flokulasi, dimana koagulasi merupakan proses pentidakstabilan partikel yang ada di dalam air sehingga membentuk gelatin sedangkan flokulasi merupakan proses penggabungan partikel-partikel yang tidak stabil dari hasil proses koagulasi. Koagulan yang ditambahkan yaitu FeSO_4 . Tahap awal proses koagulasi flokulasi adalah pembentukan senyawa koagulan aktif FeSO_4 saat ditambahkan ke dalam air, ion Fe^{2+} dari FeSO_4 teroksidasi menjadi Fe^{3+} dengan bantuan senyawa klorin. Tahap selanjutnya yaitu pembentukan gelatin flok $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang berfungsi sebagai trapping lengket. Pada proses ini dibutuhkan adanya ion hidroksida (OH^-) dari *alkalinity* dan penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ akan mempercepat pertumbuhan senyawa $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sehingga didapatkan air dengan pH 6,5 – 7,5. Reaksi yang terjadi adalah :



Gelatin akan bersatu dan membentuk flok yang lebih besar serta mengikat senyawa-senyawa yang tidak larut dan foreign matter lainnya yang ada,

termasuk mikroorganisme. Fungsi tawas pada tangki flokulator adalah sebagai penjernih air.

5. *Clarifier*

Pada tangki *clarifier* akan terjadi pengendapan flok-flok yang terbentuk dalam pencampuran di dalam tangki flokulator. *Clarifier* berbentuk tangki terbuka dan berpengaduk yang berfungsi sebagai penjernih air dimana kekeruhan dan koloid yang terlarut mengendap menjadi lumpur dan dibuang dengan *blowdown* sedangkan air yang keluar dari bagian atas dialirkan ke proses pengolahan selanjutnya. Waktu tinggal *clarifier* berkisar 2–8 jam (Powell, ST hal 47).

6. *Sand filter*

Air yang sudah cukup bersih tersebut diumpankan ke dalam *sand filter* yang tersusun atas *screen*, kerikil, pasir, arang, dan ijuk untuk menahan atau menyaring partikel-partikel padat yang lolos atau terbawa bersama air dari *clarifier*.

7. Bak penampung air bersih

Berfungsi untuk menampung sementara air bersih yang berasal dari sand filter untuk keperluan pendingin, perumahan, *hydrant*, dan keperluan lain. Air dalam bak penampung sementara ditambahkan kaporit (CaOCl_2) untuk membunuh kuman.

8. Bak penampung air kantor dan rumah tangga

Berfungsi untuk menampung air kebutuhan rumah tangga dan kantor yang berasal dari bak penampung air bersih.

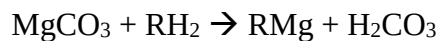
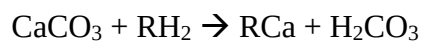
9. Tangki larutan kaporit

Tangki kaporit berfungsi untuk membuat dan melarutkan larutan kaporit 2% yang akan digunakan sebagai desinfektan dan membunuh bakteri.

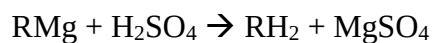
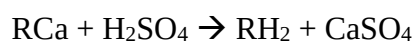
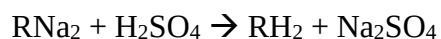
10. *Cation exchanger*

Berfungsi untuk mengikat atau menghilangkan ion-ion positif yang ada di dalam air, seperti calcium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), potasium (K), mangan (Mn), dan *iron* (Fe) dengan menggunakan resin jenis C-300 dengan notasi RH_2 , dimana kation-kation ini dapat menyebabkan kesadahan. Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasi kembali dengan asam sulfat.

Reaksi di *cation exchanger* :



Regenerasi :



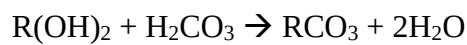
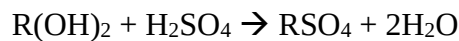
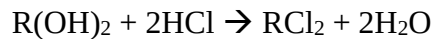
11. *Anion exchanger*

Air yang keluar dari *cation exchanger* kemudian diumpankan ke *anion exchanger* untuk menghilangkan anion-anion mineralnya seperti SO_4^{2-} , Cl^- , SO_3^{2-} , S^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , dan SiO_3^{2-} dengan menggunakan resin jenis C-500 P

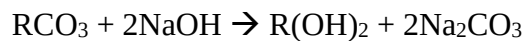
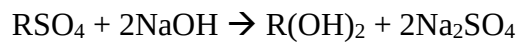
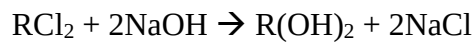
dengan notasi $R(OH)_2$, sedangkan untuk regenerasi menggunakan larutan NaOH.

Reaksi :

Softening :



Regenerasi :



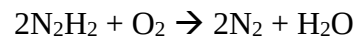
12. Tangki larutan H_2SO_4 , NaOH, dan kondensat

Tangki larutan H_2SO_4 dan NaOH berfungsi untuk menyiapkan dan menyimpan larutan untuk regenerasi *ion exchanger*, sedangkan tangki kondensat berfungsi untuk menampung kondensat uap air dari alat proses dan *make up* umpan boiler.

13. Deaerator

Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen dan karbon dioksida. Gas-gas tersebut harus dihilangkan dari air karena dapat menimbulkan korosi. Gas-gas tersebut dihilangkan dalam suatu deaerator. Proses deaerasi dilakukan dengan cara air diumpankan ke dalam deaerator, sedangkan dari bagian bawah deaerator di spray uap tekanan rendah, sampai air mencapai suhu sedikit di atas titik

didihnya. Bahan kimia berupa hidrazin ditambahkan untuk mengikat oksigen berdasarkan reaksi :



14. Tangki air umpan *boiler*

Berfungsi untuk menampung air umpan *boiler* sebagai pembuat *steam* di dalam *boiler*. Ke dalam tangki ditambahkan bahan-bahan yang dapat mencegah terjadinya korosi dan kerak pada *boiler*, seperti hidrazin dan natrium dihidrogen sulfat (NaH_2PO_4). Hidrazin berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi pada *boiler*, sedangkan NaH_2PO_4 berfungsi untuk mencegah timbulnya kerak di *boiler* dengan kadar 12-17 ppm.

15. *Cooling tower*

Setelah melalui penyaringan *sand filter*, air ditampung di dalam wadah yang disebut *cold basin*, kemudian dipompa menuju proses di pabrik. Setelah menyerap panas, air pendingin didinginkan lagi melalui *cooling tower* dengan menggunakan media pendingin berupa udara dan ditambahkan *make up water* karena air pendingin diasumsikan ada yang hilang selama penggunaannya. Proses yang terjadi yaitu air dengan temperatur sekitar 45 °C dialirkan lewat atas menara pendingin dan dialirkan melalui distributor. Air akan mengalami evaporasi sehingga air akan dicurahkan ke bawah melalui lubang saluran (*swirl*) bersamaan dengan proses pelepasan kalor laten sehingga sebagian air akan ikut menguap ke atmosfer. Jumlah air yang mengalami evaporasi di *cooling tower* akan sama dengan *flow* air *make up* yang masuk sehingga kesetimbangan

perpindahan panas antara udara dengan air akan tetap stabil. Temperatur air yang telah berkontak dengan udara menjadi 30 °C.

4.4.2.3 Kebutuhan Air

a. Air untuk keperluan umum dan sanitasi

Meliputi kebutuhan air untuk perkantoran, laboratorium, karyawan, perumahan, pertamanan, dan kebutuhan umum lainnya.

Tabel 4.20 Kebutuhan air keperluan umum dan sanitasi

Komponen	Karyawan (orang)	Kebutuhan (kg/hari/orang)	Jumlah (kg/hari)	Jumlah (kg/jam)
Perkantoran	200	60	12000	500
Laboratorium	8	150	1200	50
Kantin	100	35	3500	145,83
Mushalla & taman	-	1670	1670	69,58
Poliklinik	6	75	450	18,75
Total			18820	784,17

b. Air untuk pembangkit *steam*

Meliputi kebutuhan *steam* untuk alat-alat proses seperti evaporator, heat exchanger, dan alat pemanas lainnya yang menggunakan *steam*.

Tabel 4.21 Kebutuhan air pembangkit *steam*

Alat	Jumlah (kg/jam)	1,2*Jumlah (kg/jam)
EV	3867,56	4641,072
HE-01	400,94	481,128
HE-02	31,9	38,28
HE-03	204,74	245,68
Total	4505,13	5406,16

Asumsi : kondensat 80% dan *make up water* 20%

Kondensat : 4324,93 kg/jam

Make up water : 1081,23 kg/jam

c. Air pendingin

Meliputi kebutuhan air untuk alat-alat proses seperti jaket pendingin, *cooler*, condensor, dan alat pendingin lainnya yang menggunakan air.

Tabel 4.22 Kebutuhan air pendingin

Alat	Jumlah (kg/jam)
R-01	6069,58
R-02	6069,58
Cooler-01	3241,86
Total	15381,02

Asumsi : sirkulasi 90% dan *make up water* 10%

Sirkulasi : 13842,92 kg/jam

Make up water : 1538,10 kg/jam

d. Air untuk pemadam kebakaran

Disediakan air sebanyak 750 ft³/hari

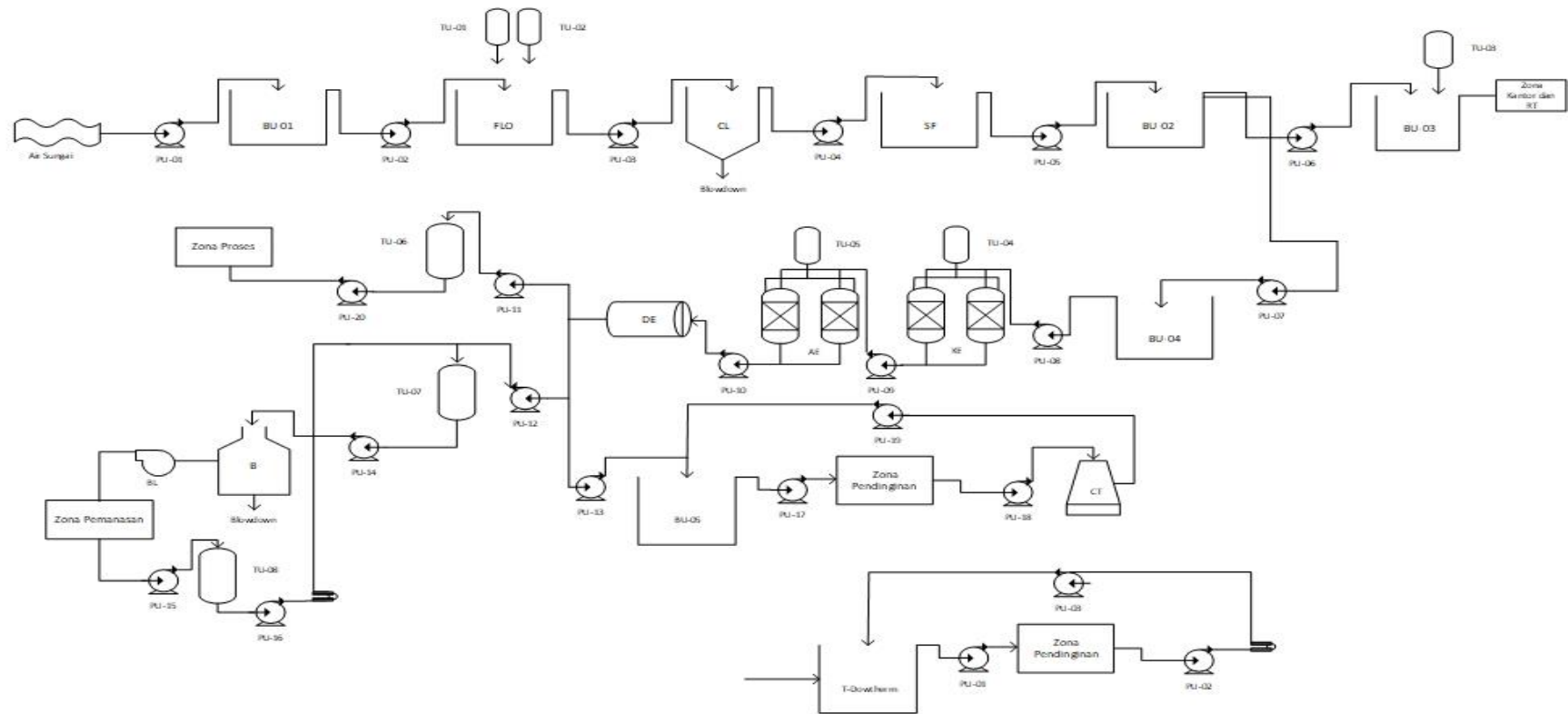
Total kebutuhan = 905,27 kg/jam

Jumlah air yang harus disediakan oleh unit penyediaan air adalah :

Tabel 4.23 Total kebutuhan air

Komponen	Jumlah (kg/hari)	Jumlah (kg/jam)
Air proses	43910,72	1829,61
Air pendingin	36914,45	1538,10
Air steam	25949,55	1081,23
Air konsumsi & sanitasi	18820,00	784,17
Air pemadam kebakaran	21726,48	905,27
Total	359830,44	14992,94

Gambar 4.7 merupakan diagram utilitas pada pabrik Asam Adipat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun.



KETERANGAN ALAT :

BU-01 : Bak Pengendap
 BU-02 : Bak Penampung Sementara
 BU-03 : Bak Penampung Air Kantor dan RT
 BU-04 : Bak Penampung Air Selain Kantor
 BU-05 : Bak Air Pendingin

TU-01 : Tangki Tawas
 TU-02 : Tangki Kapur
 TU-03 : Tangki Kaporit
 TU-04 : Tangki H₂SO₄
 TU-05 : Tangki NaOH
 TU-06 : Tangki Air Proses

TU-07 : Tangki Air Umpan Boiler
 TU-08 : Tangki Kondensat
 FLO : Flokulator
 CL : Clarifier
 SF : Sand Filter
 KE : Kation Exchanger

TU-07 : Tangki Air Umpan Boiler
 TU-08 : Tangki Kondensat
 FLO : Flokulator
 CL : Clarifier
 SF : Sand Filter
 KE : Kation Exchanger

Gambar 4.7 Diagram utilitas

4.4.3 Unit Pembangkit Listrik

4.4.3.1 Sumber Listrik

Kebutuhan listrik dipenuhi dari dua sumber yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan *generator diesel*. Generator juga berfungsi sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan. Jenis generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik dengan pertimbangan :

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
2. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan dengan transformer

Generator AC yang digunakan adalah jenis 3 phase yang memiliki keuntungan :

1. Daya kerja lebih besar
2. Kawat penghantar lebih sedikit
3. Motor yang digunakan relatif murah dan sederhana

Kebutuhan listrik untuk pabrik adalah :

- Instrumentasi (10% alat) = 8,94 kW
- Penerangan dan AC = 150 kW
- Rumah tangga = 200 kW
- Bengkel dan laboratorium = 100 kW
- Alat proses dan utilitas = 89,38 kW
- TOTAL = 548,32 kW

Digunakan : Angka keamanan 20% = 657,98 kW

Faktor daya 80% = 822,48 kW

Kebutuhan daya listrik dipenuhi oleh listrik PLN dan sebagai cadangan digunakan generator diesel.

4.4.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini menyediakan bahan bakar yang digunakan untuk *boiler* dan *generator*. Bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran di *boiler* adalah *fuel oil* sebanyak 99,95 kg/jam, sedangkan bahan bakar untuk generator adalah *solar industrial diesel oil* (IDO) sebanyak 856,51 kg/jam. Total kebutuhan bahan bakar adalah 956,46 kg/jam dan *over design* 20% maka kebutuhan total bahan bakar adalah 1147,75 kg/jam.

4.4.5 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik asam adipat berupa limbah cair yaitu sikloheksena dan air serta limbah gas yaitu oksigen. Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah-limbah tersebut diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu lingkungan. Hal ini dimaksudkan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan.

3. Limbah cair

a. Limbah proses

Limbah proses ini merupakan keluaran dari hasil atas condensor berupa sikloheksena dan air. Limbah tersebut harus diolah melalui beberapa proses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena mengandung zat-zat kimia. Proses pengolahan limbah ini meliputi *physical treatment* (pengendapan,

penyaringan), *chemical treatment* (penambahan bahan kimia, pengontrolan pH), dan *biological treatment*.

b. Limbah utilitas

- Air sisa regenerasi resin mengandung asam yang berasal dari proses regenerasi resin *cation exchanger* dan basa yang berasal dari proses regenerasi resin *anion exchanger*. Penangan limbah ini adalah dengan proses netralisasi hingga mencapai pH 6,5-7 dan mengandung O₂ minimal 3 ppm.
- Air buangan sanitasi merupakan pembuangan air yang sudah terpakai untuk keperluan kantor dan pabrik seperti pencucian, air masak dan lain-lain. Penanganan limbah ini tidak memerlukan penanganan khusus karena seperti limbah rumah tangga lainnya, air buangan ini tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya. Yang perlu diperhatikan disini adalah volume buangan yang diijinkan dan kemana pembuangan air limbah ini.
- Air limbah dari laboratorium diolah melalui beberapa proses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena mengandung zat-zat kimia. Proses pengolahan limbah ini meliputi *physical treatment* (pengendapan, penyaringan), *chemical treatment* (penambahan bahan kimia, pengontrolan pH), dan *biological treatment*.
- Limbah air berminyak (pelumas) dipisahkan terlebih dahulu dengan menggunakan dekanter. Setelah terpisah antara minyak dan air, minyak dikirim ke tungku pembakaran, sedangkan air dikirim ke penampung akhir untuk dibuang.

4.4.6 Unit Pengadaan Udara Tekan

Unit ini berfungsi untuk menyediakan udara instrumen sebagai penggerak alat-alat instrumen. Udara tekan yang dibutuhkan yaitu 28,0368 m³/jam. Kebutuhan udara diperoleh dari kompresor dan sebagai pengering digunakan silica gel untuk menyerap kandungan air dalam udara.

4.4.7 Unit Pengadaan Udara Panas

Unit ini berfungsi untuk menyediakan udara panas sebagai media pengering pada rotary dryer. Udara panas yang dibutuhkan yaitu 3391,0956 kg/jam.

4.4.8 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

1. Bak Sedimentasi (BU-01)

Fungsi : Menampung air yang berasal dari sungai sekaligus mengendapkan kotoran secara gravitasi

Bentuk : Empat persegi panjang

Volume : 43,20 m³

Debit air : 6,00 m³/jam

Waktu tinggal : 6 jam

Dimensi alat

- Lebar : 2,48 m
- Panjang : 4,97 m
- Tinggi : 3,5 m

- Luas dinding : 76,86 m²
- Bahan : Beton bertulang

2. Tangki tawas (TU-01)

Fungsi : Membuat dan melarutkan larutan tawas 5% yang akan diumpankan ke dalam flokulator

Jenis : Tangki silinder vertikal

Waktu tinggal : 7 hari

Debit : 6,00 m³/jam

Dimensi alat

- Kapasitas : 1715,23 kg
- Volume : 1,62 m³
- Diameter : 1,18 m
- Tinggi : 1,77 m

Pengaduk

- Jenis : *Flate blade turbine*
- Diameter : 0,39 m
- Tinggi : 0,51 m
- Tinggi cairan : 1,54 m
- Lebar : 0,10 m
- Putaran : 320 rpm
- Daya : 20 Hp

Harga : \$ 2.500

3. Tangki kapur (TU-02)

Fungsi : Membuat dan melarutkan larutan kapur 5% yang akan diumpankan ke dalam flokulator yang berguna untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat di dalam air

Jenis : Tangki silinder vertical

Waktu tinggal : 7 hari

Debit : 6,00 m³/jam

Dimensi alat

- Kapasitas : 3629,99 kg
- Volume : 4,02 m³
- Diameter : 1,51 m
- Tinggi : 2,26 m

Pengaduk

- Jenis : *Flate blade turbine*
- Diameter : 0,50 m
- Tinggi : 0,65 m
- Tinggi cairan : 1,96 m
- Lebar : 0,13 m
- Putaran : 190 rpm
- Daya : 15 Hp

Harga : \$ 3.700

4. Tangki flokulator (FLO)

Fungsi : Mencampur air yang berasal dari bak penampung dengan $(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ dan koagulan tawas agar terjadi flokulasi dan koagulasi

Bentuk : Tangki silinder tegak berpengaduk

Bahan : Carbon steel

Waktu tinggal : 1 jam

Debit air : $6,00 \text{ m}^3/\text{jam}$

Volume : $7,20 \text{ m}^3$

Waktu tinggal : 1 jam

Dimensi alat

- Diameter : 1,83 m
- Tinggi : 2,74 m

Pengaduk

- Jenis : *Flate blade turbine*
- Diameter : 0,61 m
- Tinggi : 0,79 m
- Tinggi cairan : 2,38 m
- Lebar : 0,15 m
- Putaran : 155 rpm
- Daya : 20 Hp

Harga : \$ 5.000

5. Clarifier (CL)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang bersifat koloid yang berasal dari flokulator

Bentuk : Tangki silinder dengan *cone bottom*

Volume : 43,20 m³

Waktu tinggal : 6 jam

Dimensi alat

- Diameter : 4,79 m
- Lebar : 2,40 m
- Tinggi : 1,20 m

Harga : \$ 13.000

6. *Sand filter* atau saringan pasir (SF)

Fungsi : Menyaring partikel – partikel halus (kotoran yang masih tersisa atau belum mengendap) dalam clarifier

Bentuk : Bak empat persegi panjang

Jenis : *Gravity sand filter*

Debit aliran : 26,42 gpm

Luas permukaan : 8,81 ft²

Kecepatan : 3 gpm/ft²

Volume : 2,32 m³

Dimensi alat

- Panjang : 1,28 m

- Lebar : 0,64 m
- Tinggi : 2,83 m
- Luas dinding : 5635,22 m²
- Bahan : Beton bertulang

7. Bak penampung sementara (BU-02)

Fungsi : Menampung air bersih yang berasal dari *sand filter*

Bentuk : Empat persegi panjang

Waktu tinggal : 10 jam

Debit : 6,00 m³/jam

Volume : 72,00 m³

Dimensi alat

- Lebar : 3,08 m
- Panjang : 6,16 m
- Tinggi : 3,8 m
- Luas dinding : 108,08 m²
- Bahan : Beton bertulang

8. Bak penampung air kantor dan rumah tangga (BU-03)

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Bentuk : Empat persegi panjang

Waktu tinggal : 12 jam

Debit : 0,77 m³/jam

Volume : 11,04 m³

Dimensi alat

- Lebar : 1,66 m
- Panjang : 3,32 m
- Tinggi : 2 m
- Luas dinding : 30,97 m²
- Bahan : Beton bertulang

9. Tangki kaporit (TU-03)

Fungsi : Membuat dan melarutkan larutan kaporit 2% yang akan digunakan sebagai desinfektan

Jenis : Tangki silinder vertikal

Waktu tinggal : 7 hari

Dimensi alat

- Kapasitas : 5,27 kg
- Volume : 0,0058 m³
- Diameter : 0,17 m
- Tinggi : 0,26

Harga : \$ 100

10. Bak penampung air selain kantor dan rumah tangga (BU-04)

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan proses yang membutuhkan air pendingin, air proses, dan air umpan boiler

Bentuk : Empat persegi panjang

Waktu tinggal : 10 jam

Debit : 4,35 m³/jam

Volume : 52,19 m³

Dimensi alat

- Lebar : 2,73 m
- Panjang : 5,46 m
- Tinggi : 3,5 m
- Luas dinding : 87,16 m²
- Bahan : Beton bertulang

11. Kation exchanger (KE)

Fungsi : Mengikat ion-ion positif yang ada di dalam air

Alat : Silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion

Debit : 4448,95 kg/jam

Luas penampang : 1,96 ft²

Dimensi alat

- Diameter : 0,48 m
- Tinggi : 0,95 m

- Volume : 0,17 m³

Harga : \$ 2.000

12. Anion exchanger (AE)

Fungsi : Mengikat ion-ion negatif yang ada di dalam air

Alat : Silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion

Luas penampang : 1,96 ft²

Dimensi alat

- Diameter : 0,48 m
- Tinggi : 0,95 m
- Volume : 0,17 m³

Harga : \$ 2.200

13. Tangki H₂SO₄, NaOH, dan kondensat

Tangki H₂SO₄ (TU-04)

- Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan H₂SO₄ untuk regenerasi ion exchanger
- Waktu : 1 tahun
- Volume : 2,59 m³
- Diameter : 1,18 m
- Tinggi : 2,36 m
- Harga : \$ 2.900

Tangki NaOH (TU-05)

- Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan NaOH untuk regenerasi ion exchanger
- Waktu : 1 tahun
- Volume : 0,25 m³
- Diameter : 0,54 m
- Tinggi : 1,08 m
- Harga : \$ 800

Tangki kondensat (TU-08)

- Fungsi : Menampung kondensat uap air dari alat proses dan make up umpan boiler
- Waktu : 1 jam
- Volume : 1,20 m³
- Diameter : 1,22 m
- Tinggi : 1,22 m
- Harga : \$ 2.100

14. Deaerator (DE)

Fungsi : Menghilangkan udara (O₂ dan CO₂) dari air umpan boiler, alat proses, dan pendingin

Bentuk : Tangki silinder horizontal dengan *flanged and standard dished head*

Waktu tinggal : 1 jam

Volume : 5,22 m³

Dimensi alat

- Diameter : 1,49 m
- Panjang : 3,40 m

Harga : \$ 4.100

15. Tangki penyimpan air proses (TU-06)

Fungsi : Menampung air proses dengan waktu tinggal 12 jam

Tipe : Tangki silinder vertikal

Volume : 25,75 m³

Dimensi alat

- Diameter : 2,54 m
- Tinggi : 5,08 m

Harga : \$ 10.000

16. Tangki air umpan boiler (TU-07)

Fungsi : Menampung air umpan boiler sebagai air pembuat steam di dalam boiler

Waktu tinggal : 12 jam

Volume : 15,22 m³

Dimensi alat

- Diameter : 2,13 m
- Tinggi : 4,26 m

Harga : \$ 7.800

17. Boiler (B)

Fungsi : Menyiapkan uap untuk keperluan proses

Jenis : Ketel pipa api

Bahan : Carbon steel

Kapasitas : 1297,48 kg/jam

Panjang : 12 ft

Diameter : 1 in

Harga : \$ 238.800

18. Bak air pendingin (BU-05)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan pendingin

Bentuk : Empat persegi panjang

Waktu tinggal : 12 jam

Volume : 21,65 m³

Dimensi alat

- Tinggi : 3 m
- Lebar : 1,65 m
- Panjang : 3,29 m

Luas dinding : 435,26 ft²

Bahan : Beton bertulang

19. Cooling tower (CT)

Fungsi : Mendinginkan kembali air pendingin agar dapat digunakan kembali

Media pendingin : Udara

Jenis : Inducted draft cooling tower

Jumlah air : 1538,10 kg/jam

Spesifikasi udara yang digunakan

- Rh : 70%
- T air in : 40 °C
- T air out : 30 °C
- T udara in : 30 °C
- T udara out : 26,67 °C
- Kelembaban : 0,019 lb air/lb udara kering

Proses pendinginan dibagi menjadi 4 cell cooling tower, maka diameter tiap cell:

- Diameter : 0,91 m
- Tinggi : 1,36 m
- Make up water : 29,46 kg/jam
- Daya : 0,33 Hp

Harga : \$ 6.300

20. Blower (BL-01)

Fungsi : Menghembuskan *steam* dari boiler menuju zona pemanasan

Tipe : *Centrifugal blower*

Bahan : *Carbon steel*
 Kapasitas : 1081,23 kg/jam
 Volume : 1,22 ft³/menit
 Tekanan : 3427,62 Psia
 Daya blower : 2 Hp
 Daya shaft : 3 Hp
 Harga : \$ 300

21. Pompa-01 (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air sungai menuju bak pengendap awal (BU-01)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 32,16 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP
- Laju alir massa: 6138,38 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 2,04 in
- D in : 2,07 in
- D out : 2,38 in

- *Flow area* : 3,35 in²

- Daya : 0,33 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 1.400

22. Pompa-02 (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran bak penampung sementara menuju bak flokulator

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 32,16 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C

- Densitas : 1008 kg/m³

- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 6138,38 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 2,04 in

- D in : 2,07 in

- D out : 2,38 in

- *Flow area* : 3,35 in²

- Daya : 0,25 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 1.400

23. Pompa-03 (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran bak flokulator menuju clarifier

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 32,16 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 6138,38 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 2,04 in
- D in : 2,07 in
- D out : 2,38 in
- *Flow area* : 3,35 in²
- Daya : 0,13 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 1.400

24. Pompa-04 (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran clarifier menuju *sand filter*

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 27,42 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 5233,11 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 1,90 in
- D in : 2,07 in
- D out : 2,38 in
- *Flow area* : 3,35 in²
- Daya : 0,25 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 1.400

25. Pompa-05 (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran sand filter menuju bak penampung sementara (BU-02)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 27,42 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 5233,11 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 1,90 in
- D in : 2,07 in
- D out : 2,38 in
- *Flow area* : 3,35 in²
- Daya : 0,25 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 1.400

26. Pompa-06 (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran bak penampung sementara (BU-02) menuju bak penampung air kantor dan rumah tangga (BU-03)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 4,11 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C

- Densitas : 1008 kg/m³

- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 784,17 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 0,81 in

- D in : 1,05 in

- D out : 1,32 in

- *Flow area* : 0,864 in²

- Daya : 0,08 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 600

27. Pompa-07 (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran bak penampung sementara (BU-02) menuju bak penampung air selain kantor (BU-04)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 23,31 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C

- Densitas : 1008 kg/m³

- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 4448,95 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 1,77 in
- D in : 2,07 in
- D out : 2,38 in
- *Flow area* : 3,35 in²
- Daya : 0,25 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 1.400

28. Pompa-08 (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran bak penampung air selain kantor
(BU-03) menuju kation exchanger (KE)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 23,31 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 4448,95 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 1,77 in
- D in : 2,07 in

- D out : 2,38 in
- *Flow area* : 3,35 in²
- Daya : 0,08 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 1.400

29. Pompa-09 (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran kation exchanger (KE) menuju anion exchanger (AE)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 23,31 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 4448,95 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 1,77 in
- D in : 2,07 in
- D out : 2,38 in
- *Flow area* : 3,35 in²
- Daya : 0,08 Hp

Jumlah : 2 buah
 Harga : \$ 1.400

30. Pompa-10 (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran anion exchanger (AE) menuju deaerator

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 23,31 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 4448,95 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 1,77 in
- D in : 2,07 in
- D out : 2,38 in
- *Flow area* : 3,35 in²
- Daya : 0,25 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 1.400

31. Pompa-11 (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran deaerator menuju tangki alat proses

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 9,59 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 1829,61 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 1,18 in
- D in : 1,38 in
- D out : 1,66 in
- *Flow area* : 1,50 in²
- Daya : 0,33 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 800

32. Pompa-12 (PU-12)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran deaerator menuju tangki umpan boiler

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 5,67 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 1081,23 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 0,93 in
- D in : 1,05 in
- D out : 1,32 in
- *Flow area* : 0,86 in²
- Daya : 0,17 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 600

33. Pompa-13 (PU-13)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran deaerator menuju bak air pendingin

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 8,06 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 1538,10 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 1,09 in
- D in : 1,38 in
- D out : 1,66 in
- *Flow area* : 1,50 in²
- Daya : 0,17 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 800

34. Pompa-14 (PU-14)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran tangki air umpan boiler menuju boiler

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 5,67 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³

- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 1081,23 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 0,93 in
- D in : 1,05 in
- D out : 1,32 in
- *Flow area* : 0,864 in²
- Daya : 0,17 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 600

35. Pompa-15 (PU-15)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran boiler menuju tangki kondensat

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 5,67 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 1081,23 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 0,93 in

- D in : 1,05 in
- D out : 1,32 in
- *Flow area* : 0,864 in²
- Daya : 0,08 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 600

36. Pompa-16 (PU-16)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran tangki kondensat menuju tangki air umpan boiler

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 5,67 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 1081,23 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 0,93 in
- D in : 1,05 in
- D out : 1,32 in
- *Flow area* : 0,864 in²

• Daya	: 0,17 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: \$ 600

37. Pompa-17 (PU-17)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran bak air pendingin menuju zona pendinginan

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 8,06 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 1538,10 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 1,09 in
- D in : 1,38 in
- D out : 1,66 in
- *Flow area* : 1,50 in²
- Daya : 0,17 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 800

38. Pompa-18 (PU-18)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran zona pendinginan menuju *cooling tower*

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 8,06 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 1538,10 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 1,09 in
- D in : 1,38 in
- D out : 1,66 in
- *Flow area* : 1,50 in²
- Daya : 0,08 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 800

39. Pompa-19 (PU-19)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran *cooling tower* menuju bak air pendingin

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 8,06 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 1538,10 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 1,09 in
- D in : 1,38 in
- D out : 1,66 in
- *Flow area* : 1,50 in²
- Daya : 0,17 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 800

40. Pompa-20 (PU-20)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran tangki air proses menuju zona proses

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 9,59 gal/menit

Kondisi operasi

- Temperatur : 30 °C
- Densitas : 1008 kg/m³
- Viskositas : 0,82 cP

Laju alir massa : 1829,61 kg/jam

Dimensi alat

- D opt : 1,18 in
- D in : 1,38 in
- D out : 1,66 in
- *Flow area* : 1,50 in²
- Daya : 0,13 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 800

4.5 Organisasi Perusahaan

4.5.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Bentuk perusahaan dapat dibedakan menjadi empat bagian jika ditinjau dari badan hukum, yaitu :

1. Perusahaan perseorangan, yaitu modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap keberhasilan perusahaan.
2. Persekutuan firma, yaitu modal dapat dikumpulkan dari dua orang bahkan lebih, dimana tanggungjawab perusahaan didasari dengan perjanjian yang pendiriannya berdasarkan dengan akte notaris.

3. Persekutuan komanditer (*commanditaire vennootshaps*) yang biasanya disingkat dengan CV, yaitu terdiri dari dua orang atau lebih yang masing-masing memiliki peran sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modalnya dan bertanggungjawab sebatas dengan modal yang dimasukkan saja).
4. Perseroan Terbatas (PT), yaitu modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan, dimana pemegang saham bertanggungjawab sebesar modal yang dimiliki.

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka Pabrik Asam Adipat yang direncanakan didirikan pada tahun 2023 akan didirikan dengan bentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham, dimana tiap sekutu turut ambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Pemegang saham pada Perseroan Terbatas hanya bertanggungjawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam setiap saham. Dengan berbentuk Perseroan Terbatas, kekuasaan tertinggi berada di tangan rapat umum pemegang saham (RUPS) yang memiliki hak untuk menunjuk dewan direksi sebagai penanggung jawab kegiatan perusahaan sehari-hari.

Pemilihan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) didasarkan atas beberapa faktor, yaitu :

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggungjawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.

3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham sedangkan pengurus perusahaan adalah direksi staf yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
5. Efisiensi dari manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup berpengalaman.
6. Lapangan usaha lebih luas. Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
7. PT merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan sendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
8. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
9. Mudah bergerak di pasar global.

Adapun ciri-ciri dari Perseroan Terbatas (PT) adalah:

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang.
2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.
3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang pemburuhan.

4.5.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi perusahaan dimaksudkan agar segala aktivitas di dalam perusahaan dapat berjalan secara efektif dan efisien. 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 tanggungjawab dari masing-masing individu dalam perusahaan agar tercapainya keselamatan kerja antar karyawan. Terdapat beberapa macam struktur organisasi antara lain :

1. Struktur organisasi *line*

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

2. Struktur organisasi fungsional

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

3. Struktur organisasi *line and staff*

Staf merupakan individu maupun kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya adalah memberikan saran dan pelayanan kepada fungsi *line*.

Pada umumnya, staf tidak terlibat secara langsung dalam kegiatan utama organisasi. Staf berperan untuk memberikan saran dan pelayanan departemen *line* dan membantu agar tercapainya tujuan organisasi yang lebih efektif.

Dengan mempertimbangkan beberapa struktur organisasi di atas, maka dipilih bentuk struktur organisasi yang baik yaitu sistem *line and staff* karena pada sistem ini, garis kekuasaannya sederhana dan praktis. Begitupun dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggungjawab pada seorang atasan saja. Untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli, dimana staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan saran pada tingkat pengawasan demi tercapainya tujuan utama perusahaan.

Terdapat dua kelompok yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line and staff*, yaitu :

1. Orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Staf, yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya yang bertugas untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

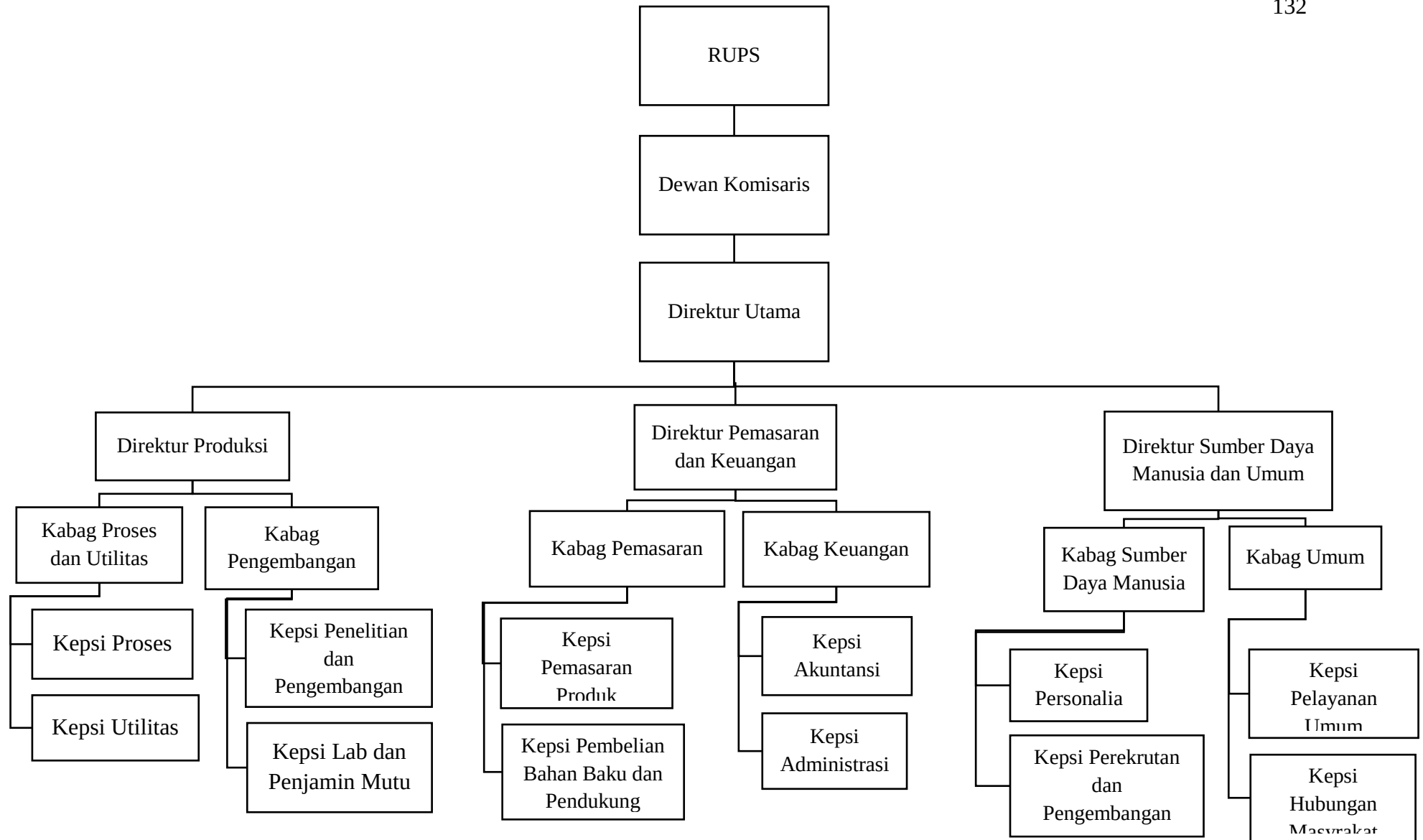
Pemegang saham yang berperan sebagai pemilik perusahaan, dalam kesehariannya diwakili oleh dewan komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh direktur utama yang dibantu oleh direktur teknik dan produksi serta direktur administrasi, keuangan, dan umum. Direktur teknik dan produksi 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 bertanggungjawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggungjawab. Setiap 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 yang dipimpin oleh masing-masing ketua kelompok, dimana setiap ketua kelompok akan bertanggungjawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Manfaat adanya struktur organisasi diantaranya yaitu :

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

Gambar 4.8 menunjukkan struktur organisasi Pabrik Asam Adipat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun.



Gambar 4.8 Struktur organisasi

4.5.3 Tugas dan Wewenang

Struktur organisasi Perseroan Terbatas (PT) terdiri dari pemegang saham, direksi, dan komisaris. Dalam PT, para pemegang saham melalui komisarisnya melimpahkan wewenang kepada direksi untuk menjalankan dan mengembangkan perusahaan sesuai dengan tujuan dan bidang usaha perusahaan.

4.5.3.1 Pemegang Saham

Otoritas tertinggi dalam struktur organisasi PT adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang diadakan minimal satu kali dalam setahun, tetapi jika dianggap mendesak RUPS dapat diadakan sesuai kesepakatan forum. RUPS dihadiri oleh para pemegang saham, badan pengelola, dan direktur. Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan. Hak dan kuasa dari RUPS adalah :

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

4.5.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris dipilih pada saat RUPS untuk mewakili pemegang saham dalam mengontrol keseluruhan pabrik. Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-

hari dari pemilik saham, sehingga dewan komisaris bertanggungjawab terhadap pemilik saham. Adapun tugas-tugas dewan komisaris yaitu :

1. Menentukan *outline* dari kebijakan perusahaan
2. Melakukan *meeting* tahunan dengan pemegang saham (RUPS)
3. Menanyakan laporan akuntabilitas direktur setiap periode
4. Melakukan pengawasan dan supervisi terhadap setiap kegiatan dan tanggung jawab direktur

4.5.3.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap keberhasilan perusahaan. Direktur utama bertanggungjawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Tugas dari direktur utama antara lain :

1. Memimpin dan mengembangkan perusahaan secara efisien dan efektif
2. Mengatur dan melaksanakan kebijakan publik di bawah pengarahan RUPS
3. Mengatur kolaborasi berdasarkan kepentingan dari perusahaan
4. Mewakili perusahaan dalam pertemuan dan hubungan kontrak dengan pihak ketiga
5. Merencanakan dan mengawasi implementasi dari tanggungjawab setiap orang dalam perusahaan

Pendidikan : Sarjana teknik kimia / ekonomi (S-2, minimal S-1 dan berpengalaman 4 tahun dibidangnya)

Dalam menjalankan tugasnya, direktur utama dibantu oleh :

- Direktur teknik dan produksi

Tugas : Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

Pendidikan : Sarjana teknik kimia (S-2, minimal S-1 dan berpengalaman 4 tahun dibidangnya)

Direktur produksi dibantu oleh :

- Kepala bagian proses dan utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kelangsungan proses produksi, penyediaan utilitas dan operasi pabrik secara keseluruhan.

Pendidikan : Sarjana teknik kimia

Kepala bagian proses dan utilitas membawahi dua kepala seksi, yaitu :

1. Kepala seksi proses

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan pembuatan produk

Pendidikan : Sarjana teknik kimia

Karyawan : a) *Engineer* (S-1 teknik kimia)
b) Operator (STM/SMK/SMA/D-3 teknik kimia)

2. Kepala seksi utilitas

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang utilitas baik dalam hal penyediaan air, *steam*, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

Pendidikan : Sarjana teknik kimia dan teknik mesin

Karyawan : a) *Engineer* (S-1 teknik kimia/teknik mesin)
b) Operator (SMA/SMK/STM/D-3 teknik kimia)

- Kepala bagian pengembangan

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan pembangunan perusahaan dan pengawasan mutu.

Pendidikan : Sarjana teknik kimia

Kepala bagian pengembangan membawahi dua kepala seksi yaitu :

1. Kepala seksi laboratorium dan penjamin mutu

Tugas : Menyelenggarakan pemantauan hasil (mutu) dan identifikasi limbah.

Pendidikan : Sarjana teknik kimia

Karyawan : a) Staff (S-1 teknik kimia)
b) Staff (D-3 teknik kimia)
c) Analis (STM kimia)

2. Kepala seksi penelitian dan pengembangan

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

Pendidikan : Sarjana teknik kimia

Karyawan : a) Staff (S-1 teknik kimia/ teknik mesin)

b) Staff (D-3 teknik kimia/teknik mesin)

- Direktur pemasaran dan keuangan

Tugas : Bertanggung jawab dalam hal keuangan, mulai dari pendataan, pengaturan, pengawasan dan pengecekan. Selain mengurus masalah keuangan, direktur ini juga bertanggung jawab atas bidang pemasaran dan perencanaan keuangan.

Pendidikan : Sarjana ekonomi (S-2, minimal S-1 dan berpengalaman minimal 3 tahun dibidangnya)

Direktur ini dibantu oleh dua kepala bagian, yaitu :

- Kepala bagian pemasaran

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

Pendidikan : Sarjana ekonomi

Kepala bagian pemasaran membawahi dua kepala seksi, yaitu :

1. Kepala seksi pemasaran produk

Tugas : Bertanggung jawab dalam hal pemasaran produk.

Pendidikan : Sarjana ekonomi

Karyawan : a) Staff (S-1 ekonomi)

b) Staff (D-3 ekonomi)

c) Staff (SMA/SMK)

2. Kepala seksi pembelian bahan baku dan pendukung

Tugas : Bertanggung jawab dalam hal pengadaan bahan baku dan bahan pendukung.

Pendidikan : Sarjana ekonomi

Karyawan : a) Staff (S-1 ekonomi)

b) Staff (D-3 ekonomi)

c) Staff (SMA/SMK)

- Kepala bagian keuangan, yang bertugas untuk bertanggung jawab kepada direktur pemasaran dan keuangan dalam bidang keuangan perusahaan. Kepala bagian ini membawahi dua kepala seksi, yaitu :

1. Kepala seksi administrasi

Tugas : Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi tentang keuangan masa depan. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

Pendidikan : Sarjana hukum/ekonomi

Karyawan : a) Staff (D-3 manajemen perusahaan)

b) Staff (SMK akuntansi)

2. Kepala seksi akuntansi

Tugas : Mencatat utang piutang perusahaan, mengatur administrasi kantor dan pembukuan, mengaudit masalah perpajakan.

Pendidikan : Sarjana hukum/ekonomi

Karyawan : a) 2 orang staff (D-3 manajemen perusahaan)
b) 2 orang staff (SMK administrasi)

16. Direktur sumber daya manusia dan umum

Tugas : Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang personalia, relasi perusahaan, dan pelayanan umum, serta mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Pendidikan : Sarjana psikologi/ekonomi (S-2, minimal S-1 atau 4 tahun berpengalaman)

Direktur SDM dan umum dibantu oleh dua kepala bagian, yaitu :

- Kepala bagian sumber daya manusia

Tugas : Bertanggung jawab kepada direktur SDM dan umum dalam bidang personalia dan pendidikan.

Pendidikan : Sarjana psikologi

Kepala bagian SDM membawahi dua kepala seksi, yaitu :

1. Kepala seksi perekrutan dan pengembangan

Tugas : Bertanggung jawab melaksanakan perekrutan karyawan baru serta pengembangan SDM.

Pendidikan : Sarjana psikologi

Karyawan : a) Manajer (Sarjana psikologi)
b) Asisten (Sarjana psikologi)
c) Administrator (SMA/SMK)

2. Kepala seksi personalia

Tugas : Bertanggung jawab atas kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

Pendidikan : Sarjana hukum, teknik industri/psikologi

Karyawan : a) Staff (D-3 komunikasi)
b) Staff (SMK administrasi)

- Kepala bagian umum

Tugas : Bertanggung jawab kepada direktur SDM dan umum dalam hubungan masyarakat dan pelayanan umum.

Pendidikan : Sarjana ilmu komunikasi

Kepala bagian umum membawahi dua kepala seksi, yaitu :

1. Kepala seksi hubungan masyarakat

Tugas : Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan, serta menjalani relasi atau kerja sama dengan instansi lain.

Pendidikan : Sarjana ilmu komunikasi

Karyawan : a) Manajer tim (Sarjana ilmu komunikasi)
b) Asisten (Sarjana ilmu komunikasi)
c) Staff (SMA/SMK)

2. Kepala seksi pelayanan umum

Tugas : Menjaga keamanan dan kebersihan pabrik, serta memberikan pelayanan umum kepada pegawai.

4.5.3.4 Status Karyawan

Sistem upah karyawan dibedakan berdasarkan status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu :

1. Karyawan tetap, yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerja.
2. Karyawan harian, yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa surat keputusan direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.
3. Karyawan borongan, yaitu karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.5.4 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 4.24 Rincian jumlah operator

No	Alat	Jumlah	Jumlah	Jumlah
		(unit)	(operator/unit/shift)	(operator/shift)
Proses (Sumber : Aries & Newton tabel 35 pg 162 ; Ulrich tabel 6-2 pg 329)				
1	Mixer	1	0,3	0,3
2	Reaktor	2	0,5	1
3	Separator	1	0,05	0,05
4	Evaporator	1	0,25	0,25
5	Centrifuge	1	0,25	0,25
6	Crystallizer	1	0,15	0,15
7	Rotary dryer	1	0,5	0,5
8	Heater	3	0,1	0,2
9	Cooler	1	0,1	0,1
10	Tangki		0	0
11	Pompa		0	0
12	Bin hopper	1	0	0
13	Screener	1	0,05	0,05
Utilitas (Sumber : Ulrich tabel 6-2 pg 329)				
1	Clarifier	1	0,1	0,1
2	Sand filter	1	0,1	0,1
3	Kation Exchanger	1	0,5	0,5
4	Anion Exchanger	1	0,5	0,5
5	Deaerator	1	1	1
6	Boiler	1	1	1
7	Cooling tower	1	1	1
8	Electrical	1	3	3
9	Pompa			0
TOTAL				10,15

Kebutuhan operator : 10,15 operator / shift = 11 operator / shift

Jumlah shift : 4 shift

Jumlah operator : 44 operator

4.5.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang bukan libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shut down*. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan ke dalam dua golongan, yaitu :

a. Karyawan tanpa shift

Merupakan karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi, seperti direktur, administrasi, bagian gudang, dan lain-lain. Jadwal kerja karyawan tanpa shift adalah :

Jam kerja : Senin – Jumat pukul 08:00 – 16:00

Jam istirahat : Senin – Kamis pukul 12:00 – 13:00

Jumat pukul 11:00 – 13:00

b. Karyawan shift

Karyawan shift merupakan karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, dan bagian-bagian yang lainnya serta harus siaga untuk keselamatan dan keamanan pabrik. Dalam satu hari atau 24 jam, dibagi

menjadi 3 shift kerja, dengan masing-masing shift sebanyak 8 jam kerja, yang dapat dilihat sebagai berikut :

- Shift I (pagi) 07:00 - 15:00
- Shift II (sore) 15:00 - 23:00
- Shift III (malam) 23:00 - 07:00

Untuk jadwal kerja shift ini, terdapat 4 kelompok shift, dengan aturan setelah 3 kali shift, akan mendapat libur 3 hari. Setiap kelompok kerja mendapat shift yang berbeda setiap 3 harinya. Jadwal pembagian kerja (siklus) shift selama 30 hari tersaji dalam tabel di bawah ini:

Tabel 4.25 Jadwal *Shift* Kerja Karyawan

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	-	-	-

Tabel 4.25 Lanjutan

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

c. Karyawan kontrak

Karyawan Kontrak jika diperlukan, perusahaan dapat meningkatkan jumlah karyawan untuk suatu periode kerja tertentu dengan sistem kontrak dan tetap berdampingan dengan kebijakan perusahaan.

4.5.6 Ketenagakerjaan

4.5.6.1 Cuti Tahunan

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

4.5.6.2 Hari Libur Nasional

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

4.5.6.3 Kerja Lembur (*Overtime*)

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

4.5.6.4 Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan pada tanggal 1 setiap bulannya, dimana apabila pada tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya. Sistem gaji perusahaan dibagi menjadi tiga, yaitu :

- a. Gaji bulanan, yaitu gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.
- b. Gaji harian, yaitu gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.
- c. Gaji lembur, yaitu gaji yang diberikan kepada karyawan yang melebihi jam kerja yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

Tabel 4.26 Gaji karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji (/orang/bulan)	Gaji (/bulan)	Gaji (/tahun)
1	Direktur Utama	1	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000	Rp 540.000.000
2	Direktur Produksi & Teknik	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
3	Direktur Keuangan & Umum	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
4	Staff Ahli	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000	Rp 420.000.000
5	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
6	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
7	Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
8	Ka. Bag. Keuangan, Administrasi & umum	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
9	Ka. Bag. K3 & Litbang	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
10	Ka. Sek. Proses	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
11	Ka. Sek. Pengendalian	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
12	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
13	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
14	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
15	Ka. Sek. Pembelian	1	Rp 17.500.000	Rp 17.500.000	Rp 210.000.000
16	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 17.500.000	Rp 17.500.000	Rp 210.000.000

Tabel 4.26 Gaji Karyawan (Lanjutan)

17	Ka. Sek. Administrasi & Kas	1	Rp 17.500.000	Rp 17.500.000	Rp 210.000.000
18	Ka. Sek. Personalia & humas	1	Rp 17.500.000	Rp 17.500.000	Rp 210.000.000
19	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 17.500.000	Rp 17.500.000	Rp 210.000.000
20	Ka. Sek. K3	1	Rp 17.500.000	Rp 17.500.000	Rp 210.000.000
21	Ka. Sek. Litbang	1	Rp 17.500.000	Rp 17.500.000	Rp 210.000.000
22	Karyawan Proses	8	Rp 10.000.000	Rp 80.000.000	Rp 960.000.000
23	Karyawan Pengendalian	4	Rp 10.000.000	Rp 40.000.000	Rp 480.000.000
24	Karyawan Laboratorium	4	Rp 9.000.000	Rp 36.000.000	Rp 432.000.000
25	Karyawan Pemeliharaan	4	Rp 9.000.000	Rp 36.000.000	Rp 432.000.000
26	Karyawan Utilitas	5	Rp 9.000.000	Rp 45.000.000	Rp 540.000.000
27	Karyawan Pembelian	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
28	Karyawan Pemasaran	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
29	Karyawan Administrasi & Kas	4	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000	Rp 384.000.000
30	Karyawan Personalia & Humas	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000	Rp 288.000.000
31	Karyawan Keamanan	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000	Rp 288.000.000
32	Karyawan K3	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000	Rp 288.000.000
33	Karyawan Litbang	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000	Rp 288.000.000
34	Operator	44	Rp 7.500.000	Rp 330.000.000	Rp 3.960.000.000

Tabel 4.26 Gaji karyawan (Lanjutan)

35	Supir	4	Rp 3.500.000	Rp 14.000.000	Rp 168.000.000
36	Librarian	1	Rp 3.250.000	Rp 3.250.000	Rp 39.000.000
37	<i>Cleaning service</i>	5	Rp 3.000.000	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
38	Dokter	2	Rp 9.000.000	Rp 18.000.000	Rp 216.000.000
39	Perawat	3	Rp 4.500.000	Rp 13.500.000	Rp 162.000.000
TOTAL		125	Rp 646.250.000	Rp 1.303.250.000	Rp 15.639.000.000

4.5.7 Fasilitas Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat meningkatkan kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Fasilitas di dalam perusahaan dimaksudkan agar kondisi jasmani dan rohani karyawantetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh ketika menjalankan tugasnya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Adapun fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan adalah :

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisien produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal sangat berpengaruh. Oleh karena itu, perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.

b. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya, serta disediakan juga masker sebagai alat pengaman kerja.

c. Makan dan minum

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

d. Koperasi

Tujuan didirikannya koperasi karyawan adalah 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 menjelang hari raya idul fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan. 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.

g. Tempat ibadah

Perusahaan membangun tempat ibadah (masjid/mushalla) agar karyawan dapat menjalankan ibadah.

h. Transportasi

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

i. Hak cuti

- Cuti tahunan, yaitu diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.
- Cuti massal, yaitu setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya idul fitri selama 4 hari kerja.

4.6 Evaluasi Ekonomi

Tujuan dari evaluasi ekonomi pada perancangan pabrik adalah untuk memperkirakan apakah pabrik yang akan didirikan merupakan suatu investasi yang layak dan menguntungkan atau tidak dengan memperhitungkan beberapa hal yang meliputi kebutuhan modal investasi, besar keuntungan yang diperoleh, lama modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh.

Dalam evaluasi ekonomi, ada beberapa faktor yang dapat ditinjau, yaitu :

1. *Return of Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR)
4. *Break Even Point* (BEP)
5. *Shut Down Point* (SDP)

Sebelum menganalisa kelima faktor tersebut, maka perlu melakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut :

1. Penentuan Modal Industri (*Fixed Capital Investment*)
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)
 - a. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - Biaya Produksi Langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - Biaya Produksi Tidak Langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - Biaya Produksi Tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan Modal
4. Penentuan Titik Impas

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu melakukan perkiraan terhadap :

- a. Biaya Tetap Per Tahun (*Fixed Cost Annual*)
- b. Biaya Variabel Per Tahun (*Variabel Cost Annual*)
- c. Biaya Mengambang (*Reglated Cost Annual*)

4.6.1 Perkiraan Harga Alat

Harga peralatan yang menunjang proses produksi pabrik selalu berubah setiap tahunnya karena dipengaruhi oleh kondisi ekonomi. Semua harga diperhitungkan sesuai dengan harga pada tahun pabrik direncanakan berdiri, yaitu pada tahun 2023.

Data-data harga diambil dari buku Aries dan Newton, 1955 dan situs www.matche.com. Harga peralatan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

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

Dimana : N_x = Harga alat pada tahun x

N_y = Harga alat pada tahun y

E_x = Nilai indeks untuk tahun x

E_y = Nilai indeks untuk tahun y

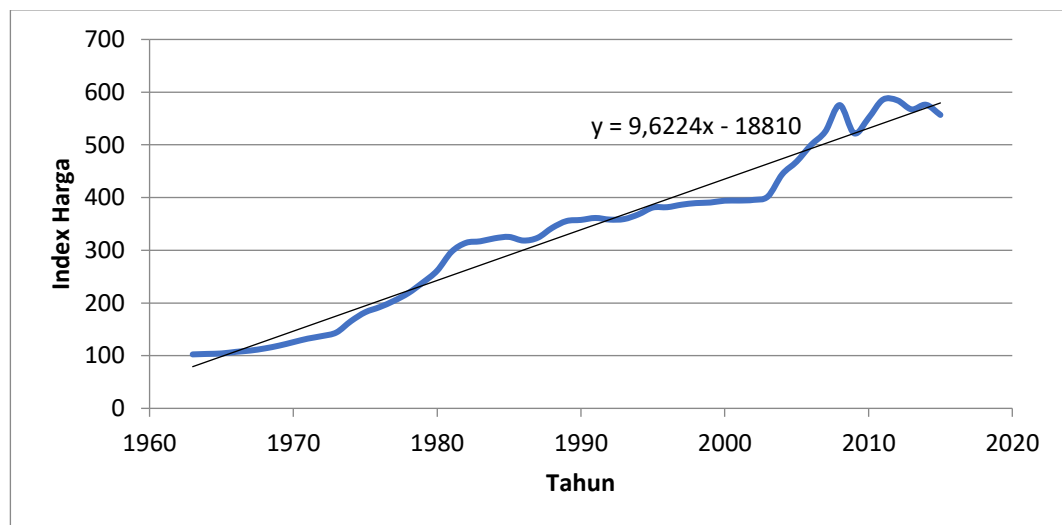
Harga peralatan ditentukan dengan menggunakan indeks harga. Berdasarkan web www.che.com diperoleh nilai CEP (*Chemical Engineering Plant*) indeks harga dari tahun 1963 – 2016 seperti berikut :

Tabel 4.27 Data CEP (*Chemical Engineering Plant*) indeks

Tahun	Chemical Engineering Index	Tahun	Chemical Engineering Index
1963	102,4	1990	357,6
1964	103,3	1991	361,3
1965	104,2	1992	358,2
1966	107,2	1993	359,2
1967	109,7	1994	368,1
1968	113,7	1995	381,1
1969	119,0	1996	381,7
1970	125,7	1997	386,5
1971	132,3	1998	389,5
1972	137,2	1999	390,6
1973	144,1	2000	394,1
1974	165,4	2001	394,3
1975	182,4	2002	395,6
1976	192,1	2003	402,0
1977	204,1	2004	444,2
1978	218,8	2005	468,2

Tabel 4.27 Data CEP (*Chemical Engineering Plant*) design (Lanjutan)

1979	238,7	2006	499,6
1980	261,2	2007	525,4
1981	297,0	2008	575,4
1982	314,0	2009	521,9
1983	317,0	2010	550,8
1984	322,7	2011	585,7
1985	325,3	2012	584,6
1986	318,4	2013	567,3
1987	323,8	2014	576,1
1988	342,5	2015	556,8
1989	355,4	2016	541,7



Grafik 4.9 Grafik hubungan CEP indeks dengan tahun

Grafik pada Gambar 4.9 di atas didekati dengan persamaan regresi linear, yaitu:

$$Y = ax + b$$

- a. *Fixed capital investment* atau modal tetap yaitu biaya pabrik yang diperlukan untuk pembangunan dan mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.
- b. *Working capital investment* atau modal kerja yaitu modal yang digunakan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik dalam jangka waktu tertentu.

4.6.3.2 Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk memproduksi suatu bahan.

Manufacturing cost meliputi :

- a. *Direct cost* atau biaya produksi langsung, yaitu biaya yang berhubungan langsung dengan proses produksi.
- b. *Indirect cost* atau biaya produksi tidak langsung, yaitu pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi produksi.
- c. *Fixed cost* atau biaya tetap, yaitu biaya tertentu yang akan selalu dikeluarkan baik ketika pabrik beroperasi ataupun tidak, biaya ini juga tidak tergantung pada jumlah produksi.

4.6.3.3 General Expense

General expense atau pengeluaran umum adalah biaya pengeluaran pabrik yang tidak termasuk dalam *manufacturing cost*. *General expense* meliputi biaya administrasi, penjualan, penelitian, dan biaya pembelanjaan.

4.6.4 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan pada suatu perancangan pabrik bertujuan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Beberapa komponen yang harus dihitung untuk menyatakan kelayakan suatu pabrik adalah :

4.6.4.1 Percent Return on Investment (% ROI)

Return on investment merupakan kecepatan tahunan pengembalian investasi (modal) dari keuntungan. Persamaan untuk ROI adalah :

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

Besar kecilnya ROI tergantung pada derajat resiko atau kemungkinan kegagalan yang terjadi. Untuk kategori *low risk chemical industry*, minimum acceptable ROI before tax adalah 11 % (Aries dan Newton, 1955).

4.6.4.2 Pay Out Time (POT)

Pay out time merupakan jangka waktu pengembalian investasi (modal) berdasarkan keuntungan perusahaan dengan mempertimbangkan depresiasi.

$$POT = \frac{\text{Fixed capital investment}}{\text{Keuntungan tahunan} + \text{depresiasi}}$$

Untuk kategori *low risk chemical industry*, maximum acceptable POT before tax adalah 5 tahun (Aries dan Newton, 1955).

4.6.4.3 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

DCFRR merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. DCFRR adalah laju bunga maksimum dimana suatu pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

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

Dimana : FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow = profit after tax + depresiasi + finance*

N : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFRR

Syarat DCFRR yaitu nilai yang didapatkan lebih dari 1,5 kali suku bunga pinjaman bank yang berlaku.

4.6.4.4 Break Even Point (BEP)

Break even point merupakan titik perpotongan antara garis *sales* dan *total cost*, yang menunjukkan tingkat produksi dimana *sales* akan sama dengan *total cost* sehingga pada titik ini pabrik tidak mengalami untung maupun rugi. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan akan untung jika beroperasi di bawah BEP.

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

Dimana : Fa : *Annual fixed manufacturing cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual regulated expense* pada produksi maksimum

Va : *Annual variabel value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual sales value* pada produksi maksimum

4.6.4.5 Shut Down Point (SDP)

Shut down point merupakan level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi lebih mahal daripada untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. Pada kondisi ini, menutup pabrik lebih menguntungkan daripada mengoperasikannya.

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

4.6.5 Hasil Perhitungan

4.6.5.1 Penentuan Fixed Capital Investment (FCI)

Nilai FCI merupakan penjumlahan dari *total direct cost* (DPC), *contractor's fee* dan *contingency*. Nilai *contractor's fee* diperoleh dari 4% nilai *physical plant cost* (PPC) dan nilai *contingency* diperoleh dari 10% nilai *physical plant cost* (PPC).

Tabel 4.28 *Fixed capital investment (PPC)*

No	Komponen	Harga	
1.	<i>Purchase equipment cost</i>	\$ 2.758.121	Rp 40.365.101.817
2.	<i>Installation</i>	\$ 519.399	Rp 7.601.409.242
3.	<i>Piping</i>	\$ 664.013	Rp 9.717.825.862
4.	<i>Instrumentation</i>	\$ 702.450	Rp 10.280.358.444
5.	<i>Insulation</i>	\$ 111.013	Rp 1.624.671.215
6.	<i>Electrical</i>	\$ 330.975	Rp 4.843.812.218
7.	<i>Building</i>	\$ 2.206.497	Rp 32.292.081.454
8.	<i>Land and yard improvements</i>	\$ 462.433	Rp 6.767.710.182
9.	<i>Utilities</i>	\$ 2.068.591	Rp 30.273.826.363
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		\$ 9.823.491	Rp 143.766.796.795
10.	<i>Engineering and construction</i>	\$ 1.964.698	Rp 28.753.359.359
<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>		\$ 11.788.190	Rp 172.520.156.154
11.	<i>Contractor's fee</i>	\$ 471.528	Rp 6.900.806.246
12.	<i>Contingency</i>	\$ 1.768.228	Rp 25.878.023.423
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		\$ 14.027.946	Rp 205.298.985.824

4.6.5.2 Penentuan *Total Production Cost (TPC)*

Nilai TPC adalah penjumlahan dari *direct manufacturing cost (DMC)*, *indirect manufacturing cost (IMC)*, *fixed manufacturing cost (FMC)*, *manufacturing cost (MC)*, *working capital (WC)*, dan *general expense (GE)*.

Tabel 4.29 *Manufacturing cost (DMC)*

No	Komponen	Harga	
1.	Bahan baku proses	\$ 13.329.743	Rp 195.080.788.639
2.	Gaji pegawai	\$ 1.068.603	Rp 15.639.000.000
3.	Supervisi	\$ 267.151	Rp 3.909.750.000
4.	<i>Maintenance</i>	\$ 841.677	Rp 12.317.939.149
5.	<i>Plant supplies</i>	\$ 126.252	Rp 1.847.690.872
6.	<i>Royalties and patent</i>	\$ 263.323	Rp 3.853.731.775
7.	Utilitas	\$ 1.641.387	Rp 24.021.697.008
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		\$ 17.538.134	Rp 256.670.597.443
8.	<i>Payroll overhead</i>	\$ 160.290	Rp 2.345.850.000
9.	<i>Laboratory</i>	\$ 106.860	Rp 1.563.900.000
10.	<i>Plant overhead</i>	\$ 534.301	Rp 7.819.500.000
11.	<i>Packaging</i>	\$ 263.323	Rp 3.853.731.775
12.	<i>Shipping</i>	\$ 263.323	Rp 3.853.731.775
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		\$ 1.328.098	Rp 19.436.713.549
13.	<i>Depreciation</i>	\$ 1.402.795	Rp 20.529.898.582
14.	<i>Property tax</i>	\$ 140.279	Rp 2.052.989.858
15.	<i>Insurance</i>	\$ 140.279	Rp 2.052.989.858
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		\$ 1.683.353	Rp 24.635.878.299
<i>Manufacturing Cost</i>		\$ 20.549.586	Rp 300.743.189.291

Tabel 4.30 *General expense* (IMC)

No	Komponen	Harga		
1.	<i>Administration</i>	\$ 526.646	Rp	7.707.463.549
2.	<i>Sales expense</i>	\$ 789.969	Rp	11.561.195.324
3.	<i>Research</i>	\$ 658.307	Rp	9.634.329.437
4.	<i>Finance</i>	\$ 33.667	Rp	492.717.566
<i>General Expense (GE)</i>		\$ 2.008.589	Rp	29.395.705.876

4.6.5.3 Penentuan *Fixed Cost* (Fa)

Nilai *fixed cost* (Fa) merupakan penjumlahan dari *depreciation*, *property taxes*, dan *insurance*.

Tabel 4.31 *Fixed cost* (Fa)

No	Komponen	Harga		
1.	<i>Depreciation</i>	\$ 1.402.795	Rp	20.529.898.582
2.	<i>Property taxes</i>	\$ 140.279	Rp	2.052.989.858
3.	<i>Insurance</i>	\$ 140.279	Rp	2.052.989.858
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		\$ 1.683.353	Rp	24.635.878.299

4.6.5.4 Penentuan *Variable Cost* (Va)

Nilai *variabel cost* (Va) merupakan penjumlahan dari *raw material*, *packaging and shipping*, *utilities*, *royalty and patent*.

Tabel 4.32 *Variable cost (Va)*

No	Komponen	Harga	
1.	<i>Raw material</i>	\$ 13.329.743	Rp 195.080.788.639
2.	<i>Packaging</i>	\$ 263.323	Rp 3.853.731.775
3.	<i>Utilities</i>	\$ 1.641.387	Rp 24.021.697.008
4.	<i>Shipping</i>	\$ 263.323	Rp 3.853.731.775
5.	<i>Royalties</i>	\$ 263.323	Rp 3.853.731.775
Variable Cost (Va)		\$ 15.761.099	Rp 230.663.680.971

4.6.5.5 Penentuan *Regulated Cost (Ra)*

Nilai *regulated cost (Ra)* merupakan penjumlahan dari gaji karyawan, *payroll overhead, supervision, plant overhead, laboratorium, general expense, maintenance, plant supplies.*

Tabel 4.33 *Regulated cost (Ra)*

No	Komponen	Harga	
1.	<i>Labor cost</i>	\$ 1.068.603	Rp 15.639.000.000
2.	<i>Overhead</i>	\$ 694.592	Rp 10.165.350.000
3.	<i>Supervision</i>	\$ 267.151	Rp 3.909.750.000
4.	<i>Laboratory</i>	\$ 106.860	Rp 1.563.900.000
5.	<i>General expenses</i>	\$ 2.008.589	Rp 29.395.705.876
6.	<i>Maintenance</i>	\$ 841.677	Rp 12.317.939.149
7.	<i>Plant supplies</i>	\$ 126.252	Rp 1.847.690.872
Regulated Cost (Ra)		\$ 5.113.723	Rp 74.839.335.898

4.6.5.6 Keuntungan (*Profit*)

Keuntungan = Total penjualan produk – Total biaya produksi

Harga jual produk seluruhnya (Sa)

Total penjualan produk = Rp 385.373.177.470,81

Total biaya produksi = Rp 330.138.895.167,47

Pajak keuntungan sebesar 52%

Keuntungan sebelum pajak = Rp 55.234.282.303,35

Pajak (52%) = Rp 28.721.826.798

Keuntungan setelah pajak = Rp 26.512.455.506

4.6.5.7 Analisa Kelayakan

a. *Percent Return of Investment* (% ROI)

ROI sebelum pajak = 27%

ROI setelah pajak = 13%

b. *Pay Out Time* (POT)

POT sebelum pajak = 2,7 tahun

POT setelah pajak = 4,4 tahun

c. *Break Even Point* (BEP)

Fixed cost (Fa) = Rp 24.635.878.298,83

Variable cost (Va) = Rp 230.663.680.970,53

Regulated cost (Ra) = Rp 74.839.335.898,11

Penjualan produk (Sa) = Rp 385.373.177.470,81

Maka, BEP = 46,02%

d. *Shut Down Point* (SDP) = 21,94%

e. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed capital (FC) = Rp 205.298.985.824

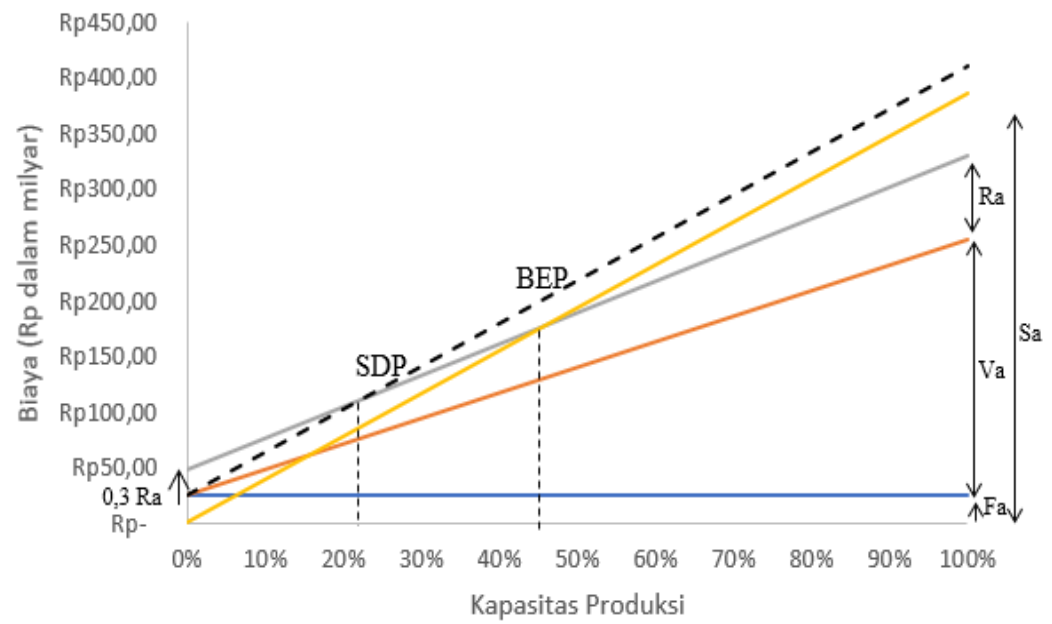
Working capital (WC)= Rp 549.609.812.661

Salvage value (SV) = Rp 20.529.898.582,36

DCFRR = 10%

Bunga simpanan bank = 5,7%

Berdasarkan perhitungan di atas, maka pabrik Asam Adipat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun layak didirikan.



Gambar 4.10 Grafik analisa evaluasi ekonomi