BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Penentuan Lokasi Pabrik

Lokasi merupakan aspek tinjauan pendirian pabrik yang sangat penting, karena berhubungan langsung terhadap kelangsungan operasi pabrik. Beberapa pertimbangan dalam memilih lokasi pabrik juga diharapkan dapat memberikan keuntungan yang optimum terhadap perusahaan. Ditinjau secara teknis dan ekonomis, lokasi pabrik harus strategis terhadap sektor marketing (Coulson dan Richardson's, 2005). Pabrik propilen glikol rencana akan didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur, dengan luas lahan sebesar 23.870 m^2. Faktor-faktor pemilihan lokasi antara lain:

4.1.1. Sumber Bahan Baku

Bahan baku propilen oksida dan katalis metil format di impor dari negara Cina. Propilen oksida diperoleh dari pabrik Hangzhou Plent Chemical Co., Ltd., sedangkan kebutuhan katalis yaitu metil format diperoleh dari pabrik Linyi Kemele Co., Ltd. Untuk mengimpor bahan-bahan tersebut dilakukan melalui jalur laut. Sehingga pabrik ini didirikan di daerah Gresik yang dekat dengan pelabuhan Tanjung Perak. Selain dapat menjaga kontinuitas, diharapkan pemilihan ini dapat meminimumkan biaya pengadaan bahan baku.

4.1.2. Pemasaran Produk

Propilen glikol merupakan produk intermediet yang cukup luas penggunaanya. Daerah Gresik sebagai kawasan industri banyak berdiri pabrik-pabrik yang membutuhkan propilen glikol sebagai bahan bakunya. Sehingga dengan didirikannya di daerah ini memiliki prospek yang cukup baik. Untuk melakukan kegiatan ekspor juga mudah dilakukan melalui pelabuhan ekspor impor Tanjung Perak.

4.1.3. Penyediaan Utilitas

Kebutuhan utilitas pabrik meliputi ketersediaan air dan listrik. Air merupakan komponen yang sangat penting dalam industri kimia. Air digunakan sebagai media pendingin, air umpan *boiler*, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk air pendingin proses dapat diperoleh dari sungai yang dekat dengan lokasi pabrik yaitu sungai Bengawan Solo dengan kapasitas 29,340 m^3/jam. Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan air :

- Kualitas dari sumber air.
- Jarak sumber air dari lokasi pabrik.
- Polusi air tidak boleh melebihi ambang batas yang ditetapkan.
- Pengaruh musim terhadap kemampuan sumber air untuk menyediakan air sesuai dengan kebutuhan rutin pabrik.

Kebutuhan listrik diperoleh dari PLN, namun untuk menjamin kelangsungan operasi pabrik maka pabrik memiliki generator pembangkit listrik sendiri. Bahan bakar generator yaitu solar diperoleh dari Pertamina.

4.1.4. Jenis Transportasi

Sarana transportasi berhubungan langsung dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Jenis transportasi dipilih dengan biaya operasi serendah mungkin. Gresik adalah salah satu daerah yang strategis karena dekat dengan pelabuhan. Untuk pemasaran produk melalui jalur darat, transportasi di Gresik sudah terhubung dengan daerah lainnya dengan cukup baik.

4.1.5. Keadaan Masyarakat

Gresik merupakan kawasan industri, sehingga masyarakat sekitar sudah terbiasa untuk menerima pendirian suatu pendirian pabrik. Dengan didirikannya pabrik ini masyarakat dapat mengambil keuntungan. Salah satu keuntungan yang didapat adalah dengan menyewakan rumah untuk karyawan maupun usaha dalam bidang kuliner. Untuk sumber daya manusia sudah cukup baik, hal ini ditandai dengan banyaknya akademi, perguruan tinggi, maupun sekolah kejuruan.

4.1.6. Karakteristik Lokasi

Lokasi pemilihan pabrik memiliki iklim rata-rata yang cukup baik, yaitu dengan suhu rata-rata 27,15°C dan curah hujan 1686 mm. Bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor dan banjir sangat jarang terjadi di Gresik, sehingga operasi pabrik dapat berjalan dengan baik. Gresik sendiri merupakan kawasan industri, oleh karena itu untuk mendirikan pabrik baru di kawasan tersebut akan lebih mudah.

4.1.7. Kebijakan Pemerintah dan Kebutuhan Tenaga Kerja

Gresik dirancang sebagai kawasan industri oleh Pemda Tk.I Jawa Timur. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) nomor 142 Tahun 2015 tentang kawasan industri, pemerintah memeberikan beberapa kemudahan terhadap pembangunan dan pengelolaan tenaga listrik untuk kebutuhan sendiri dan industri di dalam kawasan. Untuk investor juga diberikan insentif pajak daerah berupa pengurangan, keringanan, atau pembebasan pajak dan retribusi Bea Perolehan Hak Atas Tanah dan/atau Bangunan (BPHTB) dan Pajak Penerangan Jalan (PPJ) untuk jalan lingkungan di dalam kawasan industri (Suwiknyo, 2017)

Kebutuhan tenaga kerja sangat mudah untuk dipenuhi, karena di Indonesia khususnya pulau Jawa memiliki jumlah penduduk yang banyak. Selain itu, terbukanya lapangan kerja juga akan menarik minat tenaga kerja dari daerah lain.

Gambar 4.1. Lokasi Pendirian Pabrik

4.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik merupakan salah satu hal penting yang harus diperhatikan, karena menyangkut keselamatan pekerja dan kelancaran proses produksi. Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian pabrik yang meliputi tempat kerja alat, tempat kerja karyawan, tempat penyimpanan, dan sarana-sarana lain. Secara umum tujuan perancangan tata letak pabrik ini adalah untuk memberikan kombinasi yang optimal terhadap fasilitas-fasilitas produksi dan fasilitas perkantoran di dalam pabrik tersebut. Tata letak yang tepat dapat memberikan efisiensi terhadap lahan pendirian pabrik dan kenyamanan karyawan.

Proses-proses yang berbahaya ditempatkan pada jarak yang aman serta jauh dari bangunan lain. Selain itu, dalam perancangan tata letak juga harus mempertimbangkan perluasan pabrik dimasa yang akan datang. Bangunan

tambahan dan layanan yang diperlukan dalam pabrik selain unit pemrosesan antara lain (Coulson dan Richardson's, 2005) :

- Tempat penyimpanan bahan baku dan produk
- Laboratorium untuk kontrol proses
- *Fire stations* dan pelayanan *emergency*
- Utilitas
- Kantor untuk administrasi umum
- Area pengolahan limbah
- Kantin dan bangunan penunjang
- Tempat parkir

Ketika melakukan perancangan tata letak pabrik, biasanya diawali dengan penyusunan unit proses. Hal ini bertujuan untuk mempermudah aliran material melewati berbagai tahapan proses, mulai dari bahan mentah hingga tangki penyimpanan produk. Unit proses normalnya diberi jarak 30 meter, sedangkan proses yang berbahaya diberi jarak lebih dari 30 meter. Lokasi bangunan disusun sedemikian rupa sehingga dapat meminimalkan waktu yang dibutuhkan pekerja untuk berpindah dari satu bangunan ke bangunan lain. Kantor administrasi dan laboratorium yang relatif banyak pekerja ditempatkan jauh dari area proses yang berpotensi bahaya. Ruang kontrol ditempatkan berdekatan dengan unit proses, namun untuk proses yang cukup berbahaya ruang kontrol ditempatkan pada jarak yang aman dari unit proses (Coulson dan Richardson's, 2005).

Penempatan unit proses akan menentukan *layout* dari jalan, pipa dan saluran lainnya. Akses jalan dibutuhkan disetiap bangunan untuk operasi

pengerjaan dan *maintenance*. Letak utilitas disusun sehingga memberikan aliran pipa dari dan menuju unit proses yang paling ekonomis (Coulson dan Richardson's, 2005).

Area penyimpanan utama ditempatkan antara *loading* dan *unloading* fasilitas serta unit proses yang tersedia. Tangki penyimpanan yang mengandung material berbahaya ditempatkan kurang lebih 70 meter (200 ft) dari batas pabrik (Coulson dan Richardson's, 2005). Secara garis besar *layout* pabrik terbagi atas beberapa daerah utama yaitu :

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

area ini terdiri dari:

- Daerah administrasi sebgai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik yang mengatur kelancaran operasi.
- Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.
- Fasilitas-fasilitas bagi karyawan seperti poliklinik, kantin, aula, dan masjid.

2. Daerah proses dan ruang kontrol

Daerah proses dan ruang kontrol merupakan tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

3. Daerah pergudangan, umum, bengkel dan garasi
4. Daerah utilitas dan pemadaman kebakaran

Daerah utilitas dan pemadaman kebakaran merupakan pusat lokasi kegiataan penyediaan air, *steam*, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

4.3. Tata Letak Alat Proses

Konstruksi yang ekonomis dan operasi yang efisien pada unit proses tergantung pada tata letak pabrik dan spesifikasi alat. Faktor utama yang menjadi pertimbangan tata letak alat proses antara lain :

1. Pertimbangan ekonomi meliputi konstruksi dan biaya operasi

Biaya konstruksi dapat diminimalisir dengan perancangan tata letak yang memberikan jarak terpendek antara pipa-pipa proses dan kebutuhan bahan konstruksi yang sedikit.

2. Kebutuhan proses

Letak alat harus memberikan ruang yang cukup untuk masing–masing alat agar dapat beroperasi dengan baik dan pendistribusian utilitas yang mudah.

3. Kenyamanan dalam pengoperasian

Peralatan yang membutuhkan perhatian lebih dari operator harus diletakkan dekat *control room*. *Valve*, tempat pengambilan sampel, dan instrumen harus diletakkan pada posisi dan ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator.

4. Kenyamanan dalam perawatan

Letak alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan. Misalnya pada *heat exchanger* yang memerlukan ruangan yang cukup untuk pembersihan *tube*.

5. Keselamatan

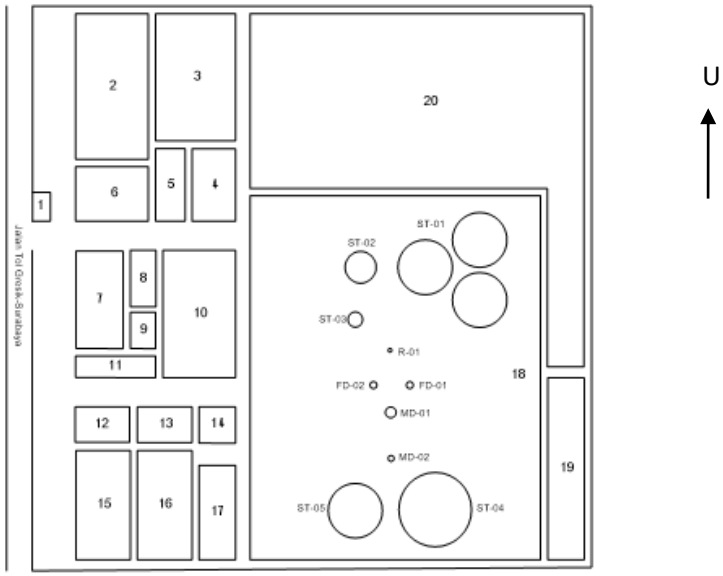
Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin, agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap di dalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

6. Perluasan dimasa yang akan datang

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan.

7. Aliran bahan baku dan produk
8. Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan pada saat produksi berlangsung.
9. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar peralatan proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.



Gambar 4.2. Tata Letak Pabrik dan Alat Proses
Skala 1 : 1000

Keterangan :

1. Pos Keamanan
2. Kantor
3. Gedung Serbaguna
4. Pemadam Kebakaran
5. Mushola
6. Parkir Mobil
7. Poliklinik
8. Kantin
9. *Control room*
10. Utilitas
11. Parkir Motor
12. Parkir Motor
13. Bengkel
14. *Control room*
15. Laboratorium
16. Gudang
17. Parkir Truk
18. Area Proses
19. Utilitas
20. Area Perluasan

4.4. Neraca Massa

4.4.1. Neraca Massa Total

Tabel 4.1. Neraca massa total

Komponen	Input			Output		
	Arus 1 (kg/jam)	Arus 3 (kg/jam)	Arus 5 (kg/jam)	Arus 10 (kg/jam)	Arus 19 (kg/jam)	Arus 20 (kg/jam)
Propilen Oksida	8.857,29			0,69	7,69	
Etilen Oksida	0,89			0,89		
Propionaldehid	0,89			0,89		
Air	7,55	2.777,49		0,56	39,00	
Metanol			0,01	0,01		
Metil Format			0,46	0,46		
Propilen Glikol					9.422,98	10,38
Dipropilen Glikol					0,02	2.161,01
Total		**11.644,57**			**11.644,57**	

4.4.2. Neraca Massa di Reaktor (R-01)

Tabel 4.2. Neraca massa di reaktor

Komponen	Input					Output
	Arus 2 (kg/jam)	Arus 4 (kg/jam)	Arus 6 (kg/jam)	Arus 11 (kg/jam)	Arus 15 (kg/jam)	Arus 7 (kg/jam)
Propilen Oksida	8.857,29			691,83	69,25	769,47
Etilen Oksida	0,89					0,89
Propionaldehid	0,89					0,89
Air	7,55	2.777,49		5.556,57	611,08	6.207,21
Metanol			0,01			0,01
Metil Format			0,46	4,12		4,58
Propilen Glikol				83,08	0,01	9.516,44
Dipropilen Glikol				17,99		2.179,02
Total			**18.678,49**			**18.678,49**

4.4.3. Neraca Massa di *Flash Drum* (FD)

Tabel 4.3. Neraca massa di *flash drum*

Komponen	Input	Output	
	Arus 8 (kg/jam)	**Arus 9 (kg/jam)**	**Arus 12 (kg/jam)**
Propilen Oksida	769,47	692,52	76,95
Etilen Oksida	0,89	0,89	
Propionaldehid	0,89	0,89	
Air	6.207,21	5.557,12	650,08
Metanol	0,01	0,01	
Metil Format	4,58	4,58	
Propilen Glikol	9.516,44	83,08	9.433,36
Dipropilen Glikol	2.179,02	17,99	2.161,03
Total	**18.678,49**	**18.678,49**	

4.4.4. Neraca Massa di Menara Distilasi 1 (MD-01)

Tabel 4.4. Neraca massa di menara distilasi 1

Komponen	Input	Output	
	Arus 13 (kg/jam)	**Arus 14 (kg/jam)**	**Arus 16 (kg/jam)**
Propilen Oksida	76,95	69,25	7,69
Etilen Oksida			
Propionaldehid			
Air	650,08	611,08	39,00
Metanol			
Metil Format			
Propilen Glikol	9.433,36	0,01	9.433,35
Dipropilen Glikol	2.161,03		2.161,03
Total	**12.321,42**	**12.321,42**	

4.4.5. Neraca Massa di Menara Distilasi 2 (MD-02)

Tabel 4.5. Neraca massa di menara distilasi 2

Komponen	Input	Output	
	Arus 17 (kg/jam)	Arus 18 (kg/jam)	Arus 20 (kg/jam)
Propilen Oksida	7,69	7,69	
Etilen Oksida			
Propionaldehid			
Air	39,00	39,00	
Metanol			
Metil Format			
Propilen Glikol	9.433,35	9.422,98	10,38
Dipropilen Glikol	2.161,03	0,02	2.161,01
Total	**11.641,08**	**11.641,08**	

4.5. Neraca Panas

Suhu referensi yang digunakan = 25°C

4.5.1. Neraca Panas di Reaktor (R-01)

Tabel 4.6. Neraca panas di reaktor

Aliran panas masuk	kJ/jam	Aliran panas keluar	kJ/jam
Q_{in}	206.221,12	Q_{out}	9.523.854,56
ΔHr	-16.169,44	pendingin	-9.333.802,87
Total	**190.051,69**		**190.051,69**

4.5.2. Neraca Panas di *Flash Drum* (FD-01)

Tabel 4.7. Neraca panas di *flash drum*

Aliran panas masuk	kJ/jam	Aliran panas keluar	kJ/jam
Q_{in}	9.523.854,56	Q_{out}	7.219.287,75
		Q_{eks}	2.304.566,81
Total	**9.523.854,56**		**9.523.854,56**

4.5.3. Neraca Panas di Menara Distilasi 1 (MD-01)

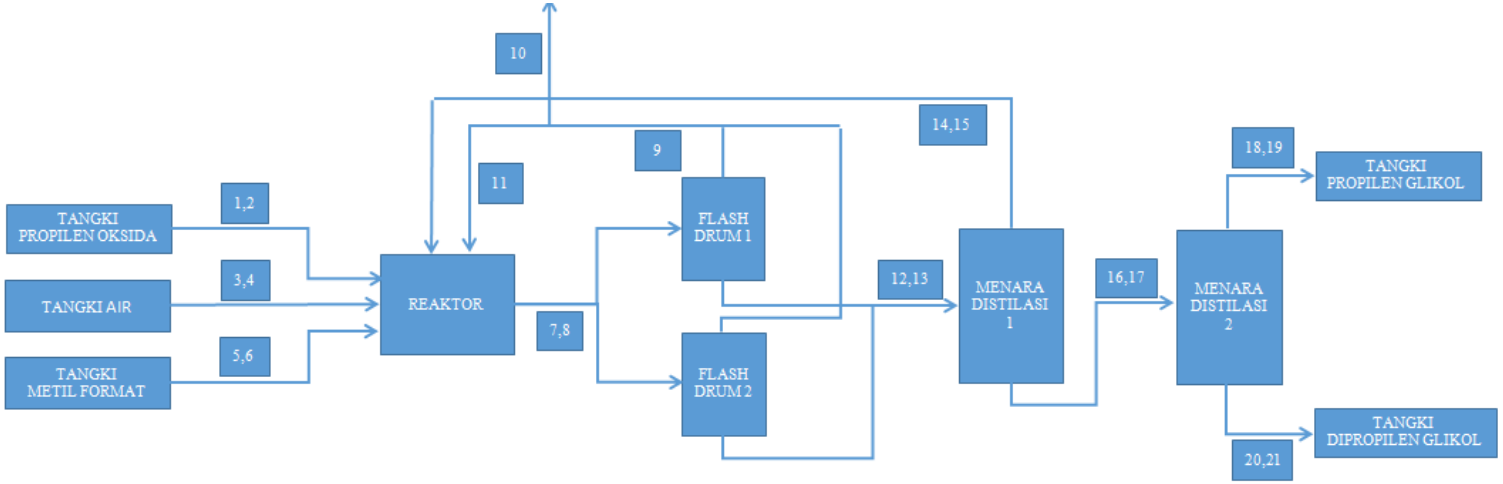
Tabel 4.8. Neraca panas di menara distilasi 1

Aliran panas masuk	kJ/jam	Aliran panas keluar	kJ/jam
Q_{umpan}	4.031.596,51	Q_{bott}	5.575.309,21
$Q_{reboiler}$	1.351.751,04	Q_{dist}	1.213,97
		Q_{cond}	-193.175,64
Total	**5.383.347,55**		**5.383.347,55**

4.5.4. Neraca Panas di Menara Distilasi 2 (MD-02)

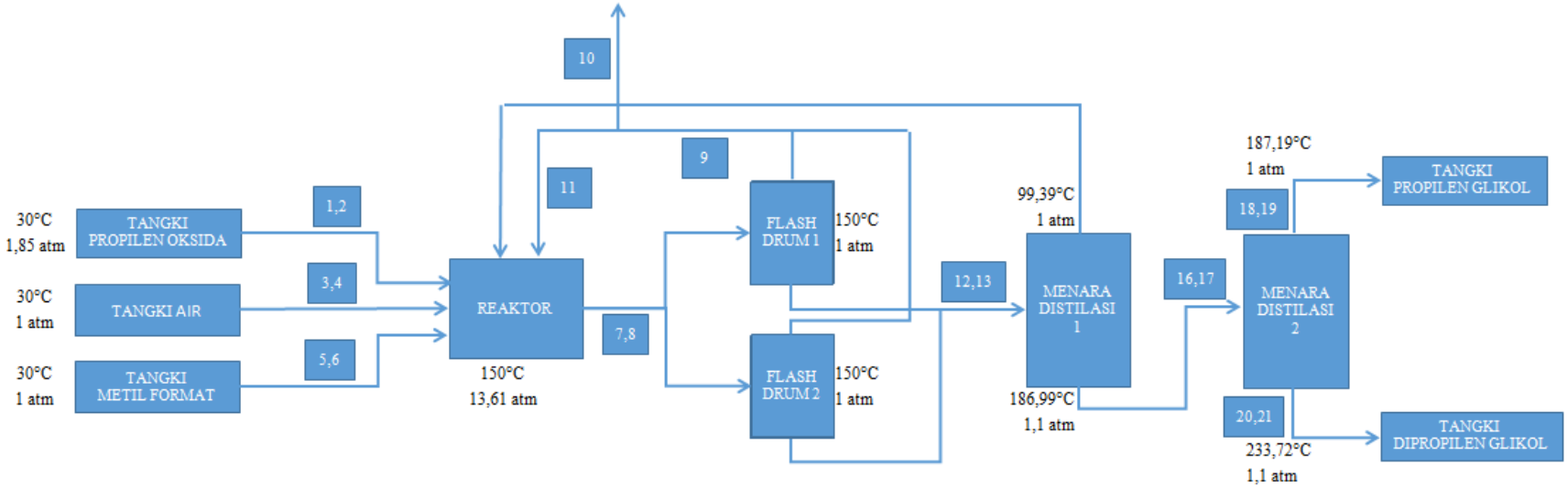
Tabel 4.9. Neraca panas di menara distilasi 2

Aliran panas masuk	kJ/jam	Aliran panas keluar	kJ/jam
Q_{umpan}	5.595.980,55	Q_{bott}	1.321.177,44
$Q_{reboiler}$	-4.268.003,90	Q_{dist}	-11.062,90
		Q_{cond}	17.862,10
Total	**1.327.976,65**		**1.327.976,65**



Gambar 4.3. Flow Diagram Kuantitatif

Komponen	Arus																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Propilen Oksida	8.857,29	8.857,29					769,47	769,47	692,52	0,69	691,83	76,95	76,95	69,25	69,25	7,69	7,69	7,69	7,69		
Etilen Oksida	0,89	0,89					0,89	0,89	0,89	0,89											
Propionaldehid	0,89	0,89					0,89	0,89	0,89	0,89											
Air	7,55	7,55	2.777,49	2.777,49			6.207,21	6.207,21	5.557,12	0,56	5.556,57	650,08	650,08	611,08	611,08	39,00	39,00	39,00	39,00		
Metanol					0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01											
Metil Format					0,46	0,46	4,58	4,58	4,58	0,46	4,12										
Propilen Glikol							9.516,44	9.516,44	83,08		83,08	9.433,36	9.433,36	0,01	0,01	9.433,35	9.433,35	9.422,98	9.422,98	10,38	10,38
Dipropilen Glikol							2.179,02	2.179,02	17,99		17,99	2.161,03	2.161,03			2.161,03	2.161,03	0,02	0,02	2.161,01	2.161.01
Total	**8.866,61**	**8.866,61**	**2.777,49**	**2.777,49**	**0,47**	**0,47**	**18.678,49**	**18.678,49**	**6.357,07**	**3,49**	**6.353,59**	**12.321,42**	**12.321,42**	**680,34**	**680,34**	**11.641,08**	**11.641,08**	**9.469,70**	**9.469,70**	**2.171,39**	**2.171,39**



Gambar 4.4. Flow Diagram Kualitatif

4.6. Utilitas

Unit utilitas merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang jalannya proses produksi pada suatu industri kimia. Proses produksi dalam suatu pabrik tidak akan berjalan dengan baik jika tidak terdapat utilitas. Karena itu utilitas memegang peranan penting dalam pabrik. Perancangan diperlukan agar dapat menjamin kelangsungan operasi suatu pabrik. Unit-unit utilitas yang harus ada dalam pabrik antara lain:

1. Unit penyedia dan pengolahan air (*Water System*)
2. Unit pembangkit steam (*Steam Generation System*)
3. Unit pembangkit dan pendistribusian listrik (*Power Plant and Power Distribution System*)
4. Unit penyedia udara instrumen (*Instrument Air System*)
5. Unit penyedia bahan bakar
6. Unit pengolahan limbah

4.6.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water system*)

Tugas dari unit ini adalah menyediakan air untuk keperluan industri maupun rumah tangga. Dalam memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air yang berasal dari sumur, sungai, danau maupun laut. Pada perancangan pabrik ini, sumber air yang digunakan untuk keperluan utilitas berasal dari sungai yang tidak terlalu jauh dengan lokasi pabrik. Air tersebut akan digunakan sebagai :

a) Air pendingin

Ada beberapa faktor yang menyebabkan air digunakan sebagai media pendingin, yaitu :

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar.
- Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi dan tidak terdekomposisi.
- Tidak mengalami penyusutan yang berarti dalam batasan dengan adanya temperatur pendinginan.

b) Air umpan boiler

Dalam penanganan air umpan boiler, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- Kandungan senyawa yang menimbulkan korosi

Kandungan senyawa asam dan garam dapat menimbulkan korosi pada alat boiler.

- Kandungan senyawa yang menimbulkan kerak (*scale reforming*)

Kerak terbentuk karena adanya kesadahan dan paparan suhu tinggi, biasanya berupa garam-garam silikat dan karbonat. Kerak tersebut menyebabkan isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat dan apabila kerak tersebut pecah dapat menimbulkan kebocoran.

- Kandungan senyawa yang menyebabkan pembusaan (*foaming*)

Pembusaan dapat terjadi karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat tidak larut dalam jumlah yang besar dan pada alkalinitas tinggi. Air umpan

boiler yang disediakan untuk kebutuhan proses adalah excess 10% dari kebutuhan total boiler. Sehingga kebutuhan air umpan boiler berdasarkan perhitungan adalah sebanyak 35.102,65 kg/jam.

- Air konsumsi dan sanitasi

Air yang digunakan untuk keperluan konsumsi dan sanitasi harus memenuhi beberapa syarat yang meliputi syarat fisik, syarat kimia, dan syarat bakteriologis.

1. Syarat fisik
   - Suhunya sama dengan suhu lingkungan
   - Berwarna jernih
   - Tidak berbau
2. Syarat kimia
   - Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik
   - Tidak beracun
3. Syarat bakteriologis
   - Tidak mengandung bakteri-bakteri yang membahayakan tubuh

4.6.1.1. Pengolahan Air

Sebelum digunakan, air perlu diolah terlebih dahulu secara fisika maupun kimia. Hal ini bertujuan untuk menyediakan air yang sesuai dengan baku mutu air yang diperbolehkan maupun syarat air yang dapat digunakan untuk alat *heat exchanger*. Tahapan-tahapan pengolahan air ini meliputi:

1. *Clarifier*

Clarifier merupakan alat/tempat untuk menjernihkan air baku yang keruh dengan cara melakukan pengendapan. Mula-mula air sungai diumpankan ke tangki terlebih dahulu. Setelah itu diaduk dengan kecepatan tinggi dan ditambahkan bahan – bahan kimia. Bahan – bahan kimia yang digunakan adalah $Al_2(SO_4).18H_2O$ dan Na_2CO_3 yang berfungsi sebagai flokulan.

Pada *clarifier,* partikel padat seperti pasir dan kerikil akan diendapkan dengan cara injeksi alum ($Al_2(SO_4).18H_2O$) sehingga membentuk flok. Selain itu ditambahkan NaOH sebagai pengatur pH. Air tersebut kemudian dialirkan ke bagian tengah *clarifier* untuk proses diaduk. Selanjutnya air akan keluar melalui pinggiran *clarifier* sebagai *overflow,* sedangkan flok yang terbentuk atau *sludge* akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala pada waktu yang telah ditentukan.

2. Penyaringan

Air dari *clarifier* kemudian dialirkan menuju *sand filter.* Hal ini bertujuan untuk memisahkan partikel – partikel padatan yang masih terbawa. Kemudian air tersebut dialirkan menuju *filter water reservoir* sebelum distribusikan menuju unit demineralisasi. *Back washing* pada *sand filter* dilakukan secara berkala dengan tujuan menjaga kemampuan penyaringan alat.

3. Demineralisasi

Pada unit ini terjadi penghilangan kandungan mineral-mineral dalam air seperti Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Fe^{2+}, Al^{3+}, HCO^{3-}, SO_4^{2-}, Cl^{-} dengan bantuan resin. Air yang dihasilkan berupa air bebas mineral yang sebagian diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler dan sisanya sebagai air proses. Demineralisasi perlu dilakukan karena dapat mencegah timbulnya kerak dan korosi pada ketel uap (boiler) maupun *heat exchanger*. Proses-proses dimenarilisasi air umpan :

- Mula-mula air diumpankan ke *cation exchanger* yang berfungsi untuk menukar ion-ion positif/kation (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Fe^{2+}, Al^{3+}) menjadi anion dan ion H^{+}. Alat ini sering disebut *softener* yang mengandung resin jenis *hydrogen-zeolite.* Resin yang berada didalam *cation exchanger* berupa ion H^{+} berfungsi sebagai pengganti kation yang dikandung dalam air. Pada keluaran *cation exchanger* air mengandung. Berikut adalah reaksi yang terjadi didalam *cation exchanger* :

  $$CaCO_3 \longrightarrow Ca^{2+} + CO_3^{-} \quad (4.1)$$

  $$MgCl_2 + R - SO_3 \longrightarrow MgRSO_3 + Cl^{-} + H^{+} \quad (4.2)$$

  $$Na_2SO_4 \text{ (resin)} \longrightarrow Na^{2+} + SO_4^{2-} \quad (4.3)$$

  Tertukarnya ion H^{+} dari kation-kation yang ada dalam air umpan, menyebabkan air keluaran *cation exchanger* mempunyai pH 3,7 dan *Free Acid Material* $CaCO_3$ sekitar 12 ppm. *Free Acid Material* merupakan salah satu parameter untuk mengukur tingkat kejenuhan resin. Normalnya sebesar 12 ppm. Apabila FMA turun dapat dikatakan resin telah jenuh

sehingga perlu diregenerasi dengan H_2SO_4 dengan konsentrasi 4 %, reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$Mg + RSO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow R_2SO_3H + MgSO_4 \quad (4.4)$$

- Selanjutnya air dialirkan menuju *degassifier*. Alat ini berfungsi untuk menghilangkan gas CO_2 dengan cara menggelembungkan udara ke dalam air menggunakan blower.
- Air diumpankan ke *anion exchanger* yang berfungsi sebagai alat penukar anion-anion (HCO^{3-}, $SO4^{2-}$, Cl^-,NO^{3+}, dan CO^{3-}) yang terdapat di dalam air umpan. Di dalam *anion exchanger* mengandung resin jenis *Weakly Basic Anion Exchanger* (WBAE) dimana anion-anion dalam air umpan ditukar dengan ion OH^- dari asam-asam yang terkandung di dalam umpan *exchanger* menjadi bebas dan berkaitan dengan OH^- yang lepas dari resin yang mengakibatkan terjadinya netralisasi sehingga pH air keluar *anion exchanger* kembali normal, kemudian ada penambahan konsentrasi OH^- sehingga pH akan cenderung basa.Batasan yang diijinkan pH (8,8 - 9,1), kandungan Na^+ = 0,08 - 2,5 ppm. Kandungan silica pada air keluaran *anion exchanger* merupakan titik tolak bahwa resin telah jenuh (12 ppm). Resin diregenerasi menggunakan larutan NaOH 4%. Air keluaran *cation* dan *anion exchanger* ditampung dalam tangki air demineralisasi sebagai penyimpan sementara sebelum dipakai sebagai air proses dan sebelum diproses lebih lanjut di unit deaerator.

4. Daerator

Setelah diolah pada unit demineralisasi, air masih mengandung gas gas terlarut terutama O_2. Apabila gas-gas tersebut dibiarkan dengan kadar yang tinggi dapat menyebabkan korosi. Adapun cara yang dilakukan untuk mengurangi kadar gas-gas tersebut, yaitu proses mekanis dan kimiawi. Proses mekanis dilakukan dengan cara mengontakkan air umpan dengan uap bertekanan rendah, sehingga sebagian besar gas dapat terlarut dalam air dan terlepas menuju atmosfer. Selanjutnya dilakukan proses kimiawi dengan ditambahkan bahan kimia *hidrazin* (N_2H_4). Adapun reaksi yang terjadi adalah:

$$2N_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2N_2 \qquad (4.5)$$

4.6.1.2. Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 4.10. Kebutuhan air pembangkit *steam*

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
HE-01	8747,92
HE-02	7073,19
HE-03	1,05
HE-05	692,43
HE-06	1.070,16
RB-01	11.458,10
RB-02	209,36
Total	**29.252,21**

Air pembangkit *steam* sebanyak 90% digunakan kembali, maka *make up* yang diperlukan adalah sebanyak 10%. Sehingga *make up steam* sebesar

= 10% x 29.252,21 kg/jam= 5.850,44 kg/jam

- *Blowdown* 10%

= 10% x 29.252,21 kg/jam= 5.850,44 kg/jam

Jumlah air *make up*

= 5.850,44 kg/jam + 5.850,44 kg/jam= 11.700,88 kg/jam

2. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4.11. Kebutuhan air pendingin

Nama Alat	**Kebutuhan (kg/jam)**
HE-04	17.914,69
HE-07	15.745,64
HE-08	6.882,49
CD-01	23.501,15
CD-02	2.304,95
Jaket reaktor	3.092,97
Total	**68.497,04**

- Jumlah air yang menguap (We)

= 0,00085 x 68.497,04 kg/jam x 55,80= 3.248,81 kg/jam

- *Blowdown* (Wb)

= 3.248,81 kg/jam / (5-1)=812,20 kg/jam

- Jumlah air yang terbawa aliran keluar tower (Wd)

= 0,15% x 68.497,04 kg/jam= 102,75 kg/jam

- Jumlah air *make up*

= 4.176,02 kg/jam

3. Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

Asumsi kebutuhan air 1 orang = 100 kg/hari (Sularso, 2000)

Jumlah karyawan = 150 orang

Tabel 4.12. Kebutuhan air perkantoran dan rumah tangga

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
1	Karyawan	15.000
2	Pemadam kebakaran	1000
3	Laboratorium	500
4	Bengkel	200
5	Poliklinik	300
6	Kantin, mushola, taman, dll	1.500
Jumlah		**18.500**

Total kebutuhan air

= (29.252,21 + 11.700,88 + 68.695,52 + 4.176,02 + 18.500/24) kg/jam

= 108.745,03 kg/jam

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

Unit penyediaan steam merupakan unit yang bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam selama proses produksi. Steam tersebut digunakan sebagai pemanas pada heat exchanger maupun reboiler. Untuk mengubah air menjadi steam jenuh dipilih boiler jenis *Water Tube* berkapasitas 42.123,18 kg/jam dengan kondisi operasi :

Tekanan = 10,41 atm

T_1 (suhu air) = 32°C

T_2 (steam jenuh) = 183°C

T_{avg} = 107,5°C

Beban panas boiler=105.327.739,27 BTU/jam

Pada *water tube boiler*, air umpan boiler dialirkan melalui susunan pipa, sedangkan pembakaran gas terjadi pada sisi barel. Karakteristik pada jenis ini ialah mampu menghasilkan jumlah steam yang relatif banyak, mempunyai kapasitas yang besar, nilai efisiensi relatif tinggi, serta tungku pembakaran mudah untuk dijangkau saat akan dibersihkan.

4.6.3. Unit Pembangkit dan Pendistribusian Listrik (*Power Plant and Power Distribution System*)

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses maupun penerangan. Kebutuhan listrik dalam pabrik dipenuhi dari PLN dan generator. Dengan adanya cadangan dari generator sebesar 93,03 kW, kebutuhan listrik tetap terpenuhi apabila sewaktu-waktu terdapat gangguan dari PLN.

Tabel 4.13. Kebutuhan listrik alat proses dan utilitas

Nama Alat	Daya (HP)
P-01	0,5
P-02	0,25
P-03	0,05
P-04	2
P-05	0,08
P-06	0.08
P-07	1,5
P-08	1,5
P-09	3
P-10	2
P-11	0,75
PMT-01	1

CF-01	20
PU-01	5
PU-02	2
PU-03	3
PU-04	1
PU-05	0,33
PU-06	1,5
PU-07	1
PU-08	0,05
PU-09	1
PU-10	0,05
PU-11	0,05
CT-01	6
Total	**52,11**

Kebutuhan listrik untuk penerangan = 9,70 kW

Kebutuhan listrik kantor (AC, komputer) = 13,5 kW

Total kebutuhan listrik = 38,86 kW + 9,70 kW + 13,5 Kw = 62,06 kW

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

Untuk menggerakkan instrumen-instrumen digunakan udara tekan. Udara tekan didistribusikan pada tekanan 15-20 psig dalam kondisi bersih. Mekanisme untuk memuat udara tekan yaitu dengan cara menekan udara lingkungan menggunakan kompresor (CP-01) yang dilengkapi dengan filter (penyaring) udara hingga mencapai tekanan 20 psig. Total kebutuhan udara tekan untuk pabrik ini sebesar 42 m^3/jam.

4.6.5. Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar yang digunakan pada boiler dan pembangkit generator. Jenis bahan bakar yang dipilih adalah solar, dengan spesifikasi :

Specific gravity = 0,87

Densitas = 870 kg/m^3

Heating value =18774,94 BTU/lbm

Alasan pemilihan bahan bakar tersebut antara lain karena mudah didapat, ekonomis, dan mudah dalam penyimpanan. Kebutuhan bahan bakar didapatkan dari PT. PERTAMINA (Persero) sebanyak 0,0088 m^3/jam dan disimpan dalam tangki bahan bakar.

4.6.6. Unit Pengolahan Limbah

Unit pengolahan limbah bertujuan untuk mengolah limbah yang dihasilkan dalam pabrik, sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar. Limbah yang dihasilkan meliputi :

1. *Recycle purging* yang terdiri dari propilen oksida, etilen oksida, propionaldehid, air, metanol, metil format sebanyak 3,5 kg/jam.
2. Air buangan sanitasi yang berasal dari toilet, dapur, dan pencucian. Limbah tersebut dikumpulkan dalam unit stabilisasi kemudian diolah dengan lumpur aktif, aerasi, dan injeksi klorin. Klorin berfungsi sebagai desinfektan yang dapat membunuh mikroorganisme penyebab penyakit.
3. Air sisa pencucian peralatan yang mengandung minyak. Minyak tersebut berasal pelumas peralatan maupun tumpahan saat pengisian bahan bakar. Pemisahan antara air dan minyak didasarkan pada perbedaan berat jenis. Minyak yang berada dibagian atas dialirkan menuju tungku pembakaran,

kemudian air yang berada di bagian bawah dialirkan menuju penampungan akhir dan dibuang.

4. Air buangan utilitas yang berasal dari unit demineralisasi dan sisa regenerasi resin. Air ini bersifat asam atau basa sehingga diperlukan penetralan (hingga pH 7) menggunakan H_2SO_4 atau NaOH sebelum dialirkan menuju penampungan akhir dan dibuang.

4.7. Laboratorium

Laboratorium merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi. Laboratorium sebagai sarana untuk melakukan riset atau penelitian mengenai pengendalian bahan baku, bahan penunjang, proses maupun produk. Disamping itu berperan dalam pengendalian pencemaran lingkungan, baik udara maupun limbah cair, sehingga dapat meningkatkan dan menjaga kualitas produksi perusahaan.

Laboratorium dibawah bagian produksi sistem kerjannya terbagi menjadi dua kelompok, yaitu *non-shift* dan *shift*. Tugas kelompok non-shift antara lain :

- Menyiapkan reagen untuk analisa laboratorium.
- Menganalisa bahan baku, bahan penunjang, dan produk.
- Menganalisa limbah yang menyebabkan pencemaran.
- Melakukan penelitian dan percobaan untuk kelancaran proses produksi.

Analisa yang dilakukan kelompok *non-shift* adalah analisa khusus yang sifatnya tidak rutin. Sedangkan tugas kelompok shift antara lain :

- Menganalisa bahan baku, bahan penunjang, dan produk.
- Menganalisa limbah yang menyebabkan pencemaran.
- Melakukan pemantauan *performance* proses produksi terhadap pencemaran lingkungan.
- Melakukan pemantauan mutu air yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

Analisa yang dilakukan kelompok *shift* bersifat rutin. Berbeda dengan kelompok *non-shift* yang bekerja seperti karyawan kantor, kelompok *shift* bekerja selama 24 jam/hari, sehingga diperlukan pembagian shift.

4.8. Keamanan, Kesehatan, dan Keselamatan Kerja (K3)

Keamanan, kesehatan dan keselamatan kerja merupakan perlindungan tenaga kerja dalam menjalankan aktivitas di lingkungan kerja yang menyangkut resiko baik jasmani dan rohani para pekerja. Perlindungan bagi pekerja merupakan kewajiban perusahaan demi menjaga lingkungan dan mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Dalam pelaksanaanya, setiap karyawan diwajibkan menggunakan *safety eqiupment* ketika berada di area produksi. *Safety equipment* yang dikenakan seperti sepatu safety, kacamata, *ear plug*, masker, helm, serta alat bantu pernafasan apabila udara sekitar kotor dan beracun.

Untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan cara melengkapi semua mesindan peralatan kerja yang digunakan oleh para karyawan dengan alat yang dapat mencegah atau menghentikan kecelakaan dan gangguan keamanan kerja, seperti alat pemadam kebakaran. Pendidikan dan pelatihan

kepada para pekerja juga diperlukan sehingga para karyawan dapat menerapkan kebiasaan cara bekerja yang aman.

4.9. Manajemen Perusahaan

4.9.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik propilen glikol yang akan didirikan, mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT.)
- Kapasitas produksi : 75.000 ton/tahun
- Lokasi : Gresik, Jawa Timur

Alasan dipilihnya bentuk Perseroan Terbatas pada perusahaan ini dilatar belakangi atas beberapa pertimbangan-pertimbangan antara lain :

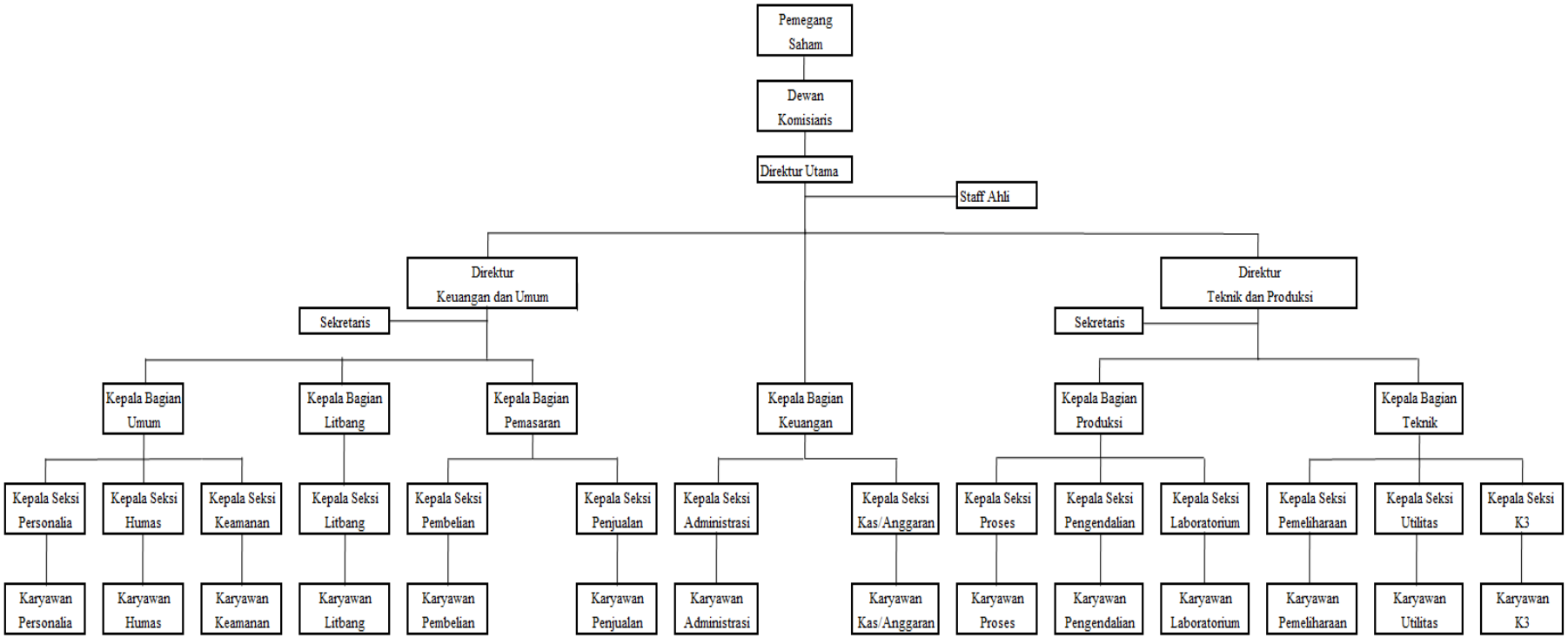
1. Mudah mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staff yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staff dan karyawan.
5. Efisiensi dari manajemen para pemegang saham duduk dalam dewan komisaris dan dewan komisaris ini dapat memilih dewan direksi diantaranya Direktur utama yang cukup berpengalaman.

6. Lapangan usaha lebih luas.

4.9.2. Struktur Oganisasi

Untuk menjalin komunikasi dan kerjasama yang baik antar karyawan, maka diperlukan suatu struktur organiasi. Struktur organisasai ini didasarkan pada bentuk dan kebutuhan perusahaan. Jenjang kepimpinan dalam struktur organisasi meliputi :Pemegang Saham

a. Dewan Komisaris
b. Direktur Utama
c. Direktur
d. Kepala Bagian
e. Kepala Seksi
f. Karyawan dan Operator



Gambar 4.5. Struktur Organisasi Perusahaan

4.9.3. Tugas dan Wewenang

4.9.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham atau pemilik saham memegang kekuasaan tertinggi dalam suatu perusahaan. Pemegang saham terdiri dari beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk Tugas dan wewenang pemegang saham antara lain :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris maupun Direktur
2. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

4.9.3.2. Dewan Komisiaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemegang saham. Tugas dan wewenang dewan komisiaris antara lain :

1. Melakukan penilaian dan persetujuan rencana direksi mengenai kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber dana, dan arah pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.

4.9.3.3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada pemegang saham dan dewan komisiaris terhadap segala kebijakan perusahaan yang telah diambil. Tugas dan wewenang direktur umum antara lain :

1. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan, sehingga komunikasi antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen dapat berlangsung dengan baik.
2. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.

4.9.3.4. Kepala Bagian

Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur utama. Tugas umum kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan kerja sesuai bidangnya. Berdasarkan bidangnnya, kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Umum

Tugas kepala bagian umum antara lain mengatur hubungan antara perusahaan dengan karyawan maupun konsumen, serta menjaga keamanan baik internal dan eksternal yang berkaitan dengan perusahaan. Dalam pelaksanaannya, kepala bagian umum membawahi seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

2. Kepala Bagian Litbang

Kepala bagian litbang bertugas untuk mengatur kelancaran dalam penelitian-penelitian dan pengembangan yang dilakukan perusahaan. Kepala bagian ini membawahi seksi litbang.

3. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala bagian pemasaran bertugas untuk mengatur kelancaran dalam pembelian bahan baku dan pemasaran hasil produksi. Kepala bagian ini membawahi seksi pembelian dan seksi penjualan.

4. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada direktur dalam bidang administrasi dan keuangan serta membawahi seksi administrasi dan seksi keuangan.

5. Kepala Bagian Produksi

Tugas kepala bagian produksi adalah mengatur kelancaran produksi termasuk pemeriksaan mutu. Kepala bagian produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

6. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik adalah mengatur kegiatan yang berhubungan dengan peralatan proses, utilitas, dan fasilitas yang berhubungan dengan keselamatan kerja. Kepala bagian teknik membawahi seksi pemeliharaan, seksi utilitas, dan seksi keselamatan kerja.

4.9.3.5. Kepala Seksi

Kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing-masing sesuai dengan bidangnya. Tugas kepala seksi yaitu mengatur dan melakukan koordinasi secara langsung kepada karyawan setiap seksi. Berdasarkan bidangnya, kepala seksi terdiri dari :

1. Kepala Seksi Personalia
2. Kepala Seksi Humas
3. Kepala Seksi Keamanan
4. Kepala Seksi Litbang
5. Kepala Seksi Pembelian
6. Kepala Seksi Penjualan
7. Kepala Seksi Administrasi
8. Kepala Seksi Kas/Anggaran
9. Kepala Seksi Proses
10. Kepala Seksi Pengendalian
11. Kepala Seksi Laboratorium
12. Kepala Seksi Pemeliharaan
13. Kepala Seksi Utilitas
14. Kepala Seksi K3

4.9.4. Jam Kerja Karyawan

Pabrik propilen glikol akan beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam dalam 1 hari. Untuk perbaikan, perawatan, dan *shutdown* dilakukan pada sisa hari diluar hari libur. Karena proses produksi berlangsung secara *continue*, maka karyawan dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu karyawan *shift* dan *non-shift*.

Bagi karyawan *non shift* pada saat hari libur nasional tidak masuk kerja. Berbeda dengan karyawan *shift*, pada saat hari libur harus tetap bekerja

dengan catatan hari tersebut dapat diperhitungkan sebagai jam lembur. Setiap karyawan mendapatkan hak cuti sebanyak 12 hari setiap tahunnya.

4.9.4.1. Karyawan *non shift*

Karyawan *non shift* dalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Karyawan yang termasuk karyawan *non-shift* adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta seluruh yang tugasnya berada dikantor. Dalam 1 minggu diberlakukan 5 hari kerja, dengan jadwal sebagai berikut :

- Hari Senin – Kamis

  Jam kerja : 08.00 – 16.00

  Jam Istirahat : 12.00 – 13.00

- Hari Jum'at

  Jam Kerja : 08.00 – 16.00

  Jam Istirahat :11.30 – 13.00

4.9.4.2. Karyawan *shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang menangani proses produksi secara langsung, sehingga tidak dapat ditinggalkan. Karyawan yang termasuk dalam kelompok ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian utilitas, pengendalian, laboratorium, termasuk petugas keamanan yang menjaga keamanan selama proses produksi

berlangsung. Dalam 1 hari mereka bekerja secara bergantian selama dengan jadwal sebagai berikut :

- *Shift* Pagi : Jam 07.00 – 15.00
- *Shift* Sore : Jam 15.00 – 23.00
- *Shift* Malam : Jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 kelompok (A / B / C / D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga kelompok masuk dam ada satu kelompok yang libur. Jadwal pembagian kerja masing-masingkelompok ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 4.14. Jadwal shift kerja karyawan

Shift	Hari ke-														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pagi	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B
Siang	B	A	A	A	A	A	A	D	D	D	D	D	C	C	C
Malam	C	C	C	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	D	D
Libur	A	B	B	C	C	D	A	A	B	B	C	D	D	A	A

Shift	Hari ke-														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pagi	A	A	A	A	A	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C
Siang	C	C	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	D	D	D
Malam	D	D	D	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	A	A
Libur	B	B	C	D	D	A	A	B	C	C	D	D	A	B	B

4.10. Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi merupakan aspek yang penting dalam pendirian suatu pabrik. Dengan adanya evaluasi ekonomi dapat diperkirakan modal investasi dalam pendirian suatu pabrik.Selain itu dapat diketahui layak dan tidak layaknya pabrik untuk didirikan. Hal-hal yang perlu ditinjau dalam menghitung evaluasi ekonomi antara lain :

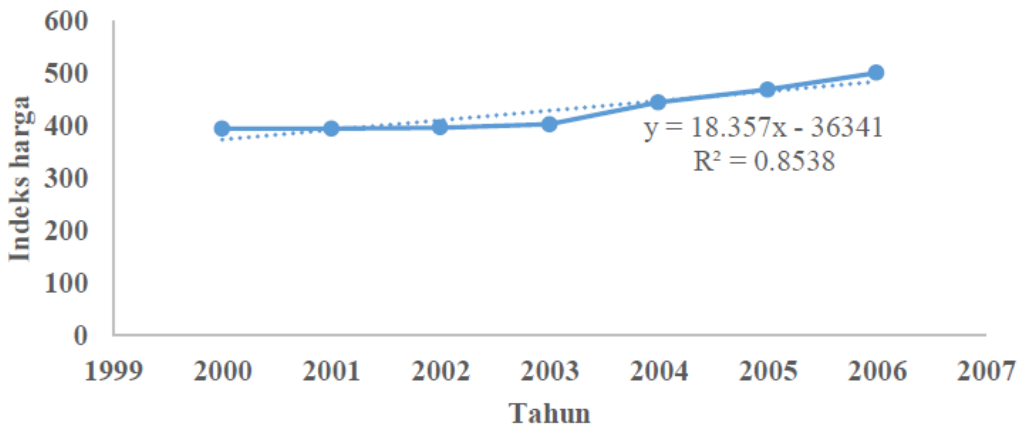
a. Modal keseluruhan (*Total Capital Investment*)
b. Biaya produksi (*Manufacturing Cost*)
c. Pengeluaran umum (*General Expense*)
d. Analisa keuntungan
e. Analisa kelayakan

4.10.1. Perkiraan Harga Alat

Dalam evaluasi ekonomi harga alat diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.Tahun analisa perancangan pabrik ini yaitu pada tahun 2021.

Tabel 4.15. Harga index CEPCI

Tahun	Index CEPCI
2000	394
2001	394
2002	396
2003	402
2004	444
2005	468
2006	500



Gambar 4.6. Hubungan Tahun terhadap Index CEPCI

Dengan asumsi bahwa perubahan index harga peralatan tiap tahun adalah linier, sehingga diperoleh index harga peralatan pada tahun 2021 adalah sebesar 758,497. Contoh perhitungan untuk alat reaktor :

Volume = 3,60 m^3

P desain = 223,07 psi = 15,37 bar

Harga = 20 $/$m^3$ (Appendix A-Fig. A.16 Turton)

Cp° (2001)= 3,60 m^3 x 20 $/$m^3$ = 720,79 $ = Rp 1.009.000,-

C1 = -

C2 = -

C3 = 1

$$log_{10}Fp = C_1 + C_2 log_{10}P + C_3(log_{10}P)^2 \quad (4.6)$$

Fp = 394.33

B1 = 2,25

B2 = 1,82

$$C_{BM} = Cp^0(B_1 + B_2 + F_M F_P) \quad (4.7)$$

Cp (2001) = Rp 2.899.121.000,-

Sehingga harga reaktor pada tahun 2021 = Rp 5.581.155.000,-

Biaya pembelian alat proses = Rp 86.787.650.000,-

Biaya pembelian alat utilitas = Rp 104.520.694.000,-

Estimation cost (EC) = Rp 191.308.344.000,-

4.10.2. Total Capital Investment

4.10.2.1. Fixed Capital Investment (FCI)

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik secara fisik (belum beroperasi). *Fixed Capital Investment* terdiri dari biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

a. Biaya Langsung (Direct Cost)

- Biaya Pengadaan Peralatan (*Purchased Equipment Cost*)

Biaya pengadaan peralatan adalah biaya pembelian peralatan dari *seller* ke lokasi pabrik. Biaya ini terdiri dari :

Transportasi menuju pelabuhan = 10% x EC = Rp 19.130.834.000,-

Asuransi pengangkutan = 0,5% x EC = Rp 956.542.000,-

Transportasi ke lokasi = 5% x EC = Rp 9.565.417.000,-

Biaya pembelian alat (PEC) = Rp 220.961.138.000,-

- Biaya Pemasangan Alat (*Equipment Installation Cost*)

Pemasangan peralatan meliputi biaya pekerja, pondasi, penyangga, podium, biaya kontruksi dan faktor lain yan berhubungan langsung dengan pemasangan peralatan. Meliputi pemasangan, pengecatan, dan isolasi peralatan. Besarnya biaya pemasangan sekitar 25 - 55 % dari biaya peralatan (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya pemasangan= 40 % x PEC = Rp 88.384.455.000,-

- Biaya Instrumentasi dan Kontrol

Biaya total instrumentasi tergantung pada jumlah kontrol yang diperlukan dan sekitar 6 – 30 % dari harga total peralatan (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya instrumentasi dan kontrol = 20 % x PEC = Rp 44.192.228.000,-

- Biaya Perpipaan (*Piping Cost)*

Biaya perpipaan ini meliputi biaya pekerja pembungkus pipa, valve, fitting, pipa, penyangga, dan lainnya yang termasuk dalam pemasangan semua pipa yang digunakan secara langsung dalam proses. Besarnya biaya perpipaan sekitar 10 - 80 % dari biaya peralatan (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya perpipaan = 40 % x PEC = Rp 88.384.455.000,-

- Biaya Instalasi Listrik (*Electrical Installation Cost*)

Biaya untuk intalasi listrik meliputi pekerja instalasi, material untuk daya dan lampu, serta biaya servis. Besarnya sekitar 10 -4 0 % dari total biaya peralatan (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya instalasi listrik = 40 % x PEC = Rp 88.384.455.000,-

- Biaya Bangunan (*Building Including Services*)

Biaya untuk bangunan terdiri dari biaya pekerja, material, dan persediaan yang yang terpasang pada seluruh gedung dalam pabrik. Besarnya sekitar 10 - 70 % dari biaya total alat (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya bangunan = 60 % x PEC = Rp 13.576.683.000,-

- Pengembangan Lahan (*Yard Improvment*)

Biaya ini meliputi biaya untuk pagar, sarana edukasi, fasilitas olahraga, jalan raya, jalan alternatif, pertamanan, dan lainnya. Dalam industri kimia nilainya sekitar 10 - 20 % dari total biaya peralatan (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya pengembangan lahan = 10 % x PEC = Rp 22.096.114.000,-

- Lahan (*Land*)

Biaya untuk lahan tergantung pada lokasi properti dan nilainya dapat bervariasi tergantung faktor biaya per hektar.Untuk harga tanah di daerah industri Gresik berkisar antara Rp 7.000.000/m^2.

Biaya lahan = 23.780 m^2 x Rp 7.000.000/m^2 = Rp 167.090.000.000,-

- *Service Facilities*

Biaya ini meliputi perawatan fasilitas-fasilitas yang ada di dalam pabrik. Dalam industri kimia nilainya sekitar 30 – 80 % dari total pembelian alat (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya *service facilities* = 40 % x PEC= Rp 88.384.455.000,-

Sehingga total biaya *direct cost* (DC) sebesar = 719.492.844.000,-

b. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

- Biaya Teknik dan Supervisi (*Engineering and Supervision Cost*)

Biaya teknik dan supervisi berkaitan dengan desain kontruksi dan teknik, gambar, akuntansi, travel, reproduksi, komunikasi, dan biaya kantor pusat. Besarnya sekitar 5 - 30 % dari total biaya langsung (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya teknik dan supervise = 10 % x DC = Rp 71.949.284.000,-

- Biaya Konstruksi (*Contruction Cost*)

Biaya ini bervariasi pada situasi yang berbeda-beda, namun dapat diperkirakan sekitar 6 - 30 % dari total biaya langsung (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya konstruksi= 20 % x DC = Rp 143.898.569.000,-

- Biaya Jasa Kontraktor (*Contractor's Fee*)

Biaya ini bervariasi pada situasi yang berbeda-beda, namun dapat diperkirakan sekitar 2 - 8 % dari total biaya (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya jasa kontraktor = 8 % x DC = Rp 57.559.428.000,-

Sehingga total biaya *indirect cost* (IC) sebesar = Rp 273.407.281.000,-

Indirect Cost= Direct Cost + 15 % FCI (4.8)

Sehingga FCI = Rp1.168.117.794.000,-

- Biaya Tak Terduga (*Contingencies*)

Faktor biaya tak terduga biasanya dilibatkan dalam estimasiinvestasi modal untuk menjamin kejadian yang tak terduga, seperti adanya bencana badai dan banjir, perubahan harga, perubahan desain yang kecil, kesalahan dalam estimasi, dan biaya tak terduga lainnya. Biaya ini berkisar 5 - 15 % dari total FCI (Peters &Timmerhaus, 1991).

Biaya tak terduga = 10 % x FCI = Rp 116.811.779.000,-

- *Plant start up*

Sebelum pabrik beroperasi, kemungkinan akan ada perubahan-perubahan yang bertujuan untuk mengoptimumkan kondisi desain. Perubahan itu meliputi material, peralatan dan kerugian bila kapasitas pabrik menurun. Biaya ini berkisar 0 – 12 % dari modal tetap (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya start up = 5 % x FCI = Rp 58.405.890.000,-

4.10.2.2. Working Capital Investment (WCI)

Working capital investment pada industri pabrik terdiri dari total uang yang diinvestasikan untuk :

- Stok bahan baku dan persediaan
- Stok produk akhir dalam proses yang sedang dibuat
- Uang diterima (*account receivable*)
- Uang terbayar (*account payable*)

- Pajak terbayar (*taxes payable*)

Perbandingan *working capital investment* terhadap *total capital investment* bervariasi pada setiap perusahaan, namun sebagian besar pabrik kimia menggunakan *working capital investment* awal sebesar 10 - 20 % dari *total capital investment*(Peters & Timmerhaus, 1991).

WCI = 15% x Total Capital Investment (TCI) (4.9)

TCI = FCI + 0,15 TCI = Rp 1.374.256.229.000,-

WCI = Rp 206.138.434.000,-

Tabel 4.16. Rincian *total cost investment*

Jenis Pengeluaran	**Biaya (Rp)**
1. *Direct Cost*	
Biaya Pengadaan Peralatan (*Purchased Equipment Cost*)	220.961.138.000,-
Biaya Pemasangan Alat (*Equipment Installation Cost*)	88.384.456.000,-
Biaya Instrumentasi dan Kontrol	44.192.228.000,-
Biaya Perpipaan (*Piping Cost*)	88.384.455.000,-
Biaya Instalasi Listrik (*Electrical Installation Cost*)	88.384.455.000,-
Biaya Bangunan (*Building Including Services*)	132.576.683.000,-
Pengembangan Lahan (*Yard Improvment*)	22.096.114.000,-
Service Facilities	88.384.455.000,-
Lahan (*Land*)	167.090.000.000,-
Total *Direct Cost*	**940.453.982.000,-**
2. *Indirect Cost*	
Biaya Teknik dan Supervisi (*Engineering and Supervision Cost*)	71.949.284.000,-
Biaya Konstruksi (*Contruction Cost*)	143.898.569.000,-
Biaya Jasa Kontraktor (*Contractor's Fee*)	57.559.428.000,-
Biaya Tak Terduga (*Contingencies*)	116.811.779.000,-
Plant start up	58.405.890.000,-
Total *Indirect Cost*	**448.624.950.000,-**
Fixed Capital Investment (FCI)	1.168.117.794.000,-
Working Capital Investment (WCI)	206.138.434.000,-
Total Cost Invesment (TCI)	**1.374.256.229.000,-**

4.10.3. Total Production Cost

4.10.3.1. Manufacturing Cost (MC)

Manufacturing cost merupakan biaya yang dikeluarkan untuk proses pembuatan produk yang terdiri dari *Direct manufacturing cost*, *Fixed charges*, dan *Plant overhead*.

a. Direct Manufacturing Cost

Direct manufacturing cost merupakan biaya yang berhubungan langsung dengan operasi manufaktur atau pembuatan suatu produk.

- Bahan Baku (*Raw Material*)

Dalam industri kimia, salah satu biaya utama dalam kelangsungan produksi adalah pembelian bahan baku. Jumlah bahan baku yang harus disuplai per satuan waktu atau per satuan produk dapat ditentukan dari proses neraca massa.

Tabel 4.17. Biaya pembelian bahan baku

Komponen	Harga ($/Kg)	Massa (Kg/jam)	Biaya (Rp/tahun)
Propilen Oksida	1,3	8.866,61	1.281.355.251.000,-
Metil Format	1,5	0,47	78.045.000,-
Total			**1.281.433.296.000**

Sehingga biaya untuk pembelian bahan baku sebesar = Rp 1.281.433.296.000

- Utilitas (*Utilities*)

Biaya untuk utilitas terdiri dari biaya pengolahan air, biaya pembangkit steam, biaya pembangkit listrik, dan bahan bakar.

Tabel 4.18. Biaya keperluan utilitas

Komponen	Harga ($/Kg)	Massa (Kg/jam)	Biaya (Rp/tahun)
Alum	0,4	4,14	184.168.000,-
Soda kaustik (NaOH)	0,8	5,24	465.872.000,-
Kaporit	1,3	0,14	20.051.000,-
Solar (Rp/L)	11.893,91	9,37	882.290.000,-
Hidrazin (N_2H_2)	0,117	0,01	129.000,-
NaCl	0,69	0,32	24.926.000,-
NaH_2PO_4	1,2	0,03	3.981.000,-
Inhibitor (Natrium fosfat)	1,23	0,03	4.081.000,-
	Total		**1.585.498.000,-**

Sehingga biaya untuk keperluan utilitas sebesar = Rp 1.585.498.000,

- Pekerja Operasi (*Operating Labor*)

Dalam industri kimia, salah satu biaya utama dalam operasi produksi adalah biaya pekerja operasi yang nilainya sebesar 10 - 20 % (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya pekerja operasi (OL) = 15 % x TPC = Rp 59.011.492.000,-

- *Direct Supervisory*

Sejumlah supervisor secara langsung diperlukan untuk operasi manufaktur, Jumlah kebutuhan pegawai ini berhubungan erat dengan jumlah pekerja operasi, kompleksitas operasi, dan standar kualitas produk. Besarnya biaya direct supervisory 10 - 25 % (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya direct supervisory = 1,5 % x TPC = Rp 32.227.890.000,-

- Perawatan dan Perbaikan (*Maintenence and Repair*)

Biaya perawatan dan perbaikan meliputi biaya untuk pekerja, material, dan supervisor. Biaya tahunan perawatan dan perbaikan untuk industri kimia berkisar 2 - 10% dari fixed capital investment (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya perawatan dan perbaikan (MR) = 7 % x FCI = Rp 81.768.246.000,-

- *Operating Supplies*

Dalam beberapa operasi manufaktur, persediaan penunjang proses produksi dibutuhkan untuk menjaga fungsi proses secara efisien, misalnya pelumas untuk peralatan proses. Biaya tahunan untuk tipe ini sekitar 10 - 20 % dari perawatandan perbaikan (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya *operating supplies* = 10 % x MR = Rp 8.176.825.000,-

- *Laboratory Charges*

Biaya tes laboratorium untuk kontrol operasi dan untuk control kualitas produk dimasukkan dalam biaya *laboratory charges*. Biaya ini umumnya dihitung dengan memperkirakan jam pekerja yang terlibat dan mengalikannya dengan tingkat yang sesuai. Nilainya berkisar 10 - 20 % dari OL atau 20 % dari TPC (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya laboratory charges = 20 % x TPC = Rp 78.681.989.000,-

- Royalti dan Paten

Biaya dipersiapkan untuk pembayaran paten dan royalti, karena pabrik beroperasi berdasarkan proses yang telah dipatenkan. Dan telah terdapat pabrik dengan proses yang serupa di Cina. Besarnya biaya untuk pembayaran paten dan royalti sekitar 0 – 6 % dari TPC (Peters &Timmerhaus, 1991).

Biaya paten dan royalti = 2 % x TPC =Rp 7.868.199.000,-

Direct Manufacturing Cost (DMC) = MR + OS + (38 % x TPC) (4.10)

Sehingga total direct manufacturing cost sebesar = Rp 239.440.849.000,-

b. Fixed Charges/Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Fixed charges merupakan biaya pengeluaran yang berkaitan dengan *initial fixed capital investment*, harganya tetap dari tahun ke tahun serta tidak tergantung pada jumlah produksi. *Fixed charges* terdiri dari :

- Depresiasi (*Depreciation*)

Depresiasi merupakan penurunan nilai atau harga dari peralatan dan bangunan seiring berjalannya waktu pemakaian atau penggunaan.

Depresiasi mesin dan peralatan = 10 % x FCI =Rp 116.811.780.000,-

Depresiasi bangunan = 3 % x Bangunan = Rp 3.977.300.000,-

Sehingga depresiasi sebesar = Rp 120.789.080.000,-

- Pajak lokal (*Local Taxes*)

Nilai pajak lokal properti tergantung pada lokasi utama pabrik dan peraturan daerah tersebut. Nilai *local taxes* sebesar 1 - 4 % dari *fixed capital investment* (Peters and Timmerhaus, 1991).

Biaya *local taxes* = 4 % x FCI = Rp 46.724.712.000,-

- Asuransi (*Insurance*)

Tingkat asuransi tergantung pada tipe proses yang berlangsung pada operasi manufaktur dan tingkat ketersediaan fasilitas keamanan atau perlindungan.

Nilainya sekitar 0,4 - 1 % dari *fixed capital investment* (Peters and Timmerhaus, 1991).

Biaya asuransi = 1 % x FCI =Rp 11.681.178.000,00

Fixed Charges = Depresiasi + Local taxes + Asuransi = Rp 179.194.970.000,-

Sehingga total *fixed charges* sebesar = Rp 179.194.970.000,-

c. Plant overhead Cost (POC)

Plant overall cost merupakan biaya untuk keperluan seperti rumah sakit dan pelayanan kesehatan, perawatan umum pabrik, pelayanan keselamatan, fasilitasrekreasi, pensiun, kontrol laboratorium, pengepakan, perlindungan pabrik, fasilitas pengiriman dan penerimaan barang dan sebagainya. Nilai *plant overhead cost* sekitar 5 – 15 % dari *total production cost* (Peters & Timmerhaus, 1991).

Biaya plant overhead = 10 % x TPC = Rp 39.340.994.000,-

Manufacturing cost = direct manufacturing cost + fixed charges + plant overhead

Sehingga total manufacturing cost (MC) sebesar = Rp 2.142.279.087.000,-

4.10.3.2. General Expenses

General expenses merupakan biaya umum yang termasuk dalam operasi perusahaan. Terdiri dari biaya administrasi, distribusi dan pemasaran, riset dan pengembangan, serta biaya bunga.

- Biaya Administrasi (Administrative Cost)

Biaya administratif adalah gaji karyawan keseluruhan termasuk diantaranya adalah Direktur Utama, Direktur, Staf Ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi, Sekretaris, Karyawan Shift dan Karyawan non Shift.

Tabel 4.19. Rincian gaji karyawan

Jabatan	Gaji/bulan (Rp)	Jumlah	Total Rp/Tahun
Direktur Utama	60.000.000	1	720.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	50.000.000	1	600.000.000
Direktur Keuangan dan Umum	50.000.000	1	600.000.000
Staff Ahli	35.000.000	1	420.000.000
Sekretaris	28.000.000	2	720.000.000
Ka. Bag Umum	25.000.000	1	300.000.000
Ka. Bag. Litbang	25.000.000	1	300.000.000
Ka. Bag. Pemasaran	25.000.000	1	300.000.000
Ka. Bag. Keuangan	25.000.000	1	300.000.000
Ka. Bag. Produksi	25.000.000	1	300.000.000
Ka. Bag. Teknik	25.000.000	1	300.000.000
Ka. Sek. Personalia	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. Humas	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. Keamanan	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. Litbang	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. Pembelian	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. Penjualan	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. Administrasi	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. Kas/Anggaran	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. Proses	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. Pengendalian	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. Laboratorium	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. Pemeliharaan	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. Utilitas	20.000.000	1	240.000.000
Ka. Sek. K3	20.000.000	1	240.000.000
Karyawan Personalia	10.000.000	4	480.000.000
Karyawan Humas	10.000.000	3	360.000.000
Karyawan Keamanan	4.500.000	6	324.000.000

Tabel 4.20. Rincian gaji karyawan (lanjutan)

Karyawan Litbang	8.000.000	4	384.000.000
Karyawan Pembelian	8.000.000	4	384.000.000
Karyawan Penjualan	8.000.000	7	672.000.000
Karyawan Administrasi	8.000.000	3	288.000.000
Karyawan Kas/Anggaran	8.000.000	3	288.000.000
Karyawan Proses	10.000.000	39	4680.000.000
Karyawan Pengendalian	10.000.000	5	600.000.000
Karyawan Laboratorium	8.000.000	4	384.000.000
Karyawan Pemeliharaan	8.000.000	8	768.000.000
Karyawan Utilitas	8.000.000	8	768.000.000
Karyawan K3	8.000.000	8	768.000.000
Dokter	15.000.000	2	360.000.000
Perawat	5.000.000	4	240.000.000
Sopir	4.000.000	5	240.000.000
Cleaning service	3.500.000	8	336.000.000
Peralatan kantor			25.000.000
Legal,fee dan audiring			40.000.000
Komunikasi			55.000.000
Total			**20.592.000.000**

Sehingga biaya untuk gaji karyawan sebanyak 150 orang sebesar = Rp 20.592.000.000

- Biaya Pemasaran dan Distribusi (*Distribution and Marketing Cost*)

Biaya pemasaran dan distribusi tergantung pada barang utama yang dihasilkan, produk lain yang dijual perusahaan, lokasi pabrik, dan kebijakan perusahaan. Dalam industri kimia besarnya biaya ini sekitar 2 - 20 % dari biaya *total production cost* (Peters and Timmerhaus, 1999).

Biaya pemasaran dan distribusi = 20 % x TPC = Rp 78.681.989.000,-

- Biaya Riset dan Pengembangan (*Research and Development Cost*)

Biaya ini termasuk gaji dan upah untuk semua pekerja sesuai jenis pekerjaan,

biaya tetap, operasiseluruh mesin dan peralatan, biaya untuk barang persediaan, dan biaya lain-lain. Dalam industri kimia, biaya ini sekitar 2 - 5 % dari biaya *total production cost* (Peters and Timmerhaus, 1999).

Biaya riset dan pengembangan = 4 % x TPC = Rp 15.736.398.000,-

- *Finance (Interest)*

Bunga dipertimbangkan sebagai kompensasi yang dibayarkan untuk penggunaan modal yang dipinjam. Tingkat bunga tahunan sebesar 0 - 10 % dari *total capital investment* (Peters and Timmerhaus, 1999).

Bunga (*interest*) sebesar = 8 % x TCI = Rp 109.940.498.000,-

General expenses = Biaya administrasi + Biaya distribusi dan pemasaran + Biaya riset dan pengembangan + Finance= Rp 224.782.885.000,-

Sehingga general expenses (GE) sebesar = Rp 224.782.885.000,-

Tabel 4.21. Rincian *total product cost*

Manufacturing Cost	**Rp**
1. *Direct Manufacturing Cost*	
Bahan Baku(*Raw Material*)	1.283.018.793.000,-
Utilitas (Utilities)	1.585.498.000,-
Perawatan dan Perbaikan *(Maintenance and Repair Cost)*	81.768.246.000,-
Pekerja Operasi (Operating labor)	59.011.492.000,-
Direct Supervisory	59.011.449.000,-
Operating supplies	8.176.825.000,-
Laboratory charges	78.681.989.000,-
Patents and Royalties	7.868.199.000,-
Total *Direct Manufacturing Cost*	**1.923.743.124.000,-**
2. *Fixed Charges*	
Depresiasi (*Depreciation*)	120.789.080.000,-
Pajak Lokal (*Local Taxes*)	46.724.712.000,-
Asuransi (*Insurance*)	11.681.178.000,-

Tabel 4.22. Rincian *total product cost* (lanjutan)

Total Fixed Charges	**179.194.970.000,-**
3. *Plant Overhead Cost*	39.340.994.000,-
General Expenses	
1. Administrative Cost	20.592.000.000,-
2. Distribution and Selling Cost	78.681.989.000,-
3. Research and Development Cost	15.736.398.000,-
4.Finance (Interest)	109.940.499.000,-
Total *General Expenses*	**224.782.885.000,-**
Total *Product Cost* (TPC)	**2.148.911.508.000,-**
Manufacturing Cost + General Expenses	

4.10.4. Analisis Kelayakan (*Profitability Analisis*)

Analisis kelayakan diperuntukan untuk mengetahui apakah suatu pabrik layak untuk didirikan dilihat dari segi ekonominya. Untuk itu perlu diketahui harga penjualan dari produk yang dihasilkan. Analisis kelayakan ekonomi dapat diketahui dengan dua metode, yaitu: metode analisis kelayakan linier dan metode analisis kelayakan discounted cash flow.

Tabel 4.23. Pendapatan penjualan produk

Produk	Produksi (kg/jam)	Harga ($/kg)	Pendapatan (Rp/tahun)
Propilen Glikol	9.469,70	2,1	2.210.670.008.000,-
Di-propilen Glikol	2.171,39	2,1	506.902.809.000,-
Total			**2.717.572.816.000,-**

Sehingga total pendapatan dari penjualan produk sebesar

= Rp 2.717.572.816.000,-

Dengan keuntungan

Sales	= Rp 2.717.572.816.000,-
Total cost	= Rp 2.148.911.508.000,-
Profit before tax (Pb)	**= Rp 568.661.308.000,-**
Taxes	= 20 % x Pb = Rp 113.732.262.000,-
Profit after tax (Pa)	**= Rp 45.492.905.000,-**

Metode Analisis Kelayakan Linier

- **Percent Return of Investment**

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

$$ROI = \frac{profit}{TCI} x100\% \quad (4.11)$$

ROI before tax = 41,38 %

ROI after tax = 33,10 %

Batasan minimum Persen *Return on Investmen* (ROI) untuk industri kimia adalah 11% untuk *low risk* dan 44% untuk *high risk.*

- **Pay Out Time**

Pay Out Time adalah jangka waktu pengembalian investasi (modal) berdasar keuntungan perusahaan dan penyusutan (depresiasi).

$$POT = \frac{FCI}{(profit + 0{,}1FCI)} \quad (4.12)$$

POT before tax = 1,7 tahun

POT after tax = 2 tahun

- **Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)**

Usia ekonomi pabrik dihitung dengan persamaan:

$$n = \frac{FCI - salvage\ value}{depresiasi} \quad (4.13)$$

= 8,7 tahun

Analisis Ekonomi Discounted Cash Flow (DCF)

Modal sendiri = 52 % x TCI (asumsi)= Rp 714.613.239.000,-

Modal pinjaman = TCI – Modal sendiri = Rp 659.642.990.000,-

Bunga bank rata-rata tiap tahun = 6 %

Fixed Capital (FCI) = Rp 1.168.117.794.000,-

Working Capital (WCI) = Rp 206.138.434.000,-

- Cash Flow = Profit After Taxes + Depreciation + Finance

Asumsi : Cash Flow (Cj) tetap setiap tahun

Cf = Rp 685.658.624.000,-

- Salvage Value (SV)

Asumsi : 10 % FCI,

SV = Rp 116.811.780.000,-

- Umur alat , N = 10 tahun

Persamaan DCFROR

$$(FCI+WCI)(1+i)^N = \sum_{J=1}^{N} C_j (1+i)^{N-j} + WCI + SV \quad (4.14)$$

Trial i = 15,28 %

- **Break Even Point**

Break event point merupakan titik impas dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian.

Tabel 4.24. Biaya yang dibutuhkan dalam perhitungan BEP dan SDP

Jenis Biaya	Rp
Annual fixed expenses (Fa)	179.194.970.000,-
Annual regulated expenses (Ra)	
Distribution and selling cost	78.681.989.000,-
Plant overhead	39.340.994.000,-
Direct Supervisory	5.901.149.000,-
Laboratorium	78.681.989.000,-
General Expense	224.782.885.000,-
Maintenance	81.768.246.000,-
Plant supplies	8.176.825.000,-
Total	**517.334.076.000,-**
Annual sales expenses (Sa)	2.717.572.816.000,-
Annual variable expenses (Va)	
Bahan baku	1.281.433.296.000,-
Utilitas	1.585.498.000,-
Patent and royalties	7.868.199.000,-
Packaging and shipping	271.757.282.000,-
Total	**1.562.650.274.000,-**

$$BEP = \frac{Fa+0,3Ra}{(Sa-Va-0,7Ra)} x100\% \quad (4.15)$$

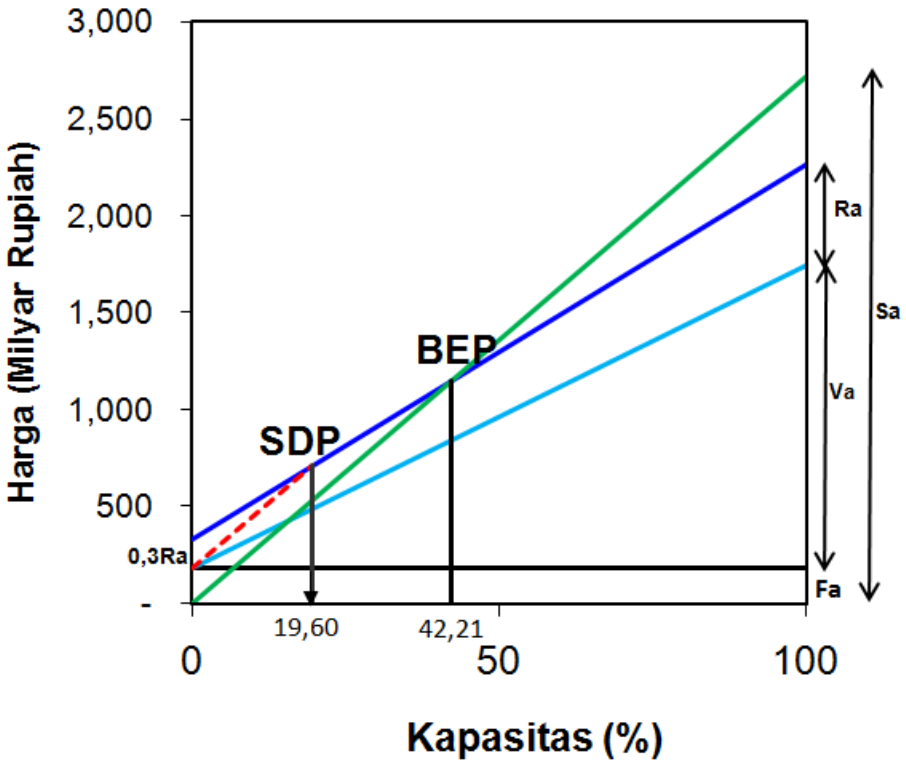
BEP = 42,21 %

- **Shut Down Point**

Shut Down Point adalah kondisi dimana penutupan pabrik lebih menguntungkan dibanding dioperasikan.

$$SDP = \frac{0,3Ra}{(Sa-Va-0,7Ra)} x100\% \quad (4.16)$$

SDP = 19,60 %



Gambar 4.7. Grafik *Break Even Point*