

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

Tata letak peralatan dan fasilitas dalam suatu rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan. Hal ini secara khusus akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya pembangunan dan tempat sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian pabrik.

4.1 Lokasi Pabrik

Secara geografis, penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri kini dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik. (Peter, 2004).

Susunan peralatan dan fasilitas dalam perancangan proses merupakan syarat penting dalam mempersiapkan biaya sebelum mendirikan sebuah pabrik alat untuk desain yang meliputi desain perpipaan, fasilitas bangunan fisik, tata letak peralatan, dan kelistrikan. Lokasi suatu pabrik merupakan bagian penting untuk mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan. Penentuan lokasi pabrik yang tepat tidak semudah yang diperkirakan, banyak faktor yang dapat memengaruhinya. Idealnya, lokasi yang dipilih harus dapat memberikan keuntungan untuk jangka panjang dan dapat memberikan kemungkinan untuk memperluas pabrik.

Dengan adanya penentuan lokasi pabrik yang baik dan tepat akan menentukan beberapa hal berikut:

- a. Kemampuan untuk melayani konsumen dengan memuaskan
- b. Kemampuan untuk mendapatkan bahan-bahan mentah yang cukup dan kontinyu dengan harga yang layak dan memuaskan
- c. Kemudahan untuk mendapatkan tenaga buruh yang cukup

d. Memungkinkan diadakannya perluasan pabrik dikemudian hari

Oleh karena itu, pemilihan tempat bagi berdirinya suatu pabrik harus memerhatikan beberapa faktor yang berperan yaitu:

1. Faktor-faktor primer.
2. Faktor-faktor sekunder

4.1.1 Faktor Primer

Faktor-faktor ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik yaitu meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitasnya. Yang termasuk dalam faktor utama menurut Peter dan Timmerhaus, 2004 adalah:

1. Letak pasar

Pabrik yang letaknya dekat dengan pasar dapat lebih cepat melayani konsumen atau barang hasilnya dapat cepat sampai di pasar, sedangkan biayanya juga lebih rendah terutama biaya pengangkutan.

2. Letak sumber bahan baku

Idealnya, sumber bahan baku tersedia dekat dengan lokasi pabrik. Hal ini lebih menjamin penyediaan bahan baku, setidaknya dapat mengurangi keterlambatan penyediaan bahan baku, terutama bahan baku yang berat.

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah:

- a. Lokasi sumber bahan baku
- b. Besarnya kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya.
- c. Cara mendapatkan bahan baku tersebut dan cara transportasinya
- d. Harga bahan baku serta biaya pengangkutannya.
- e. Kemungkinan mendapatkan sumber bahan baku yang lain

3. Fasilitas pengangkutan

Pengangkutan merupakan suatu faktor yang penting diperhatikan, karena kegiatan pengangkutan meliputi mengangkut dan memindahkan sampai pada tempat tujuan kadang-kadang memakan waktu dan biaya yang sangat besar. Untuk melaksanakan kegiatan pengangkutan ada empat jenis fasilitas yang sering digunakan yaitu: kereta api, truk/angkutan jalan raya, pengangkutan melalui air, dan pengangkutan melalui udara.

4. Tenaga kerja

Tersedianya tenaga kerja menurut kualifikasi tertentu merupakan faktor pertimbangan pada penetapan lokasi pabrik tetapi tenaga terlatih atau *skilled labor* di daerah setempat tidak selalu tersedia. Jika didatangkan dari daerah lain diperlukan peningkatan upah atau penyediaan fasilitas lainnya sebagai daya tarik.

5. Pembangkit tenaga listrik

Pabrik yang menggunakan tenaga listrik yang besar akan memilih lokasi yang dekat dengan sumber tenaga listrik.

4.1.2 Faktor Sekunder

Yang termasuk ke dalam faktor sekunder antara lain:

1. Harga tanah dan gedung

Harga tanah dan gedung yang murah merupakan daya tarik tersendiri. Perlu dikaitkan dengan rencana jangka panjang. Jika harga tanah mahal mungkin hanya dapat diperoleh luasan tanah yang terbatas, sehingga perlu dipikirkan untuk membuat bangunan bertingkat walaupun pembangunan gedungnya lebih mahal.

2. Kemungkinan perluasan.

Perlu diperhatikan apakah perluasan di masa yang akan datang dapat dikerjakan di satu tempat atau perlu lokasi lain, apakah di sekitar sudah banyak pabrik lain. Hal ini menjadi masalah tersendiri dalam hal perluasan pabrik di masa yang akan datang.

3. Fasilitas servis

Terutama untuk pabrik kimia yang relatif kecil yang tidak memiliki bengkel sendiri. Perlu dipelajari adanya bengkel-bengkel di sekitar daerah tersebut yang mungkin diperlukan untuk memperbaiki alat-alat pabrik. Perlu juga dipelajari adanya fasilitas layanan masyarakat, misalnya rumah sakit umum, sekolah-sekolah, tempat-tempat ibadah, tempat-tempat kegiatan olahraga, tempat-tempat rekreasi, dan sebagainya.

4. Fasilitas finansial

Perkembangan perusahaan dibantu oleh fasilitas finansial, misalnya adanya pasar modal, bursa, sumber-sumber modal, bank, koperasi simpan pinjam, dan lembaga keuangan lainnya. Fasilitas tersebut akan lebih membantu untuk memberikan kemudahan bagi suksesnya usaha pengembangan pabrik.

5. Persediaan air

Suatu jenis pabrik memerlukan sejumlah air yang cukup banyak, misalnya pabrik kertas. Karena itu, di daerah lokasi diperlukan adanya sumber air yang kemungkinan diperoleh dari air sungai, danau, sumur (air tanah), atau air laut.

6. Peraturan daerah setempat

Peraturan daerah setempat perlu dipelajari terlebih dahulu, mungkin terdapat beberapa persyaratan atau aturan yang berbeda dengan daerah lain.

7. Masyarakat daerah

Sikap, tanggapan dari masyarakat daerah terhadap pembangunan pabrik perlu diperhatikan dengan seksama, karena hal ini akan menentukan

perkembangan pabrik di masa yang akan datang. Keselamatan dan keamanan masyarakat perlu dijaga dengan baik. Hal ini merupakan suatu keharusan sebagai sumbangan kepada masyarakat.

8. Iklim di daerah lokasi

Suatu pabrik ditinjau dari segi teknik, adakalanya membutuhkan kondisi operasi misalnya kelembaban udara, panas matahari, dan sebagainya. Hal ini berhubungan dengan kegiatan pengolahan, penyimpanan bahan baku atau produk. Disamping itu,

9. Keadaan tanah

Sifat mekanika tanah dan tempat pembangunan pabrik harus diketahui. Hal ini berhubungan dengan rencana pondasi untuk alat-alat, bangunan gedung, dan bangunan pabrik.

10. Perumahan/Mess

Bila di sekitar daerah lokasi pabrik telah banyak perumahan, selain lebih membuat kerasan para karyawan juga dapat meringankan investasi untuk perumahan karyawan.

11. Daerah pinggiran kota

Daerah pinggiran kota dapat menjadi lebih menarik untuk pembangunan pabrik. Akibatnya dapat timbul aspek desentralisasi industry. Alasan pemilihan daerah lokasi di pinggiran kota antara lain:

- Upah buruh relatif rendah
- Harga tanah lebih murah
- Servis industri tidak terlalu jauh dari kota

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka Pabrik N₂O ini direncanakan berlokasi di kompleks Krakatau Industrial Estate Cilegon,



Gambar 4 1 Peta Lokasi Pabrik

Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah:

a. Bahan Baku

Suatu pabrik sebaiknya berada di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku dan daerah pemasaran sehingga transportasi dapat berjalan dengan lancar. Bahan baku pabrik merupakan ammonium nitrate yang dapat di peroleh dari PT. Aneka Gas Indonesia dimana lokasinya dekat dengan rencana pembangunan N₂O yaitu di kompleks Krakatau Industrial Estate, selain itu kawasan industri tersebut sudah terintegrasi dengan infrastruktur yang memadai seperti jalur transportasi, kawasan perumahan dan lain lain.

b. Transportasi

Pengangkutan merupakan suatu faktor yang penting diperhatikan, karena kegiatan pengangkutan meliputi mengangkut dan memindahkan sampai pada tempat tujuan kadang-kadang memakan waktu dan biaya yang sangat besar. Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan darat maupun laut. Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik ini berada di kawasan Krakatau Industrial Estate Cilegon, yang tidak terlalu jauh dari sarana Pelabuhan. Selain itu, fasilitas transportasi darat dari

industry ke tempat sekitar juga sangat baik dan dekat dengan jalan utama.

c. Pemasaran

Kebutuhan akan gas N₂O akan terus ada dan berkembang seiring dengan kemajuan medis, sehingga pemasaran produk ini cukup menguntungkan. Selain itu, daerah lokasi pabrik diusahakan dekat dengan pelabuhan dan bandar udara sehingga mempermudah untuk melakukan ekspor.

d. Kebutuhan air

Air yang dibutuhkan dalam proses dari waduk Krakatau Steel yang mengalir di sekitar pabrik untuk proses, sarana utilitas dan kebutuhan domestik.

e. Kebutuhan tenaga listrik dan bahan bakar

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Listrik untuk kebutuhan pabrik diperoleh dari generator pembangkit tenaga listrik dari air sungai yang diolah. Disamping itu, disediakan juga cadangan dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) Wilayah Cilegon. Bahan bakar solar untuk generator dapat diperoleh dari PT. Pertamina.

f. Tenaga kerja

Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Di daerah ini tersedia tenaga kerja terdidik maupun yang tidak terdidik serta tenaga kerja yang terlatih maupun tidak terlatih.

g. Biaya tanah

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau.

h. Kondisi iklim dan cuaca

Seperti daerah lain di Indonesia, maka iklim di sekitar lokasi pabrik relative stabil. Pada tengah tahun pertama mengalami musim kemarin

dan tengah tahun berikutnya mengalami musim hujan. Walaupun demikian perbedaan suhu yang terjadi relatif kecil.

i. Kemungkinan perluasan dan ekspansi

Ekspansi pabrik dimungkinkan karena tanah yang tersedia cukup luas dan di sekeliling lahan tersebut belum banyak berdiri pabrik serta tidak mengganggu pemukiman penduduk.

j. Sosial masyarakat

Sikap masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik pembuatan gas hidrogen karena akan menjamin tersedianya lapangan kerja bagi mereka. Selain itu pendirian pabrik ini diperkirakan tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk.

Desain yang rasional harus memasukkan unsur lahan proses, *storage* (persediaan) dan lahan alternative (*areal handling*) dalam posisi yang efisien dan dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut (Peters, 2004):

1. Urutan proses produksi.
2. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
3. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, *steam* proses, tenaga listrik dan bahan baku.
4. Pemeliharaan dan perbaikan.

5. Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
6. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
7. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.
8. Masalah pembuangan limbah cair.
9. *Service area*, seperti kantin, tempat parker, ruang ibadah, dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

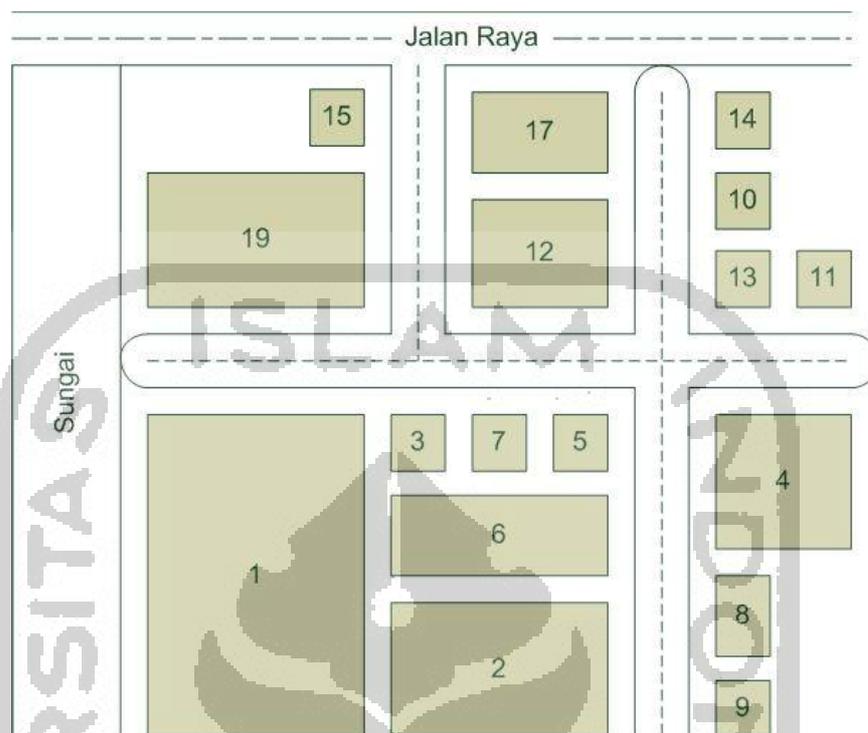
Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan, seperti (Peters, 2004):

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

Pendirian pabrik pembuatan Biohidrogen ini direncanakan menggunakan areal seluas adalah 15,070 m². Adapun rinciannya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4 1 Perincian Luas Tanah dan bangunan

No.	Lokasi	Luas, m2
1	Area Proses	3500
2	Area Utilitas	2500
3	Ruang Kontrol	150
4	Perkantoran	500
5	Laboratorium	150
6	Gudang Peralatan/Suku Cadang	500
7	Bengkel	200
8	Unit Pembangkit Listrik	300
9	Unit Pemadam Kebakaran	100
10	Perpustakaan	100
11	Poliklinik	100
12	Parkir Truk	600
13	Kantin	100
14	Tempat Ibadah	150
15	Pos Keamanan	20
16	Parkir	300
17	Taman	1000
18	Jalan	3000
19	Area Perluasan	1800
	Total	15070



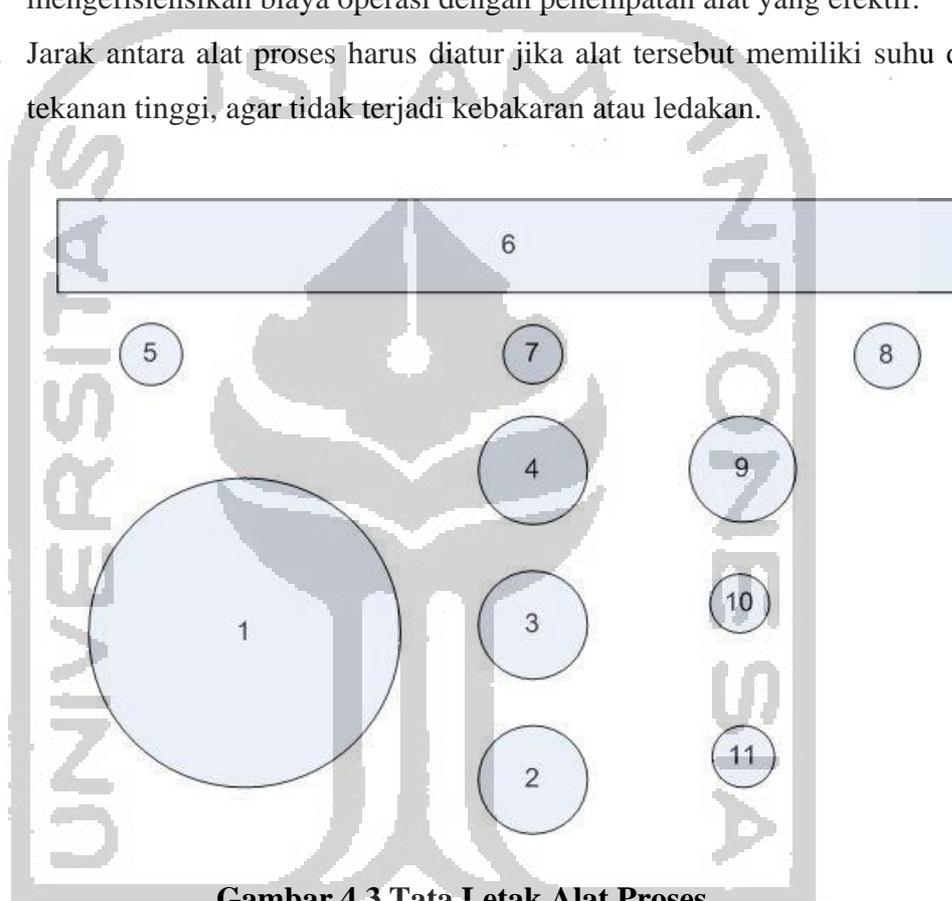
Gambar 4 2 Tata letak pabrik

4.3. Tata Letak Mesin/ alat proses

Terdapat beberapa hal yang perlu di perhatikan dalam melakukan perancangan tata letak mesin/ alat proses di sebuah pabrik, diantaranya adalah :

1. Aliran bahan baku produk yang akan menunjang keberlangsungan dari sebuah proses
2. Aliran udara ventilasi yang berguna menjaga sirkulasi udara agar tidak terjadi stagnansi udara di suatu tempat dan penumpukan bahan kimia berbahaya, oleh karena itu perlu di perhatikan arah angin
3. Pecahayaannya harus memadai, terutama meliputi area proses yang beresiko tinggi atau berbahaya.

4. Lalu lintas manusia dan kendaraan harus diperhatikan agar memudahkan ruang gerak para pekerja apabila terjadi gangguan pada alat dan keamanan pekerja itu sendiri.
5. Pertimbangan ekonomi dalam menempatkan alat agar dapat mengefisienkan biaya operasi dengan penempatan alat yang efektif.
6. Jarak antara alat proses harus diatur jika alat tersebut memiliki suhu dan tekanan tinggi, agar tidak terjadi kebakaran atau ledakan.



Gambar 4 3 Tata Letak Alat Proses

Keterangan :

- | | |
|------------------------|-------------------------------------|
| 1 : Silo (SL-01) | 7 : Cooler (CL-01) |
| 2 : Melter (ML-01) | 8 : Condensor Partial (CDP-01) |
| 3 : Vaporizer (VAP-01) | 9 : Separator (SP-02) |
| 4 : Separator (SP-01) | 10 : Cooler (CL-02) |
| 5 : Compressor (C-01) | 11 : Tank Penyimpanan Produk (T-01) |
| 6 : Reaktor (R-01) | |

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 4 2 Neraca Massa Total

KOMPONEN	IN	OUT
Masuk Melter	3385	0
Produk (gas)	0	1262,626
UPL (cair)	0	2122
Total	3385	3385

4.4.2 Neraca Massa Tiap Alat

Tabel 4 3 Neraca Massa Mixer

Komponen	Masuk		Keluar	
	kg/jam	kmol	kg/jam	kmol
NH ₄ NO ₃	2339	29	2339	29
H ₂ O	1046	115	1046	115
Total	3385	145	3385	145

Tabel 4 4 Neraca Massa Vaporizer

Komponen	Masuk		Keluar	
	kg/jam	kmol	kg/jam	Kmol
NH ₄ NO ₃ (gas)	0	0	2339	29
NH ₄ NO ₃ (l)	2573	32	234	3
H ₂ O (gas)	0	0	1046	115

H ₂ O (l)	1151	121	105	6
Total	3724	153	3724	153

Tabel 4 5 Neraca Massa Separator -01

Komponen	Masuk		Keluar			
			Atas (gas)		Bawah (cair)	
	kg/jam	kmol	kg/jam	kmol	kg/jam	kmol
NH ₄ NO ₃ (gas)	2339	29	2339	29	0	0
NH ₄ NO ₃ (l)	234	3	0	0	234	3
H ₂ O (gas)	1046	115	1046	115	0	0
H ₂ O (l)	105	6	0	0	105	6
Total	2603		2343	145	255	9
			2603			

Tabel 4 6 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk		Keluar	
	kg/jam	kmol	kg/jam	Kmol
NH ₄ NO ₃ (gas)	2339	29	47	0,59
H ₂ O (gas)	1046	69	2078	69
N ₂ O (gas)	0	0	1261	29
Total	3385	98	3385	98

Tabel 4 7 Neraca Massa Kondenser Parsial

Komponen	Masuk		Keluar	
	kg/jam	kmol	kg/jam	kmol
NH ₄ NO ₃ (gas)	47	0,58	0	0
NH ₄ NO ₃ (l)	0	0	47	1
H ₂ O (gas)	2078	115	2	0,12
H ₂ O (l)	0	0	2075	115
N ₂ O (gas)	1261	29	1261	29
Total	3385	145	3385	145

Tabel 4 8 Neraca Massa Separator -02

Komponen	Masuk		Keluar			
			Atas (PRODUK)		Bawah (UPL)	
	kg/jam	kmol	kg/jam	kmol	kg/jam	Kmol
NH ₄ NO ₃ (l)	47	1	0	0	47	1
H ₂ O (gas)	2	0	2	0	0	0
H ₂ O (l)	2076	69	0	0	2076	115
N ₂ O (gas)	1261	29	1261	29	0	0
Total	3385		1262,626	29	2122	116
				2551		

4.4.3 Neraca Panas Alat

Tabel 4 9 Neraca Panas Vaporizer

KOMPONEN	MASUK	KELUAR
NH ₄ NO ₃ (l)	15442	69410
H ₂ O (l)	5335	493
Panas Penguapan	0	6880198
NH ₄ NO ₃ (g)	0	693644
H ₂ O (gas)	0	6339
Steam	7629271	0
Total	7650038	7650038

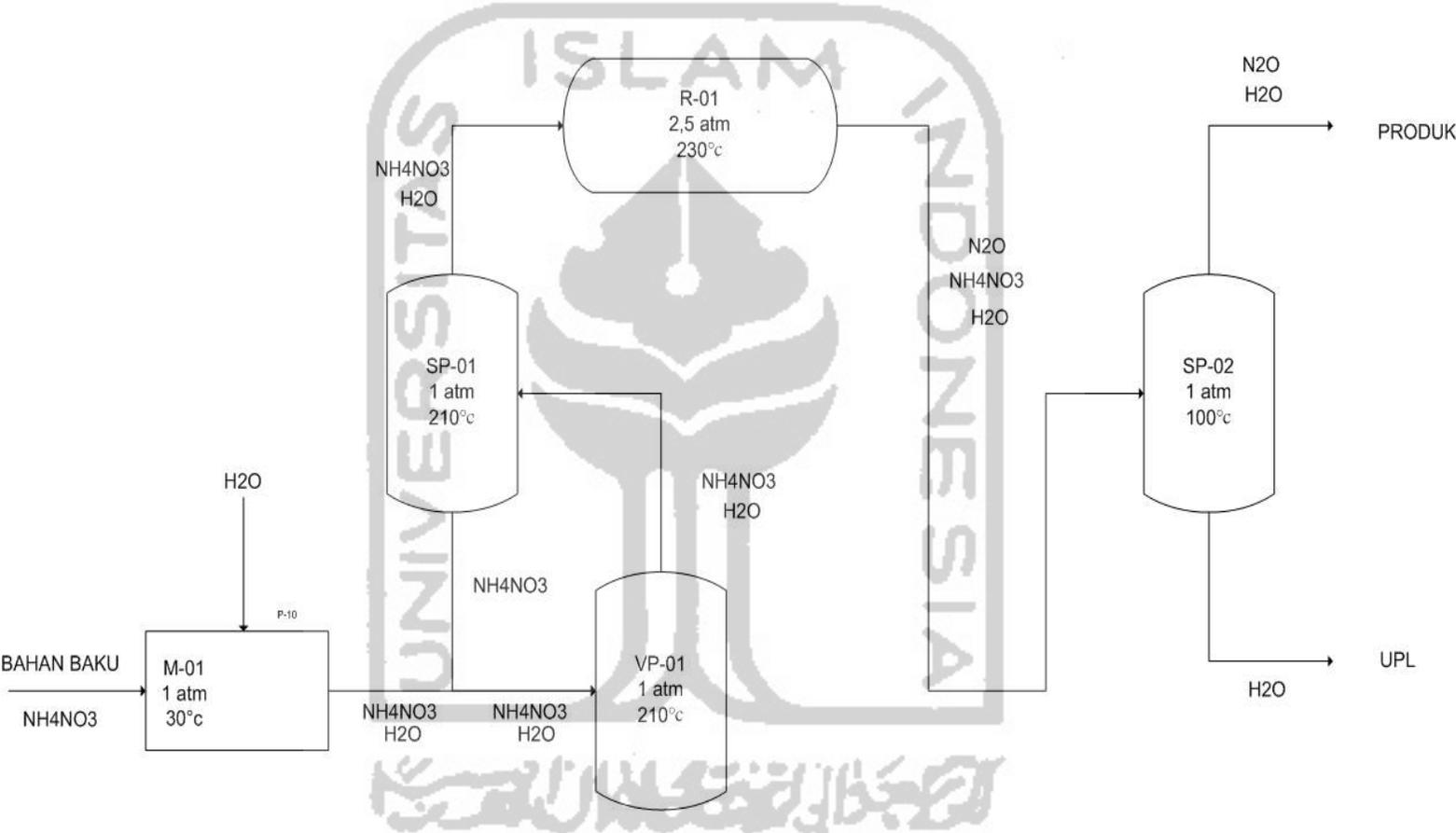
Tabel 4 10 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Panas Masuk(kJ/jam)	Panas Generasi (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
NH ₄ NO ₃	781987	15579659	15640
H ₂ O	409326		403714
N ₂ O	0		248697
Subtotal	1190795	15579659	667609
	16770454		667609
total pendingin			16102846
TOTAL	16770454		16770454

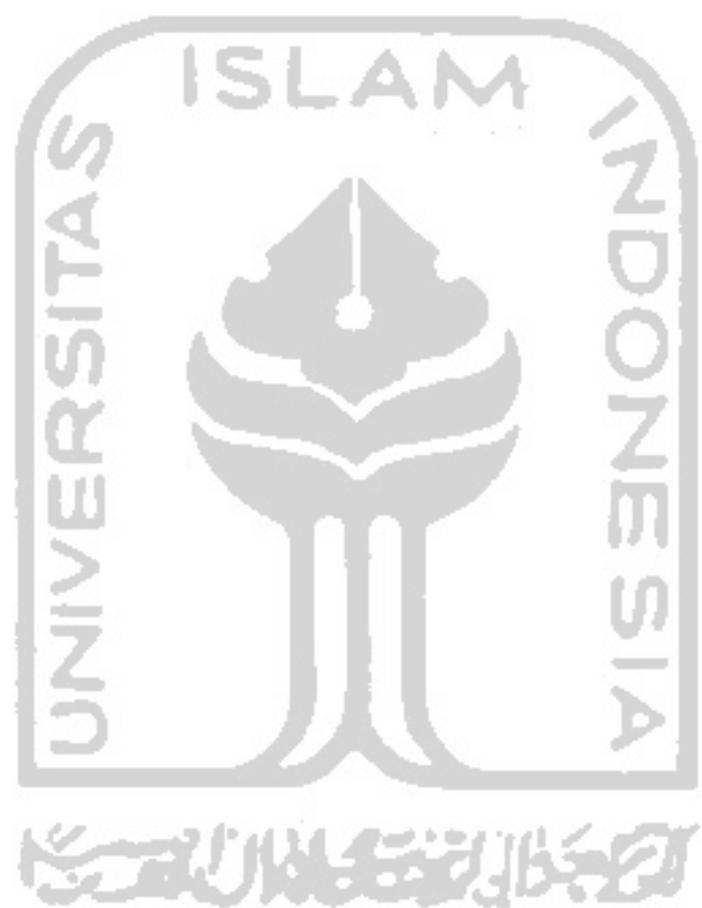
Tabel 4 11 Neraca Panas Condenser Parsial

Komponen	in	Out
Panas umpan gas suhu 150°C	646368,83	
Panas umpan gas suhu 138°C		449776,89
Panas Laten H ₂ O dan NH ₄ NO ₃		-65366,12
Panas produk cair suhu 138°C		767224,66
Panas produk suhu 100°C		-2370502,95
Subtotal	646368,83	-1218867,52
BEBAN PENDINGIN		1865236,34
TOTAL	646368,83	646368,83

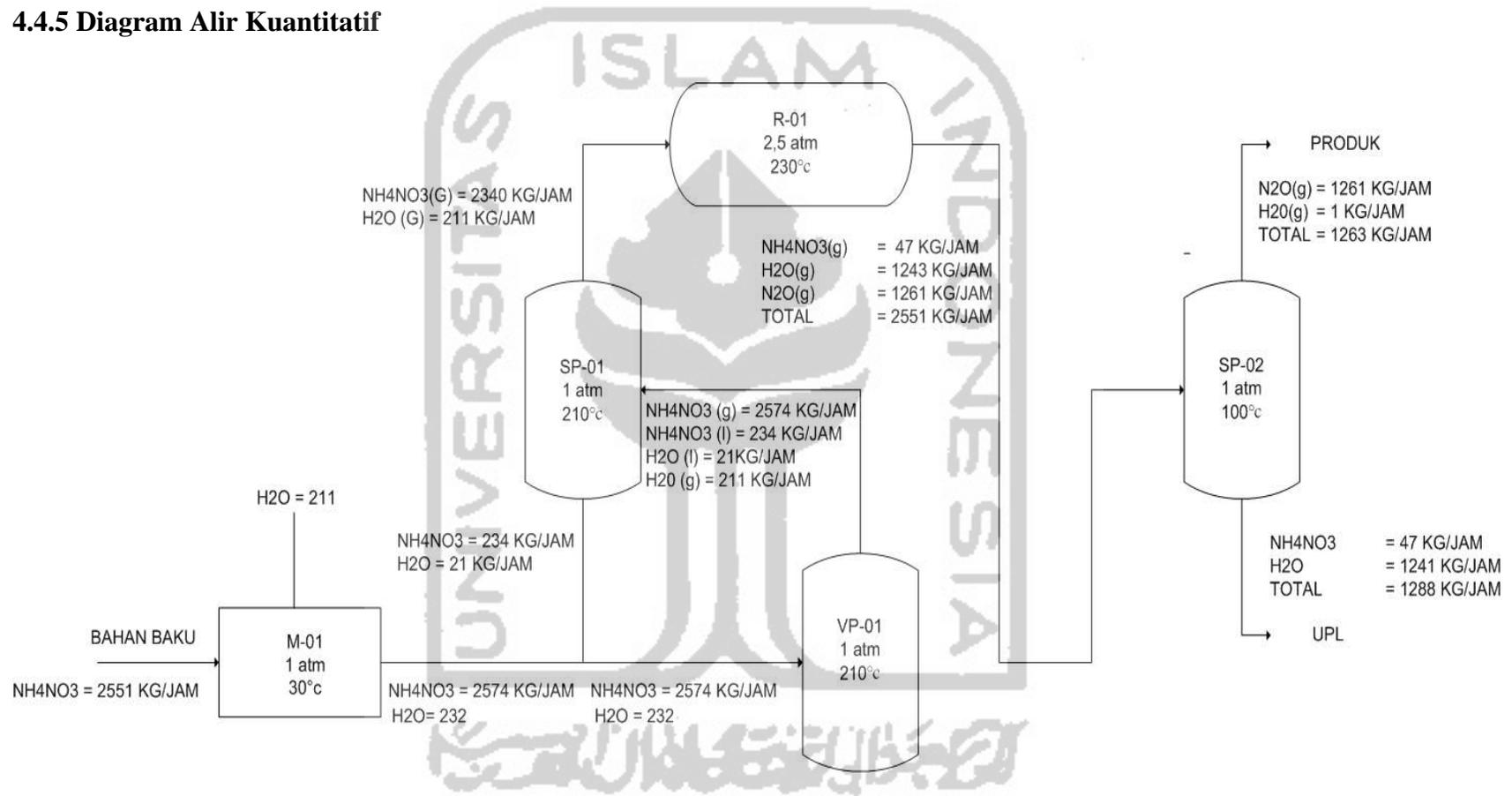
4.4.4 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4 4 Diagram Alir Kualitatif



4.4.5 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantita



4.5 *Maintenance*

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

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

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

Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi:

1. *Overhead* 1 x 1 tahun

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

2. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

- a. Umur alat
Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.
- b. Bahan baku
Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.
- c. Tenaga manusia
Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Suatu sistem penyediaan air yang mampu menyediakan air dalam jumlah yang cukup merupakan hal yang terpenting bagi suatu industry. Unsur-unsur yang membentuk suatu sistem penyediaan air meliputi:

1. Sumber pengadaan air
Sumber-sumber air permukaan, misalnya sungai, danau, waduk atau sumber air tanah (sumur).
2. Sarana-sarana penampungan
Sarana-sarana yang dipergunakan untuk menampung air biasanya diletakkan pada atau dekat sumber penyediannya.
3. Sarana-sarana penyaluran
Sarana-sarana untuk menyalurkan air dari penampungan ke sarana-sarana pengolahan.
4. Sarana-sarana pengolahan
Sarana-sarana yang dipergunakan untuk memperbaiki dari mutu air.
5. Sarana-sarana penyaluran (dari pengolahan)

Sarana-sarana untuk menyalurkan air yang sudah diolah ke sarana-sarana penampungan sementara serta kesatu atau beberapa titik distribusi.

6. Sarana-sarana distribusi

Sarana-sarana yang dipergunakan untuk membagi air ke masing-masing pemakai yang terkait di dalam sistem.

Pertimbangan digunakannya air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relative murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi sehingga kendala air dapat dihindari.
3. Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
4. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Adapun langkah-langkah sistem penyediaan air pada pabrik N₂O adalah sebagai berikut:

1. Pengadaan air

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

Uap atau *steam* dalam pabrik digunakan sebagai media pemanas. Air umpan *boiler* dengan *excess* 20%. *Excess* merupakan pengganti *steam* yang hilang karena kebocoran transmisi 10% serta faktor keamanan sebesar 20%. Sehingga kebutuhan air umpan *boiler* yang diperoleh dari perhitungan adalah 3396 kg/jam. Air yang digunakan untuk *boiler* harus memenuhi persyaratan agar air tidak merusak *boiler*. Berikut adalah persyaratan air umpan menurut *Perry's 6th Edition, Pages 976*:

Tabel 4 12 Spesifikasi air umpan boiler

Parameter	Total (ppm)
Total padatan (<i>total dissolved solid</i>)	3.500
Alkanitas	700
Padatan terlarut	300
Silika	60 – 100
Besi	0,1
Tembaga	0,5
Oksigen	0,007
Kesadahan	0
Kekeruhan	175
Minyak	7
Residu Fosfat	140

Berikut adalah prasyarat air umpan *boiler*:

a. Tidak berbuih (berbusa)

Busa disebabkan *solid matter*, *suspended matter*, dan kebasaaan yang tinggi. Berikut adalah kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa:

- Kesulitan dalam pembacaan tinggi *liquid* dalam *boiler*.
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat dan dapat mengakibatkan penempelan padatan yang menyebabkan terjadinya korosi apabila terjadi pemanasan lanjut.

Untuk mengatasi hal-hal berikut maka diperlukan pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkanitas air umpan boiler.

b. Tidak membentuk kerak dalam *boiler*.

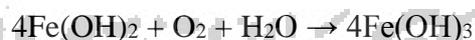
Kerak dalam *boiler* dapat menyebabkan hal-hal berikut:

- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang berbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

c. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

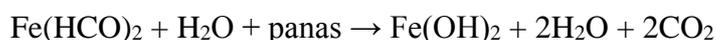
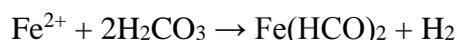
Korosi pada pipa disebabkan oleh pH rendah, minyak, dan lemak, bikarbonat, dan bahan organik serta gas-gas H₂S, SO₂, NH₃, CO₂, O₂, yang terlarut dalam air. Reaksi elektro kimia antar besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja.

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



Bikarbonat dalam air akan membentuk CO₂ yang bereaksi dengan air karena pemanasan dan tekanan. Reaksi tersebut menghasilkan asam karbonat yang dapat bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Adanya pemanasan garam bikarbonat menyebabkan pembentuk CO₂ kembali.

Berikut adalah reaksi yang terjadi:



2. Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi.

Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid dan lainnya. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a. Syarat fisika, meliputi:

1. Suhu : Di bawah suhu udara
2. Warna : Jernih
3. Rasa : Tidak berasa
4. Bau : Tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

1. Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air
2. Tidak mengandung bakteri.

4.6.2 Unit Pengolahan Air

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut:

1. Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangka kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu.

- a. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.
- b. Na_2CO_3 yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), koagulan acid sebagai pembantu pembentuk flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier*, *turbidity* nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Penyaringan

Air hasil dari *clarifier* dialirkan menuju *sand filter* untuk memisahkan partikel-partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudia didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodic dengan *back washing*.

3. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

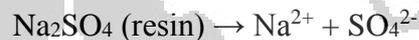
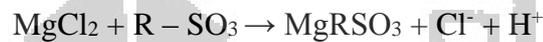
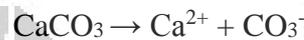
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

a. *Cation Exchanger*

Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

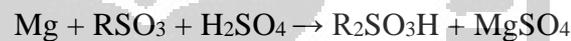
Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenarisikan kembali dengan asam sulfat.

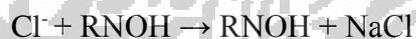
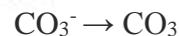
Reaksi:



b. *Anion Exchanger*

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negative (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

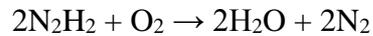
Reaksi:



c. Deareasi

Dearasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan hidrazin (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi:



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

4.6.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan air pembangkit steam

Tabel 4 13 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Vaporizer</i>	VAP-01	5426,22
Total		5426,22

Perancangan dibuat *overdesign* 20% maka jumlah kebutuhan steam adalah 3396 kg/jam.

Blowdown 15% = 977 kg/jam

2. Kebutuhan air domestik

Menurut standar WHO, total kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100 – 120 liter/hari. Kebutuhan air tiap karyawan adalah 1 kg/jam.

Jumlah karyawan sebanyak 144 orang. Sehingga kebutuhan air karyawan yaitu sebesar 614 kg/jam. Kebutuhan air untuk mess sebesar 3750 kg/jam. Sehingga kebutuhan air domestik yaitu sebesar 4364 kg/jam.

3. Kebutuhan air *service water*

Perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum (*service water*) sebesar 100 kg/jam.

4.6.4 Unit Penyedia Dowtherm A

Dowtherm A terdiri dari senyawa dipenil eter dan bipenil eter.

Dowtherm A adalah cairan yang dapat digunakan dalam fase cair atau fase uap. Suhu Dowtherm A yang digunakan pada proses pendinginan ini adalah pada suhu 15 °C dan 30 °C. Jumlah Dowtherm A yang dibutuhkan untuk mendinginkan gas N₂O sebesar 1147798 kg/hari.

4.6.5 Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)

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

Kapasitas	: 9572646 kj/jam
Jenis	: <i>Packaged Boiler</i>
Jumlah	: 1

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

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

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 188°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk economizer sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 12 atm, baru kemudian dialirkan ke steam header untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.6.6 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik pabrik berasal dari kebutuhan peralatan proses, peralatan utilitas, dan kebutuhan perkantoran. Rincian dari kebutuhan listrik yang ada di pabrik adalah sebagai berikut:

a. Kebutuhan Listrik Proses

- Alat Proses

Tabel 4 14 Kebutuhan Listrik Alat Prose

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-1	P-01	0,251	187
Pompa-2	P-02	0,050	37
Pompa-3	P-03	0,050	37
Pompa-4	P-04	0,333	249
Pompa-5	P-05	0,050	37
<i>Compressor-1</i>	C-01	3,0	2238
Total		3,73	2785,04

- Alat Utilitas

Tabel 4 15 Kebutuhan Listrik Alat utilitas

Alat	Daya	
	Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	2,00	1491
Pompa-01	1,50	1119
Pompa-02	2,00	1491
Pompa-03	0,80	597
Pompa-04	0,05	37
Pompa-05	0,50	373
Pompa-06	0,50	373
Pompa-07	0,20	149
Pompa-08	0,30	224
Pompa-09	0,10	75
Pompa-10	0,01	7
Pompa-11	0,10	75
Pompa-12	0,50	373
Pompa-13	0,30	224
Pompa-14	1,50	1119
Pompa-15	3,00	2237
Pompa-16	0,50	373
Pompa-17	0,20	149
Pompa-18	0,01	7
Pompa-19	0,40	298
Total	14,47	10790

b. Kebutuhan Listrik Lainnya

Kebutuhan listrik untuk AC dan penerangan masing-masing sebesar 15 kW dan 100 kW. Sedangkan kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel sebesar 40 kW dan kebutuhan listrik untuk instrumentasi sebesar 10 kW.

Kebutuhan listrik total yang ada di pabrik mencapai 178,5753kW. Listrik diperoleh dari dua sumber yaitu Perusahaan Listrik Nasional (PLN) dan generator. Generator berfungsi sebagai tenaga cadangan

ketika PLN terjadi gangguan dan untuk menggerakkan alat-alat seperti *boiler*, pengaduk reaktor, dan sejumlah pompa.

Generator menggunakan solar dan udara yang di tekan untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan digunakan untuk memutar poros engkol sehingga generator dapat menghasilkan energy listrik. Listrik tersebut didistribusikan menggunakan panel. Energy listrik dari generator digunakan sebagai sumber listrik utama untuk penerangan dan menggerakkan alat proses ketika listrik padam.

Berikut adalah spesifikasi generator yang digunakan:

Kapasitas : 250 kW

Jenis : AC Generator

Tegangan : 220/360

Jumlah : 1

4.6.7 Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*.

Udara tekan yang dipilih memiliki tekanan 6 bar dan suhu 30 °C. Dimana untuk 1 alat kontrol membutuhkan udara tekan banyak sebanyak 1,6992 m³/jam. Total alat kontrol sebanyak 12 buah, sehingga kebutuhan total sebanyak 22 m³/jam.

4.6.8 Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler adalah *fuel oil* dan bahan bakar yang digunakan sebagai bahan bakar generator adalah solar. *Fuel oil* yang digunakan adalah produk yang dihasilkan oleh PT Pertamina. Produk ini lebih dikenal dengan istilah Minyak Bakar (I). Spesifikasi dari minyak bakar ini adalah

Tabel 4 16 Spesifikasi Minyak bakar

No	Karakteristik	Nilai
1.	Nilai Kalori	41,87 MJ/kg
2.	Densitas	991 kg/m ³
3.	Viskositas Kinematis	180 mm ² /detik
4.	Titik Tuang	30 °C
5.	Titik Nyala	60 °C
6.	Kandungan Belerang	3,5% wt
7.	Kandungan Air	0,75% wt
8.	Sedimen	0,15% wt

(MSDS, PT Pertamina)

Kebutuhan minyak bakar sebanyak 0,2884 m³/jam. Sedangkan kebutuhan solar sebanyak 25 kg/jam.

4.6.9 Unit Pengolahan Lanjut

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik N₂O ini adalah berupa limbah cair. Limbah cair dihasilkan pabrik biohidrogen ini berupa cairan yang terdiri dari campuran air dan pengotor lainnya.

- *Pre-Treatment*

Pre-treatment yang dilakukan adalah pengendapan menggunakan bak pengendapan untuk menghilangkan padatan besar menggunakan gaya gravitasi.

- *Treatment* Pertama

Treatment pertama berfungsi untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair. Pada *treatment* ini digunakan lumpur aktif organik yang dapat meningkatkan jumlah bakteri pengurai limbah organik. Proses aerasi dilakukan hingga nilai BOD, COD, dan DO standar diperoleh.

- *Treatment* Kedua

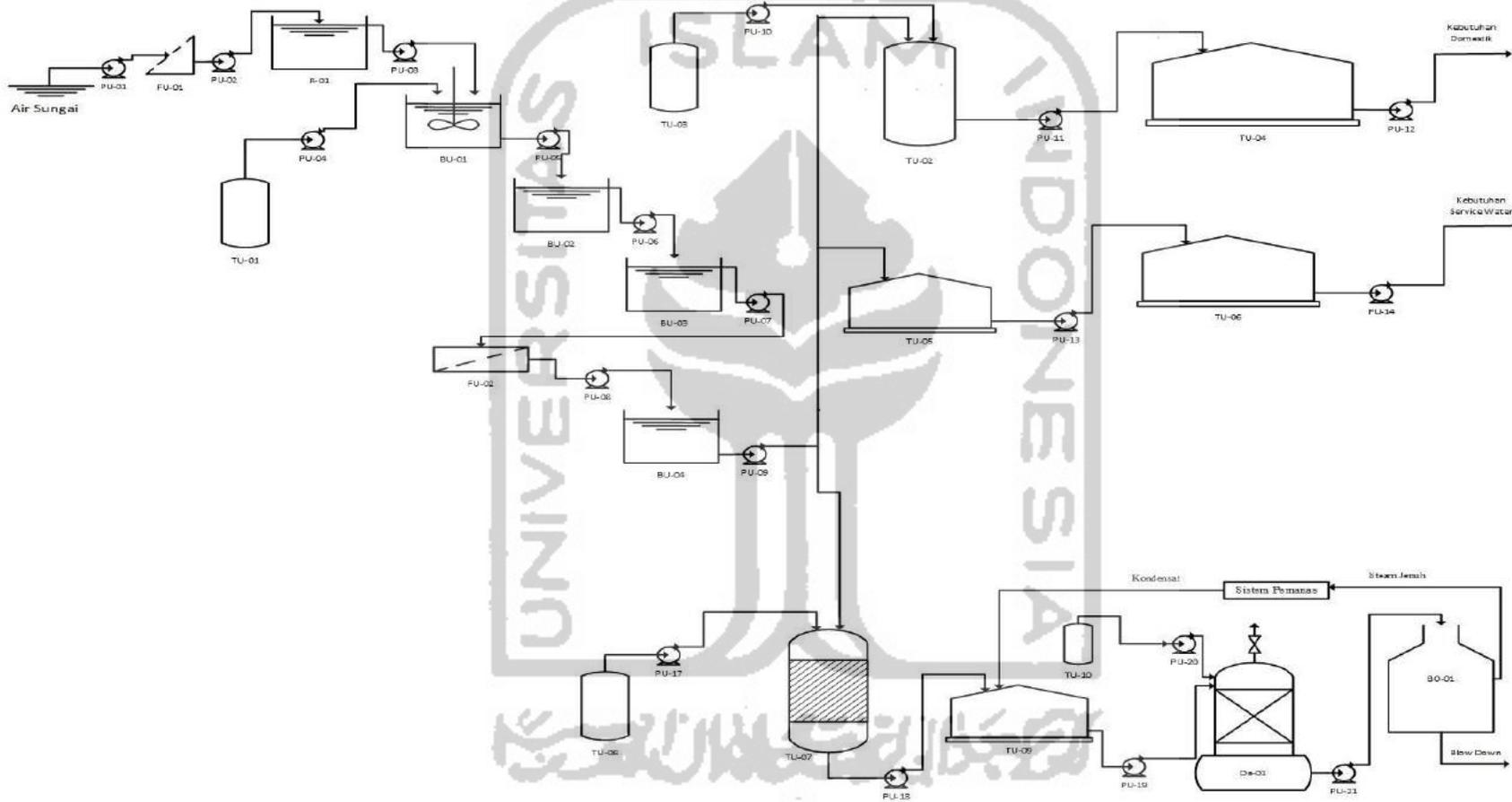
Treatment kedua dilakukan jika limbah cair memiliki pH tidak netral. Proses penetralan dilakukan dengan cara menambahkan senyawa kimia yang dapat menetralkan atau dengan menambahkan air pada limbah cair tersebut.

- *Treatment* Ketiga

Treatment ketiga berfungsi untuk membunuh mikroorganisme patogen yang terkandung di dalam air limbah. Desinfeksi mikroorganisme patogen dilakukan dengan cara menginjeksi gas Cl_2 pada limbah cair.

Pengawasan yang ketat pada tiap *treatment* limbah cair berupa pengujian di lab sangat diperlukan agar limbah cair tidak merusak lingkungan disekitar lokasi pabrik.

4.6.10 Diagram Alir Utilitas



Gambar 4 5 Diagram Alir Utilitas

4.7 Organisasi Perusahaan

Masalah organisasi merupakan hal yang penting dalam perusahaan, hal ini menyangkut efektifitas dalam peningkatan kemampuan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produk yang dihasilkan. Dalam upaya peningkatan efektifitas dan kinerja perusahaan maka pengaturan atau manajemen harus menjadi hal yang mutlak. Tanpa manajemen yang teratur baik dari kinerja sumber daya manusia maupun terhadap fasilitas yang ada secara otomatis organisasi akan berkembang.

4.7.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Perkataan organisasi, berasal dari kata Latin "*organum*" yang dapat berarti alat, anggota badan James D. Mooney, mengatakan: "Organisasi adalah bentuk setiap perserikatan manusia untuk mencapai suatu tujuan bersama.", sedangkan Chester I. Barnard memberikan pengertian organisasi sebagai: "Suatu system daripadaha aktivitas kerjasama yang dilakukan dua orang atau lebih" (Siagian, 1992).

Dari pendapat ahli yang dikemukakan di atas dapat diambil arti dari kata organisasi, yaitu kelompok orang yang secara sadar bekerjasama untuk mencapai tujuan bersama dengan menekankan wewenang dan tanggung jawab masing-masing. Secara ringkas, ada tiga unsur utama dalam organisasi, yaitu (Sutarto, 2002):

1. Adanya sekelompok orang
2. Adanya hubungan dan pembagian tugas
3. Adanya tujuan yang ingin dicapai

4.7.2 Manajemen Perusahaan

Umumnya perusahaan modern mempunyai kecenderungan bukan saja terhadap produksi, melainkan juga terhadap penanganan hingga menyangkut organisasi dan hubungan sosial atau manajemen keseluruhan. Hal ini disebabkan oleh aktivitas yang terdapat dalam suatu perusahaan

atau suatu pabrik diatur oleh manajemen. Dengan kata lain bahwa manajemen bertindak memimpin, merencanakan, menyusun, mengawasi, dan meneliti hasil pekerjaan. Perusahaan dapat berjalan dengan baik secara menyeluruh, apabila perusahaan memiliki manajemen yang baik antara atasan dan bawahan (Siagian, 1992).

Fungsi dari manajemen adalah meliputi usaha memimpin dan mengatur faktor-faktor ekonomis sedemikian rupa, sehingga usaha itu memberikan perkembangan dan keuntungan bagi mereka yang ada di lingkungan perusahaan.

Dengan demikian, jelaslah bahwa pengertian manajemen itu meliputi semua tugas dan fungsi yang mempunyai hubungan yang erat dengan permulaan dari pembelanjaan perusahaan (*financing*).

Dengan penjelasan ini dapat diambil suatu pengertian bahwa manajemen itu diartikan sebagai seni dan ilmu perencanaan (*planning*), pengorganisasian, penyusunan, pengarahan, dan pengawasan dari sumber daya manusia untuk mencapai tujuan (*criteria*) yang telah ditetapkan (Siagian, 1992).

Menurut Siagian (1992), manajemen dibagi menjadi tiga kelas pada perusahaan besar, yaitu:

1. *Top* manajemen
2. *Middle* manajemen
3. *Operating* manajemen

Orang yang memimpin (pelaksana) manajemen disebut dengan manajer. Manajer ini berfungsi atau bertugas untuk mengawasi dan mengontrol agar manajemen dapat dilaksanakan dengan baik sesuai

dengan ketetapan yang digariskan bersama. Menurut Madura (2000), syarat-syarat manajer yang baik adalah:

1. Harus menjadi contoh (teladan)
2. Harus dapat menggerakkan bawahan
3. Harus bersifat mendorong
4. Penuh pengabdian terhadap tugas-tugas.
5. Berani dan mampu mengatasi kesulitan yang terjadi
6. Bertanggung jawab, tegas dalam mengambil atau melaksanakan keputusan yang diambil
7. Berjiwa besar

4.7.3 Bentuk Hukum Badan Usaha

Dalam mendirikan suatu perusahaan yang dapat menjadi tujuan dari perusahaan itu secara terus-menerus, maka harus dipilih bentuk perusahaan apa yang harus didirikan agar tujuan itu tercapai. Menurut Sutarto (2002), bentuk-bentuk badan usaha yang ada dalam praktek di Indonesia, antara lain adalah:

1. Perusahaan Perorangan
2. Persekutuan Firma
3. Persekutuan Komanditer (CV)
4. Perseroan Terbatas (PT)
5. Koperasi
6. Usaha Daerah
7. Perusahaan Negara

Bentuk badan usahan dalam Pra-rancangan Pabrik Biohidrogen direncanakan adalah perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT).

Perseroan Terbatas adalah badan hukum yang didirikan berdasarkan perjanjian, melakukan kegiatan usaha dengan modal dasar yang seluruhnya terbagi dalam saham, dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam UU No. 1 tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT), serta peraturan pelaksanaannya.

Syarat-syarat pendirian Perseroan Terbatas adalah:

1. Didirikan oleh dua orang atau lebih, yang dimaksud dengan “orang” adalah orang perseorangan atau badan hukum.
2. Didirikan dengan akta otentik, yaitu di hadapan notaris.
3. Modal dasar perseroan, yaitu paling sedikit Rp. 20.000.000,- (dua puluh juta rupiah) atau 25% dari modal dasar, tergantung mana yang lebih besar dan harus telah ditempatkan dan telah disetor.

Prosedur pendirian Perseroan Terbatas adalah:

1. Pembuatan akta pendirian di hadapan notaris
2. Pengesahan oleh Menteri Kehakiman
3. Pendaftaran Perseroan
4. Pengumuman dalam tambahan berita negara.

Dasar-dasar pertimbangan pemilihan bentuk perusahaan PT adalah sebagai berikut:

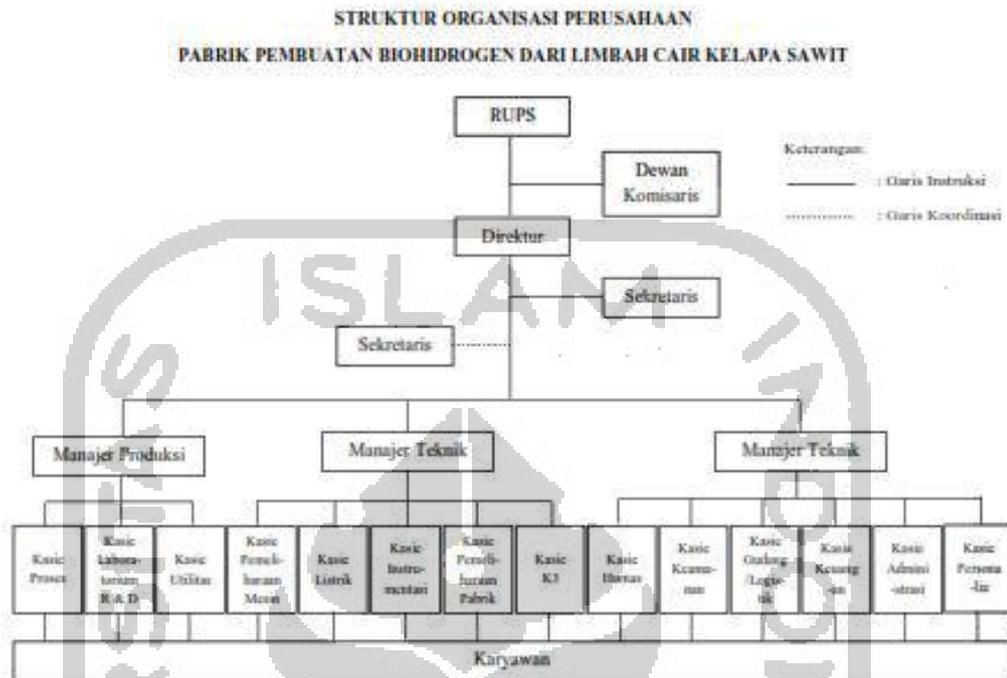
1. Kontinuitas perusahaan sebagai badan hukum lebih terjamin, sebab tidak tergantung pada pemegang saham, dimana pemegang saham dapat berganti-ganti.
2. Mudah memindahkan hak pemilik dengan menjual sahamnya kepada orang lain.
3. Mudah mendapatkan modal, yaitu dari bank maupun menjual saham.

4. Tanggung jawab yang terbatas dari pemegang saham terhadap hutang perusahaan.
5. Penempatan pemimpin atas kemampuan pelaksanaan tugas.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa kerja sama antar sumber daya manusia di dalam suatu perusahaan yang baik diperlukan agar tercipta lingkungan yang baik dan menghasilkan kinerja yang baik. Oleh karena itu diperlukan struktur organisasi yang tersusun dengan baik.

Perusahaan akan didirikan dalam bentuk Perseroan Terbatas (PT). Kekuasaan tertinggi dalam perusahaan akan dipegang oleh Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Perwakilan dari pemegang saham akan dipilih oleh RUPS sebagai dewan komisioner yang akan mengawasi jalannya perusahaan. Dewan komisioner akan dibantu oleh Direktur yang membawahi empat orang manajer yaitu Manejer Produksi, Manajer Teknik, Manajer Umum & Keuangan dan Manajer Pembelian & Pemasaran dengan bentuk organisasi garis dan staf. Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar berikut:





Gambar 4 6 Struktur Organisasi Perusahaan

4.7.4 Uraian Tugas, Wewenang, dan Tanggung Jawab

1. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)

Pemegang kekuasaan tertinggi pada PT adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). RUPS tahunan diadakan dalam waktu paling lambat enam bulan setelah tahun buku. RUPS lainnya dapat diadakan sewaktu-waktu berdasarkan kebutuhan. RUPS dihadiri oleh pemilik saham, komisaris dan direksi. Adapun hak dan wewenang RUPS adalah:

- Menyusun AD/ART (Anggaran Dasar/Anggaran Rumah Tangga) dan mengesahkannya
- Mengangkat dan memberhentikan Manajer perusahaan.
- Mengawasi kinerja Manajer
- Membuat kebijakan gaji bagi pegawai
- Meminta pertanggungjawaban dari Manajer jika terjadi penyimpangan yang terjadi dalam perusahaan.

2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris dipilih dalam RUPS untuk mewakili para pemegang saham dalam mengawasi jalannya perusahaan. Dewan Komisaris ini bertanggung jawab kepada RUPS. Tugas-tugas Dewan Komisaris adalah:

- Menentukan garis besar kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan rapat tahunan para pemegang saham.
- Meminta laporan pertanggungjawaban Direktur secara berkala.
- Melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan dan pelaksanaan tugas Direktur.

3. Direktur

Pimpinan utama di Pabrik Pembuatan Gas Biohidrogen dijabat oleh seorang Direktur yang memiliki tugas sebagai berikut:

- Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien.
- Menyusun dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS
- Mengadakan kerjasama dengan pihak luar demi kepentingan perusahaan.
- Mewakili perusahaan dalam mengadakan hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga.
- Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap personalia yang bekerja pada perusahaan.

Dalam menjalankan Pabrik Pembuatan Gas Biohidrogen, Direktur dibantu oleh tiga orang manajer yang masing-masing membawahi sebuah departemen.

Adapun ketiga manajer dalam perusahaan adalah:

- 1) Manajer Produksi, yang membawahi 3 divisi yang dikepalai oleh supervisor. Secara umum, departemen produksi mengatur dan mengawasi segala sesuatu yang berhubungan langsung dengan jalannya proses produksi. Beberapa divisi yang terdapat dalam departemen produksi antara lain adalah:
 - a. Divisi proses, yang memiliki tugas untuk mengawasi kelancaran dari proses produksi sehingga dapat mencapai target jumlah produksi yang telah ditetapkan. Tugas lain divisi proses adalah

pengaturan jadwal *shift* dari karyawan, menghitung kebutuhan bahan baku dan bahan penunjang yang dibutuhkan hingga engemasan produk sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

- b. Divisi Utilitas yang memiliki tugas dalam hal penyediaan *steam*, air pendingin, udara tekan, bahan bakar, serta listrik yang menunjang proses produksi. Selain itu, divisi ini bertanggung jawab atas seluruh peralatan yang digunakan dalam proses penyediaan utilitas yang ada.
- c. Divisi Laboratorium yang bertanggung jawab atas proses pengecekan kualitas produk yang dihasilkan serta bertugas untuk melakukan pengembangan teknologi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan.

2) Manajer Teknik, yang memiliki tugas mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah teknik baik di lapangan maupun di kantor. Dalam menjalankan tugasnya manajer teknik dibantu oleh lima supervisor divisi, yaitu Supervisor Listrik, Supervisor Instrumentasi, Supervisor Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), Supervisor Pemeliharaan Mesin, dan Supervisor Pemeliharaan Pabrik.

3) Manajer Umum dan Keuangan bertanggung jawab langsung kepada Direktur dalam mengawasi dan mengatur keuangan, keamana, administrasim personalia, gudang/logistik, dan humas. Dalam menjalankan tugasnya Manajer Umum dan Keuangan dibantu oleh enam Kepala Seksi (Kasie.), yaitu Kepala Seksi Keuangan, Kepala Seksi Administrasi, Kepala Seksi Personalia, Kepala Seksi Humas, Kepala Seksi Gudang/Logistik, dan Kepala Seksi Keamanan.

4. Staf Ahli

Staf ahli di Pabrik Pembuatan Gas Biohidrogen ini memiliki tugas untuk memberikan masukan, baik berupa saran nasehat, maupun pandangan terhadap segala aspek operasional perusahaan khususnya pada aspek keselamatan kerja seluruh karyawan.

5. Sekretaris

Dalam menjalankan tugasnya, selain ketiga manajer tersebut, direktur juga mengangkat seorang Sekretaris untuk menangani masalah surat-menyurat untuk pihak perusahaan, menangani kearsipan dan pekerjaan lainnya untuk membantu Direktur dalam menangani administrasi perusahaan.

4.7.5 Struktur Tenaga Kerja

1. Pembagian Struktur Tenaga Kerja

Pabrik pembuatan gas biohidrogen ini direncanakan beroperasi 300 hari per tahun secara kontinu 24 jam sehari. Berdasarkan pengaturan jam kerja, karyawan dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu karyawan regular atau *non-shift* dan karyawan *shift*.

a. Karyawan *non-shift*

Waktu kerja bagi karyawan regular atau *non-shift* adalah 5 hari kerja, dimana hari Sabtu dan Minggu dijadikan hari libur. Untuk karyawan *shift* digunakan jadwal kerja berdasarkan giliran *shift* masing-masing. Jam kerja karyawan *non-shift* ditetapkan sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor: Kep.234/Men/2003 yaitu 8 jam sehari atau 40

jam per minggu dan jam kerja selebihnya dianggap lembur. Perhitungan uang lembur menggunakan acuan 1/173 dari upah sebulan (Pasal 10 Kep.234/Men/2003) dimana untuk jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah sejam. Adapun perincian waktu kerja baik bagi karyawan regular maupun karyawan *shift* adalah sebagai berikut:

Senin s.d. Kamis : 08.00 – 17.00 WIB

(Istirahat: 12.00 – 13.00 WIB)

Jumat : 08.00 – 17.00 WIB

(Istirahat: 11.30 – 13.00 WIB)

b. Karyawan *shift*

Untuk pekerjaan yang langsung berhubungan dengan proses produksi yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, para karyawan diberi pekerjaan bergilir (*shift work*).

Pekerjaan dalam satu hari dibagi tiga *shift*, yaitu tiap *shift* bekerja selama 8 jam dan 15 menit pergantian *shift* dengan pembagian sebagai berikut:

Shift pagi (I) : 07.00 – 15.00 WIB

Shift siang (II) : 15.00 – 23.00 WIB

Shift malam (III) : 23.00 – 07.00 WIB

Karyawan yang termasuk dalam kerja *shift* dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok A, B, C, dan D. Pola pembagian waktu kerja adalah pergantian dari *shift* pagi, sore, malam, dan hari libur.

Karyawan yang telah bekerja selama 2 kali *shift* malam akan mendapatkan hari libur selama 2 hari.

Berikut ini adalah tabel jadwal giliran kerja untuk karyawan *shift*:

Tabel 4 17 Shift Kerja Karyawan

	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin
A	I	I	II	II	III	III	--	--
B	II	II	III	III	--	--	I	I
C	III	III	--	--	I	I	II	II
D	--	--	I	I	II	II	III	III

4.7.6 Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan

Dari data karyawan *shift* dan *non-shift* jumlah karyawan pada pabrik adalah 110 orang. SDM yang digunakan pada pabrik perlu diperhatikan, adapun perinciannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4 18 Tingkat Pendidikan Karyawan

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Dewan Komisaris	2	Ekonomi/Teknik (S1)
Direktur	1	Teknik Kimia (S1)
Sekretaris	1	Akuntansi (S1)/ Kesekretariatan (D3)
Staff Ahli	2	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 5 tahun

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Manajer Produksi	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Manajer Teknik	1	Teknik Mesin (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Manajer Umum dan Keuangan	1	Ekonomi Akuntansi (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Kepala Seksi Proses	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Laboratorium R&D	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Utilitas	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Listrik	1	Teknik Elektro (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Kepala Seksi Instrumentasi	1	Teknik Sipil (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Pemeliharaan Pabrik	1	Teknik Mesin (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Mesin	1	Teknik Mesin (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	Teknik Kimia/ Kesehatan Masyarakat (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Keuangan	1	Ekonomi Akuntansi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Administrasi	1	Ekonomi Akuntansi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Personalia	1	Akuntansi Manajemen (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Kepala Seksi Humas	1	Hukum (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Seksi Keamanan	1	Pensiunan ABRI
Kepala Seksi Gudang / Logistik	1	Ekonomi Manajemen (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Karyawan Proses	7	Teknik Kimia (S1)
Karyawan Laboratorium R&D	7	MIPA Kimia (S1)/ Kimia Analis (D3)
Karyawan Utilitas	7	Teknik Kimia (S1)
Karyawan Unit Pembangkit Listrik	7	Teknik Elektro/Mesin (S1)
Karyawan Instrumentasi Pabrik	7	Teknik Instrumentasi Pabrik (D4)
Karyawan Pemeliharaan Pabrik	7	Teknik Mesin (S1)/ Mesin (D3)
Karyawan Pemeliharaan Mesin	3	Teknik Mesin (S1)/ Mesin (D3)
Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	3	Teknik Kimia/ Kesehatan Masyarakat (S1) atau (D3)

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Karyawan Bag. Keuangan	3	Akutansi/Manajemen (D3)
Karyawan Bag. Administrasi	3	Ilmu Komputer (D1)
Karyawan Bag. Personalia	3	Akutansi/Manajemen (D3)
Karyawan Bag. Humas	3	Akutansi/Manajemen (D3)
Operator Proses	20	Teknik Kimia (D3)
Operator Utilitas	10	Teknik Kimia (D3)
Petugas Keamanan	6	SLTP/STM/SMU/D1
Karyawan Gudang / Logistik	6	SLTP/STM/SMU/D1
Dokter	1	Kedokteran, Profesi (S1)
Perawat	2	Akademi Perawat (D3)
Petugas Kebersihan	6	SLTP/SMU
Supir	6	SMU/STM
Jumlah	144	

Setiap karyawan di perusahaan memiliki hak dan kewajiban yang diatur oleh undang-undang ketenagakerjaan. Terdapat dua jenis karyawan berdasarkan jenis kontrak kerjanya, yaitu:

- Karyawan Pra-Kontrak merupakan karyawan baru yang akan mengalami masa percobaan kerja selama 6 bulan. Setelah 6 bulan,

kinerja karyawan akan dievaluasi untuk kemudian diambil keputusan mengenai pengangkatan menjadi karyawan tetap.

- Karyawan Tetap merupakan karyawan yang telah memiliki kontrak kerja secara tertulis dengan perusahaan.

Baik karyawan pra-kontrak maupun karyawan tetap memiliki hak serta kewajiban yang sama. Hak karyawan meliputi masalah gaji, tunjangan, serta cuti karyawan.

1) Hak Karyawan

- Gaji Pokok

Gaji pokok karyawan diatur berdasarkan jabatan, keahlian dan kecakapan karyawan, masa kerja, serta prestasi kerja. Kenaikan gaji pokok dilakukan per tahun sesuai dengan pertumbuhan ekonomi serta prestasi dari karyawan. Daftar gaji karyawan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4 19 Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Dewan Komisaris	2	Rp 40.000.000	Rp 80.000.000
2	Direktur	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
3	Sekretaris	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
4	Staff Ahli	2	Rp 20.000.000	Rp 40.000.000
5	Manajer Umum dan Keuangan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
6	Kepala Seksi Proses	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
7	Kepala Seksi Laboratorium R&D	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
8	Kepala Seksi Utilitas	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000

9	Kepala Seksi Listrik	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
10	Kepala Seksi Instrumentasi	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
11	Kepala Seksi Pemeliharaan Pabrik	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
12	Kepala Seksi Mesin	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
13	Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
14	Kepala Seksi Keuangan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
15	Kepala Seksi Administrasi	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
16	Kepala Seksi Personalia	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
17	Kepala Seksi Humas	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
18	Kepala Seksi Keamanan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
19	Kepala Seksi Gudang/Logistik	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
20	Karyawan Proses	7	Rp 7.000.000	Rp 49.000.000
21	Karyawan Laboratorium R&D	7	Rp 7.000.000	Rp 49.000.000
22	Karyawan Utilitas	7	Rp 7.000.000	Rp 49.000.000
23	Karyawan Unit Pembangkit Listrik	7	Rp 7.000.000	Rp 49.000.000
24	Karyawan Instrumentasi Pabrik	7	Rp 7.000.000	Rp 49.000.000
25	Karyawan Pemeliharaan Pabrik	7	Rp 7.000.000	Rp 49.000.000
26	Karyawan Pemeliharaan Mesin	3	Rp 7.000.000	Rp 21.000.000
27	Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
28	Karyawan Bagian Keuangan	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
29	Karyawan Bagian Administrasi	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000

30	Karyawan Bagian Personalia	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
31	Karyawan Bagian Humas	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
32	Petugas Keamanan	6	Rp 5.000.000	Rp 30.000.000
33	Karyawan Gudang/Logistik	6	Rp 4.500.000	Rp 27.000.000
34	Dokter	1	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000
35	Perawat	2	Rp 4.000.000	Rp 8.000.000
36	Petugas Kebersihan	12	Rp 4.000.000	Rp 48.000.000
37	Supir	6	Rp 5.000.000	Rp 30.000.000
38	Operator Proses	20	Rp 6.000.000	Rp 84.000.000
39	Operator Utilitas	10	Rp 6.000.000	Rp 42.000.000
	Total	144	Rp 422.500.000	Rp 1.094.000.000

- Tunjangan dan Fasilitas bagi Karyawan
Selain gaji pokok, setiap karyawan juga mendapatkan tunjangan yang diatur oleh perusahaan. Beberapa jenis tunjangan dan fasilitas yang diberikan oleh perusahaan antara lain adalah:

a. Tunjangan makan

Makan siang disediakan oleh perusahaan dan setiap karyawan berhak makan siang yang disediakan. Namun karyawan juga dapat makan siang di luar wilayah perusahaan dan akan diberikan uang makan yang besarnya disesuaikan dengan jabatan karyawan.

b. Tunjangan kesehatan

Setiap karyawan akan memiliki asuransi yang diatur oleh perusahaan, sesuai dengan undang-undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2004 tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional Pasal 18. Jenis program jaminan sosial meliputi:

- Jaminan kesehatan
- Jaminan kecelakaan kerja
- Jaminan hari tua
- Jaminan pension dan kematian

Sehingga karyawan mengalami kecelakaan ataupun sakit dan harus dirawat, maka perusahaan akan mengganti seluruh biaya perawatan.

c. Tunjangan hari raya

Setiap karyawan akan mendapatkan tunjangan hari raya sebesar 1 bulan gaji setiap tahunnya.

d. Tunjangan keluarga

Karyawan yang telah memiliki keluarga akan mendapatkan tunjangan bagi istri dan anaknya (maksimal 2 anak) yang ketentuannya telah diatur oleh perusahaannya.

e. Tunjangan hari tua

Karyawan yang telah berumur 60 tahun akan memasuki usia pensiun dan akan diberikan uang pensiun sebesar 10% dari gaji total selama karyawan tersebut bekerja.

- Penyediaan fasilitas bagi karyawan

- a. Penyediaan sarana transportasi / bus karyawan

- b. Penyediaan fasilitas tempat ibadah yang dilengkapi dengan sarana air dan listrik
- c. Beasiswa kepada anak-anak karyawan yang berprestasi
- d. Memberikan tanda penghargaan dalam bentuk tanda mata kepada pekerja yang mencapai masa kerja berturut-turut 10 tahun.
- e. Penyediaan fasilitas perumahan yang dilengkapi dengan sarana air dan listrik.

- **Cuti dan Hari Libur Nasional**

Setiap karyawan tetap akan mendapatkan cuti kerja sebanyak 15 hari per tahunna dan hal ini tidak berlaku akumulatif. Selain itu pada hari libur nasional, karyawan non-*shift* akan libur, namun karyawan *shift* yang memiliki jadwal kerja pada hari tersebut tidak libur namun jam kerjanya akan dihitung sebagai jam kerja lembur.

2) **Kewajiban Karyawan**

Hak yang diterima oleh karyawan perlu diimbangi juga dengan kewajiban yang harus diberikan oleh setiap karyawan. Beberapa kewajiban karyawan antara lain adalah:

- Wajib turut serta menyukseskan visi dan misi perusahaan
- Wajib mentaati kontrak kerja yang telah disepakati sebelumnya antara perusahaan dan karyawan
- Wajib menjaga kerahasiaan proses produksi pabrik

4.7.7 Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja bagi karyawan sangat penting. Hal ini pun diatur oleh pemerintah dalam undang-undang. Oleh karena itu diperlukan adanya staf ahli kesehatan dan keselamatan kerja (K3) yang berfungsi untuk memberikan pelatihan kepada seluruh karyawan, terutama karyawan yang berada di area produksi untuk memperhatikan keselamatan kerja. Pelatihan juga dapat berupa uji coba sirine bahaya kebakaran, dll.

Perusahaan juga menyediakan beberapa jenis alat pelindung diri (APD) bagi setiap karyawan, dan setiap karyawan wajib memakai di dalam area produksi. APD tersebut antara lain adalah sepatu pengaman, *earplug*, *helmet*, baju tangan panjang, serta masker. Unit K3 juga menyediakan poster-poster yang berisikan himbuan kepada karyawan tentang keselamatan kerja.

4.8 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidaknya untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah:

- a. *Return On Investment (ROI)*
- b. *Pay Out Time (POT)*
- c. *Discounted Cash Flow*
- d. *Break Event Point (BEP)*
- e. *Shut Down Point (SDP)*

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

31 Penentuan modal industry (*Total Capital Investment*)

Meliputi:

- a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

32 Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi:

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

33 Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap

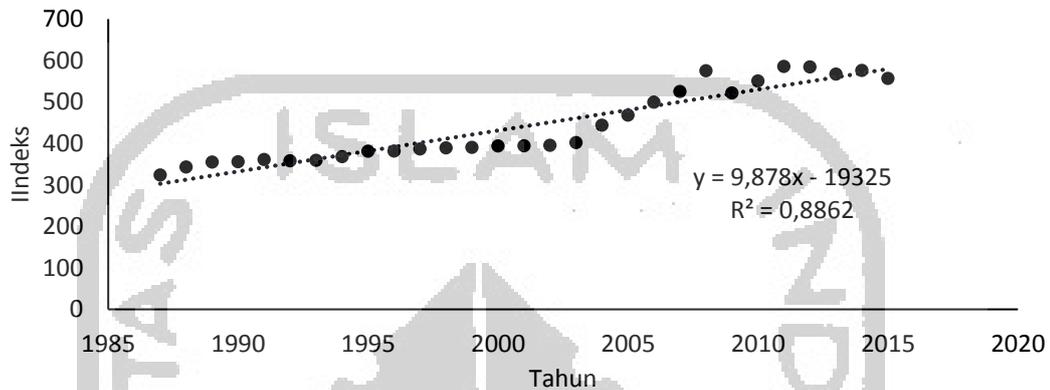
- a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variable (*Variable Cost*)
- c. Biaya tak pasti/mengambang (*Regulated Cost*)

4.8.1 Penaksiran Harga Alat

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

Pabrik biohidrogen ini beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2024. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lainnya diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2024 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai tahun 2015, dicari dengan persamaan regresi linear.



Gambar 4.7 Indeks Harga Alat

(chemengonline.com/pci)

Persamaan yang diperoleh adalah $y = 9,878x - 19325$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2024 yaitu sebesar 668,072. Harga-harga alat lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dari referensi buku Peters & Timmerhaus pada tahun 1990 dan Aries Newton pada tahun 1955. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

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

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2024

E_y : Harga pembelian pada tahun referensi (1990)

N_x : Indeks harga pada tahun 2024

N_y : Indeks harga pada tahun referensi (1990)

4.8.2 Dasar Perhitungan

A. Capital Investment

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran – pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

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

B. Manufacturing Cost

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

Menurut Aries dan Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi:

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran – pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Cost*

Fixed Cost adalah biaya – biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak bergantung waktu dan tingkat produksi.

a. *General Exspense*

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran – pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.8.3 Analisa Kelayakan

Studi kelayakan dari pabrik biohidrogen dari limbah cair kelapa sawit ini dapat dilihat dari parameter – parameter ekonomi. Pabrik ini dikategorikan sebagai pabrik dengan resiko renda (*low risk*) dengan pertimbangan bahwa teknologi yang digunakan sudah ada sebelumnya dan pabrik biohidrogen sudah ada di Indonesia. Selain itu temperature maksimum proses dalam pabrik ini sebesar 55°C dan tekanan yang digunakan relatif rendah. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

A. *Return on Investment (ROI)*:

Return On Investmen digunakan sebagai sebuah pertimbangan penting karena ROI menunjukkan seberapa cepat pengembalian investasi berdasarkan pada keuntungan.

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

Keuntungan atau profit dihitung berdasarkan *annual sales* (S_a) dan *total manufacturing cost*. *Finance* akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian utang selama pembangunan pabrik. *Finance* akan berkontribusi terhadap *cash flow* dari pabrik ini. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai minimum ROI *before tax* sebesar 11% sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai minimum ROI *before tax* sebesar 44%.

B. *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time (POT) adalah

- a. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
- b. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- c. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.
- d. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 2 tahun.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit} + \text{Depresiasi})}$$

C. Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah

- a. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- b. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
- c. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.
- d. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar 40% - 60%

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

D. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point adalah

- a. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan.

Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bias juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*)

- b. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- c. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
- d. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

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

Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) adalah

- a. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR dibuat dengan menggunakan nilai mata uang yang berubah terhadap waktu

dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.

- b. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- c. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.
- d. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan DCFRR adalah
 - Umur ekonomis pabrik yaitu 10 tahun
 - *Annual profit dan taxes* konstan setiap tahun
 - Depresiasi sama setiap tahun

Persamaan untuk menentukan DCFRR:

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik

i : Nilai DCFRR

d. General Exspense

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran – pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.8.4 Hasil Analisa Kelayakan

Studi kelayakan dari pabrik biohidrogen dari limbah cair kelapa sawit ini dapat dilihat dari parameter – parameter ekonomi. Pabrik ini dikategorikan sebagai pabrik dengan resiko renda (*low risk*) dengan pertimbangan bahwa teknologi yang digunakan sudah ada sebelumnya dan pabrik biohidrogen sudah ada di Indonesia. Selain itu temperature maksimum proses dalam pabrik ini sebesar 55°C dan tekanan yang digunakan relatif rendah. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

F. *Return on Investment* (ROI):

Return On Investmen digunakan sebagai sebuah pertimbangan penting karena ROI menunjukkan seberapa cepat pengembalian investasi berdasarkan pada keuntungan.

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

Keuntungan atau profit dihitung berdasarkan *annual sales* (Sa) dan *total manufacturing cost*. *Finance* akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian utang selama pembangunan pabrik.

Finance akan berkontribusi terhadap *cash flow* dari pabrik ini. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai minimum ROI *before tax* sebesar 11% sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai minimum ROI *before tax* sebesar 44%.

G. *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time (POT) adalah

- e. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
- f. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- g. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.
- h. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 2 tahun.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit} + \text{Depresiasi})}$$

H. *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah

- e. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- f. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.

- g. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.
- h. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar 40% - 60%

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

I. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point adalah

- e. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bias juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*)
- f. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabilan tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- g. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
- h. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

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

Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) adalah

- e. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR dibuat dengan menggunakan nilai mata uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- f. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- g. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.
- h. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan DCFRR adalah
 - Umur ekonomis pabrik yaitu 10 tahun
 - *Annual profit* dan *taxes* konstan setiap tahun
 - Depresiasi sama setiap tahun

Persamaan untuk menentukan DCFRR:

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik

i : Nilai DCFRR

Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik ammonium nitrat memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta General Expense. Hasil rancangan masing– masing disajikan pada tabel sebagai berikut

Tabel 4 20 Physical Plant Cost (PSC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Purchased Equipment cost	43.530.244.102	3.053.693
2	Delivered Equipment Cost	10.882.561.026	763.423
3	Instalasi cost	6.877.294.863	482.450
4	Pemipaan	10.120.555.017	709.968
5	Instrumentasi	10.838.940.087	760.363
6	Insulasi	1.632.308.575	114.508
7	Listrik	4.353.024.410	305.369
8	Bangunan	12.700.000.000	890.919
9	Land & Yard Improvement	12.975.000.000	910.210
Physical Plant Cost (PPC)		113.909.928.080	7.990.903

Tabel 4 21 Direct Plant Cost

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	22.781.985.616	1.598.181
Total (DPC + PPC)		136.691.913.696	9.589.084

Tabel 4 22 Fixed Capital Investment (FCI)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	136.691.913.696	9.589.084
2	Kontraktor	5.467.676.548	383.563
3	Biaya tak terduga	13.669.191.370	958.908
Fixed Capital Investment (FCI)		155.828.781.614	10.931.556

Tabel 4 23 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	132.104.985.950	9.267.306
2	<i>Labor</i>	13.128.000.000	920.943
3	<i>Supervision</i>	1.312.800.000	92.094
4	<i>Maintenance</i>	3.116.575.632	218.631
5	<i>Plant Supplies</i>	467.486.345	32.795
6	<i>Royalty and Patents</i>	6.842.376.000	480.000
7	<i>Utilities</i>	366.676.244.433	25.722.731
Direct Manufacturing Cost (DMC)		523.648.468.361	36.734.501

Tabel 4 24 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	1.969.200.000	138.141
2	<i>Laboratory</i>	1.312.800.000	92.094
3	<i>Plant Overhead</i>	656.400.000	46.047
4	<i>Packaging and Shipping</i>	34.211.880.000	2.400.000
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		38.150.280.000	2.676.283

Tabel 4 25 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	12.466.302.529	874.524
2	<i>Propertu taxes</i>	1.558.287.816	109.316
3	<i>Insurance</i>	1.558.287.816	109.316
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		15.582.878.161	1.093.156

Tabel 4.31 Total Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	523.648.468.361	36.734.501
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	38.150.280.000	2.676.283

3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	15.582.878.161	1.093.156
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		577.381.626.522	40.503.939

Tabel 4 26 Working Capital Investment (WC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	.802.226.975	196.579
2	<i>In Process Inventory</i>	874.820.646	61.370
3	<i>Product Inventory</i>	12.247.489.047	859.174
4	<i>Extended Credit</i>	14.514.130.909	1.018.182
5	<i>Available Cash</i>	52.489.238.775	3.682.176
<i>Working Capital (WC)</i>		82.927.906.352	5.817.481

Tabel 4 27 General Expense (GE)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	17.321.448.796	1.215.118
2	<i>Sales expense</i>	28.869.081.326	2.025.197
3	<i>Research</i>	17.321.448.796	1.215.118
4	<i>Finance</i>	4.775.133.759	334.981
<i>General Expense (GE)</i>		68.287.112.677	4.790.414

Tabel 4 28 Total Biaya Produksi

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	577.381.626.522	40.503.939
2	<i>General Expense (GE)</i>	68.287.112.677	4.790.414
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		645.668.739.199	45.294.353

Tabel 4 29 Fixed Capital (Fa)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	12.466.302.529	874.524
2	<i>Property taxes</i>	1.558.287.816	109.316
3	<i>Insurance</i>	1.558.287.816	109.316
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		15.582.878.161	1.093.156

Tabel 4 29 Variabel Cost (Va)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	132.104.985.950	9.267.306
2	<i>Packaging & shipping</i>	34.211.880.000	2.400.000
3	<i>Utilities</i>	366.676.244.433	25.722.731
4	<i>Royalties and Patents</i>	6.842.376.000	480.000
<i>Variable Cost (Va)</i>		539.835.486.384	37.870.037

Tabel 4 30 Regulated Cost (Ra)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	13.128.000.000	920.943
2	<i>Plant overhead</i>	656.400.000	46.047
3	<i>Payroll overhead</i>	1.969.200.000	138.141
4	<i>Supervision</i>	1.312.800.000	92.094
5	<i>Laboratory</i>	1.312.800.000	92.094
6	<i>Administration</i>	17.321.448.796	1.215.118
7	<i>Finance</i>	4.775.133.759	334.981
8	<i>Sales expense</i>	28.869.081.326	2.025.197
9	<i>Research</i>	17.321.448.796	1.215.118
10	<i>Maintenance</i>	3.116.575.632	218.631
11	<i>Plant supplies</i>	467.486.345	32.795
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		90.250.374.654	6.331.160



Profit (Keuntungan)

Sebelum Pajak : Rp. 36.793.673.528

Setelah Pajak : Rp. 22.076.204.117

A. Return on Investment (ROI)

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

ROI sebelum pajak = 23,61 %

ROI setelah pajak = 14,17 %

B. Pay Out Time (POT)

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

POT sebelum pajak = 3,16 tahun

POT setelah pajak = 4,51 tahun

C. Break Even Point (BEP)

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

BEP = 54,00 %

D. Shut Down Point (SDP)

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

SDP = 34,52 %

E. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

Umur pabrik = 10 tahun

FCI = Rp 155.828.781.614

Working Capital = Rp 82.927.906.765

Salvage Value (SV) = Rp 12.466.302.529

Cash flow (CF) = Annual Profit + Depresiasi + Finance

= Rp 27.917.324.765

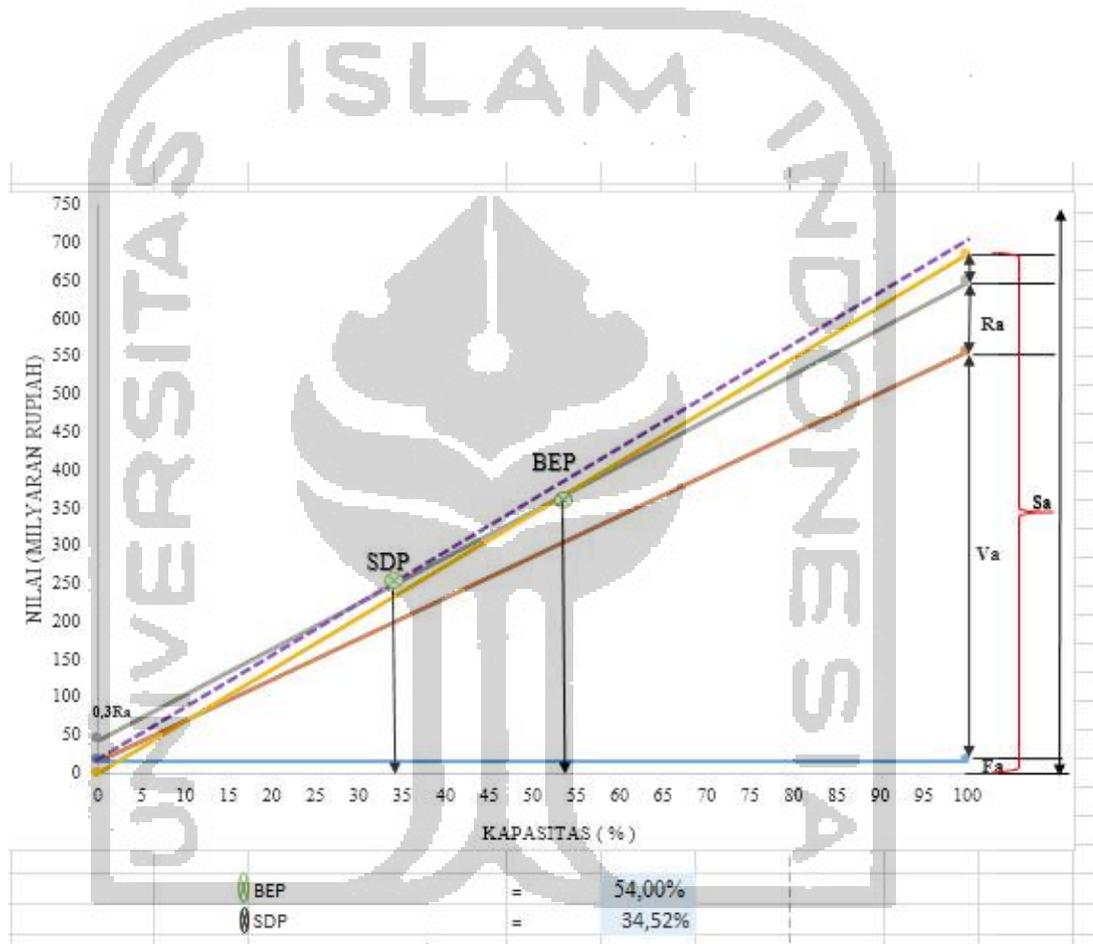
$$(FC + WC)(I + i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (I + i)^N + WC + SV$$

R = Rp556.065.191.537

$$S = \text{Rp}556.065.191.537$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 8,81 \%$

4.8.1 Grafik Break Even Point (BEP)



Gambar 0.9 Grafik Break Even Point