

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Ketepatan pemilihan Lokasi suatu pabrik harus direncanakan dengan baik dan tepat. Kemudahan dalam pengoperasian pabrik dan perencanaan di masa depan merupakan faktor – faktor yang perlu mendapat perhatian dalam penetapan lokasi suatu pabrik. Hal tersebut menyangkut faktor produksi dan distribusi dari produk yang dihasilkan. Lokasi pabrik harus menjamin biaya transportasi dan produksi yang seminimal mungkin, disamping beberapa faktor lain yang mesti dipertimbangkan misalnya pengadaan bahan baku, utilitas, dan lain – lain. Oleh karena itu pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perencanaan pabrik.

Berdasarkan pertimbangan diatas, maka ditentukan rencana pendirian pabrik hidrogen ini direncanakan akan dibangun di Provinsi Kalimantan Timur, tepatnya di Tenggarong.

4.1.1. Penyediaan Bahan Baku

Sumber bahan baku merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik. Untuk menekan biaya penyediaan bahan baku, maka pabrik hidrogen didirikan dekat penghasil bahan baku utama, yaitu perusahaan syngas untuk memproduksi hidrogen .

4.1.2. Pemasaran Produk

Kalimantan Timur adalah daerah industri kimia yang besar dan terus berkembang dengan pesat, diantaranya kawasan industri Kariangau yang terletak di Balikpapan, kawasan industri blok Mahakam dan Kaltim Industrial Estate di Bontang. Hal ini menjadikan Kalimantan Timur sebagai pasar awal yang baik bagi produk hidrogen. Untuk pemasaran hasil produksi dapat dilakukan melalui jalan darat maupun jalan laut kedepannya.

4.1.3. Utilitas

Penyediaan air untuk utilitas mudah dan murah karena kawasan ini dekat dengan sungai dan laut. Selain itu terdapat beberapa perusahaan yang telah memproduksi bahan bakar, diantaranya Pertamina, OPEP Sangata, beberapa perusahaan asing serta beberapa perusahaan swasta nasional. Sarana yang lain seperti listrik dan telekomunikasi juga dapat diperoleh dengan mudah di Tenggarong.

4.1.4. Transportasi

Sarana transportasi untuk keperluan pengangkutan bahan baku dan pemasaran produk dapat ditempuh melalui jalur darat maupun laut. Pelabuhan dapat dijadikan tempat berlabuh untuk kapal yang mengangkut bahan baku maupun produk. Dengan tersedianya sarana baik darat maupun laut maka diharapkan kelancaran kegiatan proses produksi, serta kelancaran pemasaran baik pemasaran domestik maupun internasional kedepannya.

Kalimantan Timur sebagai tujuan investasi memiliki bandara Sepinggian di Balikpapan, bandara Juwata di Tarakan, bandara Temindung di Samarinda dan

bandara Long Apung di Long Apung. Selain itu Kalimantan Timur juga memiliki pelabuhan Tanjung Redep, Pelabuhan khusus suaran jetty, pelabuhan Tanjung Selor, pelabuhan Samarinda, pelabuhan Tanah Grogot dan pelabuhan Balikpapan.

4.1.5. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan pada pabrik ini meliputi tenaga kerja terdidik, terampil maupun tenaga kasar. Tenaga kerja tersebut dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik dan luar daerah.

4.1.6. Keadaan Iklim dan Geografis

Lokasi yang dipilih merupakan lokasi yang cukup stabil karena memiliki iklim rata-rata yang cukup baik. Bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor maupun banjir besar jarang terjadi sehingga operasi pabrik dapat berjalan lancar.

4.1.7. Faktor Penunjang

Tenggarong merupakan daerah kawasan industri, sehingga faktor-faktor seperti: tersedianya energi listrik, bahan bakar, air, iklim dan karakter tempat/lingkungan bukan merupakan suatu kendala karena semua telah dipertimbangkan pada penetapan kawasan tersebut sebagai kawasan industri.

4.1.8. Faktor Lain-Lain

Faktor ini merupakan faktor yang berperan tidak secara langsung dalam proses di suatu industri, akan tetapi faktor tersebut sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dan distribusi suatu pabrik. Adapun faktor-faktor yang termasuk didalamnya antara lain:

a. Masalah Limbah

Limbah merupakan zat sisa yang tidak terpakai lagi disuatu industri. Limbah sendiri terbagi tiga yaitu:

1. Limbah padat
2. Limbah cair
3. Limbah gas

Pembuangan limbah harus menjadi perhatian yang serius, terutama mengenai dampak dari limbah tersebut ke lingkungan serta terhadap kesehatan masyarakat sekitar. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan limbah yaitu:

- Metode penanganan limbah yang tepat dan efisien, sehingga tidak mencemari lingkungan.
- Anggaran biaya yang diperlukan untuk mengolah limbah.
- Sistem pembuangan limbah tersebut.
- Masalah Limbah

b. Perizinan

Perizinan suatu industri meliputi izin mendirikan bangunan, pajak serta undang-undang setempat. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mengurus perizinan antara lain:

1. Sistem birokrasi daerah setempat.
2. Undang-undang yang berlaku di daerah setempat.

3. Pejabat daerah setempat.

c. Sosial masyarakat

Suatu pabrik dapat dikatakan bermanfaat bagi masyarakat lokal apabila hubungan antara pabrik dengan masyarakat berjalan dengan baik. Seperti terserapnya tenaga kerja lokal dan pembangunan infrastruktur jalan raya sehingga masyarakat cukup dapat merasakan dampak positif dengan adanya pabrik di daerah mereka.

Dengan pertimbangan di atas maka dapat disimpulkan bahwa kawasan Tenggara layak dijadikan pabrik syngas dari gasifikasi batu bara di Indonesia.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu:

4.2.1. Daerah Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan yang dijual.

4.2.2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

Merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang *control* sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

4.2.3. Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi

4.2.4. Daerah Utilitas dan *Power Station*

Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan. Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1. Perincian luas tanah dan bangunan pabrik

Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
Kantor utama	44	14	616
Pos Keamanan/satpam	8	4	32
Auditorium	16	36	576
Parkir tamu	12	22	264
Parkir Truk	20	12	240
Ruang timbang truk	12	6	72
Kantor teknik dan produksi	20	14	280
Klinik	12	10	120
Masjid	14	12	168
Kantin	16	12	192
Bengkel	12	24	288
Unit pemadam kebakaran	16	14	224
Gudang alat	22	10	220
Laboratorium	12	16	192

Tabel 4.1. Perincian luas tanah dan bangunan pabrik (lanjutan)

Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
Utilitas	24	10	240
Area proses	80	70	5600
<i>Control Room</i>	28	10	280
<i>Control Utilitas</i>	10	10	100
Jalan dan taman	60	40	2400
Perluasan pabrik	110	50	5500
Luas Tanah			17604
Luas Bangunan			9704
Total	533	331	17604

4.3. Tata Letak Alat Proses

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

4.3.1. Aliran Bahan Baku dan Produk

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

4.3.2. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang

dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlumemperhatikan arah hembusan angin.

4.3.3. Pencahayaan

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

4.3.4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam perancangan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

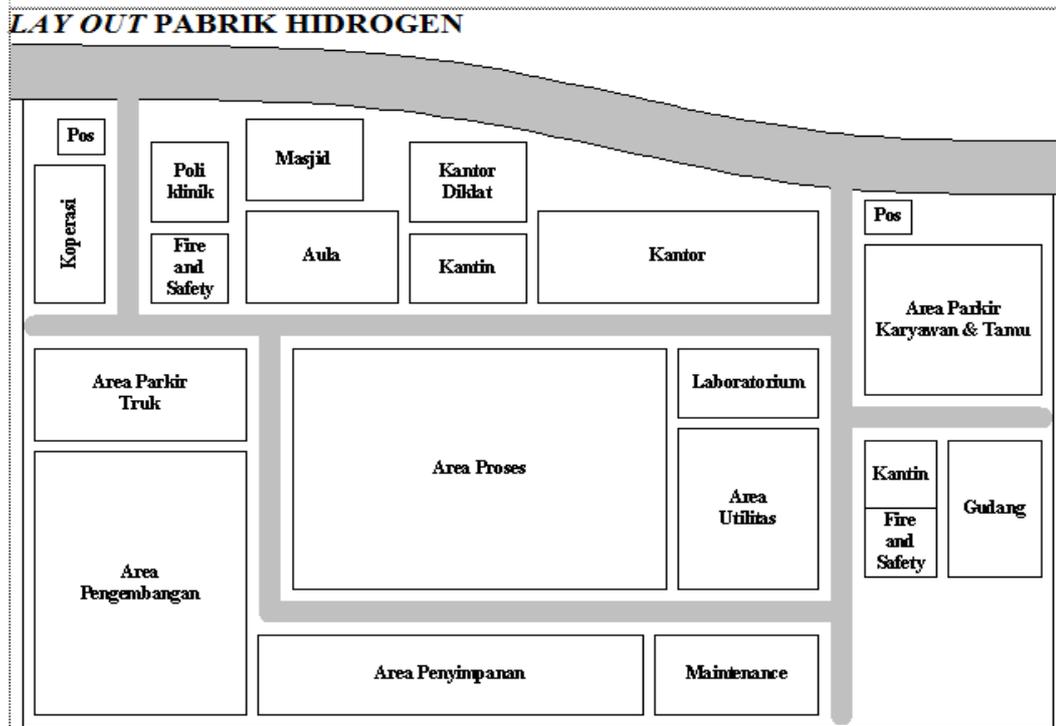
4.3.5. Pertimbangan Ekonomi

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

4.3.6. Jarak Antar Alat Proses

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

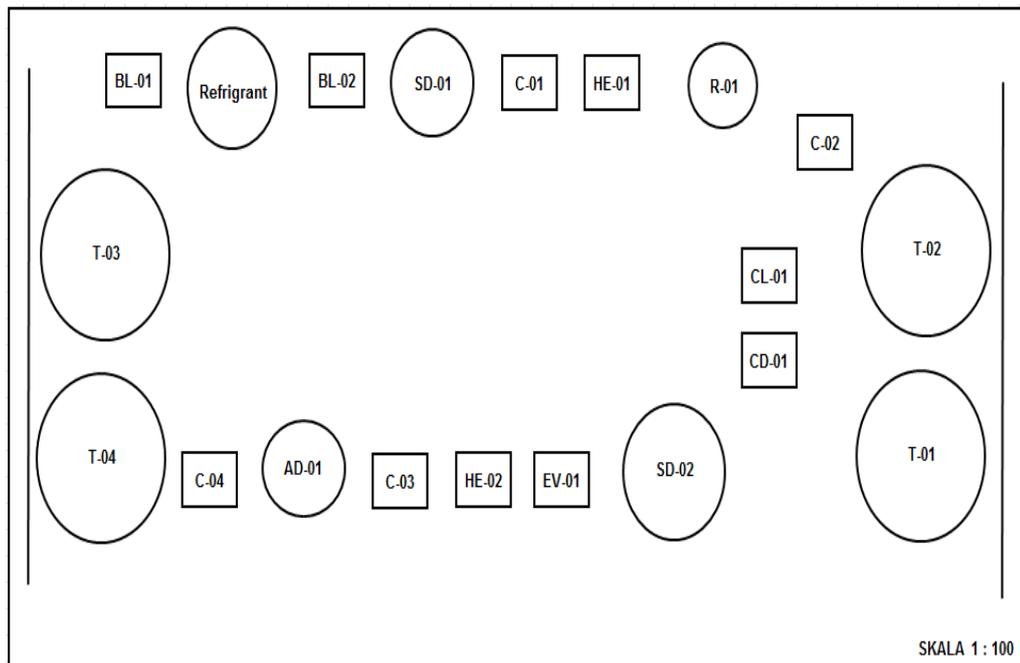
LAY OUT PABRIK HIDROGEN



Gambar 4.1 Lay Out Pabrik Skala 1 : 1100

Keterangan gambar :

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1. Pos Keamanan | 11. Area Perluasan |
| 2. Koperasi | 12. Area Proses |
| 3. Poliklinik | 13. Area Penyimpanan |
| 4. Fire and safety | 14. Laboratorium |
| 5. Masjid | 15. Utilitas |
| 6. Kantor Diklat | 16. Mainenance |
| 7. Kantin | 17. Gudang |
| 8. Kantor | 18. Tempat Pengolahan Limbah |
| 9. Parkir Karyawan dan Tamu | 19. Jalan raya |
| 10. Parkir Truk | |



Gambar 4.2 Tata Letak Alat Proses Pabrik Hidrogen

Keterangan Gambar :

1. Refrigerant (RG-01)
2. Separator drum (SD-01)
3. Separator drum (SD-02)
4. Reaktor (R-01)
5. Adsorber (ADS-01)
6. Tanki (T-01, T-02, T-03, T-04)
7. Heater (HE-01)
8. Cooler (CL-01)
9. Condensor (CD-01)
10. Kompresor (C)
11. Blower (BL)
12. Expansion Valve (EV)

4.4. Alir Proses dan Material

4.4.1. Neraca Massa

4.4.1.1. Neraca Massa Total

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam
CO	53.226,0955	2.306,4641
CH ₄	3.118,5930	3.118,5930
H ₂	176,1080	3.787,8788
O ₂	3.732,5480	3.732,5480
N ₂	681,9255	620,4907
CO ₂	-	79.875,2322
H ₂ O	130.023,7476	97.517,8107
Total	190.959,0176	190.959,0176

4.4.1.2. Neraca Massa per Alat

4.4.1.2.1 Refrigerator

Tabel 4.3 Neraca Massa Refrigerator

Komponen	Masuk, kg/jam (1)	Keluar, kg/jam (1)
CO	53.226,0955	53.226,0955
CH ₄	3.118,5930	3.118,5930
H ₂	176,1080	176,1080
O ₂	3.732,5480	3.732,5480
N ₂	681,9255	681,9255
Total	60.935,2701	60.935,2701

4.4.1.2.1 Separator drum – 01

Tabel 4.4 Neraca Massa Separator drum - 01

Komponen	Masuk, kg/jam 1	Keluar, kg/jam	
		2	3
CO	53.226,0955	-	5.3226,0955
CH ₄	3.118,5930	3.118,5930	-
H ₂	176,1080	-	176,1080
O ₂	3.732,5480	3.732,5480	-
N ₂	681,9255	-	681,9255
Total	60.935,2701	6.851,1411	54.084,1290
Total Masuk dan Keluar	60.935,2701	60.935,2701	

4.4.1.2.2 Reaktor

Tabel 4.5 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk, kg/jam 3	Masuk, kg/jam 4	Keluar, kg/jam	
			5	6
CO	53.226,0955	-	-	2.661,3048
H ₂ O	-	130.023,7476	-	97.517,81071
H ₂	176,1080	-	3.787,8788	-
CO ₂	-	-	-	79.458,9569
N ₂	681,9255	-	-	681,9255
Total	54.084,1291	130.023,7476	3.787,8788	18.0319,9979
Total Masuk dan Keluar	184.107,8767		184.107,8767	

4.4.1.2.3 Separator drum - 02

Tabel 4.6 Neraca Massa Separotor drum - 02

Komponen	Masuk, kg/jam 6	Keluar, kg/jam	
		7	8
CO	2.661,3048	-	2.661,3048
H ₂ O	97.517,81071	97.517,81071	-
CO ₂	79.458,9569	-	79.458,9569
N ₂	681,9255	-	681,9255
Total	180.319,9979	97.517,81071	82.802,18716
Total Masuk dan Keluar	180.319,9979	180.319,9979	

4.4.1.2.4 Adsorpsi

Tabel 4.6 Neraca Massa Adsorpber

Komponen	Masuk, kg/jam 8	Keluar, kg/jam	
		9	10
CO	2.661,3048	2.306,4641	354,8406
N ₂	681,9255	620,4908	61,4347
CO ₂	79.458,9569	-	79.458,9569
Total	82.802,18716	2.926,9549	7.9875,2322
Total Masuk dan Keluar	82.802,18716	82.802,18716	

4.4.2. Neraca Panas

Suhu referensi = 25°C

4.4.2.1. Refrigerator

Tabel 4.8 Neraca Panas Refrigerator

Komponen	ΔH in (kJ/j)	ΔH out (kJ/j)
CO	284.717,8236	-3.576.751,1067
CH ₄	36.567,6014	-445.188,1193
H ₂	13.049,0504	-163.237,9931
O ₂	17.707,5364	-221.532,8985
N ₂	3.646,5584	-458.58,4105
Panas yang diambil	-	480.8257,0984
Total	355.688,5703	355.688,5703

4.4.2.2. Separator drum – 01

Tabel 4.9 Neraca Panas 4.4.2.1.Separator drum – 01

Komponen	ΔH in (kJ/j)	ΔH out (kJ/j)
CO	284.717,8236	-3.576.751,1067
CH ₄	36.567,6014	-445.188,1193
H ₂	13.049,0504	-163.237,9931
O ₂	17.707,5364	-221.532,8985
N ₂	3.646,5584	-45.858,4105
Panas yang diambil	-	4.808.257,0984
Total	355.688,5703	355.688,5703

4.4.2.3. Reaktor

Tabel 4.10 Neraca Panas Reaktor

Komponen	ΔH in (kJ/j)	ΔH out (kJ/j)
CO	24.273.748,3519	1.215.056,7849
H ₂ O	108.793.692,6440	81.689.362,9514
H ₂	1.094.446,1606	23.565.958,9822
N ₂	307.041,5311	307.383,1472
CO ₂	-	34.001.677,7392
Subtotal	134.468.928,6876	140.779.439,6049
Panas reaksi	-3.200.251,5597	-
Panas yang terambil		-9.510.762,4770
Total	131.268.677,1279	131.268.677,1279

4.4.2.4. Separator drum - 02

Tabel 4.11 Neraca Panas Separator drum - 02

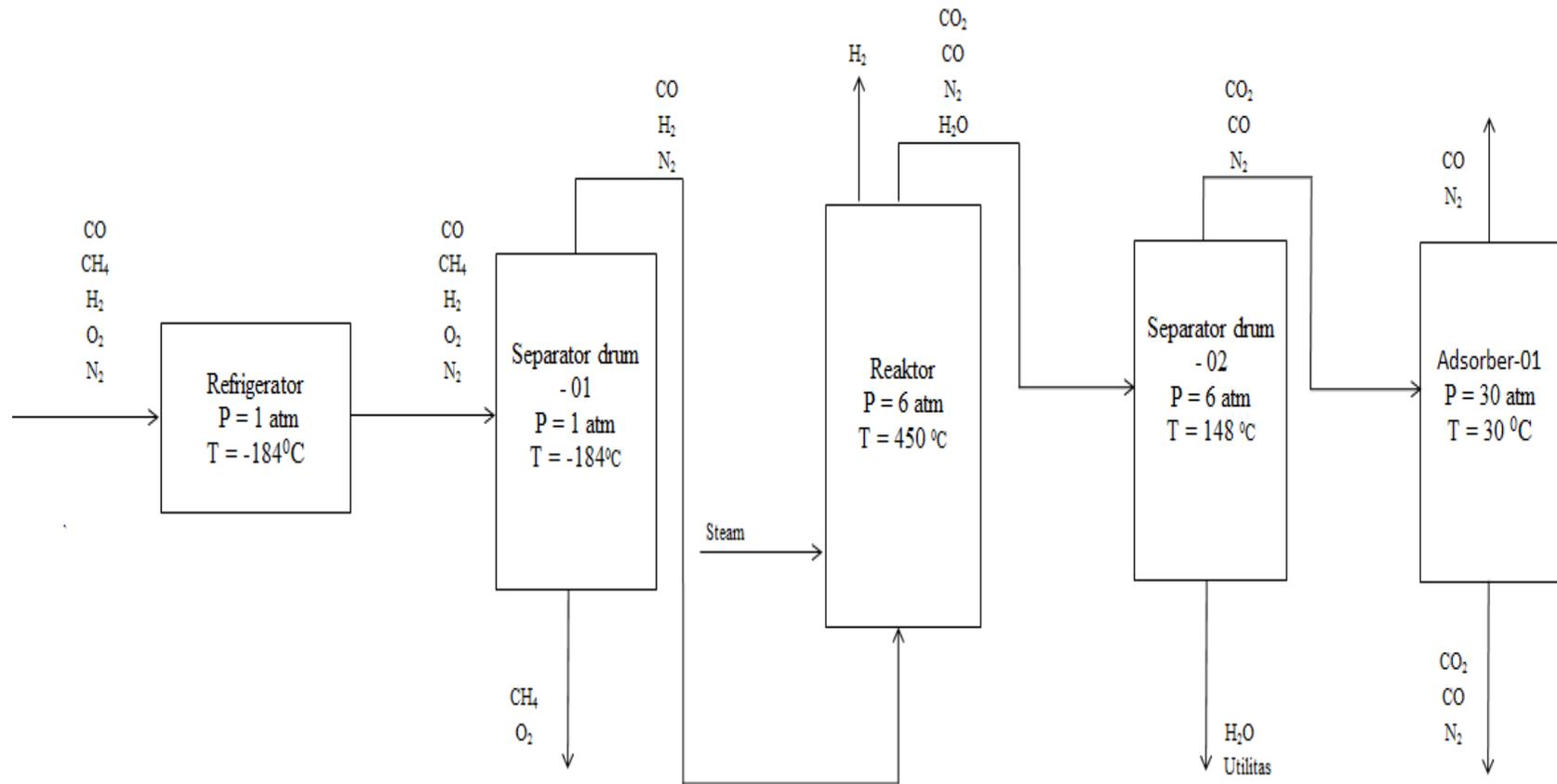
Komponen	ΔH in (kJ/j)	ΔH out (kJ/j)
CO	341.802,4369	34.1802,4369
H ₂ O	22.644.074,9457	22.644.074,9457
N ₂	87.314,0660	87.314,0660
CO ₂	8.937.443,3972	8.937.443,3972
Total	32.010.634,8457	32.010.634,8457

4.4.2.5. Adsorpber

Tabel 4.12 Neraca Panas Adsorpber

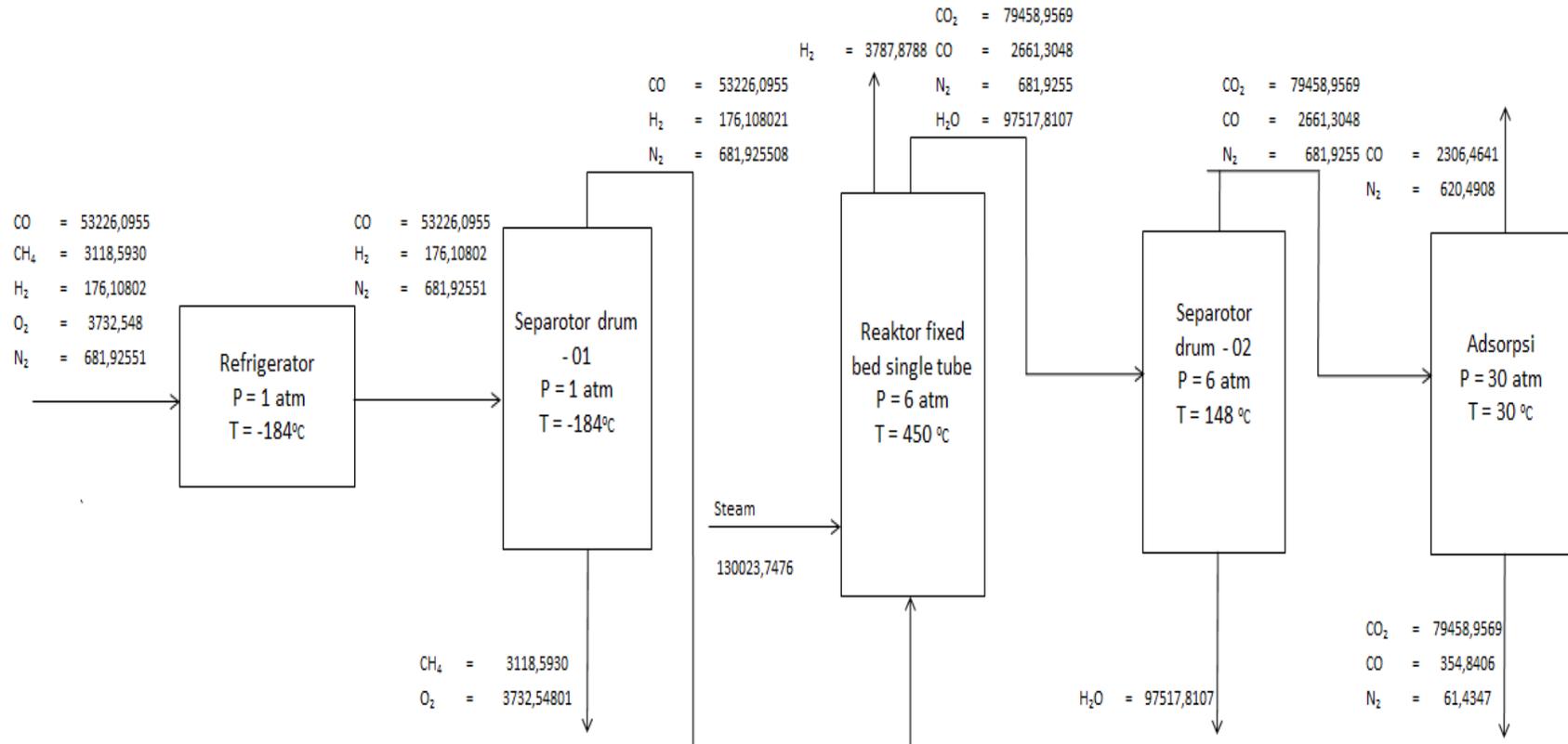
Komponen	ΔH in (kJ/j)	ΔH out (kJ/j)
CO	13.406,61478	13.406,61478
N ₂	3.434,1373	3.434,1373
CO ₂	337.161,8517	33.7161,8517
Total	354.002,6038	354.002,6038

4.4.3 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.3 Diagram alir kualitatif pabrik Hidrogen

4.4.4 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.4 Diagram alir kuantitatif pabrik Hidrogen dalam satuan (kg/jam)

4.5. Perawatan (*Maintenance*)

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

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

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

1. Over head 1 x 1 tahun

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

2. *Repairing*

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

- a. Umur alat

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

b. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan 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)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

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

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik Hidrogen ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai Sangatta. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

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

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

1. Air pendingin
Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut :
 - a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
 - b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
 - c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
 - d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
 - e. Tidak terdekomposisi.

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

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler

adalah sebagai berikut :

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.
Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 . O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.
- b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).
Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.
- c. Zat yang menyebabkan *foaming*.
Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi

3. Air sanitasi.

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi.

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

- 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.

4.6.1.2 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 tangki 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 pembentukan

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 turbiditynya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam sand filter untuk menahan/ menyaring 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 kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. Sand filter akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

3. Demineralisasi

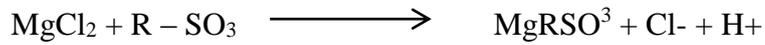
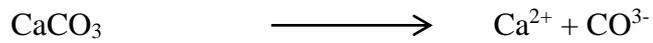
Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada filtered water sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari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

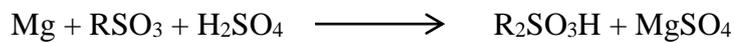
Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung anion dan ion H⁺.

Reaksi:



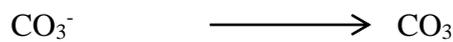
Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

Reaksi:



b. Anion Exchanger

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



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

Reaksi:

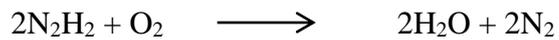


c. Deaerasi

Deaerasi 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 deaerator ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

4.6.1.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan air pembangkit steam

Tabel 4.13 Kebutuhan air pembangkit steam

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
HE-01	14731,0651
REAKTOR	130023,7476
TOTAL	144754,8127

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

$$= 20\% \times 144754,8127 \text{ kg/jam}$$

$$= 28950,9625 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Blowdown } 20\% = 20\% \times 857,6794 \text{ kg/jam}$$

$$= 28950,9625 \text{ kg/jam}$$

2. Air untuk perkantoran dan rumah tangga

$$\text{Dianggap 1 orang membutuhkan air} = 100 \text{ kg/hari (Sularso,2000)}$$

$$\text{Jumlah karyawan} = 145 \text{ orang}$$

Tabel 4.14 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
1.	Karyawan	14.500
2	Perumahan	24.000
3.	Laboratorium	500
4.	Bengkel	200
5.	Poliklinik	300
6.	Kantin	1.500
7.	Kebersihan, Pertamanan, dan Lain-lain	1.000
	Jumlah	42.000

Kebutuhan air total

$$= (144754,8127 + 57901,9251 + 1750) \text{ kg/jam}$$

$$= 204406,7378 \text{ kg/jam}$$

Diambil angka keamanan 10%

$$= 1,1 \times 204406,7378 = 224847,4116 \text{ kg/jam}$$

4.6.2 Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)

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

Kapasitas : 173.705,7753 kg/jam

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

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

Air dari water treatment plant yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan - bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya 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 boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding - dinding dan pipa - pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke steam header untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan listrik yang meliputi:

- | | | |
|----|---|-----------------|
| a. | Listrik untuk keperluan alat proses | = 7084,4892 kWh |
| b. | Listrik untuk keperluan alat utilitas | = 31,2425 kWh |
| c. | Listrik untuk instrumentasi dan kontrol | = 391,3652 kWh |
| d. | Listrik untuk keperluan kantor dan rumah tangga | = 1956,8262 kWh |

Total kebutuhan listrik adalah 10175,4963 kWh. Dengan faktor daya 80% maka kebutuhan listrik total sebesar 12719,3703 kWh. Kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangannya.

4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat pneumatic control. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 70,244 m³/jam.

4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler dan diesel untuk generator pembangkit listrik. Bahan bakar boiler menggunakan fuel oil sebanyak 21292,2542 kg/jam. Bahan bakar diesel menggunakan minyak solar sebanyak 88,6210 kg/jam.

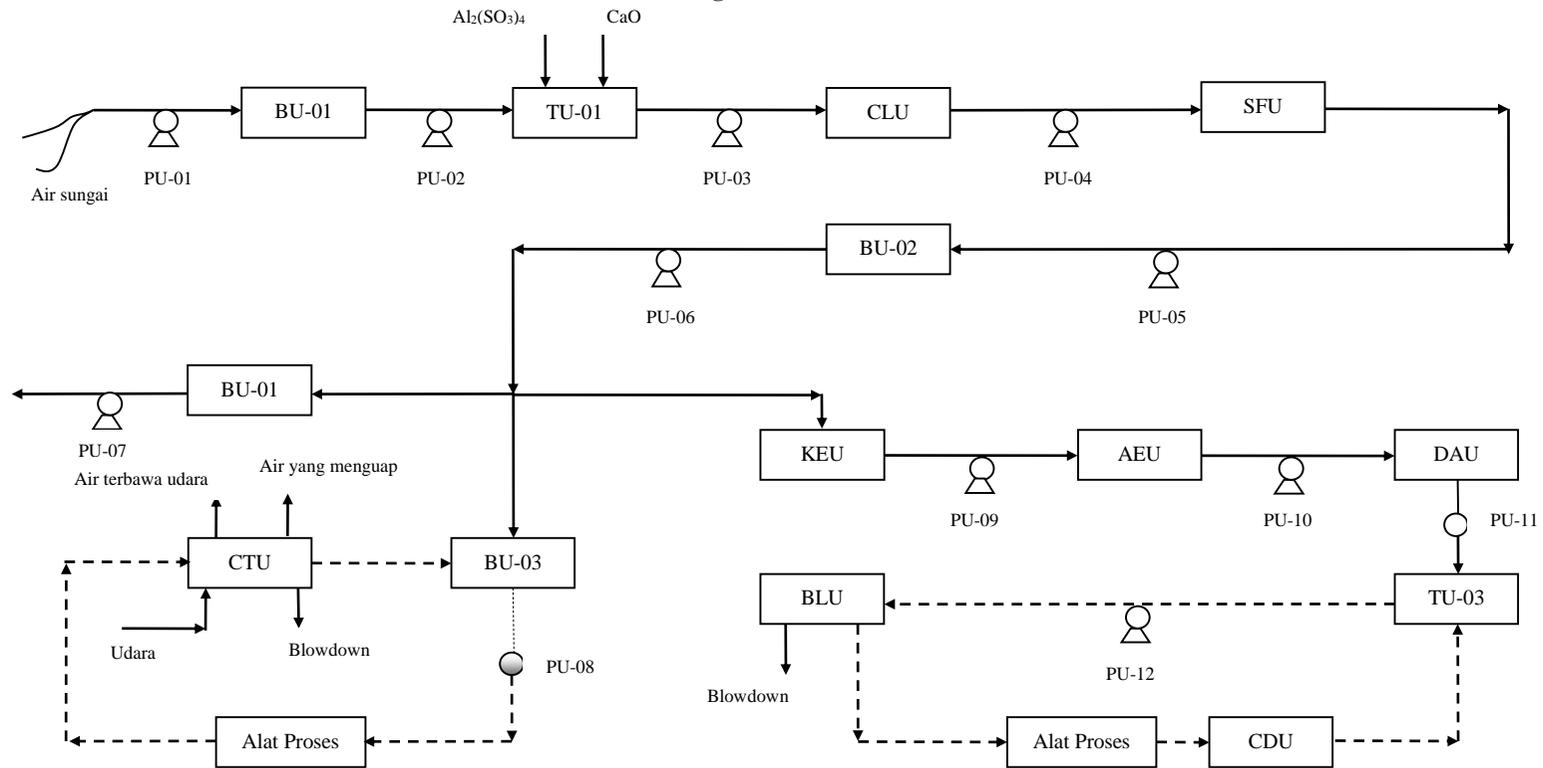
4.6.6 Unit Penyediaan cold fluid refrigerator

Cold fluid digunakan untuk keperluan pendinginan dan pencairan komponen metana dan oksigen didalam syngas . *Cold fluid* yang digunakan berupa metana cair sebanyak 13 kg/jam dan nitrogen cair sebanyak 6.072,67 kg/jam

4.6.7 Unit Penyediaan Downterm A

Downterm A digunakan untuk keperluan pendinginan fluida gas pada reaktor dan heat exchanger berupa heater (HE) dengan total keperluan sebanyak 9533,87 kg/jam .

Diagram Alir Air Utilitas



Keterangan:

AEU : Anion Exchanger Unit

BLU : Boiler

BU : Bak Utilitas

CDU : Condensor

CLU : Clarifier

CTU : Cooling Tower

DAU : Deaerator

KEU : Kation Exchanger Unit

PU : Pompa Utilitas

SFU : Sand Filter

TU : Tangki Utilitas

4.7. Organisasi Perusahaan

4.7.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk Perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik Hidrogen ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal keperusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

4.7.2. Struktur Organisasi

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Pemegang saham
- b. Dewan komisaris
- c. Direktur Utama
- d. Direktur
- e. Kepala Bagian
- f. Kepala Seksi

g. Karyawan dan Operator

Tanggung jawab, tugas dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan tentu saja berbeda-beda. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham.



Gambar 4.5 Struktur Organisasi

4.7.3. Tugas dan Wewenang

4.7.3.1 Pemegang saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham :

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

4.7.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

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

4.7.3.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Direktur utama membawahi :

a. **Direktur Teknik dan Produksi**

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

b. **Direktur Keuangan dan Umum**

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

4.7.3.4 Kepala Bagian

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

4.7.3.4.1 Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku dan utilitas.

4.7.3.4.2 Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

4.7.3.4.3 Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

4.7.3.4.4 Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

4.7.3.4.5 Kepala Bagian Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

4.7.3.4.6 Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

4.7.3.4.7 Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

4.7.3.5 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.6.3.5.1 Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

4.7.3.5.2 Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.

4.7.3.5.3 Kepala Seksi Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

4.7.3.5.4 Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

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

4.7.3.5.5 Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat- alat instrumentasi.

4.7.3.5.6 Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

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

4.7.3.5.7 Kepala Seksi Laboratorium dan pengendalian mutu

Tugas : Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

4.7.3.5.8 Kepala Seksi Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

4.7.3.5.9 Kepala Seksi Pemasaran

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

4.7.3.5.10 Kepala Seksi Tata Usaha

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

4.7.3.5.11 Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

4.7.3.5.12 Kepala Seksi Humas

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

4.7.3.5.13 Kepala Seksi Keamanan

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

4.7.3.5.14 Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas : Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

4.7.3.5.15 Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

4.7.4. Catatan

4.7.4.1 Cuti Tahunan

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

4.7.4.2 Hari Libur Nasional

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

4.7.4.3 Kerja Lembur (Overtime)

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

4.7.4.4 Sistem Gaji Karyawan

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

Tabel 4.16 Gaji karyawan

Jabatan	Jmlh	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	45.000.000,00	45.000.000,00
Direktur Teknik dan Produksi	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Direktur Keuangan dan Umum	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Staff Ahli	1	14.000.000,00	14.000.000,00
Ka. Bag Umum	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Pemasaran	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Bag. Keuangan	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Bag. Teknik	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Bag. Produksi	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Bag. Litbang	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Sek. Personalia	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Sek. Humas	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Sek. Keamanan	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Sek. Pembelian	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Sek. Pemasaran	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Sek. Administrasi	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Sek. Proses	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Sek. Pengendalian	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Sek. Laboratorium	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Sek. Utilitas	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Sek. Pengembangan	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Sek. Penelitian	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Karyawan Personalia	3	10.000.000,00	30.000.000,00
Karyawan Humas	3	10.000.000,00	30.000.000,00
Karyawan Keamanan	6	3.500.000,00	21.000.000,00
Karyawan Pembelian	4	3.500.000,00	14.000.000,00
Karyawan Pemasaran	4	5.000.000,00	20.000.000,00
Karyawan Administrasi	3	3.500.000,00	10.500.000,00
Karyawan Kas/Anggaran	3	3.500.000,00	10.500.000,00
Karyawan Proses	40	4.500.000,00	180.000.000,00
Karyawan Pengendalian	5	4.500.000,00	22.500.000,00

Karyawan Laboratorium	4	4.500.000,00	18.000.000,00
Karyawan Pemeliharaan	7	4.500.000,00	31.500.000,00
Karyawan Utilitas	10	4.500.000,00	45.000.000,00
Karyawan KKK	6	4.500.000,00	27.000.000,00
Karyawan Litbang	3	4.500.000,00	13.500.000,00
Sekretaris	5	5.000.000,00	25.000.000,00
Medis	2	10.000.000,00	20.000.000,00
Paramedis	3	5.000.000,00	15.000.000,00
Sopir	8	4.500.000,00	36.000.000,00
Cleaning Service	5	2.200.000,00	11.000.000,00
Total	147		934.500.000,00

total gaji/tahun = Rp11.214.000.000,00

4.7.4.5 Jam Kerja Karyawan

Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan karyawan non-shift (harian) dan karyawan shift.

a. Jam kerja karyawan non-shift

Senin – Kamis:

Jam Kerja : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 12.00 – 13.00

Jumat:

Jam Kerja : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

Istirahat : 11.30 – 13.30

hari Sabtu dan Minggu libur

b. Jam kerja karyawan shift

Jadwal kerja karyawan shift dibagi menjadi :

- Shift Pagi : 07.00 – 15.00

- Shift Sore : 15.00 – 23.00

- Shift Malam : 23.00 – 07.00

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 6 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu disajikan dalam tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.17 Jadwal kerja masing-masing regu

Hari/Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L
2	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P
3	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S
4	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M

Keterangan :

P = Shift Pagi

M = Shift Malam

S = Shift Siang

L = Libur

4.8. Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah

pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor - faktor yang ditinjau adalah:

1. *Return On Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

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

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)
Meliputi :
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)
Meliputi :
 - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan modal
Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap
 - a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
 - b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
 - c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan

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

Pabrik Hidrogen beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2021. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2021 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1955 sampai 2021, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.18 Harga indeks

Tahun (X)	indeks (Y)	X (tahun-ke)
1987	324	1
1988	343	2
1989	355	3
1990	356	4
1991	361,3	5
1992	358,2	6
1993	359,2	7
1994	368,1	8
1995	381,1	9
1996	381,7	10
1997	386,5	11
1998	389,5	12
1999	390,6	13
2000	394,1	14
2001	394,3	15
2002	395,6	16
2003	402	17
2004	444,2	18
2005	468,2	19
2006	499,6	20
2007	525,4	21
Total	8277,6	231

Sumber : (Peter Timmerhaus,1990)

Persamaan yang diperoleh adalah : $y = 7.302x - 14189$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2021 adalah:

Tabel 4.19 Harga indeks pada tahun perancangan

Tahun	Index
2008	473,42
2009	480,72
2010	488,02
2011	495,32
2012	502,62
2013	509,93
2014	517,23
2015	524,53
2016	531,83
2017	539,13
2018	546,44
2019	553,74
2020	561,04
2021	568,34
2022	575,64

Jadi indeks pada tahun 2021 = **568,34**

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus,

pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (\text{Aries \& Newton, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2014

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

Nx : Index harga pada tahun 2014

Ny : Index harga pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

4.8.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Hidrogen = 30.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2021

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 13.000,-

Harga bahan baku terdiri dari :

1. Syngas = Rp 1.725.321.237.480 /th

2.Harga bahan pembantu = Rp 1.141.476.404.295/th

3.harga bahan utilitas = Rp1.013.215.688.002/th

Harga jual = Rp 7.965.869.922.960/th

4.8.3 Perhitungan Biaya

4.8.3.1 *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.

4.8.3.2 *Manufacturing Cost*

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

Menurut Aries & 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 tergantung waktu dan tingkat produksi.

4.8.3.3 *General Expense*

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

4.8.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

4.8.4.1 *Percent Return On Investment*

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

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

4.8.4.2 *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time (POT) adalah :

1. 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.
2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

4.8.4.3 *Break Even Point (BEP)*

Break Even Point (BEP) adalah :

1. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
2. 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.

3. Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

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

4.8.4.4 *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point (SDP) adalah :

1. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).
2. 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.
3. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.

4. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

4.8.4.5 *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)*

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFR

4.8.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik *Hidrogen* memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut : Tabel Physical Plant Cost

no	Jenis	Biaya (\$)
1	Purchased Equipment cost	5312813,99
2	Delivered Equipment Cost	1328203,50
3	Instalasi cost	793652,68
4	Pemipaan	2845216,23
5	Instrumentasi	1314308,45
6	Insulasi	192078,66
7	Listrik	531281,40
8	Bangunan	998538,46
9	Land & Yard Improvement	185238,46
	Total	\$13.501.331,83
		Rp175.517.313.791,97

Tabel 4.21 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Construction Cost</i> (25%.PEC)	43.879.328.447,99	3.375.332,96
	Total (DPC + PPC)	219.396.642.240	16.876.664,79

Tabel 4.22 *Fixed Capital Investment (FCI)* (lanjutan)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	219.396.642.240	16.876.664,79
2	<i>Contractors fee</i> (10%.DPC)	21.939.664.224	1687666,5
3	<i>Contingency (10%.DPC)</i>	21.939.664.224	1687666,5
	Total	263.275.970.688	20251997,75

Tabel 4.23 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw Material</i>	2.866.806.128.174	220.523.548
2.	<i>Labor</i>	11.214.000.000	862.615,38
3.	<i>Supervisor</i>	1.121.400.000	862.615,38
4.	<i>Maintenance</i>	26.327.597.069	2.025.199,77
5.	<i>Plant Suplies</i>	3.949.139.560	303.779,97

6.	<i>Royalty and Patent</i>	398.293.496.148	30.637.961,24
7.	Bahan utilitas	1.013.215.688.002	77.939.668
	Total	4.320.927.448.954	332.379.034,53

Tabel 4.24 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	2.242.800.000	172.523,08
2	<i>Laboratory</i>	2.242.800.000	172.523,08
3	<i>Plant Overhead</i>	11.214.000.000	862.615,38
4	<i>Packaging n Shipping</i>	796.586.992.296	61.275.922,48
	Total IMC	812.286.592.296	62.483.584,02

Tabel 4.25 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Depresiasi	26.327.597.068,80	2.861.695,33
2.	<i>Propertay tax</i>	5.265.519.414	572.339,07
3.	Asuransi	2.632.759.707	202.519,98
	Total	34.225.876.189	2.632.759,71

Tabel 4.26 *Total Manufacturing Cost (MC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	4.320.927.448.954	332.379.034,53
2.	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	812.286.592.296	62.483.584,02
3.	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	34.225.876.189	2.632.759,71
	Total	5.167.439.917.439	397.495.378,26

Tabel 4.27 *Working Capital (WC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw Material Inventory</i>	60.811.039.082	4677772
2.	<i>Inproses Inventory</i>	7.829.454.420	602.265,72
3.	<i>Product Inventory</i>	109.612.361.885	8.431.720,15
4.	<i>Extended credit</i>	168.972.998.366	12997922,95
5.	<i>Available cash</i>	469.767.265.221	36.135.943,48
	Total	816.993.118.975	62.845.624,54

Tabel 4.28 *General Expense (GE)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Administrasi	155.023.197.523	11.924.861,35
2.	<i>Sales expense</i>	1.136.836.781.837	87.448.983,22

3.	<i>Research</i>	413.395.193.395	31.799.630,26
4.	<i>Finance</i>	43.210.763.586	3.323.904,89
	Total	1.748.465.936.342	134.497.379,72

Tabel 4.29 Total biaya produksi

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Manufacturing Cost</i>	5.167.439.917.439	397.495.378,26
2.	<i>General Expense</i>	1.748.465.936.342	134.497.379,72
	Total	6.915.905.853.781	531.992.757,98

Tabel 4.30 *Fixed cost (Fa)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Depresiasi	26.327.597.068,80	2.861.695,33
2.	<i>Property tax</i>	5.265.519.414	572.339,07
3.	Asuransi	2.632.759.707	202.519,98
	Total	34.225.876.189	2.632.759,71

Tabel 4.31 *Variable cost (Va)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	2.866.806.128.174	220.523.548
2	<i>Packing n Shipping</i>	796.586.992.296	61.275.922,48
3	Utilitas	1.013.215.688.002	77.939.67
4	<i>Royalties & patents</i>	796.586.992.296	61275922,48
	Total Va	5.473.195.800.769	421015061,60

Tabel 4.32 *Regulated cost (Ra)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Gaji karyawan	11.214.000.000,00	862615,38
2	<i>Payroll overhead</i>	2.242.800.000	172523,07
3	<i>Plant overhead</i>	11.214.000.000	862615,38
4	Supervisi	1.121.400.000	86261,54
5	<i>Laboratorium</i>	2.242.800.000	172523,07
6	<i>Maintenance</i>	26.327.597.069	2025199,77
7	<i>General expense</i>	1.748.465.936.342	134497379,72
8	<i>Plant supplies</i>	3.949.139.560	303779,97
	Total	1.806.777.672.971	138982897,92

4.8.5 Analisa Keuntungan

Harga jual produk <i>hidrogen</i>	= \$7,2 /kg
<i>Annual Sales (Sa)</i>	= \$216.000.000,000
Harga jual produk <i>karbon dioksida</i>	= \$ 0,6/ kg
<i>Annual Sales (Sa)</i>	= \$365.002.664,309
Harga produk campuran CO dan N ₂	= \$0,340/kg
<i>Annual Sales (Sa)</i>	= \$7.881.704,200
Harga produk CH ₄ dan O ₂ cair	= \$0,440/kg
<i>Annual Sales (Sa)</i>	= \$23.874.856,334
<i>Total Sa</i>	= \$612.759.224,843
	= Rp7.965.869.922.960
<i>Total Cost</i>	= Rp6.915.905.853.781
Keuntungan sebelum pajak	= Rp1.049.964.069.179
Keuntungan setelah pajak(diambil 50%)	=Rp524.982.034.589

4.8.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.8.7.1 Percent Return On Investment (ROI)

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

$$ROI \text{ sebelum pajak} = 87,74 \%$$

$$ROI \text{ sesudah pajak} = 43,87 \%$$

4.8.7.1 Pay Out Time (POT)

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

POT sebelum pajak = 0,98 tahun

POT sesudah pajak = 1,91 tahun

4.8.7.3 Break Even Point (BEP)

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

$$\text{BEP} = 46,93 \%$$

4.8.7.2 Shut Down Point (SDP)

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

$$\text{SDP} = 29,43 \%$$

4.8.7.3 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp263.275.970.688

Working Capital = Rp816.993.118.975

Salvage Value (SV) = Rp26.327.597.069

Cash flow (CF) = *Annual profit + depresiasi + finance*

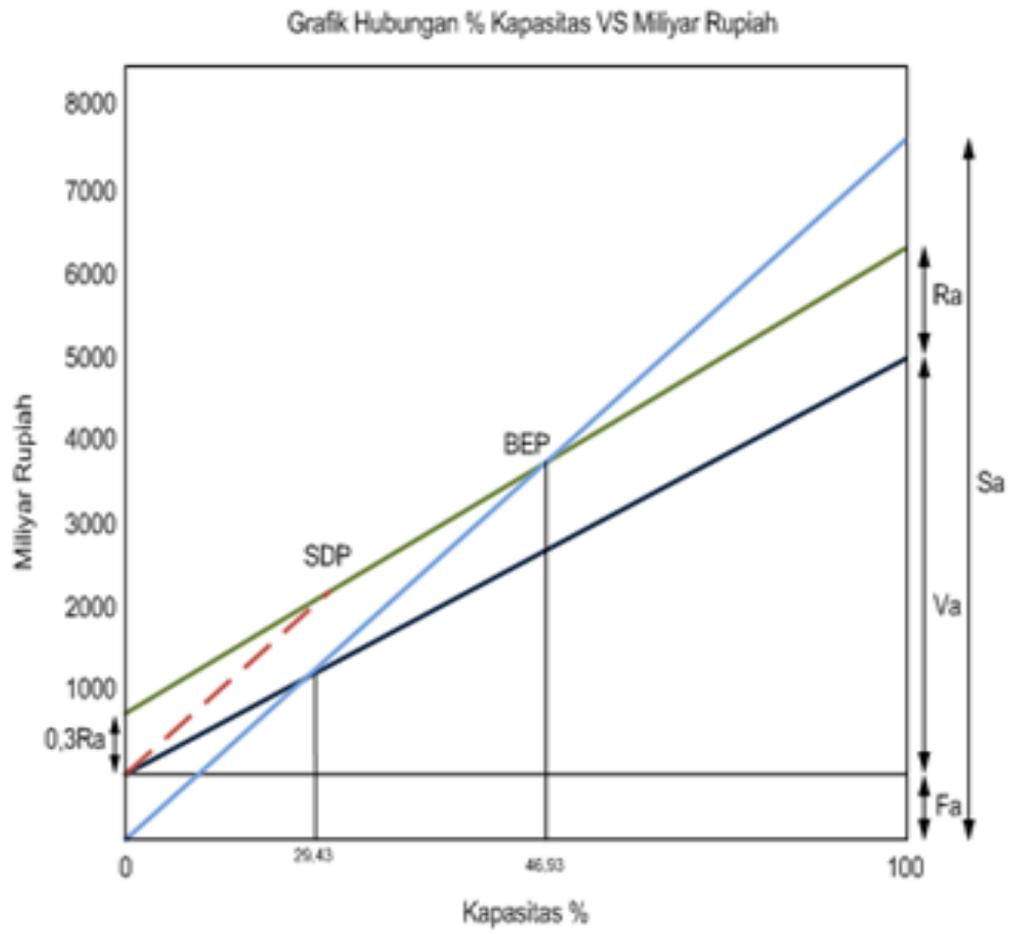
CF = Rp594.520.395.245

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

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

$$R = S$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 18,70 \%$



Gambar 4.6 Grafik hubungan % kapasitas vs rupiah