BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia adalah bangsa yang sangat besar. Mulai dari jumlah penduduk, luas wilayah, sumber daya alam (perbaharui dan tidak diperbaharui), dan keberagaman budaya. Dilihat dari jumlah penduduknya, penduduk Indonesia merupakan terbesar ke-4 di dunia, setelah Cina, India, dan Amerika Serikat.Perpaduan antara sumber daya alam hayati dan tempat hidupnya yang berbeda- beda, menumbuhkan berbagai ekosistem di dalamnya (Suhendang, 2002).

Saat ini Indonesia sedang melakukan pembenahan dari berbagai sektor, yaitu mulai dari sektor infrastruktur, pendidikan, pertanian, energi, kesehatan, maupun industri. Pembangunan industri di Indonesia sampai detik ini terus berkembang guna memenuhi dalam negeri, dan dapat menerobos pasar dunia dengan ekspor. Perkembangan industri khususnya pada industri kimia diIndonesia mengalami peningkatan secara kualitatif maupun kuantitatif. Hal ini menyebabkan kebutuhan bahan kimia di Indonesia maupun dunia untuk keperluanproduk ataupun bahan baku meningkat setiap tahunnya.

Keberhasilan proses industri pada era perdagangan bebas sekarang ini sangat ditentukan oleh adanya sumber daya alam dan sumber daya manusia yang berkualitas. Indonesia sebagai salah satu negara yang mempunyai sumber daya alam maupun sumber daya manusia yang berlimpah sangat berpotensi untuk mengembangkan industri dalam negeri terutama industri-industri yang bersifat padat modal maupun padat teknologi dan mempunyai prospek pemasaran yang menguntungkan. Salah satu industri yang mempunyai persyaratan diatas adalah industri pembuatan ammonia.

Salah satu bahan kimia atau produk yang sering digunakan Indonesia dan belahan negara dunia adalah ammonia. Ammonia dapat diproduksi dari gas sintesis sebagai bahan intermediet dalam pabrik kimia. Secara langsung maupun tidak langsung ammonia di gunakan untuk pembuatan pupuk seperti : urea, amonium nitrat, dan amonium sulfat. Selain itu ammonia juga dapat di gunakan untuk proses

pembuatan *nitric acid* (Pujaatmaka, 1990).

Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2021 menyatakan bahwakonsumsi ammonia rata-rata sebanyak 5,9 juta ton/tahun dan terus meningkat setiap tahunnya. Melihat hal tersebut menyebabkan perlu didirikannya pabrik ammonia agar kebutuhan Indonesia dapat terpenuhi dan terciptanya industri- industri baru yang menggunakan ammonia sebagai bahan baku sehingga dapat meningkatkan pengembangan sumber daya manusia. Pendirian pabrik ammonia diIndonesia akan meningkatkan kebutuhan dalam negeri dan meningkatkan ekspor untuk industri-industri yang membutuhkannya agar menghemat devisa negara Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan meningkatnya kebutuhan ammonia di Indonesia yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan produk kimia, maka diperlukan suatu usaha untuk mendirikan pabrik ammonia yang dapat memenuhi permintaan dari industri-industri yang menggunakannya. Tugas akhir ini memaparkan bagaimana merancang suatu pabrik pembuatan ammonia dari bahan baku nitrogen dan hidrogen dengan proses Kellog.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan prarancangan pabrik ammonia adalah:

1. Meningkatkan jumlah produksi ammonia di Indonesia.
2. Meningkatkan perekonomian dan memajukan sektor industri di Indonesia.
3. Merancang proses produksi ammonia dengan proses Kellog dalam skala besar/pabrik.
4. Memberikan informasi awal tentang perkiraan tata rancangan pabrik pembuatan ammonia menggunakan teknologi kellog.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat prarancangan pabrik amonnia ini adalah:

1. Secara teroritis prarancangan ini dapat menambah pengetahuan tentangproses produksi ammonia.
2. Prarancangan pabrik ammonia ini dapat memberikan masukan serta menjadi

acuan dalam pembuatan prarancangan selanjutnya.

3. Memenuhi kebutuhan ammonia dalam negeri dan mengurangi impor ammonia di Indonesia.
4. Manfaat bagi masyarakat adalah untuk menciptakan lapangan kerja sekaligus menurunkan laju pertumbuhan pengangguran di Indonesia.
5. Manfaat bagi institusi adalah menjadi suatu bahan penelitian dan pengembangan dalam riset untuk masa yang akan datang.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari prarancangan ini adalah mengetahui perancangan produksi ammonia dengan proses kellog dengan proses *flow diagram hysys* dan *Piping and Instrumentation Diagram* (*P&ID*), perhitungan neraca massa dan neraca energi, spesifikasi peralatan, unit utilitas, serta analisa ekonomi.

1.6 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Indonesia memiliki cukup banyak pabrik ammonia sehingga produksinya juga cukup memenuhi dalam negeri. Menurut data dari Kemenperin saat ini di Indonesia memiliki tujuh perusahaan besar dan lima perusahaan kecil yang memproduksi ammonia. Kebutuhan Ammonia di Indonesia telah mencapai 5,9 juta ton pada tahun 2021. Berikut adalah data kapasitas pabrik ammonia yang ada di Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.1 di bawah ini.

Tabel 1. 1 Kapasitas Pabrik Ammonia di Indonesia

No	Nama Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	PT. Kaltim Pasifik Ammonia	660.000
2	PT. Pupuk Kujang	330.000
3	PT. Petrokimia Gresik	825.000
4	PT. Kaltim Parna Industri	40.000
5	PT. Surya Esa Perkasa Tbk	700.000
6	PT. Pupuk Sriwidjaja	660.000
7.	PT. Pupuk Iskandar Muda	726.000
8.	PT. Hutama Harahap Gemilang	320.000

9.	PT. Mega Chemical Pratama	340.000
10.	PT. Kaltim Nitrate Indonesia	300.000
11.	PT. Kaltim Parna Industri	540.000
12.	PT. Panca Amara Utama	255.500
13.	PT. Petronas Chemical	766.500

(Sumber: Kemenperin, 2022)

Dapat dilihat dari table di atas (Tabel 1.1) dapat di artikan bahwa kebutuhan ammonia Indonesia sudah tercukupi dengan data kapasitas yang sudah berdiri di Indonesia, sehingga kapasitas produksi pada pabrik ammonia ini untuk keperluan beberapa negara yang membutuhkan ammonia. Negara-negara tujuan ekspor ammonia ini adalah Singapura, Vietnam, Jepang, Thailand, Malaysia, dan Australia. Beberapa negara pengimpor ammonia di dunia penggunaan dan manfaatnya hampir sama seperti bahan baku pembuatan pupuk, menetralkan senyawa asam yang masih tercampur, dan sebagai bahan baku produk pembersih rumah tangga. Ditinjau dari bahan baku yang di gunakan, ammonia yang digunakan pada tugas akhir ini berbahan nitrogen dan hidrogen, hidrogen berasal dari gas alam sedangkan nitrogen berasal dari udara yang di *treatment*.

1.6.1 Prediksi Kebutuhan Ammonia di Luar Negeri

Berdasarkan data statistik dari biro statistik data ekspor ammonia dari Indonesia ke Negara lain dari tahun 2018-2022 dapat dilihat pada Tabel 1.2 di bawah ini:

Tabel 1.2 Data Kebutuhan Ekspor Ammonia di Beberapa Negara

Nama Negara	Data Ekspor
Jepang	172.518,2
Australia	17.947,37
Singapura	38.773,56
Vietnam	74.629,3
Malaysia	9.589,3

Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia,2022

Dari tabel ekspor di atas dapat diartikan bahwa negara-negara besar masih banyak membutuhkan ammonia. Oleh karena itu direncanakan pembangunan

pabrik ammonia di Indonesia guna memenuhi kebutuhan luar negeri dan dalam negeri. Berikut ini data ekspor ammonia ke beberapa negara ke luar negeri dari Indonesia.

Tabel 1.3 Data Ekspor Ammonia di Indonesia

Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)
2017	31,6
2018	45,149
2019	44.90
2021	89,04
2022	170,13

(**Sumber:** Badan Pusat Statistik, 2023)

1.6.2 Pabrik Ammonia yang Sudah Berdiri

Berikut adalah industri-industri di beberapa Negara dengan kapasitas produksi yang sedang berjalan.

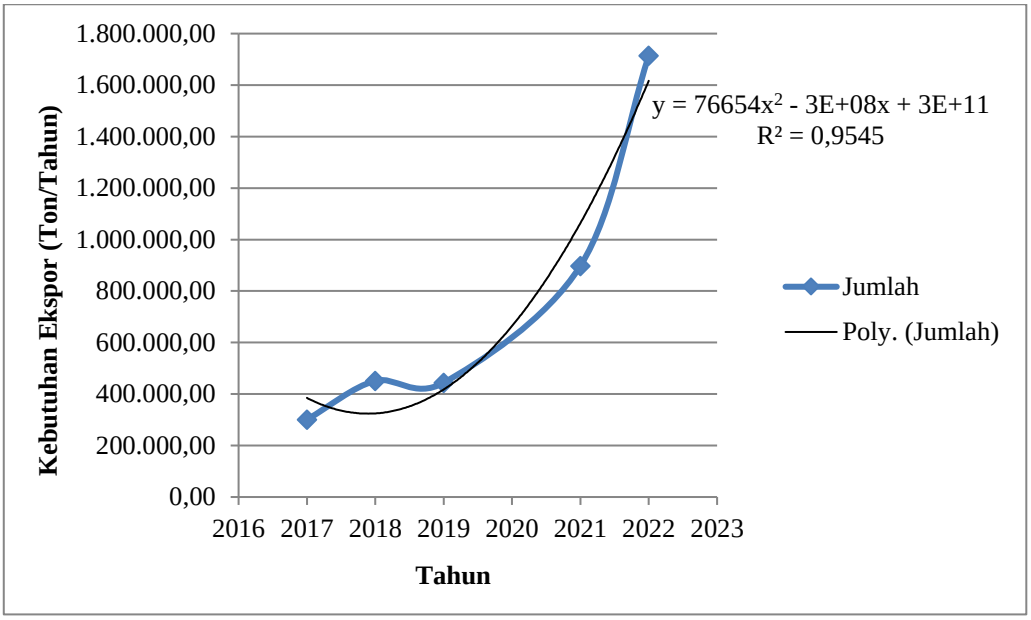
Tabel 1.4 Pabrik Ammonia Yang Sudah Berdiri

Nama Pabrik	Kapasitas Produksi (ton)
BASF (Badische Anilin- und Soda-Fabrik)	750.000
CF Industries Holdings Inc.	300.000
EuroChem	972.000
CSBP Limited	255.000
OCI Nitrogen	600.360

Sumber : procurementresource.com

Berdasarkan data statistik, kebutuhan ammonia di dunia cukup banyak. Dengan kapasitas produksi yang ada masih belum bisa memenuhi seluruh kebutuhan ammonia luar negeri, menyebabkan adanya ketergantungan impor dari luar negeri. Karena banyaknya negara-negara besar dunia yang membutuhkan ammonia, salah satu upaya adalah pendirian pabrik ammonia untuk pemenuhan kebutuhan luar negeri. Dengan adanya pendirian pabrik ini diharapkan dapat membuka lapangan kerja baru, mengembangkan devisa negara dan membuka

peluang berdirinya pabrik lain yang menggunakan bahan baku ammonia dari pabrik tersebut. Dengan pertimbangan kegunaan dan konsumsi ammonia maka dapat dikatakan bahwa industri ini mempunyai prospek bagus di masa depan. Berdasarkan data tersebut maka dapat dilihat kebutuhan pada tahun 2027 dengan cara ekstrapolasi data. Hasil ekstrapolasi kebutuhan ekspor amonnia dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 1.1 Data Kebutuhan Ekspor Ammonia di Indonesia

Berdasarkan kurva di atas didapatkan persamaan garis lurus $76654x^2$ - 3E+08x + 3E+11 dengan x sebagai fungsi tahun dan nilai R^2 =0,95. Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan ammonia dalam negeri pada tahun 2028 mendatang dapat dilihat pada Tabel 1.4 dan berikut ini:

Tabel 1.5 Data Ekstrapolasi Ekspor Ammonia Indonesia Tahun 2024-2028

Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)
2024	2.070.303,16
2025	2.397.471,95

2026	2.724.640,74
2027	3.051.809,53
2028	3.378.978,32

Sumber : ekstrapolasieksporindonesia2028

Tabel 1.6 Data Ekstrapolasi Ekspor Ammonia ke Beberapa Negara

Nama Negara	Ekspor (Ton/Tahun)
Jepang	742.238
Australia	63.205,30
Singapura	143.757,9
Vietnam	142.717
Malaysia	352.285,9

Sumber **:** ekstrapolasiekspordunia2028

Jadi kebutuhan ekspor amonnia di Indonesia yang diperlukan pada tahun 2028 adalah 3.378.978,32 ton/tahun, sedangkan eskpor ke negara Jepang 742.238 ton/tahun, Australia 63.205,30 ton/tahun, Singapura 143.757,9 ton/tahun, Vietnam 142.717 ton/tahun dan Malaysia sebanyak 352.285,9 ton/tahun. Sehingga kapasitas prarancangan pabrik amonnia sebesar 350.000 ton/tahun melalui pertimbangan sebagai berikut :

1. Prediksi Ekspor dari Indonesia ke negara lain semakin meningkat setiap tahunnya.
2. Prediksi kebutuhan ekspor dari Indonesia ke negara lain pada tahun 2028 adalah sebesar 3.378.978,32 ton/tahun dan kemungkinan akan terus meningkat.
3. Produk ammonia yang dihasilkan direncanakan 75% untuk memenuhi kebutuhan dari luar negeri dan 25% untuk dalam negeri karena ammonia merupakan bahan baku yang sangat dibutuhkan dalam industri yang paling utama adalah sebagai bahan baku pembuatan pupuk, antara lain urea, amonium fosfat, amonium nitrat, dan kalsium amonium nitrat.

1.6.3 Ketersediaan Bahan Baku

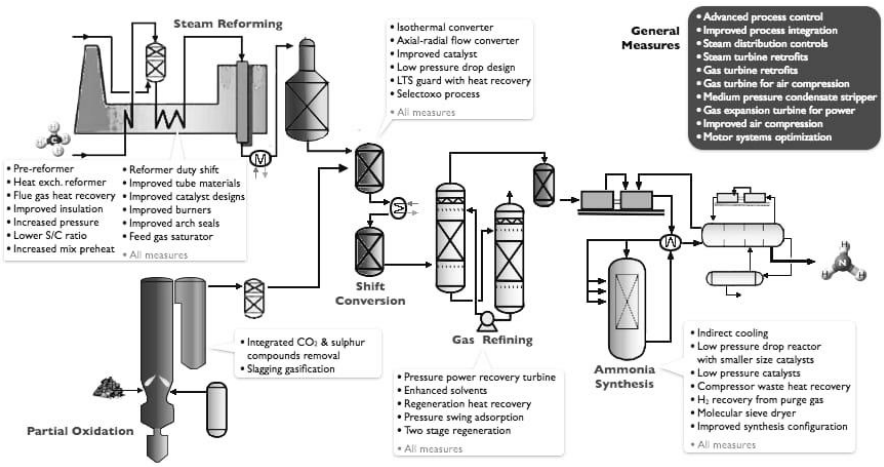
Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat di prioritaskan. Bahan baku nitrogen di dapat dari PT. Surya Biru Murni Acethylene sedangkan hidrogen dari PT. Kaltim Nitrate Indonesia. Mengingat ketersediaan bahan baku yang melimpah dan kebutuhan akan ammonia yang besar, maka dapat dipertimbangkan lebih lanjut untuk mendirikan pabrik tersebut. Beberapa hal yang mendasari pemilihan bahan baku tersebut adalah:

1. Bahan baku yang mudah didapat karena telah diproduksi di Indonesia.
2. Bahan baku tersedia cukup banyak sehingga kelangsungan pabrik serta kontinuitasnya dapat terjamin.

1.7 Perbandingan Proses

Dalam pembuatan ammonia ada tiga proses yang digunakan yaitu proses haberbosch, proses kellog, dan proses haldor–tapsoe. Adapun masing-masing uraian proses dari tiga proses tersebut adalah sebagai berikut:

1. Proses Haber Bosch



Gambar 1.2 Diagram Alir Dari Proses Haber Bosch

(Sumber: Mc. Cabe, 1985)

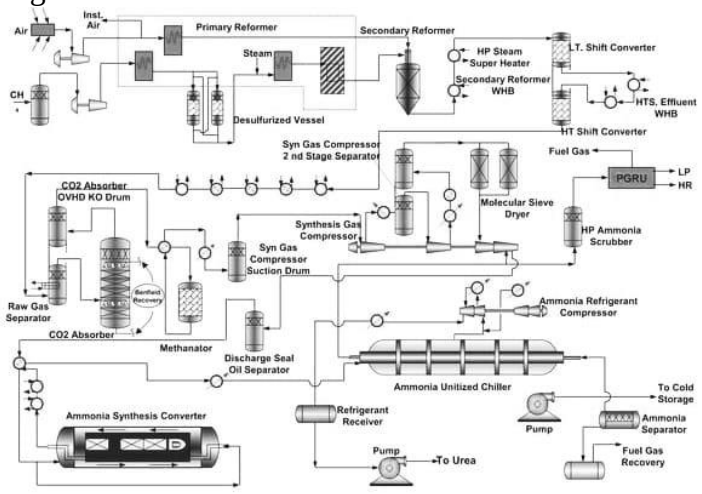
Pembuatan ammonia menurut Haber Bosch dengan cara mengkonversi hidrokarbon menjadi hydrogen, kemudian 3 mol hidrogen akan direaksikan dengan 1 mol gas nitrogen. Kandungan sulfur yang ada pada senyawa hidrokarbon

dihilangkan, karena bersifat antikalis pada proses reaksi. Reaksi pembuatan ammonia memiliki sifat eksoterm. Reaksi Haber-Bosch dapat terjadi pada tekanan yang tinggi dan suhu yang rendah. Beberapa data mengenai reaksi sintetis ammonia adalah:

$$N_{2\,(g)} + 3\ H_{2\,(g)} \leftrightarrow 2\ NH_{3\,(g)}\ \Delta H = -92{,}38\ kJ/mol \quad \text{..... (1.1)}$$

Komposisi nitrogen dan hidrogen mempengaruhi kesetimbangan reaksi. Kesetimbangan reaksi pembentukan NH_3 lebih baik terjadi pada temperatur rendah, namun mengakibatkan laju reaksi melambat. Salah satu cara meningkatkan laju reaksi adalah denga menggunakan katalis. Walaupun tidak mempengaruhi kesetimbangan, namun katalis dapat mempercepat reaksi. Temperatur yang biasa digunakan dalam proses Haber-Bosch adalah 500˚C, kebutuhan energi (Gcal/MT amonnia) 8,3/34,8 Gj/T, dan tekanan dari 150-350 atam. Pada umumnya katalis berupa besi dengan campuran Al_3O_2, MgO, CaO, dan K_2O. ammonia yang telah dihasilkan dicairkan dan ditampung di dalam tangka. Konversi ammonia yang dihasilkan pada proses ini sekali lewat hanya 15% kemudian gas yang tidak bereaksi di daur ulang Kembali terkadang menghasilkan kemurnian mencapai 97%. (Mc. Cabe, 1985)

2. Proses Kellog



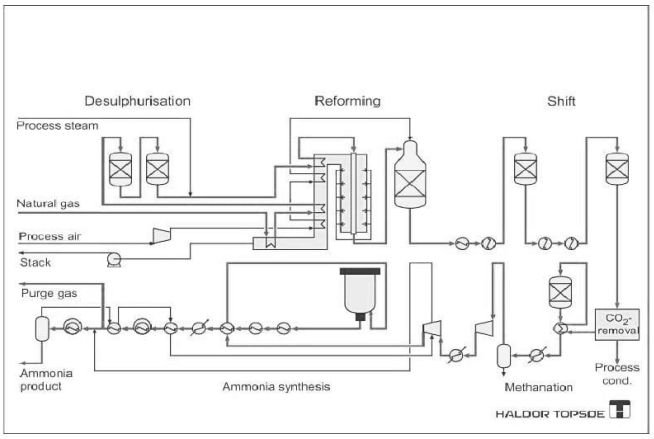
Gambar 1.3 Diagram Alir Dari Proses Kellog

(Sumber: Anonymous, 2006)

Proses pembuatan ammonia dengan proses Kellog memakai bahan baku dari gas alam. Gas alam tersebut berupa hidrogen dan nitrogen yang dijadikan gas sintesa dengan

menggunaka reformer. Proses pembuatan ammonia terjadi dalam alat yang bernama *converter* dengan reaksi utama antara gas hidrogen dan nitrogen. Kondisi tekanan dan temperatur pada proses ini adalah pada 100-200 kg cm^2 , kebutuhan energi (Gcal/MT amonnia) 7,2 Gj/T, dan temperatur operasi 400-500˚C. Proses Kellog ada dua jenis reaktor ammonia yang dipakai, yaitu *Kellog Horizontal ammonia converter* dan *Kellog vertical quench converter*. Gas sintesa yang dihasilkan dari gas alam (hidrogen dan nitrogen) memiliki *impurities* atau zat pengotor seperti CH_4 dan N_2, kemudian akan direaksikan di dalam *converter* sehingga menghasilkan ammonia (Mc. Cabe, 1985).

2. Proses Haldor-Tapsoe



Gambar 1.4 Diagram Alir Dari Proses Haldor-Tapsoe

(Sumber: Mc. Cabe, 1985)

Perbedaan pada proses Haldor-Topsoe ini adalah konsep aliran umpan masuk konverter secara radial. Jenis aliran ini memberikan keuntungan berupa *pressure drop* pada konverter yang paling kecil jika dibandingkan dengan proses yang ada pada sebelumnya yang menggunakan jenis aliran aksial. Akan hal persiapan penerapan aliran radial ini membuat desain converter menjadi lebih rumit karena ada kemungkinan terjadinya *by-pass* di bed. Reaksi sintesis proses Haldor – Tapsoe pada metode ini dilakukan pada tekanan sekitar 100-200 atm, kebutuhan energi (Gcal/MT amonnia) 6,9 Gj/T, dan suhu berkisar antara 400-500^oC. Adapun promoter yang digunakan pada proses ini adalah caesium dengan konversi maksimum yang dapat dicapai yaitu sekitar ± 30%.

Adapun kondisi operasi beserta kekurangan dan kelebihan dari ketigaproses dapat dilihat pada tabel 1.7 dan 1.8 di bawah ini:

Tabel 1. 7 Kondisi Operasi Pada Proses Pembuatan Ammonia

Parameter	**Proses Haber Bosch**	**Proses Kellog**	**Haldor – Tapsoe**
Tekanan Operasi(atm)	150 – 350	100 – 200	100 – 200
Temperatur Operasi(°C)	500	400 – 500	400 – 500
Sumber Nitrogen	Gas Hasil Pembakaran	Udara langsung	Udara langsung
Sumber Hidrogen	Kokas atau Gas Alam	Gas Alam	Gas Alam atau Nafta
Kebutuhan Energi (Gcal/MT Ammonia)	8,3/34,8 Gj/T	7,2	6,9
Katalis	Osmium,Al_2O_3, MgO,CaO, dan K2O	Ni, CuO, dan ZnO	Al_2O_3

(Appl Max, 1999)

Tabel 1.8 Kelebihan dan Kekurangan Proses - Proses Pembuatan Ammonia

Proses	**Kelebihan**	**Kekurangan**
Haber Bosch	- Harga yang ekonomis karena oksigen lebih murah	-Mengunakan tekanan yang tinggi. -Memakai energi yang cukup banyak sehinggakenaikan harga energisangat berpengaruhterhadap biaya produksi.
Haldor – Tapsoe	- Bahan baku menggunakan Gas alam yang menghasilkan hydrogen lebih banyak. - Kualitas alat–alatnya lebih baik dan mempunyai ketahanan yang lebih baik	- Perlu tambaha biaya karena terdapat tambahansteam. . Alat–alat yang cukupmahal dan pengendalian prosesnya cukup rumit.

	juga.	
Kellog	- Energi yang lebih efisien. - Menggunakan tekanan yang rendah. - Menggunakan katalisyang lebih baik (katalis CuO – ZnO yang digunakan memilki keaktifan dan selektifitas yang tinggi sehingga prosesnya efisien). - Fleksibiltasnya lebih besar dalam pemilihan ukuran pabrik.	- Katalis yang digunakan tidak tahan sulfur dan klorin. - Menggunakan pendingin *intermediate* cooler yang akan memperbesar investasi desain reactor. - Perlu tambaha biaya karena terdapat tambahan steam.

(Appl Max, 1999)

Dari ketiga proses yang ada, maka dapat di simpulkan dan di pilih adalah proses alternatifnya Kellog dengan beberapa alasan dan pertimbangan :

1. Secara kondisi operasi, reaksi ini berlangsung dalam fase gas dengan suhu dan tekanan yang di gunakan tidak terlalu tinggi.
2. Proses kellog termasuk efisiensi dalam penggunaan energi.

1.8 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu industri merupakan hal yang perlu dipertimbangkan untuk menentukan keberlangsungan dalam kemajuan suatu industri pada jangka pendek (sekarang) dan jangka panjang (masa akan datang). Hal ini sangat bergantung terhadap faktor produksi, distribusi, dan eksistensi pabrik yang akan didirikan. Pemilihan lokasi pabrik diklasifikasikan berdasarkan beberapa faktor yang

diantaranya sumber bahan baku, pasar, transportasi, ketersediaan tenaga kerja, iklim dan kebijakan pemerintah daerah setempat. Lokasi pendirian pabrik dapat dilihat pada Gambar 1.2

Gambar 1.2 Lokasi Pabrik

Dengan adanya faktor-faktor tersebut, lokasi yang digunakan untuk mendirikan industri ini adalah Kecamatan Bontang, Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur. Adapun hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pembangunan industri ini adalah sebagai berikut :

1. Sumber bahan baku yang berada dekat dengan lokasi yaitu PT. Surya Biru Murni Acethylene dan PT. Kaltim Nitrate Indonesia yang mudah diperoleh dengan penentuan lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan atau dekat dengan industri penyuplai bahan baku. Hal ini memungkinkan pabrik dapat memperoleh suplai bahan baku, sehingga proses pengoperasian dapat berlangsung tanpa hambatan karena tersedianya bahan baku secara terus- menerus.
2. Utilitas ketersediaan utilitas seperti air, listrik, dan komponen lain yang memadai. Kebutuhan sumber air bersih untuk keperluan pabrik disuplai dari air laut dan juga pengolahan air menggunakan RO, dan juga suplai aliran listrik.

3. Pemasaran hasil produksi dengan adanya akses melalui jalur darat maupun jalur air yang dapat memudahkan distribusi produk untuk memenuhi kebutuhan produksi industri dalam negeri seperti di Provinsi Kalimantan Timur dan luar Pulau. Produk yang dihasilkan akan dipasarkanke produsen cat rambut Garnier dan beberapa industri produsen kertas sepetri PT. Noree Indonesia Paper Factory yang berlokasi di Kalimantan Tengah. Namun kami akan berfokus untuk mengekspor amonnia keluar negeri salah satunya ke Jepang. Di Jepang, terdapat salah satu perusahaan pembangkit listrik terbesar bernama JERA, sedang membuat program percontohan untuk menggunakan amonia sebagai bahan bakar campuran dengan batu bara untuk pembangkit listrik yang disebut co-firing. Harapannya, dapat mengurangi emisi atau polusi yang dihasilkan pada pembangkit listrik yang masih menggunakan batu bara. Melihat peluang tersebut maka kami akan melaksanakan kerjasama unuk mengekspor amonia tersebut.
4. Letak geografis Pemilihan lokasi industri ini perlu diperhatikan dari karakteristik dan kondisi lingkungan seperti tanah, ketinggian terhadappermukaan air laut, ketinggian air tanah, drainase, kecepatan angin, kuantitas hujan, dan kemungkinan terjadinya bencana alam. Berdasarkan pertimbangan karakteristik dan kondisi lingkungan tersebut, lokasi pabrik Ammonia ini memiliki kondisi lingkungan yang baik dan memungkinkan pengoperasian pabrik dapat berjalan lancar untuk mendukung berdirinya pabrik tersebut.

1.9 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Dalam desain tata letak pabrik dari peralatan-peralatan untuk area pabrik harus dilakukan, dan dirancang dengan perencanaan secara strategis, rasional, memperhatikan banyak faktor, dan keadaan sekitar pabrik sehingga kegiatan proses produksi dalam pabrik dapat berjalan lancer, aman, efisien, dan baik.

Adapun faktor-faktor penting yang perlu diperhatikan saat merancang tata letak (*layout*) pabrik yaitu :

1. Pertimbangan keselamatan kerja untuk para pekerja pabrik. Letak suatu pabrik harus memperhitungkan dari pemukiman warga, dan lokasi terlindung dari bangunan-bangunan yang ada. Hal–hal yang tidak diingikan seperti : kebakaran

suatu alat, ledakan suatu alat, factor alam, dan lain-lain tdak berdampak secara langsung ke pemukiman.

2. Distribusi utilitas yang lebih ekonomis. Distribusi utilitas seperti air (pendinginan), steam (pemanasan), power harus dapat dialirkan dengan mudah, tepat, tidak memakan waktu lama, dan tidak menggunakan energi secara berlebih, sehingga dapat meminimalisir pembiyaan produk.
3. Tata letak peralatan proses dan tata letak pipa harus dirancang secara sistematis, sehingga dapat mempermudah dalam pemeliharaan, pengontrolan, dan perbaikan instrumen pabrik.
4. Kondisi cuaca yang tidak menentu dapat berpengaruh terhadap tata letak pabrik, penempatan peralatan baik di dalam maupun di luar ruangan sehingga perancangan pabrik mengedapankan kenyamanan, optimalisasi kerja, pencegahan kerusakan suatu instrumen dapat dilakukan.
5. Letak kantor, laboratorium, tempat ibadah dan fasilitas pendukung lainnyaharus dapat memenuhi syarat Kesehatan, keselamatan, kenyamanan dan berwawasan lingkungan.
6. Pembuangan limbah pabrik didesain agar tidak mengganggu lingkungan, sumber utilitas dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan disekitar pemukiman warga.

1.10 Analisa Ekonomi Awal

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam mendirikan pabrik karena akan mempengaruhi teknik dan ekonomi. Adapun analisa ekonomi awal berdasarkan reaksi berikut:

$$H2_{(g)} + N2_{(g)} \leftrightarrow 2NH3_{(g)}$$

Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lain yaitu diperlihatkan pada Tabel 1.6

Tabel 1.9 Analisa Ekonomi Awal

Parameter	Bahan Baku		Produk
	Nitrogen	**Hidrogen**	**Ammonia**
Berat Molekul	18 gr/mol	2,016 gr/mol	17.031 gr/mol
Harga Per Kg	Rp. 24.000	Rp. 1.800	Rp. 15.000
Kebutuhan	1mol x 14,0067gr/mol = 14,0067 gr = 0,0140067 kg	1 mol x 1,00784gr/mol = 1,00784 gr = 0,,00100784 kg	2 mol x 17,031 gr/mol = 34,062gr = 0,034062 kg
Harga Total	0,0140067 kg x Rp. 24.000 = Rp. 33,61	0,00100784kg x Rp. 1.800 = Rp. 1,81	0,034062 kg x Rp. 15.000 = Rp.510,93
Analisa Ekonomi Awal	= Harga Produk – Harga Bahan Baku = Rp.510,93 – Rp. 35,42 = Rp. 475,51		

Dari Tabel 1.9 didapatkan hasil analisa ekonomi awal sebesar Rp.475,51 /kg maka keuntungan yang diperoleh adalah 157% dari harga bahan baku, maka prarancangan pabrik ammonia ini layak dilanjutkan.

1.11 Tinjauan Termodinamika

Termodinamika sangat penting untuk menganalisa sembarang sistem yang melibatkan perpindahan energi. Berbagai pemakaian termodinamika yang praktis dan lazim dalam rekayasa adalah untuk menganalisa berbagai sistem yang mengandung suatu zat kerja, biasanya dalam fase cair atau gas, yang mengalir di dalam peralatan. Berbagai sistem yang menjadi pusat perhatian disini adalah sistem-sistem yang menghasilkan suatu konversi energi. Dalam berbagai sistem yang membangkitkan daya, perhatian difokuskan pada pengkonversian energi dalam dari molekul-molekul bahan bakar hidrokarbon menjadi energi listrik atau mekanis (Reynolds dan Perkins, 1977). Sintesis ammonia berlangsung pada Reaksi berikut

$$N_2 + H_2 \longleftrightarrow 2NH_3 \quad \Delta H_{298} = -46{,}22 KJ/mol \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1.2)$$

Untuk menyelesaikan 1 kilogram nitrogen dalam ammonia diperlukan reaksi 2,4 m^3 (STP) dari hydrogen dan 0,8 m^3 (STP) nitrogen. Sekitar 3,27 MJ panas

dilepaskan. (Ullmans)

Tabel 1.10 Nilai Masing-Masing Komponen Reaksi Pembentukan Ammonia

Komponen	$\Delta H^o f$ (kj/kmol)	ΔH (kj/kmol)
N_2	0	10440,1170
H_2	0	11673,5376
NH_3	-45900	16406,4750

$\Delta H_{reaksi} = \Delta H^o f$ Produk- $\Delta H^o f$ Reaktan

$\Delta H_{reaksi} = (\Delta H^o f\ 2NH_3) - (\Delta H^o f\ N_2 + \Delta H^o f\ H_2)$

ΔH_{reaksi} = (2x -45900kj/kmol)-{(0kj/mol) + (3x0kj/mol)}

ΔH_{reaksi} = -91800 kj/mol

Reaksi yang terjadi pada reaksi di atas merupakan reaksi eksotermis karena harga entalphi reaksi bernilai negative sehingga reaksi melepas panas. Sedangkan reaksi berjalan searah atau bolak balik diketahu dengan mencari harga konstanta Kesetimbangn (K). Energi bebas Gibbs ($\Delta H^o G$) dari reaktan hidrogen dan nitrogen dan produk (ammonia) adalah (Yaws,1999) :

Tabel 1.11 Nilai Komponen ΔGf^o

Komponen	Nilai ΔGf^o (kj/mol)
N_2	0
H_2	0
NH_3	-16,40

Persamaan (Smith and Van Ness, 1975){

ΔGf^o = $\sum$(n ΔGf^o) produk - $\sum$ (n ΔGf^o) reaktan

= [(2x $\Delta Hf^o\ NH_3$)] – [($\Delta Hf^o\ N_2$) + (3 x 0 kj/mol)]

= [2 x -16,40 kj/mol] – [0kj/mol = (3x 0 kj/mol)

= -32,8kj/mol

$\Delta G^o f$ = -RT ln K

Maka : K= exp (- $\Delta G^o f$/RT)

Keterangan :

$\Delta G^o f$: energi bebas Gibbs standar (Kj/mol)T

: Temperatur (K)

R : Tetapan gas (8,314x 10-3) Kj/mol K.K

: Konstanta kesetimbangan pada 298 K

K = exp (-32,8 kj/mol/ 8,314 x 10^{-3} kj/mol Kx 298K)

= 561.724,97

Pada proses Kellog menggunakan kondisi operasi suhunya adalah 400ºC (673K). Jika ΔH adalah perubahan ent17alphi standar (panas reaksi) dan dapat diasumsikan konstan terhadap suhu, maka reaksi Kesetimbangan (K) dalam membentuk ammonia adalah reaksi *reversible* atau bolak balik.

1.10 Kinetika Reaksi

Konstanta kecepatan reaksi pembentukan ammonia dapat dinyatakan dalam persamaan:

$K = k_0 . Exp (\frac{-E}{RT})$

$= 17,4549 . Exp(\frac{-41712,67}{RT})$

Keterangan :

K : Konstanta kecepatan reaksi

K_0 : Konstanta Arhenius

E : energi aktivasi (kcal/kmol)

R : tetapan gas (kkal/mol.K)

T : suhu operasi (K)

Dengan kondisi suhu operasi sebesar 400ºC (673K), maka nilai k dapat diperoleh sebagai berikut :

$K = 17,4549 . Exp \frac{-41712,67}{0,0814 \times 673}$

= 3,58117

Dari persamaan tersebut dapat diketahui semakin tinggi suhu maka kecepatan reaksi dalam membentuk ammonia semakin besar. Reaksi ammonia merupakan reaksi yang memiliki sifat eksotermis sehingga akan melepaskan panas yang sangat besar. Panas reaksi akan dilepaskam oleh permukaan katalis dan menyebabkan suhu naik dengan cepat, sehingga efektifitas dan umur katalis

akan berkurang. Oleh karena itu, diperlukan adanya *control temperature* yang baik melalui pendingin (Kirk,1978).