

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang sangat bergantung pada ketersediaan pupuk nitrogen untuk menjaga produktivitas sektor pertanian. Data Bank Dunia menunjukkan bahwa konsumsi pupuk di Indonesia mencapai 311,1 kg per hektar pada tahun 2023, yang mencerminkan tingginya ketergantungan sektor pertanian terhadap suplai amonia sebagai bahan baku utama pupuk nitrogen. Tingginya permintaan amonia ini menempatkan industri amonia sebagai salah satu sektor strategis bagi ketahanan pangan nasional. Namun, produksi amonia konvensional melalui proses Haber Bosch masih bergantung pada hidrogen dari steam methane reforming (SMR), yang menghasilkan emisi karbon dalam jumlah besar. Beberapa literatur menyebutkan bahwa proses ini menghasilkan sekitar 1,25–2,16 kg CO₂ per kilogram amonia yang diproduksi, sehingga secara global industri amonia menjadi penyumbang emisi lebih dari 450 Mt CO₂ per tahun dari emisi langsung, serta tambahan emisi tidak langsung dari penggunaan pupuk di lahan pertanian (Richard et al., 2024), (Chehade & Dincer, 2021).

Besarnya emisi tersebut mendorong perlunya pengembangan teknologi produksi amonia yang lebih ramah lingkungan tanpa proses pembakaran gas alam. Terlebih lagi, kapasitas produksi amonia di Indonesia telah mencapai 7,6 juta ton per tahun pada tahun 2023 (BPS, 2023), yang sebagian besar masih berbasis gas alam. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi yang mampu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil sekaligus menjamin ketersediaan amonia dalam jumlah besar. Amonia yang diproduksi pada pra-rancangan ini menggunakan hidrogen dan nitrogen dari proses pemisahan udara sehingga menghasilkan emisi karbon yang jauh lebih rendah dibandingkan proses konvensional.

Produk amonia yang dihasilkan memiliki kemurnian tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk, seperti urea dan amonium nitrat. Selain sebagai bahan baku pupuk, amonia juga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif rendah emisi karena molekul amonia (NH₃) tidak mengandung atom karbon, sehingga pada proses pembakarannya tidak menghasilkan emisi CO₂ secara langsung. Dengan karakteristik tersebut, amonia dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada

sektor pembangkit listrik, industri, maupun transportasi maritim, sehingga tidak hanya mendukung ketahanan pangan tetapi juga mendukung program pemerintah dalam mencapai target Net Zero Emission (NZE) tahun 2030 atau lebih cepat. Selain memberikan manfaat dalam mengurangi emisi karbon, amonia juga memiliki potensi ekonomi yang tinggi seiring meningkatnya permintaan global terhadap bahan bakar dan produk kimia rendah karbon (Yan et al., 2024).

Dalam desain pabrik amonia ini, mengusulkan dan mengevaluasi teknologi Recycle Membrane Reactor (RMR) yang menawarkan keunggulan signifikan dibandingkan proses Haber Bosch konvensional. RMR menghasilkan reaksi sintesis amonia dengan pemisahan melalui membran, sehingga prosesnya tanpa memerlukan tekanan yang ekstrim. Hal ini memungkinkan proses berlangsung pada tekanan lebih rendah (sekitar 2–10 bar) dengan efisiensi energi yang lebih baik. Keunggulan lainnya, RMR mampu mempertahankan konversi tinggi melalui mekanisme recycle yang mengurangi kebutuhan kompresor berukuran besar, sehingga membuka peluang implementasi plant berskala modular yang fleksibel terhadap fluktuasi pasokan listrik terbarukan (Wakimoto et al., 2024). Kinerja RMR sangat bergantung pada jenis katalis yang digunakan. Sejauh ini, beberapa literatur menunjukkan bahwa katalis berbasis magnesium, seperti Ru/Cs/MgO atau Co/MgO, memiliki aktivitas tinggi pada kondisi operasi moderat dan mampu meningkatkan dispersi logam aktif serta kestabilan termal sistem (Sato et al., 2020). Selain itu katalis berbasis MgO juga memberikan efek promotif yang meningkatkan adsorpsi amonia dan menurunkan energi aktivasi, sehingga menjadikannya unggul untuk aplikasi intensifikasi proses seperti RMR. Hal ini menjadi kelebihan dibandingkan katalis berbasis Fe yang umum pada proses Haber Bosch namun memerlukan tekanan sangat tinggi untuk mencapai konversi optimum.

Meskipun demikian, terdapat beberapa kesenjangan teknologi yang menjadi alasan mengapa penelitian dan desain pabrik perlu dilakukan. Proses Haber Bosch masih menghadapi kendala besar berupa intensitas energi yang tinggi, ketergantungan pada pabrik berskala sangat besar, dan minimnya fleksibilitas operasi. Di sisi lain, teknologi RMR menuntut membran dengan selektivitas dan permeabilitas tinggi terhadap NH_3 , sesuatu yang masih tahap pengembangan dan belum siap komersial secara luas (Richard et al., 2024).

Selain itu, katalis berbasis Ru memiliki aktivitas tinggi, namun harganya relatif mahal sehingga diperlukan kajian lebih lanjut terhadap alternatif katalis yang lebih ekonomis dengan kinerja yang tetap kompetitif. Dari sisi pasar, amonia berpotensi diterapkan secara luas oleh industri pupuk domestik seiring meningkatnya kebutuhan pupuk nitrogen di Indonesia. Selain itu, teknologi ini mampu menurunkan emisi CO₂ secara signifikan sehingga mendukung target dekarbonisasi nasional. Namun demikian, implementasinya masih menghadapi tantangan berupa kebutuhan investasi awal yang besar, ketersediaan membran berperforma tinggi, perizinan lingkungan, serta aspek keselamatan akibat pengelolaan nitrogen bertekanan.

Target pasar amonia difokuskan pada industri yang memiliki komitmen terhadap keberlanjutan, seperti industri pupuk, petrokimia, perusahaan energi, serta pelaku ekspor yang menghadapi regulasi emisi ketat dari pasar internasional. Secara geografis, pasar potensial berada di wilayah klaster industri besar, sementara pasokan bahan baku dapat didukung dari Sumatera Selatan. Dari sisi psikografis, segmen ini cenderung menerima inovasi proses dengan jejak karbon lebih rendah. Pabrik amonia berbasis Recycle Membrane Reactor (RMR) dengan katalis Ru/Cs/MgO berkapasitas 360.000 ton per tahun direncanakan beroperasi pada tahun 2030, dengan pertimbangan penurunan biaya energi terbarukan dan kesiapan teknologi. Bandar Lampung dipilih sebagai lokasi pabrik karena ketersediaan lahan, sumber daya, dan akses logistik yang baik melalui Pelabuhan Bakauheni. Dibandingkan Pulau Jawa, wilayah ini dinilai lebih layak dan berkelanjutan untuk pembangunan pabrik kimia berskala besar.

B. Analisa Pasar dan Kapasitas Produksi

Analisa Pasar

Pasar amonia di Indonesia menunjukkan perkembangan yang cukup stabil dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, konsumsi amonia nasional pada tahun 2020 tercatat sebesar 5.548 ton, sementara kapasitas produksi pada tahun 2023 mencapai 7.605.000 ton per tahun. Kapasitas tersebut sebagian besar berasal dari perusahaan-perusahaan yang bernaung di bawah Pupuk Indonesia Holding Company, yaitu Pupuk Kalimantan Timur, Petrokimia Gresik, Pupuk Sriwidjaja, Pupuk Kujang, dan Pupuk Iskandar Muda, serta satu produsen swasta besar, yaitu Panca Amara Utama.

Dengan jumlah produksi yang memenuhi hampir seluruh konsumsi nasional, sehingga ekspor untuk produk amonia lebih besar dibandingkan dengan impornya,

berdasarkan data dari Pupuk Kaltim di tahun 2021, negara tujuan ekspor amonia adalah Australia, India, Korea Selatan, Malaysia, Filipina, Taiwan, Thailand, Vietnam, Cina, Jepang, dan Singapura. Komposisi tersebut menunjukkan bahwa Indonesia memiliki struktur industri amonia yang terintegrasi dengan baik dan mampu memenuhi kebutuhan domestik sekaligus mendukung aktivitas ekspor.

Tabel I.1 Data perusahaan yang memproduksi amonia di Indonesia pada tahun 2023

Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
PT Petrokimia Gresik	
Pabrik Amorea-1	445.000
Pabrik Amorea-2	660.000
PT Pupuk Kalimantan Timur	
Pabrik-1A	660.000
Pabrik-2	595.000
Pabrik-3	330.000
Pabrik-4	330.000
Pabrik-5	825.000
PT Pupuk Kujang	
Pabrik Kujang - 1A	330.000
Pabrik Kujang - 1B	330.000
PT Pupuk Sriwidaja Palembang	
Pabrik Pusri-1B	446.000
Pabrik Pusri-3	363.000
Pabrik Pusri-4	363.000
Pabrik Pusri-2B	660.000
PT Pupuk Iskandarmuda	
Pabrik-1	330.000
Pabrik-2	330.000
PT Panca Amara Utama (PAU)	
Banggai Ammonia Plant	608.000

Berdasarkan data di tahun 2021 dari Annual Report, Pupuk Indonesia, untuk harga amonia yang beredar di pasar domestik berada pada kisaran Rp 5.190.420 per ton, sedangkan harga ekspor tercatat sekitar USD 320 per ton (Annual Report Pupuk Indonesia, 2021). Di tengah kapasitas produksi nasional yang besar, terdapat ruang pasar yang belum terisi, yaitu ketersediaan amonia dengan jejak emisi rendah. Seluruh produsen yang ada saat ini masih mengandalkan proses reformasi metana uap yang memiliki intensitas karbon tinggi. Perubahan kebijakan internasional seperti mekanisme penyesuaian batas karbon (CBAM) Uni Eropa serta kebijakan transisi energi di Jepang dan Korea Selatan telah mendorong permintaan terhadap bahan baku yang berasal dari proses rendah emisi. Pada tingkat nasional, komitmen penurunan emisi yang tercantum dalam Enhanced NDC 2030

memberikan sinyal bahwa produk berbasis energi terbarukan akan memperoleh ruang pemanfaatan yang semakin besar. Kondisi tersebut membuka peluang bagi amonia untuk hadir sebagai alternatif yang relevan bagi industri yang membutuhkan bahan baku yang lebih ramah lingkungan.

Konsumen amonia berasal dari beberapa kalangan, seperti industri pupuk, petrokimia, pembangkit listrik berbasis hidrogen amonia, serta perusahaan yang memiliki eksposur terhadap pasar ekspor. Dari sisi demografi, target pasar berada di wilayah industri seperti Pulau Jawa, Kalimantan Timur, dan Sulawesi yang merupakan pusat aktivitas industri berat sehingga menjadikan kawasan tersebut sebagai target distribusi utama. Tantangan dalam memasuki pasar amonia tidak dapat diabaikan, pembangunan pabrik amonia membutuhkan investasi awal yang besar karena keterkaitan erat antara proses RMR dan ketersediaan energi terbarukan yang stabil. Selain itu, produsen konvensional telah memiliki jaringan logistik dan hubungan pasok yang telah lama berjalan. Meski demikian, karakteristik khusus amonia yang belum tersedia di pasar domestik membuka peluang bagi produsen baru untuk menawarkan nilai tambah yang tidak dimiliki produk konvensional. Secara umum, kondisi industri menunjukkan bahwa meskipun pasar amonia konvensional telah mapan, kebutuhan terhadap produk dengan emisi lebih rendah semakin meningkat. Pabrik amonia memiliki peluang untuk mengisi segmen pasar yang belum dilayani dan berpotensi berkembang seiring peningkatan regulasi dan tuntutan keberlanjutan industri.

Ketersediaan Bahan Baku

Proses pembuatan amonia berbasis Recycle Membrane Reactor (RMR) menggunakan dua bahan baku utama, yaitu nitrogen dan hidrogen. Ketersediaan hidrogen di Indonesia, sebagaimana ditunjukkan oleh data dari Indexbox tentang produksi nasional hidrogen yang mencapai lebih dari satu juta ton per tahun. Sehingga pasokan hidrogen yang dibeli untuk proses sintesis amonia dapat dipastikan tidak mengalami kekurangan.

Tabel I.2 Data produksi hidrogen di Indonesia tahun 2015-2019 dan prediksi hingga tahun 2030

Tahun	Produksi(ton)	Tahun	Produksi(ton)
2015	1.180.000	2023	1.201.000
2016	1.195.000	2024	1.205.000
2017	1.210.000	2025	1.213.000
2018	1.275.000	2026	1.224.000

2019	1.233.900	2027	1.376.000
2020	1.150.300	2028	1.338.100
2021	1.172.000	2029	1.415.000
2022	1.185.400	2030	1.436.300

Berdasarkan Tabel 1.2, produksi hidrogen di Indonesia menunjukkan tren yang meningkat dari 1.180.000 ton pada tahun 2015 menjadi 1.436.300 ton pada tahun 2030. Peningkatan tersebut menunjukkan adanya pengembangan kapasitas produksi hidrogen nasional untuk memenuhi kebutuhan berbagai sektor industri. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) perdagangan tahun 2023, volume impor hidrogen mencapai 8.753,514 ton, sedangkan volume ekspor hanya sebesar 289,961 ton. Volume impor dan ekspor tersebut relatif kecil dibandingkan dengan produksi hidrogen nasional yang mencapai 1.201.000 ton pada tahun yang sama, sehingga menunjukkan bahwa pasokan hidrogen di Indonesia masih didominasi oleh produksi dalam negeri.

Pada prarencana ini, kebutuhan hidrogen sebagai bahan baku sebesar 36.557,9804 kg/jam atau setara dengan 286.643,812 ton/tahun, yaitu sekitar 19,95% dari proyeksi produksi hidrogen nasional pada tahun 2030 sebesar 1.436.300 ton/tahun. Berdasarkan perbandingan tersebut, kebutuhan hidrogen pabrik masih berada di bawah proyeksi produksi hidrogen nasional tahun 2030. Dengan demikian, dari aspek kuantitas, produksi hidrogen nasional berpotensi mendukung kebutuhan bahan baku pabrik yang dirancang.

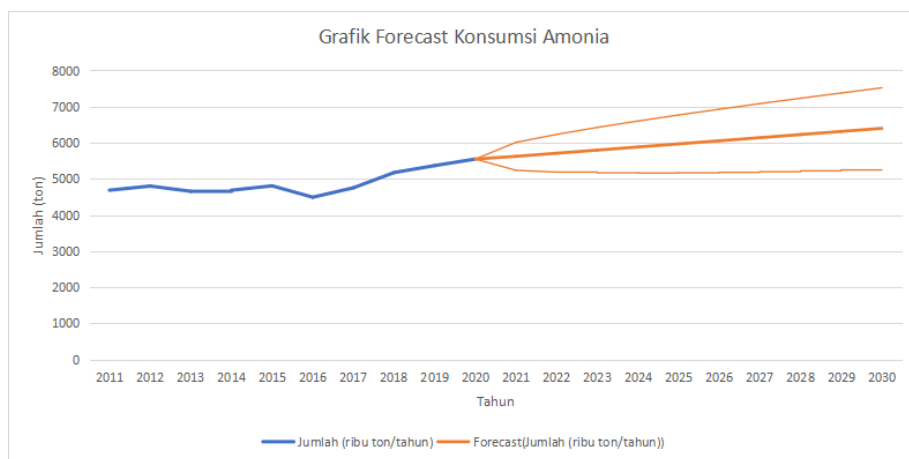
Sementara itu, kebutuhan nitrogen dipenuhi melalui unit pemisahan udara berbasis Pressure Swing Adsorption (PSA), yang mampu menghasilkan nitrogen dengan kemurnian tinggi secara berkelanjutan. Kombinasi ketersediaan hidrogen yang stabil serta kemampuan PSA dalam menyediakan nitrogen murni memastikan bahwa keseluruhan proses sintesis amonia dalam membrane reactor recycle ini memiliki pasokan bahan baku yang aman, berkelanjutan, dan tidak menghadapi kendala suplai.

Kapasitas Produksi

Dikarenakan amonia merupakan salah satu bahan baku penting dalam industri pupuk dan kimia dasar, serta menjadi komoditas strategis di Indonesia, maka data yang dibutuhkan untuk analisis ini akan diperoleh dari sumber-sumber terpercaya seperti Badan Pusat Statistik (BPS), Statista dan IndexBox. Data yang dikumpulkan akan mencakup produksi, konsumsi, ekspor, dan impor amonia di Indonesia.

Tabel I.3 Data konsumsi amonia tahun 2013-2020 dan prediksi hingga tahun 2030

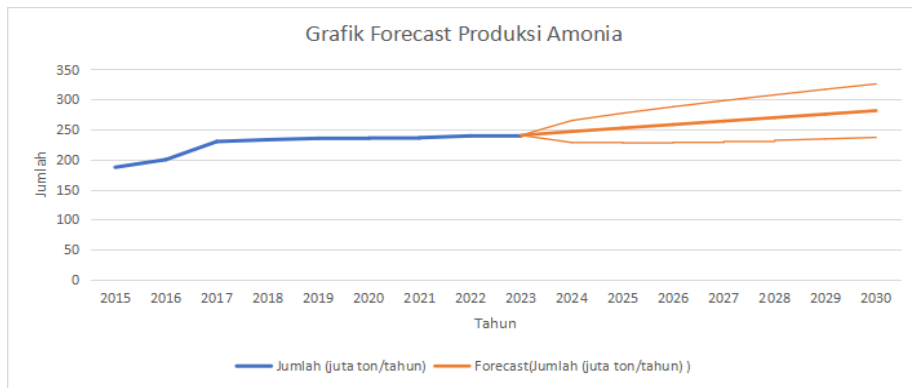
Tahun	Konsumsi (ton)	Tahun	Konsumsi (ton)
2013	4.655.350	2022	5.709.591
2014	4.685.940	2023	5.795.735
2015	4.807.010	2024	5.881.879
2016	4.491.740	2025	5.968.022
2017	4.752.450	2026	6.054.166
2018	5.174.060	2027	6.140.310
2019	5.367.340	2028	6.226.454
2020	5.548.210	2029	6.312.598
2021	5.623.447	2030	6.398.742



Gambar I.1 Grafik forecast konsumsi amonia

Tabel I.4 Data produksi amonia tahun 2015-2023 dan prediksi hingga tahun 2030

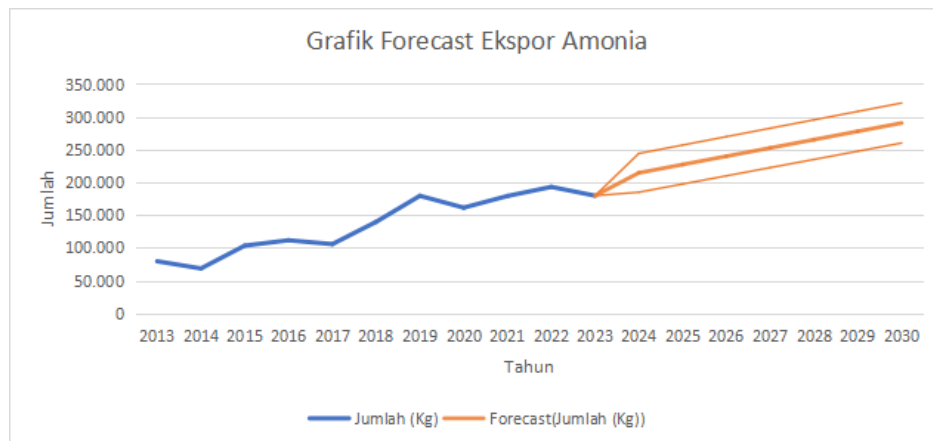
Tahun	Produksi(ton)	Tahun	Produksi(ton)
2015	6.114.300	2023	7.605.000
2016	5.964.045	2024	7.793.787
2017	5.401.210	2025	7.995.986
2018	5.800.100	2026	8.198.186
2019	5.985.314	2027	8.400.385
2020	6.011.462	2028	8.602.584
2021	6.157.521	2029	8.804.783
2022	7.370.800	2030	9.006.983



Gambar I.2 Grafik forecast produksi amonia

Tabel I.5 Data ekspor amonia tahun 2013-2023 dan prediksi hingga tahun 2030

Tahun	Ekspor(ton)	Tahun	Ekspor(ton)
2013	793.510	2022	1.929.217
2014	683.538	2023	1.795.080
2015	1.032.346	2024	2.143.847
2016	1.114.467	2025	2.270.630
2017	1.055.326	2026	2.397.413
2018	1.395.556	2027	2.524.196
2019	1.792.829	2028	2.650.979
2020	1.611.935	2029	2.777.762
2021	1.790.382	2030	2.904.545

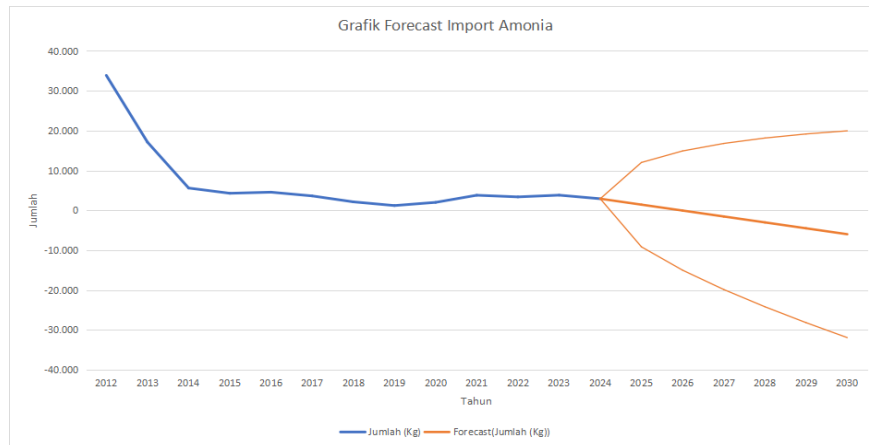


Gambar I.3 Grafik forecast ekspor amonia

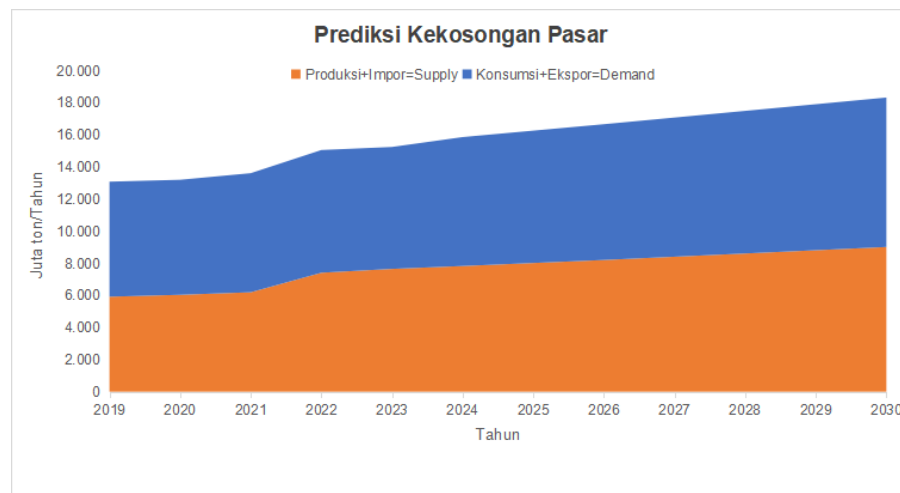
Tabel I.6 Data impor amonia tahun 2012-2024 dan prediksi hingga tahun 2030

Tahun	Impor(ton)	Tahun	Impor(ton)
2012	338.658	2022	33.912
2013	171.160	2023	38.319
2014	56.123	2024	29.303
2015	42.991	2025	14.472
2016	45.732	2026	0
2017	36.386	2027	0

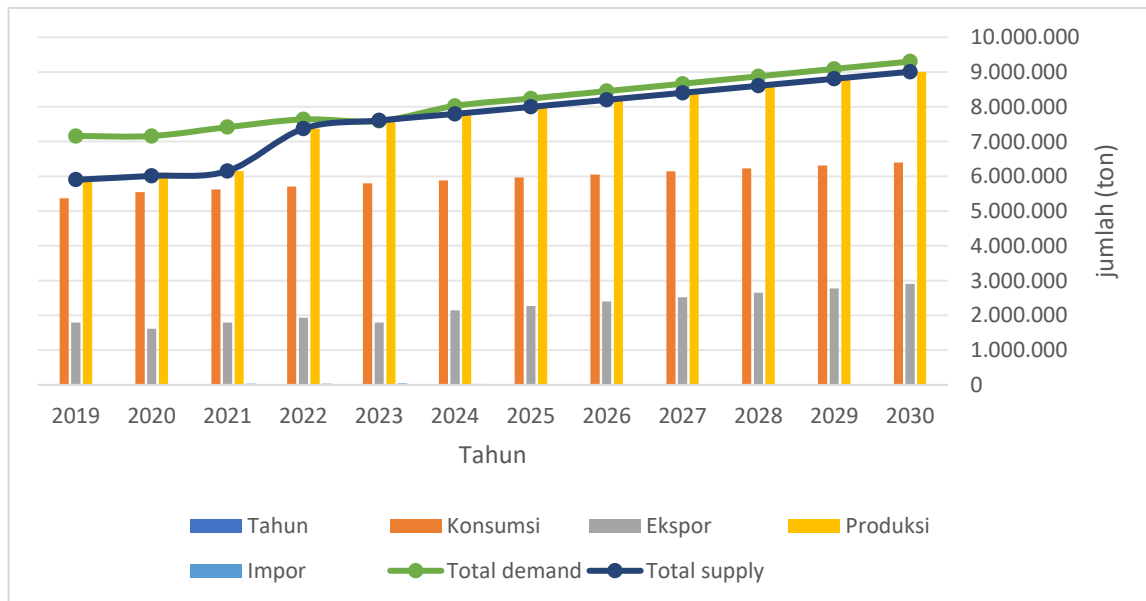
2018	21.515	2028	0
2019	12.200	2029	0
2020	20.206	2030	0
2021	38.100	-	-



Gambar I.4 Grafik forecast impor amonia



(a)



(b)

Gambar I.5 Grafik (a) dan (b) merupakan prediksi kebutuhan pasar amonia tahun 2030

$$\begin{aligned}
 \text{Produk di pasaran 2030} &= \text{Suplai} - \text{Kebutuhan} \\
 &= (\text{Impor} + \text{Produksi dalam negeri}) - (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) \\
 &= \mathbf{-356.082,45 \text{ (Defisit pasar)}} \\
 \text{Kapasitas produksi} &= \mathbf{360.000 \text{ ton/tahun}}
 \end{aligned}$$

Jika kapasitas produksi pabrik amonia sebesar 360.000 ton per tahun dialokasikan sepenuhnya ke pasar domestik, menunjukkan bahwa amonia memiliki peluang komersial yang cukup kuat, terutama pada kelompok konsumen yang mulai memperhatikan aspek keberlanjutan dalam pemilihan bahan baku. Produk amonia mengalami kekosongan (defisit pasar) pada tahun 2030 sebesar 356.082,45 ton, yang disebabkan oleh ketidakseimbangan antara suplai dan kebutuhan nasional. Hal ini menjadi peluang pendirian pabrik amonia dengan kapasitas produksi 360.000 ton/tahun guna menutup kekosongan pasar dalam negeri. Dengan kapasitas produksi 360.000 ton per tahun, pabrik amonia yang diusulkan tidak hanya mampu menutup kekosongan tersebut, tetapi juga memenuhi 100% defisit pasar. Rancangan ini dapat dicapai karena berdasarkan perusahaan yang secara historis telah beroperasi dengan skala lebih besar dari 300.000 ton per tahun untuk produksi amonia. Selain itu, ketersediaan bahan baku utama hidrogen dari elektrolisis air dan nitrogen dari pemisahan udara bersifat melimpah dan tidak bergantung pada pasokan gas alam seperti proses konvensional. Hal ini memastikan bahwa kapasitas

produksi tidak dibatasi oleh sumber daya fosil dan dapat beroperasi secara stabil untuk memenuhi kesenjangan suplai nasional.

C. Kebaruan Produk/Proses

Kebaruan dalam proses produksi amonia ini terletak pada metode yang lebih ramah lingkungan dibandingkan proses Haber Bosch konvensional. Amonia tidak menggunakan gas alam sebagai sumber hidrogen, melainkan memanfaatkan hidrogen dan nitrogen dari pemisahan udara, sehingga prosesnya tidak menghasilkan emisi karbon langsung. Inovasi utamanya adalah penggunaan Recycle Membrane Reactor (RMR), yaitu reaktor yang tidak hanya menjalankan reaksi sintesis amonia tetapi juga memisahkan amonia yang terbentuk pada saat yang sama. Dengan terbentuknya amonia yang langsung dipisahkan melalui membran, reaksi dapat berjalan lebih efisien karena kesetimbangan terus bergeser ke arah pembentukan produk. Selain itu, gas yang belum bereaksi dikembalikan lagi ke dalam reaktor sehingga penggunaan energi dan bahan baku menjadi lebih efisien dan tidak banyak terbuang. Perbandingan proses Haber Bosch dan RMR dijelaskan dalam Tabel I.7 dibawah ini:

Tabel I.7 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan dari Metode Konvensional Haber Bosch dan Metode Recycle Membrane Reactor

Haber Bosch		Recycle Membrane Reactor	
Kelebihan	Kekurangan	Kelebihan	Kekurangan
Cocok untuk penggunaan industri jangka panjang	Konsumsi energi yang sangat tinggi	Aktivitas katalitik tinggi Ru/Cs/MgO memungkinkan operasi pada tekanan rendah	Konversi satu tahap aliran yang rendah (9%)
Efisiensi konversi keseluruhan yang tinggi berkat sistem daur ulang	Emisi CO ₂ yang tinggi	Penggunaan energi yang lebih rendah	Katalis ruthenium mahal dan sensitif
Dapat digunakan untuk produksi industri skala besar	Bergantung pada gas alam sebagai sumber hidrogen	Sistem daur ulang meningkatkan kemurnian produk hingga 99,5%	Daur ulang dan pemisahan membran meningkatkan kompleksitas proses dan pengendalian.
Menggunakan katalis berbasis besi (Fe) yang relatif murah (Fe ₃ O ₄)	Tidak ramah lingkungan	Pemisahan NH ₃ secara selektif melalui membran memindahkan	Umur pakai membran terbatas

		keseimbangan reaksi ke arah produk.	
Jumlah yield tinggi ~97%	Konversi satu tahap aliran yang rendah (sekitar 15–20%)	Menghasilkan produk yang rendah emisi	Kapasitas produksi relatif kecil
Menghasilkan selektivitas yang tinggi $\geq 90\%$	Menggunakan suhu tinggi (425- 250°C) dan tekanan tinggi (100 atm)	Menggunakan suhu 350°C untuk reaktor dan suhu 50°C untuk membrane dengan tekanan 2 atm	-

D. Sifat Fisika dan Kimia

Bahan Baku

Produk yang dihasilkan pada pabrik yang dirancang ini berupa Amonia yang diperoleh melalui reaksi sintesis N_2 dan H_2 dengan bahan baku berupa hidrogen dan nitrogen. Adapun sifat fisika dan kimia dari bahan baku yang digunakan diberikan pada Tabel I.6.

Tabel I.6. Sifat fisika dan kimia bahan baku

Nama bahan	Sifat fisika	Sifat kimia	Komposisi & Grade	Ref
Hidrogen (H_2)	BM: 2,016 g/mol BP: -252,8°C (1 atm) MP: 259,2°C (1 atm)	Flammable Non-Korosif Non-Toksik	Hidrogen 99,9% Pengotor 0,1%	Sigma Aldrich
IUPAC: dihidrogen	ρ : 0,0898 kg/m ³ (25°C)	Colorless Odorless	Grade: Non-food grade, Industrial grade	
Bentuk: gas, kemurnian 99.99%	μ : - Tc: -240°C Pc: 12,8 atm Vc: 65 cm ³ /mol H _f : 0 kJ/mol H _c : 286 kJ/mol			
Nitrogen (N_2)	BM: 28,014 g/mol BP: -195,79°C (1atm) MP: -210°C (1 atm)	Flammable Non-Korosif Non-Toksik	Nitrogen 99,9% Pengotor 0,1%	Sigma Aldrich
IUPAC: dinitrogen	ρ : 1,2506 kg/m ³ (25°C)	Colorless Odorless	Grade: Non-food grade, Industrial grade	
Bentuk: gas, kemurnian 99.99%	μ : - Tc: -147°C Pc: 33,5 atm Vc: 90,1 cm ³ /mol H _f : 0 kJ/mol H _c : 286 kJ/mol			

Produk

Pabrik yang didesain memiliki produk utama berupa amonia liquid yang dikemas dalam bentuk kemasan 1 ton dengan menggunakan tabung silinder tekan. Sifat fisika dan kimia dari produk utama dan produk samping diberikan pada Tabel I.8.

Tabel I.8. Sifat fisika dan kimia produk

Nama bahan	Sifat fisika	Sifat kimia	Komposisi & Grade	Ref
Amonia	BM: 17 g/mol	Volatile	Amonia 99%	Prarenca na pabrik ini
	BP: -33,34°C (1 atm)	Flammable	Air 1%	
Bentuk:	MP: -77,73°C (1	Korosif		
Cair, kemurnian 98%	atm)	Toxic	Grade: Non-food	
	ρ : 0,73 kg/m ³ (25°C)		grade	
	μ : 0,0092 (25°C)			