

INTISARI

Blue ammonia merupakan amonia dengan proses produksi *syngas* yang dilengkapi dengan proses *Carbon Capture Utilization (CCU)*. Amonia sendiri adalah bahan kimia yang tidak berwarna dengan bau yang menyengat. Amonia banyak dimanfaatkan di berbagai sektor, salah satunya di bidang pertanian yang memanfaatkan amonia sebagai bahan baku pembuatan pupuk urea, pupuk amonium fosfat, pupuk amonium nitrat, dan pupuk amonium sulfat. Penggunaan amonia yang sangat bervariasi ini menyebabkan peningkatan permintaan pasar terhadap amonia. Kebutuhan yang semakin meningkat ini menyebabkan perlunya pembangunan pabrik amonia untuk memenuhi kebutuhan amonia tersebut.

Prarancangan pabrik *blue ammonia* ini dirancang dengan kapasitas 530.000 ton/tahun yang akan beroperasi selama 330 hari/tahun selama 24 jam/hari. Pabrik *blue ammonia* ini akan didirikan di Gresik, Jawa Timur. Pada proses produksi ini terdapat proses *Carbon Capture Utilization (CCU)* pada tahapan persiapan bahan baku *syngas* yang berfungsi untuk mencegah emisi CO₂ yang dihasilkan selama proses agar tidak langsung terbuang ke lingkungan.

Proses pembuatan *blue ammonia* ini membutuhkan gas alam sebanyak 1406939,27 ton/tahun yang dipasok oleh PT Husky-CNOOC Madura Limited melalui pipa *East Java Gas Pipeline (EJPG)*. Gas alam ini akan melalui tahapan persiapan bahan baku untuk menghasilkan *syngas* yang akan digunakan untuk sintesis amonia. Tahap persiapan bahan baku ini dilakukan pada unit *Hydrotreater (HT-01)* yang berfungsi untuk mengubah sulfur organik menjadi H₂S menggunakan katalis *Cobalt Molybdate (Co-Mo)* dan akan dijerap menggunakan absorben ZnO di unit *Desulfurizer (DS-01)*. Gas hasil *desulfurizer* kemudian dibagi menjadi dua aliran, yaitu 83,7% ke *Primary Reformer (R-01)* dan 16,7% ke *KBR's Reforming Exchanger System (KRES™)*. *KBR's Reforming Exchanger System (KRES™)* ini merupakan salah satu dari dua teknologi inovasi milik *KBR's PurifierPlus*. Kebutuhan *syngas* sebagai bahan baku sintesis amonia ini dihasilkan pada proses *steam methane reforming* pada unit *Primary Reformer (R-01)* yang kemudian akan dilanjutkan di *Secondary Reformer (R-02)* dan *KBR's Reforming Exchanger System (KRES™)*. Gas yang dihasilkan pada proses *steam methane reforming* masih banyak mengandung CO yang sulit untuk dijerap pada proses CO₂ removal sehingga gas CO ini perlu diubah menjadi gas CO₂ pada unit *High Temperature Shift Converter (C-01)* dengan suhu tinggi yang berfungsi untuk mempercepat reaksi dan suhu rendah pada *Low Temperature Shift Converter (C-02)* dengan suhu rendah yang berfungsi untuk menggeser kesetimbangan ke arah produk (CO₂). Gas CO₂ hasil reaksi di unit LTSC akan dilanjutkan menuju proses CO₂ removal yang dilakukan pada *Absorber-Stripper* dengan menggunakan larutan mDEA yang kemudian CO₂ yang dapat diambil akan dialirkan ke sumur migas untuk *Enhanced Oil Recovery (EOR)*. Gas CO dan CO₂ yang masih tersisa dari proses sebelumnya ini akan diubah menjadi gas metana (CH₄) pada *methanator*. Gas proses kemudian dihilangkan kandungan airnya di *molecular sieve dryer*. Gas kemudian diumpankan ke *Cryogenic Purification* untuk meminimalkan *impurities* pada *syngas* dan mengatur rasio H₂/N₂ menjadi 3:1. *Cryogenic Purification* merupakan teknologi kedua dari *KBR's PurifierPlus*. *Ammonia Converter* terdiri dari 3 bed jenis *horizontal multibed*. Konversi N₂ yang dihasilkan sebesar 17,2%. Amonia yang terbentuk didinginkan dan diembunkan dalam refrigerator. Amonia dengan suhu -33°C akan disimpan kemudian gas H₂ dan N₂ yang tersisa akan di *recycle* ke *ammonia converter*.

Pabrik *blue ammonia* ini dirancang dengan modal tetap sebesar Rp 3.290.552.976.606, biaya produksi sebesar Rp 4.311.299.899.768, dan biaya kerja sebesar Rp 1.559.626.069.472. Dari rincian tersebut produk dijual dengan harga Rp 8.039.610.414.203 memperoleh keuntungan tahunan sebesar Rp 1.522.641.406.772 sebelum pajak dan Rp 1.141.981.055.079 setelah pajak. Pabrik yang tergolong *high risk* ini disimpulkan layak untuk didirikan dengan perhitungan analisis ekonomi untuk *pay out time (POT)* sebesar 1,81 *before tax, return on*



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

investment

Prarancangan Pabrik Blue Ammonia dari Gas Alam dengan Proses KBR PurifierPlus™ Kapasitas 530.000

Ton/Tahun

VARIN CEYSA PUSPITADEWI, Ir. Yuni Kusumastuti, S.T., M.Eng., D.Eng., IPM.

Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

ROI sebesar 46,27% *before tax*, *break even point* (BEP) sebesar 42,87%, *shutdown point* (SDP) sebesar 28,06%, dan *discounted cash flow rate of return* (DCFRR) sebesar 31,04.

Kata kunci : *blue ammonia*, KBR's PurifierPlus™, CCUS

ABSTRACT

Blue ammonia is ammonia produced through a syngas process integrated with Carbon Capture Utilization (CCU). Ammonia itself is a colorless chemical with a pungent odor. It is widely used in various sectors, particularly in agriculture, where it serves as a raw material for the production of urea fertilizer; ammonium phosphate fertilizer; ammonium nitrate fertilizer; and ammonium sulfate fertilizer. The diverse applications of ammonia have led to an increased market demand. This rising demand necessitates the construction of new ammonia plants to meet the supply needs.

This preliminary design for a blue ammonia plant is planned with a capacity of 530,000 tons per year; operating 330 days a year, 24 hours a day. The plant will be located in Gresik, East Java. The production process incorporates Carbon Capture Utilization (CCU) in the syngas preparation stage to prevent the direct emission of CO₂ into the environment.

The blue ammonia production process requires 1,406,939.27 tons of natural gas annually, supplied by PT Husky-CNOOC Madura Limited through the East Java Gas Pipeline (EJPG). The natural gas undergoes raw material preparation to produce syngas, which is then used for ammonia synthesis. This preparation stage occurs in the Hydrotreater unit (HT-01), where organic sulfur is converted to H₂S using a Cobalt Molybdate (Co-Mo) catalyst and absorbed by ZnO in the Desulfurizer unit (DS-01). The desulfurized gas is then split into two streams: 83.7% to the Primary Reformer (R-01) and 16.7% to KBR's Reforming Exchanger System (KRESTM). KBR's Reforming Exchanger System (KRESTM) is one of the two innovative technologies under KBR's PurifierPlus. The required syngas for ammonia synthesis is generated through steam methane reforming in the Primary Reformer (R-01), followed by the Secondary Reformer (R-02) and KBR's Reforming Exchanger System (KRESTM). The steam methane reforming process produces gas with a high CO content, which is difficult to remove in the CO₂ removal process. Therefore, the CO gas needs to be converted to CO₂ in the High Temperature Shift Converter (C-01) at high temperatures to accelerate the reaction, and then in the Low Temperature Shift Converter (C-02) at low temperatures to shift the equilibrium towards CO₂ production. The CO₂ produced in the LTSC unit undergoes CO₂ removal in the Absorber-Stripper using aMDEA solution, and the captured CO₂ is then directed to oil wells for Enhanced Oil Recovery (EOR). The CO and CO₂ gases are converted to methane (CH₄) in the methanator. The process gas is then dried in a molecular sieve dryer. The gas is then fed into Cryogenic Purification to minimize impurities in the syngas and adjust the H₂/N₂ ratio to 3:1. Cryogenic Purification is the second technology under KBR's PurifierPlus. The Ammonia Converter consists of three horizontal multitubed beds, achieving a N₂ conversion rate of 17.2%. The formed ammonia is cooled and condensed in a refrigerator. The ammonia, at -33°C, is stored while the remaining H₂ and N₂ gases are recycled back to the ammonia converter.

This blue ammonia plant is designed with a fixed capital of IDR 3,290,552,976,606, a production cost of IDR 4,311,299,899,768, and working capital of IDR 1,559,626,069,472. With these costs, the product is sold at IDR 8,039,610,414,203, generating an annual profit of IDR 1,522,641,406,772 before tax and IDR 1,141,981,055,079 after tax. Despite being classified as high-risk, the plant is deemed feasible with an economic analysis showing a pay-out time (POT) of 1.81 years before tax, a return on investment (ROI) of 46.27% before tax, a break-even point (BEP) of 42.87%, a shutdown point (SDP) of 28.06%, and a discounted cash flow rate of return (DCFRR) of 31.04%.

Key words : blue ammonia, KBR's PurifierPlus™, CCUS