

INTISARI

Amonia merupakan bahan kimia yang memiliki bau menyengat yang khas, tidak berwarna, bersifat korosif, dan mampu larut di dalam air. Amonia merupakan salah satu bahan kimia yang penggunaannya sudah sangat luas dalam kehidupan sehari-hari. Pemanfaatan ammonia yang paling umum adalah digunakan dalam industri farmasi untuk pembuatan obat-obatan, bahan baku pembuatan pupuk (UREA dan ZA), *refrigerant*, dan menjadi bahan intermediet untuk pembuatan senyawa kimia lain seperti asam nitrat, ammonium klorida, pembuatan *hydrazine*, sampai dengan bahan baku pembuatan peledak (ammonium nitrat).

Kegunaan ammonia yang begitu beraagam ini, menyebabkan peningkatan permintaan dan kebutuhan pasar terhadap amonia. Dari hal tersebut, dapat dilihat bahwa perlu adanya suplai yang memadai terhadap permintaan yang tinggi. Akan tetapi, pemenuhan kebutuhan ini terbentur dengan lingkungan. Pabrik ammonia merupakan salah satu penyumbang terbesar emisi gas CO₂ ke lingkungan. Gas CO₂ yang dihasilkan dalam proses produksi ammonia berkisar antara 1,5-1,6 ton/ton ammonia yang dihasilkan [1]. Hal inilah yang mendorong prarancangan pabrik *blue ammonia* ini untuk memenuhi permintaan kebutuhan ammonia.

Pabrik *blue ammonia* di desain untuk menjalankan proses produksi amonia secara kontinyu 24 jam selama 330 hari dalam satu tahun. Mekanisme produksi ini akan menghasilkan amonia sejumlah 500.000 ton/tahun dengan mencegah emisi CO₂ ke lingkungan dan menggunakan skema *carbon capture and utilization storage* (CCUS). Pada proses produksinya, sintesis ammonia dijalankan dengan melakukan *steam-methane pre-reforming* dengan bahan baku gas alam pada unit *primary reformer* (R-01) kemudian dilanjutkan dengan proses *reforming* utama pada *secondary reformer* (R-02) dimana pada unit ini akan diinjeksikan udara yang mengandung N₂ dimana nantinya senyawa tersebut akan digunakan untuk bereaksi dengan gas H₂ dan membentuk ammonia (NH₃) di reaktor. Sebelum masuk ke unit sintesis, gas hasil reforming harus dipastikan bebas dari komponen yang menghambat proses sintesis ammonia, komponen-komponen itu antara lain adalah CO, CO₂, dan inert sintesis (Ar dan CH₄).

Pemurnian ini dilakukan secara bertahap, mulai dari konversi senyawa CO menjadi CO₂ dengan proses *water-gas shift reaction* pada *high temperature shift converter* (C-01) dan *low temperature shift converter* (C-02). Dengan CO slip yang sangat rendah, arus kemudian dibawa ke unit CO₂ removal untuk dijerap gas CO₂ nya dengan solven aMDEA pada unit *absorber* dan *stripper*. Gas keluaran *absorber* akan dibawa menuju unit methanator untuk mengkonversikan CO dan CO₂ yang lolos menjadi CH₄, sedangkan gas keluaran *stripper* akan dibawa menuju sistem *carbon capture and utilization storage* (CCUS) bersamaan dengan gas outlet dari *radiant section* (zona pembakaran) *primary reformer*. Gas keluaran methanator dikurangi kandungan airnya melalui *molecular sieve dryer* dan CH₄ dihilangkan dari aliran pada unit purifier. Selanjutnya proses sintesis amonia akan terjadi pada *ammonia converter* (R-03) dan ammonia yang dihasilkan akan dicairkan pada *chiller* (HE-CH-01/02) untuk selanjutnya disimpan dalam tangki amonia (T-01).

Nantinya pabrik *blue ammonia* ini akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur dengan luas 12,5 hektar dan 140 karyawan. Kebutuhan untuk menjalankan pabrik ini meliputi listrik sebesar 89,52 MW, air 3.847.691,42 kg/jam, bahan baku gas alam 50.000 kg/jam, dan udara instrumen peralatan sebesar 175m³/jam.



Untuk menjalankan proses pada pabrik dibutuhkan modal tetap (*fixed capital*) sebesar \$247.490.480,96 dan Rp 1.319.854.737.948,30 serta modal kerja (*working capital*) sebesar \$55.618.325,00 dan Rp92.206.992.048,94. Berdasarkan skema proses yang dibuat dan konsep *blue ammonia* yang digunakan, pabrik ini tergolong beresiko tinggi dengan nilai ROI sebelum pajak sebesar 45,38% dan sesudah pajak 27,23%. POT sebelum pajak sebesar 1,84 tahun dan sesudah pajak 2,76 tahun. Adapun nilai BEP sebesar 49,37% dan SDP 35,71%, sedangkan nilai DCFRR sebesar 35,33%. Berdasarkan beberapa nilai parameter evaluasi keekonomian di atas, pabrik ini menarik dari segi ekonomi dan layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata kunci: *blue ammonia*, CCUS, *KBR PurifierTM*, produksi ammonia

ABSTRACT

Ammonia is a chemical that has a distinctive pungent odor; is colorless, corrosive and can dissolve in water. Ammonia is one of the chemicals that is widely used in everyday life. The most common use of ammonia is in the pharmaceutical industry for the manufacture of medicines, raw materials for making fertilizers (UREA and ZA), refrigerants, and as intermediates for the manufacture of other chemical compounds such as nitric acid, ammonium chloride, hydrazine manufacture, to raw materials for making explosives (ammonium nitrate).

The use of ammonia is so diverse, causing an increase in demand and market demand for ammonia. From this, it can be seen that there is a need for adequate supply to meet high demand. However, the fulfillment of this need collided with the environment. The ammonia plant is one of the biggest contributors to CO₂ gas emissions into the environment. The CO₂ gas produced in the ammonia production process ranges from 1.5-1.6 tons/ton of ammonia produced [1]. This is what prompted the design of the blue ammonia plant to meet the demand for ammonia.

The blue ammonia plant is designed to run the ammonia production process continuously 24 hours a day for 330 days a year. This production mechanism will produce ammonia in the amount of 500,000 tons/year by preventing CO₂ emissions into the environment and using a carbon capture and utilization storage (CCUS) scheme. In the production process, ammonia synthesis is carried out by carrying out steam-methane pre-reforming with natural gas as raw material in the primary reformer unit (R-01) then followed by the main reforming process in the secondary reformer (R-02) where air containing N₂ is injected into this unit where later the compound will be used to react with H₂ gas and form ammonia (NH₃) in the reactor. Before entering the synthesis unit, the reformed gas must be ensured that it is free from components that inhibit the ammonia synthesis process, these components include CO, CO₂, and synthetic inerts (Ar and CH₄).

This purification is carried out in stages, starting from the conversion of CO compounds into CO₂ with a water-gas shift reaction process in a high temperature shift converter (C-01) and a low temperature shift converter (C-02). With very low CO slip, the current is then taken to the CO₂ removal unit to absorb the CO₂ gas with aMDEA solvent in the absorber and stripper units. The absorber output gas will be brought to the methanator unit to convert escaped CO and CO₂ into CH₄, while the stripper output gas will be brought to the carbon capture and utilization storage (CCUS) system together with the gas outlet from the primary reformer radiant section. The water content of the methanator exhaust gas is reduced through a molecular sieve dryer and CH₄ is removed from the flow in the purifier unit. Furthermore, the ammonia synthesis process will occur in the ammonia converter (R-03) and the resulting ammonia will be liquefied in the chiller (HE-CH-01/02) to be stored in the ammonia tank (T-01).

This blue ammonia plant will be built in Bontang, East Kalimantan with an area of 12.5 hectares and will have 140 employees. The needs to run this factory include electricity of 89.52 MW, water of 3,847,691.42 kg/hour; natural gas raw material of 50,000 kg/hour; and instrument air of 175m³/hour.

The process requires fixed capital cost of \$247.490.480,96 and IDR 1,319,854,737,948.30 and working capital of \$ 55,618,170.13 and IDR 1.319.854.737.948,30.



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Prarancangan Pabrik Blue Ammonia dari Gas Alam dengan Proses KBR Purifier Kapasitas 500.000 Ton/Tahun

Khamal Fadloli A'in, Ir. Muhammad Mufti Azis S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.

Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Based on the process scheme and the blue ammonia concept, this plant is classified as high risk with a pre-tax ROI value of 45,38% and 27,23%. after tax. POT before tax is 1.84 years and after tax is 2.76 years. The BEP value is 49.37% and SDP is 35.71%, while the DCFRR value is 35,33 %. Based on some of the economic evaluation parameter values above, this factory is attractive from an economic point of view and deserves further study.

Keywords: blue ammonia, CCUS, KBR PurifierTM, ammonia production