

Tuntutan dunia terhadap pengurangan emisi CO₂ dan peningkatan permintaan ammonia di masa yang akan datang, mendorong PT Kaltim Parna Industri (PT KPI) untuk mendirikan anak perusahaan bernama PT Green Ammonia Indonesia (PT GAI). Pabrik tersebut akan menjadi pabrik *green ammonia* pertama di Indonesia dengan memanfaatkan energi terbarukan dari pembangkit listrik tenaga air yang berasal dari Sungai Kayan untuk elektrolisis air menjadi hidrogen sebagai bahan baku ammonia. *Green Ammonia* diharapkan mampu menjawab kebutuhan ammonia dunia di masa yang akan datang dengan tidak menghasilkan emisi gas CO₂ selama proses produksinya. Selain hal tersebut, *green ammonia* memiliki potensi sebagai hidrogen (H₂) *carrier*.

PT GAI menghadapi tantangan internal dan eksternal dalam proses produksi hingga pemasaran produknya. Tantangan internal berupa risiko ledakan dari pengoperasian *electrolyzer* dan *ammonia converter* sebagai alat utama dalam proses produksi. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat risiko tersebut secara kuantitatif (*Quantitative Risk Analysis* atau QRA) yang dapat dinyatakan sebagai nilai *Location Specific Individual Risk (LSIR)* serta *Individual Risk per Annum (IRPA)* yang kemudian dibandingkan nilai standar risiko yang dirilis oleh UK HSE. Hasil perhitungan LSIR dan IRPA selanjutnya digunakan untuk menentukan kenaikan nilai investasi dan biaya operasional akibat perlunya tambahan peralatan *safety*. Tantangan eksternal yang bersifat komersial dapat mempengaruhi biaya produksi dan harga jual *green ammonia* seperti harga listrik, *carbon tax revenue*, serta insentif untuk memproduksi *green ammonia* atau pun *green hydrogen*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini juga dilakukan perhitungan analisis teknoekonomi untuk merekomendasikan skenario terbaik, dengan insentif pemerintah atau *carbon credit*, sehingga PT GAI bisa beroperasi dengan jaminan safety yang maksimum dan kelayakan ekonomi yang optimum.

Hasil perhitungan LSIR menunjukkan bahwa nilai risiko tertinggi berada di area *Process* yaitu 3,11E-04/tahun (kasus kebocoran *electrolyzer*) dan 5,28E-04/tahun (kasus kebocoran *ammonia converter*). Hal ini terjadi dikarenakan lokasi dari *electrolyzer* dan *ammonia converter* sama-sama berada di dalam area *Process*. Untuk nilai IRPA tertinggi yaitu sebesar 2,49E-04/tahun dan 4,22E-04/tahun didapat oleh *working group Field Operator Ammonia* karena memiliki paparan risiko terbesar dari kasus kebocoran *electrolyzer* mau pun *ammonia converter*. Untuk hasil evaluasi teknoekonomi setelah QRA



menunjukkan bahwa terdapat kenaikan nilai *Capital Expenditure* (CAPEX) untuk penambahan unit *Fire water* yang terintegrasi dengan PT GAI sedangkan penambahan OPEX dapat diabaikan. Perubahan nilai CAPEX ini memberikan nilai *Internal Rate of Return* (IRR) yang lebih kecil sehingga perlu dilakukan cara-cara untuk menaikkan IRR demi menjaga tingkat kompetitif bisnis industri *green ammonia*. Cara yang pertama yaitu dengan mengimplementasikan instrumen finansial yang mendukung *green industry*, sedangkan cara kedua dengan melakukan *internal engineering* yaitu dengan memilah nilai CAPEX awal untuk peralatan-peralatan pabrik yang dapat difabrikasi secara domestik atau lokal Indonesia sehingga dapat menurunkan nilai CAPEX yang pada akhirnya dapat menaikkan IRR. Untuk cara pertama didapat hasil optimum yaitu nilai CAPEX \$211.654.574, harga listrik 0,018\$/kWh, harga jual ammonia 483 \$/ton, pajak pendapatan 19%, bunga pinjaman bank sebesar 5%, dan nilai IRR 10%. Sedangkan untuk cara kedua didapat hasil optimum yaitu nilai CAPEX \$266.652.000, harga listrik \$0,05/kWh, harga jual ammonia \$483/ton, dan IRR 7%.

Global demands for CO₂ emission reduction and increasing demand for ammonia in the future, encouraged PT Kaltim Parna Industri (PT KPI) to establish a subsidiary called PT Green Ammonia Indonesia (PT GAI). The plant will be the first green ammonia plant in Indonesia by utilizing renewable energy from hydroelectric power plants originating from the Kayan River for electrolysis of water into hydrogen as raw material for ammonia. Green Ammonia is expected to be able to answer the world's ammonia needs in the future by not producing CO₂ gas emissions during the production process. In addition, green ammonia has the potential as a hydrogen (H₂) carrier.

PT GAI faces internal and external challenges in the production process and marketing its products. The internal challenge is the risk of explosion from the operation of the electrolyzer and ammonia converter as the main equipment in the production process. This study aims to determine quantitative levels of risk (Quantitative Risk Analysis or QRA), which can be expressed as the Location Specific Individual Risk (LSIR) and Individual Risk per Annum (IRPA) values, which are then compared to the standard risk values released by the UK HSE. The results of the LSIR and IRPA calculations are then used to determine the increase in investment value and operational costs due to the need for additional safety equipment. The external commercial challenges can affect the production costs and selling price of green ammonia, such as electricity prices, carbon tax revenue, and incentives to produce green ammonia or green hydrogen. Therefore, this study also conducted a technoeconomic analysis calculation to recommend the best scenario, with government incentives or carbon credits, so that PT GAI can operate with maximum safety assurance and optimum economic feasibility.

The LSIR calculation results show that the highest risk value is in the Process area are 3.11E-04/year (electrolyzer leak case) and 5.28E-04/year (ammonia converter leak case). This occurs because the location of the electrolyzer and ammonia converter are both in the Process area. The highest IRPA value of 2.49E-04/year and 4.22E-04/year was obtained by the Ammonia Field Operator working group because they have the greatest risk exposure from electrolyzer and ammonia converter leak cases. The results of the technoeconomic evaluation after QRA show that there is an increase in the Capital Expenditure (CAPEX) value for the addition of a Fire water unit integrated with PT GAI while the addition of OPEX can be ignored. This change in CAPEX value provides a smaller Internal Rate of Return (IRR) value so that it is necessary to take steps to increase the IRR in order to maintain the competitive



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

EVALUASI FAKTOR SAFETY DAN ANALISIS TEKNOEKONOMI UNIT PRODUKSI GREEN AMMONIA DI PT GREEN AMMONIA INDONESIA

Baskara Aji Nugraha, Prof. Ir. Wiratni, S.T., M.T., Ph.D., IPM; Ir. Rochim Bakti Cahyono, ST., M.Sc., Ph.D., IPM

Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

level of the green ammonia industry business. The first step is to implement financial instruments that support the green industry, while the second step is carrying out internal engineering by sorting the initial CAPEX value for factory equipment that can be manufactured domestically or locally in Indonesia so that it can reduce the CAPEX value which can ultimately increase the IRR. For the implementation of green industry financial instruments, the optimum results were obtained, for the CAPEX value of \$211,654,574, the electricity price of \$0.018/kWh, the selling price of ammonia \$483/ton, income tax of 19%, bank loan interest of 5%, and an IRR value of 10%. Meanwhile, for internal engineering, the optimum results were obtained, for the CAPEX value of \$266,652,000, the electricity price of \$0.05/kWh, the selling price of ammonia \$483/ton, and an IRR of 7%.