UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kelayakan EkonomiCarbon Capture Utilization(CCU) Metanol Berbasis Emisi CO2 dari PLTU Indramayu dengan Integrasi Nilai Ekonomi Karbon dan Analisis Sensitivitas Multi-Arah
Farras Maula Audina, Ir. Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Peningkatan emisi karbon dioksida (CO_2) dari sektor energi mendorong pengembangan teknologi *Carbon Capture Utilization* (CCU) sebagai salah satu strategi dekarbonisasi yang berpotensi menghasilkan nilai tambah ekonomi. Namun, implementasi CCU pada jalur *chemical utilization*, khususnya produksi metanol, masih menghadapi tantangan keekonomian akibat tingginya biaya investasi dan operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan ekonomi proyek CCU metanol yang mengintegrasikan emisi CO_2 dari PLTU Indramayu dengan mekanisme Nilai Ekonomi Karbon (NEK) Indonesia, mengidentifikasi sensitivitas variabel ekonomi utama terhadap profitabilitas proyek, serta menentukan titik perubahan kelayakan proyek (*decision reversal point*). Penelitian dilakukan dengan pendekatan integratif mulai dari evaluasi keekonomian dasar berbasis biaya dan *Discounted Cash* Flow hingga analisis sensitivitas multi-arah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi dasar proyek menghasilkan LCOP sebesar 2293 USD/ton metanol atau sekitar 6,9 kali lebih tinggi dibandingkan harga pasar metanol konvensional. Analisis DCF menunjukkan proyek tidak layak secara ekonomi dengan nilai NPV sebesar –22,92 miliar USD, sementara nilai IRR dan DPP tidak dapat dihitung akibat arus kas bersih yang tetap negatif sepanjang umur proyek. Analisis sensitivitas satu arah menunjukkan bahwa harga jual metanol merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap profitabilitas proyek, di mana proyek baru mendekati titik NPV = 0 ketika harga jual meningkat hingga sekitar tujuh kali lipat dari harga dasar atau berada pada kisaran 2355 USD/ton. Sebaliknya, peningkatan harga karbon maupun penurunan harga hidrogen secara individual belum mampu mengubah status proyek menjadi layak. Analisis sensitivitas multi-arah lebih lanjut menegaskan bahwa profitabilitas proyek dipengaruhi oleh harga jual metanol, diikuti oleh biaya hidrogen hijau, sementara harga karbon menunjukkan sensitivitas terendah. Bahkan dengan biaya hidrogen realistis terendah sebesar 1,07 USD/kg, proyek ini masih membutuhkan harga jual metanol minimum sekitar 1092,3–1287.65 USD/ton untuk mencapai NPV positif, yang menunjukkan bahwa pengurangan biaya hidrogen menggeser batas kelayakan tetapi tidak dapat menggantikan harga metanol yang cukup tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa komersialisasi metanol berbasis CCU di Indonesia membutuhkan kebijakan dan strategi bisnis terintegrasi yang dapat mempromosikan pasar metanol rendah karbon.

Kata kunci: *Carbon Capture and Utilization*, metanol rendah karbon, kelayakan ekonomi, *Discounted Cash Flow*, *Levelized Cost of Product*, analisis sensitivitas.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kelayakan EkonomiCarbon Capture Utilization(CCU) Metanol Berbasis Emisi CO2 dari PLTU Indramayu dengan Integrasi Nilai Ekonomi Karbon dan Analisis Sensitivitas Multi-Arah
Farras Maula Audina, Ir. Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The increase in carbon dioxide (CO_2) emissions from the energy sector has encouraged the development of Carbon Capture Utilization (CCU) technology as a decarbonization strategy that has the potential to generate economic added value. However, the application of CCU in chemical utilization pathways, particularly methanol production, still faces economic challenges due to high investment and operational costs. This study aims to analyze the economic feasibility of a methanol CCU project that integrates CO_2 emissions from the Indramayu PLTU with the Indonesian Economic Carbon Value mechanism, identify key economic sensitivity variables on project profitability, and determine the decision reversal point of the project. The study was conducted with an integrative approach starting from basic economic evaluation based on costs and Discounted Cash Flow to multi-directional sensitivity analysis. The results show that the project's baseline conditions produce an LCOP of 2293 USD/ton of methanol or approximately 6.9 times higher than the market price of conventional methanol. The DCF analysis indicates that the project is not economically feasible with an NPV of -22.92 billion USD, while the IRR and DPP cannot be calculated due to the net cash flow remaining negative throughout the project's lifetime. A one-way sensitivity analysis indicates that the methanol selling price is the most influential variable on project profitability, with the project only approaching NPV = 0 when the selling price increases to approximately seven times the base price or around 2355 USD/ton. Conversely, neither an increase in carbon prices nor a decrease in hydrogen prices individually are capable of changing the project's status to feasibility. A further multi-way sensitivity analysis indicates that project profitability is influenced by the methanol selling price, followed by the cost of green hydrogen, with carbon prices showing the lowest sensitivity. Even with the lowest realistic hydrogen cost of 1.07 USD/kg, the project still requires a minimum methanol selling price of approximately 1092.3–1287.65 USD/ton to achieve a positive NPV, indicating that reducing hydrogen costs shifts the feasibility boundary but cannot compensate for the relatively high methanol price. These findings suggest that commercialization of CCU-based methanol in Indonesia requires integrated policies and business strategies that simultaneously promote the low-carbon methanol market.

Keywords: Carbon Capture and Utilization, low carbon methanol, economic feasibility, Discounted Cash Flow, Levelized Cost of Product, sensitivity analysis.