

Simulasi Proses dan Optimisasi Superstruktur Multi-Objektif Multi-Periode Strategi Pengembangan Gas Bumi Kaya CO₂ menjadi Multi-Produk Kimia dan Bahan Bakar: Studi Kasus Lapangan Gas Natuna Timur = Process Simulation and Multi-Period Multi-objective Superstructure Optimization at Development Strategy of High CO₂-content Natural Gas to Multi-Chemicals and Fuels: A Case Study of East Natuna Gas Field

Muhammad Nizami, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920517598&lokasi=lokal>

Abstrak

Lapangan gas Natuna Timur merupakan lapangan gas terbesar di Asia Tenggara yang belum berproduksi dan memiliki cadangan total mencapai 222 triliun kaki kubik (TCF) dengan kandungan CO₂ yang tinggi mencapai 71% sehingga jumlah hidrokarbon yang dapat dimanfaatkan mencapai 46 TCF. Tingginya kandungan CO₂ pada lapangan gas Natuna menyebabkan adanya beberapa isu kritis yang menghambat proses pengembangan lapangan sehingga diperlukan penanganan khusus proses pemisahan CO₂ dan CH₄ menjadi LNG, produk kimia (metanol, blue methanol, dimetil eter, asam format, dan asam asetat), dan bahan bakar sintesis (synfuel dan blue synfuel) melalui teknologi carbon capture, utilization, and sequestration (CCUS). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan strategi pengembangan pada lapangan gas Natuna Timur melalui simulasi proses dan optimisasi multi-objektif superstruktur dari gas bumi kaya CO₂ menjadi LNG, produk kimia dan bahan bakar dengan fungsi objektif: maksimum net profit dan minimum emisi GHG. Simulasi proses dilakukan dengan menggunakan piranti lunak Aspen HYSYS v11. Sedangkan optimisasi multi-objektif superstruktur model mixed integer non-linear programming (MINLP) dengan menggunakan piranti lunak General Algebraic Modeling System (GAMS) dan solver Standard Branch and Bound (SBB). Hasil dari optimisasi multi-objektif superstruktur menunjukkan bahwa produk optimum yang terpilih pada tahun 2022 adalah LNG, metanol, dimetil eter, asam format, dan asam asetat dengan annual net profit sebesar 27,75 juta \$/tahun dan emisi GHG sebesar 6,91 juta ton CO₂-eq per tahun. Pada periode 2022 hingga 2060, besar annual net profit meningkat dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 18,58% per tahun, dan emisi GHG mencapai puncak pada tahun 2030 sebesar 8,26 juta ton CO₂-eq per tahun kemudian menurun sampai dengan tahun 2060. Blue methanol, metanol, LNG, synfuel, asam format dan asam asetat terpilih sejak tahun 2040. Oleh karena itu, pathway yang terpilih bisa menjadi strategi pengembangan rendah karbon untuk memonetisasi sumber gas bumi kaya CO₂ di lapangan gas Natuna Timur di masa depan.

.....The East Natuna gas field is the largest in Southeast Asia that is not yet producing and has a total reserve of 222 trillion cubic feet (TCF) with a high CO₂ content so that the amount reaches 71%, which can be utilized to reach 46 TCF. The high CO₂ content in Natuna gas causes several critical things needed for the development process, so a unique process is needed for a more complex CO₂ and CH₄ separation and conversion into LNG, chemical products, and fuels through carbon capture, utilization, and sequestration (CCUS) technology. This study aims to obtain a development strategy in the East Natuna gas field through process simulation and multi-objective optimization of the superstructure from CO₂-rich natural gas into LNG, chemical products, and fuels with objective functions: maximum net profit and minimum GHG

emissions. Process simulation was carried out using Aspen HYSYS v11 software. Meanwhile, multi-objective superstructure with mixed integer non-linear programming (MINLP) model using General Algebraic Modeling System (GAMS) software and Standard Branch and Bound (SBB) solver. The results of the multi-objective superstructure optimization show that the optimum products selected in base year (2022) are LNG, methanol, dimethyl ether, formic acid, and acetic acid, with an annual net profit and annual net GHG emission of 27.75 million \$/year and 6.91 megatons of CO₂-eq per year, respectively. In the period 2022 and 2060, the annual net profit will increase at a CAGR of 18.58% per year, and GHG emissions will peak in 2030 (8.26 million tons CO₂-eq per year) and decline until 2060. Blue methanol, methanol, LNG, formic acid, acetic acid, and synfuel has been selected as the optimum product since 2040. Therefore, this could be a low-carbon development strategy to monetize CO₂-rich natural gas sources in the East Natuna gas field in the future.