UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Stranded Gas Field Development in Central and South Sumatra Areas Using Clustering System and Multi-Criteria-Decision-Making (MCDM)
Dohar Jono Sihombing, Prof. Dr. Eng. Ir. Deendarlianto, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The utilization of stranded gas fields is one of the potential opportunities in fulfilling energy demand in Indonesia particularly in several areas in Pertamina working area specifically located in di the Central and South Sumatra. The development of stranded gas fields is evaluated based on infrastructure technologies such as Liquefied Natural Gas (LNG), Compressed Natural Gas (CNG), and Gas to Liquid (GTL). This research consists of three parts: quantitative analysis of the feasibility of the three infrastructure technologies to utilize stranded gas, an evaluation and analysis from an economic perspective based on unit prices and fiscal regimes, and a robust framework that synergizes hierarchical clustering with a hybrid multi-criteria decision-making (MCDM) method. From the quantitative evaluation with several evaluated elements, the three technologies can be implemented to develop stranded gas fields. The evaluation approach is performed by calculating operating and capital costs. Then analyzing the economic aspects of Net Present Value (NPV) by comparing the economic mode with and without the fiscal regime that applies in Indonesia and assuming the contractor owns and operates the option technology. The scenario applied is an alteration in production (range 1 – 25 MMSCFD) with constant transportation distance (100 km) and modifying transportation distance (range 100 – 2,000 km) a with fixed production (5 MMSCFD). From the economic mapping ,CNG applied within a distance of up to 600 km, LNG has better economics with a range of 400-1,400 km, while GTL has better value at a distance of 1,200-2,000 km with a government revenue share of up to a minimum of 3%. Then, applied sensitivity analysis based on minimum government revenue. If the minimum government share is at least 30%, CNG is the only feasible one with a limited distance maximum at 200 km and minimum production of 10 MMSCFD. The minimum government share will affect the application feasibility of these technologies. Clustering the structure of remote gas fields is applied to group fields with similar characteristics. Thus, the technologies are evaluated with an integrated MCDM using Analytic Hierarchy Process (AHP) + Type-2 Neutrosophic Numbers (T2NN)-Logarithmic Percentage Change Operator Weighting (LOPCOW) as the basis of weighting criteria and followed by Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solutions (TOPSIS) to determine the ranking of the alternatives. Three main criteria (economic, technology, and regulation and commercialization) are distributed into fifteen criteria. The weighted results indicate that economic is the dominate main criteria (0.426), with product price (0.112) is the most critical criterion. The CNG is the superior alternative for Cluster 1 in all areas, maintaining a significant margin difference distance over LNG. For other Clusters, LNG emerged is the top rank, albeit with a marginal comparison difference distance above CNG. Applied the sensitivity analysis, this framework has good reliability and resilience to significant changes in the weighting criteria. By comparing the comparative difference between the weighted changes that reached 55.1% and produced a maximum difference change of 6.73%. It shows that the framework is reliable and has strong resistance to weighted changes.

Key words: infrastructure technologies selection, fiscal regime, the economic mapping, framework, ranking stability, comparative analysis, sensitivity analysis

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Stranded Gas Field Development in Central and South Sumatra Areas Using Clustering System and Multi-Criteria-Decision-Making (MCDM)
Dohar Jono Sihombing, Prof. Dr. Eng. Ir. Deendarlianto, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Pemanfaatan *stranded gas field* merupakan salah satu peluang potensial dalam memenuhi kebutuhan energi di Indonesia, khususnya di beberapa wilayah kerja Pertamina yang berlokasi di Sumatra Tengah dan Selatan. Pengembangan *stranded gas field* dievaluasi berdasarkan teknologi infrastruktur seperti *Liquified Natural Gas* (LNG), *Compressed Natural Gas* (CNG), dan *Gas to Liquid* (GTL). Penelitian ini terdiri dari tiga bagian: analisis kuantitatif kelayakan ketiga teknologi infrastruktur tersebut untuk memanfaatkan gas terdampar, evaluasi dan analisis dari perspektif ekonomi berdasarkan harga satuan dan rezim fiskal, dan kerangka kerja yang kuat yang mensinergikan pengelompokan hierarkis dengan metode multi-criteria-decision-making (MCDM) hibrida. Dari evaluasi kuantitatif dengan beberapa elemen yang dievaluasi, ketiga teknologi tersebut dapat diimplementasikan untuk mengembangkan ladang gas terdampar. Pendekatan evaluasi dilakukan dengan menghitung biaya operasional dan modal. Kemudian menganalisis aspek ekonomi *Net Present Value* (NPV) dengan membandingkan model ekonomi dengan dan tanpa rezim fiskal yang berlaku di Indonesia dan mengasumsikan kontraktor memiliki dan mengoperasikan teknologi pilihan tersebut. Skenario yang diterapkan adalah perubahan produksi (kisaran 1 – 25 MMSCFD) dengan jarak transportasi konstan (100 km) dan modifikasi jarak transportasi (kisaran 100 – 2.000 km) dengan produksi tetap (5 MMSCFD). Dari pemetaan ekonomi, CNG diterapkan dalam jarak hingga 600 km, LNG memiliki ekonomi yang lebih baik dengan jarak 400-1.400 km, sedangkan GTL memiliki nilai yang lebih baik pada jarak 1.200-2.000 km dengan pembagian pendapatan pemerintah minimal 3%. Kemudian, dilakukan analisis sensitivitas berdasarkan pendapatan pemerintah minimum. Jika pembagian pendapatan pemerintah minimum minimal 30%, CNG adalah satu-satunya yang layak dengan jarak maksimum terbatas 200 km dan produksi minimum 10 MMSCFD. Pembagian pendapatan pemerintah minimum akan memengaruhi kelayakan penerapan teknologi ini. Pengelompokan struktur ladang gas terpencil diterapkan untuk mengelompokkan ladang dengan karakteristik serupa. Dengan demikian, teknologi dievaluasi dengan MCDM terintegrasi menggunakan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) + *Type-2 Neutrosophic Numbers* (T2NN)-*Logarithmic Percentage Change Operator* Weighting (LOPCOW) sebagai dasar kriteria pembobotan dan diikuti oleh *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solutions* (TOPSIS) untuk menentukan peringkat alternatif. Tiga kriteria utama (ekonomi, teknologi, dan regulasi serta komersialisasi) didistribusikan ke dalam lima belas kriteria. Hasil pembobotan menunjukkan bahwa ekonomi adalah kriteria utama yang dominan (0,426), dengan harga produk (0,112) sebagai kriteria yang paling kritis. CNG adalah alternatif yang unggul untuk Klaster 1 di semua bidang, mempertahankan jarak perbedaan margin yang signifikan dibandingkan LNG. Untuk Klaster lainnya, LNG muncul sebagai peringkat teratas, meskipun dengan jarak perbedaan perbandingan marginal di atas CNG. Dengan menerapkan analisis sensitivitas, kerangka kerja ini memiliki keandalan dan ketahanan yang baik terhadap perubahan signifikan dalam kriteria pembobotan. Dengan membandingkan perbedaan komparatif antara perubahan tertimbang yang mencapai 55,1% dan menghasilkan perubahan perbedaan maksimum sebesar 6,73%, hal ini menunjukkan bahwa kerangka kerja tersebut dapat diandalkan dan memiliki ketahanan yang kuat terhadap perubahan tertimbang.

Kata kunci: Pemilihan teknologi infrastruktur, rezim fiskal, pemetaan ekonomi, kerangka kerja, peringkat stabilitas, analisis komparatif, analisis sensitivitas.