

## NASKAH TESIS

### ANALISIS TEKNO-EKONOMI *SMALL SCALE LNG* DI INDONESIA SEBAGAI OPSI SUMBER ENERGI TRANSISI MENUJU *NET ZERO CARBON*

#### ABSTRACT

Target *net zero carbon* yang dicanangkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) untuk dicapai pada tahun 2050 menjadi faktor pertimbangan dalam kebijakan penyediaan energi semua negara di dunia. Khususnya di Indonesia dengan wilayah kepulauan, pemenuhan energi bersih menjadi sebuah tantangan, di mana salah satu opsinya adalah penggunaan gas alam yang memiliki rantai karbon terpendek. Tantangannya terletak pada sumber gas dan lokasi *market* yang berada di pulau yang berbeda. Opsi mitigasi yang dapat diambil adalah dengan moda *Liquefied Natural Gas* (LNG), di mana gas alam akan termampatkan menjadi volume 1/600 dalam fase *liquid*, sehingga mudah ditransportasikan antar pulau. Berdasarkan ukurannya, bisnis LNG diklasifikasikan menjadi Standard LNG, *Mid/Small-Scale* LNG, dan Mini/Micro LNG. Standard LNG di Indonesia seperti Tangguh LNG, Badak LNG dan Donggi Senoro LNG memiliki produk LNG yang telah diplotkan untuk kebutuhan ekspor menggunakan kontrak *long term*. Sekitar 70% produksi LNG Indonesia diekspor ke Jepang, 20% ke Korea, dan 10% ke Taiwan/Cina. Di sisi lain, industri di Indonesia seperti *smelter* nikel, *smelter* tembaga dan emas, industri *marine* dll. membutuhkan LNG sebagai sumber energi yang bersih.

Sehubungan dengan hal tersebut, dalam tesis ini dikaji aspek tekno-ekonomi *small scale* LNG di Indonesia untuk *case small scale* LNG Jawa, *small scale* LNG Sengkang, dan *small scale* LNG Seram, yang meliputi analisis serta optimasi untuk meminimalkan aspek resiko bisnis. Secara makro, dilakukan analisis *feasibility* untuk *case small scale* LNG dimaksud yang mencakup analisis komponen biaya operasional, biaya harga gas, biaya *liquefaction*, biaya transportasi gas dan biaya regasifikasi, sehingga diperoleh nilai *profit margin* terhadap harga jual LNG. Hasil analisis menunjukkan bahwa *small scale* LNG Seram adalah yang *feasible* untuk dikonstruksi. Dengan nilai Capex *liquefaction plant* sekitar US\$ 43,4 juta, *design lifetime* 15 tahun, *discount rate* 10%, dan *Capital Recovery Factor* 0,13, diperoleh nilai biaya *liquefaction untuk lower case* sebesar US\$ 3,63/MMBtu, biaya transportasi LNG sebesar US\$ 1,02/MMBtu dan biaya regasifikasi sebesar US\$ 0,37/MMBtu. Dengan asumsi harga gas alam sebesar US\$ 6,1/MMBtu, diperoleh margin profit sebesar 34% terhadap referensi harga jual LNG ritel US\$ 17-18/MMBtu. Berdasarkan analisis sensitivitas untuk semua *case*, diperoleh *range* kapasitas yang *feasible* adalah 5-10 MMscfd untuk *case small-scale* LNG Seram.

Analisis lebih dalam dilakukan untuk *case small scale* LNG yang *feasible* berdasarkan hasil analisis makro, yaitu *case small scale* LNG Seram. Kesimpulan dari tesis yang disusun adalah, guna meminimalkan aspek resiko bisnis *small scale* LNG, opsi teknologi untuk keseluruhan *value chain* adalah penentuan kapasitas optimum *small scale* LNG yang memberikan nilai *profit margin* maksimum, penggunaan teknologi *turbo expander* mensubstitusi *expansion valve* untuk peningkatan efisiensi *liquefaction*, penggunaan sistem modular untuk fasilitas *liquefaction* dan *regasification*, dan optimasi jarak antara *liquefaction plant* dengan terminal regasifikasi/konsumen.

## THESIS

### **TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF SMALL SCALE LNG IN INDONESIA, AN OPTION AS TRANSITION ENERGY RESOURCES TOWARD NET ZERO CARBON**

#### **ABSTRACT**

*Net zero carbon target on 2050 as the program of United Nation become one of consideration in fulfilment of energy all over the world. Especially in Indonesia as an archipelago country, fulfilment of energy is a challenge. Where in many cases, the gas resources, and the market or consumer are in different island. Liquefied Natural Gas is an option for bridging this, like a virtual gas pipeline, where natural gas will be compressed into 1/600 volume in the liquid phase, and easy to transport among islands. Based on the size, LNG business is classified to the definitions of Standard LNG, Mid/Small-Scale LNG, and Mini/Micro LNG. At the moment, Indonesia has standard LNG Plant such as Tangguh LNG, Badak LNG, and Donggi Senoro LNG. About 70% of Indonesian LNG production goes to Japan, 20% to Korea, and 10% to Taiwan/China. Whereas potential industries in Indonesia such as nickel smelter, copper and gold smelter, marine industries etc also require LNG as a clean energy resources.*

*Therefore, this paper details the techno-economic analysis of potential small-scale LNG in Indonesia, an option as energy resources to fulfil such requirement of industries. There are three cases to be studied: small scale LNG Java, small scale LNG Sengkang and small-scale LNG Seram, which consist of analysis and optimization to minimize business risk. Analysis consists of feasibility study for such cases, consist of analysis for operational cost component, raw gas price, liquefaction cost, transportation cost, and regasification cost, to get value for the profit margin from LNG sales price. Refer to calculation result, small-scale LNG for case of capacity 10 MMscfd, small-scale LNG Seram, is the feasible one to construct. With capital expenditure for liquefaction plant is around 43.4 million USD (conservative value), operational expenditure is around 5.39 million USD/year, design lifetime 15 years, discount rate 10%, and capital recovery factor is 0.13, resulted liquefaction cost for lower case is 3.63 USD/MMbtu, LNG transportation cost is 1.02 USD/MMbtu, regasification cost is 0.37 USD/MMbtu, gas price is 6.01 USD/MMbtu, and profit margin is 34% if LNG sales in the level of 17-18 USD/MMbtu. Refer to sensitivity analysis for all cases, feasible capacity is within range under 10 MMscfd for case of small-scale LNG Seram.*

*Further analysis then be conducted for case of small-scale LNG Seram, by unit wise and equipment wise. Conclusion from this tesis is, the technology option for whole value chain to minimize business risk of small-scale LNG and get the maximum value of profit margin are determine optimum capacity for small-scale LNG, use turbo expander technology rather than expansion valve to get higher liquefaction efficiency, use modular system for liquefaction and regasification facility, and optimization for distance between liquefaction plant and regasification terminal/consumer.*