UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Dimetil Eter dari Syngas dengan Kapasitas 30.000 Ton/Tahun
Devlino Emmanuel Christie, Prof. Ir. Imam Prasetyo, M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Dimethyl ether (DME) is an organic compound that has a lot of use. It can be utilized as a substitute or blended with Liquified Petroleum Gas (LPG), an alternative fuel for diesel trucks, aerosol propellant, and many more. As an energy source, dimethyl ether burns cleanly than conventional fuel since it produces less soot and particulate matter.

Dimethyl ether is commonly synthesized from syngas which can be produced from natural gas, coal, or biomass. When produced using indirect route, the process of synthesizing DME consist of two steps, which is methanol synthesis and methanol dehydration. Clean syngas from battery limit consisting CO, CO_2, H_2, and small percent of N_2 is fed into the multi tubular fixed bed reactor to produce methanol using $Cu/ZnO/Al_2O_3$ catalyst. The methanol produced is separated from the unreacted gas and water produced from the reaction using flash drum and distillation column. The top product of the distillation column is methanol with purity of 99,78%.

Liquid methanol is then vaporized in the vaporizer, then fed to the fixed bed reactor to produce DME using γ-Al_2O_3 catalyst. The DME produced is then purified using distillation column, producing 3799,93 kg/hour of DME at 99,66% purity as the top product. This plant is planned to be constructed in the Kaltim Industrial Estate, Bontang, East Kalimantan on a 3,37 hectare site. The plant is designed to produce DME at yearly capacity of 30.000 tonne/year, consuming around 2,37 tonnes of syngas per tonne DME produced.

The utility required to operate the plant are 4439,33 kg/hour of steam, 2721,9 kW of electricity, and 27,71 m^3/hour of make-up water. This plant has a total of 209 workers for the purpose of its operation. The plant will operate for 330 days a year with the remaining days allocated for scheduled maintenance.

The fixed capital required for this plant design is $14.108.336,91 + Rp238.487.609.524,67 and working capital required is $5.248.068,81. With annual profit of $3.370.574,52, the ROI before tax for this plant design is 15,64% and after tax is 12,20%. Furthermore, it is estimated that this plant reaches its payback period after around 3,85 years of production, with the Break Even Point (BEP) at 47,80% capacity and Shut Down Point (SDP) at 18,20% capacity. With the Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) is 16,18%, which is 1,35 times above Indonesia's Minimum Acceptable Rate of Return (MARR) for chemical industry investment, it can be concluded that the Dimethyl Ether from Syngas with a Capacity of 30.000 tonne/year is economically feasible and thus considered viable for further study.

Keywords : *syngas, dimethyl ether, liquified petroleum gas, methanol, methanol dehydration*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Dimetil Eter dari Syngas dengan Kapasitas 30.000 Ton/Tahun
Devlino Emmanuel Christie, Prof. Ir. Imam Prasetyo, M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Dimetil eter (*dimethyl ether* atau DME) merupakan senyawa organik yang memiliki beragam kegunaan. DME dapat dimanfaatkan sebagai pengganti atau dicampurkan dengan *liquefied petroleum gas* (LPG), sebagai bahan bakar alternatif untuk truk diesel, sebagai *aerosol propellant*, dan berbagai kegunaan lainnya. Sebagai sumber energi, DME memiliki karakteristik pembakaran yang lebih bersih dibandingkan bahan bakar konvensional karena menghasilkan lebih sedikit jelaga dan partikulat.

Dimetil eter umumnya disintesis dari gas sintesis (*syngas*) yang dapat diproduksi dari gas alam, batu bara, atau biomassa. Pada proses sintesis tidak langsung (*indirect route*), produksi DME terdiri atas dua tahap, yaitu sintesis metanol dan dehidrasi metanol. Gas sintesis bersih dari batas area pabrik (*battery limit*), yang terdiri atas CO, CO_2, H_2, dan sejumlah kecil N_2, diumpankan ke dalam *multi tubular fixed bed reactor* untuk menghasilkan metanol menggunakan katalis $Cu/ZnO/Al_2O_3$. Metanol yang dihasilkan dipisahkan dari gas yang tidak bereaksi dan air yang terbentuk selama reaksi menggunakan *flash drum* dan kolom distilasi. Produk atas kolom distilasi berupa metanol dengan kemurnian 99,78%.

Metanol cair kemudian diuapkan di dalam vaporizer, lalu diumpankan ke reaktor unggun tetap untuk menghasilkan DME menggunakan katalis γ-Al_2O_3. DME yang dihasilkan selanjutnya dimurnikan menggunakan kolom distilasi, sehingga diperoleh produk atas berupa DME sebesar 3.799,93 kg/jam dengan kemurnian 99,66%. Pabrik ini direncanakan dibangun di *Kaltim Industrial Estate*, Bontang, Kalimantan Timur, pada lahan seluas 3,37 hektare. Pabrik dirancang untuk menghasilkan DME dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, dengan kebutuhan *syngas* sekitar 2,37 ton per ton DME yang dihasilkan.

Utilitas yang dibutuhkan untuk mengoperasikan pabrik meliputi steam sebesar 4.439,33 kg/jam, listrik sebesar 2.721,9 kW, dan air *make-up* sebesar 27,71 m^3/jam. Pabrik ini memiliki total 209 tenaga kerja untuk menunjang kegiatan operasionalnya. Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun, sedangkan sisa hari dalam setahun dialokasikan untuk pemeliharaan terjadwal.

Modal tetap yang dibutuhkan untuk prarancangan pabrik ini sebesar \$14.108.336,91 + Rp238.487.609.524,67, sedangkan modal kerja yang dibutuhkan sebesar \$5.248.068,81. Dengan keuntungan tahunan sebesar \$3.370.574,52, diperoleh *return on investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 15,64% dan setelah pajak sebesar 12,20%. Selain itu, pabrik diperkirakan mencapai periode pengembalian modal (*payback period*) setelah sekitar 3,85 tahun beroperasi, dengan *break-even point* (BEP) sebesar 47,80% dari kapasitas total dan *shutdown point* (SDP) sebesar 18,20% dari kapasitas total. Nilai *discounted cash flow rate of return* (DCFRR) sebesar 16,18%, yaitu 1,35 kali nilai *minimum acceptable rate of return* (MARR) yang digunakan untuk investasi industri kimia di Indonesia. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa prarancangan pabrik dimetil eter dari gas sintesis dengan kapasitas 30.000 ton/tahun layak secara ekonomi dan dapat dipertimbangkan untuk dikaji lebih lanjut.

Kata kunci: gas sintesis, dimetil eter, *liquefied petroleum gas*, metanol, dehidrasi metanol.