

Simulasi reaktor katalitik unggun diam bertahap untuk hidrogenasi karbon dioksida menjadi metanol = Simulation of fixed bed multistage catalytic reactor for carbon dioxide hydrogenation to methanol

Bayu Sari Adji, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20499939&lokasi=lokal>

Abstrak

Perubahan iklim dunia menuju pemanasan global menjadi isu kritical saat ini yang sangat mendesak untuk mendapatkan penyelesaian. Pada industri minyak dan gas, unit pemisahan gas asam atau acid gas removal unit (AGRU) masih banyak melepaskan gas CO₂ ke atmosfer yang akan merusak lingkungan. Proses teknologi hidrogenasi CO₂ menjadi metanol menggunakan katalis tembaga dipandang dapat menjadi salah satu solusi mengolah buangan CO₂ unit AGRU. Reaktor sebagai alat proses yang sangat penting tempat reaksi kimia berlangsung harus dapat didesain sebaik mungkin agar hasil produksi dapat mencapai spesifikasi yang diinginkan. Studi ini bertujuan untuk mendesain reaktor proses hidrogenasi CO₂ menjadi metanol dengan metode simulasi menggunakan COMSOL multiphysics dan UniSim. Konversi CO₂ menjadi metanol relatif kecil dan dibatasi oleh konversi kesetimbangan serta panas reaksi yang harus dikendalikan karena reaksi eksotermis. Oleh karena itu rancangan reaktor diupayakan dapat menaikkan konversi dan mengendalikan panas yang terbentuk dengan cara penerapan reaktor unggun diam bertahap dengan pendinginan dan pemisahan metanol-air antar tahap unggun reaktor. Validasi dengan data literatur berupa hasil eksperimen An Xin et.al. yang menggunakan reaktor unggun diam pada tekanan 50 Bar pada berbagai temperatur operasi yaitu 210 °C, 230 °C, 250 °C dan 270 °C. Hasil eksperimen menunjukkan adanya kesesuaian hasil simulasi dengan data eksperimen tersebut untuk konversi CO₂ dan yield metanol. Validasi dengan menggunakan data pabrik metanol skala komersial pada literatur juga menunjukkan hasil yang cukup memuaskan dengan deviasi di bawah 9.99%. Konversi tertinggi CO₂ untuk produksi metanol hasil simulasi didapat pada temperatur 232 °C. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sintesis metanol kurang efisien pada temperatur yang lebih tinggi dari 232°C dikarenakan sifat reaksi yang eksotermis. Dimensi reaktor yang dirancang dalam penelitian ini dengan diameter 1.5 meter, dengan 5 tahap unggun dan tinggi tiap unggun (bed) pada rentang 0,5 - 1 meter, dapat menghasilkan metanol sebesar 5698 kg/jam (136.75 ton/hari) dari hasil olahan aliran CO₂ gas buangan AGRU sehingga hasil konversi total CO₂ menjadi metanol meningkat sebesar 71.5% dibandingkan dengan reaktor satu tahap.

A world climate change towards global warming has been a critical issues which currently need a sustainable solution. In the oil and gas industry, acid gas removal unit releases a significant amount of into the atmosphere which critical to the environment. The process technology of CO₂ hydrogenation into methanol using copper catalyst has been considered as a potential solution to treat the released CO₂. Reactor is the key process equipment where the chemical reaction is performed thus must be designed properly to ensure the product will meet the required specification. This study aims to design a reactor for CO₂ hydrogenation into methanol utilizing COMSOL multiphysics and UniSim process simulation. CO₂ conversion to methanol has a relatively small value as limited by its equilibrium and was inhibited by the exothermic heat reaction released that shall be well managed. Therefore a novel reactor design is developed to increase the overall conversion of CO₂ into

methanol as well as to control the released heat with implementation of an adiabatic multistage fixed bed reactor with inter-stage cooling and methanol-water removal. Validation of the model with experiment from AnXin et.al was performed at pressure of 50 Bar and varied temperature of 210 °C, 230 °C, 250 °C and 270 °C to ensure simulation accuracy. The simulation result shows a good agreement with the reference data in term of the CO₂ conversion as well as methanol yield for both laboratory scale and industrial benchmark data. The highest conversion was achieved at the temperature of 232 °C at 50 Bar and it was found that that methanol synthesis was not efficient to be conducted at a higher temperature than 232 °C due to its exothermic nature of the reaction. A fixed bed reactor with the dimension of 1.5 meter diameter and 5 stages of multibed configuration can process a 5 MMSCFD feed gas from AGRU to produce methanol at rate of 5698 kg/h (136.75 ton/day) which is 5 times higher than can be produced from a single stage fixed bed reactor.