Prarancangan Pabrik Asam Formiat Dari Metanol dan Karbon Dioksida melalui Rute Elektrolisis Three-Step dan Karbonilasi dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun
Wafiy Noor Arsyita Ma'arif, Dr. Ing. Ir. Teguh Ariyanto, S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Prarancangan pabrik asam formiat mempunyai kapasitas sebesar 10.000 ton/tahun, dengan operasi secara kontinyu selama 330 hari per tahun dan 24 jam per hari. Untuk memenuhi target produksi, diperlukan pasokan bahan baku air (H_2O) sebanyak 8547,54 kg/jam dan karbon dioksida (CO_2) sebanyak 3726,12 kg/jam. Proses produksi berlangsung dengan diawali oleh tahapan sintesis *green methanol* menggunakan *three-step methanol synthesis* untuk mengubah H_2 dan CO_2 menjadi methanol kemudian dilanjutkan dengan proses karbonilasi guna mengubah *methanol* menjadi metil formiat, kemudian dilanjutkan dengan hidrolisis metil formiat menjadi asam formiat. Reaksi pada *three-step methanol synthesis* berlangsung secara simultan dengan dua buah *electrolyzer* untuk H_2O dan CO_2 pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm dan reaktor *fixed bed multitube* pada suhu 250°C dan tekanan 50 bar. Proses karbonilasi dilakukan pada reaktor *bubble batch* dengan suhu 80°C dan 45 bar. Selanjutnya, dilakukan proses hirdolisis dengan *continuous stirred tank reactor* (CSTR) pada suhu 120°C dan 9 bar. Adapun persentase kemurnian dari produk yang dihasilkan 90%.

Penunjang proses produksi dibutuhkan sejumlah komponen utilitas, seperti air sebanyak 279,925 m^3/jam, *steam* sebanyak 194.806 kg/jam, udara kering sebanyak 368 m^3/jam, listrik sebanyak 906 MWh/hari. Kebutuhan listrik akan disuplai secara penuh dari PLTA Cirata. Rencana pembangunan pabrik di Cikalong Wetan, Jawa Barat dengan luas lahan 20 ha dan memperkerjakan 250 orang. Estimasi pendirian pabrik memerlukan modal tetap $22.015.986,03, dan modal kerja $5.293.426,43, dan menghasilkan profit sebesar $4.475.744,02. Adapun berdasarkan analisis ekonomi, diperoleh ROI sebesar 15,25%, POT sebesar 2,82 tahun, BEP sebesar 51,74%, SDP sebesar 23,25%, dan DCFRR sebesar 22,55% sehingga evaluasi ekonomi tersebut meiliki profitabilitas yang baik dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

Kata kunci: *green methanol*, karbonilasi, asam formiat

Prarancangan Pabrik Asam Formiat Dari Metanol dan Karbon Dioksida melalui Rute Elektrolisis Three-Step dan Karbonilasi dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun
Wafiy Khoir Arsyita Ma'arif, Dr. Ing. Ir. Teguh Ariyanto, S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The preliminary design of a formic acid plant has a production capacity of 10,000 tons per year, operating continuously for 330 days per year and 24 hours per day. To achieve the production target, raw material requirements include 8,547.54 kg/h of water (H_2O) and 3,726.12 kg/h of carbon dioxide (CO_2). The production process begins with green methanol synthesis via a three-step methanol synthesis route, converting H_2 and CO_2 into methanol. This is followed by a carbonylation process to produce methyl formate, and subsequently, hydrolysis of methyl formate to formic acid. The three-step methanol synthesis is carried out simultaneously with two electrolyzers for H_2O and CO_2 at 90 °C and 1 atm, coupled with a multitube fixed-bed reactor at 250 °C and 50 bar. The carbonylation process is conducted in a bubble batch reactor at 80 °C and 45 bar, followed by hydrolysis in a continuous stirred tank reactor (CSTR) at 120 °C and 9 bar. The final product has a purity of 90%.

The supporting utilities required for the process include 63.96 m^3/h of water, 194,806 kg/h of steam, 1,265,490.84 kg/h of dry air, and 1,807 MWh/day of electricity, fully supplied by the Cirata Hydroelectric Power Plant. The proposed plant site is in Cikalong Wetan, West Java, covering 20 ha and employing 250 personnel. The estimated capital investment consists of a fixed capital of USD 22.015.986,03 and working capital of USD 5.293.426,43, with an annual profit of USD 4.475.744,02. Based on the economic analysis, the project yields an ROI of 15,25%, a pay-out time (POT) of 2.82 years, a break-even point (BEP) of 51,74%, a shut-down point (SDP) of 23,25%, and a discounted cash flow rate of return (DCFRR) of 22,55%, indicating good profitability and making the project attractive for further study.

Key word: *green methanol*, *carbonylation, formic acid*