Prarancangan Pabrik Furan Dikarboksilat dari Fruktosa dengan Kapasitas 18.000 Ton/Tahun
Hanifa Nabila Ananda Putri; Prof. Hirnawan Tri Bayu Murti Petrus, S.T., M.Eng., D.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Prarancangan Pabrik Furan Dikarboksilat dari Fruktosa dengan Kapasitas 18.000 Ton/Tahun

ABSTRAK

Furan dikarboksilat atau lebih sering disebut sebagai asam 2,5-*furandicarboxylic acid* (FDCA) adalah monomer yang berfungsi sebagai bahan dasar untuk polimer berbasis furan, yaitu polietilen furanoat (PEF). FDCA adalah monomer *bio-based* yang dapat digunakan dalam pembuatan poliester dan merupakan alternatif yang ramah lingkungan terhadap asam tereftalat (PET) berbasis minyak bumi. Saat ini di Indonesia belum terdapat pabrik yang memproduksi FDCA dan di dunia baru terdapat satu pabrik yang berbasis di Belanda sehingga diperlukan pembangunan produsen FDCA untuk memenuhi kebutuhan.

Proses produksi FDCA terdiri dari dua tahap, yaitu tahap sintesis dan pemurnian 5-hydroxymethylfurfural (HMF) dari fruktosa dan sintesis dan pemurnian FDCA dari HMF. Untuk kapasitas produksi pabrik sebesar 18.000 ton/tahun, diperlukan bahan baku fruktosa sebanyak 122747,4697 ton/tahun. Sintesis HMF dilakukan dengan reaksi dehidrasi fruktosa dengan katalis asam sulfat dan air sebagai solven pada Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) dengan kebutuhan masing-masing sebesar 5813,8409 ton/tahun dan 236698,6182 ton/tahun. HMF dipisahkan dan dimurnikan dengan proses kristalisasi hingga pengeringan untuk memperoleh kristal berwarna putih dengan kemurnian 99,5%. Selanjutnya, HMF diumpankan ke dalam Bubble Tank Reactor untuk memproduksi FDCA melalui reaksi oksidasi HMF. Sintesis FDCA menggunakan proses Amoco Mid-Century (MC) dengan katalis Co/Mn/Br dan solven asam asetat dengan kebutuhan masing-masing sebesar 115,8434 ton/tahun, 1185,1475 ton/tahun, 541,6918 ton/tahun, dan 57388,0196 ton/tahun. Produk keluaran reaktor sudah membentuk padatan kristal FDCA sehingga perlu dipisahkan dan dicuci dari campuran lainnya dengan rotary drum vacuum filter. Kristal FDCA dikeringkan di rotary dryer hingga kadar air 0,97%, lalu dilanjutkan proses penyesuaian ukuran dengan hammer mill dan screener untuk mendapatkan kristal berukuran 2-5 mm. Produk keluar ayakan kemudian disimpan pada warehouse sebelum proses pengemasan.

Pendirian pabrik furan dikarboksilat direncanakan berlokasi di Kecamatan Anyar, Kabupaten Serang, Provinsi Jawa Barat, dengan total luas lahan sebesar 113.643,03 m². Untuk menunjang keberlangsungan proses produksi, pabrik membutuhkan pasokan utilitas dalam jumlah besar. Kebutuhan air proses mencapai 5.960.391,003 kg/jam yang akan dipasok dari Selat Sunda sebagai sumber utama. Selain itu, pabrik juga memerlukan suplai udara instrumen sebesar 152,91 m³/jam guna mendukung sistem kendali. Pada sistem pembangkitan uap, bahan bakar yang digunakan adalah *medium fuel oil* (MFO) dengan kebutuhan sekitar 4.058,1811 kg/jam. Sedangkan untuk kebutuhan listrik, pasokan energi diperoleh dari PLTU Suralaya yang dikelola oleh PLN dengan kapasitas daya sebesar 1.569,9965 kW. Dari sisi sumber daya manusia, jumlah tenaga kerja yang direncanakan untuk mengoperasikan pabrik ini adalah sebanyak 232 orang, yang mencakup berbagai bidang operasional maupun non-operasional.

Berdasarkan hasil perhitungan analisis ekonomi, diperoleh estimasi *fixed capital investment* sebesar $156.950.613,89 sedangkan *working capital* yang dibutuhkan mencapai $122.231.406,78. Pada kapasitas produksi sebesar 18.000 ton/tahun, pabrik menunjukkan nilai *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 21,50% dan *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 3,71 tahun. Selain itu, nilai *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) yang diperoleh adalah 29,16%. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa secara finansial pabrik FDCA termasuk dalam kategori *low risk* khususnya apabila ditinjau dari parameter ROI dan POT sebelum pajak. Lebih lanjut, perhitungan juga memberikan nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 55,73% serta *Shut Down Point* (SDP) sebesar 32,12%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik furan dikarboksilat dengan kapasitas 18.000 ton/tahun dinilai layak secara ekonomis dan memiliki prospek yang menarik untuk dikaji.

Kata Kunci : Fruktosa, Furan Dikarboksilat, *Hydroxymethylfurfural*

Prarancangan Pabrik Furan Dikarboksilat dari Fruktosa dengan Kapasitas 18.000 Ton/Tahun
Hanifa Nabila Ananda Putri, Prof. Himawan Tri Bayu Murti Petrus, S.T., M.Eng., D.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Prarancangan Pabrik Furan Dikarboksilat dari Fruktosa dengan Kapasitas 18.000 Ton/Tahun

ABSTRACT

2,5-Furandicarboxylic acid (FDCA) is a monomer that serves as the primary raw material for furan-based polymers, particularly polyethylene furanoate (PEF). FDCA is a bio-based monomer that can be applied in polyester production and acts as an environmentally friendly alternative to petroleum-derived terephthalic acid (PET). At present, Indonesia does not yet have an FDCA production facility, while globally only one plant exists, located in the Netherlands. Therefore, the establishment of an FDCA production plant is considered necessary to meet the growing demand.

The FDCA production process consists of two main stages: the synthesis and purification of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) from fructose, and the synthesis and purification of FDCA from HMF. For a plant capacity of 18,000 tons/year, the required raw material, fructose, is 122,747.4697 tons/year. HMF is synthesized through the dehydration of fructose using sulfuric acid catalyst and water as solvent in a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR), with annual requirements of 5,813.8409 tons and 236,698.6182 tons, respectively. The produced HMF is separated and purified through crystallization followed by drying, resulting in white crystals with 99.5% purity. The purified HMF is then fed into a Bubble Tank Reactor and oxidized to FDCA. The FDCA synthesis follows the Amoco Mid-Century (MC) process using Co/Mn/Br catalysts and acetic acid solvent, with respective requirements of 115.8434 tons/year, 1,185.1475 tons/year, 541.6918 tons/year, and 57,388.0196 tons/year. The reactor product consists of FDCA crystals, which are subsequently separated and washed using a rotary drum vacuum filter, dried in a rotary dryer to a moisture content of 0.97%, and size-adjusted with a hammer mill and screener to obtain crystals sized 2–5 mm. The final product is stored in a warehouse before packaging.

The planned FDCA plant will be located in Anyar District, Serang Regency, West Java Province, on a land area of 113,643.03 m². To ensure continuous operation, the plant requires substantial utility supplies. The process water demand amounts to 5,960,391.003 kg/h, sourced primarily from the Sunda Strait. The plant also requires 152.91 m³/h of instrument air to support the control system. For steam generation, the plant uses Medium Fuel Oil (MFO) with a requirement of approximately 4,058.1811 kg/h. Electricity demand will be supplied by the Suralaya Coal-Fired Power Plant operated by PLN, with a capacity of 1,569.9965 kW. In terms of manpower, the plant is projected to employ 232 personnel, covering both operational and non-operational divisions.

Based on the results of the economic analysis, the estimated Fixed Capital Investment (FCI) is USD 156.950.613,89, while the required Working Capital (WC) is USD 122,231,406.78. At a production capacity of 18,000 tons/year, the plant achieves a pre-tax Return on Investment (ROI) of 21,50% and a pre-tax Pay Out Time (POT) of 3,71 years. In addition, the Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) reaches 29,16%. These results indicate that the FDCA plant is financially categorized as low-risk, particularly when assessed using the ROI and POT parameters. Further analysis shows a Break-Even Point (BEP) of 55,73% and a Shut Down Point (SDP) of 32,12%. Therefore, it can be concluded that the establishment of an FDCA plant with a capacity of 18,000 tons/year is economically feasible and presents strong prospects for further development in subsequent study stages.

Keywords: Fructose, Furan Dicarboxylic Acid, Hydroxymethylfurfural