UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Benzena, Toluena, Xilena (BTX) dengan Kapasitas Total 60 Ribu Ton/Tahun dari Biomassa Lignoselulosik
Danendra Aryasatya Utoyo, Ir. Hanifrahmawan Sudibyo, S.T., M.Eng., M.S., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Benzene, toluene, and xylene (BTX) are aromatic compounds widely utilized as essential feedstocks in the petrochemical industry. This preliminary plant design proposes the production of BTX from lignocellulosic biomass in the form of empty fruit bunches (EFB). The production pathway consists of Kraft delignification, ex-situ catalytic fast pyrolisis using an H-ZSM-5 catalyst, and product purification through a series of distillation columns. The main products are benzene, toluene, and xylene with a total production capacity of 62,000 tons per year, while indane and naphthalene are generated as by-products. The plant is planned to be located in Siak Regency, Riau Province, Indonesia, occupying a land area of 84,678 m² with a total building area of 59,612 m². Plant operation requires a workforce of 332 employees. The annual consumption of major raw materials includes 2,981,108 tons of empty fruit bunches, 245,857 tons of Na_2S, 796,944 tons of NaOH, 907.6 tons of silica sand, and 0.46 tons of H-ZSM-5 catalyst. Utility requirements consist of 922,674 kg/h of process water, 2,245,371 kg/h of cooling water, and 2,431,881 kg/h of boiler feed water, with the water supply sourced from the Siak River. The total electricity demand is 4,987.5 kW and is supplied by the national power grid (PLN). Process steam requirements at a pressure of 8 atm with a flow rate of approximately is 1.67 million kg/h. Based on the economic evaluation, the project requires a Fixed Capital Investment (FCI) of USD 451.62 million (approximately IDR 8.09 trillion) and a Working Capital (WC) of USD 69.93 million (approximately IDR 1.25 trillion). The economic feasibility analysis yields a Return on Investment (ROI) before tax of 15.04% and after tax of 11.73%, a Pay Out Time (POT) before tax of 5.00 years and after tax of 6.08 years, a Break-Even Point (BEP) of 52.02%, a Shutdown Point (SDP) of 24.73%, and a Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) of 16.87%. Since the DCFRR exceeds the Minimum Attractive Rate of Return (MARR) of 8.25%, the project is considered economically feasible.

Keywords: benzene-toluene-xylene (BTX); ex-situ catalytic fast pyrolysis; lignocellulosic biomass

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Benzena, Toluena, Xilena (BTX) dengan Kapasitas Total 60 Ribu Ton/Tahun dari Biomassa Lignoselulosik
Danendra Aryasatya Utoyo, Ir. Hanifrahmawan Sudibyo, S.T., M.Eng., M.S., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Benzena, toluena, dan xilena (BTX) merupakan senyawa aromatik yang banyak digunakan sebagai bahan baku industri petrokimia. Prarancangan pabrik ini memproduksi BTX dari biomassa lignoselulosik berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Tahap yang dilalui meliputi tahap delignifikasi melalui metode Kraft, *ex-situ catalytic fast pyrolisis* menggunakan katalis H-ZSM-5, serta pemurnian produk dengan sistem distilasi bertingkat. Produk utama yang dihasilkan berupa benzena, toluena, dan xilena dengan kapasitas total 62.000 ton/tahun, sedangkan produk samping yang dihasilkan berupa *indane* dan naftalen. Pabrik direncanakan berlokasi di Kabupaten Siak, Provinsi Riau, dengan luas lahan sebesar 84.678 m² dan luas bangunan 59.612 m². Operasi pabrik didukung oleh 332 orang tenaga kerja. Kebutuhan bahan baku utama meliputi TKKS sebesar 2.981.108 ton/tahun, Na_2S sebesar 245.857 ton/tahun, NaOH sebesar 796.944 ton/tahun, pasir silika sebesar 907,6 ton/tahun, dan katalis H-ZSM-5 sebesar 0,46 ton/tahun. Kebutuhan utilitas pabrik terdiri atas air proses sebesar 922.674 kg/jam, air pendingin sebesar 2.245.371 kg/jam, *boiler feed water* sebesar 2.431.881 kg/jam, yang kebutuhan airnya diperoleh dari Sungai Siak. Kebutuhan listrik total sebesar 4987,5 kW yang dipenuhi dari PLN. Kebutuhan *steam* proses bertekanan 8 atm dengan laju alir sekitar 1,67 juta kg/jam. Berdasarkan hasil analisis ekonomi, pabrik memerlukan *Fixed Capital Investment* (FCI) sebesar 451,62 juta USD atau sekitar Rp 8,09 triliun dan *Working Capital* (WC) sebesar 69,93 juta USD atau sekitar Rp 48,37 juta. Evaluasi kelayakan ekonomi menunjukkan ROI sebelum pajak sebesar 15,04%, ROI setelah pajak sebesar 11,73%, POT sebelum pajak sebesar 5,00 tahun, POT setelah pajak sebesar 6,08 tahun, BEP sebesar 52,02%, SDP sebesar 24,73%, dan DCFRR sebesar 16,87%. Nilai DCFRR yang lebih tinggi daripada MARR sebesar 8,25% menunjukkan bahwa proyek layak untuk direalisasikan.

Kata kunci: benzena-toluena-xilena (BTX); *ex-situ catalytic fast pyrolysis*; biomassa lignoselulosik