UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Parasetamol Dari p-Nitroklorobenzena Dengan Kapasitas 3.000 ton/tahun
Barbara Lintang Kinasih, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Prarancangan pabrik parasetamol dari p-nitroklorobenzena (PNCB) dengan kapasitas 3.000 ton/tahun dirancang untuk beroperasi secara batch di dekat Kompleks PT Pupuk Kujang, Cikampek, Karawang, Jawa Barat, dan direncanakan mulai berproduksi pada tahun 2027. Pemilihan lokasi didasarkan pada kedekatan dengan infrastruktur pelabuhan internasional, kawasan industri kimia yang telah terencana, serta kemudahan akses terhadap bahan baku impor dari Tiongkok dan India.

Proses produksi dirancang melalui tiga tahap utama: (1) hidrolisis basa PNCB menjadi p-nitrofenol (PNP) menggunakan NaOH 30%wt pada suhu 170°C dan tekanan 7 atm dalam reaktor tangki berpengaduk batch melalui mekanisme substitusi nukleofilik aromatik (SNAr); (2) hidrogenasi katalitik PNP menjadi p-aminofenol (PAP) dengan katalis 1% Pt/C pada suhu 80°C dan tekanan 27 atm; serta (3) asetilasi PAP dengan acetic anhydride pada suhu 86°C dan tekanan 1 atm membentuk parasetamol pharmaceutical grade kemurnian 99,99%. Pemurnian produk akhir melibatkan dua tahap kristalisasi, adsorpsi selektif menggunakan NH_2-SBA-15 untuk menghilangkan residu PAP, dan pengeringan vakum.

Evaluasi ekonomi terhadap skenario dasar (tiga proses terintegrasi) menunjukkan bahwa pabrik tidak layak secara finansial pada kapasitas 3.000 ton/tahun, dengan profit sebelum pajak sebesar −$15,34 juta/tahun, ROI −29%, dan IRR tidak terdefinisi akibat arus kas yang selalu negatif. Analisis Break-Even Capacity menunjukkan bahwa profitabilitas baru dapat dicapai pada skala ≈98.936 ton/tahun atau sekitar 33 kali lipat kapasitas rancangan, yang dinilai tidak realistis secara pasar maupun investasi.

Sebagai skenario alternatif yang lebih layak, diusulkan pabrik yang hanya mengoperasikan Proses 3 (asetilasi PAP → parasetamol) dengan PAP diperoleh melalui impor. Skenario ini menghasilkan Fixed Capital sebesar $22,09 juta, total investasi $25,62 juta, IRR 28,26%, ROI setelah pajak 18,13%, Payback Period 3,41–4,14 tahun, dan Break Even Point pada kapasitas 46,33%. Parameter ekonomi tersebut melampaui MARR 24% yang ditetapkan dan menunjukkan kelayakan investasi yang signifikan. Berdasarkan seluruh evaluasi, skenario pabrik PAP → parasetamol merupakan konfigurasi paling menguntungkan dan direkomendasikan untuk dikembangkan lebih lanjut.

Kata kunci: parasetamol, p-nitroklorobenzena, hidrolisis, hidrogenasi, asetilasi, evaluasi ekonomi, skenario alternatif

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prarancangan Pabrik Parasetamol Dari p-Nitroklorobenzena Dengan Kapasitas 3.000 ton/tahun
Barbara Lintang Kinasih, Ir. Mohammad Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D., IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

A preliminary plant design for paracetamol production from p-nitrochlorobenzene (PNCB) with a capacity of 3,000 tonnes per year has been developed as a batch-operated facility located near PT Pupuk Kujang complex in Cikampek, Karawang, West Java, with a planned start of operations in 2027. The location was selected based on its proximity to international port infrastructure, an established chemical industrial zone, and logistical access to imported raw materials from China and India.

The production process is designed through three main stages: (1) alkaline hydrolysis of PNCB to p-nitrophenol (PNP) using 30 wt% NaOH at 170°C and 7 atm in a batch stirred-tank reactor via an aromatic nucleophilic substitution (SNAr) mechanism; (2) catalytic hydrogenation of PNP to p-aminophenol (PAP) using 1% Pt/C catalyst at 80°C and 27 atm; and (3) acetylation of PAP with acetic anhydride at 86°C and 1 atm to produce pharmaceutical-grade paracetamol with 99.99% purity. Product purification involves two crystallisation stages, selective adsorption using NH_2-SBA-15 adsorbent to remove residual PAP, and vacuum drying.

Economic evaluation of the base case scenario (three integrated processes) demonstrates that the plant is financially unviable at the 3,000 tonne/year capacity, with a pre-tax profit of −USD 15.34 million per year, an ROI of −29%, and an undefined IRR due to persistently negative cash flows. Break-Even Capacity analysis indicates that profitability can only be achieved at approximately 98,936 tonnes/year — roughly 33 times the design capacity — a scale deemed unrealistic in terms of both market demand and capital investment.

As a more viable alternative, a plant operating only Process 3 (acetylation of PAP to paracetamol) with PAP sourced through importation is proposed. This scenario yields a Fixed Capital of USD 22.09 million, total investment of USD 25.62 million, an IRR of 28.26%, an after-tax ROI of 18.13%, a Payback Period of 3.41–4.14 years, and a Break Even Point at 46.33% of design capacity. These economic indicators exceed the established MARR of 24% and demonstrate significant investment viability. Based on the complete evaluation, the PAP-to-paracetamol plant scenario is the most profiTabel configuration and is recommended for further development.

Keywords: paracetamol, p-nitrochlorobenzene, hydrolysis, hydrogenation, acetylation, economic evaluation, alternative scenario