

INTISARI

Penggunaan batu bara di Indonesia dari tahun ke tahun masih menunjukkan tren peningkatan. Sementara itu, pembangkit listrik yang ada terus meningkatkan kapasitas produksi dan karena itu membutuhkan lebih banyak batubara. Harga yang relatif lebih murah dan ketersediaan cadangan yang melimpah di Indonesia menjadikan batu bara salah satu sumber energi yang paling banyak digunakan. Namun, dengan konsumsi batu bara melalui proses pembakaran akan menghasilkan limbah berupa *coal fly ash* (CFA) dan *coal bottom ash* (CBA) dalam jumlah besar. Penggunaan batu bara sebagai bahan bakar pada PLTU menghasilkan limbah CFA sebesar 75%. Karena CFA memiliki kandungan silika dan alumina yang tinggi, maka limbah tersebut berpotensi sebagai sumber bahan sintesis zeolit ZSM-5.

Zeolit ZSM-5 dapat diproduksi dari *fly ash* batu bara dengan perbandingan Si/Al antara 20-200. Reaksi berlangsung di dalam reaktor *batch* dengan suhu operasi 230°C selama 26 menit dengan menggunakan *template* TPABr. Produk hasil reaksi ditampung terlebih dahulu di dalam Tangki Intermediet sebelum kemudian dilakukan proses pemurnian produk. Produk ZSM-5 dihilangkan kandungan air dan TPABr dengan menggunakan *Rotary Kiln* dengan suhu operasi 500°C kemudian serbuk didinginkan dengan *Rotary Cooler* hingga 50°C. Proses pemurnian menghasilkan serbuk zeolit ZSM-5 dengan kemurnian 99%.

Pabrik ini dirancang untuk memproduksi zeolit ZSM-5 sebanyak 85.000 ton/tahun dan beroperasi kontinu selama 330 hari. Bahan baku yang dibutuhkan adalah *fly ash* batu bara sebanyak 173.669,98 ton/tahun dan solven yang digunakan NaOH 40% sebanyak 135.423,13 ton/tahun. Pabrik ini membutuhkan air sebanyak 2.770.139,44 ton/tahun. Untuk mengoperasikan *boiler* dibutuhkan gas alam sebanyak 42.069,68 ton/tahun. Kebutuhan listrik pabrik ini sebanyak 34323033,6078 kWh per tahun.

Pabrik direncanakan didirikan di kawasan industri Cilegon dengan luas tanah 11.658 m² dan tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 269 orang.

Untuk menjalankan proses produksi pada pabrik, dibutuhkan *fixed capital* sebesar \$292.319.339,44, *manufacturing cost* sebanyak \$254.035.317,49, *working capital* sebanyak \$107.230.069,77, dan *general expense* sebanyak \$89.284.887,08. Analisis keuntungan menunjukkan bahwa pabrik ini memiliki *profit* sebelum pajak sebesar \$81.712.792,75 dan *profit* setelah pajak sebesar \$61.284.594,56. Berdasarkan prosesnya, pabrik ini tergolong beresiko rendah. Pada analisis kelayakan, diperoleh faktor lang sebesar 5,38, ROI sebelum pajak sebesar 27,95%, ROI setelah pajak sebesar 20,96%, POT sebelum pajak 2,71 tahun, dan POT setelah pajak 3,34 tahun. Diperoleh pula nilai DCFRR sebesar 24,86%, BEP sebesar 45,04% dan SDP sebesar 22,23%. Berdasarkan nilai-nilai parameter evaluasi ekonomi tersebut, pabrik ini dianggap menarik dari segi ekonomi dan layak dikaji lebih lanjut.

Kata kunci : abu terbang, hidrotermal, pabrik, zeolit

ABSTRACT

The use of coal in Indonesia from year to year still shows an increasing trend. Meanwhile, existing power plants continue to increase their production capacities and therefore require more coal. Its relatively cheaper price and the abundance of available resource in Indonesia make coal one of the most widely used energy sources. However, coal consumption through combustion process produces large amounts of waste in the form of coal fly ash (CFA) and coal bottom ash (CBA). The use of coal as fuel in steam-electric power station (Pembangkit Listrik Tenaga Uap or PLTU) produces CFA by 75% of the total waste. Because CFA has high silica and alumina content, the waste has the potential as a source of ZSM-5 zeolite synthesis material.

Zeolite ZSM-5 can be produced from coal fly ash with Si/Al ratio between 20-200. The reaction took place in a batch reactor with an operating temperature of 230°C for 26 minutes using TPABr template. The product of the reaction is stored briefly in the Intermediate Tank before it is subsequently refined using product purification process. The remaining moisture and TPABr are removed from the ZSM-5 product using a Rotary Kiln with an operating temperature of 500°C, then the powder was cooled to 50°C using a Rotary Cooler. The purification process produces ZSM-5 zeolite powder with 99% purity.

This plant is designed to produce zeolite ZSM-5 as much as 85,000 tons/year and operates continuously for 330 days. This plant needs 173,669.98 tons/year of coal fly ash as the raw material, and 135,423.13 tons/year of NaOH 40% as the solvent. This plant requires 2,770,139.44 tons/year of water. To operate the boiler, 42,069.68 tons/year of natural gas is needed. The electricity demand for this plant is 34323033.6078 kWh per year.

The plant is planned to be established in the Cilegon industrial area with a land area of 11,658 m² and a workforce of 269 people.

To run the production process at the plant, it takes a fixed capital of \$292,319,339.44, a manufacturing cost of \$254,035,317.49, a working capital of \$107,230,069.77, and a general expense of \$89,284,887.08. Profit analysis shows that this plant has a profit before tax of \$81,712,792.75 and profit after tax of \$61,284,594.56. Based on the process, this plant is classified as low risk. Feasibility analysis shows that this plant has a lang factor of 5.38, ROI before tax of 27.95%, ROI after tax of 20.96%, POT before tax of 2.71 years, and POT after tax of 3.34 years. The DCFRR value is 24.86%, the BEP is 45.04%, and the SDP is 22.23%. Based on the values of the economic evaluation parameters, this plant is considered economically attractive and deserves further study.

Keywords : fly ash, hydrothermal, plant, zeolite