

## INTISARI

Zirkonium dioksida ( $ZrO_2$ ) merupakan senyawa kimia yang sangat berguna di bidang industri antara lain sebagai bahan lapisan anti gores keramik, bahan anti korosi, dan bahan penahan panas (refraktori dan foundri). Seiring dengan perkembangan teknologi, zirkonium juga memiliki peranan penting di sektor nuklir yaitu sebagai pelapis bahan bakar nuklir. Zirkonium pelapis bahan bakar nuklir harus memiliki daya jerap neutron per satuan luas penampang yang rendah, untuk itu zirkonium perlu dipisahkan dari hafnium yang memiliki daya jerap neutron per satuan luas penampang yang tinggi. Hal ini menyebabkan proses pemisahan hafnium dan zirkonium skala industri menjadi penting untuk dilakukan, salah satunya dengan kromatografi anular kontinyu (KAK). Dengan demikian, tantangan mangsa pasar ASEAN yang sedang giat-giatnya dalam pembangunan industri nuklir maupun pemenuhan kebutuhan zirkonium dalam negeri akan terjawab.

Pabrik zirkonium dioksida ini direncanakan berdiri di Kawasan Industri Kariangau, Balikpapan Barat, Kalimantan Timur, memiliki luas area tanah 11 hektar, jumlah tenaga kerja sebanyak 371 orang dan memiliki lokasi penambangan pasir zirkon di Daerah Aliran Sungai Katingan, Kalimantan Tengah. Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dengan kapasitas produksi  $ZrO_2$  *nuclear grade* sebesar 1000 ton/tahun, dan dengan hasil samping berupa 4157,48 ton/tahun *fused zirconia* ( $ZrO_2+HfO_2$ ), konsentrat titanium berupa leucoxene (92,6%), ilmenite (3,41%), dan impurities sebesar 7.053,92 ton/tahun, dan konsentrat titanium berupa rutile (47,58%), leucoxene (14,46%), dan impurities sebanyak 2378,21 ton/tahun. Bahan baku utamanya adalah 24.283,64 ton/tahun pasir zirkon, sedangkan bahan pendukung berupa 19.905,97 ton/tahun NaOH, 40.515,13 ton/tahun  $H_2SO_4$ , dan 23.565,68 ton/tahun HCl. Secara umum tahapan dalam produksi  $ZrO_2$  yaitu : (i) Pemisahan fisis pasir zirkon dari mineral-mineral pengotor, (ii) Dekomposisi pasir zirkon membentuk  $Na_2ZrO_3$ , (iii) *Purification* dan pembentukan senyawa zirkon dan hafnium kompleks sulfat ( $H_2[ZrO(SO_4)_2]$ ,  $H_2[HfO(SO_4)_2]$ ) dengan penambahan air, HCl dan  $H_2SO_4$ , (iv) Finalisasi produk dengan mengkristalkan, mengeringkan kristal, reduksi dan pengelompokan ukuran.

Sebagai unit pendukung dalam memproduksi 1000 ton/tahun zirkonium dioksida, unit utilitas menyediakan steam sebanyak 5.373,22 kg/jam, kebutuhan listrik sebanyak 1.901,92 kW, fuel oil bahan bakar boiler sebanyak 190,19 kg/jam, fuel gas bahan bakar furnace 8.693,65  $m^3$ /jam, penyediaan udara instrument sebanyak 112,32  $m^3$ /jam dan air proses sebanyak 42,6456  $m^3$ /jam.

Evaluasi ekonomi menghasilkan modal tetap yang dibutuhkan sebesar \$47,245,697.79. Working capital yang dibutuhkan adalah sebesar \$13,846,079.90. Dari hasil studi kelayakan diperoleh hasil untuk ROI before tax 42,38% dan ROI after tax 21,19%. POT before tax sebesar 1,91 tahun dan POT after tax 3,21 tahun. BEP berada pada titik 41,13% dan Shut Down Point berada pada titik 12,08%. Untuk DCFRR sendiri diperoleh nilai sebesar 20,83% dan factor LANG sebesar 4,6839. Secara keseluruhan dari hasil tersebut, pabrik yang tergolong *high risk* ini dapat disebut menguntungkan dan layak untuk dikaji ulang.

**Kata kunci : zirconium, hafnium,  $ZrO_2$  nuclear grade, fused zirconia, nuklir, KAK**

## ABSTRACT

*Zirconium dioxide ( $ZrO_2$ ) is a chemical compound that is very useful in the field of industry, among others, as a scratch-resistant ceramic coating materials, anti-corrosion materials and thermal insulation materials (refractories and foundri). Along with the development of technology, zirconium also has an important role in the nuclear sector as a coating of the reactor to nuclear power plant. Zirconium nuclear grade must has low absorption ability towards neutrons per unit of cross-sectional area, for it needs to be separated from the hafnium zirconium that has high absorption ability towards neutrons per unit of cross-sectional area. This causes the separation process hafnium and zirconium industrial scale becomes important to do, one of the method is by using a continuous annular chromatography (CAC). Thus, the challenge of ASEAN market which is in full swing in the development of the nuclear industry as well as the fulfillment of zirconium in the country will be accomplished.*

*Plant of zirconium dioxide will be located in Kariangau Industrial Area, West Balikpapan, East Kalimantan, with the area of 11 hectares, the workforce of 371 peoples and has a zircon sand mining location in Katingan Watershed, Central Kalimantan. The plant is planned to operate for 330 days a year with a production capacity of nuclear grade  $ZrO_2$  of 1000 tons/year, and the by product in the form of 4157.48 tons/year of fused zirconium ( $ZrO_2 + HfO_2$ ), titanium concentrates in the form of leucoxene (92.6%), ilmenite (3.41%), and impurities of 7053.92 tons/ year, and titanium in the form of rutile concentrate (47.58%), leucoxene (14.46%), and impurities as much as 2378.21 tons/year. The main raw material is 24283.64 tons/year of zircon sand, while the support material in the form of 19905.97 tons/year of NaOH, 40515.13 tons/year of  $H_2SO_4$ , and 23565.68 tons/year of HCl. In general, the stages in the production of  $ZrO_2$ , namely: (i) physical separation of zircon sand minerals from impurities, (ii) Decomposition of zircon sand to form  $Na_2ZrO_3$ , (iii) Purification and the formation of complex compounds of zirconium and hafnium sulfate ( $H_2 [ZrO (SO_4)_2 ]$ ,  $H_2 [HfO(SO_4)_2]$ ) with the addition of water, HCl and  $H_2SO_4$ , (iv) Finalized product by crystallizing, drying the crystals, and the reduction of the size grouping.*

*As a proponent unit on producing 1000 tons/year of zirconium dioxide, utilities provides steam as much as 5373.22 kg/hr, needs as much as 1.901,92 kW of electricity, fuel oil supply to boiler as much as 190.19 kg/hr, fuel gas supply to furnace as much as 8,693.65  $m^3$ /hr, instrument air supply as much as 112,32  $m^3$ /hr and water as much as 42.6456  $m^3$ /hr.*

*Based on the economic evaluation, this plant requires \$47,245,697.79 for fixed capital and \$13,846,079.90 for working capital. Feasibility study obtains for ROI before tax is 42,38% and 21,19% of ROI after tax. Meanwhile, before tax POT is 1,91 years and 3,21 years of after tax POT. It also gives BEP at 41,13%, Shut Down Point at 12,08%, DCFRR at 20,83%, and LANG factor at 4.6839. Overall from these results, the plant is classified as a high risk plant can be considered as profitable and feasible one to be re-examined.*

**Keywords:** zirconium, hafnium,  $ZrO_2$  nuclear grade, fused zirconium, CAC