

INTISARI

Syngas atau gas sintesis terdiri dari campuran gas CO dan H₂ sebagai komponen utama. Syngas merupakan *intermediate product* dalam proses produksi metanol, dimetil eter, etanol, dan *liquid fuel*. Syngas dapat diproduksi dari biomassa, salah satunya dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Syngas dari TKKS yang merupakan energi terbarukan memiliki potensi di masa depan untuk menggantikan gas alam yang cadangannya semakin menipis.

Produksi syngas dari TKKS melalui proses gasifikasi pada suhu 992°C. Pada proses gasifikasi digunakan *steam* dan udara sebagai *gasifying agents*. Dari proses gasifikasi akan diperoleh campuran gas dengan komposisi berupa H₂, CO₂, CO, CH₄, C₂H₂, C₂H₄, C₂H₆, C₆H₆, tar (C₈H₁₀), H₂S, H₂O, Ash, dan Char. Gas hasil gasifikasi masih mengandung banyak pengotor, sehingga perlu dimurnikan melalui tahap purifikasi. Tahapan purifikasi meliputi, penghilangan padatan, penghilangan tar, penghilangan sulfur, reaksi reforming, reaksi *water-gas shift*, serta pemisahan air. Pemisahan padatan dilakukan menggunakan *cyclone* dan *fabric filter*. Pada proses pemisahan padatan, char dan ash akan terpisah dari campuran gas. Penghilangan tar dilakukan dengan *venturi scrubber*, dimana gas dikontakkan dengan air. Tar akan terbawa oleh air dan terpisahkan dari campuran gas. Penghilangan sulfur dilakukan dalam desulfurizer menggunakan packing berupa ZnO. Sulfur akan terjerap dalam packing pada desulfurizer tersebut. Reaksi reforming yang terjadi pada reaktor reformer akan mengubah CH₄ menjadi CO dan H₂ dengan mereaksikannya dengan steam. Pada reformer berlangsung reaksi endotermis, sehingga diperoleh tambahan panas melalui pembakaran fuel. Reaksi *water-gas shift* merupakan reaksi antara CO dengan steam menghasilkan CO₂ dan H₂. Reaksi ini bertujuan untuk memperoleh perbandingan H₂:CO mendekati 3:1. Selanjutnya, gas dipisahkan dari air dengan cara menurunkan suhunya. Sebagian air yang terkondensasi kemudian dipisahkan menggunakan flash drum. Syngas diperoleh sebagai hasil atas *flash drum*.

Kapasitas produksi dari pabrik syngas sebesar 220.000 ton/tahun dengan komposisi H_2 47,89% dan CO 15,39%. Diperlukan bahan baku berupa tandan kosong kelapa sawit sebanyak 368.280 ton/tahun. Selain itu diperlukan pula air sebanyak 504.378,05 dan udara sebanyak 468.785 ton/tahun. Pabrik ini akan didirikan pada 2026 dengan kebutuhan karyawan sebanyak 235 orang dan kebutuhan lahan sebesar 5,98 hektar di Kota Bontang, Kalimantan Timur.

Berdasarkan analisis ekonomi, pabrik *syngas* dari TKKS membutuhkan modal tetap (*fixed cost*) sebesar \$69.378.841,30 dan biaya modal kerja (*working capital*) sebesar \$9.077.494,18. Harga jual *syngas* sebesar \$306,17 per ton. Dari data tersebut, pabrik ini akan memperoleh keuntungan tahunan sebelum pajak sebesar \$31.720.150,68 dan keuntungan tahunan setelah pajak sebesar \$23.790.113,01. Dari segi analisis *profitability*, nilai *Return of Investment* (ROI) sebesar 45,72%, nilai *Pay Out Time* (POT) selama 1,84 tahun, nilai *Break Even Point* (BEP) pada 30,65% dan *Shutdown Point* (SDP) pada 13,25% dari kapasitas desain pabrik, serta diperoleh nilai *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) sebesar 36,52%. Berdasarkan analisis sensitivitas, *profitability* dari pabrik ini sangat dipengaruhi oleh *sales*. Sehingga berdasarkan analisis *profitability* yang dilakukan, pabrik ini cukup menarik untuk diinvestasikan.

Kata kunci : gasifikasi, syngas, tandan kosong, biomassa, kelapa sawit

ABSTRACT

Syngas or synthesis gas is defined as a gas that contains H_2 and CO as main combustible component. Synthetic gas is an intermediate products in the production process of methanol, dimethyl ether, ethanol, and liquid fuel. Syngas can be produced from biomass. One of the biomass that can produce syngas is empty fruit bunches of palm (EFB). Syngas from empty fruit bunches of palm is heading for a great future as renewable energy source because it has potential to replace natural gas which are running low.

Syngas production from palm empty fruit bunch by using gasification at $992^{\circ}C$. Gasification process using steam and air as gasifying agents. This process resulting gases composed of H_2 , CO_2 , CO , CH_4 , C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 , C_6H_6 , tar (C_8H_{10}), H_2S , H_2O , Ash, and Char. Gas produced from gasification are containing impurities, so that needed to be purified. The purification process including solid removal, tar removal, sulfur removal, reforming reaction, water-gas shift reaction, and water separation. Solid removal process conducted using cyclone and fabric filter. In solid removal process, char and ash will be separated from the gas mixture. Tar removal held in a venturi scrubber, where the gas contacted with water, so that the tar will be carried away by the water and separated from the gas mixture. Sulfur removal process conducted in desulfurizer with ZnO packing. Sulfur will be adsorbed by ZnO packing resulting ZnS . Reforming reaction held in reformer will transform CH_4 into CO and H_2 . The reaction is endothermic so it need heat addition from fuel combustion. Water-gas shift reaction is a reaction between CO and steam producing CO_2 and H_2 . This reaction aiming the ratio of $H_2:CO$ in syngas approaching 3:1. Latter, gas mixture separated from water by lowering it temperature. In flash drum, the water will separated as bottom product. Syngas will be obtained as the top product of flash drum.

The syngas plant from palm empty fruit bunch planned to be build in Bontang, East Kalimantan with capacity of 220.000 ton/year. The plant area required 5,98 hectar with 235 person of workers. The process occurred is continuous process with operation design 24 hour for 330 day in a year. To produce value of design capacity product, the material, palm empty fruit bunch needed is 46.500 kg/hour. Process and utility water taken from Makassar Strait. Total cost needed for raw material is sebesar \$678.213,60 per year, \$147.362,35 per year for additional in process, and \$63.722.71 per year for utility.

Production capacity of this syngas plant is 220.000 ton/year with composition H_2 47,89% and CO 15,39%. The raw material, empty fruit bunch, needed is 368.280 ton/year. Besides, the water needed is 504,378,05 ton/year and air 468.785

ton/year. This plant will be built in 2026 with 235 workers in a 5,98 hectare land in Bontang, East Kalimantan.

Based on economic analysis, syngas factory from palm empty fruit bunch requiring fixed cost \$69.378.841,30 and working capital \$9.077.494,18. Sales of syngas \$306,17 per ton. From this data, the profit before tax obtained equal to \$31.720.150,68 and profit after tax obtained \$23.790.113,01. From the profitability analysis, value of Return of Investment (ROI) 45,72%, Pay Out Time (POT) 1,84 year, Break Even Point (BEP) 30,65% and Shutdown Point (SDP) 13,25% from plant design capacity, also the Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) value at 36,52%. Based on sensitivity analysis, the plant profitability is really influenced by sales. With the economic analysis result, this factory is interesting from financial perspective to be invested.

Keyword : *EFB, gasification, syngas, biomass, palm*