

ABSTRAK

Bio-oil adalah satu sumber energi terbarukan di masa depan. Bio-oil saat ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler dan tengah dikembangkan menjadi biofuel melalui proses berkelanjutan. Bio-oil merupakan produk cair dari proses *Hydrothermal Liquefaction* dari Biomassa. Indonesia merupakan negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia dengan produksi 49 juta ton/tahun, dimana 25% dari hasil kelapasawit tersebut merupakan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). TKKS merupakan biomassa dengan struktur dan kandungannya memenuhi untuk dapat diolah dengan menggunakan proses *Hydrothermal Liquefaction*. TKKS dipilih sebagai bahan baku biomassa pada pabrik ini karena keberadaannya yang melimpah.

Pabrik ini akan dirancang dengan kapasitas 33.000 ton/tahun, dan dirancang untuk beroperasi secara kontinyu selama 24 jam sehari dalam 330 hari/tahun. Bahan baku utama yang akan digunakan adalah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan kebutuhan sebanyak 23.295,90 ton/tahun, serta bahan baku pendukung air sebanyak 312.641,87 ton/tahun.

Pabrik ini menggunakan proses *hydrothermal liquefaction*. Proses dalam pabrik diawali dengan proses pre-treatment dimana bahan baku TKKS akan mengalami proses pengecilan dengan menggunakan *cutter mill*. Butiran halus TKKS akan diumpankan ke dalam *mixer* dan dicampurkan dengan air. Setelah dinaikkan suhu dan tekanannya, campuran slurry ini akan diumpankan dalam reaktor alir plug flow yang bekerja pada suhu operasi 350°C dan tekanan 200 atm. Reaksi dalam reaktor menghasilkan produk 3 fasa berupa liquid (air, bio-oil), *uncondensable gas* dan *solids* (char dan TKKS). Setelah itu, fluida akan diturunkan tekanannya menggunakan *expansion valve* hingga tekanan atmosferis dan campuran padatan dari hasil reaksi ini dipisahkan dengan menggunakan *hydrocyclone* kemudian didinginkan menggunakan *cooler*. Campuran gas-cair kemudian dipisahkan dengan menggunakan *flash drum* yang akan memisahkan bio-oil dari *uncondensable gas* dan sebagian air. Arus bawah *flash drum* yang berupa campuran bio-oil akan diturunkan kandungan airnya menggunakan *evaporator*. Keluaran dari *evaporator* akan dimurnikan dengan menggunakan separator dan didapat bio-oil dengan kemurnian 99%.

Pabrik ini akan direncanakan untuk didirikan di Provinsi Riau tepatnya di Kawasan Industri Dumai (KID) yang tepatnya berada di Pelintung, Kecamatan Medang Kampai, Kota Dumai. Pabrik ini direncanakan akan dibangun dengan luas lahan pabrik sebesar 6,7 ha serta membutuhkan 247 orang karyawan. Pabrik ini membutuhkan energi listrik sebesar 1,45 MW

yang disediakan oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN). Kebutuhan air untuk pabrik ini akan disuplai dari laut sebesar 49.756,8435 kg/jam, sedangkan kebutuhan udara sebesar 323,023kg/jam.

Analisis ekonomi pada pabrik ini memberikan hasil modal tetap sebesar Rp 471.702.172.751,23, modal kerja sebesar Rp 38.269.290.179,17. Pabrik ini tergolong *high risk* dengan nilai ROI *before tax* (ROI_b) 52,82%, POT *before tax* 1,74 tahun, BEP 59,62%, SDP 38,42%, DCFRR 23,90%, dan harga jual bio-oil menjadi parameter yang paling sensitif. Berdasarkan evaluasi ekonomi diatas, pabrik ini menarik untuk diinvestasikan.

Kata kunci: Bio-oil, Tandan Kosong Kelapa Sawit, *Hydrothermal Liquefaction*

ABSTRACT

Bio-oil is a renewable energy source in the future. Bio-oil is currently widely used as boiler fuel and is being developed into biofuel through advanced processes. Bio-oil is a liquid product from the Hydrothermal Liquefaction process from Biomass. Indonesia is the largest palm oil producing country in the world with production of 49 million tons/year, of which 25% of the palm oil production is Palm Oil Empty Bunches (TKKS). TKKS is biomass with a structure and content that is suitable for processing using the Hydrothermal Liquefaction process. Due to its abundance, EFB was chosen as the biomass raw material for this factory.

This factory will be designed with a capacity of 33.000 tons/year, and is designed to operate continuously 24 hours a day for 330 days/year. The main raw materials that will be used are Palm Oil Empty Bunches (TKKS) with a requirement of 23.295,90 tons/year, as well as air supporting raw materials of 312.641,87 tons/year.

This factory uses a hydrothermal liquefaction process. The process in the factory begins with a pre-treatment process where the TKKS raw material will undergo a reduction process using a cutter mill. The fine EFB granules will be fed into the mixer and mixed with water. After the temperature and pressure have been established, this slurry mixture will be fed into a plug flow reactor which works at an operating temperature of 350°C and a pressure of 200 atm. The reaction in the reactor produces 3 phase products in the form of liquid (air, bio-oil), non-condensable gas and solid (char and EFB). After that, the pressure of the fluid will be reduced using an expansion valve to atmospheric pressure and the solid mixture resulting from this reaction is separated using a hydrocyclone and then disassembled using a cooler. The gas-liquid mixture is then separated using a flash drum which will separate the bio-oil from the uncondensable gas and some water. The water content below the flash drum in the form of a bio-oil mixture will be reduced using an evaporator. The output from the evaporator will be purified using a separator and bio-oil with a purity of 99% will be obtained.

This factory is planned to be established in Riau Province, precisely in the Dumai Industrial Area (KID), which is precisely in Pelintung, Medang Kampai District, Dumai City. This factory is planned to be built with a factory land area of 6.7 ha and requires 247 employees. This factory requires 1.45 MW of electrical energy provided by PT. State Electricity Company (PLN). The air

requirement for this factory will be supplied from the sea at 49,756.8435 kg/hour; while the air requirement is 323.023kg/hour.

Economic analysis of this factory produces fixed capital of IDR 471.702.172.751,23, working capital of IDR 38.269.290.179,17. This factory is classified as high risk with an ROI before tax (ROI_b) of 52.82%, POT before tax of 1.74 years, BEP 59.62%, SDP 38.42%, DCFRR 23.90%, and selling price of bio-oil being the most sensitive parameter. Based on the economic evaluation above, this factory is attractive to invest in.

Key words: Bio-oil, Empty Palm Oil Bunches, Hydrothermal Liquefaction