

## INTISARI

Bio-oil merupakan salah satu komoditas yang diharapkan menjadi salah satu sumber energi terbarukan dimasa depan. Bio-oil saat ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar *boiler* dan tengah dikembangkan menjadi *biofuel* melalui proses lanjutan. Bio-oil merupakan produk cair dari proses *fast pyrolysis* dari biomassa. Indonesia merupakan negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia dengan produksi 49 juta ton/tahun, dimana 25% dari hasil kelapa sawit tersebut merupakan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). TKKS merupakan biomassa yang struktur dan kandungannya memenuhi untuk dapat di pirolisis. Karena keberadaannya yang melimpah, TKKS dipilih sebagai bahan baku biomassa pada pabrik ini.

Pabrik bio-oil dari TKKS dengan proses *fast pyrolysis* didesain pada kapasitas 200.000 ton/tahun dan memerlukan TKKS sebanyak 280.000 ton/tahun. Pabrik beroperasi secara kontinyu yaitu 24 jam sehari dan 330 hari dalam setahun. Proses dimulai dengan persiapan umpan meliputi pengeringan dan pengecilan ukuran. Proses selanjutnya adalah *fast pyrolysis* pada *fluidized bed reactor* pada suhu operasi 500 °C dengan menggunakan inert nitrogen. Keluaran reaktor berupa padatan (*char*) dan gas (*condensable gas* dan *non-condensable gas*) yang selanjutnya dipisahkan antara fasa gas dan padat menggunakan *cyclone*. Bio-oil diperoleh dengan mendinginkan *non-condensable gas* secara bertingkat menggunakan *spray condenser* hingga suhu mencapai 110 °C yang dilanjutkan pendinginan dengan menggunakan *heat exchanger* hingga suhu mencapai 40 °C. pemurnian bio-oil dilakukan dengan mengalirkan keluaran pendingin ke *knock-out drum* untuk memisahkan dengan *non-condensable gas* yang masih terlarut. Produk bio-oil disimpan pada tangki penyimpanan pada suhu 40 °C.

Lokasi pabrik direncanakan untuk dibangun di Kota Dumai, Provinsi Riau. Pabrik dijalankan dengan mempekerjakan 296 karyawan. Pengoperasian pabrik akan memerlukan beberapa jenis utilitas yang diantaranya adalah air sebanyak 33.274 kg/jam yang berasal dari air laut di selat malaka, utilitas listrik sebanyak 3,5

MW yang disuplai PLN setempat, utilitas udara tekan sebesar 243 kg/jam, utilitas udara pembakaran sebesar 243 kg/jam, dan utilitas udara pengering sebanyak 66.315 kg/jam.

Perancangan pabrik ini memerlukan *Fixed Capital Investment* dan *Working Capital* berturut-turut sebesar \$118.274.209,00 dan \$19.570.756. Berdasarkan pasar yang dimiliki pabrik ini dan proses yang digunakan, pabrik ini tergolong *medium risk*. Analisis kelayakan ekonomi pada pabrik ini menghasilkan nilai ROI *before tax* sebesar 39,54%/tahun, POT *before tax* selama 2,1 tahun, DCFRR sebesar 21,17%/tahun, SDP sebesar 8,36%, BEP sebesar 26,10%, dan harga jual bio-oil menjadi parameter yang paling sensitif. Dari semua analisis kelayakan ekonomi yang dihasilkan, menunjukkan bahwa pabrik layak untuk diinvestasikan.

---

## ABSTRACT

*Bio-oil is one of the commodities that is expected to be one of the renewable energy sources in the future. Bio-oil is currently widely used as boiler fuel and is being developed into biofuels through an advanced process. Bio-oil is a liquid product of the fast pyrolysis process of biomass. Indonesia is the largest palm oil producing country in the world with a production of 49 million tons / year, of which 25% of the palm oil output is Empty Bunches of Palm Oil (EFB). EFB is biomass whose structure and content meet to be pyrolysis. Because of its abundant existence, EFB was chosen as the biomass raw material at this plant*

*The bio-oil plant from EFB with fast pyrolysis process is designed at a capacity of 200,000 tons / year and requires EFB as much as 280,000 tons / year. The plant operates continuously 24 hours a day and 330 days a year. The process begins with the preparation of the feed includes drying and reducing the size. The next process is fast pyrolysis in a fluidized bed reactor at an operating temperature of 500 °C using inert nitrogen. The reactor output is in the form of solids (char) and gases (condensable gas and non-condensable gas) which are further separated between the gas and solid phases using cyclone. Bio-oil is obtained by cooling non-condensable gas in a stratified manner using a spray condenser until the temperature reaches 110 °C which is followed by cooling using a heat exchanger until the temperature reaches 40 °C. purification of bio-oil is carried out by flowing the coolant output to the knock-out drum to separate with non-condensable gas that is still dissolved. Bio-oil products are stored in storage tanks at a temperature of 40 °C.*

*The location of the plant is planned to be built in Dumai City, Riau Province. The plant is run with 296 employees in place. The operation of the plant will require several types of utilities, including 33,274 kg/ hour of water coming from seawater in the Malacca Strait, 3.5 MW of electricity supplied by local PLN, compressed air utility of 243 kg /hour, combustion air utility of 243 kg / hour, and drying air utility of 66,315 kg / hour.*

---

*The design of this plant requires Fixed Capital Investment and Working Capital respectively of \$118,274,209.00 and \$19,570,756.00. Based on the market owned by this plant and the processes used, this plant is classified as medium risk. The economic feasibility analysis at this plant resulted ROI before tax as much as 39.54%/year, POT before tax for 2.1 years, DCFRR of 21.17%/year, SDP of 8.36%, BEP of 26.10%, and selling price of bio-oil are the most sensitive parameters. Of all the resulting economic feasibility analysis, it shows that the plant is worth to invest.*