

RINGKASAN

Pabrik hidrogen dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan kapasitas 16.000 ton/tahun direncanakan sebagai upaya pemanfaatan limbah biomassa menjadi sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Hidrogen banyak digunakan dalam industri kimia seperti produksi amonia, hidrogenasi, dan sebagai bahan bakar pada *fuel cell*. TKKS dipilih sebagai bahan baku karena ketersediaannya melimpah di Indonesia serta memiliki kandungan karbon dan hidrogen yang tinggi sehingga potensial digunakan sebagai bahan baku produksi hidrogen.

Produksi hidrogen pada pabrik ini dilakukan melalui proses gasifikasi biomassa yang menghasilkan gas sintesis (*syngas*) yang kemudian dimurnikan untuk memperoleh hidrogen dengan kemurnian tinggi. Proses dimulai dengan tahap preparasi bahan baku melalui proses pengecilan ukuran dan pengeringan, kemudian dilanjutkan dengan proses gasifikasi untuk menghasilkan gas sintesis yang mengandung H₂, CO, CO₂, dan komponen lainnya. Gas sintesis selanjutnya mengalami beberapa tahap pemurnian seperti *water gas shift reaction*, pemisahan CO₂ menggunakan larutan amina, pengeringan gas menggunakan *molecular sieve*, serta pemurnian akhir menggunakan *Pressure Swing Adsorption* (PSA) sehingga diperoleh produk hidrogen dengan kemurnian mencapai 99,99%. Produk samping berupa CO₂ juga dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai produk komersial.

Penentuan kapasitas pabrik didasarkan pada proyeksi kebutuhan hidrogen di Indonesia, ketersediaan bahan baku, serta perbandingan kapasitas pabrik hidrogen yang telah beroperasi di dunia. Berdasarkan analisis pertumbuhan kebutuhan hidrogen, diperkirakan permintaan hidrogen di Indonesia akan terus meningkat hingga mencapai lebih dari 94.684 ton per tahun pada tahun 2049. Oleh karena itu, kapasitas produksi sebesar 16.000 ton/tahun dipilih sebagai kapasitas yang ekonomis dan kompetitif untuk memenuhi sebagian kebutuhan dalam negeri.

Analisis ekonomi menunjukkan bahwa pabrik hidrogen dari TKKS ini layak untuk didirikan. Hasil perhitungan diperoleh nilai *Profit on Sales* (POS) sebesar 33,67%, *Return on Investment* (ROI) sebesar 43,38%, dan *Pay Out Time* (POT) selama 4 tahun 2 bulan. Selain itu diperoleh *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 17,846%, *Break Even Point* (BEP) sebesar 24,05%, serta *Shut Down Point* (SDP) sebesar 13,81%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa proyek memiliki tingkat keuntungan yang baik, waktu pengembalian modal yang relatif cepat, serta batas kapasitas operasi minimum yang rendah sehingga secara ekonomi dinilai layak untuk direalisasikan.

Kata kunci: Hidrogen, Gasifikasi, Tandan Kosong Kelapa Sawit, Energi Terbarukan.