

## INTISARI

Penelitian ini mengkaji optimasi *air staging* pada pembakaran tempurung kelapa di *fixed grate furnace* dengan dukungan konverter katalitik untuk menekan emisi partikulat. Variasi distribusi udara primer–sekunder yang diuji adalah 70–30, 60–40, 50–50, 40–60, dan 30–70 dari total suplai udara. Parameter kinerja yang dievaluasi meliputi temperatur pembakaran, kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>, serta konsentrasi PM 2.5 dan PM 10 pada titik cerobong (sebelum) dan setelah konverter. Pengukuran komposisi gas dilakukan menggunakan *flue gas analyzer* KANE 457, sedangkan partikulat dimonitor dengan Sensirion SPS30 pada aliran sampling yang terukur.

Hasil menunjukkan bahwa konfigurasi 40–60 memberikan performa paling optimal, ditandai oleh temperatur ruang bakar tertinggi, kadar CO<sub>2</sub> lebih tinggi, dan sisa O<sub>2</sub> lebih rendah dibanding variasi lain, yang mengindikasikan pembakaran lebih lengkap. Pada variasi ini, PM<sub>10</sub> di cerobong tercatat sekitar 123 mg/m<sup>3</sup> dan menurun menjadi 106 mg/m<sup>3</sup> setelah konverter katalitik tipe *honeycomb*. Seluruh variasi yang dilengkapi konverter telah memenuhi baku mutu nasional untuk emisi partikulat sebesar 250 mg/m<sup>3</sup>, namun semua variasi belum mencapai ambang *standard* Eropa sebesar 50 mg/m<sup>3</sup>. Variasi ekstrem dengan udara primer berlebih seperti 70–30 atau udara sekunder berlebih seperti 30–70 cenderung meningkatkan partikulat karena ketidakseimbangan suplai oksidator dan pembakaran volatil yang kurang tuntas.

Kesimpulannya, kombinasi *air staging* 40–60 memberikan kompromi terbaik antara stabilitas nyala, efisiensi oksidasi, dan reduksi partikulat pada pembakaran tempurung kelapa di *fixed grate furnace*.

**Kata kunci** : Biomassa, Tempurung Kelapa, Katalitik Konverter, *Air staging*, Faktor Emisi, Efisiensi Pembakaran, Energi Terbarukan

## ABSTRACT

This study optimizes *air staging* in the combustion of coconut shell biomass in a *fixed grate furnace* equipped with a *honeycomb Catalytic Converter* to reduce particulate emissions. Primary and secondary air distributions of 70 to 30, 60 to 40, 50 to 50, 40 to 60, and 30 to 70 percent of total combustion air were evaluated. Performance metrics included furnace *temperature*, CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentrations, and PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> measured at the chimney upstream of the *Converter* and downstream of the *Converter*. Gas composition was measured with a KANE 457 *flue gas analyzer*, while particulates were monitored using a Sensirion SPS30 with a controlled sampling flow.

The 40 to 60 split delivered the most favorable performance, exhibiting the highest furnace *temperature*, higher CO<sub>2</sub>, and lower residual O<sub>2</sub> relatif to other variants, indicating more complete combustion. Under this condition, PM<sub>10</sub> decreased from approximately 123 mg/m<sup>3</sup> at the chimney to 106 mg/m<sup>3</sup> after the *Catalytic Converter*. All variants equipped with the *Converter* met the Indonesian national particulate limit of 250 mg/m<sup>3</sup>, and none met the stricter European reference of less than 50 mg/m<sup>3</sup>. Extreme splits with excess primary air such as 70 to 30 or excess secondary air such as 30 to 70 tended to increase particulates due to oxidizer imbalance and incomplete *oxidation* of volatiles.

In conclusion, the 40 to 60 *air staging* configuration provides the best compromise between flame stability, *oxidation* efficiency, and particulate reduction for coconut shell combustion in a *fixed grate furnace* with a *honeycomb Catalytic Converter*.

**Keywords** : Biomass, Coconut Shell, *Catalytic Converter*, *Air staging*, *Emission factor*, *Combustion efficiency*, *Renewable energy*.