

## Penyalaaan dan pembakaran batubara dalam lingkungan O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> = Coal ignition and combustion in O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> and O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> environment

Cahyadi, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20404503&lokasi=lokal>

---

### Abstrak

Salah satu teknologi Carbon Capture Storage (CCS) untuk pada pembangkit listrik tenaga uap dengan batubara halus adalah teknologi pembakaran oxy-fuel. Didalam teknologi pembakaran oxy-fuel, batubara dibakar dalam campuran oksigen murni dan resirkulasi gas buang dengan kandungan gas CO<sub>2</sub> yang tinggi. Pembakaran batubara didalam lingkungan O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> akan mempengaruhi kinerja pembakaran dibandingkan dengan lingkungan udara (O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>). Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen perlu dinaikkan sehingga kinerja pembakarannya sama dengan lingkungan udara. Pada disertasi ini dibahas tentang karakteristik penyalaaan batubara dan pembakaran batubara didalam lingkungan oxy-fuel menggunakan TG-DTA (Thermo-Gravimetric Differential Thermal Analyzer) dan DTF (Drop Tube Furnace). Tiga jenis batubara Indonesia dengan peringkat lignit, sub-bituminus dan bituminus telah digunakan sebagai sampel batubara. Pengujian pembakaran batubara didalam TG-DTA dan DTF telah disuplai dengan udara tekan untuk lingkungan udara dan campuran gas 21% O<sub>2</sub>/79% CO<sub>2</sub> untuk lingkungan oxy-fuel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pelambatan penyalaaan batubara terjadi dalam pembakaran oxy-fuel pada ketiga sampel tersebut. Laju pembakaran char didalam lingkungan oxy-fuel mengambil waktu lebih lama dibandingkan dalam lingkungan udara. Perbedaan dalam sifat fisik gas mempengaruhi penyalaaan batubara dan karakteristik pembakaran.

Hasil karakterisasi pembakaran dalam lingkungan udara dan oxy-fuel di TG-DTA menunjukkan adanya pelambatan pada pembakaran char. Ketika konsentrasi oksigen dinaikkan, profil DTA bergeser maju ke zona temperatur rendah, laju pembakaran meningkat dan waktu pembakaran lebih singkat. Penggunaan ukuran batubara yang lebih halus memberikan pengaruh puncak DTA menjadi lebih tinggi yang berarti temperatur batubara lebih tinggi. Laju pembakaran volatil menjadi lebih cepat dibandingkan ukuran kasar baik pada batubara lignit, sub-bituminus dan bituminus. Pada batubara lignit dan sub-bituminus dengan ukuran <44µm memiliki peluang untuk dibakar dalam lingkungan oxy-fuel dengan konsentrasi oksigen dibawah 30%, sedangkan pada batubara bituminus membutuhkan konsentrasi oksigen minimal 30% dengan pertimbangan puncak kurva DTA mirip di lingkungan udara.

Simulasi pada 2 (dua) jenis PLTU batubara dilakukan untuk mengevaluasi konsumsi energinya. PLTU tersebut adalah PLTU 400MW yang didisain dengan batubara sub-bituminus dan PLTU 700 MW yang didisain dengan batubara bituminus. Pembakaran dalam kondisi oxy-fuel telah dilakukan pada siklus uap pada masing-masing PLTU. Berdasarkan simulasi tersebut penurunan efisiensi PLTU dapat diketahui. Penurunan efisiensi pada PLTU 400 MW dalam lingkungan oxy-fuel 21% O<sub>2</sub>/79% CO<sub>2</sub> dan 30% O<sub>2</sub>/70% CO<sub>2</sub> adalah masing-masing 15.9%, dan 19.0%. Sedangkan pada PLTU 700 MW dalam lingkungan oxy-fuel 21% O<sub>2</sub>/79% CO<sub>2</sub>, dan 30% O<sub>2</sub>/70% CO<sub>2</sub> adalah masing-masing 13.9%, dan 17.8 %. Kontribusi terbesar adalah konsumsi energi listrik pada ASU yang berkisar 20-30%. Berdasarkan uji pembakaran pada TG-DTA dan DTF, penggunaan batubara yang lebih halus dari 76 µm (200 mesh) yaitu ukuran <44 µm didalam PLTU oxy-fuel dapat mempunyai peluang pengurangan kebutuhan oksigen,

sehingga penurunan efisiensi didalam PLTU oxy-fuel yang disebabkan konsumsi energi yang tinggi pada ASU dapat diturunkan.

.....One of Carbon Capture Storage (CCS) technology in pulverized coal fired power plant is oxy-fuel combustion technology. In oxy-fuel combustion technology, the coal is burned in a mixture of pure oxygen and recycled flue gas with high content of CO<sub>2</sub> gas. Burning the coal in oxy-fuel combustion with O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> environment will affect the combustion performance compare with air (O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>) environment. Based on previous researches indicated that oxygen concentration is required to be increased, so that the combustion behavior similar as in air environment. This study discusses the characteristics of coal ignition and combustion in oxy-fuel combustion applying TG-DTA (Thermo-Gravimetric Differential Thermal Analyzer) and Drop Tube Furnace (DTF). Three different Indonesian coal ranks of lignite, sub-bituminous and bituminous have been used as coal samples. Coal combustion test in DTF has been supplied with compressed air for air environment and mixing gas cylinder of 21% O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> for oxy-fuel environment. Experimental results indicated that the ignition time delay occurs in oxy-fuel combustion for all coal samples. Char combustion rate in oxy-fuel environment take longer time compared with in air environment. The different in physical gas properties influence on coal ignition and combustion characteristics. The result of combustion characteristic in air and oxy-fuel environment applying the non-isothermal thermo gravimetric analysis shows the delayed in char burning compared with that in air environment at the same oxygen concentration. As oxygen concentration increases, DTA profiles shift to lower temperature zone, combustion rate increases and burnout time gets shorter. Finer coal size is also give higher DTA peak that meaning higher coal temperature in oxy-fuel environment. Volatile combustion rate is faster than coarser size in sub-bituminous and bituminous coal. Based on DTA combustion profile with the coal size of <44µm, sub-bituminous coal has opportunity to use oxygen concentration below than 30% considering the peak of DTA curve so much higher than in air environment. Meanwhile, the bituminous coal needs at least 30% O<sub>2</sub>, because the peak on DTA curve is similar within air environment. Simulation on two different existing coal fired power plants is presented to evaluate the different of energy consumption in oxy-fuel coal fire power plant. The 400MW coal fired power plant is designed with sub-bituminous coal type and 700 MW with bituminous coal type. Oxy-fuel combustion environment has been simulated on the steam cycle of each type coal fired power plant. Based on this simulation, the potency for decreasing efficiency loss in oxy-fuel coal fired power plant can be predicted. The efficiency loss at 400 MW coal fired power plant in oxy-fuel environment of 21% O<sub>2</sub>/79% CO<sub>2</sub> and 30% O<sub>2</sub>/70% CO<sub>2</sub> are 15.9%, and 19.0%, respectively. Furthermore, the efficiency loss at 700 MW coal fired power plant in oxy-fuel environment of 21% O<sub>2</sub>/79% CO<sub>2</sub>, and 30% O<sub>2</sub>/70% CO<sub>2</sub> are 13.9%, and 17.8 %, respectively. Based on combustion test in TG-DTA, finer coal utilization with the coal size of <44 µm in oxy-fuel power plant has opportunity for reducing oxygen concentration, so that the efficiency loss in oxy-fuel coal fired power plant due to higher consumption on ASU can be minimized.