

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki cadangan batubara terbesar di kawasan Asia-Pasifik dan menjadi salah satu negara penghasil batubara terbesar di dunia. Berdasarkan data Badan Geologi Kementerian ESDM tahun 2020 yang tercantum dalam *Road Map* Pengembangan dan Pemanfaatan Batubara 2021-2045, disebutkan bahwa Indonesia memiliki total sumber daya batubara sebesar 143,73 miliar ton. Dari sisi produksi, Indonesia menyumbang 9,0% produksi batubara dunia di tahun 2019, sementara konsumsi batubaranya hanya 2,2% terhadap konsumsi batubara dunia. Namun perlu diingat bahwa sebagian besar batubara Indonesia merupakan batubara dengan kualitas kalori rendah dan sedang yang memiliki nilai ekonomi lebih rendah dibandingkan batubara kalori tinggi. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan nilai ekonomi batubara Indonesia. Salah satu cara yang di tempuh yaitu melalui proses hilirisasi batubara (Pahlevi *et al.*, 2024).

Salah satu proses hilirisasi batubara adalah karbonisasi. Karbonisasi merupakan proses pemanasan batubara tanpa oksigen pada suhu 600-800°C yang mengkonversi material organik menjadi residu yang kaya akan karbon melalui proses pirolisis. Proses ini akan melepaskan zat yang mudah terbakar, seperti CO, CH₄, H₂, formaldehida, metana, asam format dan asam asetat serta zat yang tidak terbakar seperti CO₂, H₂O dan tar cair. Produk utama dari karbonisasi ini adalah residu padat berupa semikokas, yang memiliki kandungan karbon tinggi dan dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai bahan bakar padat atau bahan baku dalam industri metalurgi dan kimia. Dengan demikian, proses karbonisasi tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan nilai kalor dan efisiensi energi batubara, tetapi juga memungkinkan pemanfaatan batubara secara lebih bersih dan berkelanjutan melalui pemisahan dan pemanfaatan komponen-komponen hasil pirolisisnya (Pahlevi *et al.*, 2024).

Industri batubara Indonesia menghadapi tantangan yang cukup kompleks, terutama dari sisi isu lingkungan dan kesulitan mendapatkan pendanaan untuk proyek-proyek batubara. Tekanan global terhadap energi fosil turut mempengaruhi penurunan daya saing batubara Indonesia, yang saat ini masih didominasi oleh pasar ekspor. Menyikapi hal tersebut, pemerintah terus mendorong kebijakan hilirisasi batubara sebagai upaya untuk meningkatkan nilai tambah dan menciptakan daya saing industri dalam negeri. Hilirisasi diharapkan mampu menghasilkan produk turunan batubara yang bernilai ekonomi tinggi dan dapat menjadi alternatif energi pengganti minyak serta gas

bumi, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap impor dan memperkuat devisa negara (Sofwan & Dayandini Hastiti Putri, 2025).

Salah satu bentuk nyata dari hilirisasi tersebut adalah produksi semikokas. Semikokas dihasilkan melalui proses karbonisasi batubara pada suhu menengah tanpa adanya oksigen, yang bertujuan untuk meningkatkan kadar karbon tetap dan nilai kalor, serta menurunkan kadar zat volatil dan kelembapan. Produk ini sangat potensial untuk menggantikan kokas metalurgi impor dalam industri logam, serta digunakan sebagai bahan bakar padat di berbagai sektor industri. Sejumlah fasilitas produksi semikokas telah dikembangkan di wilayah penghasil batubara seperti Kalimantan Selatan dan Kalimantan Utara, dengan kapasitas yang terus meningkat. Selain produk utama semikokas, proses karbonisasi juga menghasilkan produk samping seperti tar dan *Coke Oven Gas (COG)*, yang memiliki nilai ekonomi dan dapat dimanfaatkan dalam pembangkit listrik maupun industri kimia. Hal ini memperkuat posisi Indonesia dalam menciptakan sistem energi yang lebih mandiri dan berkelanjutan melalui pemanfaatan batubara (Prasetiyo *et al.*, 2018).

Semikokas memiliki peran strategis sebagai bahan bakar dan reduktor dalam berbagai proses industri, terutama dalam sektor metalurgi. Salah satu penggunaan utamanya adalah sebagai reduktan dalam *blast furnace* untuk proses pembuatan baja, di mana semikokas berfungsi untuk mengubah bijih besi menjadi logam besi. Selain itu, semikokas juga digunakan secara luas sebagai pemasok energi termal di berbagai sektor industri, termasuk industri semen, keramik, dan pembangkit energi berbasis padat. Untuk memastikan kesesuaian semikokas terhadap standar industri, khususnya dalam aplikasi smelter dan pabrik baja, kualitas semikokas dianalisis menggunakan metode analisis proksimat. Analisis proksimat digunakan untuk mengukur komposisi dasar seperti kadar abu, *fixed carbon*, zat terbang, dan kadar air. *Fixed carbon* yang tinggi menunjukkan kemampuan semikokas menghasilkan energi yang lebih besar, sementara kadar abu yang rendah penting untuk mencegah pembentukan slag berlebih dalam tungku (Sardi *et al.*, 2023)

Standar kualitas semikokas di industri tidak hanya ditentukan oleh hasil analisis proksimat seperti kadar air, abu, zat terbang, dan karbon tetap, tetapi juga mempertimbangkan parameter penting lainnya, yaitu nilai kalor dan ukuran partikel. Nilai kalor menentukan seberapa besar energi yang dapat dihasilkan oleh semikokas, sehingga semakin tinggi nilai kalor, semakin efisien pula penggunaannya sebagai bahan bakar atau reduktan. Sementara itu, ukuran partikel yang seragam dan sesuai dengan spesifikasi teknis proses memungkinkan aliran gas dan panas dalam reaktor berjalan optimal,

menghindari penyumbatan atau ketidakseimbangan reaksi termokimia. Ketiga aspek ini memiliki pengaruh langsung terhadap efisiensi proses pembakaran, kemampuan sebagai reduktor, serta stabilitas dan performa operasional dalam berbagai aplikasi industri, khususnya dalam sektor metalurgi seperti pada proses reduksi bijih besi di *blast furnace* (Yustanti, 2012).

Berdasarkan uraian di atas penulis meyakini bahwa Indonesia memiliki potensi besar dalam sektor batubara, dengan cadangan melimpah namun didominasi oleh batubara berkalori rendah hingga sedang. Untuk meningkatkan nilai tambah dan daya saing, diperlukan strategi hilirisasi melalui proses karbonisasi. Karbonisasi tidak hanya meningkatkan kualitas batubara menjadi semikokas dengan kandungan karbon tetap dan nilai kalor yang tinggi, tetapi juga menghasilkan produk samping yang bernilai ekonomi seperti *tar* dan *coke oven gas*. Semikokas memiliki peran penting sebagai bahan bakar dan reduktor dalam industri, khususnya sektor metalurgi, serta dapat menggantikan kokas impor. Kualitas semikokas ditentukan oleh analisis proksimat, nilai kalor, dan ukuran partikel, yang semuanya memengaruhi efisiensi pembakaran, kestabilan reaksi, serta performa dalam aplikasi industri. Oleh karena itu, pengembangan semikokas menjadi langkah strategis untuk mendukung ketahanan energi nasional, mengurangi ketergantungan impor, serta mendorong pemanfaatan batubara yang lebih bersih dan berkelanjutan di tengah tantangan lingkungan dan tekanan global terhadap energi fosil.

1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang ada, maka dalam kegiatan penelitian ini dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan kualitas produk semikokas?
2. Bagaimana menganalisis pengaruh suhu karbonisasi Batubara?
3. Bagaimana hubungan antara suhu karbonisasi dengan parameter kadar abu, *fixed carbon*, nilai kalor dan ukuran partikel semikokas?

1.3 Tujuan

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan untuk memenuhi beberapa tujuan, sebagai berikut:

1. Menentukan kadar abu, *fixed carbon*, nilai kalor dan ukuran partikel sebagai parameter kualitas produk semikokas.
2. Menganalisis pengaruh variasi suhu karbonisasi batubara terhadap kadar abu, *fixed carbon*, nilai kalor dan ukuran partikel pada semikokas yang dihasilkan.
3. Menganalisis hubungan antara suhu karbonisasi dengan parameter kadar abu, *fixed carbon*, nilai kalor dan ukuran partikel semikokas.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang didapat dari kegiatan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mahasiswa dapat menentukan analisis kadar abu, *fixed carbon*, nilai kalor dan ukuran partikel sebagai parameter kualitas produk semikokas.
2. Mahasiswa dapat menganalisis pengaruh berbagai variasi suhu karbonisasi batubara terhadap kualitas produk semikokas.
3. Mahasiswa dapat menganalisis hubungan antara suhu karbonisasi dengan kadar abu, *fixed carbon*, nilai kalor dan ukuran partikel semikokas

