



1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batubara merupakan salah satu komoditas penghasil energi terbesar di dunia. Menurut *International Energy Agency* (2019) batubara digunakan sebagai penghasil energi listrik yang memenuhi 38 % listrik dunia serta merupakan penghasil energi kedua terbesar setelah minyak. Penggunaan batubara tersebut akan menghasilkan residu yang salah satunya adalah abu terbang (*fly ash*). Abu terbang batubara berasal dari partikel-partikel sisa hasil pembakaran batubara (Wesche 2004). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014 abu terbang tergolong limbah hasil pembakaran serta termasuk limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3). Akan tetapi, karena penggunaan batubara yang sangat vital dan tentunya banyak pada bidang-bidang tertentu, maka limbah abu terbang akan terus dihasilkan dengan jumlah yang banyak pula. Menurut Lan dan Yuansheng (2007) untuk pembakaran 1 ton batubara akan menghasilkan sekitar 250 sampai 300 Kg abu terbang. Konversi batubara menjadi abu terbang yang besar tersebut mendorong pemanfaatan abu terbang sebagai bahan alternatif ataupun didaur ulang.

Abu terbang banyak dimanfaatkan sebagai bahan tambah diantaranya sebagai bahan tambahan semen atau beton. Abu terbang dapat digunakan sebagai bahan tambahan semen atau beton karena mempunyai ukuran partikel yang kecil dan mengandung komponen-komponen aditif untuk menguatkan beton. Menurut Thomas (2007) abu terbang batubara dapat digunakan sebagai komponen tambahan beton karena mengandung silika, besi, alumina, dan kalsium di dalamnya. Hal tersebut sesuai dengan prasyarat ASTM C 618 tentang penggunaan abu terbang sebagai bahan tambah yang di dalamnya tertera parameter penting seperti kelembapan atau kadar air, kadar hilang pijar (*Loss on Ignition/LOI*), kadar SO_3 , kadar CaO , dan kadar total SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 dari abu terbang.

Penggunaan abu terbang sebagai bahan tambahan semen atau beton mengacu kepada kandungan terbesar dalam abu terbang yang didominasi oleh unsur *glass* seperti silika terutama silika reaktif. Silika sangat penting dalam proses reaksi yang terjadi selama pengerasan beton serta kekuatan beton yang telah terbentuk. Hal ini karena silika dapat bereaksi dengan kalsium dalam keadaan berair membentuk senyawa kompleks polimer yang mempengaruhi kuat atau tidaknya beton (Hewlett dan Liska 2019). Unsur silika dalam semen merupakan salah satu penentu kualitas suatu semen karena pada umumnya dalam semen terdapat 19-24 % silika dalam SiO_2 (Broekman dan Polmann 2012). Pemenuhan kadar silika tersebut dilakukan dengan menambahkan bahan kaya silika pada porsi tertentu yang diantaranya adalah abu terbang. Porsi penambahannya harus memperhatikan kadar silika dalam abu terbang itu sendiri yang dapat ditentukan secara gravimetri dan disesuaikan dengan persyaratan ASTM C 618. Agar abu terbang yang ditambahkan dapat meningkatkan mutu dari semen atau beton maka dilakukan juga pengukuran kelembapan atau kadar air, kadar LOI, dan kadar SO_3 secara gravimetri.

1.3 Tujuan

Kegiatan bertujuan untuk menentukan kualitas abu terbang sebagai bahan tambahan semen atau beton berdasarkan kadar air, LOI, SO₃, dan SiO₂.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batubara

Batubara merupakan salah satu bahan bakar penghasil energi yang vital bagi bangsa negara. Batubara dihasilkan dari pelapukan organisme purba selama jutaan tahun. Menurut *World Coal Organization Assosiation* (2015) batubara adalah bahan bakar fosil yang berupa batuan organik mudah terbakar dalam bentuk sedimen dengan kandungan utama karbon, hidrogen, dan oksigen. Batubara berasal dari tumbuhan purba atau alga fitoplankton yang mengalami proses pembatubaraan (*coalification*). Proses pembatubaraan terjadi melalui beberapa tahap yang diawali dengan tanaman yang mati mengalami proses pembusukan secara lambat dan membentuk fosil karena tertutup lumpur atau tenggelam dalam rawa. Fosil tersebut selanjutnya akan berubah menjadi tanah gambut yang kemudian akan mengeluarkan unsur H, O, dan N dengan bantuan bakteri anaerobik. Tanah gambut selanjutnya mengalami proses biologi, kimia, dan fisika sehingga terbentuklah batubara yang semakin dalam dan semakin tinggi aktivitas biologi, kimia, fisik, serta usianya akan semakin tinggi kandungan karbon dan akan semakin turun kadar H, O, dan N dari batubara (Thomas LJ dan Thomas LP 2002).

Berdasarkan energi yang dihasilkan dan kualitasnya, batubara dikelompokkan menjadi empat kelompok besar yaitu kelompok *lignite*, *subbituminous*, *bituminous*, dan *anthracite* (Speeigh 2013). *Lignite (brown coal)* merupakan batubara yang berkualitas rendah dengan ciri kandungan karbon sekitar 25-35 %, energi yang dihasilkan di bawah 8300 BTU/lb, kelembapan bervariasi mulai 40% sampai 70 %, kadar abu tinggi, rendah sulfur dan mineral, berupa batubara muda, kandungan zat volatil tinggi, masih didapati fosil tumbuhan; dan lebih sering digunakan di pembangkit listrik tenaga uap (Gupta dan Raizi 2016). *Subbituminous (black coal)* merupakan batubara dengan kualitas yang lebih bagus dari *lignite* dengan ciri kelembapan yang lebih kecil 10-45 %, kadar karbon lebih tinggi 35-45 %, energi yang dihasilkan 8300-13000 BTU/lb, kadar sulfur lebih rendah dari *lignite*, kadar mineral dan zat volatil lebih tinggi dari *lignite*, proses pelapukan setelah *lignite*, lebih keras dari *lignite*; dan digunakan sebagai pembangkit listrik, industri semen, ataupun penggunaan industri lain (Gupta dan Raizi 2016). Batubara *Bituminous* merupakan batubara yang berwarna hitam dan kadang berkilau yang berciri lebih keras dari *subbituminous*, kelembapan lebih rendah dari *subbituminous* di bawah 17 %, kadar karbon yang tinggi sampai 85 %, energi yang dihasilkan 11000-15000 BTU/lb, kadar mineral yang lebih tinggi dari *subbituminous* sampai 12 %, mempunyai kandungan zat volatil bervariasi, kadar sulfur tinggi; dan paling sering digunakan terutama di bidang pembangkit energi, industri, dan metalurgi sebagai penghasil kokas (Gupta dan Raizi 2016). Batubara *anthracite* merupakan batubara dengan kualitas paling bagus dengan ciri kadar

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.