

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang sedang giat melakukan pembangunan infrastruktur seperti apartemen, hotel, *mall*, perkantoran, bahkan bangunan monumental seperti terowongan, bendungan dan proyek-proyek strategis berskala nasional lainnya. Material utama yang digunakan dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia salah satunya adalah beton. Dari segi material, beton memang memiliki keunggulan dari segi harga relatif murah, kuat tekan yang tinggi, mudah diangkut serta dicetak dan merupakan material yang tahan aus dan tahan api (Tjokrodinuljo, 1996). Banyaknya jumlah pembangunan tersebut berbanding lurus dengan meningkatnya permintaan terhadap beton. Di lain sisi, upaya untuk mengurangi limbah dari pengolahan kekayaan alam sangat diperhatikan, kemudian banyak upaya untuk menerapkan teknologi ramah lingkungan (*Green Technology*), bangunan ramah lingkungan (*Green Building*) yang mengadopsi *triple zero* yaitu *zero emission*, *zero energy* dan *zero waste* demi bangunan yang ramah lingkungan.

Beton adalah “campuran antara semen *portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat (BSN, 2002).” Sedangkan beton HVFA (*High Volume Fly ash*) merupakan inovasi untuk memaksimalkan penggunaan limbah *fly ash* untuk menyubstitusi semen dalam pembuatan beton. Menurut Sivasundaram dkk. (1990) mengganti rasio semen di atas 30% dengan *fly ash* sudah mendefinisikan beton HVFA, namun mengganti rasio semen sebanyak 40% menjadi batas maksimum atas substitusi *fly ash* terhadap semen. Kuantitas substitusi semen 40% juga telah ditetapkan di banyak kasus dan beberapa penelitian meyakini bahwa beton HVFA memiliki kuantitas *fly ash* lebih dari 50%. Bilodeau dkk. (1994) juga menyatakan penggunaan *fly ash* pada beton berkisar antara 55-60% dari berat semen. Dari teori yang disebutkan beberapa jurnal di atas dapat disimpulkan bahwa beton HVFA tidak mengikuti rekomendasi ACI dalam penggunaan *fly ash* antara 15-35% dari berat semen.

Permintaan dan produksi semen dunia semakin meningkat dengan estimasi total pengeluaran semen di dunia lebih dari 3 milyar ton pada tahun 2009 dan angka tersebut semakin meningkat selama 2010 dan 2011 (Feiz dkk, 2015). Tahun 2012 total produksi semen mencapai sekitar 3,6 milyar ton (Rashad, 2015). Anand dkk (2006) menyatakan selain gas emisi CO₂, industri semen juga menghasilkan SO₂ dan NO_x yang dapat menjadi sebab efek rumah kaca dan hujan asam. Diantara efek gas rumah kaca, CO₂ berkontribusi sekitar 65% dari pemanasan global. Komunitas peneliti melaporkan bahwa temperatur global akan mencapai 1,4-5,8^oC untuk 100 tahun ke depan (Rehan dan Nehdi, 2005).

Manz (1980) melaporkan perkiraan produksi abu batu bara mencapai 278.443 juta ton pada tahun 1977 dan baru sekitar 14% dari total abu dimanfaatkan. Manz (1993) melaporkan estimasi produksi dari abu batu bara pada tahun 1989 mencapai sekitar 562 juta ton, 16,1% dimanfaatkan, sementara sisanya dibuang di tempat pembuangan. Produksi tahunan abu batu bara di seluruh dunia diperkirakan mencapai sekitar 600 juta ton dengan *fly ash* merupakan sekitar 500 juta ton pada 75-80% dari total produksi abu (Ahmaruzzaman, 2010). Bakharev (2005) melaporkan sekitar satu juta ton dari *fly ash* telah diproduksi setiap tahun di seluruh dunia pada pembangkit listrik tenaga uap berbahan bakar batu bara. Hanya sebagian kecil dari abu batu bara yang digunakan (20-30%), sisanya menjadi ditimbun dan permukaannya memiliki potensi resiko polusi udara serta pencemaran air (Fermández-Jiménez dan Palomo, 2005).

Abu batu merupakan produk atau hasil sampingan dari industri pemecah batu split (*stone crusher*) yang jumlahnya tidak sedikit, sehingga limbah abu batu *stone crusher* menjadi salah satu limbah yang perlu diupayakan penanganannya. Di Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah terdapat banyak industri batu pecah atau batu split yang menghasilkan limbah abu batu *stone crusher*. Salah satu industri tersebut yaitu PT. Bumi Berkah Mandiri yang menghasilkan limbah abu batu *stone crusher* tiap tahun. Namun belum ada penanganan yang optimal untuk mengurangi limbah tersebut.

Dikarenakan berbagai permasalahan lingkungan yang timbul dari industri semen, serta penanganan limbah yang kurang maksimal dari limbah batu bara (*fly ash*) dan industri pemecah batu split (*stone crusher*), maka perlu dilakukan

penelitian mengenai beton HVFA dengan substitusi limbah abu batu *stone crusher* terhadap agregat halus. Mutu beton HVFA dapat ditingkatkan dengan memberikan bahan tambah, berupa *superplasticizer* untuk menaikkan nilai kuat tekan beton awal dengan cara memperbaiki nilai *slump* pada beton sehingga dapat dihasilkan beton dengan kuat tekan yang telah direncanakan. Namun, beton dengan substitusi *fly ash* pada semen berdampak pada kelekatan agregat dan dapat menurunkan kuat tekan beton. Penggunaan *zat additive* berupa *silica fume* dapat menjadi solusi dari permasalahan kelekatan antar agregat yang rendah karena *silica fume* yang dipakai mengandung lebih dari 75% silika.

Penelitian ini juga diharapkan dapat mengurangi permasalahan lingkungan yang ditimbulkan *fly ash* dan limbah abu batu *stone crusher*. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan mampu menekan biaya produksi beton sehingga lebih ekonomis tanpa mengesampingkan mutu beton yang dihasilkan.

1.2. Rumusan Masalah

- a. Berapa variasi limbah abu batu *stone crusher* yang paling tepat untuk menghasilkan kuat tekan optimum dalam pembuatan beton HVFA?
- b. Berapa kuat tekan yang dapat diterima beton HVFA akibat substitusi agregat halus (pasir) terhadap limbah abu batu *stone crusher* dalam pembuatan beton HVFA dengan variasi campuran 0%, 10%, 15% dan 20% pada umur beton 14, 28 dan 56 hari?

1.3. Tujuan Penelitian

- a. Variasi limbah abu batu *stone crusher* yang paling tepat untuk menghasilkan kuat tekan optimum dalam pembuatan beton HVFA
- b. Kuat tekan beton HVFA akibat substitusi agregat halus (pasir) terhadap limbah abu batu *stone crusher* dalam pembuatan beton HVFA dengan variasi campuran 0%, 10%, 15% dan 20% pada umur beton 14, 28 dan 56 hari.
- c. Mendapatkan pengaruh umur beton terhadap kuat tekan beton HVFA.

1.4. Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian diperlukan agar penulisan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan utama. Berdasarkan rumusan masalah, lingkup penelitian tugas akhir ini dibatasi sebagai berikut ini.

- a. Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- b. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat beton berumur 14, 28 dan 56 hari.
- c. Substitusi limbah batu bara (*fly ash*) sebesar 40% dari berat semen.
- d. Substitusi komposisi agregat halus limbah abu batu *stone crusher* sebesar 0, 10%, 15% dan 20% terhadap agregat halus (pasir).
- e. Penggunaan bahan tambah *zat additive* berupa *superplastisizer* sebesar 0,5% berasal dari merek Sika.
- f. Penggunaan bahan tambah *zat additive* berupa *silica fume* sebesar 15% berasal dari merek Sika.
- g. Limbah abu batu *stone crusher* berasal dari PT. Bumi Berkah Mandiri Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah.
- h. Agregat kasar berupa kerikil yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta.
- i. Agregat halus berupa pasir yang berasal dari Sungai Progo, Kulon Progo, Yogyakarta.
- j. Limbah abu batu bara (*fly ash*) berasal dari CV. Lestari.
- k. Metode perawatan beton (*curing*) dengan cara direndam dalam air selama 14, 28 dan 56 hari.
- l. Cetakan beton menggunakan silinder baja dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
- m. Pengujian kuat tekan beton menggunakan alat *Compression Testing Machine* dengan merek Hung Ta pada umur beton 14, 28 dan 56 hari.
- n. Setiap variasi dibuat 6 sampel benda uji.

1.5. Manfaat Penelitian

- a. Mengurangi limbah abu batu bara berupa *bottom ash* dan *fly ash* yang dihasilkan oleh industri maupun pembangkit listrik.
- b. Mengurangi limbah abu batu *stone crusher* yang dihasilkan oleh industri batu split PT. Bumi Berkah Mandiri Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah.
- c. Mengurangi pencemaran yang dihasilkan limbah abu batu bara dengan mengoptimalkan penggunaannya.

- d. Mengurangi pencemaran yang dihasilkan limbah abu batu *stone crusher* dengan mengoptimalkan penggunaannya.
- e. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya yang membahas mengenai limbah abu batu bara sebagai bahan alternatif untuk mengurangi penggunaan semen.
- f. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya yang membahas mengenai limbah abu batu *stone crusher* sebagai bahan alternatif untuk mengurangi penggunaan agregat halus (pasir).
- g. Menghasilkan beton HVFA dengan kuat tekan yang tinggi.