

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan jumlah penduduk terbesar di dunia. Laju pertumbuhan penduduk yang semakin pesat menyebabkan kebutuhan akan energi listrik terus meningkat. Berbagai upaya pemanfaatan energi alternatif dilakukan oleh pemerintah Indonesia, antara lain dengan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Dengan adanya pembangkit listrik tersebut, tidak hanya menyelesaikan permasalahan energi, akan tetapi juga menambah permasalahan baru, yaitu limbah yang dihasilkan. Salah satu limbah yang dihasilkan oleh PLTU adalah limbah abu terbang (*fly ash*).

Menurut Jarman (2016), pembangunan PLTU akan digalakkan hingga tahun 2025 mengingat komposisi gabungan energi untuk pembangkit listrik dari batu bara direncanakan mencapai 56,97% dari total pembangkit listrik. Kebutuhan batu bara saat ini sebesar 87,7 juta ton untuk PLTU. Jumlah ini meningkat seiring dengan adanya program pemerintah 35.000 MW, sehingga untuk tahun 2019 diperkirakan kebutuhan batu bara meningkat menjadi 166,2 juta ton. Jika limbah abu batu bara *fly ash* dan *bottom ash* dihasilkan sekitar 5%, maka limbah yang dihasilkan mencapai 8,31 juta ton di tahun 2019 (sumber: <http://www.djk.esdm.go.id>).

*Fly ash* adalah limbah padat hasil pembakaran batu bara berupa butiran yang lebih halus dibandingkan dengan semen dan termasuk ke dalam salah satu

Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Oleh karena itu limbah tersebut perlu diolah atau dimanfaatkan menjadi bahan yang lebih bermanfaat dan tidak berbahaya bagi manusia maupun lingkungan.

Menurut berbagai penelitian sebelumnya, limbah *fly ash* telah banyak dimanfaatkan dalam bidang konstruksi seperti bahan tambah pembuatan beton, bata ringan, batako, *paving block*, dan keramik. Dalam pembuatan beton, *fly ash* banyak digunakan sebagai *filler* dan material *pozzolan* maupun sebagai bahan substitusi semen ( $\pm 20\%$  berat semen), substitusi agregat halus, hingga bahan *mineral additive* karena butiran yang sangat halus (lolos saringan #200). Penelitian lebih lanjut bahkan menyebutkan bahwa *fly ash* dapat menggantikan semen dalam jumlah besar ( $\pm 50\%$  berat semen) dalam pembuatan beton, atau yang lebih dikenal dengan beton *High Volume Fly Ash* (HVFA).

*Fly ash* memiliki beberapa keunggulan sebagai bahan substitusi semen. Seperti yang telah disebutkan diatas bahwa dengan pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan bangunan dapat membantu mereduksi limbah batubara yang disisakan oleh PLTU. Selain itu juga telah diketahui bahwa gas karbon CO<sub>2</sub> yang berlebih saat ini menyebabkan pemanasan global (*Global Warming*) di bumi. Sekitar 5% - 6% emisi gas karbon disumbangkan oleh produksi semen di seluruh dunia yang terjadi pada saat proses de-karbonisasi batu kapur menjadi kapur, dan pada saat pembakaran bahan bakar fosil untuk memanaskan reaktor Kiln (sumber: <http://www.sementigaroda.com>). Maka, *fly ash* sebagai substitusi semen dapat menjadi solusi permasalahan limbah batubara pada PLTU dan alternatif bahan konstruksi yang lebih ramah lingkungan. Kemudian jika dilihat dari segi ekonomi,

harga *fly ash* relatif jauh lebih murah dibandingkan dengan semen. Harga per zak (40 kg) *fly ash* tipe F di Yogyakarta adalah Rp 28.000,00, sedangkan harga per zak (40 kg) semen *portland* di Yogyakarta adalah kisaran Rp 48.000,00 – Rp 58.000,00 (sumber: <http://pip2bdy.com>). Maka, beton dengan kandungan *fly ash* sebagai substitusi semen memiliki biaya produksi yang lebih murah sehingga dapat menekan biaya konstruksi.

Dengan berbagai keunggulan *fly ash* dibandingkan dengan semen yang telah disebutkan diatas. Maka, pada penelitian ini akan dibahas tentang beton *High Volume Fly Ash* (HVFA) substitusi semen dengan kadar *fly ash* tinggi (>50% dari berat semen) dengan *water/binder ratio* yang rendah. Selain itu, akan ditambahkan *superplasticizer* Sika<sup>®</sup> Viscocrete<sup>®</sup> - 1003 dengan kadar yang tetap. Bahan tambah kimia tersebut merupakan *superplasticizer* yang berfungsi menaikkan *workability* adukan beton, mereduksi penggunaan air, dan meningkatkan kuat tekan beton pada umur beton 28 hari dan 56 hari.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang muncul dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Berapa kadar optimal *fly ash* pada beton *High Volume Fly Ash* (HVFA) substitusi semen dengan kadar *superplasticizer* yang tetap dan *water/binder ratio* yang rendah?
2. Apakah terjadi penurunan kuat tekan pada beton *High Volume Fly Ash* (HVFA) substitusi semen seiring dengan peningkatan kadar *fly ash*? Jika

terjadi penurunan, berapa persen penurunan kuat tekan beton pada setiap variasi yang terjadi, dan bagaimana trend line-nya?

### 1.3 Batasan Masalah

Dengan pertimbangan luasnya lingkup permasalahan dan keterbatasan waktu pada penelitian ini, maka diperlukan suatu batasan masalah. Batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut ini.

1. *Mix design* yang digunakan pada penelitian ini adalah *mix design* beton mutu tinggi SNI 03-6468-2000.
2. Nilai *water/binder ratio* yang digunakan adalah sebesar 0,33.
3. Benda uji berupa silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dan silinder beton dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm.
4. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan beton pada umur beton 28 hari dan 56 hari, dan modulus elastisitas beton pada umur beton 28 hari.
5. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah beton dengan kadar *fly ash* substitusi semen 0% dan kadar *superplasticizer* 0,6% dari berat *binder*.
6. Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi beton dengan kadar *fly ash* substitusi semen 50%, 60%, dan 70% dan kadar *superplasticizer* 0,6% dari berat *binder*.
7. *Superplasticizer* yang digunakan adalah *superplasticizer* tipe P dengan merek Sika<sup>®</sup> Viscocrete<sup>®</sup> - 1003.
8. *Fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* tipe F yang berasal dari PLTU Paiton, Jawa Timur.

9. Semen yang digunakan adalah *Portland Pozzolan Cement* (PPC) dengan merek Semen Gresik kemasan 40 kg.
10. Agregat kasar yang digunakan berupa *split* berasal dari Clereng dalam keadaan SSD berdiameter  $\leq 10$  mm.
11. Agregat halus yang digunakan berupa pasir alam berasal dari Kali Progo dalam keadaan SSD dengan gradasi 0,125 – 0,5 mm.
12. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

#### **1.4 Keaslian Tugas Akhir**

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh (Herbudiman dan Akbar, 2015) yang tertulis dalam jurnal berjudul “Kajian Korelasi Rasio-Air-Powder dan Kadar Abu Terbang terhadap Kinerja Beton *High Volume Fly Ash*”. Penelitian tersebut lebih ditekankan pada korelasi kadar *fly ash* 30%, 40%, 50%, dan 60% dengan *water/binder ratio* 0,35 dan 0,45 terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, dalam penelitian ini lebih ditekankan pada korelasi kadar *fly ash* 50%, 60%, dan 70% dengan kadar *superplasticizer* Sika<sup>®</sup> Viscocrete<sup>®</sup> - 1003 0,6% dan *water/binder ratio* 0,33 terhadap kuat tekan beton *High Volume Fly Ash* (HVFA) substitusi semen, agar didapatkan kadar optimal *fly ash*. Dengan kadar *fly ash*, *water/binder ratio*, dan *superplasticizer* dengan merek dan kadar yang berbeda. Maka, penelitian ini belum pernah dilakukan sebelumnya.

### **1.5 Tujuan Tugas Akhir**

Dalam penelitian ini terdapat tujuan yang ingin dicapai oleh penulis. Tujuan tersebut adalah sebagai berikut ini.

#### 1. Tujuan Umum

Mengetahui korelasi kadar *fly ash* pada beton *High Volume Fly Ash* (HVFA) substitusi semen dengan kadar *superplasticizer* Sika<sup>®</sup> Viscocrete<sup>®</sup> - 1003 yang tetap dan *water/binder ratio* yang rendah terhadap kinerja beton.

#### 2. Tujuan Khusus

- a. Mendapatkan kadar optimal *fly ash* pada beton *High Volume Fly Ash* (HVFA) substitusi semen dengan tambahan *superplasticizer* Sika<sup>®</sup> Viscocrete<sup>®</sup> - 1003.
- b. Mengetahui kuat tekan dan modulus elastisitas beton dengan variasi kadar *fly ash* pada beton *High Volume Fly Ash* (HVFA) substitusi semen dengan tambahan *superplasticizer* Sika<sup>®</sup> Viscocrete<sup>®</sup> - 1003.

### **1.6 Manfaat Tugas Akhir**

Manfaat yang dapat diperoleh dengan adanya penelitian ini yaitu sebagai berikut ini.

1. *Superplasticizer* Sika<sup>®</sup> Viscocrete<sup>®</sup> - 1003 dapat dijadikan sebagai bahan tambah alternatif dalam beton *High Volume Fly Ash* (HVFA) dengan *water/binder ratio* yang rendah.
2. Pengembangan teknologi bahan bangunan dan referensi penelitian sejenis.
3. Pengurangan limbah batu bara melalui pemanfaatan sebagai campuran beton.