

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara penghasil batubara terbesar ke-2 di dunia setelah China. Cadangan batubara yang dimiliki Indonesia jumlahnya sangat melimpah. Produksi batubara secara nasional berdasarkan catatan data statistik yang dikeluarkan oleh Badan Geologi, kementerian ESDM tahun 2016, total sumber daya batubara yang dimiliki Indonesia mencapai 6.233 Juta ton dengan total cadangan sebesar 3.155 Juta ton yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia (ESDM,2016). Hal tersebut menyebabkan banyaknya industri maupun pembangkit listrik di Indonesia yang menggunakan bahan bakar batubara. Pada tahun 2013 penggunaan batubara tercatat sebanyak 42% dan meningkat pada tahun 2014 menjadi 48% dari total penggunaan seluruh sumber energi. Penggunaan batubara selalu meningkat tiap tahun dikarenakan jumlahnya yang cukup melimpah dan harganya relatif murah jika dibandingkan dengan bahan bakar lainnya. Penggunaan batubara dalam industri berdampak pada munculnya limbah berupa karbon dioksida, abu layang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*) (Wijaya dkk, 2016). Pada penelitian yang dilakukan Julharmito, dkk. (2015) menjelaskan bahwa abu layang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*) masuk dalam golongan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) dikarenakan memiliki kandungan logam berat seperti Nikel, Vanadium, Arsenic, Beryllium, Kadmium, Barium, Krom, Tembaga, Seng, Timbal, Selenium dan Radium. Bahan tersebut, berbahaya jika tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut bagi lingkungan maupun kehidupan yang lainnya.

Disisi lain perkembangan dan peningkatan sektor konstruksi di Indonesia sangat cepat. Berdasarkan data Badan Statistik Nasional (BPS) pada tahun 2016 ke tahun 2017 indeks pertumbuhan pembangunan dan konstruksi di Indonesia mengalami peningkatan. Indeks nilai pertumbuhan pembangunan dan konstruksi pada triwulan II di tahun 2016 tercatat sebesar 203,91 sedangkan pada tahun 2017 tercatat sebesar 224,50. Dengan meningkatnya sektor konstruksi,kebutuhan akan

beton di Indonesia semakin meningkat pula. Meningkatnya kebutuhan beton berdampak pada penggunaan semen sebagai bahan dasar pembuatan beton ikut meningkat. Penelitian yang dilakukan Cahyadi dan Priadmodjo (2012) mengenai dampak kerusakan alam yang diakibatkan proses penambangan bahan utama semen portland yaitu batu kapur memiliki dampak negatif terhadap rusaknya kawasan resapan air dan fungsi utama kawasan *karst* yaitu sebagai paru-paru bumi untuk menyerap karbondioksida di udara. Pada proses pembuatan semen portland atau semen konvensional menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan yaitu pada proses pembakaran ditungku *rotary kiln* bahan bakar yang digunakan adalah batubara yang mengeluarkan gas sulfide dan CO<sub>2</sub> sebesar 50% ke udara yang menimbulkan efek rumah kaca. Dimana dalam satu ton produksi semen Portland akan menghasilkan satu ton gas karbon dioksida yang dilepaskan di atmosfer bumi (Adi dkk, 2018). Untuk mengurangi emisi gas CO<sub>2</sub> akibat pembuatan semen Portland dan mengatasi dampak buruk yang dapat merusak lingkungan serta dalam upaya memperbaiki permasalahan *durabilitas* pada material beton yang menggunakan semen, sudah saatnya perlu dilakukan inovasi pengganti semen dan ketergantungan pada semen Portland (Amin dkk, 2018). Menurut Dewi (2017) seiring dengan perkembangan dunia teknologi beton saat ini, para peneliti serta pelaksana teknis mengarah pada penggunaan beton geopolimer dimana manfaat utamanya adalah pengganti semen sebagai bahan pengikatnya.

Geopolimer merupakan bahan atau material anorganik yang disintesa melalui proses polimerisasi. Geopolimer yang dihasilkan dari proses reaksi kimia antara Silika (Si) dan Aluminium (Al) yang diaktifkan oleh larutan alkali untuk menghasilkan *binder* (Davidovits, 2011). Geopolimer juga bisa dibidang termasuk material yang ramah lingkungan karna pada proses pembuatannya tidak membutuhkan pembakaran bersuhu tinggi, sehingga dapat menghemat energi dan mengurangi emisi gas *sulfide* dan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan (Setyani, 2017). Pada umumnya tahapan pembuatan geopolimer terbuat dari limbah *fly ash* sebagai sumber alumina silikat dilakukan dengan caramencampurkan larutan NaOH dan Sodium Silikat sebagai *alkali activator* (Pambudi, 2017). Penelitian pembuatan geopolimer yang dilakukan Surja dkk (2018) berbahan dasar *fly ash tipe C* yang

berasal dari sisa pembakaran batubara PLTU di Paiton Probolinggo Jawa Timur dengan kandungan kalsium (CaO) yang tinggi bisa menyebabkan terjadinya *flash setting*. Selain itu ada berbagai faktor lain yang mempengaruhi terjadinya *flash setting* seperti reaktivitas dari *fly ash* dan ukuran dari partikel *fly ash* (Wijaya dkk, 2016). Penelitian yang dilakukan Musa (2017) geopolimer cenderung memiliki *workability* yang rendah dikarenakan geopolimer memiliki sifat lengket dan cepat mengeras dalam waktu yang singkat. Dalam proses pembuatannya bahan dasar untuk beton geopolimer menggunakan bahan-bahan buangan atau limbah industri dan pembangkit listrik dimana tidak memerlukan energi terlalu besar dalam pemrosesannya sehingga sangat ramah lingkungan. Salah satu bahan limbah yang digunakan dalam pembuatan geopolimer adalah abu terbang *fly ash*. *Fly ash* yang berasal dari abu sisa pembakaran batubara mengandung bahan yang bersifat pozzolan (Surja dkk, 2018). Menurut penelitian yang dilakukan Musa (2017) pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan perekat mampu mengurangi penggunaan Semen *Portland* dan dapat mengurangi limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yaitu *fly ash* di lingkungan.

Dari studi literatur beberapa penelitian diatas geopolimer memiliki beberapa kekurangan. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan Musa (2017) dan Surja dkk (2018) geopolimer akan mengeras dengan cepat atau *flash setting* sehingga dapat mempersulit dalam proses pengerjaannya atau *workability*. Dengan adanya kekurangan tersebut pada penelitian ini dilakukan variasi pembuatan geopolimer berbahan dasar *fly ash* dari PLTU Paiton Probolinggo Jawa Timur untuk menentukan faktor – faktor yang dapat mempengaruhi *setting time* dan kuat tekan geopolimer. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengaruh konsentrasi aktivator, zat *additive* dan persentase zat *additive*. Evaluasi pengaruh variabel penelitian geopolimer menggunakan eksperimen secara bertahap. Tahapan pertama melakukan eksperimen dengan perbedaan konsentrasi dari aktivator dengan variabel 2 dan 3 yang sama. Tahapan kedua melakukan eksperimen dari hasil terbaik yang didapatkan dari tahapan pertama dengan menambahkan zat *additive* yang berbeda dengan variabel 1 dan 3 yang sama. Tahapan ketiga melakukan eksperimen dari hasil terbaik yang didapatkan

dari tahapan pertama dan kedua dengan menambahkan perbedaan persentase zat *additive* dari berat *fly ash* yang digunakan dengan variabel 1 dan 2 yang sama.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh perbedaan konsentrasi aktivator terhadap *setting time* dan kuat tekan beton geopolimer ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan zat *additive* terhadap *setting time* dan kuat tekan pada beton geopolimer ?
3. Bagaimana komposisi campuran bahan pembuat geopolimer yang optimal untuk menghasilkan *setting time* yang lama dan memiliki kuat tekan yang tinggi ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah, didapatkan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi aktivator terhadap *setting time* dan kuat tekan pada beton geopolimer.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan zat *additive* terhadap *setting time* dan kuat tekan pada beton geopolimer.
3. Menentukan komposisi campuran bahan pembuat beton geopolimer yang optimal untuk menghasilkan *setting time* yang lama dan memiliki kuat tekan yang tinggi.

### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Material utama pembentuk geopolimer adalah *Fly ash* tipe C yang berasal dari PLTU Paiton Probolinggo Jawa Timur yang didapat dari Laboratorium Fisika PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Gresik.

2. *Alkaline activator* yang digunakan adalah Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ).
3. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ .
4. Proses *curing* benda uji kuat tekan dilakukan dengan metode *Plastic Wrap Curing*.
5. Pasir yang digunakan dengan ayakan ukuran #10.
6. Pengujian kuat tekan geopolimer dilakukan pada umur 7 hari.
7. Pengujian *setting time* geopolimer menggunakan alat *vicat needle* yang ada di lab Fisika Universitas Internasional Semen Indonesia.
8. Pengujian kuat tekan geopolimer menggunakan alat uji kuat tekan digital yang ada di lab Fisika Semen PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Gresik.
9. Pengadukan masing – masing *mix design* dilakukan selama 1 menit.

### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mampu memanfaatkan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yaitu *fly ash* dari hasil pembakaran batubara yang ada di lingkungan.
2. Mampu menghasilkan suatu inovasi baru dalam hal teknologi perekat selain Semen *Portland* yang lebih ramah lingkungan.
3. Menghasilkan penelitian yang dapat dijadikan referensi dalam pengembangan atau penelitian selanjutnya terkait dengan geopolimer.