

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki jumlah penduduk terbesar nomor empat di dunia. Di era globalisasi saat ini, Indonesia selalu melakukan pengembangan di segala aspek infrastruktur agar laju pertumbuhan ekonomi dapat berkembang. Laju perkembangan ekonomi menyebabkan perkembangan industri konstruksi meningkat cukup pesat, akibatnya pembangunan infrastruktur terjadi dimana-mana. Dalam proses pembangunan, material beton paling sering digunakan. Bahan penyusun beton pada umumnya terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan tidak jarang digunakan juga bahan tambah untuk mendapatkan mutu beton yang lebih baik. Semen masih menjadi elemen penting dalam proses pembuatan beton karena fungsinya sebagai bahan pengikat (*binder*). Namun, terdapat sisi negatif terhadap lingkungan dari penggunaan semen. Proses produksi semen *portland* menghasilkan emisi gas CO₂ yang besar (dalam 1 ton *klinker* semen *portland* menghasilkan ±1 ton CO₂) (Davidovits, 1994). Tingginya emisi gas CO₂ yang dihasilkan dari pembuatan semen berdampak pada meningkatnya pemanasan global atau sering disebut dengan efek rumah kaca. Maka dari itu banyak inovasi – inovasi yang dilakukan oleh para peneliti untuk dapat mengurangi bahkan menggantikan penggunaan semen dalam campuran beton.

Pasta geopolimer merupakan pasta yang dikembangkan oleh para peneliti dengan menggantikan penggunaan pasta semen dalam campuran beton. Beton

geopolimer terbentuk dari reaksi polimerisasi antara senyawa silika (Si) dan alumina (Al) dengan natrium silikat (Na_2SiO_3) dan natrium hidroksida (NaOH) sebagai pengikat (Davidovits, 1999). Material – material yang memiliki unsur silika (Si) dan alumina (Al) dapat digunakan sebagai bahan penyusun beton geopolimer, seperti *fly ash* dan *ground granulated blast furnace slag*.

Ground granulated blast furnace slag (GGBFS) merupakan limbah residu pembakaran pada tanur (*furnace*) dari proses pemurnian baja yang dihasilkan dari industri besi ataupun baja. Limbah GGBFS masuk ke dalam kategori limbah B3 yang cukup berbahaya terhadap lingkungan karena dapat mencemari udara disekitar dan jika terhirup oleh makhluk hidup dapat menyebabkan kerusakan pada organ paru – paru, maka dari itu penting untuk dilakukan pemanfaatan terhadap limbah tersebut. Limbah GGBFS mengandung unsur utama berupa kalsium, aluminium, dan silika yang memiliki komposisi kimia tidak berbeda dengan bahan – bahan mineral alami, sehingga selain limbah GGBFS dapat digunakan sebagai bahan penyusun dalam pembuatan beton geopolimer dan mengurangi penggunaan semen, lingkungan juga tidak akan tercemar oleh limbah. Larutan alkali yang biasa digunakan dalam pembuatan beton geopolimer adalah natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH) dengan natrium silikat (Na_2SiO_3) (Lloyd dan Rangan, 2010).

Tingkat pengerjaan beton segar yang dimiliki oleh beton geopolimer lebih rendah dibanding beton normal berbasis semen *portland* karena waktu set yang sangat singkat (Abdullah dkk, 2015). Hingga saat ini belum ada standar *setting time* yang dijadikan acuan pada beton geopolimer. Banyak faktor yang dapat

mempengaruhi *setting time* beton geopolimer diantaranya komposisi kandungan unsur – unsur pada limbah yang digunakan sebagai bahan dasar. Selain itu, penggunaan sodium silikat dalam jumlah banyak dapat mempercepat *final setting*. Namun, jika sodium silikat digunakan dalam takaran tertentu dapat memperlambat waktu set beton geopolimer (Abdullah dkk, 2015). Dalam penelitian ini penulis akan menganalisa pengaruh variasi perbandingan alkali aktivator terhadap proses pengerjaan beton segar, *setting time*, dan sifat mekanik beton geopolimer berbasis GGBFS.

1.2. **Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan permasalahan yang akan dikaji adalah sebagai berikut :

1. Mengkaji bagaimana pengaruh variasi perbandingan alkali aktivator, dengan variasi perbandingan natrium silikat (Na_2SiO_3) dan natrium hidroksida (NaOH) sebesar 3:2, 4:2, dan 5:2 terhadap proses pengerjaan beton segar, *setting time* dan sifat mekanik beton geopolimer berbasis GGBFS.

1.3. **Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, terdapat batasan – batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain:

1. Konsentrasi molaritas natrium hidroksida (NaOH) yang digunakan sebesar 8M.
2. Perbandingan aktivator antara massa larutan Na_2SiO_3 (natrium silikat) dan natrium hidroksida (NaOH) adalah 3:2, 4:2, dan 5:2.

3. Perbandingan volume antara GGBFS dan aktivator yang digunakan adalah 74% : 26%.
4. Aktivator digunakan 24 jam setelah dicampur.
5. Perbandingan antara agregat dan binder yang digunakan adalah 70% : 30%.
6. Perbandingan antara agregat kasar dan agregat halus adalah 65% : 35%.
7. Natrium silikat (Na_2SiO_3) dan natrium hidroksida (NaOH) yang digunakan merupakan jenis teknis.
8. Limbah GGBFS (*Ground Granulated Blast Furnace Slag*) merupakan bahan utama dalam penelitian ini.
9. GGBFS yang digunakan didapat dari PT. Krakatau Semen Indonesia.
10. Penelitian ini menggunakan *aquades* untuk melarutkan natrium hidroksida (NaOH). *Aquades* yang digunakan didapat dari toko bahan kimia.
11. Jumlah benda uji sebanyak 30 buah silinder, 6 buah balok, dan 3 buah silinder *vicat*.
12. Silinder dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm untuk uji kuat tekan, silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm untuk uji tarik belah dan modulus elastisitas, balok dengan panjang 500 mm, lebar 100 mm, dan tinggi 100 mm untuk uji kuat lentur (*modulus of rupture*), silinder *vicat* dengan diameter 60 mm dan tinggi 40 mm untuk uji *setting time*.
13. Agregat halus berupa pasir berasal dari Kali Progo, Yogyakarta.

14. Agregat kasar berupa kerikil yang didapat dari Clereng, Kulon Progo dengan variasi ukuran butir maksimum berdiameter 5 mm.
15. Metode *curing* yang digunakan dengan metode *dry curing* dan *ambient curing*. Setelah dibuat benda uji akan dibiarkan dalam cetakan selama 24 jam, lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 60° C selama 24 jam. Setelah itu dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam plastik lalu ditutup rapat sampai umur beton yang ditentukan.
16. *Mix design* dibuat dengan metode pendekatan perbandingan volume dan massa.
17. Pengujian dilakukan pada umur 7 dan 28 hari.
18. Alat yang digunakan untuk menguji benda uji berupa *Compression Testing Machine* (CTM) merk ELE dan *Universal Testing Machine* (UTM) merk Shimadzu.

1.4. Keaslian Tugas Akhir

Berdasarkan hasil studi literatur mengenai beton geopolimer terdapat beberapa penelitian yang pernah dilakukan, Abdullah dkk pada tahun 2015 meneliti mengenai efek dari rasio alkali aktivator terhadap sifat mekanik beton geopolimer berbasis *fly ash* dan trass sebagai *filler*, dalam penelitian Abdullah mencoba memvariasikan perbandingan aktivator, digunakan perbandingan aktivator sebesar 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5. Kemudian penelitian yang dilakukan Qomariah (2011) meneliti mengenai pengaruh rasio aktivator terhadap performa dari beton geopolimer berbasis *fly ash* tipe F, dalam penelitian tersebut divariasikan rasio aktivator, dan digunakan rasio sebesar 1,5; 2,0; dan 2,5.

Pada tahun 2018, Padmanaban dkk meneliti mengenai beton geopolimer berbasis GGBFS (*Ground Granulated Blast Furnace Slag*) dalam penelitian tersebut digunakan 100% GGBFS untuk menggantikan penggunaan semen dalam pembuatan beton geopolimer. Ahmed dan Lakshmi (2016) meneliti mengenai studi sifat fisik dari beton geopolimer berbasis GGBFS, dalam penelitian tersebut digunakan GGBFS untuk menggantikan *fly ash* dalam pembuatan beton geopolimer karena *fly ash* sudah banyak diteliti. Dari penelitian – penelitian yang sudah dilakukan tersebut, saya mencoba mengkombinasikan keduanya, sehingga penelitian yang saya lakukan membahas mengenai perbandingan alkali aktivator dengan perbandingan 3:2, 4:2, dan 5:2, digunakan GGBFS sebagai *prekursor* dalam pembuatan geopolimer, dan variasi ini belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya.

1.5. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbandingan alkali aktivator terhadap *workability*, *setting time*, kuat tekan, kuat tarik belah, *modulus of rupture*, dan modulus elastisitas pada beton geopolimer berbasis GGBFS.

1.6. Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang didapat dari penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Dari hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian selanjutnya terutama dalam penggunaan limbah *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBFS) pada beton geopolimer.

2. Memberikan inovasi baru di bidang teknik sipil khususnya pada bidang material konstruksi terkait pemanfaatan limbah GGBFS dalam pembuatan beton geopolimer terhadap *workability*, *setting time*, kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas.
3. Mengetahui perbandingan alkali aktivator maksimum dalam pembuatan beton geopolimer berbasis GGBFS.

1.7. **Lokasi Tugas Akhir**

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Untuk pengujian kandungan GGBFS dilakukan di Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam LIPI Yogyakarta.