

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan di dunia, karena daya tahannya yang tinggi dan kemampuannya dalam menopang beban berat. Namun, produksi beton konvensional yang berbasis semen portland ternyata memiliki dampak lingkungan yang cukup besar. Semen, sebagai bahan pengikat, berperan penting dalam proses pengerasan beton melalui reaksi hidrasi. Namun, produksi semen menyumbangkan emisi gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang signifikan ke atmosfer, yang memperparah masalah pemanasan global.

Salah satu cara untuk mereduksi risiko pemanasan global adalah dengan memanfaatkan beton geopolimer. Berbeda dengan beton konvensional yang menggunakan semen portland sebagai pengikat, beton geopolimer mengandalkan material alternatif seperti *fly ash* sebagai bahan pengikatnya.

*Fly ash* menghasilkan karbon dioksida 80 - 90% lebih sedikit dibandingkan semen portland, penggunaannya diyakini dapat memitigasi perubahan iklim (Davidovits, 1994). *Fly ash* tidak memiliki kapasitas pengikatan seperti semen portland, sehingga diperlukan aktivator alkali larutan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) atau potasium hidroksida ( $\text{KOH}$ ) dan larutan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) atau potasium silikat ( $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ) (Lloyd & Rangan, 2010). Dalam penelitian kali ini aktivator alkali yang digunakan adalah potasium hidroksida ( $\text{KOH}$ ) dan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ).

Potasium hidroksida ( $\text{KOH}$ ) sebagai larutan aktivator dapat meningkatkan kuat tekan beton geopolimer lebih baik jika dibandingkan dengan larutan aktivator natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ). Kekuatan basa  $\text{KOH}$  yang lebih dari pada  $\text{NaOH}$  memungkinkan aktivator ini untuk bereaksi lebih cepat dengan padatan aluminosilikat (Phair & Van Deventer, 2001). Disamping keunggulan ini, jari-jari ionic  $\text{K}^+$  lebih besar dari  $\text{Na}^+$  sehingga cenderung menyebabkan terbentuknya oligomer-oligomer silikat yang berukuran lebih besar dalam fasa gel geopolimer, yang meningkatkan derajat ikatan silang dalam produk beton geopolimer (Phair & Van Deventer, 2002).  $\text{KOH}$  bereaksi

hebat dengan air membentuk gas hidrogen dan melepaskan sebagian energinya. Untuk membuat geopolimer, KOH dan potassium tambahan sering kali dikombinasikan. Hal ini mempercepat proses pengerasan geopolimer (Chandra, D. dan Firdaus, 2021). Banyak penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan kuat tekan terbaik beton geopolimer dengan proporsi campuran dan variabel uji yang berbeda. Penelitian (Davidovits, 1994) menyatakan bahwa pada temperatur ruang beton geopolimer dapat mengeras dengan cepat. Kuat tekan yang didapat setelah 4 jam perawatan sebesar 20 Mpa pada temperatur 20°C sedangkan umur 28 hari di kisaran 70 – 100 Mpa.

Dalam desain campuran beton, komposisi campuran (*mix design*) memiliki pengaruh yang signifikan, terutama pada faktor air *cementitious*. Faktor air *cementitious* adalah parameter penting dalam perhitungan desain campuran beton, karena digunakan untuk menentukan kekuatan rencana beton. Selain itu, faktor air *cementitious* juga memengaruhi tingkat kemudahan pengerjaan beton (*workability*).

Penelitian tentang beton geopolimer telah banyak dilakukan, namun umumnya masih mengacu pada faktor air *cementitious* konvensional. Padahal, beton geopolimer memiliki karakteristik yang berbeda dan seharusnya tidak menggunakan faktor air *cementitious* biasa karena dapat memicu keretakan. Retak pada beton sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang digunakan saat *mix design*, yang menentukan potensi terjadinya keretakan. Pengujian kuat tekan dapat dilakukan untuk mengetahui tingkat keretakan yang terjadi.

Seiring dengan meningkatnya penggunaan beton geopolimer, penelitian mengenai pengaruh faktor air *cementitious* terhadap sifat dan karakteristik beton, seperti kuat tekan, dan juga kebutuhan untuk mencari alternatif yang lebih ramah lingkungan dalam pembuatan beton menjadi sangat penting. Hal ini mendorong penulis untuk melakukan penelitian dengan judul "**Studi Penelitian Faktor Air *Cementitious* Pada Beton Geopolimer Berbasis *Fly Ash* (Batu Bara) Berdasarkan Kuat Tekan**" sebagai Tugas Akhir.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, didapat beberapa identifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Penggunaan semen dalam jangka panjang berpotensi memberikan efek buruk bagi lingkungan, maka dibutuhkan bahan pengikat alternatif seperti *fly ash*.
2. Masih belum ditemukan tabel yang menjelaskan korelasi faktor air *cementitious* pada beton geopolimer yang menggunakan *fly ash* terkait dengan uji kekuatan tekan.

## 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka dapat ditarik suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh faktor air *cementitious* (W/C) 0,35 – 0,65 terhadap kuat tekan beton geopolimer berbasis *fly ash*?
2. Bagaimana korelasi faktor air *cementitious* dengan kuat tekan beton geopolimer berbasis *fly ash*?

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Menganalisis pengaruh faktor air *cementitious* (W/C) 0,35 – 0,65 terhadap kuat tekan beton geopolimer berbasis *fly ash*.
2. Menentukan korelasi faktor air *cementitious* (W/C) dengan kuat tekan beton geopolimer berbasis *fly ash*.

## 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mutu Beton  $f'c$  25 Mpa.
2. Konsentrasi larutan pada aktivator yang dipakai adalah 8 Molar.

3. Sebagai bahan pengikat, penelitian ini menggunakan alkali aktivator, yaitu potassium hidroksida (KOH) dan sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), yang dibeli dari toko kimia.
4. Rasio perbandingan aktivator antara massa larutan Sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan Potassium hidroksida (KOH) adalah 3:1.
5. Penelitian ini memanfaatkan beton geopolimer yang menggunakan *fly ash* tipe C, yang berasal dari limbah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton di Probolinggo, Jawa Timur.
6. Rasio campuran air dan *cementitious* (W/C) yang digunakan dalam penelitian ini mencakup nilai-nilai:
  1. Nilai faktor air *cementitious* (W/C) 0,35
  2. Nilai faktor air *cementitious* (W/C) 0,4
  3. Nilai faktor air *cementitious* (W/C) 0,45
  4. Nilai faktor air *cementitious* (W/C) 0,5
  5. Nilai faktor air *cementitious* (W/C) 0,55
  6. Nilai faktor air *cementitious* (W/C) 0,6
  7. Nilai faktor air *cementitious* (W/C) 0,65
7. Benda uji yang akan digunakan pada penelitian ini adalah silinder  $\text{Ø}15 \times 30$  cm sebanyak 35 sampel benda uji.
8. Perawatan beton (*curing*) dilakukan dengan suhu ruang.
9. Pemeriksaan yang akan dilakukan pada beton adalah uji kuat tekan.
10. Penelitian ini fokus pada pembuatan grafik faktor air *cementitious* (W/C) 0,35 – 0,65 dan terhadap mutu beton.
11. Penelitian ini mengacu dari peraturan:
  - SNI 04-2834-2000, mengenai grafik faktor air *cementitious* (W/C) beton normal.
  - SNI 1974-2011, mengenai metode pengujian kuat tekan beton dengan benda uji silinder.

- SNI 2460-2014, mengenai spesifikasi abu terbang (*fly ash*) dan *pozzolan* alam mentah atau telah dikalsinasi yang digunakan dalam beton.
- SNI 2493-2011, mengenai tata cara pembuatan dan perawatan benda uji.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini menyediakan kesempatan serta kontribusi bagi pengembangan ilmu dan teknologi dalam analisis grafik faktor air *cementitious* (W/C) dari 0,35 sampai 0,65 pada beton geopolimer berbasis *fly ash* tipe C, dengan fokus pada kuat tekan yang dihasilkan.
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memperkaya referensi tentang faktor air *cementitious* dalam beton geopolimer berbasis *fly ash* tipe C berdasarkan hasil pengujian kuat tekan.

### 1.7 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian adalah jawaban sementara dari pertanyaan yang terdapat pada rumusan masalah. Dikarenakan jawaban bersifat sementara, maka perlu dilakukan analisa terhadap data dan fakta yang terkumpul. Hipotesis dalam penelitian ini, yakni:

1. Terdapat pengaruh yang signifikan dari faktor air *cementitious* (W/C) terhadap kuat tekan beton geopolimer.