

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Uraian Umum

Beton merupakan material yang masih banyak digunakan dalam bidang konstruksi. Hal ini menyebabkan semakin banyaknya inovasi agar mendapatkan mutu beton yang baik. Tidak hanya itu, inovasi juga dilakukan untuk mendapatkan beton yang ramah lingkungan. Beton geopolimer adalah salah satu material yang banyak diteliti hingga saat ini. Beton geopolimer merupakan beton yang tidak menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Semen digantikan oleh bahan yang memiliki unsur senyawa silika (Si) dan alumina (Al). Keunggulan beton geopolimer antara lain: tidak menghasilkan CO<sub>2</sub>, memiliki volume yang stabil karena penyusutan yang terjadi 4/5 kali lebih rendah dari beton konvensional, kuat tekan setelah 4 jam pertama setelah *mixing* dapat mencapai 70% dari kuat tekan akhir, dan dapat bertahan saat terkena suhu tinggi hingga 1200 °C tanpa kehilangan kuat tekan (Li, Z., dkk, 2004).

Beton Geopolimer banyak diteliti hingga saat ini sejak pertama kali diperkenalkan oleh Davidovits pada tahun 1979. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan kuat tekan serta *workability* yang lebih baik. Masalah yang dihadapi dalam penelitian beton geopolimer adalah belum adanya *mix design* yang pasti. Hingga saat ini, para peneliti menggunakan metode *trial and error*.

## 2.2 GGBFS (Ground Granulated Blast Furnace Slag)

Biji baja, *coke*, dan *limestone* adalah bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan baja. Bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam tungku kemudian dipanaskan hingga suhu 1500 °C. Setelah biji baja direduksi menjadi baja, terdapat sisa terak yang mengapung di atas baja. GGBFS diperoleh dengan cara memadamkan lelehan terak baja dalam air atau uap. Setelah itu dikeringkan dan digiling dalam *ball mill* yang berputar hingga menjadi bubuk halus.

Tabel 2.1 Sifat Fisik *Ground Granulated Blast Furnace Slag*

No.	Sifat Fisik	Hasil
1	Berat Jenis	2,90
2	Kepadatan Massa (kg/m <sup>3</sup> )	1245
3	Warna	Keputihan
4	Ukuran Butiran	Mendekati ukuran butiran semen

(Sumber: Kumar, dkk, 2017)

## 2.3 Perbandingan Agregat Dan Binder Pada Beton Geopolimer

Joseph dan Mathew, 2012, melakukan penelitian menggunakan banyak perbandingan volume agregat dan *binder*, antara lain: 60% : 40%, 65% : 35%, 70% : 30%, dan 75% : 25%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi kenaikan kuat tekan dan modulus elastisitas berturut-turut hingga perbandingan 70% : 30%. Pada perbandingan 75% : 25% menghasilkan kuat tekan dan modulus elastisitas yang lebih rendah dari perbandingan 60% : 40%. Dengan demikian, perbandingan antara agregat dan binder yang optimum pada beton geopolimer adalah 70% : 30%.

## 2.4 Konsentrasi Sodium Hidroksida (NaOH)

Adi S, dkk, (2018), meneliti konsentrasi sodium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 6 M, 8 M, dan 10 M. 1 molar adalah perbandingan antara 1 liter air

dengan 40 gram NaOH. Semakin banyak jumlah NaOH yang digunakan dalam 1 liter air, maka molaritas juga semakin tinggi. Kuat tekan beton ditinjau pada saat beton berumur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton geopolimer didapatkan konsentrasi optimum adalah 8 M. Semakin tinggi konsentrasi molar yang digunakan maka larutan semakin kental dan pengerjaannya akan menjadi lebih sulit (*workability*).

## **2.5 Perbandingan Sodium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan Sodium Hidroksida (NaOH)**

Prasetyo, dkk, (2015), melakukan penelitian beton geopolimer dengan membuat benda uji sebanyak 45 buah berbentuk kubus dengan dimensi  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$  sebanyak 45 buah. *Curing* menggunakan suhu ruangan selama 28 hari. Variasi aktivator ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH}$ ) yang digunakan adalah 1 : 2, 2 : 2, 3 : 2, 4 : 2, dan 5 : 2. Variasi perbandingan *binder* yang digunakan adalah 75% : 25%, 70% : 30 %, dan 65% : 35 %. Berat volume beton berkisar  $2,054 \text{ gr/cm}^3 - 2,209 \text{ gr/cm}^3$ . Kuat tekan tertinggi yang diperoleh adalah  $141,037 \text{ kg/cm}^2$  dengan perbandingan aktivator 5 : 2. Semakin tinggi perbandingan aktivator yang digunakan dalam campuran beton, maka terdapat kecenderungan semakin meningkatnya kuat tekan yang dihasilkan.

## **2.6 Penelitian GGBFS (*Ground Granulated Blast Furnace Slag*)**

Hadi, dkk, (2017), menggunakan GGBFS yang dilarutkan dengan aktivator agar bereaksi (proses polimerisasi) hingga menjadi binder dalam pembuatan beton geopolimer. Proses perawatan beton menggunakan suhu ruangan dalam waktu 7 hari setelah *mixing*. Penelitian ini menggunakan 9 sampel dengan kombinasi

antara material dalam presentase yang berbeda-beda. Kuat tekan tertinggi sebesar 60,4 MPa diperoleh dengan menggunakan kadar GGBFS 450 kg/m<sup>3</sup>, perbandingan aktivator dan *binder* 26% : 74%, Perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 5 : 2, serta menggunakan konsentrasi 14 molar pada sodium hidroksida.

Mermedas, dkk, (2017), melakukan penelitian beton geopolimer berbahan dasar GGBFS dan *Fly Ash* dengan membuat masing-masing 7 sampel dengan kombinasi antara material dalam presentase yang berbeda-beda serta menggunakan bahan tambah *superplasticizer*. Penelitian tersebut menggunakan temperatur *curing* sebesar 60 °C, 80 °C, 100 °C, dan 120 °C, serta menggunakan durasi *curing* selama 2 jam, 6 jam, 8 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida adalah 5 : 2 dengan konsentrasi 12 molar. Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa suhu 60 °C adalah suhu optimum dalam proses *curing* pada semua campuran. Sedangkan durasi *curing* yang terbaik berada antara 19 sampai 24 jam tergantung dari tipe dan jumlah *binder* (bahan pengikat).

## **2.7 Suhu dan Waktu Curing Beton Geopolimer**

Metode *curing* pada beton geopolimer berbeda dengan metode *curing* pada beton normal. *Curing* beton normal dilakukan dengan cara merendam beton dalam air, sedangkan *curing* beton geopolimer dilakukan dengan cara dipanaskan dengan suhu tertentu (*dry curing*) maupun dengan suhu ruang (*ambient curing*).

Penelitian ini menggunakan metode *dry curing* dan *ambient curing*. Proses *curing* dilakukan dengan cara membiarkan beton selama 24 jam dalam cetakan. Selanjutnya beton dikeluarkan dari cetakan dan dimasukkan ke dalam oven dengan

suhu 60 °C selama 12 jam, 18 jam, dan 24 jam. Setelah itu beton dimasukkan dalam plastik kedap udara hingga waktu uji yang telah ditentukan.

Vijai, dkk, (2010), melakukan penelitian mengenai *dry curing* dan *ambient curing* pada beton geopolimer. Sampel yang menggunakan dua metode tersebut diuji pada umur beton 28 hari. Hasil kuat tekan menggunakan metode *ambient curing* adalah 17,69 MPa. Sedangkan hasil kuat tekan menggunakan metode *dry curing* adalah 33,22 MPa. Dari kedua hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode *dry curing* dapat meningkatkan kuat tekan beton geopolimer.