

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Uraian Umum

Dewasa ini, kesadaran masyarakat akan dampak buruk yang ditimbulkan oleh beton konvensional semakin tinggi. Hal ini dapat dibuktikan dengan mulai banyaknya inovasi dan penelitian mengenai pengganti semen sebagai zat pengikat (*binder*) pada beton konvensional, salah satunya adalah beton *geopolymer*. Beton *geopolymer* merupakan jenis beton yang tidak menggunakan semen sama sekali dan *binder* dapat digantikan oleh *fly ash* yang merupakan sisa dari hasil pembakaran batu bara (Ekaputri dkk., 2007). Beton *geopolymer* terbentuk dari proses reaksi polimerisasi antara senyawa silika (Si) dan alumina (Al) dengan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan natrium hidroksida (NaOH) (Davidovits, 1999). Reaksi polimerisasi pada beton *geopolymer* merupakan reaksi kimia antara alkalin dan mineral Si – Al yang nantinya akan menghasilkan rantai *polymeric* tiga – dimensi dan ikatan struktur Si – O – Al – O yang konsisten (Davidovits, 1999). Penelitian beton *geopolymer* bukan termasuk hal yang mudah dikarenakan belum adanya *mix design* baku yang dapat dijadikan acuan dalam menyusun *mix design*, dapat dibuktikan dengan penelitian yang sudah ada menggunakan metode pendekatan *trial and error* dalam penyusunan *mix design* beton *geopolymer*. Penelitian yang akan penulis lakukan menggunakan beberapa jurnal yang sudah ada sebagai acuan dalam melakukan penelitian dengan tujuan supaya permasalahan baru dapat terpecahkan dengan memanfaatkan penelitian yang sudah ada.

## 2.2 Beton Geopolymer

Penelitian mengenai beton *geopolymer* dipelopori oleh Davidovits pada tahun 1978 yang mengenalkan terminologi *geopolymer* untuk menggambarkan suatu bahan pengikat mineral dengan komposisi ziolit namun memiliki mikrostruktur amorf (Davidovits, 1988a, 1988b).

Prayudi (2019) melakukan penelitian tentang variasi ukuran agregat maksimum beton *geopolymer* berbasis *fly ash*. Penelitian tersebut menggunakan perbandingan agregat kasar dan halus sebesar 65% : 35%. Perbandingan aktivator dengan *fly ash* yang digunakan adalah 26% : 74%. Aktivator yang digunakan merupakan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan natrium hidroksida (NaOH) dengan perbandingan 2 dengan kadar molaritas NaOH sebesar 8M. Agregat kasar yang digunakan memiliki variasi butiran sebesar 20 mm, 10 mm, 5 mm. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan kuat tekan optimum pada umur beton 28 hari paling tinggi dengan variasi butiran 5 mm, disusul dengan variasi butiran 10 mm dan 20 mm yang masing masing memiliki kuat tekan 46,977 MPa; 33,034 MPa; 31,477 MPa.

Prasetyo, dkk., (2015) melakukan penelitian tentang tinjauan kuat tekan beton *geopolymer* dengan *fly ash* sebagai bahan pengganti semen. Penelitian tersebut menggunakan variasi perbandingan rasio aktivator dan perbandingan agregat dengan *binder*. Variasi perbandingan rasio aktivator yang digunakan sebesar 1 : 2, 2 : 2, 3 : 2, 4 : 2, 5 : 2. Untuk perbandingan agregat dengan *binder* sebesar 75% : 25%, 70% : 30%, dan 65% : 35%. Metode *curing* yang digunakan merupakan *ambient curing* dan mulai diuji saat umur beton 28 hari. Dari hasil penelitian tersebut didapat kesimpulan bahwa variasi campuran beton *geopolymer*

dengan kuat tekan paling optimum pada variasi perbandingan agregat dengan *binder* sebesar 70% : 30% dan menggunakan perbandingan rasio aktivator sebesar 5 : 2 dengan kuat tekan yang didapat 13,8 MPa.

Perkasa (2020) meneliti tentang karakteristik kuat tekan beton *geopolymer* SCC dengan penambahan variasi *superplasticizer*. Penelitian tersebut menggunakan *fly ash* tipe F, konsentrasi NaOH yang digunakan sebesar 14 M, *superplasticizer* yang digunakan berjenis *viscocrete 3115N* dengan variasi kadar 2%; 2,5%; 3%; dan 3,5%.. Benda uji yang digunakan sejumlah 48 buah silinder ukuran 10 cm x 20 cm yang dibagi menjadi 4 variasi tinjauan dan tiap tinjauan berjumlah 3 benda uji. Metode *curing* yang digunakan yaitu *dry curing* dan *ambient curing*. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan pada umur beton 3 hari dan 28 hari, uji *workability* beton dengan menggunakan metode *slump flow test*, *V - funnel test*, dan *L - shaped box test*. Kesimpulan yang didapat dari penelitian tersebut adalah penambahan *superplasticizer* pada campuran beton *geopolymer* dengan kadar 2,5% dapat meningkatkan kuat tekan, sebaliknya penambahan *superplasticizer* dengan kadar lebih dari 2,5% dapat menimbulkan penurunan terhadap kuat tekan beton. Metode *curing* yang digunakan juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, dibuktikan dengan kuat tekan beton umur 3 hari yang menggunakan metode *dry curing* memiliki hasil yang lebih besar dibandingkan dengan kuat tekan beton umur 3 hari yang menggunakan metode *ambient curing*.

Purba (2018) meneliti tentang pengaruh penambahan variasi aktivator dan *fly ash* sebagai prekursor beton *geopolymer* dan tambahan batu bauksit sebagai substitusi agregat kasar. Penelitian tersebut menggunakan variasi perbandingan

agregat terhadap aktivator dan *fly ash* sebesar 70% : 30% ; 60% : 40% ; 50% : 50%. Untuk perbandingan aktivator dan *fly ash* yang digunakan adalah 74% : 26% dan rasio natrium silikat dan natrium hidroksida yang dipakai sebesar 2,5 dengan kadar molaritas natrium hidroksida 8M. Hasil nilai *slump* yang didapatkan dari hasil pengujian berturut turut sebesar 6 cm, 10 cm, dan 19 cm. Kuat tekan yang didapat setelah umur beton 28 hari berturut turut sebesar 49,342 MPa, 33,022 MPa, dan 27,069 MPa.

### **2.3 Superplasticizer Sodium gluconate**

Utami, dkk., (2017) meneliti tentang efek tipe *superplasticizer* terhadap sifat beton segar dan beton geopolymer berbasis *fly ash*. *Superplasticizer* yang digunakan adalah *polycarboxylate*, *naphthalene*, dan *sodium gluconate* dengan masing – masing kadar *superplasticizer* yang digunakan adalah 1% terhadap berat *fly ash* dengan tambahan air 2% terhadap berat *fly ash* Perbandingan agregat halus dan agregat kasar sebesar 52% : 48%. Perbandingan aktivator dengan *fly ash* sebesar 3 : 2. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm<sup>3</sup>. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil *slump flow* beton *geopolymer* dengan *admixture superplasticizer polycarboxylate*, *naphthalene*, *sodium gluconate*, dan tanpa *admixture* masing – masing sebesar 550 mm; 517,5 mm; 555 mm; dan 545 mm. Kuat tekan yang didapat pada umur beton 28 hari sebesar 60,2914 MPa; 57,8297 MPa; 58,6619 MPa; dan 61,9628 MPa.

Rakngan (2016) meneliti tentang efek zat tambah pada beton *geopolymer* dengan *fly ash* kelas C. Bahan tambah yang digunakan pada penelitian tersebut berfokus pada *admixture* dengan jenis *retarder* dengan merek *recover* dan *sodium*

*gluconate*. Kadar *superplasticizer* yang digunakan sebesar 0,10%; 0,25%; 0,35%; 0,5%. Penelitian tersebut menggunakan benda uji pasta beton dengan pengujian *mini slump*, dan kuat tekan. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil pengujian *mini slump area* terbaik didapatkan pada kadar *sodium gluconate* 0,35% sebesar 15000 mm<sup>2</sup>. Kuat tekan beton umur 28 hari terbaik didapatkan pada kadar *sodium gluconate* 0,25% dengan kuat tekan 25,8 MPa.

#### **2.4 Konsentrasi NaOH dan Perbandingan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> : NaOH**

Salah satu perbedaan beton *geopolymer* dengan beton konvensional salah satunya menggunakan aktivator sebagai pereaksi kimia untuk mengikat *fly ash*. Aktivator biasanya berupa zat alkali yang terhidrasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Adi S, dkk., (2018) tentang pengaruh perbedaan molaritas aktivator pada perilaku beton *geopolymer* berbahan dasar *fly ash*. Penelitian tersebut menggunakan variasi molaritas NaOH beturut – turut sebesar 6 M, 8 M, 10 M dengan pengujian kuat tekan pada umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Untuk perbandingan NaOH : Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> sebesar 1 : 2 dan perbandingan *fly ash* dengan aktivator yang digunakan sebesar 65% : 35%. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan kesimpulan bahwa beton *geopolymer* dengan molaritas NaOH 8 M memiliki kuat tekan paling tinggi diantara 3 variasi tersebut.

#### **2.5 Suhu dan Waktu Curing Beton Geopolymer**

*Curing* merupakan metode perawatan pada beton. *Curing* pada beton *geopolymer* dibagi menjadi 2 metode, yaitu *dry curing* dan *ambient curing*. *Dry curing* merupakan metode perawatan beton *geopolymer* dengan cara mengeringkan beton *geopolymer* dengan oven pada suhu dan waktu tertentu, sedangkan *ambient curing* merupakan metode perawatan beton *geopolymer* dengan cara membungkus

beton *geopolymer* dengan *plastic wrap* lalu didiamkan pada suhu ruang hingga waktu pengujian.

Manuahe, R., Sumajow, M.D.J., Windah, R.S (2014) meneliti tentang kuat tekan beton *geopolymer* berbasis *fly ash*. Penelitian tersebut menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$  dengan sampel sejumlah 20 buah kubus beton dengan variasi lama *dry curing* dengan oven bersuhu  $60^\circ \text{C}$  yang memiliki variasi lama waktu 4 jam, 8 jam, 12 jam, dan 24 jam. Umur beton yang digunakan selama 7 hari. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil kuat t ekan di umur 7 hari berturut – turut sebesar 22,174 MPa; 22,834 MPa; 23,408 MPa; 27,462 MPa.

Sibarani (2020) meneliti tentang pengaruh suhu *curing* terhadap kuat tekan beton *geopolymer* dengan menggunakan GGBFS (*ground granulated blast furnace slag*) sebagai pengganti *fly ash*. Variasi suhu *curing* yang digunakan adalah  $60^\circ \text{C}$ ,  $90^\circ \text{C}$ , dan  $120^\circ \text{C}$  dengan lama waktu 24 jam. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut didapat kuat tekan paling bagus pada suhu *curing*  $90^\circ \text{C}$  pada umur beton 7 hari.

Tambingon, dkk., (2018) Meneliti tentang kuat tekan beton *geopolymer* dengan perawatan (*curing*) dengan temperatur ruangan. Penelitian tersebut menggunakan *fly ash* sebagai *binder* dengan ditambahkan semen sebesar 2,5%; 5% ; dan 10% dari berat *fly ash*. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan ukuran 10 cm x 20 cm. *Superplasticizer* yang digunakan berupa *naphthalene* dengan merek dagang Sika sebesar 2,5% dari berat *fly ash*. Metode *curing* yang digunakan berupa *dry curing* dengan variasi suhu oven  $60^\circ \text{C}$  dan  $90^\circ \text{C}$  selama 24 jam dan *ambient curing*. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut didapat kuat

tekan paling optimal pada campuran semen 5% pada umur beton 28 hari dengan nilai kuat tekan sebesar 25,30 MPa.

Nuruddin, dkk., (2011) Meneliti tentang pengaruh komposisi campuran terhadap *workability* dan kuat tekan beton *geopolymer* SCC. Penelitian tersebut menggunakan *fly ash* sebagai *binder*. Benda uji yang digunakan berupa kubus besi dengan ukuran 10 cm x 10 cm x 10 cm. *Superplasticizer* yang digunakan berjenis *Viscocrete 3430* dengan merek dagang sika. Metode *curing* yang digunakan berupa *dry curing* dengan variasi waktu oven 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 96 jam untuk suhu 70 °C, 48 jam untuk suhu 60 °C, 80 °C, 90 °C. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut didapat kuat tekan paling optimum pada suhu *curing* 70 °C dengan durasi *curing* 48 jam. Nilai kuat tekan yang didapat sebesar 51 Mpa.