

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Upaya untuk mengurangi penggunaan semen terus dilakukan dari waktu ke waktu, salah satunya dengan pembuatan beton geopolimer. Usaha peningkatan kualitas beton geopolimer juga terus dilakukan dari waktu ke waktu, untuk mencapai kekuatan yang paling maksimal. Upaya ini terbukti dari munculnya berbagai penelitian mengenai berbagai bahan yang dapat digunakan dalam campuran beton geopolimer untuk menghasilkan beton dengan kekuatan yang tinggi salah satunya adalah penggunaan *fly ash*, karena peningkatan kekuatan beton salah satunya sangat bergantung pada bahan penyusunnya. Salah satu upaya peningkatan kualitas beton adalah dengan penambahan serat atau fiber. Salah satu serat yang dapat dipakai adalah serat jenis plastik yaitu serat *polypropylene* yang sudah terbukti dapat meningkatkan dan memperbaiki sifat struktural dari beton (ACI Committee 544, 1982)

2.2 Penelitian Beton Geopolimer

Penelitian tentang tinjauan kuat tekan beton geopolimer dengan *fly ash* sebagai bahan pengganti semen pernah dilakukan Prasetyo (2015). Pengujian kuat tekan pada penelitian ini dilakukan pada benda uji berbentuk kubus $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ sebanyak 45 sampel. Variasi aktivator 1:2, 2:2, 3:2, 4:2 dan 5:2, sedangkan variasi presentase penggunaan agregat terhadap *binder* (*fly ash* dan aktivator)

adalah 65% : 35%, 70% : 30% dan 75% : 25% . *Curing* yang dipakai dengan cara didiamkan dalam suhu ruangan. Pengujian dilakukan setelah beton mencapai umur 28 hari. Pada beton geopolimer 65 : 35, kuat tekan tertinggi didapat oleh beton dengan perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 4 : 2$ sebesar $98,593 \text{ kg/cm}^2$. Untuk beton geopolimer 70 : 30, kuat tekan tertinggi dimiliki oleh beton dengan perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 5 : 2$ sebesar $141,037 \text{ kg/cm}^2$. Dan untuk beton geopolimer 75 : 25, kuat tekan tertinggi didapat pada beton dengan perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 5 : 2$ sebesar $135,407 \text{ kg/cm}^2$

Pengaruh variasi agregat pada perilaku *fly ash* berdasarkan beton geopolimer diteliti oleh Joseph dan Mathew (2012). Penelitian ini menggunakan variasi agregat terhadap *fly ash* sebesar 60% : 40% , 65% : 35%, 70% : 30% dan 75% : 25%. Hasil uji kuat tekannya secara berurutan adalah 45 MPa, 47 MPa, 56 MPa dan 49 MPa pada umur beton 28 hari. Hasil kuat tekan beton geopolimer paling maksimum sebesar 56 MPa dengan variasi agregat terhadap *fly ash* 70% : 30% pada umur beton 28 hari dan pada penelitian tersebut menggunakan agregat halus sebesar 35% dari total agregat.

Ekaputri dkk (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh molaritas aktivator alkalin pada beton geopolimer dengan menggunakan *fly ash* sebagai bahan pengisi semen dan tras sebagai pengisi. Penelitian menggunakan *fly ash* tipe F dengan umur pengujian 7,14,21 dan 28 hari. Hasil kuat tekan beton geopolimer pada penelitian tersebut diatas 30 MPa dalam kurun waktu 28 hari. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa beton geopolimer yang memiliki

perbandingan aktivator 2 dan 2,5 memiliki 50% kuat tekannya pada rentan usia 3-7 hari.

2.3 Suhu dan Waktu Curing Beton Geopolimer

Proses polimerisasi beton geopolimer akan dihasilkan suhu yang panas. Untuk dapat memperoleh kuat tekan optimum metode *curing* yang bisa dilakukan adalah dengan menggunakan *oven* atau *microwave* pada suhu dan lama pemasanan tertentu. Ada dua macam metode perawatan beton geopolimer yang ada yaitu dengan metode *dry curing* dan *ambient curing*. Metode *dry curing*, beton geopolimer dicetak dalam silinder lalu diamkan dalam cetakan selama 24 jam lalu dikeluarkan dari cetakan kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu yang sudah direncanakan dalam waktu 24 jam. Sedangkan proses *ambient curing*, beton dibungkus dengan kain untuk menjaga suhunya lalu dimasukan kedalam plastik kedap udara (*clipped plastic bag*) sampai tiba umur pengujian.

Simatupang dkk (2011) melakukan penelitian kuat tekan terhadap perbedaan proses *curing* antara *dry curing* dan *ambient curing* namun dipakai komposisi bahan penyusun yang sama. Proses *dry curing* menghasilkan kuat tekan yang lebih besar daripada *ambient curing*. Untuk proses *dry curing* dihasilkan kuat tekan 53,43 MPa sedangkan untuk beton *ambient curing* dihasilkan kuat tekan 27,23 MPa.

Penelitian tentang kuat tekan beton geopolimer yang tersusun atas abu terbang (*fly ash*) dilakukan Manuahe dkk (2014), pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur beton 7 hari terhadap sampel uji berbentuk kubus $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ dengan waktu *curing* yang berbeda namun suhu dibuat sama

sebesar 60°C . Hasil penelitian dengan *curing* 4 jam, 8 jam, 12 jam, dan 24 jam berurutan adalah 22,174 MPa, 22,834 MPa, 23,408 MPa dan 27,462 MPa. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu *curing* yang dilakukan maka semakin besar kuat tekan yang dihasilkan beton geopolimer.

Studi eksperimental pengaruh suhu perawatan pada kekuatan mortar geopolimer berbahan dasar *fly ash* dilakukan oleh Hendarto (2017). Pada penelitian ini, *fly ash* direaksikan dengan aktivator alkali dengan perbandingan 3:2 dari $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ dengan 2 variasi molaritas NaOH 10M dan 14M. Sifat mekanik beton yang diuji adalah kuat tekan. Benda uji berupa kubus berukuran 50mm x 50mm x 50mm berjumlah 66 buah diuji pada umur oven 1,2, dan 3 hari dengan *curing* oven pada suhu 40 °C, 50 °C, dan 60 °C, pada umur 28 hari dengan *curing* oven pada suhu 40°C selama 3 hari, pada umur 28 hari dengan *curing* kering. Kuat tekan optimal sebesar 20,85 MPa diperoleh saat *curing* oven suhu 50 °C selama 1 hari.

2.4 Konsentrasi NaOH dan Rasio $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH}$

Penelitian tentang pengaruh molaritas aktivator alkali pada beton geopolimer dengan menggunakan *fly ash* sebagai bahan pengisi semen dan tras sebagai pengisi dilakukan Ekaputri dkk (2014). Penelitian tersebut melakukan variasi terhadap perbandingan aktivator $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH}$ yaitu 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2,0 dan 2,5 . Dilakukan variasi kadar terhadap molaritas NaOH sebesar 8M dan 10M. Pada kadar molaritas 8M , kuat tekan optimum didapat saat perbandingan aktivatornya 2,0 sedangkan pada molaritas 10M, kuat tekan optimum didapat pada rasio perbandingan activator 2,5

Penelitian tentang pengaruh perbedaan molaritas aktivator pada perilaku beton geopolimer berbahan dasar *fly ash* dilakukan Adi dkk (2018) . Dilakukan variasi molaritas NaOH (natrium hidroksida) 6M, 8M, dan 10M pada penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan beton geopolimer umur 28 hari dengan molaritas NaOH 6M, 8M, dan 10M memiliki kuat tekan berurutan adalah 41,52 MPa , 45,29 MPa , dan 43,22 MPa. Beton geopolimer dengan aktivator larutan NaOH 8M memiliki kuat tekan terbesar dibandingkan beton geopolimer dengan larutan NaOH 6M dan 10M. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan kadar NaOH yang digunakan. Kadar NaOH yang sedikit menjadikan kuat tekan menjadi lebih rendah namun penggunaan NaOH yang cukup besar mempengaruhi *workability* dari beton geopolimer sehingga kuat tekan beton geopolimer 10M menghasilkan kuat tekan lebih kecil dibandingkan beton geopolimer 8M.

2.5 Penelitian Beton Berserat *Polypropylene*

Penelitian mengenai serat *polypropylene* pernah diteliti oleh Adianto dan Juewono (2006), yang membahas tentang hubungan penambahan serat *polymeric* terhadap karakteristik beton normal ($f_c' = 30$ Mpa). Khusus serat *polypropylene* kadar serat yang dimasukkan kedalam campuran beton adalah $0,0 \text{ kg/m}^3$; $0,6 \text{ kg/m}^3$; $0,9 \text{ kg/m}^3$; $1,3 \text{ kg/m}^3$; $1,8 \text{ kg/m}^3$ beton, dan setelah dilakukan percobaan di laboratorium, hasilnya memunjukkan bahwa dengan penambahan serat *polypropylene*, kekuatan tekan beton meningkat sejalan dengan waktu pengerasan, semakin banyak, semakin rendah modulus elastisitas dan kadar optimum penambahan serat adalah $0,9 \text{ kg/m}^3$ beton untuk umur 28 hari.

Penelitian yang lain dilakukan oleh Kartini (2007), tentang penggunaan serat *polypropylene* untuk meningkatkan kuat tarik belah beton. Dalam penelitian ini digunakan serat *polypropylene* dengan panjang 12 mm dengan komposisi serat adalah $0,0 \text{ kg/m}^3$; $0,3 \text{ kg/m}^3$; $0,6 \text{ kg/m}^3$; dan $0,9 \text{ kg/m}^3$ beton, dengan pencampuran beton (*mix design*) menggunakan metode ACI. Hasilnya adalah peningkatan kuat tarik belah sebesar 3,17 % jika dibandingkan dengan beton normal, dan kadar optimum penambahan serat *polypropylene* adalah $0,9 \text{ kg/m}^3$ campuran beton.

Hansar dkk. (2013) melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan *polypropylene* fiber mesh terhadap sifat mekanis beton, meneliti tentang nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton dengan campuran *polypropylene* dengan berbagai kadar. Kadar serat yang dimasukkan dalam campuran beton adalah $0,0 \text{ kg/m}^3$; $0,4 \text{ kg/m}^3$; $0,6 \text{ kg/m}^3$; dan $0,8 \text{ kg/m}^3$ beton, dengan kuat rencana $f_c' 20 \text{ Mpa}$. Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa, penambahan serat mengakibatkan menurunnya *workability* yang ditunjukkan dengan menurunnya nilai slump. Nilai kuat tekan awal beton pada umur 7 hari lebih kecil dari umur 28 hari. Kesimpulan lainnya adalah kuat tekan beton mengalami peningkatan sebesar 3,62 % terhadap beton normal dengan kadar serat optimum $0,6 \text{ kg/m}^3$ beton, kuat tarik belah meningkat 20,44 % dengan kadar optimum serat $0,65 \text{ kg/m}^3$ beton, dan kuat lentur meningkat 11,26 % dari beton normal dengan kadar serat optimumnya adalah $0,58 \text{ kg/m}^3$ beton yang diuji pada umur 28 hari.

Kung (2015) melakukan penelitian tentang pengaruh komposisi serat *polypropylene* terhadap sifat mekanik beton. Penelitian ini menggunakan beton

dengan campuran serat *polypropylene* dengan variasi kadar yang berbeda-beda, yaitu 0,0 kg/m³ (Normal); 0,6 kg/m³ ; 0,7 kg/m³ ; 0,8 kg/m³ ; 0,9 kg/m³ ; 1,0 kg/m³ beton. Jumlah benda uji sebanyak 108 silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Penelitian ini dilakukan terhadap beton mutu normal dengan f_c' rencana 25 MPa dengan faktor air semen (fas) 0,44. Sifat mekanik yang ditinjau adalah kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton, yang diuji pada umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil secara rata-rata, kadar optimum penambahan serat *polypropylene* adalah 0,9 kg/m³ beton, yang ditunjukkan dengan hasil pengujian umur beton 28 hari, kuat tekan beton serat mengalami peningkatan 12,45 % dari kuat tekan beton normalnya, untuk kuat tarik belah mengalami peningkatan hingga mencapai 43 % dari beton normal, sedangkan nilai modulus elastisitas mengalami penurunan sebesar 0,8% dari beton normalnya.