

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Dalam proses pembangunan, penggunaan semen pada beton masih menjadi bahan yang paling sering digunakan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan menggunakan beton *geopolymer* atau beton tanpa semen *portland*. Beton *geopolymer* merupakan beton yang terbentuk dari reaksi polimerisasi senyawa silika (Si) dan alumina (Al) dengan natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silika (Na_2SiO_3) yang menghasilkan ikatan struktur konsisten (Davidovits, 1999). Namun dalam proses pembuatan beton *geopolymer* masih memiliki kendala dalam hal *workability* dan *setting time* yang sangat singkat. Kondisi tersebut dapat diatasi dengan penambahan bahan tambah yang mampu meningkatkan *workability* dengan kadar tertentu.

2.2 Beton Geopolymer

Prasetyo, dkk., (2015) melakukan penelitian mengenai kuat tekan beton *geopolymer* dengan *fly ash* sebagai bahan pengganti semen. Pada penelitian tersebut pengujian kuat tekan dilakukan dengan benda uji sebanyak 45 buah berbentuk kubus $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}^3$. Variasi Na_2SiO_3 : NaOH adalah 1:2, 2:2, 3:2, 4:2, dan 5:2, lalu penggunaan rasio agregat dan *binder* adalah 75% : 25%, 70% : 30% dan 65% : 35%. *Curing* dilakukan dengan cara *ambient curing* yaitu beton dидiamkan dalam suhu ruang. Pada beton *geopolymer* 75% : 25% diperoleh kuat tertinggi dengan perbandingan aktivator 5:2 sebesar $135,407 \text{ kg/cm}^2$. Untuk beton

geopolymer 70% : 30%, kuat tekan tertinggi diperoleh dengan perbandingan aktivator 5:2 sebesar 141,037 kg/cm². Lalu untuk beton *geopolymer* 65% : 35% diperoleh kuat tekan tertinggi dengan perbandingan aktivator 4:2 sebesar 98,593 kg/cm². Seluruh beton diuji pada umur 28 hari.

Penelitian tentang variasi ukuran agregat maksimum beton *geopolymer* berbasis *fly ash* dilakukan oleh Prayudi (2019). Metode eksperimental digunakan dengan rencana pengujian 27 benda uji berbentuk silinder ukuran 100x200 mm. Perbandingan agregat kasar dan agregat halus adalah 65% : 35%, sedangkan variasi ukuran agregat maksimum terbagi menjadi 3, yaitu 20 mm, 10 mm, dan 5 mm. NaOH yang digunakan dengan molaritas 8M dan perbandingan aktivator 2:1. Perbandingan aktivator dan *fly ash* yang digunakan sebesar 26% : 74%. Hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari dengan variasi ukuran agregat maksimum 20 mm, 10 mm, dan 5 mm, adalah 31,477 MPa; 33,034 MPa; dan 46,977 Mpa. Pada pengujian *setting time* terjadi *flash setting* karena diperoleh nilai waktu ikat awal 5 menit dan waktu ikat akhir 30 menit.

Adi, dkk., (2018) meneliti tentang pengaruh perbedaan molaritas aktivator pada perilaku beton *geopolymer* berbahan dasar *fly ash*. Variasi molaritas natrium hidroksida (NaOH) yang digunakan pada penelitian tersebut adalah 6M, 8M, dan 10M. Perbandingan agregat dan *binder* yang digunakan 70% : 30%, sedangkan perbandingan aktivator adalah 2:1. Hasil penelitian beton *geopolymer* umur 28 hari dengan molaritas natrium hidroksida (NaOH) 6M, 8M, dan 10M memiliki nilai kuat tekan berurutan adalah 41,52 MPa, 45,29 MPa, dan 43,22 MPa. Dengan komposisi yang sama, nilai kuat tekan beton *geopolymer* lebih besar dari beton konvensional.

2.3 Bahan Tambah pada Beton Geopolymer

Penelitian mengenai efek tipe *superplasticizer* terhadap sifat beton segar dan beton keras pada beton *geopolymer* berbasis *fly ash* (Utami, dkk., 2017) menggunakan 3 jenis *superplasticizer*, yaitu *naphthalene*, sodium glukonat, dan *polycarboxylate*. Penelitian dilakukan untuk mengetahui *slump flow*, *setting time*, dan kuat tekan terhadap beton *geopolymer*. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 1, 3, 7 dan 28 hari dengan benda uji berbentuk kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. *Curing* dilakukan dengan cara membungkus beton *geopolymer* dengan *plastic wrap* agar beton tetap lembab. Perbandingan agregat dan *binder* pada penelitian ini adalah 62% : 38%, sedangkan perbandingan *fly ash* dan aktivator adalah 3 : 2. Penggunaan *superplasticizer* sebanyak 1% terhadap berat *fly ash*. Untuk *superplasticizer* berjenis sodium glukonat berbentuk serbuk maka perlu dilarutkan dalam tambahan air 2%. Berdasarkan penelitian, nilai *slump flow* tertinggi dihasilkan oleh *superplasticizer* berjenis sodium glukonat dengan nilai 555,0 mm. Pada pengujian *setting time*, *superplasticizer* berjenis sodium glukonat memiliki waktu ikat awal dan waktu ikat akhir paling lama yaitu 301 menit dan 452 menit. Hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari dengan *superplasticizer* *naphthalene*, sodium glukonat dan *polycarboxylate* adalah 57,82 MPa; 58,66 MPa; dan 60,29 Mpa.

Herwani, dkk., (2018) meneliti mengenai efektivitas *superplasticizer* terhadap workabilitas dan kuat tekan beton *geopolymer*. Pada penelitian tersebut menggunakan *superplasticizer* berbasis *naphthalene* dengan dosis 0%, 1,5%, dan 2% dari berat *fly ash*. Molaritas NaOH yang digunakan adalah 8M, 10M, 12M, dan

14M dengan perbandingan Na_2SiO_3 : NaOH adalah 1.5. Jumlah benda uji sebanyak 3 sampel setiap variasi berupa silinder dengan ukuran 100x200 mm. Metode *curing* yang digunakan hanya disimpan di suhu ruang. Nilai *slump* paling tinggi didapat pada campuran dengan persentase *superplasticizer* 2% dengan konsentrasi NaOH 10M yaitu sebesar 16 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 hari. Berdasarkan penelitian tersebut menyatakan bahwa penambahan *superplasticizer* berbasis *naphthalene* cukup efektif untuk meningkatkan workabilitas beton *geopolymer*. Dosis paling optimum terjadi pada persentase 1,5% dengan kuat tekan mencapai 31,63 MPa dan molaritas larutan NaOH yang paling baik adalah 8M.

Penelitian Rakngan (2016) tentang “*Effect of Chemical Admixtures on Properties of Alkali-Activated Class C Fly Ash*”. *Superplasticizer* yang digunakan penelitian tersebut lebih terfokus pada jenis retarder dengan merek dagang “Recover” dan sodium glukonat. Kadar *superplasticizer* yang digunakan sebesar 0,10%; 0,25%; 0,35%; 0,5% dari berat *fly ash*. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 dan 28 hari dengan benda uji pasta beton berbentuk silinder berukuran 5,08 x 10,16 cm. Lalu pengujian *slump* pada penelitian tersebut dengan cara *mini slump loss testing* menggunakan pasta beton yang dilakukan pada waktu 5, 10, 20, 30, 45 dan 60 menit. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh bahwa nilai *mini slump area* paling optimal pada penggunaan 0,35% sodium glukonat. Nilai kuat tekan pada umur 28 hari paling tinggi didapatkan pada penggunaan 0,25% sodium glukonat dengan kuat tekan 25,8 MPa.

Kusuma (2019) meneliti mengenai pengaruh *superplasticizer* dan rasio alkali aktivator terhadap *workability*, *setting time*, dan kuat tekan beton *geopolymer* berbasis *fly ash*. Pada penelitian tersebut digunakan NaOH dengan molaritas 8M, sedangkan perbandingan aktivator yang digunakan adalah 3:2, 4:2, dan 5:2. Perbandingan agregat terhadap aktivator dan *fly ash* yang digunakan adalah 70% : 30%, lalu untuk perbandingan agregat kasar dan halus adalah 65%:35%. *Superplasticizer* yang digunakan adalah Plastiment VZ dengan kadar 2,5% dari berat *fly ash*. Metode *curing* yang digunakan yaitu dengan *dry curing*. Pada pengujian *slump* dapat disimpulkan bahwa penggunaan *superplasticizer* dapat meningkatkan nilai *slump*, namun semakin tinggi rasio perbandingan Na_2SiO_3 dan NaOH *slump* yang diperoleh semakin kecil. Hal yang sama juga terjadi pada pengujian *setting time*. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 28 hari yang menunjukkan hasil bahwa nilai paling optimum terjadi pada beton tanpa *superplasticizer* sebesar 47,41 MPa pada perbandingan aktivator 5:2.

Natio (2019) meneliti mengenai pengaruh penambahan boraks terhadap waktu ikat dan sifat mekanik beton *geopolymer* berbasis abu terbang. Dalam penelitian tersebut menggunakan NaOH 8M, dengan perbandingan aktivator adalah 2:5. Penambahan boraks pada penelitian tersebut sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%. Metode *curing* menggunakan metode *ambient* dan *dry curing* dengan suhu 60°C selama 24 jam. Pada pengujian *setting time* dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan boraks diperoleh *setting time* yang lebih lama, hasil pengujian secara berurutan adalah 60 menit, 105 menit, 165 menit dan 240 menit. Namun pada pengujian kuat tekan umur 28 hari diketahui bahwa semakin banyak

penggunaan boraks dapat menurunkan nilai kuat tekan beton, hasil pengujian secara berurutan adalah 45,09 MPa; 48,46 MPa; 36,02 MPa; dan 28,32 MPa.

2.4 Suhu dan Waktu Curing Beton Geopolymer

Beton *geopolymer* memiliki metode *curing* yang berbeda dengan beton normal. Proses *curing* pada beton normal dilakukan dengan cara direndam air, sedangkan beton *geopolymer* dilakukan dengan cara dipanaskan yang disebut dengan *dry curing* maupun dibiarkan di suhu ruang biasa disebut dengan *ambient curing*. Dalam penelitian ini, metode *curing* yang digunakan yaitu *dry curing* dan *ambient curing*. Setelah beton *geopolymer* dibuat dan dimasukkan dalam cetakan beton dibiarkan selama 24 jam. Lalu beton dikeluarkan dari cetakan dan dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 60°C. Selanjutnya setelah keluar dari oven beton dibungkus dengan plastik hingga rapat sampai waktu pengujian.

Pada penelitian Wallah (2014) mengenai pengaruh perawatan dan umur terhadap kuat tekan beton *geopolymer* berbasis abu terbang. Penelitian tersebut dilakukan dengan membandingkan 3 metode perawatan beton yaitu suhu ruang, suhu tinggi, dan suhu tinggi lalu direndam air. Untuk penggunaan perawatan dalam suhu ruang pada beton *geopolymer* menghasilkan kuat tekan yang lebih lambat. Demikian juga dengan perawatan suhu tinggi dengan kombinasi direndam air tidak terjadi peningkatan kuat tekan yang berarti setelah proses perawatan suhu tinggi selesai. Namun pada perawatan dengan suhu tinggi selama 24 jam dengan temperature 60°C mampu menghasilkan kuat tekan yang diharapkan setelah proses perawatan selesai.

Manuahe, dkk., (2014) meneliti tentang kuat tekan beton *geopolymer* yang tersusun atas abu terbang (*fly ash*). Penelitian tersebut dilakukan dengan metode *dry curing* dengan suhu 60°C namun waktu *curing* yang berbeda-beda, yaitu 4 jam, 8 jam, 12 jam, dan 24 jam. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7 hari dengan benda uji berbentuk kubus 15x15x15 cm³. Hasil menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi diperoleh dengan menggunakan *curing* selama 24 jam dengan nilai 27,462 MPa.

