

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Geopolimer

Perkembangan teknologi beton tanpa menggunakan semen sebagai pengikat merupakan terobosan baru yang disebut beton geopolimer. Material yang memiliki kandungan silika dan alumina yang cukup tinggi dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen (Davidovits, 1994).

Bahan pengganti semen yang pada umumnya digunakan ialah *fly ash*, *silika fume*, *metakaolin*, dan *GGBFS* (*Ground Granulated Blast Furnace Slag*). Bahan-bahan tersebut juga membutuhkan senyawa alkali untuk dapat bereaksi menghasilkan proses polimerisasi. Proses polimerisasi yang dimaksud ialah proses pelepasan molekul-molekul kecil dari dalam beton. Molekul yang dilepaskan dalam beton geopolimer ialah air. Itulah sebabnya dalam beton geopolimer dibutuhkan suhu yang berbeda bahkan cukup tinggi dalam tahap *curing*.

El-Hassan., dkk, pada tahun 2017 melakukan penelitian mengenai pengaruh *GGBFS* dan suhu pada proses *curing* terhadap karakteristik mikrostruktur ringan pada beton geopolimer. Digunakan perbedaan suhu pada proses *curing* yaitu 30°C, 60°C, dan ambien suhu. Persentase pergantian bahan semen dengan *GGBFS* juga bervariasi mulai dari 0%, 25%, 50% *GGBFS*. Pada saat umur 7 hari reaksi polimerisasi tidak berjalan baik sehingga hanya

menghasilkan ikatan yang lemah. Penambahan *GGBFS* menghasilkan proses polimerisasi ketika suhu *curing* berada pada suhu 30°C dan 60°C.

2.2 *Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)*

GGBFS adalah material serupa dengan semen hanya berbeda dalam jumlah saja. Proses reaksinya memerlukan senyawa alkali hidroksil (CaOH) sebagai aktivator untuk mempercepat. Material ini merupakan produk limbah buangan dari proses pembuatan besi dimana senyawa utamanya ialah SiO_2 , CaO , MgO , dan Al_2O_3 . Produk dari PT. Krakatau Semen ini tergolong produk ramah lingkungan dimanfaatkan dalam dunia konstruksi khususnya sebagai campuran beton yang kokoh. *GGBFS* juga memiliki keunggulan lain yaitu membuat beton maupun mortar lebih stabil, meningkatkan kuat tekan, permukaan lebih baik dan warna lebih terang. Biasanya digunakan dalam proyek pelabuhan, jalan, gedung, dan jembatan.

Turu'allo G., pada tahun 2013 membuat paper yang membahas tentang kinerja dari *GGBFS* sebagai pengganti semen untuk *sustainable development*. Dalam paper ini lebih khusus membahas pengurangan air yang dibutuhkan, peningkatan workabilitas serta mengurangi resiko keretakan dari beton sendiri. Dari hasil paper tersebut diperoleh hasil bahwa semakin banyak jumlah *GGBFS* yang digunakan maka semakin tinggi pula suhu yang di perlukan untuk proses *curing* beton untuk mencapai kuat tekan yang diinginkan. Namun, perawatan beton dengan suhu tinggi di awal akan berdampak kepada penurunan kuat tekan beton pada umur yang lebih dewasa, kondisi ini biasa disebut "*crossover effect*".

2.3 Konsentrasi NaOH dan Rasio NaOH : Na₂SiO₃

Aktivator adalah bahan dari senyawa alkali yang digunakan dalam beton geopolimer sebagai bahan pengikat beton. Aktivator yang digunakan berupa unsur dari senyawa basa kuat. Hal ini dikarenakan unsur silika tergolong sebagai asam kuat, dan untuk membuatnya bereaksi dibutuhkan unsur senyawa basa kuat. Dengan begitu diharapkan larutan alkali sebagai aktivator dapat bereaksi dengan *GGBFS*.

Adi D. S., dkk, pada tahun 2018 melakukan studi experimental membahas tentang pengaruh perbedaan molaritas aktivator terhadap beton geopolimer yang berbasis *fly ash*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penggunaan 3 kondisi aktivator, yaitu 6 M, 8 M, dan 10 M. Sampel beton diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari. Perbandingan NaOH dengan Na₂SiO₃ digunakan 1 : 2, sedangkan perbandingan *fly ash* dengan larutan aktivator adalah 0,65 : 0,35. Dari hasil penelitian ini didapatkan kadar optimum molaritas untuk beton geopolimer adalah 8 M.

Prasetyo G. B., dkk, pada tahun 2015 telah melakukan penelitian tentang Tinjauan Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan *Fly Ash* Sebagai Bahan Pengganti Semen. Variasi yang digunakan ada 2, yaitu: variasi perbandingan rasio aktivator dan perbandingan agregat dengan binder. Untuk variasi perbandingan rasio aktivator digunakan 1:2, 2:2, 3:2, 4:2, 5:2, sedangkan variasi perbandingan agregat dan binder digunakan 75% : 25%, 70% : 30%, dan 65% : 35%. Beton mendapatkan perlakuan *curing* suhu ruangan dan diuji ketika berusia 28 hari. Hasil nilai *slump* yang didapat paling tinggi ialah pada perbandingan 5:2 dengan

5,9 cm (untuk perbandingan agregat dengan *binder* 75% : 25%), 11,5 cm (untuk perbandingan agregat dengan *binder* 70% : 30%), dan 25 cm (untuk perbandingan agregat dengan *binder* 65% : 35%). Semakin besar nilai *slump* maka semakin mudah adonan beton tersebut dikerjakan yang menunjukkan *workability* dari beton tersebut baik. Dari hasil yang diperoleh didapat nilai *slump* yang paling tinggi 25 cm, namun apabila dilihat dari kuat tekan yang di dapat, maka *slump* dengan nilai 11,5 cm merupakan nilai *slump* optimum karena pada kondisi tersebut didapat kuat tekan beton paling maksimal.

2.4 Suhu dan Waktu Curing Beton Geopolimer

Curing adalah proses perawatan beton yang akan mempengaruhi reaksi yang terjadi setelah beton dilepaskan dari cetakan. Dari proses *curing* yang tepat bisa dihasilkan kuat tekan beton yang bagus pula. Oleh karena itu, proses penentuan penggunaan *curing* yang tepat juga tidak kalah pentingnya.

Proses *curing* pada beton konvensional dan beton geopolimer berbeda. Pada beton konvensional proses *curing* menyebabkan reaksi hidrasi yang menghasilkan panas sehingga dibutuhkan ruang lembab agar kandungan air didalam beton tidak hilang. Pada beton geopolimer, proses *curing* menyebabkan reaksi polimerisasi sehingga membutuhkan panas yang lebih agar molekul air dalam beton dapat dilepaskan. Proses *curing* dengan suhu yang tinggi akan berdampak pada kuat tekan beton yang semakin baik pula.

Curing dengan metode pemanasan dalam tungku pemanas adalah salah satu metode *curing* yang baik untuk beton geopolimer. Pemanasan dengan penyesuaian suhu terhadap kebutuhan panas yang dibutuhkan serta pemilihan

penggunaan suhu yang optimum pada saat pemanasan sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang direncanakan.

Sesudah beton di panaskan sesuai dengan suhu yang diinginkan, selanjutnya beton dibungkus dengan kain kemudian dimasukkan kedalam plastik kedap udara hingga mencapai batas waktu pengujian beton. Hal ini dilakukan bertujuan untuk menjaga suhu beton dalam kondisi stabil sehingga proses polimerisasi dapat berjalan dengan baik.

Tambingon, dkk, pada tahun 2018 melakukan penelitian mengenai kuat tekan beton geopolimer dengan perawatan temperatur ruangan berbahan dasar *fly ash* pada tahun 2018. Penelitian ini menguji kuat tekan *curing oven* suhu temperature ruangan, 60°C, dan 90°C dengan umur *oven* 24 jam. Kemudian sampel diuji pada umur 7 dan 28 hari. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa beton yang memiliki kuat tekan paling tinggi ialah beton yang di masukkan ke dalam *oven* dengan suhu 90°C selama 24 jam.

2.5 Perbandingan Rasio Agregat Dengan Binder

Perbandingan rasio agregat dengan *binder* ialah kondisi dimana penggunaan agregat dengan *binder* di bedakan dalam bentuk persentase yang didasarkan pada massa dari beton itu sendiri.

Prasetyo G. B., dkk, pada tahun 2015 telah melakukan penelitian tentang Tinjauan Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan *Fly Ash* Sebagai Bahan Pengganti Semen. Variasi yang digunakan ada 2, yaitu: variasi perbandingan rasio aktivator dan perbandingan agregat dengan *binder*. Untuk variasi perbandingan

rasio aktivator digunakan 1:2, 2:2, 3:2, 4:2, 5:2, sedangkan variasi perbandingan agregat dan *binder* digunakan 75% : 25%, 70% : 30%, dan 65% : 35%. Beton mendapatkan perlakuan *curing* suhu ruangan dan diuji ketika berusia 28 hari. Hasil yang diperoleh diantaranya untuk beton perbandingan agregat dengan *binder* 75% : 25% dan perbandingan rasio aktivator 5:2, mampu menahan kuat tekan sebesar 135,407 kg/cm²; untuk beton perbandingan agregat dengan *binder* 70% : 30% dan perbandingan rasio aktivator 5:2, mampu menahan kuat tekan sebesar 141,037 kg/cm²; untuk beton perbandingan agregat dengan *binder* 65% : 35% dan perbandingan rasio aktivator 4:2, mampu menahan kuat tekan sebesar 98,593 kg/cm². Dari hasil diatas dapat diambil kesimpulan bahwa campuran variasi beton geopolimer dengan kuat tekan yang maksimum didapat dalam variasi perbandingan agregat dengan *binder* 70% : 30% dan perbandingan rasio aktivator 5:2.