

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil studi eksperimental beton geopolimer dengan agregat kasar lumpur Sidoarjo, agregat halus alami (pasir) dengan variasi HDPE sebagai pengganti sebagian agregat halus alami (pasir), dan *GGBFS* sebagai pengganti semen adalah sebagai berikut.

1. Nilai kekuatan tekan rata-rata beton geopolimer pada hari ke-28 yang didapatkan dari hasil pengujian dengan variasi HDPE 0%, 15%, dan 30% secara berturut-turut adalah sebesar 31,648 MPa, 21,955 MPa, dan 18,262 MPa. Nilai kekuatan tekan rata-rata beton geopolimer pada hari ke-28 yang tertinggi didapatkan pada variasi 1 (variasi HDPE 0%). Penggunaan HDPE sebagai pengganti sebagian agregat halus alami (pasir) menurunkan kekuatan tekan beton.
2. Nilai kekuatan tarik belah rata-rata beton geopolimer pada hari ke-28 yang didapatkan dari hasil pengujian dengan variasi HDPE 0%, 15%, dan 30% secara berturut-turut adalah sebesar 2,364 MPa, 1,803 MPa, dan 1,637 MPa. Nilai kekuatan tarik belah rata-rata beton geopolimer pada hari ke-28 yang tertinggi didapatkan pada variasi 1 (variasi HDPE 0%). Penggunaan HDPE sebagai pengganti sebagian agregat halus alami (pasir) menurunkan kekuatan tarik belah beton. Nilai rata-rata koefisien kuat tarik belah beton geopolimer pada hari ke-28 dengan variasi HDPE 0%, 15%, dan 30% secara berturut-turut adalah sebesar 0,430, 0,329, dan 0,405. Hal ini menunjukkan bahwa koefisien kuat tarik belah beton geopolimer lebih rendah dibandingkan dengan koefisien kuat tarik belah beton normal.
3. Nilai kekuatan geser rata-rata beton geopolimer pada hari ke-28 yang didapatkan dari hasil pengujian dengan variasi HDPE 0%, 15%, dan 30% secara berturut-turut adalah sebesar 2,689 MPa, 2,453 MPa, dan 2,106 MPa. Nilai kekuatan geser rata-rata beton geopolimer pada hari ke-28 yang tertinggi didapatkan pada variasi 1 (variasi HDPE 0%). Penggunaan HDPE sebagai pengganti sebagian agregat halus alami (pasir) menurunkan kekuatan geser

4. beton. Nilai rata-rata koefisien kuat geser beton geopolimer pada hari ke-28 dengan variasi HDPE 0%, 15%, dan 30% secara berturut-turut adalah sebesar 0,489, 0,524, dan 0,521. Hal ini menunjukkan bahwa koefisien kuat geser beton geopolimer lebih tinggi dibandingkan dengan koefisien kuat geser beton normal.
5. Cepat rambat gelombang rata-rata beton geopolimer pada hari ke-28 yang didapatkan dari hasil pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* dengan variasi HDPE 0%, 15%, dan 30% secara berturut-turut adalah sebesar 3817,356 m/s (dengan *concrete quality* yang didapatkan adalah *good*), 3615,383 m/s (dengan *concrete quality* yang didapatkan adalah *good*), dan 3452,327 m/s (dengan *concrete quality* yang didapatkan adalah *medium*). Penggunaan HDPE sebagai pengganti sebagian agregat halus alami (pasir) menurunkan cepat rambat gelombang dan *concrete quality* pada beton geopolimer.
6. Nilai modulus elastisitas rata-rata beton geopolimer pada hari ke-28 yang didapatkan dari hasil pengujian dengan variasi HDPE 0%, 15%, dan 30% secara berturut-turut adalah sebesar 16039,665 MPa, 12747,261 MPa, dan 11803,626 MPa. Variasi HDPE sebagai pengganti sebagian agregat halus alami (pasir) menurunkan nilai modulus elastisitas beton geopolimer. Nilai rata-rata koefisien modulus elastisitas beton geopolimer pada hari ke-28 dengan variasi HDPE 0%, 15%, dan 30% secara berturut-turut adalah sebesar 2850,658, 2720,029, dan 2821,440. Hal ini menunjukkan bahwa koefisien modulus elastisitas beton geopolimer lebih rendah dibandingkan dengan koefisien modulus elastisitas beton normal.
7. Nilai *poisson ratio* rata-rata beton geopolimer pada hari ke-28 yang didapatkan dari hasil pengujian dengan variasi HDPE 0%, 15%, dan 30% secara berturut-turut adalah sebesar 0,294, 0,344, dan 0,449.
8. Nilai berat isi rata-rata beton geopolimer yang didapatkan pada benda uji silinder dengan variasi HDPE 0%, 15%, dan 30% secara berturut-turut adalah sebesar 1825,443 kg/m<sup>3</sup>, 1712,238 kg/m<sup>3</sup>, dan 1604,702 kg/m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa beton geopolimer pada penelitian ini termasuk dalam beton ringan dengan berat isi  $\leq 1900$  kg/m<sup>3</sup>. Penggunaan HDPE sebagai

pengganti sebagian agregat halus alami (pasir) menurunkan berat isi dan mengurangi kepadatan beton geopolimer.

9. Beton geopolimer memiliki setting time yang cepat (sekitar 30 menit) atau campuran beton geopolimer mengeras dengan cepat, sehingga workability beton geopolimer termasuk rendah. Selain itu, pelepasan benda uji dari cetakan dilakukan 1-2 jam setelah pengecoran.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil studi eksperimental beton geopolimer dengan agregat kasar lumpur Sidoarjo, agregat halus alami (pasir) dengan variasi HDPE sebagai pengganti sebagian agregat halus alami (pasir), dan *GGBFS* sebagai pengganti semen adalah sebagai berikut.

1. Penggunaan plastik mika pada cetakan benda uji silinder saat pelaksanaan pengecoran dilakukan untuk menghindari reaksi antara campuran beton geopolimer yang mengandung larutan aktivator dengan permukaan cetakan benda uji silinder. Selain itu, penggunaan plastik mika pada cetakan benda uji silinder membuat proses pembukaan cetakan benda uji menjadi lebih mudah. Untuk penelitian selanjutnya, dapat digunakan cetakan benda uji yang berbahan dasar plastik agar pelepasan benda uji dari cetakan benda uji dapat dilakukan dengan lebih mudah dan tidak merusak benda uji.
2. Benda uji silinder yang digunakan untuk pengujian kuat tekan, sebaiknya jangan digunakan untuk pengujian modulus elastisitas sebelumnya. Sebaiknya dipersiapkan benda uji yang baru untuk pengujian modulus elastisitas. Hal ini karena benda uji silinder telah diberikan beban (*load*) sebelumnya pada pengujian modulus elastisitas dan telah terjadi *unloading*, sehingga hal ini dapat berpengaruh terhadap kuat tekan yang dihasilkan benda uji silinder.
3. Nilai *slump* tidak dapat menjadi parameter untuk *workability* beton geopolimer pada penelitian ini. Hal ini karena beton geopolimer pada penelitian ini memiliki *setting time* yang cepat atau cepat mengeras.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I.A., Taufieq, N.A.S., dan Aras, A.H. (2009). *Analisis Pengaruh Temperatur terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurnal Teknik Sipil ISSN 0853-2982.
- Alsadey, S. (2015). *Effect of Superplasticizer on Fresh and Hardened Properties of Concrete*. Journal of Agricultural Science and Engineering Vol. 1, No. 2.
- ASTM C39/C39M. (2014). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken.
- ASTM C 494/C 494M. (2001). *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken.
- ASTM C 496/C 496M. (2006). *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken.
- Davidovits. (1994). *Proceedings First International Conference on Alkaline Cements and Concretes*. Properties of Geopolymer Cements. Kiev: Kiev State Technical University.
- Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PUPR. (2021). *Pemanfaatan Lumpur Sidoarjo (LUSI) untuk Bahan Bangunan*.
- Edited by Pacheco-Torgal, Fernando, Khatib, Jamal, Colangelo, Francesco, Tuladhar, Rabin. (2019). *Use of Recycled Plastics in Eco-efficient Concrete*. Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering.
- Ekaputri, J.J., dan Triwulan. (2013). *Sodium sebagai Aktivator Fly Ash, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam Beton Geopolimer*. Jurnal Teknik Sipil ISSN 0853-2982.
- Fisher, T.S. *A Contractor's Guide to Superplasticizers*.

- Grubeša, I.N., Barišić, I., Fucic, A., dan Bansode, S.S. (2016). *Characteristics and Uses of Steel GGBFS in Building Construction*.
- Kusuma, A., Wallah, S., dan Dapas, S. (2014). *Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer Berbasis Abu Terbang*. Jurnal Sipil Statik, Vol 2, No. 7, November 2014.
- Lasino, N., dan Setiati, R. (2017). *Pengembangan Lumpur Sidoarjo Sebagai Agregat Ringan Untuk Beton Non Struktural*. Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Lasino, N. (2016). *Solusi Untuk LUSI Sebagai Upaya Dalam Memanfaatkan Mineral Lumpur dan Mengurangi Dampak Lingkungan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman.
- Lăzărescu, A.V., Szilagyi, H., Baeră, C., dan Ioani, A. (2017). *The Effect of Alkaline Activator Ratio on the Compressive Strength of Fly Ash-Based Geopolymer Paste*.
- Mukherjee, S.P., Vesmawala, G., dan Shah, S.C. (2016). *Exploring GGBS Utilization in Construction of Residential Projects & Its Contribution toward Environment*.
- Murdock, L.J., dan Brook, K.M. (2003). *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Cetakan Ketiga. Erlangga.
- Rodgers, L. (2018). *Climate change: The massive CO2 emitter you may not know about*. BBC News.
- Salain, I.M.A.K., Wiryasa, M.N.A., dan Pamungkas, I.N.M.M.A. (2020). *Kuat Tekan Beton Geopolimer Menggunakan Abu Terbang*. Jurnal Spektran ISSN: 2302-2590
- Sandya, Y., Prihantono, dan Musalamah, S. (2019). *Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Beton Geopolimer*. Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil.

- Setiati, N.R., dan Irawan, R.R. (2018). *Perbandingan Sifat Dan Karakteristik Beton Geopolimer Terhadap Beton Semen Portland Untuk Kekuatan Struktur Balok*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- SK SNI S-04-1989 F. (1989). *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.
- SNI 03-4804-1998. (1998). *Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-3449-2002. (2002). *Tata cara perancangan campuran beton ringan dengan agregat ringan*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2491-2002. (2002). *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1974-1990. (1990). *Metode pengujian kuat tekan beton*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1969:2008. (2008). *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1974:2011. (2011). *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2847:2013, (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Suresh, D., dan Nagaraju, K. (2015). *“Ground Granulated Blast GGBFS (GGBS) In Concrete – A Review”*.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Bahan Konstruksi*. Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.