

Karakteristik Kuat Tekan Beton Geopolimer SCC Dengan Penambahan Variasi Superplasticizer

Characteristic Of The Compressive Strenght In Concrete SCC Geopolymer With The Addition Of Superplasticizer

Abstract

Geopolymer concrete SCC (Self Compacting Concrete) is concrete made from several chemical reactions between geopolymer material (alkaline solution and residual fly ash from coal combustion) with a combination of aggregates, and must meet the workability criteria of compacting concrete itself. To obtain the intended workability, it is necessary to add water to the geopolymer concrete mixture. The method applied to obtain the Self Compacting Concrete (SCC) properties in geopolymer concrete is the addition of a superplasticizer which serves to provide aqueous properties to the concrete mixture and also room temperature dry conditions that serve to keep the concrete from losing water quickly and as an act of maintaining moisture / concrete temperature so that the concrete can achieve the desired concrete quality. The addition of superplasticizer variations used are 2%, 2,5%, 3%, and 3,5%. The analysis showed that the variation of the addition of 3,5% superplasticizer increased by 27,53% in the aspect of flow capability, and increased by 59,41% in the aspect of filling ability, and increased by 20,48% in the aspect of passing ability. For the highest compressive strength results lies in the variation of the addition of 2,5% superplasticizer of 57,90 MPa.

Keywords: Geopolymer Concrete; Superplasticizer; Compressive Strength

Abstrak

Beton geopolimer SCC (Self Compacting Concrete) merupakan beton yang terbuat dari beberapa reaksi kimia antara bahan geopolimer (larutan alkali dan fly ash sisa dari pembakaran batu bara) dengan kombinasi agregat, dan harus memenuhi kriteria *workability* beton memadat sendiri. Untuk mendapatkan *workability* yang dimaksud, diperlukan penambahan air pada campuran beton geopolimer. Metode yang diterapkan untuk memperoleh sifat *Self Compacting Concrete* (SCC) pada beton geopolimer adalah dengan penambahan *superplasticizer* yang berfungsi untuk memberikan sifat encer pada adonan beton dan juga kondisi kering suhu ruangan yang berfungsi untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga kelembaban/suhu beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang diinginkan. Variasi penambahan *superplasticizer* yang digunakan sebesar 2%, 2,5%, 3%, dan 3,5%. Hasil analisa menunjukkan bahwa variasi penambahan 3,5% *superplasticizer* meningkatkan 27,53% pada aspek *flow ability*, dan meningkatkan 59,41% pada aspek *filling ability*, dan meningkatkan 20,48% pada aspek *passing ability*. Untuk hasil kuat tekan tertinggi terletak pada variasi penambahan 2,5% *superplasticizer* sebesar 57,90 MPa.

Kata kunci: Beton Geopolimer; Superplasticizer; Kuat Tekan

PENDAHULUAN

Pada laporan tahunan 2018 Semen Indonesia Group mengalami peningkatan volume ekspor sebesar 93% dari total ekspor semen tahun 2017 sebesar 2,9 juta ton menjadi 5,7 juta ton pada tahun 2018. Proses produksi semen mengakibatkan pemanasan global yang dapat merusak lingkungan dari pelepasan gas karbondioksida (CO₂) ke udara (Youn et al., 2019). Untuk mendapatkan beton yang ramah lingkungan maka digunakan bahan alternatif lain untuk menggantikan semen pada campuran beton

(Dandautiya & Singh, 2019). Hasil dari pembakaran batu bara (*fly ash*) bisa digunakan sebagai sumber material pengganti semen dalam campuran beton yang diketahui mengandung senyawa silika (Si) dan dapat menjadi senyawa pozzolan yang mana senyawa tersebut bisa meningkatkan kuat tekan (Imam, 2018).

Pada pekerjaan konstruksi, pemadatan beton merupakan pekerjaan yang dilakukan untuk suatu pekerjaan struktur beton bertulang konvensional dengan kondisi pengecoran yang sulit (Kanellopoulos,

Comment [M1]: Dijadikan satu kalimat. *Sisa pembakaran batu bara* dibuang karena bersifat khusus.

Comment [M2]: Diganti dengan "Penelitian ini bertujuan untuk....."

Comment [M3]: Dihapus

Comment [M4]: Adonan diganti dengan bahasa teknik sipil

Comment [M5]: Senaksimal mungkin kalimat blok merah ini disempurnakan bahasa yang mudah dipahami

Comment [M6]: Cek seluruh kalimat terhadap tata tulis yang benar.

Savva, Petrou, & Ioannou, 2020). Tujuan dari pemadatan tersebut adalah meminimalkan udara yang terjebak dalam beton sehingga diperoleh beton yang tidak berongga dan homogen (*honeycomb*) (Stevanny, 2016). *Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan salah satu jenis beton yang sangat plastis dan dapat mengalir, memadat sendiri, tanpa harus memerlukan proses pemadatan dengan alat bantu penggetar (Utami & Herbudiman, 2017).

Beton geopolimer *Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan beton yang terbuat dari beberapa reaksi kimia antara bahan geopolimer (larutan alkali dan *fly ash* sisa dari pembakaran batubara) dengan kombinasi agregat, tanpa menggunakan semen, dan harus memenuhi kriteria *workability* beton memadat sendiri (Mesgari, Akbarnezhad, & Xiao, 2020). Untuk mendapatkan *workability* yang dimaksud, diperlukan penambahan air pada campuran beton geopolimer. Tetapi dengan ditamahnya air, campuran beton tersebut bisa mengalami kondisi segregasi maupun dapat mempengaruhi pengikatan kimia pada material geopolimer, sehingga diperlukan bahan tambah seperti *superplasticizer* yang berfungsi untuk menambah kelecakan beton geopolimer dengan mengurangi jumlah air (Huseien & Shah, 2020). Penggunaan variasi *superplasticizer* dari 0%, 1%, 1,5%, 2% keadaan oven di dapatkan hasil pengujian kuat tekan dengan variasi *superplasticizer* 2% masih terdapat peningkatan kuat tekan (ulul, 2019). Sedangkan untuk pembuatan beton geopolimer temperatur normal dengan campuran *fly ash* dapat meningkatkan kuat tekan beton (wardhono, 2016).

Dari permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian untuk mengetahui kuat tekan dengan variasi *superplasticizer* 2%, 2,5%, 3%, 3,5% dengan bahan tambahan *fly ash* yang direaksikan dengan senyawa alkalin natrium hidroksida (NaOH) sebagai aktivator dengan molaritas lebih dari 7M (Rifaai, Yahia, Mostafa, Aggoun, & Kadri, 2019), dan natrium silikat (Na_2SiO_3) sebagai katalisator dengan kondisi *curing* suhu ruangan (Youse, Chen, Riaz, Farasat, & Shah, 2019).

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan silinder ukuran \varnothing 10 cm x 20 cm sebanyak 24 buah. Adapun material penyusun beton geopolimer yaitu *fly ash* yang diperoleh dari hasil buangan PLTU Paiton, *superplasticizer* Sika Viscocrete 3115N dengan variasi 2%, 2,5%, 3%, 3,5%, senyawa natrium hidroksida (NaOH) yang sebelumnya telah dilarutkan dalam air dengan nilai molaritas 14M dan dicampur dengan senyawa natrium silika dengan perbandingan dari 1:2,5.

Tabel 1. Komposisi Beton Geopolimer SCC

Jenis Beton	Komposisi Beton	Viscocrete (%)	3 Hari	28 Hari
1	Geopolimer SCC	2	3	3
2	Geopolimer SCC	2,5	3	3
3	Geopolimer SCC	3	3	3
4	Geopolimer SCC	3,5	3	3
Total Benda Uji			12	12

Comment [M7]: Seluruh tabel tidak boleh berbentuk jpg, silahkan ikuti selingkung jurnal

Pengujian Material pada penelitian ini mencakup pengujian berat jenis, berat volume, kelembaban, air resapan, analisis saringan, kadar lumpur. Tahap pengujian agregat halus, agregat kasar, *fly ash* tersebut digunakan sebagai campuran dalam beton.

Pengujian beton segar SCC mencakup pengujian *slump flow test*, *v-funnel test*, dan *l shapped box test*. Sedangkan untuk perlakuan curing beton geopolimer SCC dilakukan dengan cara meletakan beton yang sudah dilepas dari cetakan di suhu ruangan sampai hari yang telah ditentukan.

Pengujian beton dilakukan pada umur 3 dan 28 hari setelah pengecoran. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan yang dilakukan dengan cara memberikan tekanan secara konstan pada benda uji hingga mengalami keretakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Uji Material

Hasil yang diperoleh dari uji material yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Agregat Halus
 - a) Berat jenis : 2,72%
 - b) Berat volume : 1,718 kg/m³
 - c) Kelembapan : 2,80%
 - d) Resapan : 1,04%
 - e) Kadar lumpur : 2,06%
 - f) Zona : Zona 2
2. Agregat Kasar
 - a) Berat jenis : 2,76%

- b) Berat volume : 13011kg/m³
 - c) Kelembapan : 0,11%
 - d) Resapan : 1,97%
 - e) Kadar lumpur : 0,13%
3. Fly Ash (PLTU Paiton)
- a) Berat jenis : 3,07%
 - b) Berat volume : 1264,46 kg/m³

Mix Design

Pada penelitian ini, *mix design* yang digunakan mengacu pada Jurnal Internasional berjudul *a mix design procedure for geopolymer concrete with fly ash* tahun 2016 untuk pembuatan beton geopolimer *Self Compacting Concrete (SCC)* karena pada dasarnya tidak ada SNI atau referensi pasti mengenai pembuatan geopolimer sendiri.

Tabel 2. Proporsi Beton Geopolimer SCC

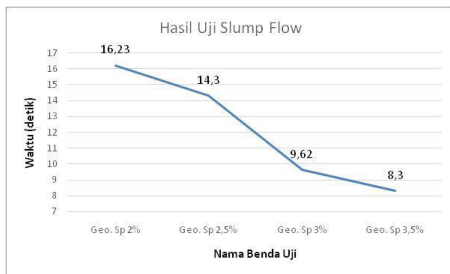
No	Nama Benda Uji	Fly Ash (kg)	Senyawa Kimia		Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar		Superplasticizer (ml)
			NaOH (kg)	Na ₂ SiO ₃ (kg)		1-5mm	5-10mm	
1	Geop. Sp 2%	4,71	0,54	1,35	8,60	4,37	4,37	94
2	Geop. Sp 2,5%	4,71	0,54	1,35	8,60	4,37	4,37	118
3	Geop. Sp 3%	4,71	0,54	1,35	8,60	4,37	4,37	141
4	Geop. Sp 3,5%	4,71	0,54	1,35	8,60	4,37	4,37	165

Pengujian Beton Segar SCC

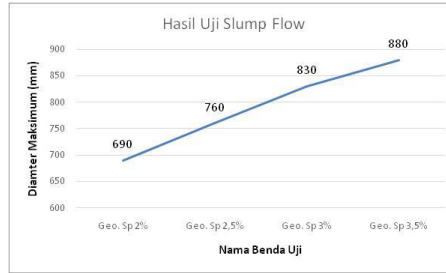
Pada pengujian beton segar SCC ada beberapa tes mencakup uji *Slump Flow*, uji *V-Funnel*, dan uji *L-Shaped Box* sesuai dengan standar yang berlaku.

1. Uji *Slump Flow*

Pengujian slump flow menggunakan alat yaitu kerucut abram dan plat besi. Pengujian tersebut sama dengan pengujian slump beton normal hanya saja kerucut abram yang digunakan dengan posisi terbalik.



Gambar 1. Grafik Hasil Uji Slump Flow



Gambar 2. Grafik Uji Slump Flow Maksimum



Gambar 3. Gambar Uji Slump Flow

Dari hasil yang diperoleh, waktu sebaran tercepat *adonan* beton untuk mencapai diameter 500 mm terdapat pada adonan beton dengan *superplasticizer* 3,5% sebesar 8,3 detik. Sedangkan waktu sebaran yang paling lambat terjadi pada *adonan* beton dengan *superplasticizer* 2% sebesar 16,23 detik. Sedangkan Pada Gambar 2 sebaran maksimum terjadi pada adonan beton dengan *superplasticizer* 3,5% sebesar 880 mm, sedangkan sebaran minimum terjadi pada adonan beton dengan *superplasticizer* 2% sebesar 690 mm. Dari data diatas juga bisa diketahui bahwa peningkatan *flowability* yang terjadi dengan penambahan *superplasticizer* sebanyak 2,5% sebesar 10,14%, 3% sebesar 20,29%, 3,5% sebesar 27,53%.

Mengacu pada *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete* tahun 2005, dari data diatas dapat di ambil kesimpulan bahwa variasi beton geopolimer *superplasticizer* 2%, *superplasticizer* 2,5%, maupun *superplasticizer* 3% masuk dalam kategori SCC, hanya saja ada perbedaan kelas yaitu SF2 dan SF3. Untuk beton geopolimer *superplasticizer* 3,5% tidak masuk dalam kategori SCC dikarenakan nilainya lebih dari ketentuan yang telah di

Comment [M8]: Penulis?

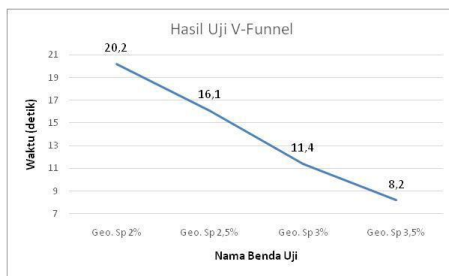
Comment [M10]: Pakailah bahasa teknik sipil

Comment [M9]: Gambar tidak jelas/blur

syaratkan menurut EFNARC sebesar 550mm-850mm.

2. Uji V-Funnel

Pada pengujian v-funnel menggunakan alat bernama v-funnel yang terbuat dari besi. Pengujian v-funnel ini dilakukan untuk menghitung waktu mengalir adonan beton segar hingga adonan yang ada dalam alat tersebut habis.



Gambar 4. Grafik Hasil Uji V-Funnel



Gambar 5. Gambar Uji V-Funnel

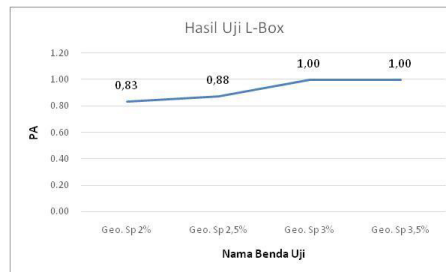
Dari hasil yang diperoleh, waktu paling singkat terjadi pada adonan dengan penambahan *superplasticizer* 3,5% sebesar 8,2 detik, sedangkan waktu paling lama terjadi pada adonan beton geopolimer dengan penambahan *superplasticizer* 2% sebesar 20,2 detik. Dari data di atas juga bisa diketahui bahwa peningkatan *filling ability* yang terjadi dengan penambahan *superplasticizer* sebanyak 2,5% sebesar 20,3%, 3% sebesar 43,56%, 3,5% sebesar 59,41%.

Mengacu pada *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete* tahun 2005, durasi uji v-funnel dibatasi sebesar 0-25 detik. Dari data di atas terlihat adonan beton dengan penambahan *superplasticizer* 2%, 2,5%, 3% masuk kedalam kategori beton SCC VF2 yaitu antara 9-25, sedangkan adonan beton geopolimer dengan

penambahan *superplasticizer* 3,5% masuk kedalam kategori beton SCC VF1 yaitu antara 0-8.

3. Uji L-Shaped Box

Pada pengujian ini menggunakan alat yaitu l-box yang terbuat dari besi. Pengujian l-box ini dihitung perbandingan tinggi beton di hulu dan hilir pada alat uji l-box tersebut.



Gambar 6. Gambar Hasil Uji L-Shaped Box



Gambar 7. Gambar Uji L-Shaped Box

Dari hasil yang di peroleh, terlihat bahwa dari hasil perbandingan tinggi H1 dan H2 pada uji l-box campuran beton dengan penambahan *superplasticizer* 3% dan 3,5% memiliki perbandingan mencapai angka 1 yang menandakan adonan tersebut encer. Sedangkan perbandingan terendah terjadi pada adonan beton geopolimer dengan penambahan *superplasticizer* 2% sebesar 0,83. Dari data di atas juga bisa diketahui bahwa peningkatan *passing ability* yang terjadi dengan penambahan *superplasticizer* sebanyak 2,5% sebesar 6,02%, 3% sebesar 20,48%, 3,5% sebesar 20,48%.

Menurut *The European Guidelines for Self Compacting Concrete* untuk kategori beton SCC, perbandingan tinggi H1 dan H2 atau nilai PA (*Passing Ability*) minimum yaitu 0,8 dan maksimum 1. Berdasarkan data di atas, nilai PA pada adonan yang masuk dalam kategori SCC yaitu adonan beton

geopolimer dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 2%, 2,5%, 3%, 3,5%.

Pengujian Kuat Tekan

Hasil kuat tekan dari campuran **adonan** beton geopolimer dengan penambahan variasi *superplasticizer* 2%, 2,5%, 3%, 3,5% dengan umur rencana 3 hari dan 28 hari di tunjukan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan 3 Hari

no	Nama Benda Uji	Kuat Tekan Alat (KN)	fc' (MPa)	fc' rata-rata (MPa)
1		121,06	15,42	
2	Geo. Sp 2%	123,92	15,79	15,98
3		131,31	16,73	
1		122,21	15,57	
2	Geo. Sp 2,5%	124,38	15,84	16,30
3		137,22	17,48	
1		107,17	13,65	
2	Geo. Sp 3%	118,49	15,09	15,02
3		128,15	16,32	
1		98,12	12,50	
2	Geo. Sp 3,5%	99,62	12,69	12,68
3		101	12,85	

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan 28 Hari

no	Nama Benda Uji	Kuat Tekan Alat (KN)	fc' (MPa)	fc' rata-rata (MPa)
1		306,68	39,07	
2	Geo. Sp 2%	318,76	40,61	42,01
3		363,95	46,36	
1		432,32	55,07	
2	Geo. Sp 2,5%	459,72	58,56	57,90
3		471,51	60,06	
1		275,46	35,09	
2	Geo. Sp 3%	285,41	36,36	36,28
3		293,55	37,39	
1		175,4	22,34	
2	Geo. Sp 3,5%	181,02	23,06	23,12
3		188,1	23,97	

Dari hasil yang diperoleh kuat tekan maksimal terjadi pada campuran beton geopolimer dengan penambahan *superplasticizer* 2,5% sebesar 57,90 MPa, Sedangkan kuat tekan minimal terjadi pada campuran beton geopolimer dengan penambahan *superplasticizer* 3,5% sebesar 23,12 MPa.



Gambar 8. Grafik Uji Kuat Tekan

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton geopolimer SCC paling tinggi terletak pada variasi *superplasticizer* 2,5% baik pada umur 3 dan 28 hari. Setelah lebih dari variasi *superplasticizer* 2,5% maka kuat tekan beton akan menurun.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa variasi penambahan 3,5% *superplasticizer* meningkatkan 27,53% pada aspek *flowability*, meningkatkan 59,41% pada aspek *filling ability*, dan meningkatkan 20,48% pada aspek *passing ability*. Untuk hasil kuat tekan tertinggi terletak pada variasi penambahan 2,5% *superplasticizer* sebesar 57,90 MPa.

Comment [M12]: Ditambah dengan nilai optimum penambahan *superplasticizer* terhadap kuat tekan

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, ulul. (2019). Pengaruh Penambahan Kadar *Superplasticizer* Terhadap Karakteristik Geopolimer SCC, *Skripsi*, Jember: Universitas Jember.

Dandautiya, R., & Singh, A. P. (2019). Utilization potential of fly ash and copper tailings in concrete as partial replacement of cement along with life cycle assessment. *Waste Management*, 99, 90–101.

EFNARC. (2005). *The European Guidelines for Self Compacting Concrete Specifications, Productions, and Use*. United Kingdom.

Gunmalang Stevanny, S.E. Wallah, M.D.J Sumajouw. (2016). Pengaruh Kadar Air dan *Superplasticizer* Pada Kekuatan dan Kelecekan Beton Geopolimer Memadat Sendiri Berbasis Abu Terbang. *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 6(3): 574-582.

Huseien, G. F., & Shah, K. W. (2020). Durability and life cycle evaluation of self-compacting concrete containing fly ash as GBFS replacement with alkali activation. *Construction and Building Materials*, 235, 117458.

Imam Junaidi. (2018). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Serbuk Genteng Press Terhadap Semen Geopolimer Berbahan Dasar

Comment [M11]: Buatlah persamaan regresinya dan tentukan titik optimumnya. Gambar diperjelas lagi.

- Fly ash PLTU Paiton Dengan Senyawa Aktifator (NaOH) dan Katalisator (Na_2SiO_3), *Skripsi*, Jember: Universitas Jember.
- Kanellopoulos, A., Savva, P., Petrou, M. F., & Ioannou, I. (2020). Assessing the quality of concrete – reinforcement interface in Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 240, 117933.
- Maulana, R.M., Warhono Arie. (2016). Hubungan Tegangan - Regangan Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash) dan Limbah kerang Pada Temperatur Normal. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil* 1(1): 42-48
- Mesgari, S., Akbarnezhad, A., & Xiao, J. Z. (2020). Recycled geopolymer aggregates as coarse aggregates for Portland cement concrete and geopolymer concrete: Effects on mechanical properties. *Construction and Building Materials*, 236, 117571.
- Pavithra, P., Reddy, M. S., Dinakar, P., Rao, B. H., Satpathy, B. K., & Mohanty, A. N. (2016). A mix design procedure for geopolymer concrete with fly ash. *Jurnal of Cleaner Production*.
- PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. (2018). *Accelerated Transformation*. Laporan Tahunan 2018. Gresik
- Standart Nasional Indonesia 03-1974-2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Jakarta.
- Utami, R. I. A., & Herbudiman, B. (2017). *Efek Tipe Superplasticizer terhadap Sifat Beton Segar dan Beton Keras pada Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash*. 3(1).
- Youn, M. H., Park, K. T., Lee, Y. H., Kang, S., Lee, S. M., & Kim, S. S. (2019). Carbon dioxide sequestration process for the cement industry. *Journal of CO2 Utilization*, 34(July), 325–334.
- Youse, S., Chen, B., Riaz, M., Farasat, S., & Shah, A. (2019). *Fresh and hardened properties of one-part fly ash-based geopolymer binders cured at room temperature: Effect of slag and alkali activators*. 225, 1–10.

