

Pengaruh Penambahan *Viscosity Modifying Admixture* Terhadap Sifat Mekanik Beton Geopolimer SCC

Hudha Yuka Mahendra^{*1}, Dwi Nurtanto², Ketut Aswatama Wiswamitra³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37, Jember

Submitted : 5 Januari 2021;

Accepted: 26 Februari 2021

Abstrak

Penggunaan semen yang tidak ramah lingkungan, dan buruknya karakteristik beton segar menjadi salah satu permasalahan pada beton. Beton geopolimer merupakan salah satu teknologi beton yang tidak menggunakan material semen, selain itu bahan tambah berupa *viscosity modifying admixture* menjadi salah satu solusi dalam menangani permasalahan karakteristik beton segar seperti *bleeding*, dan *segregasi*. Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengenai bagaimana pengaruh *viscosity modifying admixture* terhadap karakteristik beton segar dan sifat mekanik beton geopolimer SCC. Persentase VMA yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, dan 0.35%. Pengujian karakteristik beton segar akan ditinjau berdasarkan nilai *workability slump flow*, *T₅₀₀*, *v-funnel*, dan *L-shaped box*. Pengujian sifat mekanik beton terdiri dari pengujian kuat tekan umur 7 dan 28 hari serta kuat tarik belah umur 28 hari. Hasil pengujian *workability* beton geopolimer SCC yang menggunakan VMA menghasilkan nilai *workability* yang lebih rendah, sedangkan pada pengujian sifat mekanik dan analisis regresi *quadratic* didapatkan hasil bahwa VMA memiliki pengaruh terhadap sifat mekanik dengan sifat mekanik tertinggi terdapat pada persentase VMA sebesar 0.3%.

Kata Kunci : Beton geopolimer SCC; VMA; *Workability*; Sifat Mekanik; *Fly Ash*

Abstract

The use of cement which is considered to be polluting the environment and the poor characteristics of fresh concrete is a problem in concrete. Geopolymer concrete is one of the concrete technologies that does not use cement material. Also, the added material in the form of viscosity modifying admixture is one of the solutions in dealing with the problems of fresh concrete characteristics such as bleeding and segregation. Therefore, this research was conducted on how the effect of viscosity modifying admixture on the characteristics of fresh concrete and mechanical properties of self compacting geopolymer concrete. The percentage of VMA used in this study was 0%, 0.2%, 0.25%, 0.3%, and 0.35%. Fresh concrete

characteristics will be reviewed based on the workability slump flow, T500, v-funnel, and L-shaped box values. Testing the mechanical properties of concrete consist of testing compressive strength of 7 and 28 days and the split tensile strength of 28 days. The results of the workability test of SCC geopolymer concrete using VMA resulted in a lower workability value, while the mechanical properties test and quadratic regression analysis showed that VMA had an effect on mechanical properties with the highest mechanical properties found in the VMA percentage of 0.3%.

Keywords : *Self compacting geopolymer concrete; VMA; workability; mechanical properties; fly ash*

A. PENDAHULUAN

Semen merupakan salah satu material penyusun beton yang memiliki dampak terhadap pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan akibat produksi semen menyebabkan terjadinya global warming dan emisi karbondioksida (CO₂), sehingga diperlukan teknologi beton ramah lingkungan untuk mengurangi semen. Salah satu teknologi beton ramah lingkungan yaitu beton geopolimer.

Permasalahan lain yang terjadi pada beton adalah buruknya karakteristik beton segar. Bleeding, segregasi, dan rendahnya workability merupakan permasalahan beton segar yang dapat memengaruhi sifat mekanik pada beton. Untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan admixture viscosity modifying admixture yang berfungsi untuk mencegah terjadinya segregasi, dan bleeding.

Viscosity modifying admixture (VMA) dapat mencegah terjadinya bleeding, segregasi, dan meningkatkan workability pada beton SCC (EFNARC, 2005). Penggunaan viscosity modifying admixture (VMA) telah diterapkan juga pada beton dan mortar rendah semen, dimana penggunaan viscosity modifying admixture (VMA) dapat meningkatkan kuat tekan pada beton dan mortar rendah semen (EFNARC, 2005).

Persentase VMA yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0%, 0.2%,

0.25%, 0.3%, dan 0.35% dengan mengacu penelitian dari Andreas dkk. (2018) dan Pangestu dkk. (2015). Selain itu, Superplasticizer dengan nilai 2.5% juga akan digunakan pada penelitian ini. Pemilihan superplasticizer sebesar 2.5% didasarkan oleh penelitian Perkasa (2020) dimana nilai optimum superplasticizer sebesar 2.5% dengan molaritas sebesar 14M dapat mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 57.9 MPa pada kondisi perawatan kering.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan viscosity modifying admixture terhadap karakteristik beton segar dan sifat mekanik beton geopolimer SCC. Pengaruh terhadap karakteristik beton segar akan ditinjau dari nilai workability dan kondisi fisik beton segar setelah pengecoran, sedangkan pengaruh terhadap sifat mekanik akan ditinjau berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton geopolimer SCC.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Beton Geopolimer

Beton geopolimer merupakan produk beton geosintetis yang menggantikan material semen secara total dengan campuran antara mineral alumina (Al) dan silika (Si) dengan larutan alkali (EFNARC, 2005). Beton geopolimer menggantikan semen dengan material prekursor yang mengandung senyawa

Alumina (Al) dan Silika (Si). Material prekursor tersebut terbentuk melalui reaksi kimia tidak melalui reaksi hidrasi seperti semen. Reaksi kimia pada beton geopolimer adalah reaksi polimerisasi dengan membentuk satu molekul yang memiliki banyak gugus fungsi (Davidovits, 2013).

2. *Viscosity Modifying Admixture*

Viscosity Modifying Admixture (VMA) merupakan salah satu bahan tambah pada beton. Kegunaan utama dari penggunaan VMA adalah dapat mengubah sifat rheologi pada pasta semen. Penggunaan VMA mengubah sifat rheologi beton dengan menaikkan viskositas plastis pada beton, namun tidak untuk mengurangi titik leleh pada beton. Oleh karena itu, penggunaan VMA dikombinasi dengan penggunaan *superplasticizer* untuk menyeimbangkan titik leleh dan viskositas plastis pada beton (EFNARC, 2005).

Penelitian mengenai *viscosity modifying admixture* yang dilakukan oleh (Andreas dkk., 2018). Hasil penelitian tersebut memberikan hasil bahwa *viscosity modifying admixture* dapat meningkatkan kuat tekan beton dan mortar rendah semen.

(Pangestu et al., 2015) melakukan penelitian mengenai penambahan *viscosity modifying admixture* pada beton *self compacting concrete* (SCC). Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan *viscosity modifying admixture* yang sesuai dapat meningkatkan *workability* beton.

C. METODE PENELITIAN

1. Material Penelitian

Penelitian ini menggunakan material sebagai berikut:

- Fly Ash* Tipe F dari PLTU Paiton
- Pasir Lumajang (Agregat halus)

- Batu pecah (Agregat kasar) diameter 5 mm dan 10 mm dari PT. Sunan Muria
- Natrium Hidroksida (NaOH) 14M
- Natrium Silikat (Na₂SiO₃)
- Air
- Sika Stabilizer 4R (VMA) dari PT Sika dengan persentase 0% 0.2%, 0.25%, 0.3%, dan 0.35% terhadap berat semen.
- Sika Viscocrete 3115 N (*superplasticizer*) dari PT Sika dengan persentase 2.5% terhadap berat semen.

2. Rancangan Benda Uji

Penelitian ini menggunakan *viscosity modifying admixture* sebagai variabel bebas. Benda uji yang digunakan adalah silinder berukuran 150 mm x 300 mm dengan total benda uji tiap variasi sebanyak 3 sampel. Pengujian yang dilakukan pada sifat mekanik meliputi kuat tekan umur 7 dan 28 hari, dan kuat tarik belah umur 28 hari.

Beton geopolimer SCC didesain dengan mengacu pada penelitian (Pavithra dkk., 2016) yang berisi mengenai *mix design* pembuatan beton geopolimer dengan *fly ash*. Beton geopolimer SCC direncanakan menggunakan fas 0.45 dengan kuat tekan rencana sebesar 44 MPa. Rancangan kebutuhan benda uji pada tabel 1.

Tabel 1 Rincian benda uji

No	VMA	7 hari	28 hari	Tarik Belah
1.	0%	3	3	3
2.	0.2%	3	3	3
3.	0.25%	3	3	3
4.	0.3%	3	3	3
5.	0.35%	3	3	3
Total		15	15	15

3. Metode Pencampuran

Prosedur pencampuran benda uji diuraikan sebagai berikut:

- Membuat larutan NaOH 14M
- Mencampurkan larutan NaOH 14M dengan Na₂SiO₃.
- Siapkan air.
- Campurkan air dengan *superplasticizer* dan *viscosity modifying admixture* hingga merata
- Campurkan hasil campuran air dan *superplasticer* dengan campuran alkali hingga merata.
- Masukkan material kering (kerikil, pasir, dan *fly ash*) dalam molen.
- Memasukkan semua campuran cairan pada molen yang berisi material kering.
- Semua material diaduk kurang lebih 20 menit hingga kondisi campuran homogen.
- Pengujian *workability*.

4. Pengujian *Workability*

Pengujian *workability* mengacu pada ketentuan (EFNARC, 2005) mengenai *self compacting concrete* (SCC). Pengujian *workability* yang dilakukan pada penelitian ini meliputi *slump flow*, *v-funnel*, *L-shaped box*, dan *T₅₀₀*.

5. Perawatan Beton

Perawatan beton dilakukan pada suhu ruang. Perawatan beton dilakukan hingga beton mencapai umur pengujian.

6. Analisis Kuat Tekan Beton

Perhitungan nilai kuat tekan mengacu pada (SNI 1974 : 2011) dengan persamaan sebagai berikut:

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Dengan :

$$\begin{aligned} f_c' &= \text{Kuat tekan beton (MPa)} \\ P &= \text{Beban (K)} \\ A &= \text{Luas Penampang (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

7. Analisis Kuat Tarik Belah Beton

Perhitungan kuat tarik belah beton mengacu pada (SNI 03-2491-2014) dengan persamaan sebagai berikut:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

Dengan ;

$$\begin{aligned} f_{ct} &= \text{Kuat tarik belah beton (MPa)} \\ P &= \text{Beban (Kn)} \\ L &= \text{Panjang benda uji (mm)} \\ D &= \text{diameter benda uji (mm)} \end{aligned}$$

8. Pengujian SEM

Scanning electron microscope (SEM) merupakan salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan batas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan benda uji yang akan dianalisis. SEM digunakan untuk menganalisis permukaan material. SEM menggunakan prinsip *scanning* dengan mengarahkan berkas elektron dari satu titik ke titik yang lain

9. Analisis Statistika

Analisis statistika dilakukan untuk mengetahui besar pengaruh *viscosity modifying admixture* terhadap sifat mekanik beton. Pengujian statistika dilakukan dengan pendekatan regresi non linier *quadratic* menggunakan bantuan *software* SPSS.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Mix Design

Mix design mengacu pada jurnal internasional (Pavithra et al., 2016) mengenai beton geopolimer. Proporsi campuran beton geopolimer SCC pada penelitian ini seperti tabel 2

Tabel 2 Proporsi campuran beton

Kode	Material									
	Fly Ash	Air	Kerikil		Pasir	Super plasticizer	VMA	NaOH	Na ₂ SiO ₃	Satuan
			10 mm	5 mm						
Geo 1	444	124	459	459	937	11,11	0	57,14	142,86	kg/m ³
Geo 2	444	124	459	459	937	11,12	0,89	57,15	142,87	kg/m ³
Geo 3	444	124	459	459	937	11,13	1,11	57,16	142,88	kg/m ³
Geo 4	444	124	459	459	937	11,14	1,33	57,17	142,89	kg/m ³
Geo 5	444	124	459	459	937	11,15	1,56	57,18	142,90	kg/m ³

1. Hasil Pengujian *Workability*

Pengujian *workability* beton dilakukan untuk mengetahui karakteristik beton segar. Hasil pengujian *workability* menunjukkan bahwa penambahan *viscosity modifying admixture* pada beton geopolimer SCC tidak mengalami kenaikan. Hal tersebut dikarenakan, penggunaan *viscosity modifying admixture* dengan *superplasticizer* sebesar 2.5% menyebabkan campuran beton kurang bersifat plastis sehingga *workability*

pada beton tidak mengalami peningkatan. Hal tersebut juga dibuktikan pada penelitian (Pangestu dkk., 2015) dimana penggunaan *superplasticizer* dan VMA yang tepat dapat meningkatkan flow pada beton.

Karakteristik beton segar geopolimer SCC pada penelitian ini tidak mengalami *segregasi* dan *bleeding* serta masuk dalam kriteria SCC menurut (EFNARC, 2005). Hasil pengujian *workability* beton disajikan pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian *workability*

No	Alat Uji	Kadar VMA					EFNARC
		0%	0.2%	0.2%	0.3%	0.35%	
1	Slump Flow (mm)	698	630,67	676,3	680	690	550-850 mm
2	T500 (detik)	4,8	6	5,8	5,8	5	3,5-6 detik
3	V Funnel (detik)	10	11.73	11.25	11	10.5	7-27 detik
4	L Shaped	0.93	0.83	0.86	0.87	0.9	0.8-1

2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Nilai kuat tekan beton didapatkan dari nilai rata-rata 3 sampel di tiap variasi sampel. Nilai kuat tekan beton akan ditinjau berdasarkan hasil pengujian kuat tekan pada umur 7 dan 28 hari.

Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7 menunjukkan bahwa hasil kuat tekan beton geopolimer umur 7 hari tertinggi terdapat pada persentase 0.3% dengan kuat tekan beton rata-rata 29.16

MPa, sedangkan kuat tekan beton geopolimer umur 7 hari terendah yaitu pada persentase 0.35% dengan nilai kuat tekan sebesar 24.35 MPa. Hasil pengujian kuat tekan umur 7 hari dapat dilihat pada tabel 4.

Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari menunjukkan bahwa menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton umur 28 hari mengalami peningkatan pada variasi 0.2% hingga

0.3%, kemudian mengalami penurunan kuat tekan pada persentase VMA sebesar 0.35%.

Tabel 4 Hasil pengujian kuat tekan umur 7 hari

No	Kode	VMA (%)	Rata-Rata Kuat Tekan 7 Hari (MPa)
1	Geo1	0	25.67
2	Geo2	0.2	26.80
3	Geo3	0.25	24.53
4	Geo4	0.3	29.16
5	Geo5	0.35	24.35

Dari hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari didapatkan kuat tekan tertinggi umur 28 hari sebesar 48.50 MPa dengan persentase VMA sebesar 0.3%. Kemudian nilai kuat tekan terendah sebesar 42.09 MPa dengan persentase VMA sebesar 0.35%. Hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5 Hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari

No	Kode	VMA (%)	Rata-Rata Kuat Tekan 28 Hari (MPa)
1	Geo1	0	44.07
2	Geo2	0.2	45.10
3	Geo3	0.25	46.24
4	Geo4	0.3	48.50
5	Geo5	0.35	42.09

3. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Hasil pengujian kuat tarik belah beton pada umur 28 hari. menunjukkan bahwa nilai kuat tarik belah mengalami peningkatan pada persentase VMA sebesar 0.2% hingga 0.3%, kemudian mengalami penurunan pada persentase 0.35%. Persentase VMA sebesar 0.3%

merupakan persentase VMA dengan nilai kuat tarik belah tertinggi sebesar 2.78 MPa. Nilai tarik belah terendah sebesar 2.45 MPa dengan persentase VMA sebesar 0.35%. Hasil pengujian sifat mekanik tarik belah beton dapat dilihat pada tabel 6

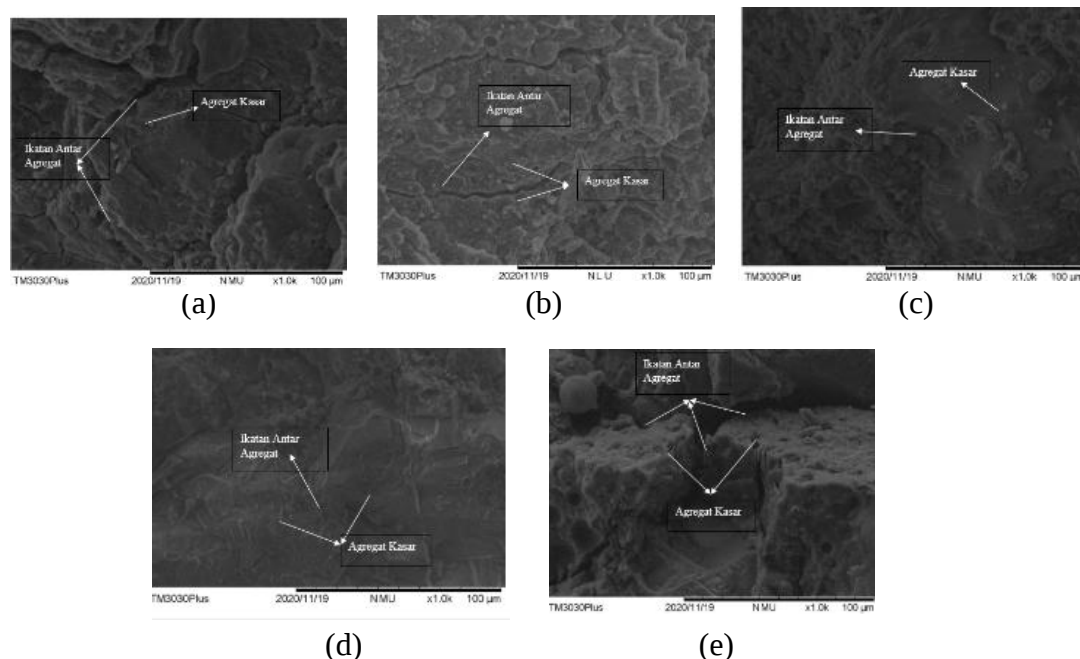
Tabel 6 hasil pengujian kuat tarik belah beton

No	Kode	VMA (%)	Rata-Rata Kuat Tarik belah 28 Hari (MPa)
1	Geo1	0	2.48
2	Geo2	0.2	2.59
3	Geo3	0.25	2.69
4	Geo4	0.3	2.78
5	Geo5	0.35	2.45

4. Hasil Pengujian SEM

Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui karakteristik ikatan pada beton geopolimer SCC. Hasil pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik belah didapatkan hasil bahwa sifat mekanik tertinggi terdapat pada persentase VMA sebesar 0.3% dari berat semen, sedangkan sifat mekanik terendah terdapat pada persentase VMA sebesar 0.35%. Kenaikan kuat tekan tersebut disebabkan oleh ikatan antara *superplasticizer* dan *viscosity modifying admixture* dimana penggunaan VMA yang seimbang akan menghasilkan ikatan partikel yang saling mengikat satu sama lain (Palaciaos et al., 2016)

Hasil pengujian SEM membuktikan bahwa ikatan partikel dengan penambahan VMA sebesar 0.3% memiliki ikatan yang baik dibandingkan yang lainnya. Hasil pengujian SEM dapat dilihat pada gambar 1.

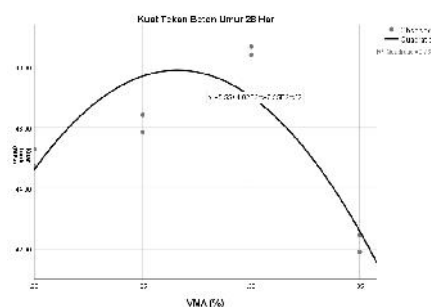


(a) Geo 1; (b) Geo 2; (c) Geo 3; (d) Geo 4; (e) Geo 5

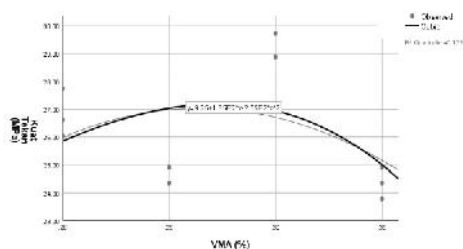
Gambar 1 Hasil pengujian SEM

5. Hubungan VMA Terhadap Sifat Mekanik Beton Geopolimer SCC

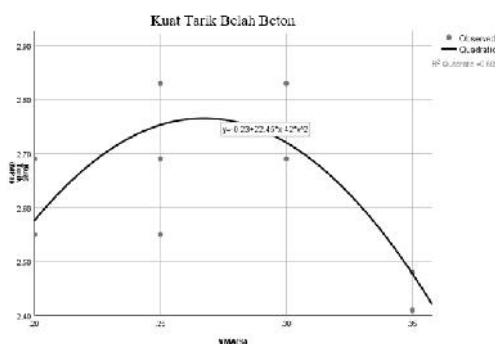
Hubungan VMA terhadap sifat mekanik beton geopolimer SCC dianalisis menggunakan pendekatan statistika. Pendekatan statistika yang digunakan yaitu regresi non linier *quadratic* menggunakan bantuan *software SPSS*. Hasil regresi non linier *quadratic* disajikan pada gambar 2,3,4 dan tabel 7



Gambar 3 Grafik kuat tekan umur 28 hari dengan regresi



Gambar 2 Grafik kuat tekan umur 7 hari dengan regresi



Gambar 4 Grafik kuat tarik belah dengan regresi

Tabel 7 Nilai korelasi statistika

Analisis Statistika	Fc' 7 Hari	Fc' 28 Hari	Kuat Tarik Belah
Nilai Koefisien Korelasi	0.42	0.88	0.78
Nilai R ²	0.173	0.767	0.609

Hasil nilai korelasi statistika menggambarkan bahwa hubungan antara VMA dengan tiap pengujian sifat memiliki pengaruh terhadap sifat mekanik meski menghasilkan nilai korelasi yang berbeda. Nilai korelasi (R) antara penambahan VMA dengan kuat tekan 7 hari menghasilkan nilai 0.42 yang artinya memiliki pengaruh yang sangat lemah dan pasti. Nilai korelasi (R) antara penambahan VMA dengan kuat tekan 28 hari menghasilkan nilai 0.88 yang berarti hubungan keduanya memiliki korelasi yang tinggi begitu juga dengan nilai (R) pada kuat tarik belah yang memiliki nilai (R) 0.78.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan *viscosity modifying admixture* terhadap beton geopolimer SCC menghasilkan nilai *workability* yang lebih rendah.
2. Penggunaan VMA memiliki pengaruh terhadap sifat mekanik beton geopolimer SCC dengan nilai sifat mekanik tertinggi pada persentase VMA 0.3%.

DAFTAR PUSTAKA

ACI 232. 2002. *Use Of Fly Ash in Concrete*. Farminton Hills : American Concrete Institute 232-2R

Andreas, Antoni, Christian, E., & Hardjito, D. (2018). Pengaruh Penambahan Viscosity Modifying Admixture Terhadap Kuat Tekan Mortar Dan Beton Rendah Semen. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*. 7.1 : 24–31.

ASTM C618-19 . 2019. Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. West Conshohocken : ASTM International.

Davidovits, J. (2013). Geopolymer Cement. *Geopolymer Science and Technics*. 21 : 1–11.

EFNARC. (2005). The European Guidelines for Self-Compacting Concrete. *The European Guidelines for Self Compacting Concrete*.

EFNARC. (2006). *Viscosity Modifying Admixtures for Concrete*. *Indian Concrete Journal*. 81(1) : 27–34.

Figueiredo, S.C., Coporoglu O., dan Schlangen Erik.2018. Effect of Viscosity Modifier Admixture on Portland Cement Hydration. *Prosiding 4th Brazilian Conference on Composite Material*. 22 - 25 Juli 2018. Volume 212 : 818-840,

Pangestu, M., Sim, A. M., Hardjito, D., Admixtures, V. M., & Razak, A. (2015). Pengaruh Penggunaan Kombinasi Viscosity Modifying Admixtures Dan Superplasticizer Terhadap Rheologi Mortar Dan Beton Self Compacting Concrete. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipi*. 4 (2) : 2–9.

P.Pavithra, M.S Reddy, P. Dinakar, B.R Hanumantha, K.B Satpathy, dan A.N Mohanty. 2016. *A Mix Design Procedure for Geopolymer Concrete with Fly Ash*. *Jurnal of*

Cleaner Production. Volume 133 :
117-125.

M. Palacios & R. J. Flatt. 2016. *Working Mechanism of Viscosity Modifying Admixture. Science and Technology of Concrete*. Woodhead Publishing. 2016. 415-432.

SNI 03-1974-2011: Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan

Benda Uji Silinder. Jakarta: BSN.

SNI 2491-2014: Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder. Jakarta: BSN.



© 2021 Siklus Jurnal Teknik Sipil All rights reserved. This is an open access article distributed under the terms of the CC BY License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).