

PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE* TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH CAMPURAN BETON GEOPOLIMER

Habib Ali Maksum¹, Istiqomah², Ben Novarro Batubara²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

E-mail: habibalim26@upi.edu

ABSTRACT

As Indonesia's need for concrete grows, the first thing people frequently notice is the greenhouse gas emissions (carbon dioxide) produced during cement production. So one solution is to use other materials to replace the Portland cement used in making concrete. One kind of concrete called geopolymer concrete is created using organic ingredients like activated alkali and volcanic ash. One drawback of geopolymer concrete is its poor workability. The purpose of this study is to add polypropylene fiber and additive to geopolymer concrete to increase its workability and durability. the investigation's use of experimental techniques. The percentages of polypropylene fiber added to concrete volume in this investigation were 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, and 2%. Tests were performed on cylindrical specimens measuring 20 cm in height and 10 cm in diameter to determine the maximum values of tensile and compressive strength. When polypropylene fiber is added to concrete, the highest values of split tensile strength and compressive strength are generated, respectively, and they are 25.6 and 2.767 MPa, respectively, in the 0.5% variation of concrete.

Keyword: Concrete Geopolymer, Polypropylene Fiber, Admixture

ABSTRAK

Kebutuhan beton di Indonesia saat ini semakin meningkat, Hal pertama yang biasanya diperhatikan orang adalah gas yang dikeluarkan dari rumah kaca (karbon dioksida) selama proses produksi air mani. Oleh karena itu, satu-satunya solusi yang tersedia adalah menggunakan bahan lain untuk menggantikan semen Portland yang digunakan dalam produksi beton. Beton geopolimer merupakan jenis beton yang terbuat dari bahan lunak seperti abu vulkanik dan alkali aktif. Beton geopolimer memiliki kelemahan dalam hal *workability* yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan *workability* dan durabilitas beton geopolimer dengan penambahan admixture dan serat *polypropylene*. Penggunaan metode eksperimen pada penelitian ini. Persentase penambahan serat polipropilena pada volume beton pada penelitian ini adalah 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, dan 2%. Nilai kuat tekan dan tarik maksimum ditentukan dengan menguji benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Penambahan serat polipropilena pada beton variasi 0,5% menghasilkan nilai kuat tarik belah maksimum sebesar 25,6 MPa dan nilai kuat tekan maksimum sebesar 25,6 MPa adalah sebesar 2,767 MPa.

Kata kunci: Geopolimer, Serat *Polypropylene*, Admixture

1. PENDAHULUAN

Beton geopolimer dibuat dari bahan-bahan alami seperti abu vulkanik dan alkali aktif. Untuk membuat beton geopolimer, cairan alkali aktivator diperlukan; cairan ini memainkan peran penting dalam proses polimerisasi dan melarutkan unsur-unsur silika dan alumina pada abu terbang, juga dikenal sebagai *fly ash*. Hal ini memungkinkan reaksi kimia terjadi. Menurut Davidovits, (1994), Larutan basa yang terdiri dari sodium silikat (Na_2SiO_3) dan natrium hidroksida (NaOH) adalah aktivator yang paling umum digunakan.

Beton geopolimer yang baik memerlukan pertimbangan yang cermat terhadap jenis aktivator yang dipilih sehubungan dengan komponen penyusun abu terbang. Sodium silikat (Na_2SiO_3) dengan perbandingan 2:3 dan natrium hidroksida (NaOH) 8M menjadi aktivator.

Menurut Partogi (2015), beton geopolimer antara lain memiliki daya tahan dan kuat tekan yang sangat baik. Meskipun demikian, ia mempunyai banyak kelemahan, seperti rapuh dan sering retak akibat tekanan tarik. Oleh karena itu, untuk mengatasi kekurangan-kekurangan tersebut, digunakanlah *superplasticizer* sebagai aditif untuk meningkatkan *workabilitas* beton geopolimer. Sedangkan penambahan serat *polypropylene* menjadi salah satu cara untuk mengatasi sifat getas dan kemunculan retak halus pada beton. Dalam artikel ini menggunakan serat *polypropylene* Sika *Fiber Force* 48mm yang memiliki daya tarik 465N/mm^2 (MPa) dengan penambahan 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2%.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Silika dan aluminium dalam jumlah tinggi terdapat pada bahan dasar yang digunakan untuk membuat beton geopolimer. Komponen beton geopolimer antara lain air, prekursor, aktivator, agregat halus dan kasar. Agregat halus menggunakan pasir Cimalaka yang memiliki gradasi daerah no.2, sementara agregat kasar lolos saringan maksimal 20mm sesuai dengan SNI 03-2834-2000. Material dasar beton geopolimer yang berfungsi sebagai pengikat menggunakan *fly ash* tipe F, yang diperoleh dari PT. Pionirbeton Industri Cimareme. Larutan alkali digunakan untuk mengaktifkan unsur-unsur dalam *fly ash*, yaitu alumina dan silika, larutan alkali itu merupakan kombinasi dari Natrium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na_2SiO_3). Natrium hidroksida atau soda api berbentuk serpihan putih, lalu sodium silikat atau *waterglass* dalam bentuk kemasan botol atau drum, keduanya dapat dibeli di toko bahan kimia. Soda api dilarutkan terlebih dahulu sesuai dengan konsentrasi molar yang diharapkan, sebelum dicampurkan menjadi pasta geopolimer.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Disain Campuran Beton Geopolimer

Sebelum merancang disain campuran, Pertama, karakteristik agregat kasar dan halus diperiksa. Uji saringan juga dilakukan pada agregat kasar dan halus. Ada pengujian lebih lanjut yang dilakukan antara lain berat volumetrik, berat jenis, kadar kotoran, dan daya serap air. Tabel 3.1 di bawah menunjukkan komposisi desain campuran yang digunakan.

Tabel 3.1 Komposisi Campuran Pada Beton Geopolimer

Jenis Material	Jumlah (Kg)
Agregat Halus	66,94
Agregat Kasar	124,35
<i>Fly Ash</i>	37,58
NaOH	7,25
Na ₂ SiO ₃	10.89
Superplasticizer	0,78
Serat <i>Polypropylene</i>	0,94

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran tinggi 20 cm dan diameter 10 cm. Sumber daya yang dimanfaatkan adalah *Fly Ash* tipe F dan agregat halus berupa Pasir Cimalaka yang diperoleh dari PT. Pionirbeton Industri Cimareme dan solusi aktivator, tersedia dalam bentuk serpihan dan cair dari toko kimia. NaOH yang digunakan memiliki molaritas 8M. Variabel serat polipropilena sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari total volume bekisting beton digunakan pada setiap kombinasi, penambahan serat dilakukan dengan mencampur dengan adukan beton geopolimer. Jumlah sampel kuat tekan yang dibuat sebanyak 3 sampel untuk setiap variabel diumur 28 hari, 14, dan 7 hari. Selanjutnya dibuat tiga sampel dengan umur 28 hari untuk masing-masing variabel pada sampel kuat tarik belah. Jumlah total item yang diuji dalam setiap kombinasi sebanyak 60 sampel. Metode perawatan beton yang digunakan yaitu metode *ambient curing*, benda uji diletakkan di ruangan dengan suhu normal tanpa terkena paparan sinar matahari.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kuat Tekan Sampel Uji

Untuk menguji kuat tekan umur perawatan sampel untuk pengujian pada hari ke 7, 14, dan 28. Tabel 4.1 menampilkan data kuat tekan silinder sebagai berikut.

Tabel 4.2 Perkembangan Hasil Kuat Tekan

HASIL UJI 7 HARI							
No	Umur (Hari)	Sampel Uji	Berat Sampel Uji (Kg)	Luas Penampang Bekisting (mm ²)	Beban Tekan (kN)	Kuat tekan (MPa)	Rata Rata Kuat Tekan (MPa)
1	7	0%	3.415	7853.982	126.9	16.16	14.47
2			3.411	7853.982	124.6	15.86	
3			3.553	7853.982	89.4	11.38	
1	7	0.5%	3.325	7853.982	120.3	15.32	14.69
2			3.416	7853.982	100.1	12.75	

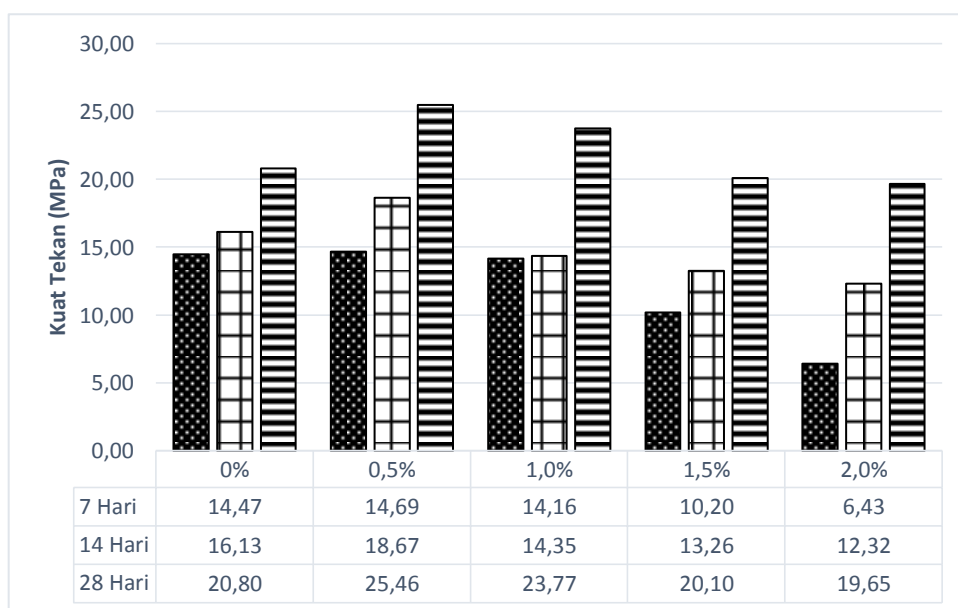


3			3.418	7853.982	125.8	16.02	
1	7	1.0%	3.483	7853.982	100.7	12.82	14.16
2			3.375	7853.982	113.3	14.43	
3			3.447	7853.982	119.7	15.24	
1	7	1.5%	3.515	7853.982	72.8	9.27	10.20
2			3.598	7853.982	83.1	10.58	
3			3.554	7853.982	84.5	10.76	
1	7	2.0%	3.528	7853.982	40.7	5.18	6.43
2			3.509	7853.982	54.3	6.91	
3			3.496	7853.982	56.5	7.19	
HASIL UJI 14 HARI							
No	Umur (Hari)	Sampel Uji	Berat Sampel Uji (Kg)	Luas Penampang Bekisting (mm ²)	Beban Tekan (kN)	Kuat tekan (MPa)	Rata Rata Kuat Tekan (MPa)
1	14	0%	3.571	7853.982	146	18.59	16.13
2			3.429	7853.982	118.2	15.05	
3			3.433	7853.982	115.8	14.74	
1	14	0.5%	3.518	7853.982	139.3	17.74	18.67
2			3.559	7853.982	150.9	19.21	
3			3.611	7853.982	149.6	19.05	
1	14	1.0%	3.566	7853.982	116.9	14.88	14.35
2			3.521	7853.982	120	15.28	
3			3.52	7853.982	101.2	12.89	
1	14	1.5%	3.416	7853.982	110.5	14.07	13.26
2			3.491	7853.982	86.9	11.06	
3			3.453	7853.982	115	14.64	
1	14	2.0%	3.482	7853.982	58.9	7.50	12.32
2			3.377	7853.982	110.1	14.02	
3			3.474	7853.982	121.3	15.44	
HASIL UJI 28 HARI							
No	Umur (Hari)	Sampel Uji	Berat Sampel Uji	Luas Penampang Bekisting	Beban Tekan (kN)	Kuat tekan (MPa)	Rata Rata Kuat

			(Kg)	(mm ²)			Tekan (MPa)
1	28	0%	3.444	7853.982	150.4	19.15	20.80
2			3.441	7853.982	157.4	20.04	
3			3.46	7853.982	182.4	23.22	
1	28	0.5%	3.529	7853.982	187.4	23.86	25.46
2			3.591	7853.982	199.3	25.38	
3			3.556	7853.982	213.3	27.16	
1	28	1.0%	3.508	7853.982	196	24.96	23.77
2			3.481	7853.982	173.7	22.12	
3			3.497	7853.982	190.3	24.23	
1	28	1.5%	3.44	7853.982	149.5	19.03	20.10
2			3.405	7853.982	177.5	22.60	
3			3.448	7853.982	146.5	18.65	
1	28	2.0%	3.495	7853.982	182.5	23.24	19.65
2			3.514	7853.982	128.6	16.37	
3			3.36	7853.982	151.9	19.34	

Pada hasil pengujian beton geopolimer dengan umur 7, 14, 28 hari titik maksimum pada penambahan serat *polypropylene* yaitu 0,5%, lalu kembali mengalami penurunan pada 1% dan seterusnya.

Gambar 4.1 di bawah ini menggambarkan hubungan antara umur beton dengan kuat tekan berdasarkan uji kuat tekan.



Gambar 4.1 Hubungan Umur Beton Geopolimer Dengan Kuat Tekan Beton Geopolimer

Dari grafik diatas bisa dilihat bahwa setelah dilakukan penambahan serat polipropilena pada beton untuk dinilai kuat tekannya, diperoleh umur rata-rata beton yang mempunyai nilai konversi rata-rata sebesar 0,5 setelah 7 hari dan 0,66 setelah 14 hari. Hal ini menunjukkan bahwa beton yang diberi penambahan serat polipropilena pada umur 14 hari lebih unggul dibandingkan beton geopolimer yang diberi penambahan serat pada umur 7 hari.

Nilai maksimum diperoleh pada variasi 0,5% karena pengaruh aktivator, yaitu larutan NaOH yang membantu dalam strukturisasi zeolit. Kandungan Na_2SiO_3 pada larutan aktivator membantu untuk meningkatkan kuat tekan beton geopolimer karena dapat mempercepat dalam proses polimerisasi. Namun, larutan yang terlalu pekat karena kandungan Na_2SiO_3 dapat menurunkan kuat tekan beton geopolimer karena masalah yang muncul selama proses pengadukan dan pengecoran. Maka demikian cenderung terjadi penurunan pada variasi 1%;1,5%;2%. Hal tersebut dapat terjadi akibat jumlah aktivator yang banyak menyebabkan proses ikatan polimer yang lemah, antara unsur silika dan alumina dengan pengikat Na_2SiO_3 karena proporsi campuran yang kurang bagus. Kesimpulannya bahwa kadar Na_2SiO_3 yang semakin tinggi terhadap NaOH tidak selalu menghasilkan kuat tekan beton geopolimer yang tinggi.

4.2. Kuat Tarik Belah Sampel Uji

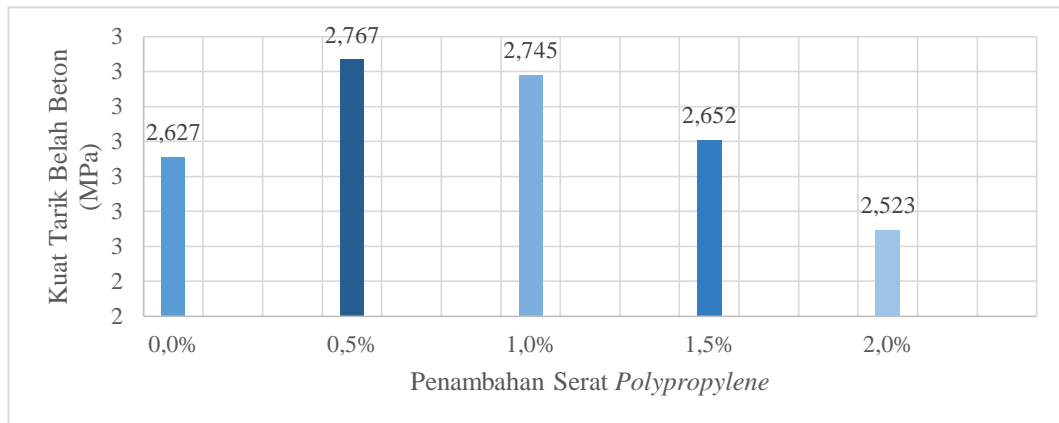
Curing sampel uji selama 28 hari untuk mengetahui kuat tarik belahnya. Temuan kekuatan tarik belah silinder yang ditampilkan pada tabel 4.2 adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2 Perkembangan Hasil Kuat Tarik Belah Sampel Uji

Hari	Kode	Berat	$\pi \cdot d \cdot l$ (mm ²)	Beban Tekan (kN)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Rata-rata
28	BGSPTB 0%	3,494	62832	83,1	2,645155154	2,627118
		3,475	62832	81,8	2,603774869	
		3,451	62832	82,7	2,632422759	
28	BGSPTB 0,5%	3,517	62832	87,5	2,7852115	2,767174
		3,54	62832	91,1	2,89980306	
		3,51	62832	82,2	2,61650726	
28	BGSPTB 1%	3,49	62832	81,2	2,58467628	2,744892
		3,594	62832	84,7	2,69608474	
		3,501	62832	92,8	2,95391574	
28	BGSPTB 1,5%	3,447	62832	89,2	2,83932418	2,651521
		3,417	62832	79,4	2,5273805	

		3,415	62832	81,3	2,58785937	
28	BGSPTB 2%	3,43	62832	80,9	2,57512698	2,523136
		3,478	62832	76,6	2,43825373	
		3,424	62832	80,3	2,55602839	

Kuat tarik belah silinder mencapai titik maksimum pada 0,5% penambahan serat *polypropylene* dengan nilai 2,767 MPa. Adanya peningkatan kuat tarik silinder dengan penambahan serat *polypropylene* bisa dilihat gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Kuat Tarik Belah Sampel Uji Umur 28 Hari

Variabel serat 0,5% pada beton naik sebesar 77% dibandingkan beton tanpa serat polipropilena, dan nilai kuat tarik belahnya sebesar 1,561 Mpa. Dibandingkan dengan beton geopolimer tanpa serat polipropilena, grafik berikut menunjukkan bahwa beton yang mengandung serat polipropilena mempunyai kuat tarik belah yang lebih besar.

4.3 Analisa Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Silinder

Persamaan hubungan nilai kuat tarik belah dan kuat tekan silinder dapat digambarkan seperti berikut:

$$f_{ct} = \alpha \sqrt{f'_c}$$

Keterangan:

f_{ct} = Kuat tarik belah beton (MPa)

α = Koefisien

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

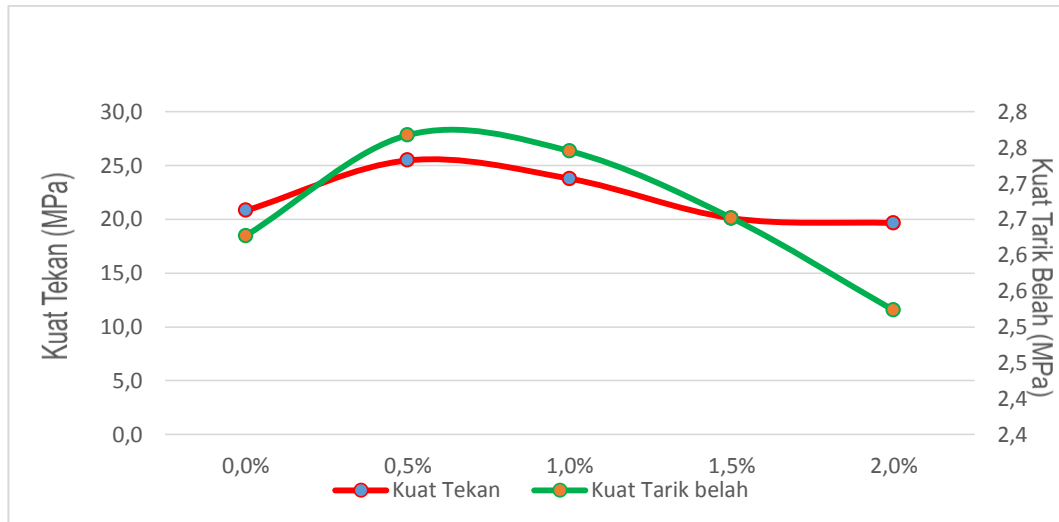
Tabel 4.3 menampilkan persamaan yang dihasilkan berdasarkan pengujian kuat tekan silinder dan kuat tarik belah.

Tabel 4.3 Persamaan Kuat Tarik Belah Silinder Berdasarkan Nilai Kuat Tekan

Dosis Sampel Uji	Kuat Tekan	Kuat Tarik belah Sampel Uji	α	Persamaan Kuat Tarik Belah Sampel Berdasarkan Nilai Kuat Tekan Sampel	Persentase Kuat Tarik Belah Sampel Dari Nilai Kuat Tekan Sampel
0%	10,262	1,561	0,576	$0,576\sqrt{f_c}$	12,63%
0,5%	25,465	2,767	0,548	$0,548\sqrt{f_c}$	10,87%
1,0%	23,767	2,745	0,563	$0,563\sqrt{f_c}$	11,55%
1,5%	20,096	2,652	0,591	$0,591\sqrt{f_c}$	13,19%
2,0%	19,650	2,523	0,569	$0,569\sqrt{f_c}$	12,84%

Pada penelitian ini hasil persamaan kuat tarik belah silinder berdasarkan nilai kuat tekan silinder pada persentase 0% mendapat $0,576\sqrt{f_c}$ sedangkan pada beton penambahan serat *polypropylene* pada 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2,0% berturut-turut yaitu $0,548\sqrt{f_c}$; $0,563\sqrt{f_c}$; $0,591\sqrt{f_c}$ $0,569\sqrt{f_c}$. Koefesien dapat dihitung dengan menggunakan rumus. Hal ini menentukan bagaimana kekuatan tarik belah dan kekuatan tekan silinder berhubungan satu sama lain. Hasilnya adalah angka perbandingan dalam persentase. Benda uji yang ditambahkan serat polipropilena menunjukkan nilai tarik belah sebesar 12,63% untuk serat polipropilena 0%, 10,87% untuk serat polipropilena 0,5%, 11,55% untuk serat polipropilena 1%, 13,19% untuk serat polipropilena 1,5% dan 2%, dan 12,84% untuk serat polipropilena 2%.

Seperti terlihat pada Gambar 4.3 di bawah, jumlah maksimum serat polipropilen yang dapat ditambahkan ke beton adalah 0,5%.



Gambar 4.3 Hubungan Pada Penambahan Serta Polypropylene Terhadap Kuat Tekan Sampel Uji Dan Kuat Tarik Belah Sampel Uji Umur 28 Hari

Hasil tersebut disebabkan oleh kadar serat *polypropylene* yang melebihi 0,5% dapat menyebabkan beton menjadi berkurang nilai kuat tekannya karena kemungkinan terbentuknya rongga pada sampel beton, yang mengurangi kepadatan benda uji.

5. KESIMPULAN

Pengaruh serat *polypropylene* efektif untuk memperbaiki nilai uji kuat tarik belah beton silinder. Setelah berumur 28 hari, nilai kuat tekan beton yang diperoleh dengan dosis penambahan serat polipropilena 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% berturut-turut adalah 25,6 MPa, 23,77 MPa, 20,10 MPa, dan 19,65 MPa. Nilai kuat tarik belah silinder beton dengan dosis penambahan serat polipropilena 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% pada umur 28 hari menghasilkan kuat tarik belah sebesar 2,523 MPa, 2,745 MPa, 2,767 MPa, dan 2,652 MPa. Dengan demikian dosis maksimum penambahan serat polypropylene pada persentase penambahan sebesar 0,5% teradap volume total bekisting. Konsentrasi serat *polypropylene* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan beton menjadi berkurang nilai kuat tekannya karena kemungkinan terbentuknya rongga pada sampel beton yang mengurangi kepadatan benda uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Davidovits, J. (1994). High-alkali cements for 21st century concretes. In concrete technology, past, present and future. In proceedings of V. Mohan Malhotra Symposium. 1994. In K. Metha (Ed.), *ACI SP-144*, pp. 383-397.
- Herwani, Imran, I., Budiono, B., Pane, I., Zulkifli, E., & Elvira. (2018). *Efektivitas Superplasticizer Terhadap Workabilitas dan Kuat Tekan Beton Geopolimer*. Jurnal Teknik Sipil, 12-18.

- Janizar, S., Setiawan, F., & Saputra, D. H. (2020). Audit Struktur Gedung Bank X Kota Banjarmasin. *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)*, 1(1), 15-26.
- Simatupang, P. H. (2017). *Uji Eksperimen Kuat Lentur Mortar Ferro Geopolimer*. Seminar Nasional Teknik FST-UNDANA, 93-101.
- SNI 03-2834-2000. (2000). *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2019. (2019). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.