

PENGARUH *SUPERPLASTICIZER POLYMER* TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI

Ventje Bertj Slat¹⁾, Steve W.M. Supit^{1,*)}, Noldie Kondoj¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado
Jln. Raya Politeknik Kel. Buha, Kota Manado 95252

^{*)}Email : steviewmsupit@gmail.com

Abstract

In construction field, the use of high performance concrete is essential for pre-cast and pre-stress concrete production where the addition of chemical admixture was found effectively contributes in strength. This research presents the results of using Superplasticizer polymer type Ligno C-165 in making high strength concrete. The percentage use of this material is 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1%, 1.25% and 1.5% by weight of cement. The concrete samples were tested at the age of 3, 7, 14, 21 and 28 days after water curing. The results show that the addition of 1.5% SP increased the strength of concrete at 28 days with strength value of 64.97 MPa or 166.08% stronger than the target strength of $f'c=40$ MPa. This is an indication that the increase of Superplasticizer polymer type Ligno C-165 dosage in concrete will also increases the strength that can be due to the effect of SP in reducing the water content that may produces denser matrix concrete with less volume of voids resulted in improving the properties of high strength concrete. From the results, the application of this mixture proportions could be used for producing building construction elements in the field of civil engineering.

Kata kunci : *Beton Mutu Tinggi, Superplasticizer polymer, Kuat Tekan, Precast, Pre-stress*

PENDAHULUAN

Beton mempunyai peran yang sangat penting pada dunia konstruksi dalam pembangunan infrastruktur seperti pembangunan jalan, jembatan, bangunan, bendungan, dermaga dan lain sebagainya. Dimana jika dibandingkan dengan material lain seperti baja dan kayu, baja memiliki Beberapa kelebihan Hal ini dikarenakan beton memiliki kelebihan seperti nilai kuat tekan yang tinggi, dapat dengan mudah dibentuk sesuai keinginan, dan mempunyai ketahanan terhadap api. Seiring dengan berkembangnya pemanfaatan beton

sebagai material konstruksi, berbagai inovasi dikembangkan untuk meningkatkan kualitas atau mutu beton. Beberapa penelitian yang telah dilakukan adalah melalui pemanfaatan bahan tambah kimia *superplasticizer*, ataupun bahan tambah mineral seperti *silica fume*, metakaolin, dan limbah pembakaran batu bara yakni abu terbang (Mulyono, 2003).

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lapangan, *Superplasticizer* sering digunakan sebagai *chemical admixture* yang memiliki fungsi dalam memperbaiki kinerja beton. Bahan dasar

superplasticizer adalah tipe polycarboxylate dan naphthalene. Berdasarkan ASTM C494-19 “*Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*”, *Superplasticizer* mempunyai keistimewaan dalam penggunaannya dalam campuran pembentuk elemen konstruksi:

- Meningkatkan kinerja beton walaupun dengan jumlah kandungan air dan semen yang lebih sedikit,
- Meningkatkan *workability* campuran dengan nilai faktor air semen yang tetap,
- Mencegah terjadinya korosi pada tulangan akibat meningkatnya kepadatan.

Hal ini juga dikemukakan oleh Aer et al., (2014) dan Herwani et al., (2018) dimana pemanfaatan *superplasticizer* dapat meningkatkan kinerja beton khususnya dalam hal pengurangan penggunaan air dengan nilai *workability* yang tetap terjaga dan pengerasan yang lebih cepat sehingga dapat memberikan pengaruh signifikan pada konstruksi yang memerlukan capaian kuat tekan yang tinggi pada umur awal. Pada pengujian kuat tekan, penggunaan *superplasticizer* dengan prosentase tertentu dapat meningkatkan kekuatan beton (Megasari dan Winayati, 2017). Walaupun demikian, penggunaan *superplasticizer* memerlukan kontrol dan prosentase yang tepat untuk menghasilkan campuran beton yang baik dari segi *workability* maupun kekuatannya. Hal ini disebabkan oleh bermacam-macamnya tipe

superplasticizer yang memiliki perbedaan dari tingkat sifat dan bahan pembentuknya sehingga memiliki pengaruh deformabilitas, viskositas dan waktu retensi yang berbeda-beda (Antoni dan Sugiharto, 2007).

Penggunaan dosis yang terlalu tinggi malah dapat mengurangi kekuatan beton akibat terhambatnya panas hidrasi karena penggunaan *superplasticizer*. Dalam beberapa penelitian, prosentase penggunaan *superplasticizer* berkisara antara 0,5 – 1,8% dengan kuat tekan rata-rata pada penggunaan 1,8% *superplasticizer* adalah sekitar 51 MPa (Zardi et al., 2016). Berdasarkan beberapa latar belakang di atas, penelitian ini menginvestigasi pengaruh penggunaan *Superplasticizer polymer* type Ligno C-165, untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan bahan tambah tersebut dalam menghasilkan kuat tekan beton mutu tinggi. Prosentase pemanfaatan *superplasticizer* tipe ini dapat dijadikan rekomendasi dalam penggunaannya sebagai bahan tambah kimia dalam campuran beton mutu tinggi.

METODE PENELITIAN

Material

Material yang digunakan pada penelitian ini bisa dilihat pada Tabel 1. Bahan pengikat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) yang diambil dari Batching Plan PT. PP URBAN (Persero) yang berlokasi di Desa Watudambo 2. Adapun *superplasticizer* yang digunakan adalah

type Ligno C-165 tipe F Polymer dari PT. Ligno Specialty Chemicals.

terlihat pada Tabel 1 dan 2 di bawah ini.

Metode pengujian

Langkah-langkah pengujian diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan sesuai dengan tujuan penelitian, Karakteristik material diuji berdasarkan *American Standard of Testing Materials (ASTM)* dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Material dan hasil pengujian karakteristik dapat

• Pengujian Karakteristik Material

Hasil pemeriksaan material agregat kasar dan agregat halus yang digunakan dalam perencanaan campuran beton dapat dilihat pada Tabel 2. Dimana hasil yang diperoleh memenuhi standard yang ditentukan oleh Standard Nasional Indonesia.

Tabel 1. Material yang Digunakan

Nama Material	Keterangan
Semen	Tonasa tipe 1 OPC (<i>Ordinary Portland Cement</i>)
Agregat Halus	Desa Tendeki, Kec Matuari, Kab Bitung
Agregat Kasar	Desa Lansot, Kec Kema, Kab Minahasa Utara
Air	Air dari sumur bor dari Laboratorium Uji Bahan Politeknik Negeri Manado

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar dan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Agregat		
			Kasar	Halus	
1	Abrasi	%	24,380		
2	Berat Jenis	Bulk/Ov	gr/cm ³	2,569	2,209
		Ssd	gr/cm ³	2,627	2,323
		App	gr/cm ³	2,727	2,494
3	Penyerapan	%	2,262	5,164	
4	Berat	Padat	kg/lt	1,180	1,372
	Volume	Lepas		1,046	1,204
5	Kadar Lumpur		0,165	1,376	
6	Kadar Air		1,115	2,260	
7	Kadar Organik		Lebih terang dari warna standard		

• Komposisi campuran

Perhitungan komposisi campuran beton menggunakan standard dari SNI 03-2834-2000 tentang Tata cara pembuatan rencana beton normal yang

dimodifikasikan sesuai dengan spesifikasi Jalan Tol 2015 Indonesia Bab 10 tentang perkerasan beton. Tabel 3 menjelaskan tentang komposisi material yang digunakan dengan target kuat tekan yang akan

dicapai pada 28 hari adalah 40 MPa. Adapun untuk penggunaan prosentasi *superplasticizer polymer* adalah 0,25%,

0,5%, 0,75%, 1%, 1,25% dan 1,5% dari berat semen sebagaimana terlihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Proporsi material campuran beton mutu tinggi

No	Material penyusun beton	Perbandingan	Berat (kg/m ³)
1	Semen OPC Tipe 1	1	424
2	Pasir	1,60	682
3	Batu Pecah 10-20mm	2,41	1023
4	Air	0,40	170

Bisa dilihat pada penggunaan bahan tambah tersebut mengambil acuan

perbandingan dari berat semen yang ada.

Tabel 4. Jumlah penggunaan bahan tambah *superplasticizer polymer*

<i>Superplasticizer polymer</i> (kg/m ³)					
0,25%	0,5%	0,75%	1%	1,25%	1,5%
1,06	2,12	3,18	4,24	5,3	6,36

• **Kuat Tekan**

Untuk pengujian kuat tekan beton mengacu pada standar ASTM C39M-20 “*Standar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*”. Pengujian dilakukan pada umur beton 3, 7, 14, 21 dan 28 hari setelah perawatan melalui perendaman dengan air. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- Benda uji silinder diangkat dari rendaman sehari sebelum dilakukan pengujian, agar benda uji benar-benar kering.
- Timbang dan catat berat benda uji beton
- Letakkan benda uji beton ke alat kuat tekan
- Catat hasil kuat tekan beton pada setiap benda uji yang akan di tes.
- Menghitung kuat tekan benda uji dengan rumus:

$$f'_c = \frac{P_{maks}}{A}$$

Dimana:

f'_c : Kuat Tekan (MPa)

P_{maks} : Gaya Tekan Maksimum (N)

A : Luas Penampang (mm²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koreksi air akibat pengaruh superplasticizer polymer

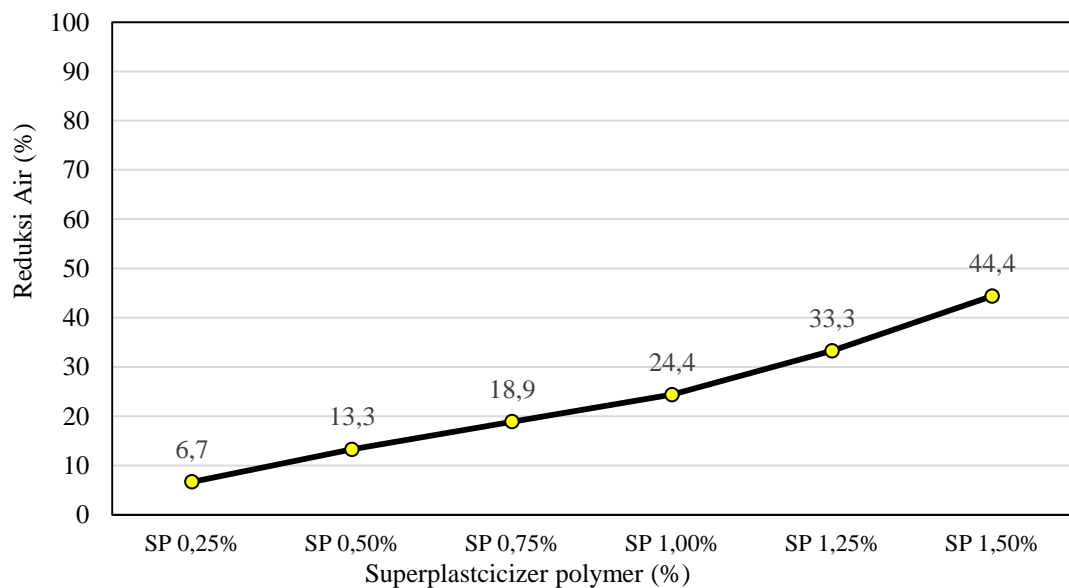
Tabel 5 menunjukkan prosentase pengurangan air akibat penggunaan *superplasticizer polymer* (SP) dengan variasi 0,25%-1,5%. Dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya prosentase SP, air yang digunakan semakin berkurang untuk mempertahankan nilai slump 7 cm. Penggunaan 1,5% SP diperoleh dapat mengurangi air sampai 44,4% dan mengkonfirmasi fungsi penggunaan SP sebagaimana dijelaskan sebelumnya.

Reduksi penggunaan air dapat dilihat juga pada Gambar 1. Jumlah pengurangan air yang besar, mempercepat pengerasan beton yang

dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton khususnya pada umur awal beton.

Tabel 5. Pengurangan Air pada campuran beton

<i>Superplasti-cizer polymer</i>	Slump (cm)	Air (ml)	Sisa Air (ml)	%
SP 0,25%	7	9007,9	600	6,7
SP 0,50%	7	9007,9	1200	13,3
SP 0,75%	7	9007,9	1700	18,9
SP 1,00%	7	9007,9	2200	24,4
SP 1,25%	7	9007,9	3000	33,3
SP 1,50%	7	9007,9	4000	44,4



Gambar 1. Koreksi penggunaan air (%) untuk slump = 7 cm

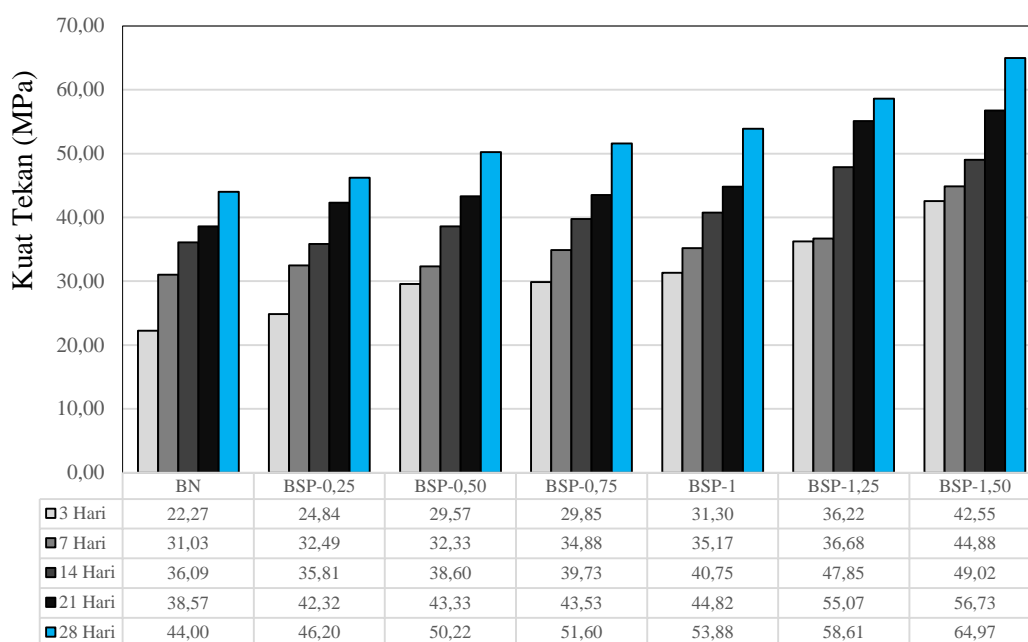
Pengaruh SP terhadap kuat tekan beton

Berdasarkan hasil pengujian nilai kuat tekan, maka diperoleh hasil rata-rata kuat tekan dari setiap variasi SP pada komposisi campuran beton yang digunakan, seperti pada Gambar 2

berikut ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan optimum dari setiap variasi prosentase penggunaan bahan tambah *superplasticizer polymer* ada pada beton yang menggunakan 1,5% SP (BSP-1,50), dengan kuat tekan yang

diperoleh pada umur beton 3, 7, 14, 21, dan 28 hari masing-masing yaitu sebesar 42,55 MPa, 44,88 MPa, 49,02 MPa, 56,73 MPa dan 64,97 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi bahan tambah *superplasticizer polymer* yang digunakan pada campuran beton, maka akan semakin

tinggi pula kuat tekan yang akan dihasilkan. Untuk beton dengan variasi penambahan 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1% dan 1,25%, kuat tekan yang diperoleh berkisar antara 42-53 MPa, dimana melebihi kekuatan target rencana yakni 40 MPa.



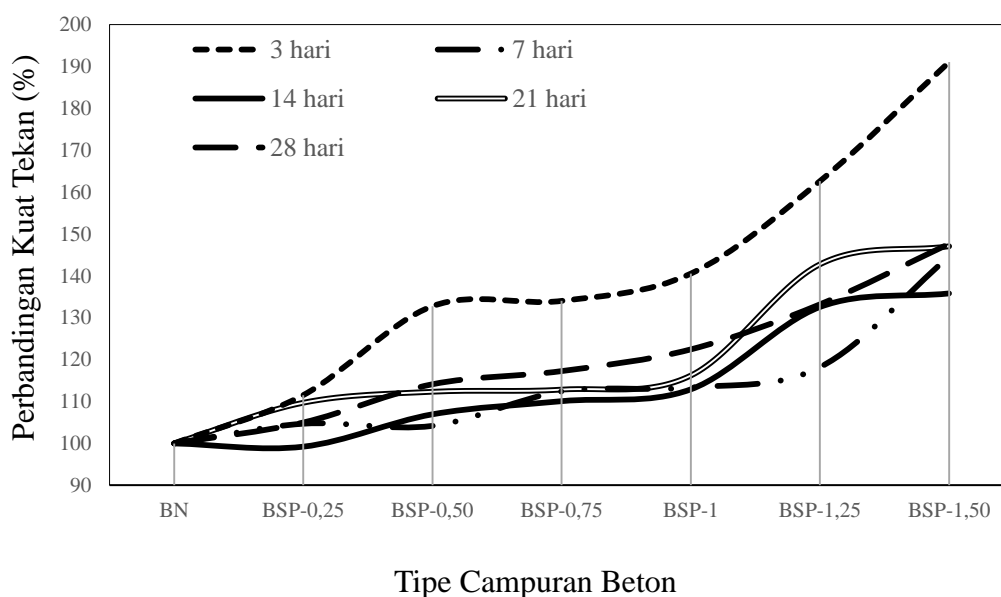
Gambar 2. Hasil pengujian kuat tekan beton

Pada Gambar 3 berikut ini menjelaskan tentang prosentase kuat tekan beton yang dicapai melalui pemanfaatan variasi *superplasticizer polymer* pada semua hari yang ditinjau. Dari hasil yang diperoleh, beton dengan bahan tambah *superplasticizer polymer* mengalami penguatan awal dibandingkan dengan beton normal. Jika dilihat pada tabel, pada umur 3 hari beton dengan penambahan *superplasticizer polymer* 1,5% mengalami peningkatan yang paling signifikan yaitu sudah mencapai 91,1%

lebih tinggi dari kuat tekan beton normal. Demikian juga dengan beton dengan penambahan SP 0,25%-1,25% memberikan peningkatan kuat tekan yang signifikan pada umur awal beton mengindikasikan sifat dari SP yang mempercepat pengerasan beton. Dalam hal ini tidak dilakukan pengujian terhadap prosentase SP di atas 1,5% karena rekomendasi beberapa literatur yang menyatakan bahwa 1,5% merupakan kadar superplasticizer yang optimal berdasarkan workabilitas dan kekuatan tekan yang diperoleh

(Mariani et al., 2009). Demikian juga dengan yang ditemukan dalam referensi (Herwani et al., 2018) yang menemukan prosentase superplasticizer berbasis naphthalene pada beton geopolimer ada pada dosis

1,5% dengan kuat tekan mencapai 31 MPa. Sedangkan pada referensi (Zardi et al., 2016) menemukan komposisi optimal SP jenis Viscocrete-10 ada pada 1,8% dengan kuat tekan mencapai 51 MPa.

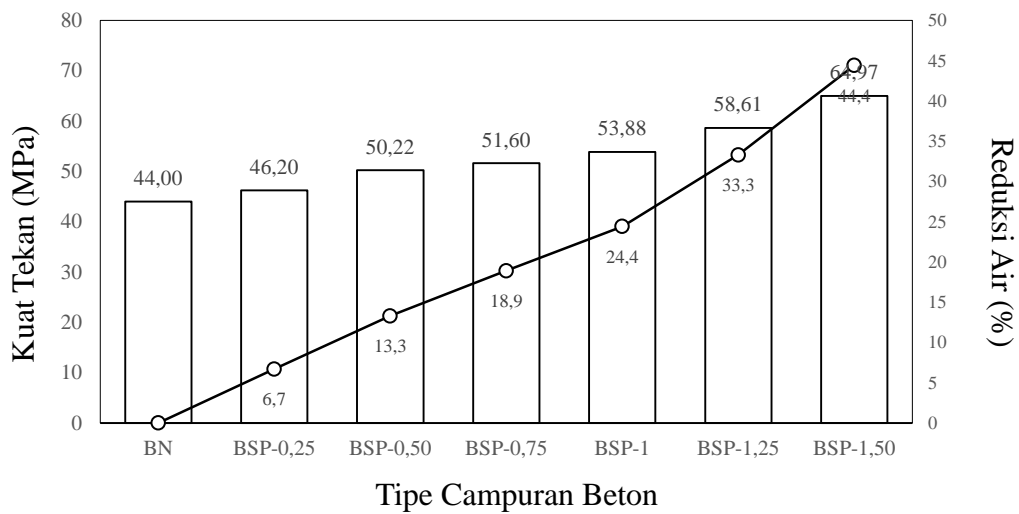


Gambar 3. Prosentase mutu beton

Korelasi penggunaan air dan kekuatan tekan beton

Gambar 4 menunjukkan korelasi antara penggunaan air dalam persen akibat variasi prosentase SP dengan kekuatan tekan beton pada umur 28 hari. Terlihat pada Gambar bahwa semakin tinggi nilai prosentasi reduksi air, maka akan semakin tinggi pula nilai kuat tekan yang akan dihasilkan, begitu juga sebaliknya jika semakin rendah nilai prosentasi reduksi air, maka nilai kuat tekan yang diperoleh menjadi berkurang.. Berdasarkan gambar terlihat bahwa BSP-1,5 dengan pengurangan air sebesar 44,4% dapat memberikan kekuatan tekan sebesar 64,97 MPa. Adapun pengurangan air

akibat penambahan variasi prosentasi SP berkisar 6-33%. Hal ini sekaligus menunjukkan bahwa pengurangan air akibat peningkatan prosentase SP memberikan pengaruh yang besar dalam peningkatan kuat tekan beton. Dimana jika air yang digunakan terlalu besar maka faktor air semen yang tinggi akan justru mengakibatkan hilangnya konektivitas antar partikel semen maupun dengan agregat sehingga menghasilkan pori-pori yang berakibat hilangnya kekuatan dan durabilitas beton. Pernyataan ini mendukung apa yang dihasilkan dalam penelitian yang dilakukan dalam referensi (Liu et al., 2016).



Gambar 4. Korelasi antara penggunaan air dan kuat tekan beton 28 hari

SIMPULAN

Dari hasil-hasil pengujian yang diperoleh maka beberapa kesimpulan yang dapat diambil: 1) Dari hasil kuat tekan yang diperoleh, beton yang memiliki kuat tekan optimum dari setiap variasi yang digunakan terjadi pada tipe campuran BSP-1,50 (Beton *Superplasticizer polymer* 1,50%) pada umur 28 hari yaitu sebesar 64,97 MPa atau sudah mencapai 91% dari kuat tekan beton normal. 2) Beton dengan bahan tambah *superplasticizer polymer* sangat berpengaruh terhadap mutu beton tersebut dimana akan mengalami peningkatan mutu yang signifikan. Semakin tinggi prosentasi penggunaan bahan tambah *superplasticizer polymer* tipe Lygno C-165, maka akan semakin tinggi pula kuat tekan yang akan dihasilkan pada beton tersebut. 3) Prosentasi SP (1,5%) didapat pengurangan air secara signifikan sebanyak 44,4%.

Pada persentasi SP 1,5% pengerasan beton menjadi semakin cepat karena pengurangan air yang hampir 50% dari perencanaan air yang akan digunakan akan tetapi kekuatan beton semakin kuat pada campuran tersebut. 4) Pada umumnya, penambahan *superplasticizer polymer* tipe Lygno C-165 dengan dosis 0,25%-1,5% dari berat semen meningkatkan kekuatan tekan beton pada semua umur rencana terlebih pada umur awal beton. 5) Diperlukan adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui nilai kuat lentur dan kuat tarik belah maupun setting time pada beton akibat pemanfaatan bahan tambah *superplasticizer polymer* tipe Lygno C-165 ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Chrisviano Tulung yang telah membantu dalam pengumpulan data

dan Politeknik Negeri Manado atas dukungan dana penelitian internal melalui Penelitian Unggulan Program Studi Tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Aer, A.A., Sumajouw, M.D.J., dan Pandaleke, R.E., 2014, Pengaruh Variasi Kadar Superplasticizer Terhadap Nilai Slump Beton Geopolymer, *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 1, No.6, September 2014 (283-291), ISSN: 2337-6732.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) C39/C39M-20, *Standar Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019, www.astm.org.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) C494M-19, *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019, www.astm.org.
- Antoni, Sugiharto, H., 2007, Kompatibilitas Antara Superplasticizer Tipe Polycarboxylate Dan Naphthalene Dengan Semen Lokal. *Konferensi Nasional Teknik Sipil I (Konteks I)*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta 11-12 Mei 2007, ISBN: 979.9243.80.7.
- Herwani, Imran, I, Budiono, B, Pane, I, Zulkifli, E, dan Elvira., 2018, Efektivitas superplasticizer terhadap workabilitas dan kuat tekan beton geopolimer. *PORTAL Jurnal Teknik Sipil*, Vol.10, No.2, hal. 12-18.
- Liu, Z., Zhao, K., Hi, C., and Tang, Y., 2016, Effect of Water-Cement Ratio on Pore Structure and Strength of Foam Concrete. *Advances in Materials Science and Engineering*, Vol.2016, Article ID 9520294, 9 pages.
- Mariani, Sampebulu, V., dan Ahmad, A.G., 2009, Pengaruh Penambahan Admixture Terhadap Karakteristik *Self Compacting Concrete (SCC)*, *Jurnal SMARTEK*, Vol. 7, No. 3, pp. 176-183.
- Megasari, S.W., dan Winayati, 2017, Analisis Pengaruh Penambahan Sikament-NN Terhadap Karakteristik Beton. *Jurnal Teknik Sipil Siklur*, Vol. 3, No.2, hal. 117-128.
- Mulyono, Tri, 2003. *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta
- SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Zardi, M., Rahmawati, C., Azman, T.K., 2016, Pengaruh Persentase Penambahan Sika Viscocrete-10 Terhadap Kuat Tekan Beton, *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, Vol. 1, No. 1, pp.13-24, ISSN: 2407-733X