

PENGARUH PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR BETON GEOPOLIMER

Ririn Farmawati Suhardi¹, Firdaus², Mudiono Kasmuri²

Dosen Universitas Bina Darma Palembang², Mahasiswa Universitas Bina Darma¹

Jalan Jenderal Ahmad Yani No. 12 Palembang

Pos-el : ririnfarmawati26@gmail.com¹, firdaus.dr@gmail.com²,
mudionokasmuri@binadarma.ac.id²

Abstract : *Geopolymer Concrete is an alternative material to replace cement that is considered less environmentally friendly in making concrete. This is because during the process of burning raw materials to produce 1 ton of cement releases 1 ton of CO₂ gas directly into the air. Geopolymer concrete is made without the use of cement as a binder, but instead it uses fly ash as a result of waste from coal waste combustion, fly ash contains silica and aluminum which reacts chemically with alkaline liquids at a certain temperature to form mixed materials that have properties like cement. In this study testing the compressive strength of geopolymer mortar against a cube-shaped test object measuring 5x5x5 cm³ and testing the compressive strength at the age of concrete 7, 14, and 28 days. With a mixture of fly ash (fly ash) which is divided into several fly ash zones according to the level of smoothness of fly ash, namely zones 0, 1, 2 and 3, by varying the material added by SuperPlasticizer activator by 0%, 0.5%, 0.6%, 0.7 % added with potassium hydroxide. In this study the use of Flyash is very influential on the compressive strength produced, namely by using the most delicate Flyash, obtained the maximum concrete compressive strength in zone 3 with a variation of SuperPlasticizer 0.7% at 28 days at 38 Mpa.*

Keywords: *Geopolymer Concrete, Fly ash, Potassium Hydroxide, SuperPlasticizer*

Abstrak : Beton Geopolimer merupakan salah satu bahan alternatif untuk mengganti semen yang dianggap kurang ramah lingkungan dalam pembuatan beton. Hal ini dikarenakan selama proses pembakaran bahan baku untuk menghasilkan 1 ton semen melepaskan 1 ton gas CO₂ secara langsung ke udara. Beton geopolimer dibuat tanpa menggunakan semen sebagai bahan pengikat, namun sebagai penggantinya digunakan abu terbang (*fly ash*) hasil dari limbah pembakaran sisa batu bara, *fly ash* mengandung silica dan alumunium yang bereaksi secara kimia dengan cairan alkaline pada temperature tertentu untuk membentuk material campuran yang memiliki sifat seperti semen. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan mortar geopolimer terhadap benda uji berbentuk kubus berukuran 5x5x5 cm³ dan dilakukan pengjian kuat tekan pada saat umur beton 7, 14, dan 28 hari. Dengan campuran abu terbang (*fly ash*) yang dibagi menjadi beberapa zona *fly ash* sesuai dengan tingkat kehalusan *fly ash*, yaitu zona 0, 1, 2, dan 3, dengan memvariasikan bahan tambah activator *SuperPlasticizer* sebesar 0%, 0.5%, 0.6%, 0.7% ditambah dengan *potassium hydroxide*. Pada penelitian ini penggunaan *Flyash* sangat berpengaruh terhadap kuat tekan yang dihasilkan, yaitu dengan menggunakan *Flyash* yang paling halus, didapat kuat tekan beton maksimal pada zona 3 dengan variasi *SuperPlasticizer* 0.7% pada umur 28 hari sebesar 38 Mpa.

Kata Kunci : *Beton Geopolimer, Fly ash, Potassium Hydroxide, SuperPlasticizer*

PENDAHULUAN

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat-agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air. Terkadang, satu atau lebih bahan additive ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan. Ketergantungan penggunaan semen pada bidang konstruksi menyebabkan peningkatan produksi semen Portland yang berdampak pada kondisi lingkungan. Hal ini dikarenakan selama proses pembakaran bahan baku untuk menghasilkan 1 ton semen melepaskan 1 ton gas CO₂ secara langsung ke udara. Maka diperlukan bahan alternative lain yang bisa menggantikan semen ialah melalui pengembangan beton dengan menggunakan bahan pengikat anorganik seperti alumina-silikat *polimer* atau dikenal dengan *geopolymer*.

Geopolimer adalah bentuk anorganik alumina dan silica yang disintesa melalui material banyak mengandung silica (Si) dan Alumina (Al) yang berasal dari alam atau material hasil dari limbah industri. Komposisi kimia material geopolimer serupa dengan zeolit, tetapi memiliki mikrostruktur amorphous (Davidovits, 1999). Unsur-unsur ini banyak didapati, di antara nya pada material hasil limbah industri, misalnya *fly ash* dari sisa pembakaran batu bara. *Flyash* atau abu terbang merupakan sisa pembakaran batu bara, yang dialirkan dari ruang pembakaran melalui ketel berupa semburan asap, yang telah digunakan sebagai bahan campuran beton.

Material *fly ash* dalam pembuatan beton dapat saja bereaksi secara kimia dengan cairan alkalin pada temperature tertentu untuk membentuk material campuran yang memiliki sifat seperti semen, material geopolimer ini digabungkan dengan agregat kemudian menghasilkan beton geopolimer, tanpa menggunakan semen lagi.

Pada penelitian ini, dilakukan pencampuran beton geopolimer dengan abu terbang sebagai substitusi parsial semen dan bahan tambah *superplasticizer*. Perumusan masalah nya adalah bagaimana pengaruh penggunaan abu terbang terhadap kuat tekan mortar beton geopolimer? Dan berapa besar nilai kuat tekan maksimum mortar

dengan bahan tambah *super plasticizer* pada umur 7, 14, 28 hari?

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis karakteristik abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan campuran beton geopolimer baik untuk struktur maupun non-struktur dan Pemanfaatan abu terbang (*fly ash*) sebagai pengganti bahan campuran beton geopolimer. Selain itu untuk menganalisis uji kuat tekan beton dengan menggunakan jenis activator *Superplasticizer Sika men LM*.

Beton geopolimer adalah sebuah senyawa silikat alumino yang disintesis dari bahan-bahan produk sampingan seperti abu terbang (*fly ash*), abu sekam padi (*risk husk ask*), dan lain-lain yang banyak mengandung silikon dan alumunium (Davidovits, 1997). Geopolimer adalah produk beton geosintetik dimana reaksi pengikat yang terjadi adalah reaksi polimerisasi. Dalam reaksi polimerisasi ini alumunium (Al) dan silica (Si) mempunyai peranan penting dalam ikatan polimerisasi (Davidovits, 1994) reaksi Al dan Si dengan alkaline akan menghasilkan AIO₄ dan SiO₄. Bahan penyusun beton geopolimer antara lain Fly ash (abu terbang), Air, Agregat kasar, Agregat halus, Bahan tambah / Admixture.

Fly Ash (Abu Terbang) adalah sebagai pengganti (substitusi) semen. Abu terbang (*fly ash*) adalah bagian dari sisa pembakaran batu bara yang berbentuk partikel halus amorf. Abu tersebut merupakan bahan anorganik yang terbentuk dari perubahan bahan mineral (*mineral matter*) karena proses pembakaran. Abu terbang (*fly ash*) sendiri tidak memiliki kemampuan mengikat seperti semen, tetapi dengan kehadiran air, zat additive dan ukuran partikelnya yang halus, oksidasi silica yang dikandung oleh abu terbang (*fly ash*) akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen, dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat. (MFajar Hermansyah, FT UI, 2008).

Dalam penelitian ini digunakan abu terbang yang diambil dari PT. PLN (PERSERO) pembangkitan bagian Sumatera Selatan. Sektor pembangkitan Bukit Asam (PLTU Tanjung Enim).

Air untuk pembuatan beton geopolimer minimal memenuhi syarat sebagai air minum yaitu tawar, tidak berbau, bila dihembuskan dengan udara

tidak keruh dan lain-lain. Agregat kasar (*coarse aggregate*) yang digunakan dapat berupa kerikil hasil desintergrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu dengan besar butir lebih dari 5 mm. Tabel dan grafik ketentuan gradasi agregat kasar (split) bisa dilihat di SNI-03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal). Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm, Berdasarkan ASTM C33 agregat halus umumnya berupa pasir dengan partikel butir lebih kecil dari 5 mm atau lolos saringan No.4 dan tertahan pada saringan No.200.

Admixture SuperPlasticizer, Superplasticizer merupakan bahan tambah (*admixture*). Superplasticizer mempunyai pengaruh yang besar dalam meningkatkan workabilitas, dan dapat menghasilkan beton yang mengalir tanpa terjadi pemisahan (*segregasi/bleeding*) yang umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar sehingga berguna untuk pencetakan beton di tempat-tempat yang sulit seperti tempat pada penulangan yang rapat. superplasticizer yang digunakan dalam penelitian adalah *superplasticizer Sika Men LM*. Bahan tambah lain yang digunakan adalah Potassium merupakan senyawa berbentuk padat berwarna putih, beracun, dan bersifat korosif, srta meleleh pada suhu 360°C. Dalam teknik sipil *Potasium Hydroxide* digunakan sebagai bahan dasar yang dimasukkan pada campuran beton sebagai pereaksi beton agar cepat mengeras.

Menurut Penelitian Terdahulu (**Lina Flaviana 2011**) “Pengaruh Abu Terbang dan *SuperPlasticizer* terhadap Kuat Tekan Beton”. Dengan penambahan abu terbang 20% sebagai substitusi parsial semen dan *SuperPlasticizer* 0,6% akan meningkatkan kuat tekan beton.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilakukan di Universitas Bina Darma. Pengujian ini menggunakan kubus berukuran 5cm³ sebanyak 144 benda uji pada umur 7,14, dan 28 hari. Menggunakan flyash dengan tingkat kehalusan Zona 0, 1, 2, dan 3, dan SuperPlasticizer dengan variasi SuperPlaticizer adalah 0%, 0.5%, 0.6%, dan 0.7%.

Berdasarkan hasil analisis, komposisi material untuk sample kubus mortar beton geopolimer dengan fly ash zona 0, 1, 2, dan 3 dengan ukuran cetakan kubus, 5x5x5 cm dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Komposisi Campuran *SuperPlasticizer* variasi 0 %

Molaritas	Zona	Kode benda uji	Jumlah	Komposisi (gram)						Suhu
				Flyash	Pasir	Waterglass	Potassium	Air	SP	
10	0	M10-Z0-Sp 0 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	0	40
	1	M10-Z1-Sp 0 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	0	
	2	M10-Z2-Sp 0 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	0	
	3	M10-Z3-Sp 0 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	0	

Sumber: Penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang, 2018

Tabel 2. Komposisi Campuran *SuperPlasticizer* variasi 0.5 %

Molaritas	Zona	Kode benda uji	Jumlah	Komposisi (gram)						Suhu
				Flyash	Pasir	Waterglass	Potassium	Air	SP	
10	0	M10-Z0-Sp 0,5 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	4.131	40
	1	M10-Z1-Sp 0,5 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	4.131	
	2	M10-Z2-Sp 0,5 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	4.131	
	3	M10-Z3-Sp 0,5 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	4.131	

Sumber: Penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang, 2018

Tabel 3. Komposisi Campuran *SuperPlasticizer* variasi 0.6 %

Molaritas	Zona	Kode benda uji	Jumlah	Komposisi (gram)						Suhu
				Flyash	Pasir	Waterglass	Potassium	Air	SP	
10	0	M10-Z0-Sp 0,6 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	4.9572	40
	1	M10-Z1-Sp 0,6 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	4.9572	
	2	M10-Z2-Sp 0,6 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	4.9572	
	3	M10-Z3-Sp 0,6 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	4.9572	

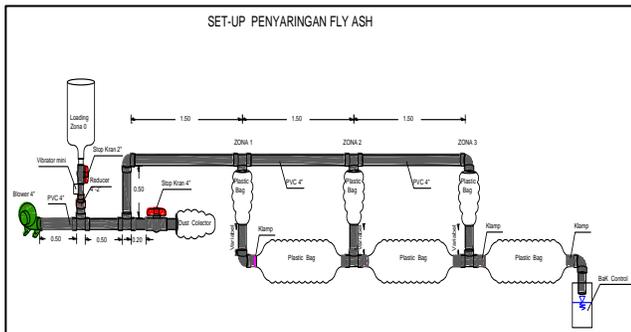
Sumber: Penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang, 2018

Tabel 4. Komposisi Campuran *SuperPlasticizer* variasi 0.7 %

Molaritas	Zona	Kode benda uji	Jumlah	Komposisi (gram)						Suhu
				Flyash	Pasir	Waterglass	Potassium	Air	SP	
10	0	M10-Z0-Sp 0,7 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	5.7834	40
	1	M10-Z1-Sp 0,7 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	5.7834	
	2	M10-Z2-Sp 0,7 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	5.7834	
	3	M10-Z3-Sp 0,7 %	9	826.2	1239.3	209	83.43	206.55	5.7834	

Sumber: Penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang, 2018

Dalam penelitian ini abu terbang (*fly ash*) tidak langsung digunakan untuk campuran dalam pembuatan beton geopolimer, namun dilakukan perlakuan berdasarkan parameter jarak jatuh *flyash* yang di anggap dipengaruhi oleh kehalusan *fly ash* parameter zona jatuhnya *fly ash* dimodifikasi dengan alat yang digunakan untuk menerbangkan *fly ash* dibagi menjadi zona 0, 1 , 2, dan 3.



Gambar 1. Alat Penyaring Abu Terbang (*fly ash*) berdasarkan zona jatuh

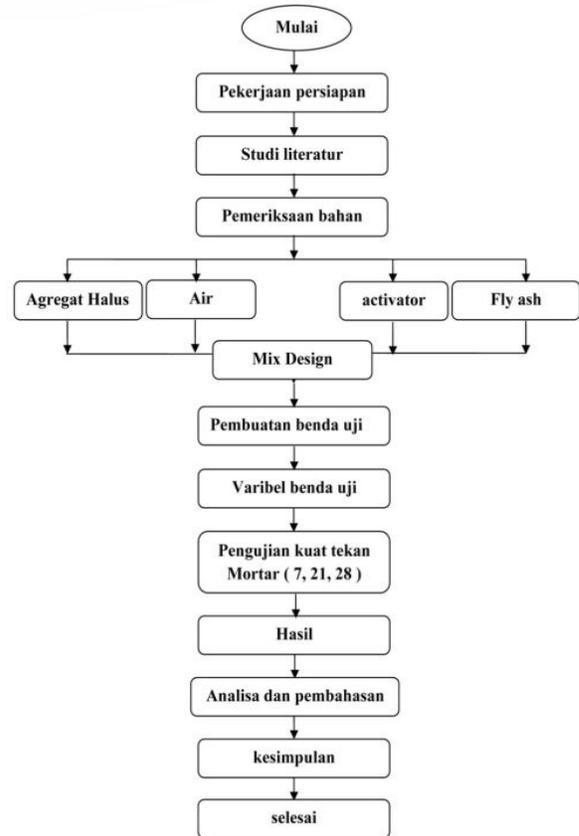
(sumber : Dr. Firdaus, S.T ., M.T., (2012))

Material yang digunakan pada penelitian ini bukan hanya abu terbang (*fly ash*) tetapi juga menggunakan agregat halus (pasir) karena agregat juga merupakan bahan butiran mineral alami sebagai bahan campuran beton, kemudian air, dan bahan tambah *additive* yaitu *superplasticizer (SP)*. Pengujian fisik agregat halus yang terdiri dari : kadar air, berat jenis (*specific gravity*), analisa saringan, isi kadar butir lolos saringan no.200, kadar lumpur dan kadar organik.

Pembuatan perencanaan campuran sesuai (*mix design*). Membuat benda uji sesuai dengan yang direncanakan untuk uji kuat tekan beton (*compression test*) dengan bentuk kubus diameter 5cm, lebar 5cm, dan tinggi 5cm, dengan jumlah benda uji sebanyak 9 sampel per zona. Setelah selesai melakukan penelitian pendahuluan maka dilakukan pembuatan *mix design* yang dilanjutkan dengan pengecoran beton. Pengujian kuat tekan mortar beton geopolimer dengan campuran bahan tambah *superplasticizer* di lakukan pada umur uji 7 hari, 14 hari, 28 hari,

Adapun penelitian dilakukan dengan beberapa tahap seperti terlihat pada gambar berikut.

Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian beton dilakukan pada saat benda uji berumur 7,14, dan 28 hari dengan benda uji berbentuk kubus ukuran 5cm³. Dari pengujian ini didapat data-data mengenai kuat tekan maksimum mortar beton geopolimer. Data hasil kuat tekan beton disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Tabel data kuat tekan berupa nilai kuat tekan rata-rata pada umur yang telah ditentukan.

Nilai kuat tekan dipeoleh dari rumus berikut:

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Dimana:

f'_c = kuat tekan (kg/cm²)

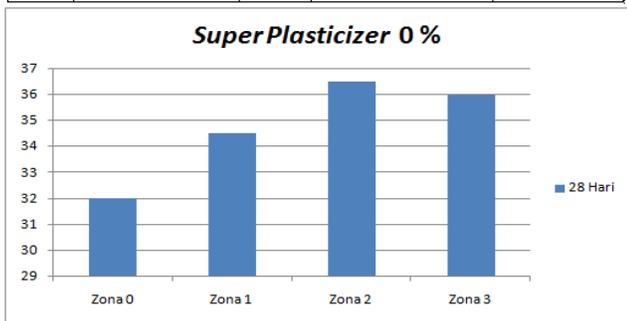
P = beban (kg)

A = luas penampang benda uji

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian kuat tekan benda uji pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Bina Darma:

Tabel 5. Data kuat tekan rata-rata SuperPlasticizer 0% pada Umur 28 hari

No	kode benda uji	28 hari		
		beban hasil (Kn)	hasil beban rata-rata (Kn)	Tegangan nilai rata-rata (Mpa)
1	M10-Z0-Sp 0 %	85	80	32
		85		
		70		
2	M10-Z1-Sp 0 %	88	86.33	34.53
		89		
		82		
3	M10-Z2-Sp 0 %	95	91.33	36.53
		90		
		89		
4	M10-Z3-Sp 0 %	83	90	36
		95		
		92		

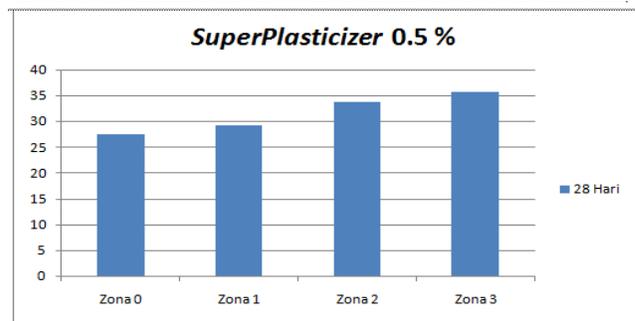


Gambar 3. Grafik kuat tekan rata-rata SuperPlasticizer 0% pada Umur 28 hari (Mpa)

Pada gambar grafik di atas, kuat tekan mortar geopolimer pada umur 28 hari mengalami kenaikan dan penurunan akibat perbandingan antar zona berdasarkan tingkat kehalusan *fly ash* dengan tingkat variasi *SuperPlasticizer* yang berbeda. Kuat Tekan Mortar Geopolimer variasi *SuperPlasticizer* 0 % pada zona 0, 1, 2, dan 3 molaritas 10 dalam umur beton 28 hari mampu menahan kuat tekan 32 Mpa, 34.53 Mpa, 36.53 Mpa, 36 Mpa. Jika dibandingkan dengan kuat tekan pada zona 0, zona 1, zona 2, dan zona 3 pada umur 28 hari, zona 2 mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi sebesar 36.53 Mpa. Sedangkan yang memiliki kuat tekan paling rendah ada di zona 1 yaitu sebesar 32 Mpa. Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan kuat tekan maksimum pada variasi *SuperPlasticizer* 0 % ini menggunakan *Flyash* yang tidak terlalu halus maupun terlalu kasar.

Tabel 6. Data kuat tekan rata-rata SuperPlasticizer 0.5% pada Umur 28 hari

no	kode benda uji	28 hari		
		Beban hasil (Kn)	hasil beban rata-rata (Kn)	Tegangan nilai rata-rata (Mpa)
1	M10-Z0-Sp 0.5 %	55	69	27.6
		83		
2	M10-Z1-Sp 0.5 %	68	73.67	29.46
		70		
		83		
3	M10-Z2-Sp 0.5 %	85	85	34
		85		
		85		
4	M10-Z3-Sp 0.5 %	91	90	36
		89		
		90		

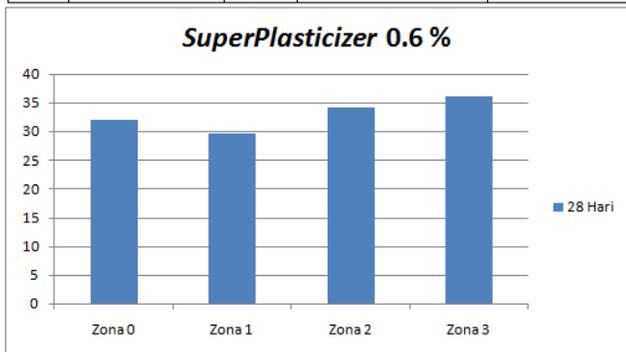


Gambar 4. Grafik kuat tekan rata-rata SuperPlasticizer 0.5% pada Umur 28 hari (Mpa)

Pada gambar grafik di atas, kuat tekan mortar geopolimer pada umur 28 hari mengalami kenaikan akibat perbandingan antar zona berdasarkan tingkat kehalusan *fly ash*. Kuat Tekan Mortar Geopolimer variasi *SuperPlasticizer* 0.5 % pada zona 0, 1, 2, dan 3 molaritas 10 dalam umur beton 28 hari mampu menahan kuat tekan 27,60 Mpa, 29.46 Mpa, 34 Mpa, 36 Mpa. Jika dibandingkan dengan kuat tekan pada zona 0, zona 1, zona 2, dan zona 3 pada umur 28 hari, zona 3 mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi sebesar 36 Mpa. Sedangkan yang memiliki kuat tekan paling rendah ada di zona 1 yaitu sebesar 27,60 Mpa. Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan kuat tekan maksimum pada variasi *SuperPlasticizer* 0.5 % ini menggunakan *Flyash* yang paling halus.

Tabel 7. Data kuat tekan rata-rata SuperPlasticizer 0.6% pada Umur 28 hari

no	kode benda uji	28		
		beban hasil	hasil	tegangan
		hasil (Kn)	hasil beban rata-rata (Kn)	nilai rata-rata (Mpa)
1	M10-Z0-Sp 0.6 %	85	80.67	32.26
		72		
		85		
2	M10-Z1-Sp 0.6 %	75	74.33	29.73
		70		
		78		
3	M10-Z2-Sp 0.6 %	85	86	34.4
		91		
		82		
4	M10-Z3-Sp 0.6 %	88	90.67	36.26
		90		
		94		

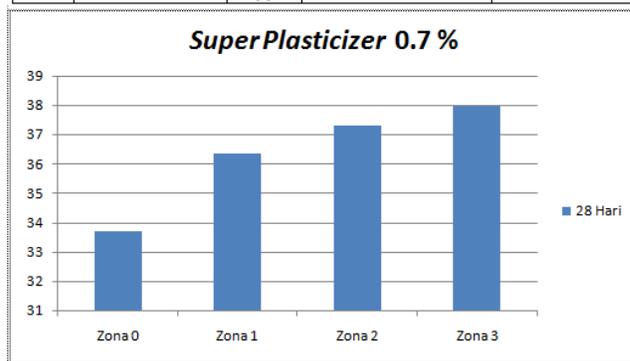


Gambar 5. Grafik kuat tekan rata-rata SuperPlasticizer 0.6% pada Umur 28 hari (Mpa)

Pada gambar grafik di atas, kuat tekan mortar geopolimer pada umur, 28 hari mengalami kenaikan dan penurunan akibat perbandingan antar zona berdasarkan tingkat kehalusan *fly ash*. Kuat Tekan Mortar Geopolimer variasi *SuperPlasticizer* 0.6 % pada zona 0, 1, 2, dan 3 molaritas 10, dalam umur beton 28 hari mampu menahan kuat tekan 32.26 Mpa, 29.73 Mpa, 34.40 Mpa, 36.26 Mpa. Jika dibandingkan dengan kuat tekan pada zona 0, zona 1, zona 2, dan zona 3 pada umur 28 hari, zona 3 mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi sebesar 36.26 Mpa. Sedangkan yang memiliki kuat tekan paling rendah ada di zona 1 yaitu sebesar 29.73 Mpa. Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan kuat tekan maksimum pada variasi *SuperPlasticizer* 0.6 % ini menggunakan *Flyash* yang tidak terlalu halus.

Tabel 8. Data kuat tekan rata-rata SuperPlasticizer 0.7% pada Umur 28 hari

no	kode benda uji	28 hari		
		beban hasil	hasil	Tegangan
		hasil (Kn)	hasil beban rata-rata (Kn)	nilai rata-rata (Mpa)
1	M10-Z0-Sp 0.7 %	81	84.33	33.73
		83		
		89		
		85		
2	M10-Z1-Sp 0.7 %	95	91	36.4
		90		
		88		
		90		
3	M10-Z2-Sp 0.7 %	90	93.33	37.33
		97		
		93		
		95		
4	M10-Z3-Sp 0.7 %	95	95	38
		94		
		96		
		95		



Gambar 6. Grafik kuat tekan rata-rata SuperPlasticizer 0.7% pada Umur 28 hari (Mpa)

Pada gambar grafik di atas, kuat tekan mortar geopolimer pada 28 hari mengalami kenaikan akibat perbandingan antar zona berdasarkan tingkat kehalusan *fly ash*. Kuat Tekan Mortar Geopolimer variasi *SuperPlasticizer* 0.7 % pada zona 0, 1, 2, dan 3 molaritas 10 dalam umur beton 28 hari mampu menahan kuat tekan 33.73 Mpa, 36.40 Mpa, 37.33 Mpa, 38 Mpa. Jika dibandingkan dengan kuat tekan pada zona 0, zona 1, zona 2, dan zona 3 pada umur 28 hari, zona 3 mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi sebesar 38 Mpa. Sedangkan yang memiliki kuat tekan paling rendah ada di zona 1 yaitu sebesar 33.73 Mpa. Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan kuat tekan maksimum pada variasi *SuperPlasticizer* 0.7 % ini menggunakan *Flyash* yang paling halus.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Semakin banyak *SuperPlasticizer* yang digunakan akan semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan. Begitu juga dengan penggunaan abu terbang sangat berpengaruh terhadap kuat tekan mortar beton geopolimer yang dihasilkan, berdasarkan penelitian, semakin halus abu terbang /

Flyash yang digunakan semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan.

Nilai kuat tekan maksimum mortar geopolimer dengan bahan tambah *Superplasticizer* yaitu dapat dilihat bahwa sample pada zona 3 dengan variasi *SuperPlasticizer* 0.7 % pada umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan paling tinggi yaitu mencapai 38 Mpa dibandingkan dengan benda uji yang lain, karena menggunakan *SuperPlasticizer* 0.7 % dan *Flyash* yang paling halus.

DAFTAR PUSTAKA

ACI 226. 3R-87 . (1996), *Use of fly ash in Concrete, reported by ACI Committee 226.*

Departemen Pekerjaan Umum . (1990), *Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton, SK SNI S-18-1990-03. Bandung: Yayasan LPMB.*

Fadli. (2002), *Panduan Praktikum Pengujian Bahan II. Medan: Politeknik Negeri Medan.*

Hernando, Fandhi. (2009), *Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Superplasticizer dan Pengaruh Penggantian Sebagian Semen dengan Fly Ash, Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil UII.*

Lina Flaviana Tilik . (2011), **Pengaruh Abu Terbang dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton**, Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

Riger Manuahe, Marthin D. J. Sumajouw, dan Reky S. Windah . (2014), **Kuat Tekan Beton Geopolimer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash)**, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.

Tri Setiawan Sigalingging . (2016), **Pengaruh Fly Ash dan Penambahan Serat Fiber Terhadap Kuat Lentur Geopolimer** , Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Bina Darma, Palembang.

Ginanjar Bagus Prasetyo . (2015) **Tinjauan Kuat Tekan Beton Geopolymer dengan FlyAsh sebagai Bahan Pengganti Semen** , Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah, Surakarta.