

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

# REKATS



# UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 77 - 83	SURABAYA 2017	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	---------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

## TIM EJOURNAL

### **Ketua Penyunting:**

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

### **Penyunting:**

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

### **Mitra bestari:**

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

### **Penyunting Pelaksana:**

1. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

### **Redaksi:**

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

**Website:** [tekniksipilunesa.org](http://tekniksipilunesa.org)

**Email:** [REKATS](mailto:REKATS)

## DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol. 03 Nomor 03/rekat/17 (2017)	
ANALISIS NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN STABILISASI KAPUR GAMPING GRESIK	
<i>Novi Dwi Pratama, Nur Andajani, .....</i>	01 – 08
ANALISIS HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN BEBAN GEMPA SNI 1726-2012 DAN PERHITUNGAN BETON SNI 2847-2013	
<i>Ferry Sandrian, Sutikno, .....</i>	09 – 16
MODIFIKASI PERENCANAAN GEDUNG KANTOR BNL PATERN SURABAYA MENGGUNAKAN METODE BALOK PRATEKAN DENGAN BERDASARKAN SNI 2847:2013	
<i>Tono Siswanto, Mochamad Firmansyah S., .....</i>	17 – 26
ANALISA PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726-2002 DAN SNI GEMPA 1726-2012	
<i>Erick Ryananda Yulistiya, Sutikno, .....</i>	27 – 32
ANALISIS PENINGKATAN RUAS JALAN MOJOSARI-PANDANARUM KM 42+435-51+732 KABUPATEN MOJOKERTO JAWA TIMUR	
<i>Andik Setiawan, Purwo Mahardi, .....</i>	33 – 38
PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG DARAH DAN <i>SLUDGE</i> INDUSTRI KERTAS SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN PENAMBAHAN <i>CONPLAST</i> WP 421 DAN <i>MONOMER</i> PADA PEMBUATAN BATAKO	
<i>Thobagus Rodhi Firdaus, Mas Suryanto, .....</i>	39 – 46
ANALISIS PEMAMPATAN WAKTU TERHADAP BIAYA PADA PEMBANGUNAN <i>MY TOWER HOTEL &amp; APARTMENT PROJECT</i> DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>TIME COST TRADE OFF</i> (TCTO)	
<i>Aulia Putri Andhita, Hasan Dani, .....</i>	47 – 55
ANALISIS MANFAAT-BIAYA PEMBANGUNAN JALAN AKSES DAN JEMBATAN MASTRIP-JAMBANGAN	
<i>Irwan Fachri Muannas, Purwo Mahardi, .....</i>	56 – 62

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 8 M DAN 10 M	
<i>Laras Sukmawati Yuwono, Arie Wardhono, .....</i>	<i>63 – 69</i>
PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 12 M DAN 14 M	
<i>Rifky Farandy Pramudita, Arie Wardhono, .....</i>	<i>70 – 76</i>
PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER MEMANFAATKAN FLY ASH DENGAN MOLARITAS 8M DAN 10M	
<i>Danan Jaya Tri Yanuar, Arie Wardhono, .....</i>	<i>77 – 83</i>



## PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER MEMANFAATKAN FLY ASH DENGAN MOLARITAS 8M DAN 10M

**Danan Jaya Tri Yanuar**

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: [dananjayatriy@gmail.com](mailto:dananjayatriy@gmail.com)

**Arie Wardhono**

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

### Abstrak

Semen merupakan salah satu material yang sangat penting sebagai bahan pengikat baik dalam beton, paving, spesi ataupun konstruksi-konstruksi lainnya. Semen yang tersusun dari bahan baku antara lain batu kapur (*limestone*), pasir silika apabila digunakan secara terus menerus tanpa mencari alternatif dari bahan baku tersebut tentu semakin lama akan habis. Selain ketersediaan bahan baku yang semakin lama akan habis, tentu produksi dari semen ini berdampak negatif terhadap lingkungan.

Maka dari itu penulis dalam penelitian ini akan memanfaatkan *fly ash* dan alkali aktivator sebagai bahan penyusun mortar geopolimer. Mortar yang digunakan berukuran  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ , berbahan dasar *fly ash* type C dengan water solid ratio sebesar 0,35. Molaritas yang digunakan yaitu 8M dan 10M dengan perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH}$  yaitu 1,5 : 1. Dalam penelitian ini mortar geopolimer juga memanfaatkan *curing oven* (lama pemanasan) selama 3, 6, 18, 24 jam dengan suhu  $60^\circ\text{C}$  sebagai perawatannya.

Kuat tekan yang dihasilkan dari lama pemanasan mortar geopolymer dengan kepekatan 8M pada usia 28 hari dan 10M pada usia 28 hari sangat berpengaruh dan mengalami peningkatan seiring bertambahnya lama pemanasan. Dan kuat tekan yang paling tinggi pada 8M terlihat pada lama pemanasan 24 jam pada suhu  $60^\circ\text{C}$  pada usia 28 hari yaitu sebesar 52,90 MPa. Sedangkan kuat tekan yang paling tinggi pada 10M terlihat pada lama pemanasan 24 jam pada suhu  $60^\circ\text{C}$  pada usia 28 hari yaitu sebesar 58,86 MPa.

**Kata Kunci:** Kuat tekan, lama pemanasan, mortar geopolimer, molaritas 8M dan 10M

### Abstract

*Cement is one of the most important materials as a binder in concrete, paving, special or any other construction. Cement composed of raw materials such as limestone, silica sand if used continuously without looking for alternatives from the raw materials would be longer will run out. In addition to the availability of raw materials that will run out longer, of course the production of this cement negative impact on the environment.*

*Therefore the authors in this study will utilize fly ash and alkali activator as the material of mortar geopolymer. Mortar used size  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ , based on fly ash type C with water solid ratio of 0.35. Molarity used is 8M and 10M with  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH}$  ratio is 1.5: 1. In this study mortar geopolymer also utilize curing oven for 3, 6, 18, 24 hours with temperature  $60^\circ\text{C}$  as treatment.*

*The compressive strength resulting from the length of geopolymer mortar heating at 8M at 28 days and 10M at 28 days is very influential and increases with increasing heating time. The highest compressive strength at 8M was seen at 24 hours warming at  $60^\circ\text{C}$  at 28 days i.e. 52.90 MPa. The highest compressive strength at 10M was seen at 24 hours of warming at  $60^\circ\text{C}$  at 28 days of age i.e. 58.86 MPa.*

**Keywords:** *Compressive strength, curing oven, molarity 8M and 10M, mortar geopolymer*

### PENDAHULUAN

Semen merupakan salah satu material yang sangat penting sebagai bahan pengikat baik dalam beton, paving, spesi ataupun konstruksi-konstruksi lainnya. Sebagai material utama maka tentunya semen ini akan menjadi

bahan paling utama dalam suatu konstruksi, tanpa menghiraukan material-material lain yang tentu juga dibutuhkan. Seiring berjalannya waktu, pembangunan infrastruktur semakin meningkat. Meningkatnya pembangunan infrastruktur ini berkaitan dengan

penggunaan kebutuhan material semen yang semakin banyak. Semen yang tersusun dari bahan baku antara lain batu kapur (*limestone*), pasir silika apabila digunakan secara terus menerus tanpa mencari alternatif dari bahan baku tersebut tentu semakin lama akan habis. Selain ketersediaan bahan baku yang semakin lama akan habis, tentu produksi dari semen ini berdampak negatif terhadap lingkungan.

Berbagai percobaan dan penelitian dalam mencari alternatif semen telah dilakukan sebagai upaya untuk mencari alternatif semen tersebut tanpa mengurangi kekuatan dari suatu konstruksi. Teknologi bahan dan teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian semen.

Dengan terjadinya pembangunan infrastruktur yang semakin lama semakin meningkat mengakibatkan permintaan jumlah semen meningkat pula. Konsumsi dunia untuk beton sekitar 8,8 juta ton setiap tahun, dan kebutuhan material ini akan meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan meningkatnya kebutuhan sarana dan prasarana dasar manusia sehingga menyebabkan meningkatnya pembangunan, (Metha, 1997).

Dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur berbanding lurus dengan meningkatnya kerusakan kondisi lingkungan. Untuk memproduksi satu ton semen, gas rumah kaca yang dihasilkannya sebesar lebih kurang satu ton juga, (Hardjito, 2002).

Berdasarkan penjelasan diatas maka dibutuhkan bahan alternatif untuk mendapatkan beton yang ramah terhadap lingkungan dan juga menghindarkan udara dari pencemaran yaitu dengan cara memanfaatkan limbah industri untuk mengganti penggunaan semen. Sehingga selain dapat mengurangi penggunaan semen juga dapat mengurangi limbah industri di lingkungan. Maka dari itu penulis akan melakukan eksperimen dengan membuat geopolimer mortar dengan memanfaatkan limbah abu terbang (*fly ash*). Hasil-hasil riset selama ini menunjukkan bahwa geopolimer mortar memiliki sifat-sifat teknik yang amat mengesankan, diantaranya kekuatan dan keawetannya yang tinggi, (Hardjito, 2002).

Beton adalah bahan konstruksi yang paling umum digunakan di masyarakat, yang diproduksi secara konvensional dengan menggunakan semen portland biasa (OPC). Sebagai pengikat utama beton, rasio OPC dalam beton tradisional adalah sekitar 10%-15% oleh massa beton. Namun, produksi OPC telah menghasilkan masalah lingkungan. Produksi 1 ton OPC menghasilkan 1 ton CO<sub>2</sub>. Hal ini menyebabkan pengadopsian terhadap bahan limbah industri, seperti *fly ash* dan *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBS), sebagai bahan pengganti OPC karena kemampuan mereka untuk meningkatkan sifat fisik, kimia dan mekanik dari semen

dan beton, (Wardhono dkk., 2015 a; Wardhono dkk., 2015 b).

Geopolimer adalah campuran beton dimana penggunaan material semen portland sebagai bahan pengikat digantikan oleh bahan lain seperti abu terbang (*Fly Ash*), abu kulit padi (*rise husk ash*), dan lain-lain yang banyak mengandung silika dan aluminium, (Davidovits, 1997).

Mortar merupakan campuran yang terdiri dari agregat (pasir), air dan semen pada proporsi tertentu sebagai bahan perekat.

Penerapan mortar lebih cenderung pada pekerjaan non-struktural seperti plesteran dinding, perekat pasangan batu – bata, spesi pada pondasi batu kali, plesteran pada pemasangan keramik, batako, *paving block* dan sebagainya.

Pada campuran mortar tertentu menunjukkan penurunan kuat tekan. Oleh karena itu agar menghasilkan mortar memiliki kuat tekan tinggi, selain memanfaatkan *Fly Ash* dan aktivator, perlu juga memanfaatkan metode pemanasan. Menurut Hardjito pada tahun 2002, Dengan pemanasan lebih kurang 60°C selama satu hari penuh sudah dapat dihasilkan beton yang berkekuatan tinggi. Karenanya, pembuatan beton geopolimer mampu menurunkan emisi gas rumah kaca yang diakibatkan oleh proses produksi semen hingga tinggal 20%.

Pada suhu tinggi, proses polimerisasi menjadi lebih cepat dan beton atau mortar geopolimer dapat mencapai 70% dari kuat tekannya dalam waktu 3 sampai 4 jam pemanasan, (Kong dan Sanjayan, 2008; Wardhono dkk., 2016; Law dkk., 2016).

Beton geopolimer pada umur 7 hari dan *curing temperature* 60° C dengan variasi *curing time* selama 4 jam, 8 jam, 12 jam, 24 jam dapat disimpulkan, bahwa semakin lama *curing time* maka semakin besar kuat tekan yang dihasilkan, dimana kuat tekan yang maksimum terjadi pada *curing time* selama 24 jam dengan proses *curing oven*, (Sumajouw dkk., 2014).

Penggunaan alkali aktifator juga sangat berpengaruh dalam pembuatan beton geopolimer. Karena merupakan sebagai alat pembantu pengikat *fly ash* tersebut. Menurut Penggunaan natrium silikat dengan konsentrasi 8M dengan lama pemanasan suhu 60° C dan dengan variasi lama pemanasan 4 jam, 8 jam, 12 jam, 24 jam mampu meningkatkan kuat tekan beton, (Sumajouw dkk., 2014; Wardhono dkk., 2017).

Semakin tinggi molaritas yang digunakan, maka semakin tinggi pula kuat tekan dan kuat tarik yang dihasilkan. Beton geopolimer yang menggunakan molaritas 10M menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik belah yang lebih besar jika dibandingkan dengan beton geopolimer yang menggunakan molaritas 8M, (Ekaputri dkk., 2007).

Suhu dan durasi perawatan memiliki pengaruh dalam kuat tekan mortar geopolimer yang ditunjukkan dengan semakin tinggi suhu dan lama durasi pemanasan maka kuat tekan yang dihasilkan akan semakin besar. Dalam penelitian ini menggunakan konsentrasi NaOH 10M dan dengan suhu perawatan 80°C, 100°C, 120°C dan masing-masing suhu perawatan dengan durasi 4, 6, dan 20 jam. Hasil pengujian kuat tekan untuk mortar geopolimer dengan suhu dan durasi perawatan 120°C dan 20 jam menghasilkan kuat tekan 33,1 MPa yang lebih besar dibandingkan mortar normal dengan kuat tekan sebesar 27,6 MPa. Dan dalam penelitian ini juga menghasilkan mortar geopolimer dengan berbahan dasar abu terbang untuk suhu 120°C durasi 6 jam dan 20 jam masing – masing memiliki kenaikan sebesar 37,06% dan 131,47% terhadap durasi 4 jam, (Horianto dkk., 2013).

Dalam penelitian mortar geopolimer ini memanfaatkan abu terbang (*Fly Ash*) dan juga aktifator antara lain natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). Dan juga dalam penelitian ini menggunakan variasi lama pemanasan, dengan suhu yang tetap.

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mampu mengetahui waktu pemanasan yang paling maksimum agar menghasilkan mortar geopolimer yang lebih baik.
2. Agar dapat mengetahui pengaruh penambahan *fly ash*, NaOH dengan molaritas 8M dan 10M sebagai bahan pengikat terhadap kuat tekan mortar geopolimer.

**METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah uji laboratorium (*experimental*), merupakan bentuk khusus dari investigasi yang digunakan untuk menentukan variable-variabel apa sajakah serta bagaimana bentuk hubungan antara satu dengan lainnya. Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Teknologi Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Uji laboratorium ini diawali dengan persiapan bahan dan alat yang akan digunakan. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan Mortar Geopolimer berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Mortar dibuat dengan tujuan mengetahui nilai kuat tekan. Variasi lama pemanasan yang dilakukan adalah 3 jam, 6 jam, 18 jam, 24 jam dengan suhu tetap yaitu 60°C. Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Neraca Digital
2. Gelas Ukur
3. Ayakan
4. *Mixer*
5. Molding kubus (bekisting mortar geopolimer)
6. *Oven*

7. Alat uji kuat tekan

Selain itu, adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini, diantaranya adalah:

1. Semen
2. Abu terbang (*fly ash*)
3. NaOH
4. Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>
5. Pasir
6. Air

Persiapan alkali aktivator pada penelitian ini menggunakan konsentrasi molaritas 8M dan 10M. Pelarutan butiran NaOH dengan air, perhitungan aktivator atau NaOH 8 M adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Mr NaOH} &= \text{Mr Na} + \text{Mr O} + \text{Mr H} \\ &= 16 + 1 + 23 \\ &= 40 \\ 8 \text{ M} &= 1 \text{ Liter} \\ \text{Molaritas} &= \frac{\text{mol}}{\text{volume}} \text{ dimana mol} = \frac{\text{gram}}{\text{Mr}} \\ \text{Sehingga :} \\ \text{Molaritas} &= \frac{\text{gram}}{\text{Mr}} \times \frac{1}{\text{Volume}} \\ 8 \text{ M} &= \frac{\text{gram}}{40} \times \frac{1}{\text{volume}} \\ \text{gram} &= (40 \times 8) \times \frac{1}{1} \\ &= 320 \text{ gram} \end{aligned}$$

Pelarutan butiran NaOH dengan air, perhitungan aktivator atau NaOH 10 M adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Mr NaOH} &= \text{Mr Na} + \text{Mr O} + \text{Mr H} \\ &= 16 + 1 + 23 \\ &= 40 \\ 10 \text{ M} &= 1 \text{ Liter} \\ \text{Molaritas} &= \frac{\text{mol}}{\text{volume}} \text{ dimana mol} = \frac{\text{gram}}{\text{Mr}} \\ \text{Sehingga :} \\ \text{Molaritas} &= \frac{\text{gram}}{\text{Mr}} \times \frac{1}{\text{Volume}} \\ 10 \text{ M} &= \frac{\text{gram}}{40} \times \frac{1}{\text{volume}} \\ \text{gram} &= (40 \times 10) \times \frac{1}{1} \\ &= 400 \text{ gram} \end{aligned}$$

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Hubungan Kuat Tekan dengan Usia Pengujian

Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan *Hidraulic universal testing machine* pada Laboratorium Teknologi Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya dengan molaritas NaOH 8M dan 10M. Adapun perhitungan kuat tekan berdasarkan ASTM C109/C 109M-02:

$$f_m = \frac{P_{maks}}{A}$$

Dimana:

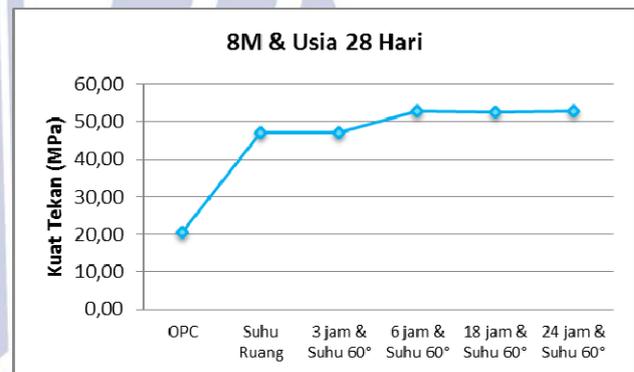
$f_m$  = Kuat tekan maksimum beton (MPa)

$P_{maks}$  = Beban Maksimum (N)

A = luas permukaan benda uji silinder (mm<sup>2</sup>)

Tabel 1. Uji Kuat Tekan 8 M usia 28 Hari

8 MOLAR	Jenis Mortar	Usia 28 Hari	Satuan
	OPC	20,56	MPa
	Suhu Ruang	46,95	MPa
	3 jam & Suhu 60°	47,07	MPa
	6 jam & Suhu 60°	52,81	MPa
	18 jam & Suhu 60°	52,56	MPa
	24 jam & Suhu 60°	52,90	MPa



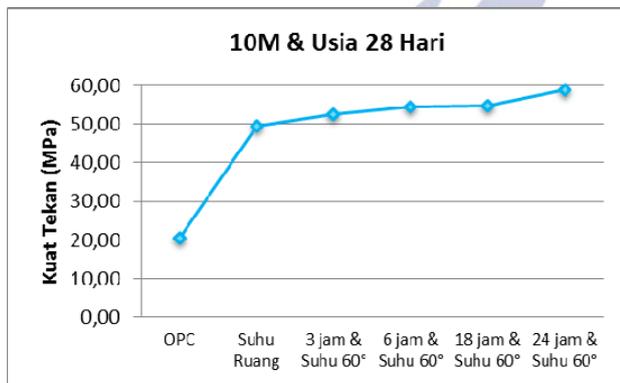
Gambar 2. Grafik kuat tekan mortar geopolimer 8M usia 28 hari

Dalam usia 28 hari OPC menghasilkan nilai kuat tekan yang paling rendah. Sedangkan mortar geopolimer yang tanpa mengalami *curing oven* menghasilkan kuat tekan sebesar 46,95 MPa. Nilai kuat tekan mortar geopolimer setelah mengalami *curing oven* ini cenderung stabil pada saat mengalami pemanasan 3 jam, 6 jam, 18 jam, 24 jam, kuat tekan terendah yaitu sebesar 47,90 MPa pada pemanasan 3 jam. Sedangkan kuat tekan tertinggi dihasilkan pada saat mortar geopolimer dipanaskan dengan lama pemanasan selama 24 jam dengan suhu 60°C yang menghasilkan nilai sebesar 52,90 MPa. Dalam grafik atau data ini dapat disimpulkan bahwa semakin lama dipanaskan, mortar geopolimer menghasilkan kuat tekan yang tinggi pula.

Hal ini dikarenakan oleh proses pengikatan yang belum cukup optimum pada suhu rendah dan cukup optimum pada suhu tinggi. Selain itu konsentrasi kepekatan juga berpengaruh penting dalam pengikatan unsur Al dan Si yang terkandung dalam *fly ash* pada pembuatan mortar geopolimer.

Tabel 2. Uji Kuat Tekan 10 M usia 28 Hari

10 MOLAR	Jenis Mortar	Usia 28 Hari	Satuan
	OPC	20,56	MPa
	Suhu Ruang	49,44	MPa
	3 jam & Suhu 60°	52,56	MPa
	6 jam & Suhu 60°	54,39	MPa
	18 jam & Suhu 60°	54,64	MPa
	24 jam & Suhu 60°	58,86	MPa



Gambar 3. Grafik kuat tekan mortar geopolimer 10 M usia 28 hari

Dalam usia 28 hari OPC menghasilkan nilai kuat tekan yang paling rendah. Sedangkan mortar geopolimer yang tanpa mengalami *curing oven* menghasilkan kuat tekan sebesar 49,44 MPa. Pada saat mortar geopolimer mengalami *curing oven* hasil kuat tekan cenderung naik tiap kenaikan lama waktu pemanasan. Kuat tekan terendah yaitu pada saat mortar geopolimer mengalami pemanasan selama 3 jam yaitu sebesar 52,56 MPa. Kuat tekan tertinggi dihasilkan pada saat mortar geopolimer dipanaskan dengan lama pemanasan selama 24 jam yang menghasilkan nilai sebesar 58,86 MPa. Dalam grafik atau data ini dapat disimpulkan bahwa semakin lama dipanaskan, mortar geopolimer menghasilkan kuat tekan yang tinggi pula.

Hal ini dikarenakan oleh proses pengikatan yang belum cukup optimum pada suhu rendah dan cukup optimum pada suhu tinggi. Selain itu konsentrasi kepekatan juga berpengaruh penting dalam pengikatan unsur Al dan Si yang terkandung dalam *fly ash* pada pembuatan mortar geopolimer.

Dari data dan grafik yang didapat untuk mortar geopolimer 8M dan 10M dilihat dari variasi lama pemanasan terhadap tiap usia hari pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pemanasan maka kuat tekan yang dihasilkan akan semakin baik.

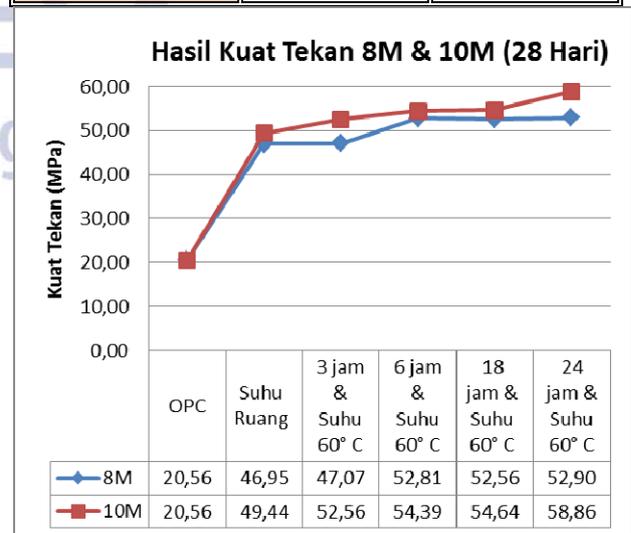
Pada saat pemanasan mencapai 24 jam baik mortar geopolimer 8M atau 10M dapat menghasilkan kuat tekan yang paling optimum. Hal ini sesuai dengan pernyataan Horiando dkk, bahwa waktu *curing* yang lebih lama dapat melepaskan molekul air yang lebih banyak pada mortar geopolimer. *Curing* yang lama juga akan mempercepat pengikatan pada mortar geopolimer tersebut.

**Analisis perbandingan anatara kuat tekan dengan kepekatan molaritas NaOH 8 M dan 10 M**

Dari hasil uji tekan mortar geopolimer dengan variasi kepekatan (8M dan 10M) dan berbagai macam variasi perlakuan lama pemanasan (3 jam, 6 jam, 18 jam, 24 jam) dengan suhu 60°C, dapat dianalisa melalui perbandingan antara kepekatan molaritas 8M dan 10M. Berikut ini adalah perbandingan kuat tekan mortar geopolimer antara kepekatan molaritas 8M dan 10M ditinjau dari usia 28 Hari:

Tabel 3. Tabel perbandingan kuat tekan mortar geopolimer 8M dan 10M usia 28 hari

	Usia Pengujian 28 Hari	
	8M (MPa)	10M (MPa)
OPC	20,56	20,56
Suhu Ruang	46,95	49,44
3 jam & Suhu 60° C	47,07	52,56
6 jam & Suhu 60° C	52,81	54,39
18 jam & Suhu 60° C	52,56	54,64
24 jam & Suhu 60° C	52,90	58,86



Gambar 4. Grafik perbandingan Kuat tekan mortar geopolimer 8M dan 10M usia 28 hari

Dalam grafik dan data yang dihasilkan pada usia pengujian 28 hari, mortar geopolimer 10M mempunyai nilai kuat tekan yang lebih tinggi dari pada 8M pada semua variasi mortar geopolimer dengan variasi 3 jam, 6 jam, 18 jam, 24 jam dengan suhu 60°C.

Dari data dan grafik yang didapat dari membandingkan mortar geopolimer 8M dengan 10M dapat disimpulkan bahwa mortar geopolimer dengan konsentrasi NaOH 10M menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dari mortar geopolimer dengan konsentrasi NaOH 8M. Hal ini disebabkan oleh kandungan mortar geopolimer 10M yang lebih memiliki banyak kandungan aktivator dari 8M. Semakin besar kadar aktivator, yang juga membantu *fly ash* sebagai pengikat terhadap bahan pengisi mortar geopolimer, maka kuat tekan yang dihasilkan akan semakin lebih baik. Hal ini sesuai dengan penelitian Januarti Jaya Ekaputri, Triwulan, Oktavina Damayanti pada tahun 2007, semakin tinggi molaritas yang digunakan, maka semakin tinggi pula kuat tekan yang dihasilkan. Mortar geopolimer yang menggunakan molaritas 10M menghasilkan kuat tekan yang lebih besar dibandingkan 8M. Hal itu disebabkan juga oleh semakin sedikit jumlah air yang berada dalam campuran, maka akan meningkatkan kuat tekan.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, dapat disimpulkan:

1. Semakin lama waktu pemanasan (*curing oven*) terhadap mortar geopolimer, maka semakin tinggi pula kuat tekan yang dihasilkan. Mortar geopolimer yang mengalami pemanasan (*curing oven*) selama 24 jam menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan mortar geopolimer yang mengalami pemanasan (*curing oven*) selama 3 jam, 6 jam, 18 jam. Kuat tekan yang tertinggi yang dihasilkan mortar geopolimer 8M dengan lama pemanasan 24 jam dan suhu 60°C yaitu sebesar 52,90 MPa, hasil ini lebih baik dari mortar OPC yaitu sebesar 20,56 MPa pada usia 28 hari. Sedangkan kuat tekan yang tertinggi yang dihasilkan mortar geopolimer 10M dengan lama pemanasan 24 jam dan suhu 60°C yaitu sebesar 58,86 MPa, hasil ini lebih baik dari mortar OPC yaitu sebesar 20,56 MPa pada usia 28 hari.
2. Dalam peneliian ini mortar geopolimer yang menggunakan molaritas 10M menghasilkan kuat tekan yang lebih besar dibandingkan 8M. Mortar geopolimer yang dihasilkan dengan molaritas 10M yaitu sebesar 52,90 MPa sedangkan untuk mortar geopolimer dengan molaritas 8M yaitu sebesar 58,86 MPa.

## Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu pengaruh lama pemanasan terhadap kuat tekan mortar geopolimer memanfaatkan *fly ash* dengan molaritas 8M dan 10M, maka terdapat saran-saran sebagai berikut:

1. Dengan pengaruh lama pemanasan terhadap mortar geopolimer diharapkan untuk penelitian selanjutnya, mampu dimanfaatkan kedalam beton non-struktural seperti *paving block* dan batako.
2. Perlu ditambahkan zat additive untuk mempermudah pada saat proses pencampuran mortar geopolimer.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arie Wardhono, David W. Law, and Thomas C.K. Molyneaux, 2015 a, "Long term performance of alkali activated slag concrete", *Journal of Advanced Concrete Technology*, March 2015, Vol. 13, No. 3, page 187-192
- Arie Wardhono, David W. Law and Anthony Strano, 2015 b, "The strength of alkali-activated slag/fly ash mortar blends at ambient temperature", *Journal of Procedia Engineering*, Vol. 125, page 650-656.
- Arie Wardhono, David W. Law and Thomas C.K. Molyneaux, 2016, "Flexural Strength of Low Calcium Class F Fly Ash-based Geopolymer Concrete in Long Term Performance", *Journal of Materials Science Forum*, Vol. 841, page 104-110
- Arie Wardhono, Chamila Gunasekara, David W. Law, and Sujeewa Setunge, 2017, "Comparison of Long Term Performance Between Alkali Activated Slag and Fly Ash Geopolymer Concretes", *Journal of Construction and Building Materials*, July 2017, Vol. 143, page 272-279
- ASTM Standards, 2002, ASTM C 109/C 109M - 02 *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or 50-mm Cube Specimens)*. ASTM International, West Conshohocken, PA
- David W. Law, Andi Arham Adam, Thomas K. Molyneaux, Indubhushan Patnaikuni and Arie Wardhono, "Long Term Durability Properties of Class F Fly Ash Geopolymer Concrete", *Journal of Materials and Structures*, March 2015, Vol.48, Issue 3, page 721-731
- Davidovits, J ,1997 , "Properties of Geopolimer ", France, Geopolimer Institute
- Davidovits, J. 1997 "High-Alkali cements for 21<sup>st</sup> Century concretes. in *Concrete Technology, past, present and Future.*" In proceedings of V. Mohan Malhotra Symposium. 1994. Editor: P. Kumar Metha, ACI SP- 144. pp. 383\_397.
- Hardjito, D. et al. 2002. *On The Development of Fly Ash Based Geopolymer Concrete.*
- Horianto. et al. 2013. *Pengaruh Suhu dan Durasi Perawatan Terhadap Kuat Tekan Mortar*

*Geopolimer Berbahan Dasar Abu Terbang.*  
Universitas Tadulako. Palu

Januarti Jaya Ekaputri dan Triwulan. 2007. Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Jawa Powder Paiton Sebagai Material Alternatif. *Jurnal penelitian teknik sipil.*

Manuahe, R. et al. 2014. Kuat Tekan Beton geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash). *Jurnal Sipil.* 2 (6), 277-282.

Metha, P. K. 1997. *Durability-critical issue for the future., ACI Concrete International*, Vol.19, pp. 27\_33.

