JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS

UNESA

Universitas Negeri Surabaya

JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	03	03	70 - 76	2017	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

Email: 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

Novi Dwi Pratama, Nur Andajani, ... 01 – 08

ANALISIS HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN BEBAN GEMPA SNI 1726-2012 DAN PERHITUNGAN BETON SNI 2847-2013

Ferry Sandrian, Sutikno, ... 09 – 16

MODIFIKASI PERENCANAAN GEDUNG KANTOR BNL PATERN SURABAYA MENGGUNAKAN METODE BALOK PRATEKAN DENGAN BERDASARKAN SNI 2847:2013

Tono Siswanto, Mochamad Firmansyah S., ... 17 – 26

ANALISA PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726-2002 DAN SNI GEMPA 1726-2012

Erick Ryananda Yulistiya, Sutikno, ... 27 – 32

ANALISIS PENINGKATAN RUAS JALAN MOJOSARI-PANDANARUM KM 42+435-51+732 KABUPATEN MOJOKERTO JAWA TIMUR

Andik Setiawan, Purwo Mahardi, ... 33 – 38

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG DARAH DAN *SLUDGE* INDUSTRI KERTAS SEBAGAI SUBTITUSI PASIR DAN PENAMBAHAN *CONPLAST* WP 421 DAN *MONOMER* PADA PEMBUATAN BATAKO

Thobagus Rodhi Firdaus, Mas Suryanto, ... 39 – 46

ANALISIS PEMAMPATAN WAKTU TERHADAP BIAYA PADA PEMBANGUNAN *MY TOWER HOTEL & APARTMENT PROJECT* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* (TCTO)

Aulia Putri Andhita, Hasan Dani, ... 47 – 55

ANALISIS MANFAAT-BIAYA PEMBANGUNAN JALAN AKSES DAN JEMBATAN MASTRIP-JAMBANGAN

Irwan Fachri Muannas, Purwo Mahardi, ... 56 – 62

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Halaman

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 8 M DAN 10 M

Laras Sukmawati Yuwono, Arie Wardhono, ... 63 – 69

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 12 M DAN 14 M

Rifky Farandy Pramudita, Arie Wardhono, ... 70 – 76

UNESA
Universitas Negeri Surabaya

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 12 M DAN 14 M

Rifky Farandy Pramudita
Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: Farandyrifky@gmail.com

Arie Wardhono
Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Mengingat pembangunan di era globalisasi semakin berkembang dan kebutuhan akan bahan dan material konstruksi seperti semen juga ikut meningkat, maka bahan *geopolymer* muncul sebagai alternatif pengganti. *Geopolymer* didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), Alkali Aktivator, bahan perekat (tanah liat, kapur, *fly ash*) dan air dengan komposisi tertentu. Namun pembuatan *geopolymer* memerlukan pemanasan suhu terbaik untuk menghasilkan kuat tekan maksimum.

Pada penelitian ini mortar *geopolymer* menggunakan konsentrasi molaritas 12 M dan 14 M, dan masing-masing konsentrasi molaritasnya mendapatkan perilaku suhu pemanasan (Suhu ruang, 40^{o}C, 50^{o}C, 60^{o}C, dan 80^{o}C) dengan lama pemanasan 6 jam. Hal ini bertujuan untuk mengetahui suhu terbaik dengan kuat tekan maksimum yang dihasilkan oleh mortar *geopolymer*. Metodologi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan tes uji kuat tekan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar suhu yang diberikan pada mortar *geopolymer*, maka nilai kuat tekan yang diperoleh akan meningkat. Selain itu, semakin lama usia pengujian dilakukan, maka semakin besar nilai kuat tekan yang diperoleh. Hal ini dibuktikan pada konsentrasi molaritas 12 M, 80^{o}C dengan lama pemanasan 6 jam serta usia pengujian 28 hari memiliki nilai kuat tekan 62,72 MPa. Sedangkan pada konsentrasi molaritas 14 M, 80^{o}C dengan lama pemanasan 6 jam serta usia pengujian 28 hari memiliki nilai kuat tekan 52,80 MPa.

Kata Kunci: Mortar geopolymer, suhu pemanasan, lama pemanasan, kuat tekan.

Abstract

Considering the development in the era of globalization is growing and need for construction materials such as cement also increased, then the material geopolymer emerged as an alternative replacement. Geopolymer is defined as a mixture of materials consisting of fine aggregate (sand), alkali activator, adhesive material (clay, lime, fly ash) and water with certain composition. However, the manufacture of geopolymer requires the best temperature heating to produce maximum compressive strength.

In this study mortar geopolymer using molarity concentration of 12 M and 14 M, and each molarity concentration get the behavior of heating temperature (room temperature, 40ºC, 50ºC, 60ºC, and 80ºC) with 6 hours heating time. It aims to find the best temperature with the maximum compressive strength produced by mortar geopolymer. The methodology used in this research to test the compressive strength.

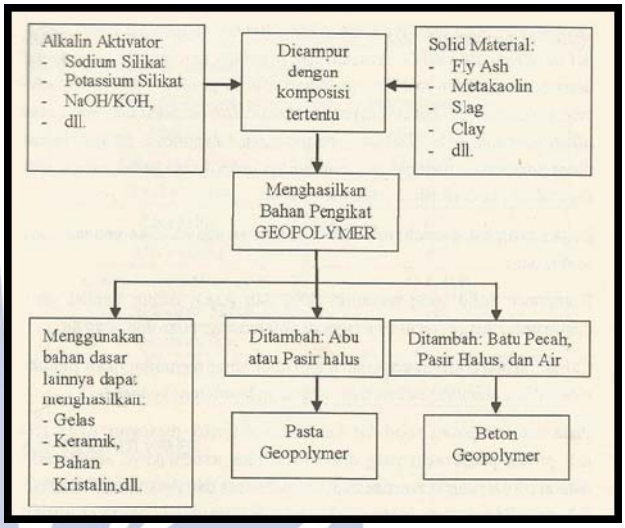
The results show that the highest temperature given to mortar geopolymer, the value of compressive strength will increase. In addition, the longer the testing age is carried out, the greater the compressive strength value obtained. This is evidenced at molarity concentration of 12 M, 80ºC with 6 hours heating time and 28 day test age has a compressive value of 62.72 MPa. While at molarity concentration 14 M, 80ºC with 6 hours heating time and 28 day test age have strong value of press 52,80 MPa.

Keywords: *Mortar geopolymer, temperature heating, old heating, compressive strength*

PENDAHULUAN

Pembangunan di era globalisasi semakin berkembang dan telah menjadi kebutuhan pokok umat manusia, bahkan tidak hanya pembangunan yang berupa bangunan gedung namun banyak pula pembangunan infrastruktur lainnya seperti bangunan air dan sarana transportasi. Kebutuhan akan bahan dan material konstruksi juga ikut meningkat, hal ini menjadi perhatian dari para ahli material konstruksi bangunan dunia baik dari dalam maupun luar negeri agar terciptanya bahan dan material yang ramah lingkungan dengan kualitas yang baik pula tentunya. Bahan dan material suatu konstruksi bangunan utamanya adalah beton. Keberhasilan suatu bangunan konstruksi terletak dari Beton, yang menjadi bahan terpenting/utama dalam suatu bangunan konstruksi (ACI 2263.3R-3, 1993).

Beton merupakan bahan yang sering digunakan dalam sektor konstruksi. Umumnya beton konvensional terdiri atas bahan bangunan berupa pasir, kerikil dan diikat semen bercampur air. Beton jenis ini sangat umum ditemui dan dapat diproduksi secara lokal dengan menggunakan metode sederhana. Dengan maraknya bangunan di dunia konstruksi menyebabkan kebutuhan beton meningkat dan akibatnya kebutuhan semen sebagai bahan dasar pembuatan beton meningkat pula. Konsumsi dunia untuk beton sekitar 8,8 juta ton setiap tahun, dan kebutuhan material ini akan terus meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan meningkatnya kebutuhan sarana dan prasarana manusia. Beton adalah bahan konstruksi yang paling umum digunakan di masyarakat, yang diproduksi secara konvensional dengan menggunakan semen Portland biasa (OPC) (Sumajouw dan Dapas, 2013). Sebagai pengikat utama beton, rasio OPC dalam beton tradisional adalah sekitar 10% - 15% oleh massa beton. Namun, produksi OPC telah menghasilkan masalah lingkungan. Produksi CO^2 dengan sekitar 1 ton CO^2 yang dihasilkan per 1 ton OPC. Hal ini menyebabkan pengadopsian bahan limbah industri, seperti fly ash dan ground slurry blast furnace slag (GGBS), sebagai bahan pengganti OPC karena kemampuan mereka untuk meningkatkan sifat fisik, kimia dan mekanik dari semen dan beton (Arie Wardhono, dkk; 2015 a, 2015 b dan 2017). Data lain menunjukkan bahwa kebutuhan semen terus meningkat dari waktu ke waktu bahwa konsumsi beton dunia selama periode 1995-2010 mencapai 10-16 juta ton. Pada tahun belakangan ini, konsumsi semen dunia sudah mencapai angka 2,3 juta ton per tahun yang berarti sekitar 2,3 juta ton CO_2 telah dilepaskan ke atmosfir tiap tahunnya. Karena alasan inilah mulai dikembangkan bahan alternatif pengganti semen. Salah satu bahan alternatif yang mulai dikembangkan ialah material *geopolymer*. Bahan *geopolymer* ialah suatu bahan inorganik yang terdiri dari silikat (Si) dan alumunium (Al) sebagai material utama serta reaktan alkalin untuk pengikat. Sejauh ini bahan dasar yang digunakan untuk membuat beton *geopolymer* adalah dibuat tanpa menggunakan Semen Portland (SP) sebagai bahan pengikat. Sebagai pengganti Semen Portland digunakan abu terbang yang kaya akan silika dan alumina dicampur dengan cairan alkalin untuk dijadikan bahan pengikat.



Gambar 1. Proses Terbentuknya *Geopolymer*

Abu terbang *(Fly Ash)* adalah abu sisa pembakaran batu bara yang dipakai dalam banyak industri dan PLTU. Abu Terbang memiliki pengaruh terhadap beton segar *(fresh concrete)* dan beton yang sudah mengeras *(hardened concrete). Fly Ash* sendiri tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh Abu Terbang akan bereaksi secara kimia dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat. Bukan tanpa kelemahan, beton *geopolymer* juga memiliki kekurangan. Selain pembuatannya yang lebih rumit dibandingkan dengan beton konvensional, beton *geopolymer* juga memerlukan suhu yang cukup tinggi untuk melakukan polimerisasi (Malhotra, 1999; Wardhono dkk, 2016; Law dkk 2015).

Dalam kasus studi kali ini yang menjadi pokok pembahasan adalah adanya pengaruh suhu tertentu untuk efektifitas beton *geopolymer* berbahan dasar abu terbang dengan molaritas tinggi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sejauh apa pengaruh suhu selama proses perawatan terhadap hasil uji kuat tekan dan porositas pada beton *geopolymer*. Suhu disekitar tempat pemasangan mortar sangatlah berpengaruh pada proses perawatan mortar. Cuaca di Indonesia yang sering kali ekstrim, musim penghujan yang mengakibatkan suhu menjadi dingin. Hal ini mengakibatkan proses hidrasi sulit dicapai dan kekuatan awal mortar sulit

UNESA Universitas Negeri Surabaya

didapatkan. Maka diperlukan panas tambahan dalam kegiatan perawatan mortar. Perawatan yang digunakan adalah perawatan oven, yaitu perawatan mortar dengan mengoven mortar tersebut pada suhu dan waktu tertentu. Agar mortar tidak rusak maka pada saat di oven mortar dibungkus dengan alumunium foil. Selain itu metode yang digunakan dan lamanya proses *curing* juga berpengaruh. Oleh karena itu waktu-waktu untuk *curing* terjadwal dengan baik (Fitriani, 2010).

Pada penelitian Budh & Warhade (2014) menunjukkan molaritas mortar *geopolymer* sangat berpengaruh pada kuat tekannya, oleh sebab itu proses perawatan *(curing)* menggunakan oven dengan suhu 85˚C pada 48 jam menunjukkan bahwa molaritas dan kekuataanya juga meningkat.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Manfaat Teoritis; (a) Memperkaya inovasi-inovasi terhadap pemanfaatan limbah khususnya limbah pembangkit listrik berupa *fly ash* secara maksimal, (b) Penelitian ini dapat memberikan wawasan dan pengalaman secara personal tentang komposisi bahan bangunan *geopolymer* berbahan dasar abu terbang dengan molaritas 12 M dan 14 M pada pelaksanaan pekerjaannya, (c) Dapat memberikan sumbangan pengetahuan di bidang teknik sipil, khususnya tentang bahan bangunan *geopolymer* berbahan dasar abu terbang dengan molaritas 12 M dan 14 M pada pelaksanaan pekerjaannya. Dan (2) Manfaat Praktis; (a) *Mix design* mortar *geopolymer* dengan bahan dasar abu terbang yang telah diuji, dapat diterapkan pada struktur pekerjaan bangunan khususnya pada bahan bangunan, (b) Mengurangi limbah PLTU dan memberikan solusi terhadap polusi udara yang diakibatkan proses pembuatan *Portland cement.*

Batasan Masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Molaritas yang digunakan adalah 12 M dan 14 M, (2) Zat Aditif yang digunakan adalah NaOH dan Na_2SO_3, (3) Suhu pada penelitian ini adalah 40ºC, 50ºC, 60ºC, 80ºC, dan suhu ruang, (4) Lama pemanasan yang dilakukan adalah selama 6 jam, (5) Pengujian yang digunakan berupa uji tekan, dan (6) Pengujian Benda Uji antara lain 3, 7, 14 dan 28 Hari.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah uji laboratorium *(experiemental)*, 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 *Geopolymer* berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Mortar dibuat dengan tujuan mengetahui nilai kuat tekan. Variasi suhu pemanasan yang dilakukan adalah suhu ruang (20ºC), 40ºC, 50ºC, 60ºC, dan 80ºC dengan lama pemanasan 6 jam. Adapun alat serta bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

Gambar 2. Alat Penelitian

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

Gambar 3. Bahan Penelitian

Persiapan alkali aktivator pada penelitian ini menggunakan konsentrasi molaritas 12 M dan 14 M. Pelarutan butiran NaOH dengan air, perhitungan aktivator atau NaOH 12 M adalah sebagai berikut:

Mr NaOH = Mr Na +Mr O +Mr H
= 16 + 1+23
= 40

12 M = 1 Liter

Molaritas $= \frac{mol}{volume}$ dimana mol $= \frac{gram}{Mr}$

Sehingga :

Molaritas $= \frac{gram}{Mr} \times \frac{1}{Volume}$

12 M $= \frac{gram}{40} \times \frac{1}{1}$
= 480 gram

Pelarutan butiran NaOH dengan air, perhitungan aktivator atau NaOH 14 M adalah sebagai berikut:

Mr NaOH = Mr Na +Mr O +Mr H
= 16 + 1+23
= 40

14 M = 1 Liter

Molaritas = $\frac{mol}{volume}$ dimana mol = $\frac{gram}{Mr}$

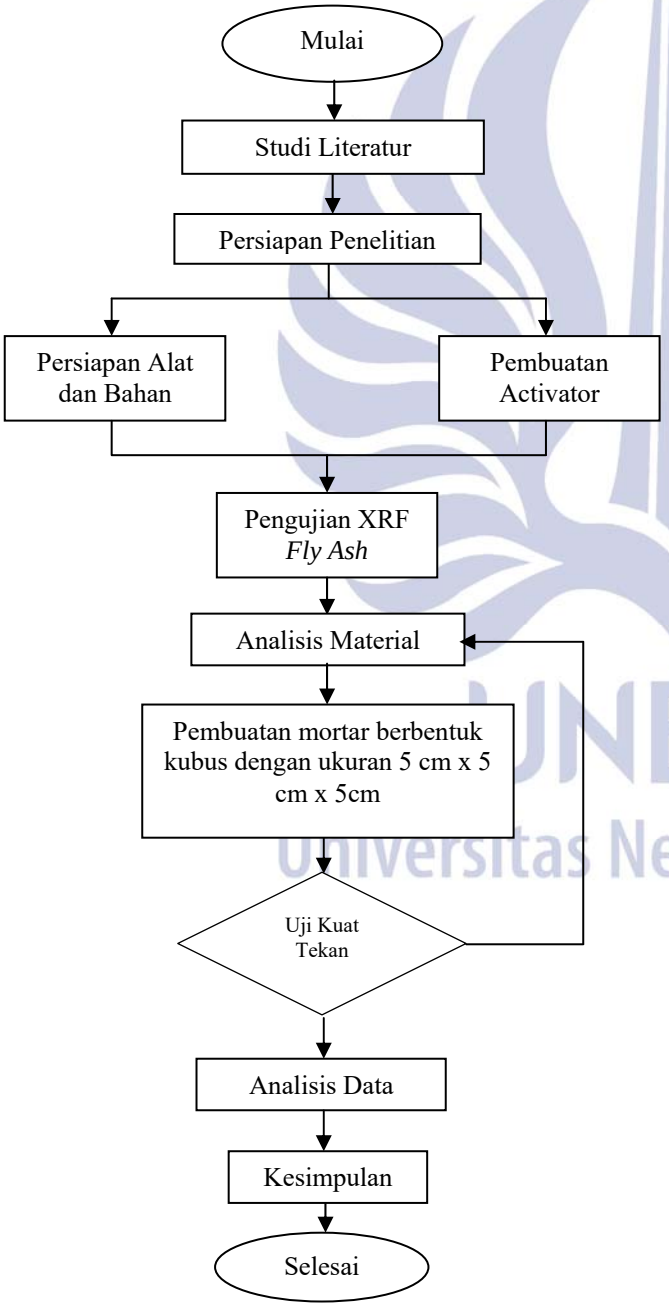
Sehingga :

Molaritas = $\frac{gram}{Mr}$ x $\frac{1}{Volume}$

14 M = $\frac{gram}{40}$ x $\frac{1}{1}$

= 560 gram

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. 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 kepekatan 12 M dan 14 M. Adapun perhitungan Kuat Tekan didapatkan dengan rumus berikut (ASTM C 109/ C 109 M):

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

Dimana:

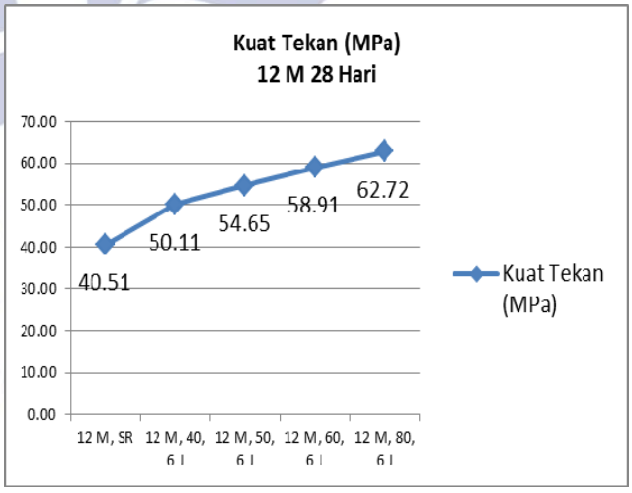
fm = Kuat tekan maksimum beton (MPa)

P_{maks} = Beban Maksimum (N)

A = luas permukaan benda uji silinder (mm^2)

Tabel 1. Uji Kuat Tekan 12 M usia 28 Hari

28 Hari	
Variasi	Kuat Tekan (MPa)
12 M, SR	40.51
12 M, 40, 6 J	50.11
12 M, 50, 6 J	54.65
12 M, 60, 6 J	58.91
12 M, 80, 6 J	62.72



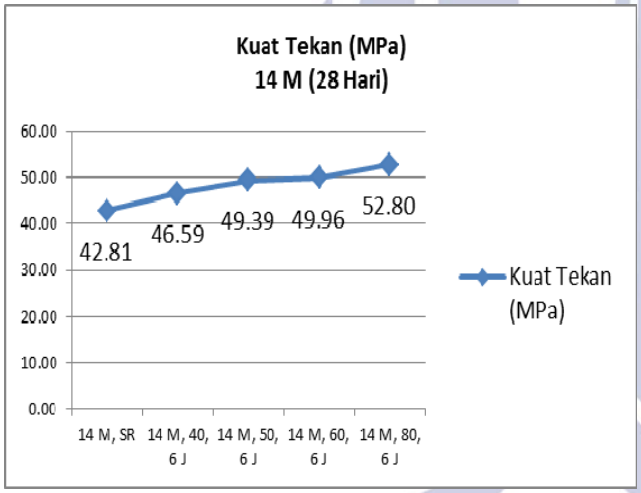
Gambar 5. Grafik kuat tekan mortar *geopolymer* 12 M usia 28 hari

Kuat tekan mortar pada usia 28 Hari. Dapat dilihat nilai kuat tekan tertinggi terletak pada variasi kepekatan 12 M, 80ºC dengan lama pemanasan 6 Jam, 62,72 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan terendah terletak pada variasi kepekatan 12 M, 40ºC dengan lama pemanasan 6 Jam, 50,11 MPa. Sama halnya dengan nilai kuat tekan konsentrasi 12 M pada variasi perlakuan suhu lainnya,

semakin tinggi perlakuan suhu semakin besar pula nilai kuat tekan yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan oleh proses polimerisasi 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 *geopolymer*.

Tabel 2. Uji Kuat Tekan 14 M usia 28 Hari

28 Hari	
Variasi	Kuat Tekan (MPa)
14 M, SR	42.81
14 M, 40, 6 J	46.59
14 M, 50, 6 J	49.39
14 M, 60, 6 J	49.96
14 M, 80, 6 J	52.80



Gambar 6. Grafik kuat tekan mortar *geopolymer* 14 M usia 28 hari

Kuat tekan mortar pada usia 28 Hari. Dapat dilihat nilai kuat tekan tertinggi terletak pada variasi kepekatan 14 M, 80ºC dengan lama pemanasan 6 Jam, 52,80 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan terendah terletak pada variasi kepekatan 14 M, 40ºC dengan lama pemanasan 6 Jam, 46,59 MPa. Sama halnya dengan nilai kuat tekan konsentrasi 14 M pada perlakuan variasi suhu lainnya, semakin tinggi perlakuan suhu semakin besar pula nilai kuat tekan yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan oleh proses polimerisasi 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 *geopolymer*.

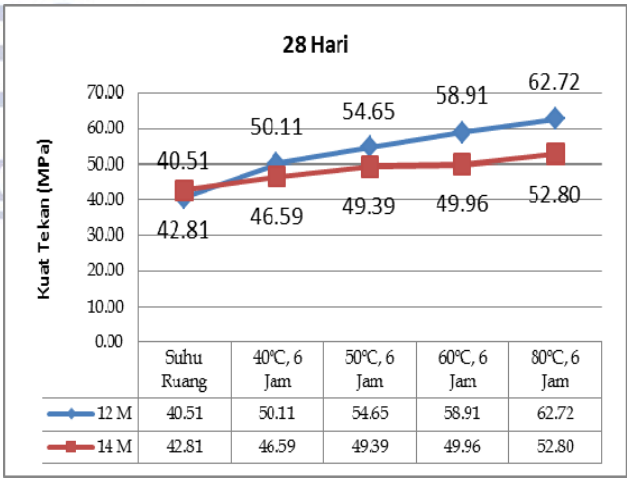
Dari penjelasan beberapa tabel dan grafik diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi perlakuan suhu yang diberikan pada mortar *geopolymer* semakin tinggi pula nilai kuat tekan yang dihasilkan. Hal itu disebabkan oleh proses *curing* serta *setting time* yang cukup baik yang berakibat oleh proses polimerisasi yang optimum. Selain itu semakin tinggi usia pengujian mortar *geopolymer* juga semakin tinggi nilai kuat tekan yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan oleh proses polimerisasi yang cukup baik, semakin lama waktu pengujian maka semakin banyak pula waktu yang dibutuhkan untuk mortar *geopolymer* melakukan proses polimerisasi terhadap tiap komposisinya.

Analisis perbandingan hubungan kuat tekan dengan kepekatan molaritas 12 M dan 14 M

Dari hasil uji tekan mortar *geopolymer* dengan variasi kepekatan (12 M dan 14 M) dan berbagai macam variasi perlakuan suhu (40ºC, 50ºC, 60ºC, dan 80ºC) dengan lama pemanasan 6 jam, dapat dianalisa melalui perbandingan antara kepekatan molaritas 12 M dan 14 M. Berikut ini adalah perbandingan kuat tekan mortar *geopolymer* antara kepekatan molaritas 12 M dan 14 M ditinjau dari usia 28 Hari:

Tabel 3. Tabel perbandingan Kuat tekan mortar *geopolymer* 12 M dan 14 M usia 28 hari

28 Hari		
Variasi	Kuat Tekan (MPa) 12 M	Kuat Tekan (MPa) 14 M
Suhu Ruang	40.51	42.81
40ºC, 6 Jam	50.11	46.59
50ºC, 6 Jam	54.65	49.39
60ºC, 6 Jam	58.91	49.96
80ºC, 6 Jam	62.72	52.80



Gambar 7. Grafik perbandingan Kuat tekan mortar *geopolymer* 12 M dan 14 M usia 28 hari

Perbandingan kuat tekan mortar pada usia 28 Hari dengan konsentrasi molaritas 12 M dan 14 M. Dapat

dilihat nilai kuat tekan tertinggi terletak pada variasi suhu 80ºC dengan lama pemanasan 6 Jam. Sedangkan nilai kuat tekan terendah terletak pada suhu 40ºC dengan lama pemanasan 6 Jam. Untuk mortar *geopolymer* sebagai kontrol cenderung memiliki pola yang tidak beraturan ataupun stabil. Pada Grafik perbandingan Kuat tekan mortar *geopolymer* 12 M dan 14 M usia 28 hari mengalami pola cenderung meningkat, hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu yang digunakan, semakin tinggi pula nilai kuat tekan yang dihasilkan oleh mortar *geopolymer*. Proses polimerisasi yang terjadi secara optimum pada suhu tinggi sangat berpengaruh pada kuat tekan mortar *geopolyme*r nantinya. Sedangkan perbandingan antara hasil kuat tekan mortar *geopolymer* antara konsentrasi molaritas 12 M dengan 14 M sangat signifikan, hal ini dikarenakan dalam proses pembuatan mortar semakin tinggi molaritas maka semakin sulit dibuat karena larutan yang pekat dan mencapai setting lebih cepat sehingga menjadikan kekuatan mortar menjadi turun. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel dan grafik perbandingan Kuat tekan mortar *geopolymer* 12 M dan 14 M usia 28 hari diatas.

Dari penjelasan beberapa grafik dan tabel hubungan kuat tekan dengan kepekatan molaritas 12 M dan 14 M diatas, dapat dianalisa bahwa semakin tinggi perlakuan suhu yang diberikan pada mortar *geopolymer* semakin tinggi pula nilai kuat tekan yang dihasilkan. Hal tersebut dipengaruhi oleh proses polimerisasi yang terjadi pada saat dilakukan pengaruh suhu. Selain itu, semakin tinggi usia pengujian semakin tinggi pula nilai kuat tekan yang dihasilkan.

Seiring bertambahnya variasi konsentrasi molaritas, menjadikan mortar semakin baik dalam mengikat unsur Al dan Si yang terdapat pada *fly ash* namun memiliki dampak negatif yaitu dalam proses pembuatan mortar semakin tinggi molaritas maka semakin sulit dibuat karena larutan yang pekat dan mencapai *setting* lebih cepat sehingga menjadikan kekuatan mortar menjadi turun. Kepekatan berhubungan dengan perbandingan antara banyaknya jumlah air dan NaOH yang digunakan. Semakin pekat larutan NaOH, maka air yang digunakan semakin sedikit dan massa NaOH yang digunakan semakin banyak. Bila kadar NaOH terlalu kecil atau terlalu besar, akan terjadi reaksi yang mengakibatkan proses pemutusan kadar Si dan Al dan kristalasi yang tidak berlangsung secara sempurna dan tidak mereaksikan *fly ash* secara efektif (terdapat *fly ash* yang belum bereaksi). Oleh karena itu, campuran *geopolymer* yang menggunakan larutan NaOH dengan molaritas optimum akan menghasilkan nilai kuat tekan (MPa) yang tinggi. Pada contohnya dapat dilihat pada tabel dan grafik perbandingan Kuat tekan mortar *geopolymer* 12 M dan 14 M usia 28 hari, pada variasi 12 M, 80ºC dengan lama pemanasan 6 jam memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan variasi 14 M, 80ºC dengan lama pemanasan 6 jam yakni 62,72 MPa. Sedangkan pada variasi 14 M, 80ºC dengan lama pemanasan 6 jam memiliki nilai kuat tekan rata-rata 52,80 MPa, justru lebih rendah kekuatannya karena terlalu tinggi kepekatan molaritas yang digunakan.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, dapat disimpulkan: (1) Didapatkan suhu optimum pada kuat tekan mortar *geopolymer* berbahan dasar abu terbang dengan molaritas 12 M dan 14 M, yakni 80ºC. Jika dilihat dari tabel serta grafik kuat tekan dengan usia pengujian, maka hasil yang paling optimum didapatkan diantara keempat usia pengujian adalah pada saat usia 28 hari dengan perlakuan suhu 80ºC. Hal ini dipengaruhi oleh proses polimerisasi pada mortar *geopolymer* yang semakin sempurna jika mendapat perlakuan dengan suhu tinggi dan usia pengujian yang cukup, (2) Pada penelitian ini, nilai kuat tekan maksimum pada mortar *geopolymer* berbahan dasar abu terbang dengan molaritas 12 M dan 14 M didapat pada usia 28 hari dengan perlakuan suhu 80ºC dan lama pemanasan 6 jam. Pada konsentrasi molaritas 12 M, 80ºC dengan lama pemanasan 6 jam didapat nilai kuat tekan paling tinggi yaitu sebesar 62,72 MPa. Sedangkan untuk konsentrasi molaritas 14 M, 80ºC dengan lama pemanasan 6 jam didapat nilai kuat tekan yaitu sebesar 52,80 MPa. Nilai kuat tekan optimum didapat pada konsentrasi molaritas 12 M, hal ini dikarenakan oleh semakin tingginya konsentrasi molaritas maka semakin sulit dibuat karena larutan yang pekat dan mencapai *setting* lebih cepat sehingga menjadikan kekuatan mortar menjadi turun.

Saran

Adapun saran pada penelitian ini adalah: (1) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut berupa elemen struktur tertentu berupa pelat beton *geopolymer* yang memerlukan pemanasan suhu (40ºC, 50ºC, 60ºC dan 80ºC) dengan lama pemanasan 6 jam, (2) Perlu dilakukan pengecekan awal terhadap kondisi alat-alat tes yang akan dipakai agar nantinya tidak menghambat proses penelitian, (3) Perlu dilakukan perlakuan curing pada oven dengan suhu tinggi bervariasi lagi untuk penelitian berikutnya, dan (4) Mortar *Geopolymer* dengan kepekatan molaritas 12 M dapat digunakan sebagai elemen struktur jika dibandingkan dengan kepekatan molaritas 14 M, hal ini dikarenakan hasil yang lebih optimum didapat pada kepekatan molaritas 12 M daripada 14 M.

UNESA Universitas Negeri Surabaya

DAFTAR PUSTAKA

ACI 226.3R-3 (1993) "Manual of Concrete Pratice" Dilaporkan oleh ACI Commite 226, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.

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, Chamila Gunasekara, David W. Law, and Sujeeva 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.

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.

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, ISSN: 1359-5997.

ASTM C109 / C109M. Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)

Sumajouw, Dapas. 2013. Buku ELemen Struktur Beton Bertulag Geopolymer. Yogyakarta:Penerbit Andi.

UNESA
egeri Surabaya