

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

# REKATS



## UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 02	NOMER: 02	HALAMAN: 268 - 275	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. Drs. Ir. H. Karyoto, M.S
2. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Ari Widayanti, S.T,M.T
5. Agus Wiyono,S.Pd, M.T
6. 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 2 Nomer 2/rekat/17 (2017)	
PEMANFAATAN BATU APUNG DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN LUMPUR SIDOARJO (LUSI) SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS	
<i>Abdul Ra'uf Alfansuri, Arie Wardhono, .....</i>	01 – 11
ANALISA SISA MATERIAL DAN PENANGANANNYA PADA PROYEK APARTEMEN ROYAL CITYLOFT SURABAYA	
<i>M. Alfin Ahfiyatna, Didiek Purwadi, .....</i>	12 – 23
PENGARUH PENYIRAMAN TERHADAP KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS PAVING STONE GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG	
<i>Raditya Eko Kurniawan, Arie Wardhono, .....</i>	24 – 35
STUDI POLA OPERASI WADUK WONOREJO UNTUK PLTA	
<i>Pandra Christanty Suharto, Kusnan, .....</i>	36 – 41
ANALISIS NILAI PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PEMASANGAN DINDING PRECAST PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT	
<i>Fani Febri Dewi Utami, Mas Suryanto HS, .....</i>	42 – 54
PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA PEMASANGAN BEKISTING DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA PADA PROYEK GEDUNG BERTINGKAT DI WILAYAH SURABAYA	
<i>Rizky Astri Widyawati, Sutikno, .....</i>	55 – 76
ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA MODEL K-TRUSS	
<i>Ndaru Kusumo, Karyoto, .....</i>	77 – 86
MODEL HUBUNGAN ANTARA KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR DAN KOMPOSISI LALU LINTAS PADA JALAN PROVINSI DI KABUPATEN MOJOKERTO (Studi Kasus: Jl. Raya Mlirip, Jl. Magersari-Ngares Kidul, Jl. Raya Gempolkerep)	
<i>Rizki Inkasari, Purwo Mahardi, .....</i>	87 – 97

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH ASBES SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELATISITAS BETON <i>Liga Triswasono, Sutikno, .....</i>	98 – 103
PENGOPTIMALAN PEMASANGAN JARAK ANTAR BAUT TERHADAP TERJADINYA <i>CURLING</i> PADA SAMBUNGAN PELAT <i>Hendry Yudha Pranata, Arie Wardhono, .....</i>	104 – 111
ANALISA PERBANDINGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM) DAN SISTEM GANDA PADA PERENCANAAN ULANG HOTEL ICON GRESIK TERHADAP LUASAN TULANGAN BALOK DAN KOLOM <i>Yasher Arafat, Sutikno, .....</i>	112 – 117
PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH GAS ASETILEN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN BATU BATA DITINJAU DARI KUALITAS SESUAI SNI 15-2094-2000 <i>Mohamad Nisfi Fazar Romadhon, Arie Wardhono, .....</i>	118 – 124
PENGOPTIMALISASIAN PEMASANGAN BAUT PADA TEPI SAMBUNGAN PELAT TARIK <i>Nurul Burhanudin, Arie Wardhono, .....</i>	125 – 131
PENGARUH VARIASI BENTANG PANJANG BALOK STRUKTUR BETON TERHADAP KINERJA STRUKTUR DENGAN ANALISIS <i>PUSHOVER</i> BERDASARKAN ATC-40 DAN SNI 1726:2012 <i>Mohamad Sahal Rifa'i Chairul Aziz, Arie Wardhono, .....</i>	132 – 140
PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT GESER MORTAR TANPA SEMEN BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DAN SODIUM HIDROKSIDA 12 MOLAR PADA APLIKASI PASANGAN BATA MERAH <i>Nova Bima Prayogo, Arie Wardhono, .....</i>	141 – 149
ANALISA PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG DIBANDINGKAN DENGAN DAYA DUKUNG <i>HYDRAULIC JACKING SYSTEM</i> PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG B LPMP PROVINSI JATIM <i>Akbar Setyo Romadhoni, Machfud Ridwan, .....</i>	150 – 160

PERENCANAAN ULANG JEMBATAN BUSUR RANGKA BAJA DENGAN VARIASI JARAK KABEL PENGGANTUNG DAN JARAK GELAGAR MELINTANG (STUDI KASUS JEMBATAN BATOQ MALEQ KABUPATEN MAHAKAM ULU)

*Miftakhul Huda, Mochamad Firmansyah S.*, ..... 161 – 165

PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN METODE *CABLE STAYED* DENGAN VARIASI KABEL STRUKTUR PEMIKUL UTAMA (STUDI KASUS JEMBATAN GANTUNG BATOQ MALEQ KABUPATEN MAHAKAM ULU)

*Timur Prahnalaga Wira, Mochamad Firmansyah S.* ..... 166 – 171

PERBANDINGAN BIAYA PERENCANAAN PERKERASAN KAKU ANTARA METODE BINA MARGA DAN AASHTO PADA RUAS JALAN GONDANG-LENGKONG KABUPATEN MOJOKERTO

*Rindah Intansari Mukti, Purwo Mahardi*, ..... 172 – 176

PPENGARUH BENTANG KOLOM TERHADAP KEKAKUAN STRUKTUR PADA HOTEL DIRENCANAKAN DI BANJARBARU DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FLAT SLAB-DROP PANEL*

*Kurnianingsih, Bambang Sabariman*, ..... 177 – 185

PENGENDALIAN MUTU PRODUK *PRECAST* DENGAN MENGGUNAKAN METODE SPC (*STATISTICAL PROCESS CONTROL*) DI PT. WASKITA *PRECAST PLANT* SIDOARJO

*Nur Aini, Mas Suryanto H.S.*, ..... 186 – 195

OPTIMALISASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN KUTAI KARTANEGARA DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM *CABLE STAYED*

*Andi Dzikril Chakim, Suprpto*, ..... 196 – 200

PENGARUH JARAK TEPI PELAT SAMPING SAMBUNGAN *SELF DRILLING SCREW (SDS)* TERHADAP KUAT TARIK PADA BATANG TARIK BAJA RINGAN

*Bara Dwi Graha, Mochamad Firmansyah*, ..... 201 – 210

PENGARUH RASIO SODIUM HIDROKSIDA DENGAN SODIUM SILIKAT PADA MORTAR *GEOPOLYMER* BERBAHAN DASAR ABU TERBANG TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT GESER PADA APLIKASI SPESI BATU BATA

*Novi Salwatul Ais, Arie Wardhono*, ..... 211 – 218

ANALISIS MODULUS DRAINASE PADA SALURAN PERUMAHAN PURI SURYA JAYA, KECAMATAN GEDANGAN, KABUPATEN SIDOARJO

*Yeriko Emmanuel, Kusnan*, ..... 219 – 227

PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR GAMPING MADURA PADA TANAH EKSPANSIF DI DAERAH WIYUNG SURABAYA TERHADAP NILAI PENGEMBANGAN TANAH <i>Teguh Afiffurokhim, Machfud Ridwan., .....</i>	228 – 236
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KARBIT TERHADAP PENINGKATAN NILAI <i>CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)</i> PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF <i>Mohammad Jundulloh, Nur Andajani, .....</i>	237 – 243
PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI MOLARITAS NaOH TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LEKAT MORTAR <i>GEOPOLYMER</i> BERBAHAN DASAR ABU TERBANG PADA APLIKASI SPESI BATA MERAH <i>Debi Nurma Puspita Apsari, Arie Wardhono, .....</i>	244 – 249
PENGARUH KETEBALAN PROFIL BATANG TEKAN TERHADAP GAYA LUAR PADA RANGKA ATAP BAJA RINGAN <i>Avit Tridiono Pamungkas, Karyoto, .....</i>	250 – 256
PENGELOLAAN LIMBAH CAIR PADA SENTRA PEDAGANG KAKI LIMA KARAH DENGAN METODE BIOFILTER <i>AKukuh Sherlyanne, Erina R, .....</i>	257 – 267
PENGARUH PERBANDINGAN <i>WATER SOLID RATIO (W/S)</i> TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LEKAT MORTAR <i>GEOPOLYMER</i> BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN NaOH 12 M PADA SUHU RUANGAN <i>Bernardus Dwika Atmajalinus, Arie Wardhono, .....</i>	268– 275

## PENGARUH PERBANDINGAN *WATER SOLID RATIO* (W/S) TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LEKAT MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN NaOH 12 M PADA SUHU RUANGAN

Bernardus Dwika Atmajalinus

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

[bernardusdwika@gmail.com](mailto:bernardusdwika@gmail.com)

### Abstrak

Semen yang merupakan material penyusun beton ternyata memberikan dampak negatif yang cukup besar terhadap kerusakan lingkungan. Peningkatan pemakaian semen berdampak meningkatnya emisi CO<sub>2</sub> di udara. Produksi 1 ton semen menghasilkan 1 ton CO<sub>2</sub> yang dilepaskan ke udara (Davidovits, 1994). Pembuatan beton *geopolymer* berbahan dasar *fly ash* dapat membantu mengurangi produksi semen. Beton *geopolymer* berbahan dasar *fly ash* biasanya diproduksi pada suhu tinggi. Hal ini menjadi batasan untuk pengecoran beton di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan *W/S ratio* yang tepat pada mortar *geopolymer* yang dapat dikerjakan pada kondisi ruangan. Perbandingan *W/S ratio* yang digunakan sebesar 0,2; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; dan 0,45.

Hasil menunjukkan bahwa perbandingan penggunaan *W/S ratio* dapat mempengaruhi kekuatan tekan dan lekat pada pasta *geopolymer*. Hasil menunjukkan pada penggunaan *W/S ratio* 0,35 diperoleh hasil paling optimum pada campuran mortar *geopolymer* berbahan dasar *fly ash* yang dirawat pada suhu ruangan.

**Kata Kunci:** kondisi ruangan, *fly ash*, *water solid ratio* (*W/S ratio*), kuat tekan, kuat lekat.

### Abstract

*Cement which is a concrete compose material turned out to have a considerable negative impact on environmental damage. The increase of cement consumption increasing impact of CO<sub>2</sub> emissions in the air. The production of 1 ton of cement produces 1 ton of CO<sub>2</sub> released into the air (Davidovits, 1994). Fly ash-based geopolymer concrete can help to reduce the production of cement. Fly ash-based geopolymer concrete usually produced at high temperatures. This is a limitation for casting concrete in the field.*

*This study aims to get the comparative of W/S ratio geopolymer concrete is suitable for curing in ambient condition comparative of W/S ratio used in this research was 0,2; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; 0,45. The results showed that the comparative of W/S ratio can affect the compressive strength and adhesion strength to the geopolymer paste.*

*The results showed that the use of W/S ratio 0,35 obtained the most optimum results on a mixture of fly ash-based geopolymer concrete can be cured at ambient temperature.*

**Keywords:** *ambient temperatur, fly ash, water solid ratio (W/S ratio), compressive strength, shear strength.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dunia konstruksi dewasa ini berkembang dengan sangat pesat. Hal ini menyebabkan permintaan penggunaan beton sebagai bahan utama dalam pembangunan proyek konstruksi pun juga meningkat. Beton menjadi material yang sangat penting dan banyak digunakan untuk membangun berbagai infrastruktur seperti gedung, jembatan, jalan raya, dan bendungan.

Davidovits (1994) menemukan alternatif untuk mengurangi penggunaan semen pada pembuatan beton. Mortar *geopolymer* merupakan mortar dengan material dan bahan alami sebagai pengikat. Material alami yang digunakan adalah

material yang memiliki kandungan oksida silika dan alumina yang tinggi.

Pada penelitian ini digunakan *fly ash* sebagai pengikat dan pengisi campuran mortar. *Fly ash* tidak memiliki kemampuan pengikat seperti semen tetapi dengan adanya air dan *Alkaline Activator* (Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida), oksida silika yang dikandung oleh *fly ash* akan bereaksi secara kimia. Oleh karena itu diperlukan perbandingan *Water Solid Ratio* (*W/S*) yang baik untuk menghasilkan kualitas mortar yang baik.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas adapun rumusan masalah yang dapat diambil sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh perbandingan *Water Solid Ratio* (W/S) terhadap kuat tekan mortar *geopolymer* pada suhu ruangan
2. Bagaimana pengaruh perbandingan *Water Solid Ratio* (W/S) terhadap kuat lekat mortar *geopolymer* pada suhu ruangan
3. Berapa standar maksimum *Water Solid Ratio* pada pembuatan mortar *geopolymer* pada suhu ruangan

## KAJIAN PUSTAKA

### Mortar

Mortar (sering disebut juga mortel atau spesi) adalah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat tersebut dapat berupa tanah liat, kapur, *fly ash* maupun Semen Portland.

Secara umum mortar dapat dibedakan menjadi 4 macam (Tjokrodinuljo, 1996), yaitu:

- a. Mortar lumpur yaitu mortar yang dibuat dari campuran pasir, tanah liat/lumpur dan air.
- b. Mortar kapur yaitu mortar yang dibuat dari campuran pasir, kapur dan air.
- c. Mortar semen yaitu mortar yang dibuat dari campuran pasir, semen Portland dan air dengan perbandingan yang tepat.

Mortar khusus yaitu mortar yang dibuat dengan menambahkan bahan khusus ke dalam mortar (b) dan (c) di atas dengan tujuan tertentu.

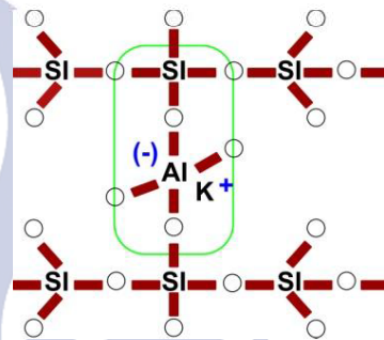
### Mortar *Geopolymer*

Mortar *Geopolymer* adalah mortar dengan bahan pengikat yang sepenuhnya tidak menggunakan semen sebagai pengikat, tetapi menggunakan *fly ash* sebagai pengganti karena kandungan Silika dan Aluminanya sangat tinggi. *Fly ash* yang digunakan diaktifkan dengan larutan alkali berupa Sodium Hidroksida dan Sodium Silikat sebagai katalisatornya.

Penelitian ini bertujuan mempelajari dan melihat pengaruhnya dari pengerjaan dan pengujian

kuat tekan mortar *geopolymer* serta pengaruhnya akibat variasi faktor air binder untuk diaplikasikan sebagai bahan repair material (Veliyati, 2010).

*Geopolymer* merupakan bahan atau material yang berupa anorganik yang disintesa melalui proses polimerisasi. Dalam reaksi polimerisasi, Silika (Si) dan Aluminium (Al) mempunyai peranan yang penting dalam ikatan polimerisasi. Reaksi Silika dan Aluminium dengan *alkaline* akan menghasilkan SiO dan AlO<sub>4</sub> seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1 Ikatan Polimerisasi yang Terjadi pada Beton *Geopolymer*

### Material Penyusun *Geopolymer*

#### a. *Fly ash* (abu terbang)

Dalam penelitian Ardha (2003), secara kimia *fly ash* merupakan material oksida anorganik yang mengandung Silika dan Alumina aktif karena sudah melalui proses pembakaran pada suhu tinggi. Bersifat aktif yaitu dapat bereaksi dengan komponen lain dalam komposisinya untuk membentuk material baru (mulite) yang tahan terhadap suhu tinggi.

#### b. Agregat Halus (Pasir)

Pasir adalah agregat halus yang berfungsi sebagai pengisi pori-pori dalam campuran adukan mortar. Sifat-sifat pasir yang dipergunakan sangat mempengaruhi kualitas adukan mortar. Kandungan air dalam pasir mempengaruhi perbandingan faktor air binder sedangkan kandungan lumpurnya



mempengaruhi kekuatan dan sifat awet bangunan. Bentuk dari butiran pasir mempengaruhi proses pengikatan, maka pasir yang dipakai sebaiknya harus bersih dari lumpur, tanah liat, bahan-bahan lainnya.

**c. Alkali Aktivator (Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida)**

Sodium Silikat dan sodium hidroksida digunakan sebagai alkaline aktivator (Hardjito, et.al, 2004). Sodium Silikat mempunyai fungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Sedangkan sodium hidroksida berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam *fly ash* sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat.

**d. Air (Water)**

Air adalah bahan dasar pembuatan beton yang paling murah. Fungsi air dalam pembuatan beton adalah untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat.

**Kuat Tekan**

Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton ditentukan oleh perbandingan semen, agregat halus, air, dan berbagai jenis bahan tambahan (Tjokrodinuljo, 1996). Perbandingan air dengan semen merupakan faktor utama dalam menentukan kuat tekan beton, kuat tekan beton dapat dihitung dengan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \left( \frac{N}{mm^2} \right) \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

$\sigma$  : Kuat tekan beton (N/mm<sup>2</sup>).

P : beban maksimum (N)

A : Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

**Kuat Lekat**

Dinding pasangan bata harus memenuhi standar kekuatan dinding pasangan bata sesuai peraturan SNI-03-4166-1996. Maka perlu dilakukan pengujian terhadap kekuatan lekat bata dan mortar dan dianalisa dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$f_{vh} = \frac{Pu}{2bh} \dots\dots\dots(2.2)$$

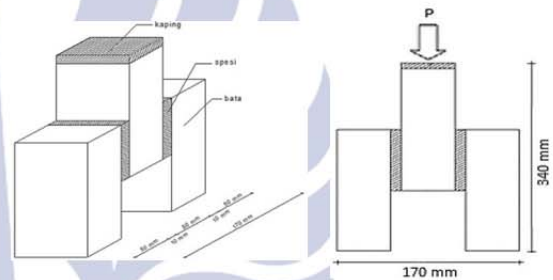
Dimana:

$f_{vh}$  : Kuat lekat pasangan bata (N/mm<sup>2</sup>).

$Pu$  : Beban maksimum benda uji (N)

$b$  : Lebar bidang lekatan (mm)

$h$  : Tinggi bidang lekatan (mm)

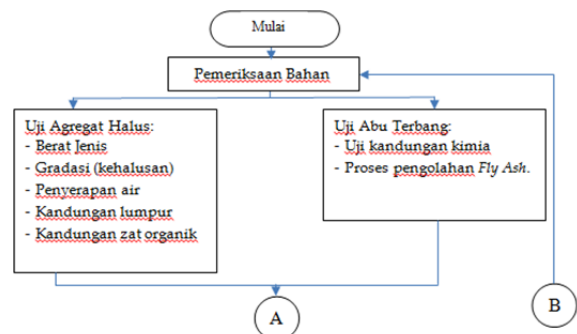


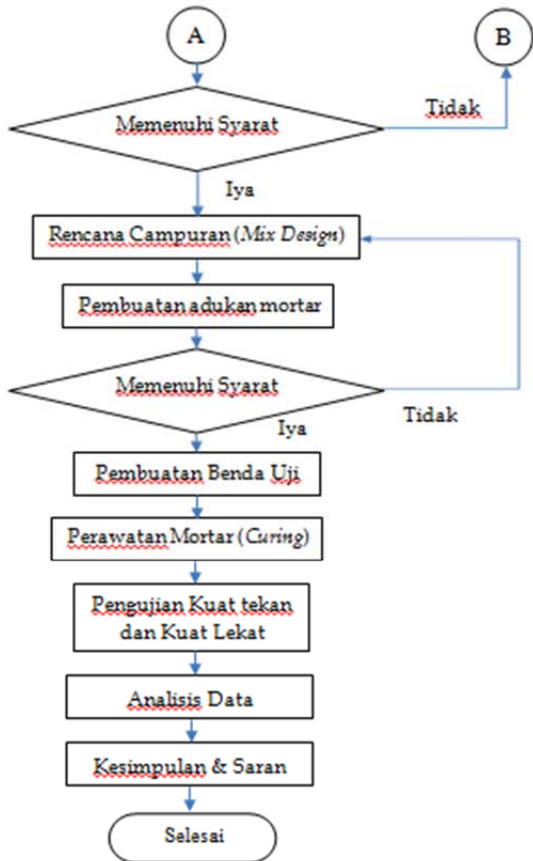
Gambar 2 Benda Uji Kuat Geser Menurut SNI 03-4166-1996 (Sumber: Maya Saridewi dkk. 2016)

**METODE PENELITIAN**

**A. Jenis dan Rancangan Penelitian**

Penelitian ini merupakan proses yang dilakukan secara bertahap, yakni dari perencanaan dan perancangan penelitian, menentukan fokus penelitian, pengumpulan data dan analisis data. Berikut ini merupakan *flow chart* rancangan penelitian ini yang terlihat pada Gambar 3 berikut:





Gambar 3 Diagram Alir (Flow Chart) Penelitian

**B. Tempat dan Waktu Penelitian**

1. Tempat Penelitian

Penelitian eksperimental benda uji dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan dan Beton Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian bahan dan material dilakukan pada bulan Januari-April 2017. Berikut alokasi waktu penelitian dapat dilihat pada tabel 1 dibawah:

Tabel 1 Alokasi Waktu Penelitian

No	Item	Januari				Februari				Maret				April			
		2016				2017				2017				2017			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan																
2	Uji Bahan																
3	Pembuatan Benda Uji																
4	Perawatan																
5	Pengujian																
6	Analisa Data																
7	Penyusunan Laporan																

**C. Populasi dan Sampel**

1. Populasi

Populasi adalah jumlah keseluruhan dari satuan-satuan atau individu-individu yang karakteristiknya hendak diteliti (Kuntjojo, 2009:29). Populasi dalam penelitian ini adalah data hasil pengujian kubus mortar beton berupa data kuat tekan dan kuat lekat mortar *geopolymer*.

2. Sampel

Sampel adalah sebagian dari populasi yang karakteristiknya hendak diteliti (Kuntjojo, 2009:29). Penelitian ini digunakan sampel dari semua populasi dikarenakan jumlah populasi bersifat data hasil pengujian di Laboratorium dengan sampel benda uji berjumlah 54 buah dengan ukuran kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm.

**D. Lingkup Penelitian**

Pada penelitian ini pengaruh *Water Solid Ratio* (W/S) diharapkan mampu mempercepat reaksi *polymer* yang terjadi selama proses pengerasan mortar *geopolymer* yang memanfaatkan abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan pengganti *Portland Cement* pada penelitian mortar *geopolymer* sebelumnya dengan upaya untuk meningkatkan mutu beton itu sendiri yaitu dilihat dari kuat tekannya. Begitu pula dengan kegunaan mortar yang baru ini nanti sebagai bahan bangunan.

1. Sasaran Penelitian

Mengatasi permasalahan pencemaran udara yang semakin kritis belakangan ini terutama disebabkan karena proses pembuatan *Portland Cement* yang merupakan sebagai bahan utama pembuatan beton untuk struktur bangunan. Proses pembuatan itu sendiri banyak menghasilkan limbah polutan udara CO yang dapat memicu pemanasan global

yang menyebabkan sering berubahnya cuaca belakangan ini.

**2. Sampel Penelitian**

Dalam penelitian ini mencoba membuat variasi *Water Solid Ratio* (W/S) sebagai substitusi agregat halus abu terbang (*fly ash*) untuk memperoleh standar maksimum pengaruh pemanfaatan abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan utama pembuatan mortar *geopolymer*.

Tabel 2 Rancangan Persentase *Water Solid Ratio* (W/S) dan Abu Terbang (*Fly Ash*)

Mix	w/s	Juml.	Mix design						
			Mortar	PC	Pasir	AB	NaOH	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Air
B	0,20	9	0	2,75	1	0,086	0,129	0,075	
C	0,25	9	0	2,75	1	0,125	0,188	0,075	
D	0,30	9	0	2,75	1	0,168	0,252	0,075	
E	0,35	9	0	2,75	1	0,214	0,321	0,075	
F	0,40	9	0	2,75	1	0,266	0,399	0,075	
G	0,45	9	0	2,75	1	0,322	0,483	0,075	

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pengujian Material**

1. Pengujian *Fly Ash*

Pengujian abu terbang dimaksudkan untuk mengetahui kandungan kimia yang terkandung di dalam abu terbang tersebut. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju FMIPA Universitas Negeri Malang (UM) menggunakan metode *X-Ray Flourence* (XRF).

Tabel 3 Hasil Pengujian XRF *fly ash*

Coumpound	Conc (%)	Methods
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,9	XRF
SiO <sub>2</sub>	13,4	
K <sub>2</sub> O	1,4	
CaO	18,3	
TiO <sub>2</sub>	1,21	
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,11	
MnO	0,55	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	54,62	
NiO	0,16	
CuO	0,093	
Rb <sub>2</sub> O	0,28	
SrO	1,00	
BaO	0,47	
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,47	

**Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada umur mortar 3, 7, dan 28 hari. Berikut hasil pengujian kuat tekan mortar:

Tabel 4 Umur/usia dan kuat tekan rata-rata

Kode Benda Uji	Umur/ Usia (Hari)	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)
B	28	2,24
C	28	2,34
D	28	14,58
E	28	17,84
F	28	13,41
G	28	12,09



Gambar 4 Hubungan umur/ usia dan kuat tekan umur 28 hari

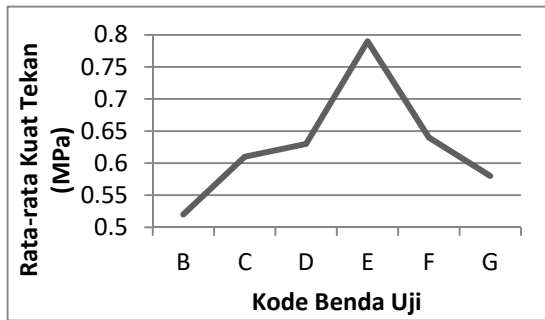
Nilai kuat tekan tertinggi pada mortar usia 28 hari sebesar 17,84 MPa didapat pada variasi ME sedangkan nilai terendah didapat pada variasi MB sebesar 2,24 MPa. Dari grafik dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kekuatan dari variasi MB ke variasi ME dan menurun pada variasi MF. Penurunan terjadi karena pada besarnya kandungan W/S yang berakibat pada berkurangnya kekuatan mortar. Kandungan W/S yang tinggi menyebabkan mortar terlampau encer pada proses pembuatannya sehingga mempengaruhi kepadatan material yang terkandung dalam mortar.

**Kuat Lekat**

Berikut merupakan hasil pengujian kuat lekat mortar pada umur 28 hari:

Tabel 5 Umur/usia dan kuat lekat rata-rata

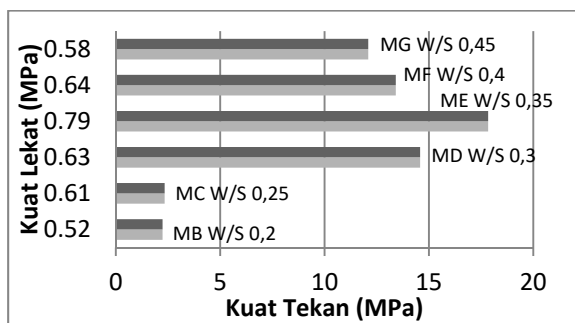
Kode Benda Uji	Umur/ Usia (Hari)	Rata-rata Kuat Lekat (MPa)
B	28	0,52
C	28	0,61
D	28	0,63
E	28	0,79
F	28	0,64
G	28	0,58



Gambar 5 Hubungan umur/ usia dengan kuat lekat usia 28 hari

Nilai kuat lekat tertinggi pada mortar usia 28 hari sebesar 0,79 MPa didapat pada variasi ME sedangkan nilai terendah didapat pada variasi MB sebesar 2,24 MPa. Dari grafik dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kekuatan dari variasi MB ke variasi ME dan menurun pada variasi MF. Penurunan terjadi karena pada besarnya kandungan W/S yang berakibat pada berkurangnya kekuatan mortar. Kandungan W/S yang tinggi menyebabkan mortar terlampau encer pada proses pembuatannya sehingga mempengaruhi kepadatan material yang terkandung dalam mortar.

**Analisis Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Lekat**



Gambar 6 Grafik hubungan antara kuat tekan dan kuat lekat

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa hubungan antara kuat tekan dan kuat lekat mortar adalah berbanding lurus, dimana apabila nilai kuat tekan besar maka nilai kuat lekat akan besar pula dan begitu juga sebaliknya, apabila nilai kuat tekan kecil maka nilai kuat lekat akan kecil juga. Mortar B (W/S 0,20) memiliki nilai kuat tekan sebesar 2,24 MPa dengan kuat lekat sebesar 0,73 MPa, mortar MC (W/S 0,25) memiliki nilai kuat tekan sebesar 2,34 MPa dengan kuat lekat sebesar 0,78 MPa, mortar MD (W/S 0,30) memiliki nilai kuat tekan sebesar 14,58 MPa dengan kuat lekat sebesar 0,82 MPa, mortar ME (W/S 0,35) memiliki nilai kuat tekan sebesar 17,84 MPa dengan kuat lekat sebesar 0,79 MPa, mortar MF (W/S 0,40) memiliki nilai kuat tekan sebesar 13,41 MPa dengan kuat lekat sebesar 0,83 MPa, mortar MG (W/S 0,45) memiliki nilai kuat tekan sebesar 12,09 MPa dengan kuat lekat sebesar 0,58 MPa.

Hasil uraian tersebut menunjukkan bahwa perbandingan *Water Solid Ratio* (W/S) sebesar 0,35 dalam mortar *geopolymer* merupakan hasil maksimum. Nilai kuat tekan dan nilai kuat lekat yang besar didapatkan pada mortar ME seperti dilihat pada gambar 6 diatas.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

1. Hasil pengujian kuat tekan mortar *geopolymer* berbahan dasar *fly ash* bertambah tinggi seiring dengan penambahan komposisi *Water Solid Ratio* (W/S). Hal ini terlihat dari variasi MB dengan W/S= 0,2 menghasilkan 2,24 MPa yang meningkat hingga mencapai puncak pada variasi ME dengan W/S= 0,35 yang menghasilkan 17,84 MPa pada usia 28 hari. Kekuatan mortar menurun mulai variasi MF dengan 13,41 MPa menuju variasi MG dengan 12,09 MPa.
2. Hasil pengujian kuat lekat mortar *geopolymer* berbahan dasar *fly ash* bertambah tinggi seiring

dengan penambahan komposisi *Water Solid Ratio* (W/S). Hal ini terlihat dari variasi MB dengan W/S= 0,2 yang menghasilkan 0,52 MPa yang meningkat hingga mencapai puncak pada variasi ME dengan W/S= 0,35 yang menghasilkan 0,79 MPa pada usia 28 hari. Kekuatan mortar menurun mulai variasi MF dengan MPa menuju variasi MG dengan 0,58 MPa.

3. *Water Solid Ratio* (W/S) berpengaruh terhadap kuat tekan maupun kuat lekat mortar *geopolymer* berbahan dasar *fly ash*. Adapun ratio maksimum yang digunakan sebesar 0,35 dengan hasil kuat tekan sebesar 17,84 MPa dan 0,79 MPa untuk kuat lekat pada pasangan bata.

#### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran-saran yang akan berguna pada masa mendatang, adapun saran-saran yang diberikan sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh *Water Solid Ratio* (W/S) terhadap beton struktural.
2. Mengatasi kesulitan pada mortar dengan *W/S ratio* tinggi dengan membuat penahan agar mortar tidak meluber ke samping bata.
3. Perlu diperhatikan dalam ketelitian mulai dari proses *mix design* mortar, proses persiapan bahan dan alat, proses pengerjaan mortar hingga proses perawatan mortar sehingga didapat kualitas terbaik yang diinginkan.
4. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui ketahanan mortar terhadap lingkungan serta tingkat keamanan apabila limbah digunakan pada beton secara umum.

#### DAFTAR PUSTAKA

Andoyo. 2006. *Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan dan*

*Serapan Air pada Mortar*. Semarang: Universitas Negeri Semarang

Armeyn. 2006. *Hubungan Faktor Air Semen dan Lama Waktu Pengadukan dengan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*. Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa Volume 1, No.2. Institut Teknologi Padang.

Fitriani, Dian Rahma. 2010. *Pengaruh Modulus Alkali dan Kadar Aktifator Terhadap Kuat Tekan Fly Ash-Based Geopolymer Mortar*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Manuahe, Riger. 2014. *Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash)*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Samratulangi.

Maryoto, Agus. 2008. *Pengaruh Penggunaan High Volume Fly Ash Pada Kuat Tekan Mortar*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Jendral Sudirman.

P. Nath and P. K. Sarker. 2012. *Geopolymer Concrete For Ambient Curing Condition*. Australia: Curtin University

Sarwono, Jhonatan. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu

S.G, Pugar. 2011. *Studi Literatur Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Rasio NaOH:Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, Rasio Air/Prekursor, Suhu Curing, dan Jenis Prekursor Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer*. Depok: Universitas Indonesia

Subekti, Srie. 2009. *Ketahanan Kuat Tekan Pasta Geopolimer Molaritas 8 Mol dan 12 Mol Terhadap Agresifitas NaCl*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta

Sutikno, 2013. *Teknologi Beton*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.

Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.

Veliyati. 2010. *Pengaruh Faktor Air Binder Terhadap Kuat Tekan dan Workability Fly Ash Based Geopolymer Mortar*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

