

PENGARUH W/C RATIO TERHADAP NILAI KUAT TEKAN PADA PEMBUATAN DRY GEOPOLYMER MORTAR BERBAHAN DASAR ABU TERBANG, KAPUR, DAN NaOH 14 M

Krisna Hidayat Rahman

Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
krisnahidayatrahman@gmail.com

Arie Wardhono

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
ariewardhono@unesa.ac.id

Abstrak

Fly ash adalah salah satu bahan yang mengandung silikat dan alumina yang dapat dimanfaatkan sebagai teknologi geopolimer untuk mengurangi volume limbah berbahaya yang dapat mencemari lingkungan yang kemudian direaksikan dengan bahan pengikat (aktivator) yaitu NaOH dengan konsentrasi 14 Molar.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui pengaruh penambahan *water cement ratio* (w/c) sehingga mendapatkan standart *water cement ratio* (w/c) yang optimum dan kuat tekan yang maksimum dari pembuatan mortar *dry geopolimer*. Penelitian ini menggunakan metode pencampuran kering (*dry mixing*), dimana aktivator yang terdiri dari larutan NaOH 14 molar dan kapur dicampur menjadi satu kemudian dibuat serbuk dengan cara *dimix*, lalu dioven, lalu ditumbuk halus, kemudian *fly ash* dan aktivator *dimix* sehingga menghasilkan semen geopolimer yang kemudian dilakukan penambahan pasir dan air untuk menjadi pembuatan mortar *dry geopolimer*.

Rasio *fly ash* yang digunakan sebesar 0,84 dari volume benda uji. Rasio aktivator kering yaitu *sodium hidroksida* (NaOH) dan kapur sebesar 0,16 dari volume benda uji yang terdiri dari NaOH sebesar 0,06 dan kapur sebesar 0,10. Rasio pasir yang digunakan sebesar 0,84 dari volume benda uji dan *water cement ratio* (w/c) yang digunakan adalah sebesar 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55.

Hasil kuat tekan mortar *dry geopolimer* dengan pengaruh penambahan *water cement ratio* sebesar 0,25; 0,30; 0,35 sampai 0,40 terus meningkat kuat tekannya mencapai 9,03 MPa. Setelah *water cement ratio* (w/c) lebih dari 0,40, maka kuat tekannya menurun mulai dari 0,45; 0,50 sampai 0,55. Maka diperoleh bahwa kadar *water cement ratio* (w/c) yang optimum pada penambahan *water cement ratio* pada mortar *dry geopolimer* adalah sebesar 0,40.

Kata Kunci: *Dry geopolimer mortar*, abu terbang, w/c ratio, NaOH 14 Molar, kuat tekan, aktivator kering.

Abstract

Fly ash is one of the ingredients containing silicate and alumina which can be used as geopolimer technology to reduce the volume of hazardous waste that can pollute the environment which is then reacted with a binder (activator) namely NaOH with a concentration of 14 Molar.

This research was conducted with the aim of knowing the effect of adding *water cement ratio* (w / c) so as to obtain the optimum standard *water cement ratio* (w / c) and maximum compressive strength from *dry geopolimer mortar* manufacture. This research uses *dry mixing* method, where the activator consisting of 14 molar NaOH solution and lime is mixed into one then made powder by mixing, then in the oven, then finely ground, and then the *fly ash* and activator are mixed to produce geopolimer cement which is then carried out by adding sand and water to become *dry geopolimer mortar* manufacture.

The *fly ash* ratio used is 0.84 of the volume of the test object. The ratio of dry activator namely *sodium hydroxide* (NaOH) and lime amounted to 0.16 from the volume of the test object consisting of NaOH of 0.06 and lime of 0.10. The ratio of sand used is 0.84 of the volume of the test object and the *water cement ratio* (w / c) used is 0.25; 0.30; 0.35; 0.40; 0.45; 0.50; 0.55.

The results of *dry geopolimer mortar* compressive strength with the effect of adding a *water cement ratio* of 0.25; 0.30; 0.35 to 0.40 continues to increase the compressive strength reaching 9.03 MPa. After the *water cement ratio* (w / c) more than 0.40, the compressive strength decreases starting from 0.45; 0.50 to 0.55. Then it was obtained that the optimum *water cement ratio* (w / c) at the addition of the *water cement ratio* on *dry geopolimer mortar* was 0.40.

Keywords: *Dry geopolimer mortar*, *fly ash*, w/c ratio, NaOH 14 Molar, Compressive Strength, dry activator.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemanfaatan Abu terbang (*Fly Ash*), adalah salah satu upaya untuk mengurangi limbah berbahaya yang dapat mencemari lingkungan. Salah satu pemanfaatan Abu terbang (*Fly Ash*) yaitu mencampurkan abu terbang (*Fly Ash*) ke dalam pembuatan beton atau mortar untuk material pengganti semen.

Beton *geopolymer* merupakan salah satu beton alternatif dibuat tanpa menggunakan semen sebagai bahan pengikat, dan sebagai gantinya digunakan abu terbang (*fly ash*) yang kaya akan silika dan alumina yang dapat bereaksi dengan cairan alkaline aktivator untuk menghasilkan bahan pengikat (*binder*) (Ginjar Bagus P, 2015). Alkaline Aktivator yang digunakan dalam penelitian ini adalah NaOH (sodium hidroksida).

Pada penelitian ini menggunakan metode pencampuran kering untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang mortar *dry geopolymer* dengan menambahkan NaOH 14 Molar. Penelitian sebelumnya pembuatan mortar *dry geopolymer* hanya menambahkan NaOH 8, 10, dan 12 Molar.

Metode pencampuran kering merupakan metode dimana bahan kimia alkali aktivator digiling bersamaan dengan bahan pozzolan dengan komposisi tertentu, sehingga menghasilkan suatu butiran halus mirip semen (semen geopolimer). Semen geopolimer ini cukup ditambahkan air saja dalam aplikasi penggunaannya (Abdul Karim, 2017).

Pada umumnya semakin besar penambahan molaritas dari NaOH maka semakin menurun kuat tekan dari mortar *dry geopolymer*, terlihat dari hasil penelitian sebelumnya yang terjadi penurunan pada penambahan NaOH 12 Molar, namun belum ada bukti yang kuat jika belum ada hasil dari penelitian, oleh karena itu dengan penambahan NaOH 14 Molar diharapkan dapat menghasilkan kuat tekan yang lebih bagus karena NaOH 14 Molar sangat pekat dan dapat mempercepat reaksi polimerisasi sehingga kemungkinan terjadi penambahan kuat tekan pada mortar *dry geopolymer*.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *W/C ratio* terhadap nilai kuat tekan pada pembuatan *dry geopolymer mortar* berbahan dasar abu terbang, kapur dan NaOH 14M.

Penambahan air yang digunakan dalam penelitian ini bervariasi dan masuk kedalam variabel bebas, yaitu dengan penambahan air sebanyak 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, dan 55%. Pada umumnya penambahan air berpengaruh terhadap nilai kuat tekan, sehingga mortar dengan penambahan air yang pas

dapat menghasilkan nilai kuat tekan yang tinggi, namun jika penambahan air yang berlebihan juga dapat menurunkan kuat tekan pada mortar. Sehingga diharapkan dengan penambahan air yang pas, mortar *dry geopolymer* ini dapat menghasilkan kuat tekan yang tinggi.

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh komposisi *water cement ratio* (W/C) terhadap nilai kuat tekan *dry geopolymer* mortar berbahan dasar *fly ash*, kapur dan NaOH 14 Molar?
2. Berapa standar optimum komposisi *water cement ratio* (W/C) terhadap nilai kuat tekan *dry geopolymer* mortar berbahan dasar *fly ash*, kapur dan NaOH 14 Molar?

KAJIAN PUSTAKA

A. Mortar

Mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen Portland) dan air dengan komposisi tertentu (SNI 03-6825-2002).

B. Mortar Geopolimer

Geopolimer dalam pembuatan beton atau mortar adalah campuran beton atau mortar di mana penggunaan material semen Portland sebagai bahan pengikat digantikan oleh bahan lain seperti abu terbang (*fly ash*), abu kulit padi (*rice husk ash*), dan lain-lain yang banyak mengandung silika dan aluminium (Davidovits, 1999).

C. Metode Geopolymer

a. Geopolymer Metode Basah

Metode pencampuran basah merupakan metode yang umum digunakan dalam proses pembuatan beton geopolimer. Maksudnya ialah, bahan kimia alkali aktivator yang digunakan disajikan sendiri dalam bentuk larutan. Padatan NaOH (Natrium Hidroksida) dilarutkan sesuai konsentrasi molar yang diinginkan dan Na_2SiO_3 (Natrium Silikat) berwujud larutan atau biasa disebut *water glass*. larutan tersebut kemudian dicampur dengan bahan pozzolan yang disiapkan dalam wadah tersendiri sebelumnya (Abdul Karim, 2017).

b. Geopolymer Metode Kering

Metode pencampuran kering merupakan metode dimana bahan kimia alkali aktivator

digiling bersamaan dengan bahan pozzolan dengan komposisi tertentu, sehingga menghasilkan suatu butiran halus mirip semen (semen geopolimer). Semen geopolimer ini cukup ditambahkan air saja dalam aplikasi penggunaannya (Abdul Karim, 2017).

D. Bahan Penyusun Mortar Geopolymer

Dalam pembuatan mortar geopolimer berbahan dasar abu terbang (*fly ash*) dibutuhkan bahan tambahan lain sebagai berikut :

1. Abu Terbang (*Fly Ash*)

Fly ash didefinisikan sebagai butiran halus hasil pembakaran batu bara atau bubuk batu bara. *Fly ash* dapat dibedakan menjadi dua, yaitu *fly ash* yang normal yang dihasilkan dari pembakaran batu bara antrasit atau batu bara bitumeus dan *fly ash* kelas C yang dihasilkan dari batu bara jenis lignite atau subbitumeus (Yoseph P, 2007).

2. Aktivator

Alkali aktivator yang digunakan adalah sodium hidroksida (NaOH) konsentrasi 14 molar. NaOH merupakan salah satu jenis alkali hidroksida yang digunakan dalam suatu bahan pengikat geopolimer. NaOH biasa dikomersilkan dalam bentuk flake (padat) dengan tingkat asai 97-99% (Abdul Karim, 2017).

Sodium hidroksida berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam *fly ash* sehingga dapat menghasilkan ikatan polymer yang kuat (Hardjito dan Rangan, 2005).

3. Kapur

Bahan dasar dari kapur adalah batu kapur. Batu kapur mengandung kalsium karbonat (CaCO₃) dengan pemanasan (±980° C) karbon dioksidanya keluar dan tinggal kapurnya saja (CaO). Batu kapur yang dipakai dalam penelitian ini adalah kapur yang di jual di toko bangunan yang berupa bubuk, biasanya disebut batu kapur gamping.

4. Agregat Halus

Dalam SNI 15-2049-1994, agregat halus diartikan sebagai bentuk pasir alam hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu.

5. Air

Air merupakan komponen penting dari campuran pasta dan mortar yang memegang salah

satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat.

Secara umum dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS (Faktor Air Semen) maka akan semakin rendah mutu kekuatan mortar. Namun demikian, nilai FAS yang rendah tidak selamanya berarti bahwa kekuatan mortar semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaannya yaitu dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu mortar justru menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam mortar sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya (Mulyono, 2005).

6. 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).

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan :

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

Keterangan:

σ = Kuat tekan beton (N/mm²)

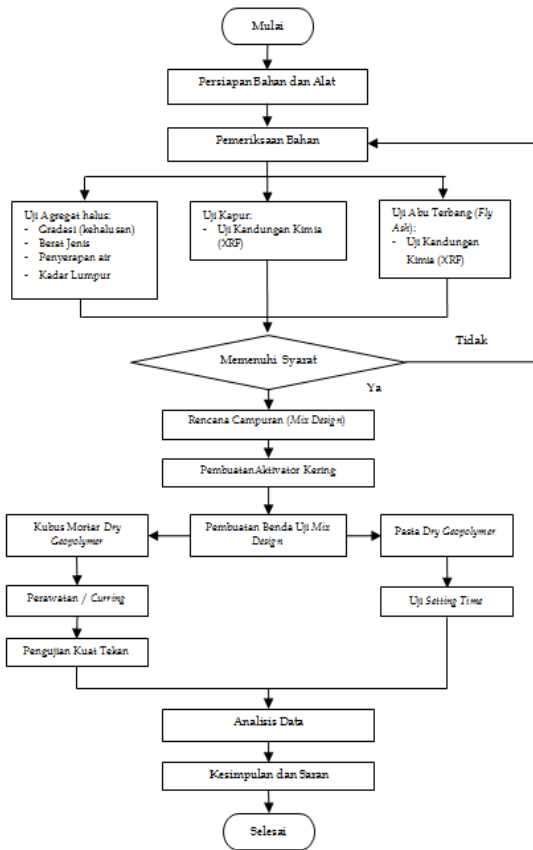
P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

METODE

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan kali ini adalah penelitian eksperimental, karena digunakan jurnal ilmiah dan penelitian-penelitian terdahulu sebagai referensi untuk selanjutnya dilakukan pengembangan dengan merancang variasi rasio konsentrasi NaOH 8, 10, dan 12 molar untuk mendapatkan nilai kadar air semen (W/C) yang optimum dan menghasilkan nilai kuat tekan yang maksimum pada pembuatan mortar *dry geopolymer* berbahan dasar abu terbang (*fly ash*), kapur, dan NaOH 14 molar. *Flowchart* penelitian disajikan dalam gambar 1 di bawah ini



Gambar 1 Bagan Alir penelitian

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Kegiatan pembuatan benda uji serta proses pengujian pada penelitian ini dilakukan pada:

1. Waktu Penelitian

Alokasi waktu penelitian bahan dan material dilakukan pada bulan Februari – Mei 2018.

2. Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian eksperimental mortar *dry geopolymer* dan pengujian kuat tekan mortar *dry geopolymer* dengan benda uji kubus ukuran 5cm x 5cm x 5cm dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan dan Beton Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, sedangkan pengujian material *fly ash* dan aktivator (NaOH + kapur) yang berkaitan dengan uji XRF dilakukan di Laboratorium Sentral FMIPA Universitas Negeri Malang.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah data hasil pengujian mortar *dry geopolymer* berbentuk kubus dengan ukuran 5cm x 5cm x 5cm berupa data kuat tekan mortar *dry geopolymer*.

2. Sampel

Penelitian ini digunakan sampel dari semua populasi dikarenakan jumlah populasi bersifat data hasil pengujian di laboratorium dengan sampel benda uji berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm berjumlah 72 buah. Berikut ini rancangan sampel (*mix design*) mortar *geopolymer* sebagai berikut:

Tabel 1 Rencana Mix Design Dry Geopolymer Mortar 14 Molar.

Mix Design	Kebutuhan					
	PC	NaOH	Kapur	Fly Ash C	Pasir	Air (W/C)
1 (Kontrol)	1	-	-	-	2,75	0,5
2	-	0,06	0,1	0,84	2,75	0,25
3	-	0,06	0,1	0,84	2,75	0,30
4	-	0,06	0,1	0,84	2,75	0,35
5	-	0,06	0,1	0,84	2,75	0,40
6	-	0,06	0,1	0,84	2,75	0,45
7	-	0,06	0,1	0,84	2,75	0,50
8	-	0,06	0,1	0,84	2,75	0,55

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pemeriksaan Material Abu Terbang (*Fly Ash*) dan Aktivator (NaOH+Kapur)

1. Abu Terbang (*Fly Ash*)

Pengujian untuk *fly ash* adalah pengujian X-Ray Fluorescence (XRF), pengujian *fly ash* tujuannya adalah untuk mengetahui kandungan kimia apa saja yang terkandung dalam *fly ash* tersebut.

Pemeriksaan material abu terbang (*fly ash*) dilakukan di Laboratorium Sentral FMIPA Universitas Negeri Malang. Pemeriksaan meliputi uji XRF (X Ray Fluorescence) untuk mengetahui karakteristik dan kandungan kimia di dalam material tersebut. Berikut ini adalah tabel hasil pengujiannya

Tabel 2 Tabel Hasil Pengujian XRF *Fly Ash*

Komponen	Kadar (%)	Komponen	Kadar (%)
Al	4.60	Ni	0.02
Si	13.10	Cu	0.68
S	0.40	Sr	0.80
K	0.97	Mo	1.00
Ca	24.00	In	0.07
Ti	0.92	Ba	0.71
V	0.05	Eu	0.40
Cr	0.10	Yb	0.10
Mn	0.76	Hg	0.54
Fe	51.17		

(Sumber: Uji XRF Laboratorium Sentral FMIPA Universitas Negeri Malang)

2. Aktivator (NaOH+Kapur)

Pengujian XRF aktivator kering ini dilakukan untuk mengetahui apa saja kandungan kimia yang ada jika kapur dan NaOH yang dicampurkan untuk dijadikan sebagai bahan aktivator. Berikut ini adalah hasil pengujian aktivator kering.

Tabel 3 Tabel Hasil Pengujian XRF Aktivator

Komponen	Kadar (%)
Ca	4.60
Fe	13.10
Cu	0.40
Sr	0.97
Yb	24.00
Lu	0.92

(Sumber: Uji XRF Laboratorium Sentral FMIPA Universitas Negeri Malang)

B. Analisis Kuat Tekan Mortar Dry Geopolymer Berdasarkan Pengaruh Water Cement Ratio (w/c).

Dibawah ini disajikan tabel kuat tekan semua sampel dan grafik kuat tekan mortar *dry geopolymer* terhadap *water cement ratio* (w/c) dan umur pengujian 7, 14 dan 28 hari.

Tabel 4 Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Mortar

NO.	Tipe <i>Mix Design</i>	Kuat Tekan (Mpa)		
		7 Hari	14 Hari	28 Hari
1	MD K (KONTROL) (W/C = 0,50)	14,07	16,15	29,27
2	MD 1 (w/c = 0,25)	2,69	3,24	3,71
3	MD 2 (w/c = 0,30)	3,00	4,46	5,52
4	MD 3 (w/c = 0,35)	4,11	5,57	6,35
5	MD 4 (w/c = 0,40)	5,58	7,67	9,03
6	MD 5 (w/c = 0,45)	5,07	6,48	8,55
7	MD 6 (w/c = 0,50)	4,33	5,41	6,89
8	MD 7 (w/c = 0,55)	4,12	5,25	5,46

Sumber : Hasil Penelitian

Pembuatan mortar *dry geopolymer* dilakukan hanya memainkan angka *water-cement ratio* (variabel bebas), sedangkan variabel kontrolnya menggunakan komposisi 84% *fly ash* sebagai bahan pozzolan dan 16% aktivator kering, dimana 16% aktivator kering terdiri dari 10% kapur dan 6% larutan NaOH 14 Molar.

Diantara ketujuh variasi *mix design* mortar *dry geopolymer* dengan penggunaan NaOH 14 Molar, hanya 1 *mix design* dengan kuat tertinggi yaitu pada MD4 (W/C=0,40). Namun kuat tekan yang dihasilkan masih jauh dari mortar semen (kontrol) sebesar 29,27 Mpa. Berikut ini adalah Grafik rata-rata kuat tekan mortar *dry geopolymer*:

Rata-rata Kuat Tekan 7, 14, dan 28 Hari



Gambar 2 Grafik Rata-rata Kuat Tekan Mortar Dry Geopolymer 7, 14, dan 28 hari.

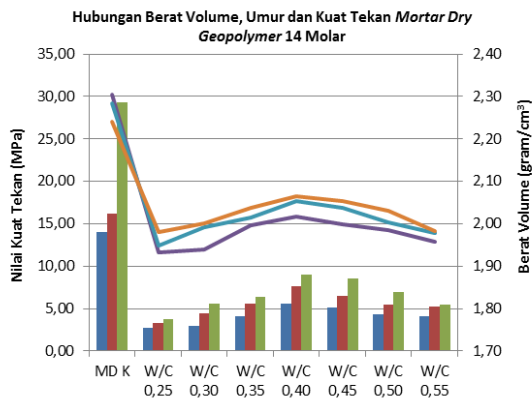
Untuk membuktikan bahwa pada penelitian ini terjadi porositas pada mortar dapat diketahui dari besarnya berat volume mortar tiap *water cement ratio*. Semakin besar berat volume, semakin besar pula kuat tekan yang dihasilkan mortar *dry geopolymer* ini. Berikut adalah hubungan antara nilai berat volume dengan kuat tekan pada pengujian 7, 14 dan 28 hari.

Tabel 5 Nilai Berat Volume, Umur dan Kuat Tekan Mortar Dry Geopolymer

Tipe <i>Mix Design</i>	Umur 7 Hari		Umur 14 Hari		Umur 28 Hari	
	BV	KT	BV	KT	BV	KT
MD 1 (0,25)	1,93	2,69	1,95	3,24	1,98	3,71
MD 2 (0,30)	1,94	3,00	1,99	4,46	2,00	5,52
MD 3 (0,35)	2,00	4,11	2,01	5,57	2,04	6,35
MD 4 (0,40)	2,02	5,58	2,05	7,67	2,06	9,03
MD 5 (0,45)	2,00	5,07	2,04	6,48	2,05	8,55
MD 6 (0,50)	1,99	4,33	2,00	5,41	2,03	6,89
MD 7 (0,55)	1,96	4,12	1,98	5,25	1,98	5,46

Sumber : Hasil Penelitian

Keterangan : BV = Berat Volume (gram/cm³)
KT = Kuat Tekan (MPa)



Gambar 2 Hubungan Berat Volume, Umur dan Kuat Tekan Mortar Dry Geopolymer 14 Molar

Dari hasil diatas benda uji yang memiliki nilai kuat tekan dan berat volume maksimum terletak pada penambahan w/c = 0.40 dengan nilai kuat tekan sebesar 9,03 MPa dan berat volume sebesar 2,06 gram/cm³.

Selain dipengaruhi oleh *water cement ratio*, beberapa faktor yang mengakibatkan kuat tekan dihasilkan lebih rendah dari mortar kontrol antara lain, Pertama, pada penelitian ini total kandungan Silika (Si) dan Alumina (Al) yang terkandung dalam *fly ash* berprosentase kecil (17,7%) dibandingkan dengan kandungan Ca yang berprosentase sebesar 24% padahal unsur utama dalam proses geopolimerasi adalah Silika (Si) dan Alumina (Al) seharusnya berprosentase < 50% dan kandungan Si dan Al pada *fly ash* ini berpengaruh terhadap pembentukan silika gel yang menghasilkan senyawa AlO_4 dan SiO_4 . Kedua, dalam penelitian ini tidak menambahkan *natrium silikat* (Na_2SiO_3) sebagai alkali aktivator sehingga kandungan Silikat (Si) dan Alumina (Al) prosentasenya sangat kecil, peran *natrium silikat* (Na_2SiO_3) pada geopolimer adalah mempercepat reaksi polimerisasi dan penggunaan campuran NaOH dan Na_2SiO_3 sebagai larutan alkali aktivator menghasilkan kekuatan yang terbaik.

C. Analisis Setting Time Pasta Dry Geopolymer Berdasarkan Kuat Tekan Mortar Dry Geopolymer

Pengujian waktu ikat pasta *dry geopolymer* ini bertujuan untuk menentukan waktu yang diperlukan pasta untuk mengeras, terhitung dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu ikat terbagi 2 yaitu waktu ikat awal (*initial time*) dan waktu ikat akhir (*final time*). Waktu ikat awal adalah waktu yang dibutuhkan sejak semen bercampur dengan air dari kondisi plastis menjadi tidak plastis sedangkan waktu ikat akhir adalah waktu yang dibutuhkan sejak semen bercampur dengan air dari kondisi plastis menjadi keras. Yang dimaksud keras

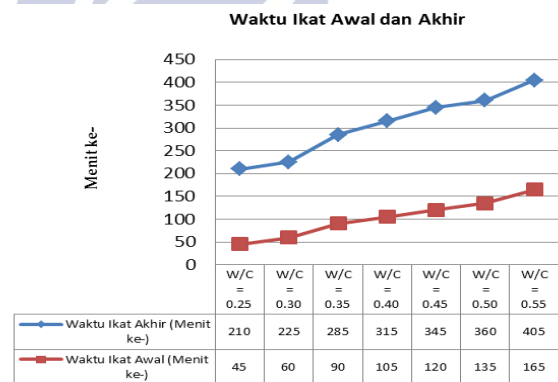
pada waktu ikat akhir adalah hanya bentuknya saja yang sudah kaku, tetapi pasta semen tersebut belum boleh dibebani sendiri maupun dari luar.

Dibawah ini disajikan tabel dan grafik antara *water cement ratio* terhadap waktu ikat awal (*initial time*) dan waktu ikat akhir (*final time*) pasta *dry geopolymer*.

Tabel 6 Hubungan *Water cement ratio* (W/C) Terhadap Kuat Tekan dan Waktu Ikat Pasta Dry Geopolymer

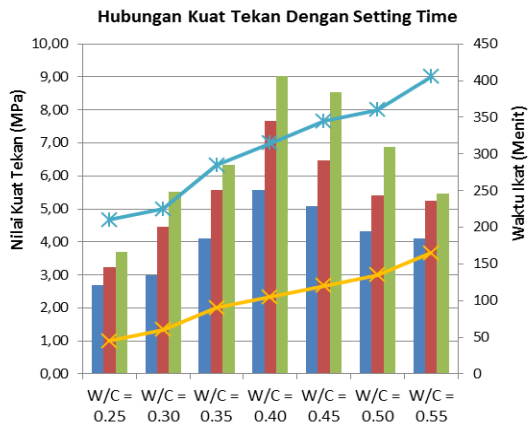
Type	Kuat Tekan 28 Hari (MPa)	WaktuIkat Awal (Menit ke-)	WaktuIkat Akhir (Menit ke-)
MD K	29,27	180	300
MD 1	3,71	45	210
MD 2	5,52	60	225
MD 3	6,35	90	285
MD 4	9,03	105	315
MD 5	8,55	120	345
MD 6	6,89	135	360
MD 7	5,46	165	405

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 3 Grafik Hubungan *Water Cement Ratio* Pada Waktu Ikat Awal dan Waktu Ikat Akhir Pasta Dry Geopolymer

Dari ketujuh pasta *dry geopolymer* (tipe MD1,MD2,MD3, MD4, MD5, MD6, MD7) yang memiliki waktu ikat awal (>60 menit) dan waktu ikat akhir sesuai dengan SNI (<480 menit) terjadi pada tipe MD2 (W/C 0.30), MD3 (W/C 0.35), MD4 (W/C 0.40), MD5 (W/C 0.45), MD6 (W/C 0.50) dan MD7 (W/C 0.55). Pada pasta tipe MD1 pada pengikatan awalnya lebih cepat (<60 menit) diasumsikan bahwa pada tipe MD1 (W/C 0,25) memiliki W/C yang lebih rendah dibandingkan tipe lainnya, sehingga pada proses pengerasannya lebih cepat, namun pada hasil kuat tekannya memiliki kuat tekan yang rendah dibandingkan tipe lainnya.



Gambar 4 Grafik Hubungan Kuat Tekan dengan Setting Time Mortar Dry Geopolymer 14 Molar

Setting time pasta dry geopolymer tidak berpengaruh pada nilai kuat tekan namun berpengaruh pada laju peningkatan kuat tekan dan berpengaruh pada cepat atau lambatnya suatu pasta mengalami pengerasan. Pada pasta dry geopolymer dengan W/C diatas 0,40 mengalami waktu ikat awal dan waktu ikat akhir semakin lama, hal ini bergantung pada prosentase water cement ratio (Elsa K, 2018).

D. Analisis hasil kuat tekan mortar dry geopolymer terhadap penelitian yang terkait pada jurnal internasional

Jurnal internasional yang akan dianalisis yaitu penelitian yang berjudul “A Novel Method To Produce Dry Geopolymer Cement Powder” oleh H.A. Abdel-Gawwad dan S.A. Abo-El-Enein. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan serbuk semen campuran, dimana campurannya terdiri dari aktivator kering dan bahan pozzolan. Aktivator kering dihasilkan dari campuran sodium hidroksida pada konsentrasi tertentu dan kalsium karbonat. Selain itu bahan lain yang dibutuhkan yaitu water/cement ratio (W/C) dan GBFS (Granulated blast furnace slag) sebagai bahan pozzolan yang mengandung Silika dan Alumina.

Langkah awal yang dilakukan dalam pembuatan cement powder yaitu pembuatan bubuk aktivator kering terlebih dahulu. Cara pembuatan aktivator kering dilakukan dengan cara natrium hidroksida (SH) dilarutkan dalam air dan ditambahkan ke kalsium karbonat (CC) kemudian dikeringkan pada 80⁰ C selama 8 jam diikuti oleh penumbukan untuk ukuran partikel tetap untuk menghasilkan aktivator kering terdiri dari kalsium hidroksida (CH), natrium karbonat (SC) dan pirssonite (P). Kalsium hidroksida ini mempercepat reaksi geopolimerisasi dan pozzolanic

untuk membentuk lebih banyak produk geopolimer dan hidrasi. Di sisi lain, karbonat (karbonat dari kalsium dan natrium karbonat) pada aktivator kering bertindak sebagai bahan pengisi yang mengurangi ukuran pasta pori dan akibatnya menurunkan penyerapan air sekaligus menambah kuat tekan.

Jika dikaitkan hasil penelitian terhadap kuat tekan mortar dry geopolymer yang penulis lakukan dengan menggunakan kesamaan komposisi NC16 pada Tabel 4.30, penulis hanya menggunakan komposisi yang sama pada prosentase SH 6% dan CC 10%. Berikut akan disajikan tabel perbedaan-perbedaan pada penelitian dari jurnal internasional yang berjudul “A Novel Method To Produce Dry Geopolymer Cement Powder” dengan penelitian penulis “Pengaruh W/C Ratio Terhadap Nilai Kuat Tekan Pada Pembuatan Dry Geopolymer Mortar Berbahan Dasar Abu Terbang, Kapur dan NaOH 14 M”.

Tabel 7 Perbedaan Penelitian Skripsi dan Penelitian Terkait (Jurnal Internasional)

No	Perbedaan	A Novel Method To Produce Dry Geopolymer Cement Powder (H.A. Abdel-Gawwad dan S.A. Abo-El-Enein)	Pengaruh W/C Ratio Terhadap Nilai Kuat Tekan Pada Pembuatan Dry Geopolymer Mortar Berbahan Dasar Abu Terbang, Kapur dan NaOH 14 M
1	Jenis Benda Uji	Pasta Dry Geopolymer	Mortar Dry Geopolymer
2	Pengujian	Kuat Tekan Pasta Dry Geopolymer	Kuat Tekan Mortar Dry Geopolymer
4	Prosentase Bahan Penyusun	CC 10% SH 6% GBFS 84% W/B 0,27%	CC 10% SH 6% Fly Ash 84% W/C 0,40% PASIR 2,75
5	Kandungan Kimia (XRF)	CC : CaO 55,91% GBFS : SiO ₂ 37,81%, Al ₂ O ₃ 13,14% dan CaO 38,70%	CC : Ca 94,95% FLY ASH : Al 4,6%, Si 13,1%, Ca 24%
6	Suhu dan Lama Pemanasan Campuran CC+SH	80 derajat selama 8 jam	110 derajat selama 24 jam
7	Setting Time	Initial Time : 23 menit Final Time : 69 menit	Initial Time : 105 menit Final Time : 315 menit
8	Hasil Kuat Tekan	52,97 Mpa	9,03 MPa

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diperoleh beberapa simpulan yang sesuai dengan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Pengaruh dari *Water Cement Ratio* (W/C) yaitu penambahan air dapat menambah nilai kuat tekan pada mortar *dry geopolymer* hingga pada titik optimum tertentu yaitu pada variasi pencampuran W/C 0,40. Namun, jika pada variasi pencampuran W/C > 0,40 dapat terjadi penurunan kuat tekan.
2. Standar optimum komposisi W/C yang menghasilkan kuat tekan tertinggi pada *dry geopolymer* mortar adalah W/C = 0,40 pada usia 28 hari sebesar 9,03 MPa, namun lebih rendah dibandingkan dengan kuat tekan tertinggi pada mortar kontrol (semen) usia 28 hari yaitu 29,27 MPa. Hal ini disebabkan oleh penambahan molaritas dari NaOH melebihi dari batas optimum sehingga reaksi polimerisasi tidak sempurna dan kurangnya kandungan silikat (Si) dan alumina (Al) pada *dry geopolymer* mortar ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputro, Susanto T. 2013. *Campuran Geopolymer Fly Ash Sebagai Material Mortar Perbaikan*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- American Standarts of Testing Material (ASTM). 1995. *Standart Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use Mineral Admixture Volume 04 02*. ASTM C618 (304-306).
- American Standarts of Testing Material (ASTM). 2003. *Standart Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. ASTM C39.
- Bramaji, Daniel. 2012. *Pengaruh Batu Kapur Wonosari Sebagai Agregat Kasar dengan Penambahan Bestmittel dalam Pembuatan Beton*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1978. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I.-2*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Febrianti, Ira. 2018. *Pengaruh Perbandingan Water Binder Ratio (W/B) Terhadap Kuat Tekan Pada Pembuatan Dry Geopolymer Mortar dengan NaOH 12 M*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Ginanjari, Bagus P. 2015. *Tinjauan Kuat Tekan Beton Geopolymer dengan Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- H.A. Abdel-Gawwad. dkk. 2014. *A novel method to produce dry geopolymer cement powder*. Cairo: Ain Shams University.
- Hardjito, D. 2002. *Geopolymer Beton Tanpa Semen yang Ramah Lingkungan*. Kupang: Unika Widya Mandira.
- Joseph, Benny. 2012. *Influence of Aggregate Content on the Behavior of Fly Ash Based Geopolymer Concrete*. India: Cochin University of Science and Technology.
- Karim Y, Abdul. 2017. *Rekayasa beton geopolimer berbasis fly ash*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Karunia, Elsa. 2018. *Pengaruh Komposisi NaOH 10 Molar Terhadap Kapur Pada Kuat Tekan Dry Geopolymer Mortar*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Manuahe, Riger. 2014. *"Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash)"*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Mulyono, Tri. 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Pujianto, As'at. 2013. *Kuat Tekan Beton Geopolymer dengan Bahan Utama Bubuk Lumpur Lapindo dan Kapur*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Purnandani, Yoseph. 2007. *Pengaruh Penambahan Kapur Padam Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Geopolymer*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- SNI 03-6825-2002. *Tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-6882-2002. *Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan*. Badan Standarisasi Nasional.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.