

PENGARUH RASIO W/S TERHADAP KUAT TEKAN *GEOPOLYMER MORTAR* PADA KONDISI SS/SH 12 MOLAR 0,5 DAN 2,5

Dita Adelfani

Progam Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

dita.adelfani@gmail.com

Abstrak

Ketertarikan penggunaan semen pada bidang konstruksi menyebabkan peningkatan produksi semen *portland* yang ternyata memberikan dampak negatif terhadap atmosfer. Hal ini disebabkan karena semen menghasilkan gas buangan CO₂ pada saat proses pembakaran bahan bakar dan reaksi kimia pada proses pembuatan klinker. Dalam perkembangannya, para pakar teknologi beton mulai melakukan riset pembuatan geopolimer. Beton geopolimer mulai diperkenalkan sebagai beton ramah lingkungan sebagai solusi beton inovasi untuk mengurangi emisi CO₂ akibat penggunaan semen *portland*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh *water-solid ratio* terhadap kuat tekan mortar geopolimer.

Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dimana parameternya adalah *water-solid ratio*. Benda uji yang dibuat berupa mortar dengan ukuran 5cm x 5cm x 5cm sebanyak 117 benda uji yang terdiri dari 2 mix design dengan masing-masing mix design terdapat 6 variasi (0,20; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; 0,45) dan masing-masing variasi sebanyak 9 benda uji. Benda uji diukur pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* yaitu mortar diuji retak dan jarum uji kembali.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa nilai kuat tekan optimum yang dihasilkan oleh mortar geopolimer pada kondisi SS/SH 0,5 terdapat pada *water-solid ratio* 0,30 dengan nilai kuat tekan sebesar 43,93 MPa. Nilai kuat tekan optimum yang dihasilkan oleh mortar geopolimer pada kondisi SS/SH 2,5 juga terdapat pada *water-solid ratio* 0,30 dengan nilai kuat tekan sebesar 64,64 MPa. Keduanya mengalami penurunan kuat tekan pada *water-solid ratio* 0,35. Mortar normal memiliki nilai kuat tekan maksimum sebesar 29,3 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai kuat tekan yang dihasilkan mortar geopolimer lebih tinggi apabila dibandingkan dengan mortar normal dengan semen.

Kata Kunci: Mortar geopolimer, *water-solid ratio*, kuat tekan, aktivator

Abstract

The dependence of cement usage on construction causes an increase in the production of portland cement which has a negative impact on the atmosphere. It because portland cement produces CO₂ emissions during fuel combustion processes and chemical reactions in the clinker manufacturing process. In its development, concrete technology experts began to research about geopolimer. The geopolimer concrete was introduced as an eco-friendly concrete as an innovative concrete solution to reduce CO₂ emissions due to the use of portland cement. The purpose of this research is to identify the effect of water-solid ratio to the compressive strength of mortar geopolimer.

The research method used in this research was based on the design experiment which the parameter were water-solid ratio. Test specimens made in the form of mortar with size of 5cm x 5cm x 5cm as much as 117 objects of test consisting of 2 mix design with each mix design there are 6 variations (0,20; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40 ; 0,45) and each variation of 9 specimens. The specimens were measured at 7 days, 14 days and 28 days. The compressive strength test was performed by using Universal Testing Machine tool which the mortar is tested till it cracked and test needle is back. The compressive strength value of mortar geopolimer is compared with compressive strength of normal mortar.

The results show that the optimum compressive strength of mortar geopolimer at SS/SH 0,5 is in water-solid ratio 0,30 with a compressive strength value of 43,93 MPa. The optimum compressive strength of geopolimer mortar at SS/SH 2.5 is also present in the water-solid ratio of 0.30 with a compressive strength value of 64,64 MPa. Both experienced a decrease in compressive strength of water-solid ratio 0.35. Normal Mortar has a maximum compressive value of 29,3 MPa. This result shows that the compressive strength value produced by mortar geopolimer is higher when compared with normal mortar with cement.

Keywords: Geopolimer mortar, *water-solid ratio*, compressive strength, activator

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan bangunan yang sudah lama dikenal di Indonesia. Kelebihan yang dimiliki beton dalam mendukung tegangan tekan, dapat dibentuk sesuai

kebutuhan, perawatannya yang mudah, serta diikuti dengan perkembangan dunia konstruksi yang ada di Indonesia saat ini menjadikan beton sebagai material yang banyak diminati dalam pembangunan infrastruktur seperti gedung, jembatan, bendungan, dan jalan raya.

Menurut Metha (dalam Manuahe et al, 2014) beton menjadi material yang paling banyak digunakan manusia setelah air. 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 manusia.

Semen merupakan material penyusun beton yang berfungsi sebagai perekat material atau agregat dalam proses pembuatan beton. Ketergantungan penggunaan semen pada bidang konstruksi menyebabkan peningkatan produksi semen *portland* yang ternyata memberikan dampak negatif terhadap atmosfer. Hal ini disebabkan karena semen menghasilkan gas buangan CO₂ pada saat proses pembakaran bahan bakar dan reaksi kimia pada proses pembuatan klinker. Gas buangan yang dihasilkan setara dengan berat semen yang dihasilkan (Triwulan dkk, 2007 dalam Islami et al, 2015). Secara umum industri semen di Indonesia mempunyai intensitas emisi GRK sebesar 0,833 ton CO₂/ton semen. Lebih dari 50% kebutuhan semen terserap di Pulau Jawa dan sisanya secara berurutan Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan lainnya (Atmaja, 2015). Akibat dari produksi semen secara besar-besaran membuat perubahan iklim terjadi pada atmosfer dan menimbulkan efek pemanasan global. Perubahan iklim sangat berkaitan dengan pemanasan global (*global warming*) yang menjadi permasalahan bagi semua orang. Pemanasan global disebabkan oleh efek rumah kaca yaitu gas karbon dioksida (CO₂) yang menjadi penyumbang terbesar yaitu sebesar 65%. Produksi semen juga salah satu aspek meningkatnya gas efek rumah kaca sebesar 6 % dari tahun 1988 hingga tahun 2015 (Ariffin dalam Islami et al, 2011).

Dalam perkembangannya, para pakar teknologi beton mulai melakukan riset pembuatan geopolimer. Beton geopolimer mulai diperkenalkan sebagai beton ramah lingkungan sebagai solusi beton inovasi untuk mengurangi emisi CO₂ akibat penggunaan semen *portland*. Beton geopolimer ini dapat terbentuk dari bahan baku yang banyak mengandung unsur silika dan aluminium. Unsur tersebut banyak didapati pada hasil buangan salah satunya adalah *fly ash* yang merupakan hasil abu sisa pembakaran batu bara. Geopolimer dapat didefinisikan sebagai material yang dihasilkan dari geosintesis aluminosilikat polimerik dan alkali silikat yang menghasilkan kerangka polimer SiO₄ dan AlO₄ yang terikat secara tetrahedral. Material dasar pembentuk pasta geopolimer adalah sumber pozolan baik dari alam maupun pozolan buatan. Material yang bersifat pozolan mengandung silika dan alumina dapat digunakan sebagai binder (pengikat). Di antaranya adalah *fly ash*, metakaolin dan abu sekam atau material vulkanik (Davidovits, 2008). Beton geopolimer berbahan dasar *fly ash* terbentuk dari reaksi polimerisasi akibat reaksi alkali-

aluminosilikat yang menghasilkan material kuat berstruktur seperti zeolit (Davidovits, 2005). Dalam campurannya, sumber silika dan alumina direaksikan dengan larutan alkali sebagai aktivatornya. Untuk itu, diperlukan komposisi aktivator yang tepat sehingga bisa membentuk pasta geopolimer untuk mengikat agregat menjadi beton geopolimer.

Disamping kelebihanannya, kendala utama geopolimer adalah proses perawatannya. Proses perawatan geopolimer membutuhkan suhu yang tinggi untuk mempercepat reaksi polimer yang terjadi selama proses pengerasan (Wardhono et al. 2012). Rendahnya *calcium* (Ca) pada geopolimer menyebabkan proses pengerasan yang lambat. Namun hal ini dapat diatasi dengan menggunakan bahan tambahan yang memiliki kandungan *calcium* (Ca) yang cukup tinggi.

Pada penelitian ini digunakan material *fly ash* tipe C sebagai pengikat dan pengisi campuran mortar. Apabila dibandingkan dengan semen, *fly ash* tidak memiliki kemampuan mengikat yang sama dengan semen, namun dengan adanya air dan alkalin aktivator berupa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida, Oksida silika yang dikandung oleh *fly ash* akan bereaksi secara kimia. Oleh karena itu diperlukan perbandingan *water-solid* (w/s) yang tepat untuk menghasilkan kualitas mortar yang baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) untuk mendapatkan nilai kuat tekan optimum yang dihasilkan oleh mortar geopolimer, dan (2) Untuk mendapatkan standar optimum *water-solid ratio* (w/s) pada pembuatan mortar geopolimer pada suhu ruangan.

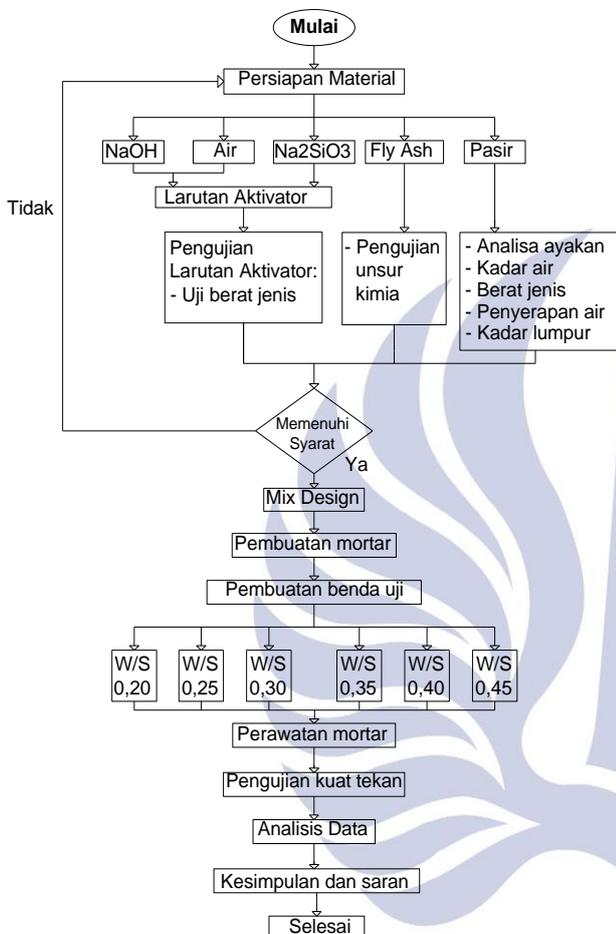
Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Cairan alkalin aktivator yang digunakan berasal dari kombinasi dua larutan, yaitu larutan Sodium Silikat dan larutan Sodium Hidroksida. (2) Menggunakan material *fly ash* tipe C diambil dari PLTU Paiton. (3) Menggunakan benda uji berbentuk kubus berukuran 5x5x5 (cm) dengan sampel yang berjumlah 144 buah dengan 12 variasi yang masing-masing variasi tersebut berjumlah 6 sampel dalam setiap *mix design*. (4) Pengujian mortal dilakukan pada umur ke-7, ke-14, dan ke-28 hari. (5) Menggunakan suhu ruangan normal yaitu berkisar antara 27°C sampai 35°C.

METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental dimana untuk mendapatkan data-data dan hasil penelitian dengan melakukan pengujian dan penelitian di laboratorium. Pengujian yang dilakukan di laboratorium meliputi variasi w/s pada mortar geopolimer berbahan dasar abu terbang. Selain itu penelitian juga dilakukan dengan cara mengamati dan mengukur hasil eksperimen yang telah dibuat dengan perhitungan kuat tekan kubus.

Penelitian ini merupakan suatu pengujian mengenai pengaruh w/s terhadap kuat tekan mortar geopolimer dalam bentuk kubus berukuran 5cm x 5cm x 5cm dengan variasi w/s sebesar 0,20; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; dan 0,45.

Langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Material Fly Ash

Pengujian abu terbang (*fly ash*) dilakukan di Laboratorium Sentral Mineral dan Material FMIPA Universitas Negeri Malang menggunakan metode uji X-Ray Florence (XRF). Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui kandungan kimia yang terkandung di dalam abu terbang (*fly ash*). XRF merupakan suatu metode analisis berdasarkan pengukuran tenaga dan intensitas sinar X suatu unsur di dalam cuplikan hasil ekstasi radiostop. Berikut adalah tabel hasil pengujian abu terbang menggunakan metode uji X-Ray Fluorescence:

Tabel 1. Hasil Uji X-Ray Fluorescence Fly Ash

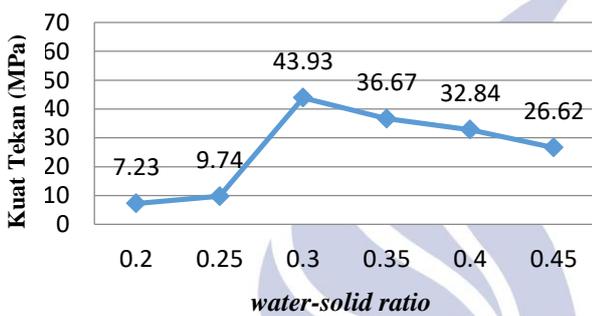
Compound	Conc (%)	Compound	Conc (%)
Al	4.60	Ni	0.02
Si	13.10	Cu	0.68
S	0.40	Sr	0.80
K	0.97	Mo	1.00
Ca	24.00	In	0.07
Ti	0.92	Ba	0.71
V	0.05	Eu	0.40
Cr	0.10	Yb	0.10
Mn	0.76	Hg	0.54
Fe	51.17		

Hubungan Water-Solid Ratio dengan Kuat Tekan

Berdasarkan pengujian kuat tekan mortar yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa pada kondisi SS/SH 0,50 variasi w/s 0,20 kuat tekan yang dihasilkan sebesar 7,23 MPa, kemudian pada variasi w/s 0,25 mengalami peningkatan kuat tekan menjadi 9,74 MPa, pada variasi w/s 0,30 juga mengalami peningkatan kuat tekan menjadi 43,93 MPa, namun pada variasi w/s 0,35 mengalami penurunan kuat tekan menjadi 36,67 MPa, pada variasi w/s 0,40 juga mengalami penurunan kuat tekan menjadi 32,84 MPa, dan pada variasi w/s 0,45 mengalami penurunan kembali menjadi 26,62 MPa sedangkan pada kondisi SS/SH 2,50 variasi w/s 0,20 kuat tekan yang dihasilkan sebesar 46,09 MPa, kemudian pada variasi w/s 0,25 mengalami peningkatan kuat tekan menjadi 52,39 MPa, pada variasi w/s 0,30 juga mengalami peningkatan kuat tekan menjadi 64,64 MPa, namun pada variasi w/s 0,35 mengalami penurunan kuat tekan menjadi 54,4 MPa, pada variasi w/s 0,40 juga mengalami penurunan kuat tekan menjadi 48,53 MPa, dan pada variasi w/s 0,45 mengalami penurunan kembali menjadi 45,47 MPa. Kuat tekan optimum terjadi pada variasi w/s 0,30. Hal tersebut sejalan dengan penelitan terdahulu oleh Veliyati (2010) dimana semakin besar faktor air binder dapat meningkatkan *workability*. Sedangkan pengaruh terhadap kuat tekan menunjukkan bahwa nilai kuat tekan maksimum terjadi pada faktor air binder 0,30 dan terjadi peningkatan kuat tekan sampai mortar berumur 56 hari. Selain itu penelitian oleh Atmajalinus (2016) juga menyatakan bahwa semakin tinggi w/s maka kuat tekan akan semakin tinggi juga, namun dengan terus bertambahnya aktivator akan mengakibatkan turunnya kuat tekan. Hal tersebut dikarenakan kandungan w/s yg tinggi menyebabkan mortar terlampau encer dan porous sehingga mempengaruhi kepadatan material

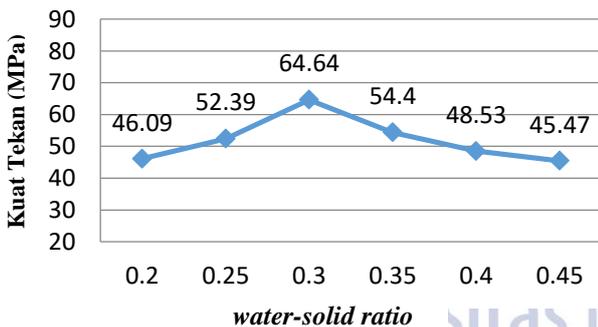
yang terkandung dalam mortar. Berdasarkan hasil dan referensi oleh penelitian sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa kuat tekan mortar bertambah seiring bertambahnya w/s karena *workability* yang meningkat sehingga pengerjaannya lebih mudah namun seiring bertambahnya w/s setelah titik optimum kan menurunkan kuat tekan karena kadar air yang semakin banyak membuat mortar berongga ketika mortar tersebut kering sehingga kuat tekan yang dihasilkan juga akan menurun. Adapun hasil uji kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Pengaruh Water-Solid Ratio terhadap Kuat Tekan Geopolimer Mortar Kondisi SS/SH = 0,50



Gambar 2. Hubungan *water-solid ratio* dengan kuat tekan pada kondisi SS/SH 0,50

Pengaruh Water-Solid Ratio terhadap Kuat Tekan Geopolimer Mortar Kondisi SS/SH = 2,50



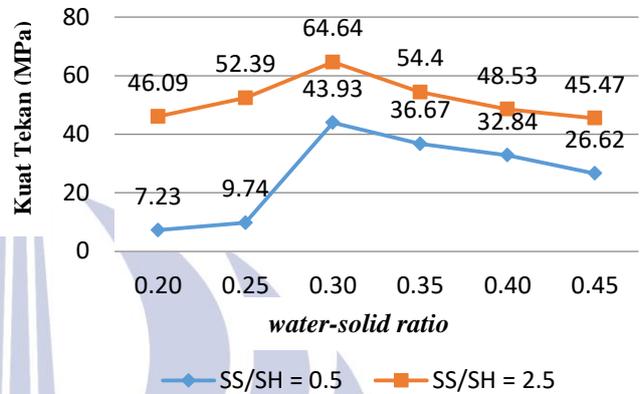
Gambar 3. Hubungan *water-solid ratio* dengan kuat tekan pada kondisi SS/SH 2,50

Hubungan Perbandingan Massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida dengan Kuat Tekan

Berdasarkan pengujian kuat tekan mortar yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa kuat tekan yang dihasilkan mortar pada kondisi SS/SH 0,50 cenderung selalu lebih rendah dari kuat tekan yang dihasilkan mortar pada kondisi SS/SH 2,50. Hal tersebut berlaku pada seluruh variasi *water-solid ratio* mulai dari variasi 0,20 sampai dengan variasi 0,45. Secara keseluruhan

perbandingan massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida terhadap kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 4.

Pengaruh Perbandingan Massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida Terhadap Kuat Tekan Geopolimer



Gambar 4. Hubungan perbandingan massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida terhadap kuat tekan Geopolimer

Berdasarkan hasil kuat tekan yang terdapat pada Gambar 4.25 secara umum dapat disimpulkan bahwa kuat tekan yang dihasilkan oleh mortar pada kondisi SS/SH 2,50 relatif lebih tinggi daripada kuat tekan yang dihasilkan oleh mortar pada kondisi SS/SH 0,50. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Ekaputri,dkk (2007) yang menyatakan bahwa semakin tinggi perbandingan massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida, maka kuat tekan yang bisa dicapai oleh masing-masing binder relatif lebih tinggi. Hal ini terjadi karena jumlah Sodium Silikat lebih banyak dari jumlah Sodium Hidroksida sehingga proses pengkristalan juga berjalan semakin cepat. Sesuai dengan apa yang disebutkan oleh Hardjito, et al (2005) yang menyebutkan bahwa Sodium Silikat berfungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Reaksi polimerisasi adalah reaksi pengikatan rantai monomer Si-O dan Al-O yang terkandung dalam *fly ash* dan Sodium Silikat yang kemudian akan mengkristal.

Hubungan Setting time dengan Kuat Tekan

Berdasarkan hasil uji vicat yang dilakukan untuk mengetahui waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir diperoleh data waktu pengikatan tercepat pada variasi w/s terendah yaitu 0,20. Pada kondisi SS/SH = 0,50 dengan w/s 0,20 didapatkan waktu pengikatan awal pada menit ke 4 dan waktu pengikatan akhir pada menit ke 15, sedangkan pada kondisi SS/SH = 2,50 dengan w/s

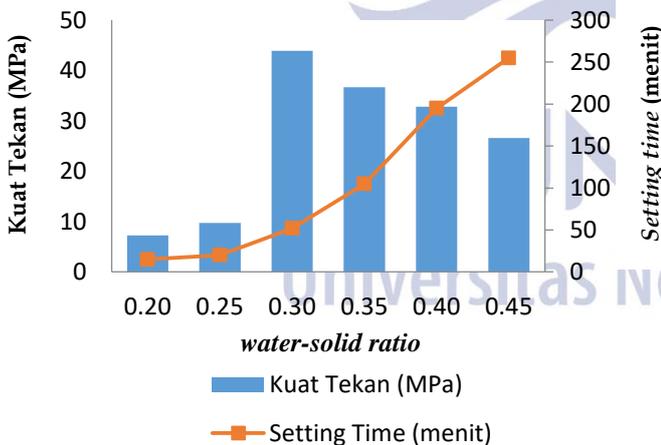
0,20 didapatkan waktu pengikatan awal pada menit ke 6 dan waktu pengikatan akhir pada menit ke 14. Apabila keduanya dibandingkan dengan hasil kuat tekannya, variasi w/s 0,20 memiliki kuat tekan yang paling rendah diantara yang lain. Pada kondisi SS/SH = 0,50 dengan w/s 0,20 didapatkan hasil kuat tekan sebesar 7,23 MPa, sedangkan pada kondisi SS/SH = 2,50 dengan w/s 0,20 didapatkan hasil kuat tekan sebesar 46,09 MPa.

Nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi w/s 0,3 bukan termasuk waktu pengikatan tercepat juga bukan termasuk waktu pengikatan terlama. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin cepat waktu pengikatannya, kuat tekan yang dihasilkan akan kecil, tetapi semakin lama waktu pengikatannya, kuat tekan yang dihasilkan juga tidak akan maksimal.

Tabel 2. Hubungan Waktu Pengikatan dengan Kuat Tekan Mortar Geopolimer pada Kondisi SS/SH = 0,50

W/S	Kuat Tekan (MPa)	Setting Time (menit)
0.20	7.23	15
0.25	9.74	20
0.30	43.93	52
0.35	36.67	105
0.40	32.84	195
0.45	26.62	255

Hubungan *Setting time* dengan Kuat Tekan Mortar Geopolimer pada Kondisi SS/SH = 0,50



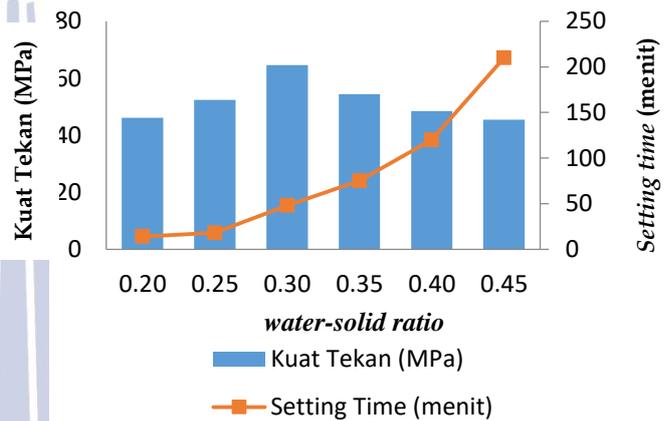
Gambar 5. Hubungan *seting time* dengan kuat tekan mortar geopolimer pada kondisi SS/SH = 0,50

Adapun hubungan waktu pengikatan dengan kuat tekan mortar geopolimer pada kondisi SS/SH = 2,50 adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hubungan Waktu Pengikatan dengan Kuat Tekan Mortar Geopolimer pada Kondisi SS/SH = 2,50

W/S	Kuat Tekan (MPa)	Setting Time (menit)
0.20	46.09	14
0.25	52.39	18
0.30	64.64	48
0.35	54.4	75
0.40	48.53	120
0.45	45.47	210

Hubungan *Setting time* dengan Kuat Tekan Mortar Geopolimer pada Kondisi SS/SH = 2,50

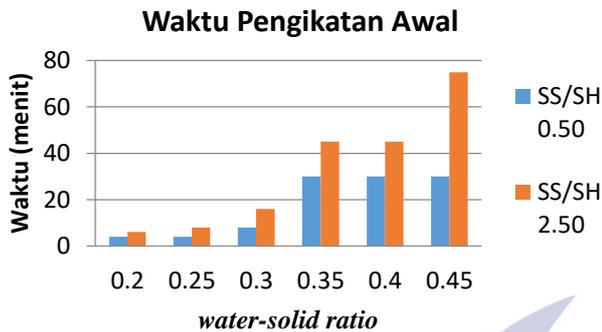


Gambar 6. Hubungan *seting time* dengan kuat tekan mortar geopolimer pada kondisi SS/SH = 2,50

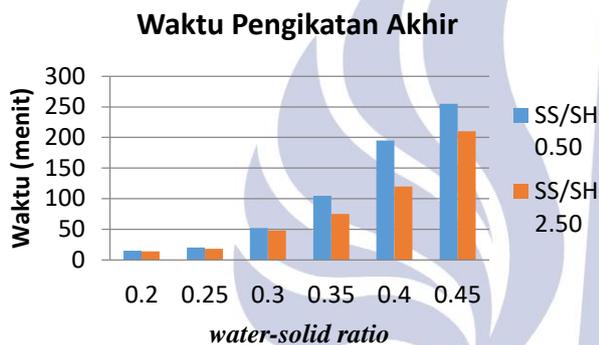
Pengaruh Perbandingan Massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida dengan *Setting time*

Berdasarkan hasil uji vicat yang dilakukan untuk mengetahui waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir diperoleh hasil bahwa binder pada kondisi SS/SH = 0,50 membutuhkan waktu pengikatan awal yang lebih cepat apabila dibandingkan dengan binder pada kondisi SS/SH = 2,50. Berbeda dengan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengikatan awal, binder pada kondisi SS/SH = 0,50 membutuhkan waktu yang lebih lama untuk pengikatan akhir. Hal ini dapat juga diartikan bahwa binder pada kondisi SS/SH = 2,50 lebih cepat mengeras daripada binder pada kondisi SS/SH = 0,50. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Ekaputri, dkk (2007) yang menyatakan bahwa semakin tinggi perbandingan Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida, maka semakin lama waktu pengikatan awal berlangsung. Hal ini disebabkan oleh karena sedikitnya jumlah Na^+ dan OH^- yang ada dalam campuran binder sehingga proses polimerisasi menjadi lambat (Hardjito, at al, 2005). Selain itu disebutkan bahwa semakin tinggi perbandingan rasio masa Sodium Silikat dengan Sodium

Hidroksida, maka semakin cepat waktu pengikatan akhir berlangsung. Hal ini disebabkan karena jumlah Na_2SiO_3 yang ada dalam campuran binder lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah NaOH sehingga mempercepat reaksi polimerisasi (Hardjito, et al, 2005).



Gambar 7. Waktu Pengikatan Awal Binder Geopolimer

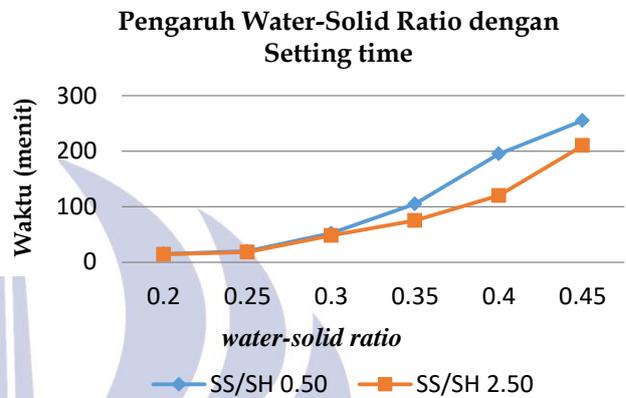


Gambar 8. Waktu Pengikatan Akhir Binder Geopolimer

Pengaruh Water-Solid Ratio dengan Setting time

Berdasarkan hasil uji vicat diperoleh hasil bahwa pada konsisi $\text{SS/SH} = 0,50$ *water-solid ratio* 0,20 membutuhkan waktu 15 menit hingga pengikatan akhir, *water-solid ratio* 0,25 membutuhkan waktu 20 menit hingga pengikatan akhir, *water-solid ratio* 0,30 membutuhkan waktu 52 menit hingga pengikatan akhir, *water-solid ratio* 0,35 membutuhkan waktu 105 menit hingga pengikatan akhir, *water-solid ratio* 0,35 membutuhkan waktu 195 menit hingga pengikatan akhir, dan *water-solid ratio* 0,45 membutuhkan waktu 255 menit hingga pengikatan akhir. Pada kondisi $\text{SS/SH} = 2,50$ *water-solid ratio* 0,20 membutuhkan waktu 14 menit hingga pengikatan akhir, *water-solid ratio* 0,25 membutuhkan waktu 18 menit hingga pengikatan akhir *water-solid ratio* 0,30 membutuhkan waktu 48 menit hingga pengikatan akhir, *water-solid ratio* 0,35 membutuhkan waktu 75 menit hingga pengikatan akhir, *water-solid ratio* 0,35 membutuhkan waktu 120 menit hingga pengikatan akhir, dan *water-solid ratio* 0,45 membutuhkan waktu 210 menit hingga pengikatan akhir. Dari kedua kondisi tersebut memiliki kesamaan bahwa

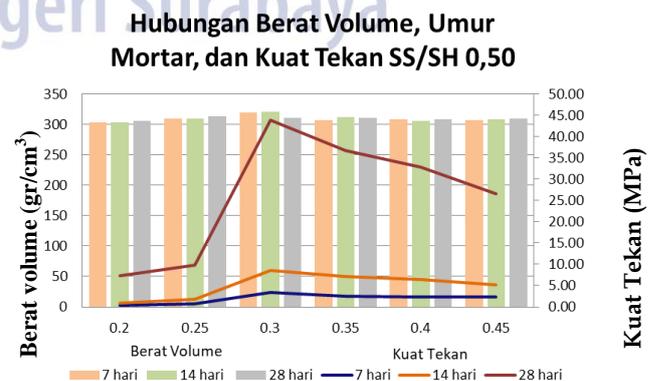
semakin besar *water-solid ratio*, waktu yang dibutuhkan hingga mencapai pengikatan akhir juga semakin lama. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Dewi (2010) yang menyatakan bahwa pada dasarnya semakin tinggi kadar activator maka semakin mempercepat raksi polimerisasi, tetapi dengan adanya penambahan air yang dibutuhkan maka otomatis akan menghambat reaksi polimerisasi itu sendiri sehingga *setting time* menjadi semakin lama.



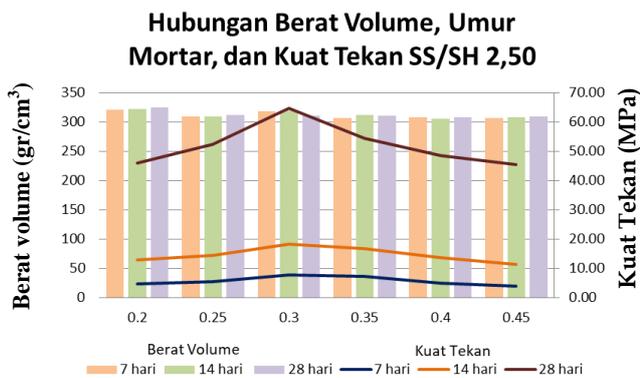
Gambar 9. Setting time Binder Geopolimer

Hubungan Berat Volume, Umur Mortar, dan Kuat Tekan

Berdasarkan tabel hasil kuat dan juga grafik hubungan antara berat volume, umur mortar, dan kuat tekan, maka dapat disimpulkan bahwa berat volume mortar tidak berpengaruh dengan umur mortar. Hal tersebut juga sama dengan penelitian terdahulu oleh Wesli (2011) yang menyatakan bahwa berat volume tidak berpengaruh dengan umur beton, hal ini disebabkan terutama bahwa sebagian kecil saja dari air pori yang menguap, walaupun air pori sesungguhnya sangat sedikit dalam beton. Dari tabel tersebut juga dapat diketahui bahwa berat volume mempengaruhi kuat tekan, semakin berat volumenya maka kuat tekan juga semakin besar. Hal tersebut dikarenakan mortar yang semakin padat akan meningkatkan kuat tekan.



Gambar 10. Hubungan Berat Volume, Umur Mortar, dan Kuat Tekan pada SS/SH 0,50



Gambar 11. Hubungan Berat Volume, Umur Mortar, dan Kuat Tekan pada SS/SH 2,50

PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Hasil kuat tekan mortar geopolimer meningkat sampai pada variasi *water-solid ratio* 0,30 dan kuat tekan mulai menurun pada variasi *water-solid ratio* 0,35. (a) Kuat tekan optimum yang dihasilkan oleh mortar geopolimer berbahan dasar abu terbang (*fly ash*) pada kondisi SS/SH = 0,5 terdapat pada variasi *water-solid ratio* 0,30 dengan nilai kuat tekan sebesar 43,93 MPa dan mulai menurun pada variasi *water-solid ratio* 0,35 dengan nilai kuat tekan sebesar 36,67 MPa dan selalu menurun sampai pada variasi *water-solid ratio* 0,45 dengan nilai kuat tekan sebesar 26,62 MPa. (b) Kuat tekan optimum yang dihasilkan oleh mortar geopolimer berbahan dasar abu terbang (*fly ash*) pada kondisi SS/SH = 2,5 terdapat pada variasi *water-solid ratio* 0,30 dengan nilai kuat tekan sebesar 64,64 MPa dan mulai menurun pada variasi *water-solid ratio* 0,35 dengan nilai kuat tekan sebesar 54,40 MPa dan selalu menurun sampai pada variasi *water-solid ratio* 0,45 dengan nilai kuat tekan sebesar 45,47 MPa. Dari kedua hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan *water-solid ratio* maka kuat tekan yang dihasilkan semakin kecil. (2) Dari hasil kuat tekan mortar geopolimer yang telah didapatkan dapat disimpulkan bahwa standar optimum *water-solid ratio* mortar geopolimer pada kondisi SS/SH = 0,5 terdapat pada variasi 0,30. Hal tersebut sama dengan mortar geopolimer pada kondisi SS/SH = 2,5 standar optimum *water-solid ratio* terdapat pada variasi *water-solid ratio* 0,30.

Saran

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi penelitian dan juga mempengaruhi hasil yang didapat, maka saran-saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut: (1) Mortar geopolimer sangat

cepat mengeras sehingga apabila diaplikasikan pada di lapangan dibutuhkan zat additive untuk menghambat terjadinya waktu pengikatan awal. (2) Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka mortar yang direkomendasikan adalah mortar geopolimer pada kondisi SS/SH 2,5 dengan *water solid ratio* 0,30 karena memiliki kuat tekan yang optimum. (3) Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti maka perlu diadakan penelitian lanjutan yang lebih terfokus pada pengaruh *water solid ratio* antara 0,30 sampai 0,35. (4) Ketelitian dalam pengamatan perlu mendapatkan perhatian seksama, karena berpengaruh dalam hasil akhir penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmajalinus, B. 2017. *Pengaruh Perbandingan Water Solid Ratio (W/S) terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lekat Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Abu Terbang dengan NaOH 12 M pada Suhu Ruangan*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Davidovits, J. 2005. *Green Chemistry and Sustainable Development Solutions*. Perancis: Geopolymer Institute.
- Davidovits, J. 2008. *Geopolymer: Chemistry and Applications*. Perancis: Geopolymer Institute.
- Dewi, Ika Nurmala. 2010. *Pengaruh Faktor Air Binder dan Kadar Aktivator terhadap Setting Time Fly Ash Based Geopolymer*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Ekaputri,dkk. 2007. *Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Jawa Power Paiton sebagai Material Alternatif*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Hardjito, D, Wallah, S.E., Sumajouw, D.M.J., & Rangan, B.V, 2005, *Development and Properties of Low Calsium Fly Ash Based Geopolimer Concrete*, Perth, Curtin University of Technologi.
- Islami,dkk. 2015 . *Sifat-sifat Fisik Mortar Geopolimer degan Bahan Dasar Campuran Abu Terbang (Fly Ash) dan Abu Sawit (Palm Oil Fluel Ash)*. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Riau.
- Manuahe, R. dkk. 2014. *Kuat Tekan Beton Geopolimer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash)*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi.
- Triwulan,dkk. 2007. *Analisa Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash dan Lumpur Porong Kering sebagai Pengisi*. Surabaya: Institut Sepuluh Nopember.
- Veliyati. 2010. *Pengaruh Faktor Air Binder terhadap Kuat Tekan dan Workability Fly Ash Based Geopolimer Mortar*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Wardhono, et al. 2012. *Strength of Alkali Activated Slag and Fly Ash Based Geopolymer Mortar*. Melbourne. School of Civil, Environmental and Chemical Engineering, RMIT University.

Wesli,dkk. 2010. *Studi Korelasi Faktor Air Semen (Water Cement Ratio) dengan Kuat Tekan Beton Struktural*. Aceh Utara: Universitas Malikussaleh.

