

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mortar

Mortar atau biasa dikenal dengan adukan merupakan campuran dari bahan pengikat (semen), bahan pengisi (pasir) dan air. Menurut SNI 03-6852-2002 yang dimaksud mortar semen Portland adalah campuran antara pasir kwarsa, air suling dan semen Portland dengan komposisi tertentu. Pengertian dari pasir kwarsa itu sendiri adalah pasir yang mengandung mineral silika > 90% dan air suling adalah air yang diperoleh dari hasil penyulingan air campuran antara semen dan pasir ini menggunakan perbandingan tertentu agar mortar memiliki ketahanan terhadap tekan dan tarik.

Mortar/Beton yang baik diperoleh jika pozzolan semen dicampur dengan batu kapur (*limestone*) yang banyak mengandung material tanah liat (Smeaton, 1756). Kegunaan mortar yaitu sebagai bahan pengikat dalam pasangan bata satu dengan bata lainnya, juga untuk menutup atau meratakan permukaan bata yang tidak rata dan fungsi utamanya adalah menambahkan lekatan dan ketahanan ikatan dengan bagian - bagian penyusun suatu konstruksi. Sebagai bahan pengikat mortar harus memiliki kekentalan standar. Kekentalan standar mortar ini nantinya akan berguna dalam menentukan kekuatan mortar yang menjadi plesteran dinding sehingga diharapkan mortar yang menahan gaya tekan akibat beban yang bekerja padanya tidak hancur (Mulyono, 2003). Menurut (Tjokrodinuljo, 1996) mortar yang baik harus mempunyai sifat sebagai berikut :

- a. Murah.
- b. Tahan lama.
- c. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkat, dipasang dan diratakan).
- d. Melekat dengan baik dengan bata, batu, dan sebagainya.
- e. Cepat kering dan mengeras.
- f. Tahan terhadap rembesan air.
- g. Tidak timbul retak-retak setelah dipasang.

2.2. Mortar Geopolimer

Mortar geopolimer adalah mortar yang menggunakan bahan geopolimer sebagai bahan pengganti semen. Geopolimer pertama kali diperkenalkan oleh Davidovits pada tahun 1978. Geopolimer dapat didefinisikan sebagai material yang dihasilkan dari geosintesis aluminosilikat polimerik dan alkali silikat yang menghasilkan kerangka polimer SiO_4 dan AlO_4 yang terikat secara tetrahedral (Davidovits, 2008). Geopolimer terbentuk dari bahan baku yang banyak mengandung unsur silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3). Geopolimer dapat dikatakan ramah lingkungan karena menggunakan bahan-bahan yang berasal dari limbah industri dan proses pembuatannya tidak memerlukan energi yang banyak, tidak seperti semen yang pembuatannya memerlukan proses pembakaran hingga suhu 800°C .

Geopolimer yang berfungsi sebagai binder dapat dibagi menjadi empat yaitu: (Davidovits, 2013)

1. Semen geopolimer berbahan dasar *slag*
2. Semen geopolimer berbahan dasar *rock*
3. Semen geopolimer berbahan dasar *fly ash*
4. Semen geopolimer berbahan dasar *ferro-sialate*

Bahan dasar untuk pembuatan material geopolimer adalah bahan-bahan yang mengandung banyak unsur-unsur *silicon* (Si) dan aluminium (Al) (Hardjito, 2002). Salah satu bahan yang mengandung banyak unsur tersebut adalah *fly ash* yang merupakan abu sisa hasil pembakaran batu bara. *Fly ash* memiliki ukuran butiran yang hampir sama dengan semen oleh karena itu *fly ash* dipilih sebagai bahan pengganti semen.

Fly ash tidak memiliki kemampuan untuk mengikat seperti semen, maka diperlukan cairan alkalin (aktivator) untuk membentuk reaksi kimia yang akan menghasilkan material yang bersifat mengikat. Aktivator yang umumnya digunakan adalah sodium hidroksida (NaOH) 8M sampai 14M dan sodium silikat (Na_2SiO_3) dengan perbandingan 0,4 sampai 2,5 (Hardjito, 2005)

2.3. Material Mortar Geopolimer

Material mortar yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu agregat halus lumpur Sidoarjo, air, *fly ash*, aktivator berupa sodium hidroksida dan sodium silikat.

2.3.1 Agregat Halus Lumpur Sidoarjo

Agregat halus lumpur Sidoarjo adalah agregat ringan buatan yang berbahan dasar lumpur Sidoarjo. Agregat ringan buatan merupakan hasil pengolahan bahan baku menjadi bahan butiran dengan ukuran tertentu, ringan, keras dan dapat digunakan sebagai agregat dalam pembuatan adukan atau beton. Pasir harus memenuhi syarat SNI No. 03-1750-1990 dengan bagian 0,3 mm tidak kurang dari 15% agar dapat berfungsi dengan baik terhadap sifat workabilitas dan kepadatan adukan. Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut :

- a. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- b. Butir-butir halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering).

Agregat lumpur sidoarjo dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 agregat lumpur sidoarjo

Berdasarkan sifat fisiknya lumpur sidoarjo memiliki sifat sangat plastis dan berwarna abu kehitaman dengan permukaan berwarna coklat. Adapun hasil analisis kimia lumpur sidoarjo. Disajikan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Hasil Analisis Kimia Lumpur Sidoarjo

No	Uraian uji / unsur	Hasil uji	Syarat
1.	SiO ₂%	52,79	50 – 75
2.	Al ₂ O ₃%	26,35	10 – 35
3.	Fe ₂ O ₃%	8,51	2 – 8
4.	CaO.....%	1,97	0,5 – 15
5.	MgO.....%	2,53	0,2 – 5
6.	K ₂ O.....%	2,86	-
7.	Na ₂ O ₃%	2,08	-
8.	SO ₃%	0,98	0 – 0,5
9.	HP.....%	1,92	3 - 12

Sumber : Lumpur sidoarjo sebagai material konstruksi (Lasino, 2018)

Penelitian ini akan menggunakan agregat halus buatan berbahan dasar lumpur sidoarjo yang akan dikondisikan dalam keadaan SSD. Alasan agregat halus ini dibuat dalam keadaan SSD karena memiliki sifat penyerapan air yang tinggi. Kadar didalam agregat dibedakan menjadi beberapa kondisi yaitu :

1. Kondisi kering tungku (Oven Dry)

Kondisi yang terjadi melalui proses pemanasan sehingga kandungan air dalam agregat menguap dan agregat mencapai kering total.

2. Kondisi kering udara (Air Dry)

Kondisi ini agregat tidak mengalami proses pemanasan hanya disimpan diruang terbuka sehingga agregat masih mengandung air sebagian.

3. Kondisi jenuh dan kering permukaan (Saturated Surfaced Dry, SSD)

Kondisi didalam agregat jenuh air tetapi permukaannya kering, pada kondisi ini agregat tidak akan mengurangi atau menambah air dalam campuran.

4. Kondisi basah (Wet)

Kondisi yang terjadi saat agregat sudah melewati keadaan jenuh sehingga permukaan agregat terlihat basah.

2.3.2 Air

Air merupakan salah satu bahan dasar untuk pembuatan mortar geopolimer ini. Air digunakan untuk melarutkan natrium hidroksida yang bersifat padat, dilarutkan berdasarkan molaritas yang akan digunakan. Sehingga air yang akan digunakan harus bersih dan tidak bau.

Untuk menjaga mutu mortar dalam penelitian ini air yang akan digunakan perlu dilihat terlebih dahulu kualitasnya. Sesuai dengan SK SNI 03-2847-2002 antara lain:

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton menggunakan air dari sumber yang sama dan hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

2.3.3 Fly ash

Menurut SNI 03-6414-2002, *Fly ash* adalah limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap berbentuk halus, bundar, dan bersifat pozolanik. *Fly ash* tergolong dalam limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Komposisi utama dari *fly ash* terdiri dari dari senyawa *silicate glass* yang mengandung silika (Si), Alumina (Al), Ferrum (Fe) dan Kalsium (Ca), juga terdapat magnesium (Mg), potassium (P), sodium (Na), sulfur (S), dan karbon (C) dalam jumlah yang sedikit. *Fly ash* tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus oksida silika

yang dikandung oleh *fly ash* akan bereaksi secara kimia dengan sodium hidroksida dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat (Hardjito, 2001).



Gambar 2.2 *Fly Ash* Lolos Saringan No.200

Berdasarkan ASTM C168 fly ash diklasifikasikan menjadi 3 antara lain:

Kelas N

Pozzolan alam / pozzolan yang telah di kalsinasi. Selain itu juga hasil berbagai pembakaran yang mempunyai sifat pozzolan yang baik.

Kelas F

Fly ash yang mengandung $\text{CaO} < 10\%$, yang di hasilkan dari pembakarn batu bara jenis anthracite atau bitumen.

Kelas C

Fly ash yang mengandung $\text{CaO} > 10\%$ yang di hasilkan dari pembakaran batu bara jenis lignite atau sub bitumen.

Fly ash yang paling baik untuk dijadikan bahan dasar pembuatan beton geopolimer adalah *fly ash* kelas F (Gourley, 2003). *Fly ash* yang akan digunakan dalam penelitian ini berasal dari PLTU Tanjung.

2.3.4 Aktivator

Aktivator digunakan untuk mengaktifkan *fly ash* agar mempunyai sifat mengikat. Aktivator yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na_2SiO_3).

1. Sodium Hidroksida (NaOH)

Sodium Hidroksida atau biasa dikenal dengan soda api berfungsi sebagai aktivator dalam reaksi polimerisasi, bersifat basa kuat sebagai reaktan alkalin. Sodium hidroksida yang dijual dipasaran berbentuk serbuk dengan kandungan sodium hidroksida 98%, maka dari itu perlu dijadikan larutan. Sodium hidroksida sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dialutkan karena pada proses pelarutannya dalam air bereaksi secara eksotermis. Larutan sodium hidroksida dalam penelitian ini akan menggunakan molaritas 9 M, 11 M, dan 13 M. Molaritas larutan yang telah direncanakan untuk mencapainya maka menggunakan rumus 2.1.

$$M = \frac{m}{\frac{mr \times 1000}{V}} \quad (2.1)$$

keterangan :

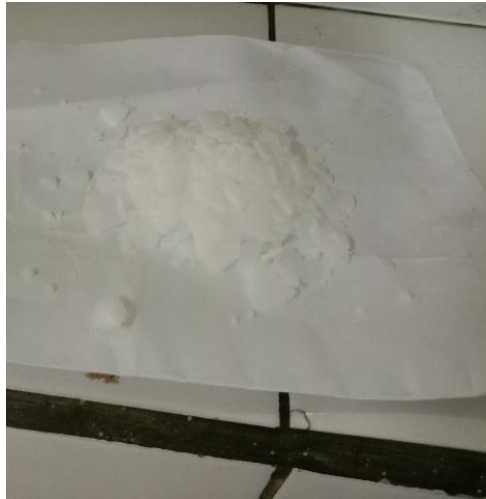
M = Molaritas (M)

V = Volume (liter)

m = Massa unsur (gr)

Mr = Massa atom relatif unsur (Mr NaOH = 40)

Larutan harus dibuat sehari sebelum pemakaian dan didiamkan paling tidak selama 24 jam (Hardjito, 2004). Pembuatan larutan dilakukan di Laboratorium Beton dan MPJ ITENAS.



Gambar 2.3 Sodium Hidroksida Padat



Gambar 2.4 Sodium Hidroksida cair

2. Sodium Silikat (Na_2SiO_3)

Sodium Silikat atau water glass berperan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi polimerisasi yang terjadi pada *fly ash*. Campuran *fly ash* dengan sodium silikat jika diamati dalam ukuran mikroskopis, terlihat bahwa campuran *fly ash* dan sodium silikat membentuk ikatan yang sangat kuat namun terjadi banyak retakan (Niron, 2015). Sodium silikat tersedia dalam bentuk padat dan cair, pada penelitian ini digunakan sodium silikat berbentuk cairan.



Gambar 2.5 Sodium Silikat cair

2.4. Metode Pengujian

Metode pengujian untuk mortar geopolimer dengan uji kuat tekan.

2.4.1. Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan untuk mengetahui gaya maksimum yang dapat dipikul oleh mortar per satuan luasnya. Gaya maksimum merupakan gaya yang diberikan pada benda uji hingga benda uji tersebut pecah. Tujuannya untuk mengetahui nilai kuat tekan mortar berdasarkan variasi molaritas yang berbeda dan faktor umur terhadap kuat tekan. Nilai kuat tekan mortar dihitung menggunakan rumus :

$$f_c = P / A \quad (2.3)$$

keterangan :

f_c = Kuat tekan (MPa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Permukaan Benda Uji (mm²)

2.5. Metode Perawatan

Setelah mortar dilepaskan dari cetakan lalu dilakukan perawatan. Tujuan dilakukannya perawatan untuk menjaga kelembaban dan suhu mortar lalu memastikan reaksi hidrasi dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu mortar yang diharapkan dapat tercapai. Berikut empat jenis metode yang dapat dilakukan untuk perawatan mortar :

1. Metode perawatan dengan pembasahan, bisa dilakukan dengan menaruh mortar didalam air atau menaruh mortar kedalam ruang yang lembab
2. Metode perawatan dengan membrane, dilakukan dengan cara menutup permukaan mortar dengan lapisan tipis seperti plastik yang kedap air.
3. Metode perawatan dengan pemanasan, berguna pada daerah bermusim dingin. dilakukan dengan memasukan mortar kedalam ruangan uap bertekanan tinggi sehingga mempercepat proses hidrasi.
4. Metode perawatan dengan pelapisan, kalsium klorida digunakan sebagai pelapis. Kalsium klorida berfungsi untuk menjaga kelembaban di permukaan, kelembaban ini menjaga air dari penguapan. Dengan demikian maka mortar akan tetap basah.

Metode perawatan yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode perawatan dengan membran.

2.6. Studi Terdahulu

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ekaputri, J.J. dan Triwulan, 2013. “Sodium sebagai Aktivator *Fly Ash*, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam Beton Geopolimer.” Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan yang dilakukan semakin tinggi perbandingan berat Na_2SiO_3 dan larutan NaOH tidak selalu menghasilkan kuat tekan dan kuat belah yang tinggi pula.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Purwanto, Teknik Sipil Universitas Diponegoro, 2018. “Studi Experimental Pengaruh Perbedaan Molaritas Aktivator Pada Perilaku Beton Geopolimer Berbahan Dasar *Fly Ash*”. Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan yang dilakukan respon peningkatan kuat tekan beton geopolimer lebih lambat dari beton konvensional. Hal ini disebabkan setting time dan final setting time beton geopolimer lebih lambat dibandingkan beton konvensional.