

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam menghasilkan mortar geopolimer, diantaranya adalah :

1. Rudolfo Wenno, dkk., (2014), dengan judul : Kuat tekan mortar dengan menggunakan abu terbang (*fly ash*) asal pltu amurang sebagai substitusi parsial semen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan optimum proporsi 1Pc:3Ps, 1Pc:4Ps dan 1Pc:5Ps berturut-turut sebesar 27,71 MPa, 21,98 MPa dan 14,91 MPa, didapat dari campuran dengan substitusi parsial semen menggunakan abu terbang (*fly ash*) sebanyak 15%, 5% dan 15%. Pada proporsi 1Pc:8Ps didapat kuat tekan optimum dari campuran dengan substitusi parsial semen dengan abu terbang (*fly ash*) sebanyak 15%. Kuat tekan mortar yang menggunakan abu terbang (*fly ash*) sebagai substitusi parsial semen diperoleh $f'c$ optimum = 6,18 MPa dibandingkan dengan yang tidak menggunakan abu terbang (*fly ash*) $f'c$ minimum = 4,6 MPa. Kuat tekan kondisi optimum mengalami kenaikan sebesar 25,57% dari kuat tekan tanpa menggunakan abu terbang (*fly ash*) sebagai substitusi parsial semen.
2. Aldy Nauri Islami, dkk., (2015), dengan judul : Sifat sifat fisik mortar Geopolimer dengan bahan dasar campuran abu terbang (*fly ash*) dan abu (*sawit palm oil fuel ash*) Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap mortar geopolimer campuran abu terbang dan abu sawit, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Kuat tekan mortar geopolimer campuran abu terbang dan abu sawit dipengaruhi oleh rasio persentase campuran abu terbang dan abu sawit serta modulus aktivator (M_s) yang digunakan. Kuat tekan akan meningkat seiring dengan peningkatan persentase abu terbang dalam mortar campuran abu terbang dan abu sawit. Kuat tekan paling tinggi dihasilkan dari rasio campuran abu terbang dengan

abu sawit dengan persentase campuran 75:25 yang menghasilkan kuat tekan sebesar 20,53 MPa.

3. Danan Jaya Tri Yanuar,. (2017), dengan judul: Pengaruh lama pemanasan terhadap kuat tekan mortar geopolimer memanfaatkan *fly ash* dengan molaritas 8M dan 10 M. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, 0M pada usia 28 hari sangat berpengaruh dan mengalami peningkatan seiring bertambahnya lama pemanasan. Dan kuat tekan yang paling tinggi pada 8M terlihat pada lama pemanasan 24 jam pada suhu 60°C pada usia 28 hari yaitu sebesar 52,90 MPa. Sedangkan kuat tekan yang paling tinggi pada 10M terlihat pada lama pemanasan 24 jam pada suhu 60°C pada usia 28 hari yaitu sebesar 58,86 MPa.
4. Indrayani, dkk,. (2019), dengan judul : *Fly Ash* sebagai alternatif pengganti semen pada beton geopolimer ramah lingkungan. Dari hasil pengujian kuat tekan beton didapatkan kekuatan beton geopolimer meningkat pada campuran alkali dengan perbandingan 5:1, yaitu sebesar 395,56 kg/cm². Kenaikan kuat tekan beton ini sebesar 41,20 % dibanding dengan kuat tekan beton normal dengan kuat tekan 232,59 kg/cm².
5. Ika Sulianti, dkk,. (2020), dengan judul : Analisis kuat beton geopolimer menggunakan *fly ash* dan abu sekam padi . Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi optimum berada pada beton geopolimer 100% FA : 0% ASP dengan nilai kuat tekan 395,643 kg/cm² pada umur beton 28 hari. Sedangkan variasi lainnya terjadi penurunan kuat tekan terhadap beton normal. Jadi, variasi beton geopolimer 100% FA : 0% ASP mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dikarenakan bahan pengganti semen yang digunakan (100% *fly ash*) mengandung komposisi kimia yang tepat sehingga dapat bereaksi dengan larutan alkaline dengan baik. Sedangkan abu sekam padi mengandung komposisi yang kurang tepat untuk direaksikan dengan larutan alkaline.

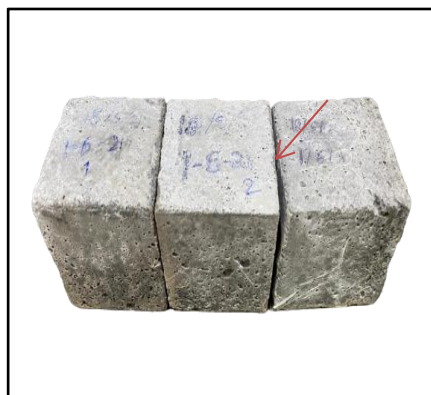
2.2 Mortar

Mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air dengan komposisi tertentu. (Tjokrodinuljo, 2007:79). Adapun macam jenis mortar adalah :

1. Mortar lumpur (*mud mortar*) yaitu Mortar dengan bahan perekat tanah.
2. Mortar kapur yaitu mortar dengan bahan perekat kapur.
3. Mortar semen yaitu mortar dengan bahan perekat semen.

Sejarah mortar

Sebelum mengenal beton seperti sekarang, ribuan tahun yang lalu, pada tahun 12000 sampai 6000 sebelum Masehi pertama kali digunakan *lime* mortar di Cyprus, Yunani, dan Timur Tengah. Pengetahuan tertua tentang mortar ditemukan di Timur Tengah pada tahun 5600 sebelum Masehi. Pada abad ke-26 sebelum Masehi, Bangsa Mesir telah menggunakan campuran jerami dengan gypsum, dan semen kapur sebagai pengikat batu kering untuk membangun konstruksi Piramida. Pada awal abad ke-19 merupakan awal penggunaan mortar secara lebih intensif (G. Nawy, 1998). Pada tahun 1824, Joseph Aspdin melakukan suatu eksperimen dimana menghasilkan kesimpulan bahwa semen yang terbuat dari batu kapur (*limestone*) dengan kandungan tanah liat akan mengalami proses pengerasan apabila dicampurkan dengan air. Semen inilah yang kemudian dikenal dengan *Portland Cement* (PC) sebagai material penyusun beton normal sekarang ini.



Gambar 2.1 Bentuk Benda Uji Kuat Tekan Mortar Normal

(Sumber : Dokumentasi Pengujian)

2.2.1 Kelebihan dan Kekurangan Mortar

- a. Adapun yang menjadi kelebihan pada mortar tersebut (Kantius Wenda,2018) adalah :
 - Memiliki kuat tekan yang lebih tinggi.
 - Daya serap terhadap air yang lebih kecil.
 - Mudah disimpan
 - Daya rekat yang baik
 - Sudah memiliki pedoman pencampuran
 - Mempunyai waktu yang singkat untuk mortar menjadi keras
- b. Adapun yang menjadi kekurangan pada mortar tersebut (Kantius Wenda,2018) adalah :
 - Tidak mempunyai daya tahan pada panas
 - Menghasilkan 6-8 % Karbondioksida dan emisi gas yang berbahaya bagi dunia.
 - Pengaturan komposisi yang tidak bisa dimodifikasi
 - Distribusi yang terbatas

2.2.2 Material Penyusun Mortar

Berdasarkan material penyusunnya mortar terdiri dari yaitu semen portland, agregat halus, air dan juga zat additive & admixture lainnya berdasarkan keperluan dan kepentingan mortar tersebut. Pada penelitian ini tidak menggunakan zat adictive dalam pembuatan mortar. Perlu di ketahui juga bahwa kekuatan mortar juga dipengaruhi oleh material penyusun itu sendiri.

1. Semen Portland

Semen Portland pertama kali di temukan pada tahun 1824 oleh Joseph Aspdin. Semen Portland (PC) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat – silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (SNI 15- 2049- 1994).

Semen disebut juga hidraulik binder (perekat hidraulik), yang mempunyai arti senyawa - senyawa di dalam semen dapat bereaksi oleh adanya air (hidrasi) membentuk zat baru yang dapat mengikat benda - benda padat lainnya

membentuk satu kesatuan masa yang kompak, padat, dan keras (Banerjea, 1980). Hidrasi senyawa semen bersifat eksotermal (mengeluarkan panas). Panas hidrasi adalah jumlah panas (dalam Joule) per gram semen yang belum terhidrasi, yang dikeluarkan sampai terjadi hidrasi yang komplit pada temperatur tertentu. Jumlah air yang dibutuhkan agar terjadi reaksi hidrasi :

Tabel 2.1. Rasio air terhadap senyawa kimia semen

Senyawa kimia Porsen dari berat semen (%)	Senyawa kimia Porsen dari berat semen (%)
C3S	C3S
24	24
C2S	C2S

Jenis Jenis Semen Portland :

Ada berbagai jenis semen berdasarkan perbedaan komposisinya menurut ASTM C- 150 :

- a. Jenis I (*Normal portland cement*).
- b. Jenis II (*high –early –strenght Portland cement*)
- c. Jenis type III (*Modifid portland cement*).
- d. Jenis type IV (*Low heat portland cement*)
- e. Jenis V (*Sulfate resisting portland cement*)

Tabel 2.2. Jenis- jenis Semen Portland menurut ASTM C- 150

Tipe –tipe semen	Kandungan senyawa	Sifat semen bila bereaksi bila dengan air	penggunaan
Tipe- I (<i>ordinary Portland cement</i>)	– C2S : 48- 52% – C3A : 10 -15%	Tidak berpengaruh pada panas hidrasi dan sulfat dari lingkungan	– Trotoar jalan – Rumah – Jembatan kecil – Struktur rel kereta api

			– Got atau saluran air
Tipe- II (<i>moderate heat cement</i>)	– C3A : 8% – C3S : 40- 45%	– Menimbulkan panas hidrasi sedang – Tahan sulfat (tahan asam)	– Dermaga – Pangkal jembatan (<i>abutment</i>) – Bangunan dinding penahan (<i>retaining wall</i>)
Tipe- III (<i>high early strength cement</i>)	– C3S : > 55% – C3A : > 12%	– Cepat mengeras – Menimbulkan panas hidrasi rendah	– Pembangunan bangunan di daerah bertemperatur rendah
Tipe IV (<i>low heat cement</i>)	– C3A : 7% – C3S : 35% – C2S : 40- 50%	– Menimbulkan panas hidrasi rendah – Mencegah peningkatan temperatur yang berlebihan (keretakan)	– Pembangunan dam /bendungan
Tipe- V (<i>sulfate resistance cement</i>)	– C3A : 5%	– Tahan sulfat (tahan asam)	– Pembangunan reaktor nuklir – Pembangunan bangunan lepas panta

Jenis semen yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis type I.



Gambar 2.2 Semen Portland

(Sumber : Dokumentasi Pengujian)

2. Agregat Halus

Berdasarkan sumber SNI 03-6820-2002, Agregat halus adalah sebagai bentuk pasir alam hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5 mm. Pasir dapat dibedakan lagi menjadi :

- Pasir halus : diameter 0 - 1 mm atau tertahan saringan no.200
- Pasir kasar : Diameter 1 - 5 mm atau lolos saringan no.4



Gambar 2.3 Agregat Halus

(Sumber : Dokumentasi Pengujian)

3. Air

Air merupakan bahan dasar penyusun mortar yang paling berperan dan paling mudah ditemukan. Air berfungsi sebagai bahan pengikat dan bahan pelumas diantara butir-butir agregat serta berperan untuk mempermudah proses pencampuran dan pengerjaan adukan mortar (*workability*).



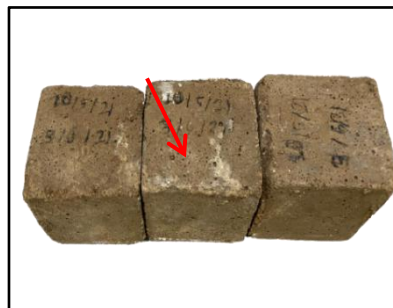
Gambar 2.4 Air

(Sumber : Internet)

2.3 Mortar Geopolymer

Geopolymer merupakan bahan pengikat yang berasal dari bahan alami dan telah mengalami reaksi polimerisasi dalam proses pengoperasiannya yang biasa dikembangkan sebagai alternatif pengganti beton semen di masa mendatang (Davidovits, 1994). Sebagai terobosan baru, kini berhasil ditemukan jenis material beton baru “Geopolimer” yang konon lebih ramah lingkungan. Bahan dasar utama *geopolymer*, adalah bahan yang banyak mengandung silikon dan aluminium yang tinggi. Kebutuhan akan tingginya kandungan oksida silika dan aluminium disebabkan karena oksida ini merupakan bahan utama yang akan mengalami proses polimerisasi yang menghasilkan binder atau pengikat dalam beton *geopolymer*. Unsur unsur ini, diantaranya banyak terdapat pada material buangan hasil sampingan industri, seperti abu terbang (*fly ash*). Davidovits telah memperkenalkan jenis material yang memiliki komposisi kimia mirip *zeolite* tetapi memiliki mikrostruktur yang *amorf* yang kemudian olehnya diberi nama *geopolymer* yang dihasilkan melalui *geochemistry*, karena merupakan sintesis bahan-bahan alam non organik lewat proses polimerisasi. Selama proses sintesa, atom Si dan Al menyatu dan membentuk blok yang secara kimia memiliki struktur yang sangat mirip dengan batu alam.

Bahan-bahan utama yang diperlukan dalam proses *geopolymer* ini adalah bahan-bahan yang mengandung unsur-unsur silika dan aluminium. Unsur tersebut dapat didapati di antaranya pada material buangan seperti abu terbang dari sisa pembakaran batu bara.



Gambar 2.5 Bentuk Benda Uji Kuat Tekan Mortar Geopolymer

(Sumber : Dokumentasi Pengujian)

2.3.1 Kelebihan dan Kekurangan Mortar Geopolimer

- a. Adapun Kelebihan Mortar geopolimer (Frantisek Skvara,dkk, 2006) :
 - Tahan terhadap api
 - Tahan terhadap lingkungan korosif
 - Tahan terhadap reaksi alkali silica
 - Tidak menggunakan semen sebagai bahan perekatnya, maka dapat mengurangi polusi udara
 - Mempunyai rangkang susut yang kecil
- b. Adapun Kekurangan Mortar Geopolimer :
 - Pembuatan Mortar geopolymer lebih rumit dibandingkan Mortar semen, karena membutuhkan alkaline activator
 - Belum ada rancang campuran yang pasti.

2.3.2 Material Penyusun Mortar Geopolimer

Berdasarkan material penyusunnya mortar geopolimer terdiri dari yaitu prekursor dan aktivator. Yang di maksud dari prekursor ialah abu terbang (*fly ash*). sedangkan aktivator adalah larutan alkali. Dan untuk zat additive dan addmixture digunakan berdasarkan keperluan dan kepentingan mortar tersebut. Pada penelitian ini tidak menggunakan zat adictive dalam pembuatan mortar. Perlu di ketahui juga bahwa kekuatan mortar juga dipengaruhi oleh material penyusun itu sendiri.

1. Agregat Halus

Agregat halus atau pasir memiliki berbagai macam jenis. Salah satunya adalah pasir alami yang berasal dari sungai atau hasil pemecahan batu. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Tanjung Raja, Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Maka kualitas agregat halus juga berpengaruh terhadap kualitas mortar. Sifat-sifat yang signifikan pada agregat halus adalah kadar air, penyerapan air, kepadatan, dan kandungan organik memberikan pengaruh terhadap kekuatan serta ketahanan mortar. Agregat halus merupakan agregat yang ukuran butirnya lebih kecil dari ayakan No. 4 (4,75 mm) dan lebih besar dari ayakan No. 200 (0,075 mm) berdasarkan SNI 03- 1968-1990 .

2. Abu Terbang

Abu terbang (*fly ash*) merupakan sisa dari hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik. Abu terbang mempunyai titik lebur sekitar 1300 °C dan mempunyai kerapatan massa (densitas), antara 2.0 – 2.5 g/cm³. Abu terbang adalah salah satu residu yang dihasilkan dalam pembakaran dan terdiri dari partikel-partikel halus. Abu yang tidak naik disebut *bottom ash*. Dalam dunia industri, abu terbang biasanya mengacu pada abu yang dihasilkan selama pembakaran batu bara. Abu terbang umumnya ditangkap oleh pengendap elektrostatik atau peralatan filtrasi partikel lain sebelum gas buang mencapai cerobong asap batu bara pembangkit listrik, dan bersama-sama dengan *bottom ash* dikeluarkan dari bagian bawah tungku dalam hal ini bersama-sama dikenal sebagai abu batu bara. Tergantung pada sumber dan tampilan batu bara yang dibakar, komponen abu terbang bervariasi, tetapi semua abu terbang termasuk sejumlah besar silikon dioksida (SiO₂) (baik amorf dan kristal) dan kalsium oksida (CaO), kedua bahan endemik yang di banyak terdapat dalam lapisan batuan batu bara.

Berdasarkan ASTM C-618 2005, abu terbang ada tiga kelas, yaitu kelas C, N dan F. Abu terbang kelas C memiliki jumlah kandungan SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ minimal 50% dan kandungan CaO lebih dari 10%. Abu terbang kelas N memiliki jumlah kandungan SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ minimal 70% dan kandungan CaO lebih dari 10%. Sedangkan, abu terbang kelas F memiliki jumlah kandungan SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ minimal 70% dan kandungan CaO kurang dari 10%. Abu terbang kelas F adalah abu terbang rendah kalsium dengan kandungan CaO kurang dari 10%. Oleh karena itu, abu terbang kelas F cocok untuk dibuat geopolimer karena mengandung silika dan alumina tinggi serta kalsium rendah sehingga dapat bereaksi baik dengan alkali membentuk ikatan polimerisasi. Berikut ini merupakan sifat fisik dari *Fly Ash (ACI Manual of Concrete Practise 1993 Parts 1 226. 3R-6)* :

- a. *Spesific Gravity* : 2.2 – 2.8
- b. Ukuran : ϕ 1 mikron - ϕ 1 mm, dengan kehalusan 70% - 80% melewati saringan no. 200 (75 mikron)

- c. Kehalusan : % tertahan ayakan 0.075 mm 3.5
 % tertahan ayakan 0.045 mm 19.3
 % sampai ke dasar 77.22



Gambar 2.6 Abu Terbang (*Fly Ash*) Kelas F
 (Sumber : Internet)

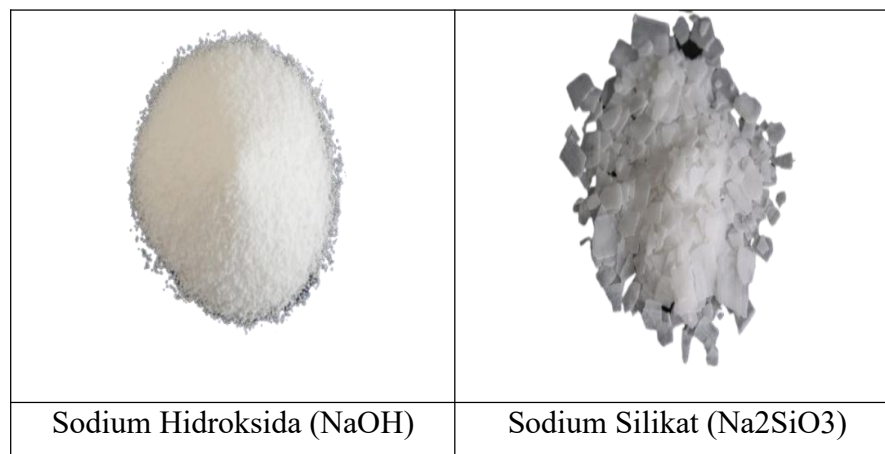
3. Air

Air merupakan komponen penting dalam pembuatan mortar untuk proses hidrasi, reaksi kimiawi dengan semen dan sebagai pelumas pada campuran mortar agar mudah pengerjaannya. Pada umumnya, air yang digunakan adalah aquades. Berdasarkan SKSNI S-04-1989-F (1989: 23) . Air yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan air dari laboratorium jurusan Teknik Sipil ,Politeknik Negeri Sriwijaya standar air yang digunakan pada campuran mortar adalah air dengan pH normal = 7, tidak mengandung senyawa-senyawa yang tercemar, tidak mengandung ion klorida > 0,5 gr/l dan tidak mengandung senyawa sulfat > 1 gr/l. Jumlah air terlalu banyak menyebabkan gelembung udara setelah proses hidrasi selesai. Namun, apabila jumlah air terlalu sedikit menyebabkan proses hidrasi tidak selesai. Oleh karena itu, intensitas penggunaan air harus sesuai dengan target kekuatan yang diinginkan.

4. Larutan Alkali Aktivator

Reaksi polimerisasi yang terjadi pada geopolimer berasal dari larutan alkali aktivator. Larutan alkali aktivator merupakan campuran sodium silikat (Na_2SiO_3) dan sodium hidroksida (NaOH). Larutan aktivator sangat berpengaruh untuk menghasilkan kekuatan yang terbaik sehingga diperlukan kombinasi yang sesuai. Sodium silikat berfungsi sebagai katalis untuk meningkatkan kecepatan reaksi polimerik dan sebagai perekat antara material lain sehingga membantu

dalam pembentukan pasta mortar. Sedangkan, sodium hidroksida berfungsi untuk mereaksikan silika dan alumina dari abu terbang sehingga dihasilkan ikatan polimerik yang kuat. Sodium hidroksida secara alami berbentuk padatan dan biasanya tersedia dalam bentuk serpihan, butiran ataupun larutan. Sodium hidroksida juga larut dengan cepat di dalam air dan melepaskan panas ketika dilarutkan. Sedangkan, sodium silikat dikenal dengan natrium *metasilicate* (*waterglass*). Zat ini berbentuk kristal yang dapat larut dalam air menghasilkan larutan alkali aktivator. Perbandingan antara sodium silikat dan sodium hidroksida pada suatu larutan alkali aktivator disebut modulus aktivator (Ms).



Gambar 2.7 Larutan Aktivator

(Sumber : Internet)

2.4 Klasifikasi dan Mutu Mortar

Klasifikasi dan mutu mortar berguna untuk menjadi pedoman dalam kebutuhan mortar pada konstruksi. Agar pada saat membutuhkan mortar sebagai material pada konstruksi tidak membuat kegagalan pada konstruksi itu sendiri.

2.4.1 Klasifikasi Mortar

Spesifikasi sifat mortar yang disiapkan di laboratorium harus terdiri dari suatu bahan pengikat bersifat semen, agregat dan air seluruhnya harus memenuhi

persyaratan bahan. Menurut ASTM C270 dan SNI 6882:2014 standar mortar berdasarkan kekuatannya dibedakan sebagai berikut:

a. Mortar tipe M

Mortar tipe M adalah adukan dengan kuat tekan yang tinggi dipakai untuk tembok bata bertulang, tembok dekat dengan tanah/pasangan pondasi. Nilai kuat tekan minimumnya 175 kg/cm².

b. Mortar tipe S

Mortar tipe S adalah adukan kuat tekan sedang dipakai bila tidak disyaratkan menggunakan mortar tipe M. Nilai kuat tekan minimumnya adalah 124 kg/cm².

c. Mortar tipe N

Mortar tipe N adalah adukan dengan kuat tekan sedang untuk pasangan terbuka diatas tanah. Nilai kuat tekan minimumnya adalah 52,5 kg/cm².

d. Mortar tipe O

Mortar tipe O adalah adukan dengan kuat tekan rendah yang dipakai pada tembok yang tidak menahan beban tekan tidak lebih dari 7 kg/cm². Nilai kuat tekan minimumnya adalah 24,5 kg/cm².

e. Mortar tipe K

Mortar tipe K adalah adukan dengan kuat tekan rendah dipakai untuk dinding yang terlindung dan tidak menahan beban. Nilai kuat tekan minimumnya adalah 5,25 kg/cm².

2.4.2 Persyaratan Spesifikasi Mortar

Persyaratan spesifikasi sifat mortar yang disiapkan di laboratorium harus terdiri dari suatu bahan pengikat bersifat semen, agregat dan air seluruhnya harus memenuhi persyaratan bahan agar bisa menghasilkan mutu yang baik pada mortar tersebut pada pembuatan. Menurut SNI 6882:2014 standar mortar berdasarkan kekuatannya dibedakan sebagai berikut:

Tabel 2.3 Spesifikasi Mortar

Mortar	Tipe	Kekuatan tekan rata-rata pada umur 28 hari,min,MPa (psi)	Retensi air,min,%	Kadar Udara Maks,% ^B	Rasio agregat (diukur didalam kondisi lembab lepas)
Semen-kapur	M	17,2 (2 500)	75	12	Tidak kurang dari $2 \frac{1}{4}$ Dan tidak lebih dari $3 \frac{1}{2}$ Jumlah dari volume-volume terpisah dari material sementisius.
	S	12,4 (1 800)	75	12	
	N	5,2 (750)	75	14 ^c	
	O	2,4 (350)	75	14 ^c	
Semen mortar	M	17,2 (2 500)	75	12	
	S	12,4 (1 800)	75	12	
	N	5,2 (750)	75	14 ^c	
	O	2,4 (350)	75	14 ^c	
Semen pasangan	M	17,2 (2 500)	75	18	
	S	12,4 (1 800)	75	18	
	N	5,2 (750)	75	20 ^D	
	O	2,4 (350)	75	20 ^D	

(Sumber : SNI 6882:2014,2014)

2.5 Sifat Mortar

Sifat-Sifat Mortar Untuk keperluan perancangan dan pelaksanaan struktur beton, maka pengetahuan tentang sifat-sifat adukan mortar maupun sifat-sifat mortar setelah mengeras perlu diketahui. sifat-sifat dari mortar antara lain:

a. Keawetan (*Durability*)

Merupakan kemampuan mortar bertahan seperti kondisi yang direncanakan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu yang telah direncanakan. Dalam hal ini perlu pembatasan nilai faktor air semen (*fas*) maupun pembatasan dosis minimum yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan.

b. Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan dari mortar untuk memikul atau menahan beban maupun gaya-gaya mekanis sampai terjadi kegagalan. Nilai kuat tekan mortar didapatkan melalui tata cara pengujian standart, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji sampai retak atau hancur.

c. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas mortar adalah perbandingan antar kuat tekan mortar dengan regangan . Biasanya ditentukan pada 25 % - 30 % .

d. Kelecekan (*workability*)

Kelecekan (*workability*) adalah sifat-sifat adukan mortar yang ditentukan oleh kemudahan dalam pencampuran, pengangkutan, pemadatan, dan finishing. Dengan kata lain kelecekan adalah besarnya kemudahan kerja yang dibutuhkan untuk menghasilkan kompaksi penuh.

2.6 Aplikasi Mortar Geopolimer

Menurut Davidovits, geopolimer dapat diaplikasikan pada berbagai lapangan industri seperti automobil, *aerospace*, metalurgi dan pengecoran bukan besi, teknik sipil dan industri plastik. Tipe dari aplikasi material - material geopolimer ditentukan oleh struktur kimia dalam hal ini adalah rasio atom Si : Al dalam *polysialate*. Rasio Si : Al yang rendah seperti 1,2, dan 3 menginisiasi jaringan 3D yang sangat kaku. Sementara rasio Si:Al yang lebih besar dari 15 menghasilkan karakter polimer dari material geopolimer tersebut. Kebanyakan aplikasi geopolimer pada bidang teknik sipil cocok pada rasio Si: Al yang rendah. Satu dari bidang yang potensial dari aplikasi material geopolimer adalah pada manajemen limbah beracun karena geopolimer berperilaku seperti material zeolit yang dikenal baik akan kemampuannya untuk menyerap limbah kimia beracun. Comrie dan rekan- rekan juga memberikan gambaran dan hasil pengujian yang relevan dari potensi penggunaan teknologi geopolimer dalam manajemen limbah beracun. Berdasarkan pengujian menggunakan GEOPOLYMITE 5.0, mereka merekomendasikan geopolymer dapat digunakan dalam proses penyimpanan limbah beracun. GEOPOLYMITE 5.0 adalah merek dagang dari cordi-Geopolymere SA, sebuah tipe pengikat geopolimer yang dibuat dari berbagai macam *alumina silicate precondensate* dengan *alkali hardener*. Tabel. 2.8. Aplikasi- aplikasi Material Geopolimer berdasarkan rasio Si: Al

Tabel 2.4 Aplikasi- aplikasi Material Geopolimer berdasarkan rasio Si: Al

Si:Al ratio	Applications
1	- Bricks - Ceramics - Fire protection
2	- Low CO ₂ cements and concretes - Radioactive and toxic waste encapsulation
3	- Fire protection fibre glass composite - Foundry equipments - Heat resistant composites, 200°C to 1000°C - Tooling for aeronautics titanium process
>3	- Sealants for industry, 200°C to 600°C - Tooling for aeronautics SPF aluminium
20 - 35	- Fire resistant and heat resistant fibre composites

2.7 Aplikasi Mortar Semen

Mortar semen juga termasuk bahan yang sering digunakan pada bidang konstruksi, penggunaan mortar pada bidang konstruksi termasuk banyak berdasarkan kebutuhan pada konstruksi itu sendiri ,umumnya ada 5 macam penggunaan mortar yaitu :

- *Thinbed Mortar*/Perekat Bata Ringan

Mortar bata ringan biasa disebut oleh pekerja bangunan atau mandor dengan lem hebel atau perekat bata ringan. Efisiensi penggunaan mortar ini sangat tinggi dibanding semen konvensional. Karena biasanya pekerja bangunan (kuli) cukup mengoles tipis mortar untuk bisa merekatkan bata ringan. Berbeda dengan semen konvensional yang biasanya harus tebal untuk bisa merekatkan bata merah.

- Plester Dinding

Lain hal dengan mortar perekat bata ringan yang khusus digunakan untuk bata ringan, tapi tidak bisa kalau diaplikasikan untuk bata merah. Kalau mortar jenis plester dinding ini bisa diaplikasikan untuk memplester dinding bata ringan, bata merah, atau batako.

- Acian Instan

Mortar jenis ini sudah dikhususkan untuk menghaluskan permukaan dinding. Keuntungan mengaci dengan mortar yaitu lebih cepat kering, dinding lebih padat sehingga tidak akan menyerap zat cat sehingga warna dinding

nantinya bisa lebih terlihat, dan sangat minim retak rambut. Keuntungan lainnya yaitu tak perlu lagi diplamir sehingga lebih hemat biaya.

- Pemasang Keramik

Kalau ingin memasang keramik pada lantai atau pada dinding, maka gunakan mortar khusus untuk pemasangan keramik. Dengan menggunakan mortar, Anda akan meminimalisir rusaknya keramik karena mudah terlepas atau terangkat karena panas (popping). Mortar untuk pemasangan keramik ini memang sudah diformulasikan lebih kuat untuk merekatkan keramik.

- Bahan Tambal Perkerasan Jalan Rigid

Mortar dengan adukan tertentu digunakan sebagai pengisi pada perkerasan jalan rigid yang mengalami keretakan bertujuan untuk mengurangi atau mereduksi kerusakan pada beton.

2.8 Serat Fiber

Serat sebagai bahan tambah pada campuran mortar berfungsi untuk meningkatkan mutu kuat tekan pada mortar, sehingga besar kecil kekuatan bahan komposit sangat bergantung pada serat pembentuknya. Semakin kecil diameter serat maka akan semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material (Triyono dan Diharjo, 2000),serat dibedakan menjadi dua yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat alam adalah serat yang berasal dari alam yaitu berupa tumbuh-tumbuhan seperti serat eceng gondok, serabut kelapa, sonokeling, serat pohon pinang. Sedangkan serat sintetis adalah serat yang dibuat dari bahan-bahan anorganik dengan komposisi bahan kimia tertentu.

Pada umumnya serat sintetis yang kebanyakan digunakan adalah seperti serat gelas,nylon, kelvar, serat karbon dan lain-lain (Schwartz, 1984) erat dibedakan menjadi dua yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat alam adalah serat yang berasal dari alam yaitu berupa tumbuh-tumbuhan seperti serat eceng gondok, serabut kelapa, sonokeling, serat pohon pinang. Sedangkan serat sintetis adalah serat yang dibuat dari bahan-bahan anorganik dengan komposisi bahan kimia tertentu. Pada umumnya serat sintetis yang kebanyakan digunakan adalah seperti serat gelas,nylon, kelvar, serat karbon dan lain-lain (Schwartz, 1984)

Jenis serat yang sering digunakan untuk penulangan mortar adalah dari jenis *Chopped Strant Mat* adalah serat fiber glass yang tersusun dari bulu-bulu yang disatukan sehingga membentuk lembaran dan susunanya biasanya tidak beraturan atau acak. *Chopped Strant Mat* dapat dilihat pada Gambar 2.10

Dari hasil penelitian Usmento, dkk (2006) didapatkan hasil pemeriksaan berat jenis roving dari dua sampel yang dirata-rata diperoleh berat jenis sebesar 0,364.



Gambar 2.8 *Chopped Strant Mat*
(Sumber : Internet)

2.8.1 Kelebihan dan Kekurangan Serat Fiber pada Bahan Tambah Mortar

Pada penggunaan serat fiber sebagai bahan tambah dalam campuran mortar maka tentunya mempunyai kelebihan dan kekurangan yang juga bisa mempengaruhi

- a. Adapun Kelebihan Serat Fiber (Sulhan Agung,2011) :
 - Sangat mudah ditemukan di toko bangunan dll.
 - Harga yang terjangkau
 - Meningkatkan nilai kuat tekan uji mortar
 - Tahan terhadap benturan dan keretakan
- b. Adapun Kekurangan Serat Fiber (Sulhan Agung,2011) :
 - Tidak mampu menyerap air semen
 - Mudah terbakar
 - Titik lelehnya rendah
 - Kurang tahan lama (cepat menjadi getas)