

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PEMANFAATAN KAOLIN DESA TORAGET,
KABUPATEN MINAHASA TERHADAP KUAT TEKAN DAN
ABSORPSI MORTAR**

**Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Studi Pada
Program Studi Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Jurusan Teknik Sipil**

Disusun oleh :

ZAKHARIA RONDONUWU
12 012 016



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2016**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada dasarnya mortar merupakan campuran antara semen, agregat halus (pasir), dan air serta bahan tambahan apabila diperlukan untuk meningkatkan kualitas dari mortar tersebut. Mortar memiliki karakter kuat tekan yang besar, namun tidak sebesar kapasitas yang mampu ditahan oleh material beton (Velivati, 2010). Proses campuran *mix* desain suatu mortar sangat menentukan daya tahan tekan pada mortar, dikarenakan mortar sering digunakan dalam pelaksanaan konstruksi seperti untuk pemasangan batu kali pada pekerjaan pondasi telapak, pemasangan material penyusun dinding seperti bata merah, batako, dan *hollow brick*, dan lain sebagainya. Campuran mortar juga dapat dipergunakan untuk menghasilkan paving sebagai bahan yang digunakan dalam pekerjaan pembuatan jalan maupun sebagai akses bangunan, dimana paving tersebut dengan campuran mortar harus mampu menahan beban dari pejalan kaki maupun kendaraan yang akan melintasi paving tersebut.

Berkembangnya penggunaan bahan tambahan mineral atau material pozzolan dalam campuran mortar sudah sering digunakan untuk menghasilkan mortar dengan kuat tekan yang besar. Penelitian tentang penggunaan bahan khusus seperti abu terbang dan tambahan mineral lainnya sudah pernah dilakukan. Melihat potensi kaolin yang berada di Sulawesi Utara yang merupakan salah satu mineral tanah liat yang mengandung beberapa lapis aluminium silikat, dimana berdasarkan hasil pemeriksaan kimia dalam material kaolin dari sampel Desa Toraget terdapat 43,88% Silika (SiO_2), 38,79% Alumina (Al_2O_3) dan 0,42% Besi Oksida (Fe_2O_3), yang jika dijumlahkan persentasenya melebihi 70%. Sesuai standar *American Society for Testing and Materials (ASTM) C 618-04*, (*“Standar Specification for Fly Ash and Raw or Calcinated Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete”*), bila komposisi ketiga senyawa ini melebihi 70%, maka dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen.

Melihat potensi kaolin yang dimiliki oleh Provinsi Sulawesi Utara yang cukup melimpah dan komposisi senyawa yang berdasarkan ASTM C 618-04 bisa digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen, maka penggunaan kaolin dalam campuran mortar diharapkan bisa meningkatkan mutu mortar dari segi kekuatan, sehingga dapat mereduksi penggunaan semen dalam campuran *mix design*. Berdasarkan hal tersebut maka diangkatlah sebuah tulisan ilmiah dengan judul ***“Pengaruh Pemanfaatan Kaolin Desa Toraget, Kabupaten Minahasa Terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Mortar”***. Apabila penggunaan kaolin sebagai bahan pengganti sebagian semen dapat membuktikan adanya peningkatan kuat tekan terhadap mortar, maka diharapkan agar penggunaan kaolin dapat dikaji lebih lanjut untuk dapat diekspos sebagai sumber daya alam dari Provinsi Sulawesi Utara kepada dunia terlebih khusus untuk ilmu teknik sipil dalam lingkup penelitian dan pengaplikasian material.

1.2 Maksud

Maksud dari penulisan tugas akhir adalah untuk menganalisa pengaruh penggunaan kaolin Desa Toraget, Kabupaten Minahasa pada campuran mortar semen Portland berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, *absorpsi* (penyerapan), dan berat volume

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa nilai optimum dari kaolin sebagai bahan pereduksi penggunaan semen berdasarkan kekuatan tekan mortar.
2. Menganalisa pengaruh kaolin terhadap peningkatan kuat tekan mortar pada umur 3, 7, dan 28 hari.
3. Menganalisa pengaruh kaolin terhadap absorpsi mortar pada umur 3, 7, dan 28 hari.
4. Menganalisa pengaruh kaolin terhadap berat volume mortar.
5. Mendapatkan korelasi antara kuat tekan dan absorpsi mortar tanpa dan dengan menggunakan kaolin.

1.4 Pembatasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan spesifik, maka pengujian diperlukan waktu yang cukup lama dan biaya yang memadai untuk menunjang segala kebutuhan material dan peralatan yang akan digunakan, namun karena adanya keterbatasan dari semua hal tersebut maka penulisi membatasi masalah terhadap beberapa faktor berikut:

- a. Bahan pembentuk mortar:
 - 1) Semen *Portland Composite Cement*, merek Tonasa.
 - 2) Agregat halus: Pasir dari Desa Langsot Kecamatan Kema.
 - 3) Air berasal dari sumur bor lokasi laboratorium Uji Bahan dan Material Politeknik Negeri Manado.
 - 4) Bahan tambahan kimiawi berupa *Superplasticizer* merek Sikacim.
 - 5) Bahan tambahan mineral berupa kaolin dari Desa Toraget Kecamatan Langowan.
- b. Variasi pemakaian kaolin dengan prosentase 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat total semen.
- c. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan mortar dan pemeriksaan absorpsi mortar dengan umur pengujian sebagai berikut:
 - 1) Umur 3, 7, dan 28 hari untuk pengujian kuat tekan mortar.
 - 2) Umur 3, 7, dan 28 hari untuk pengujian absorpsi mortar.
- d. Bentuk benda uji setiap pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut:
 - a. Berbentuk kubus dengan ukuran 5cm×5cm×5cm.
 - b. Jumlah benda uji untuk kuat tekan mortar adalah 45 buah dan untuk jumlah benda uji absorpsi mortar adalah 30 buah.
- e. Penggunaan *superplasticizer* dalam penelitian ini tidak diteliti pengaruhnya yang diteliti hanya pengaruh metakaolin terhadap kuat tekan dan absorpsi mortar.
- f. Campuran dibuat mengikuti komposisi campuran mortar yang telah ditentukan sebelumnya.
- g. Penggunaan Campuran sesuai dengan Aturan yang ada.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penulisan tugas akhir sebagai berikut:

1. Studi Literatur yaitu mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan topik bahan melalui artikel, jurnal ilmiah, dan referensi dari berbagai buku.
2. Studi Konsultasi yaitu melakukan berbagai tanya jawab dengan pihak dosen pembimbing dan pihak-pihak lain yang memahami materi topik tugas akhir ini.
3. Pengujian Laboratorium terhadap karakteristik agregat dan pengujian mortar yang dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Politeknik Negeri Manado.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan dalam pembahasan dan uraian yang lebih terperinci, maka tugas akhir dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini diuraikan mengenai latar belakang, maksud dan tujuan, pembatasan masalah, metodologi penulisan yang digunakan serta sistematika penulisan tugas akhir

BAB II DASAR TEORI

Bab ini berisi teori-teori yang menunjang penelitian yang dilakukan dan dipaparkan pada bab selanjutnya.

BAB III PEMBAHASAN

Bab ini berisi metode pelaksanaan pengujian mortar dan hasil dari pengujian yang dilakukan.

BAB IV PENUTUP

Bab ini merupakan bagian penutup dari tugas akhir yang berisi kesimpulan dan saran yang menjadi jawaban dari permasalahan yang dibahas.

DAFTAR PUSTAKA

Berisikan refrensi yang dipakai sebagai penunjang dalam penyusunan tugas akhir.

LAMPIRAN

Berisikan data-data pengujian yang dilakukan dan dokumentasi kegiatan penelitian.

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Mortar

Menurut SNI 03-6825-2002 mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), air suling dan semen Portland dengan komposisi tertentu. Bahan pengikat antara semen dan air bereaksi secara kimia, sehingga membuat suatu bahan yang padat dan tahan lama. Syarat mortar untuk bahan adukan adalah cukup plastis, sehingga mudah untuk dikerjakan, dapat menghasilkan rekatan dan lekatan yang baik, dapat membagi tegangan tekan secara merata serta tahan lama.

Secara umum, mortar adalah bahan bangunan berupa adukan semen yang biasa digunakan dalam pekerjaan tukang batu yaitu sebagai plesteran. Fungsi utama mortar adalah menambah lekatan dan ketahanan ikatan dengan bagian-bagian penyusun suatu konstruksi. Kekuatan mortar tergantung pada kohesi pasta semen terhadap partikel agregat halusnya. Mortar mempunyai nilai penyusutan yang relatif kecil. Mortar harus tahan terhadap penyerapan air serta kekuatan gesernya dapat memikul gaya-gaya yang bekerja pada mortar tersebut. Jika penyerapan air pada mortar terlalu besar/cepat, maka mortar akan mengeras dengan cepat dan kehilangan ikatan adhesinya (Simanullang 2014). Pengertian lain menurut *Miriam Webster Dictionary*, mortar adalah bahan bangunan lentur (seperti campuran semen, kapur atau gipsum dengan pasir & air) yang dapat mengeras dan bahan tersebut biasanya digunakan pada pekerjaan batu atau pekerjaan plesteran.

Campuran mortar sering dipergunakan sebagai perekat untuk pekerjaan konstruksi seperti pemasangan dinding yang digunakan sebagai isian antara material pembentuk dinding, dan pekerjaan pondasi jalur sebagai perekat untuk material batu kali. Campuran mortar juga digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan plesteran dinding, apabila plesteran dilakukan pada ruangan dengan fungsi kamar mandi atau toilet, maka campuran tersebut harus dapat tahan terhadap kelembaban yang dihasilkan dalam ruangan tersebut. Perbandingan semen dan pasir yang pada umumnya digunakan dalam pembuatan mortar adalah 1:3 (SNI 2837:2008), dimana perbandingan ini sering

diaplikasikan dalam pelaksanaan pekerjaan plesteran dinding. Plesteran dapat dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan sifat dari plesteran tersebut sebagai berikut: (Daryanto, 1994 dalam Husin 2003):

1. Plesteran kasar, digunakan untuk melapisi permukaan baru bata atau pasangan batu belah yang tidak terlihat dari luar, misalnya tembok yang diatas rangka plafon.
2. Plesteran setengah halus atau setengah kasar, digunakan untuk permukaan lantai gudang, lantai lapangan olah raga, lantai teras, lantai kamar mandi dan sebagainya.
3. Plesteran halus, digunakan sebagai pelapis tembok-tembok rumah, dalam hal ini langsung berhubungan dengan keindahan dan kerapian pandangan

2.1.1 Tipe-tipe Mortar

Mortar ditinjau dari bahan pembentuknya dapat dibedakan menjadi empat tipe, yaitu: mortar lumpur (*mud mortar*), mortar kapur, mortar semen dan mortar khusus. Selanjutnya tipe-tipe mortar tersebut diuraikan sebagai berikut (Tjokrodimuljo, 1996 dalam Veliyati 2010):

1. Mortar Lumpur, adalah mortar dibuat dari campuran pasir, tanah liat atau lumpur dan air. Pasir, tanah liat dan air tersebut dicampur sampai rata dan mempunyai konsistensi yang cukup baik. Jumlah pasir harus diberikan secara tepat untuk memperoleh adukan yang baik. Terlalu sedikit pasir menghasilkan mortar yang retak – retak setelah mengeras sebagai akibat besarnya susutan pengeringan dan juga dapat menyebabkan adukan kurang dapat melekat. Mortar ini biasa dipakai sebagai bahan tembok atau bahan tungku api.
2. Mortar Kapur, dibuat dari campuran pasir, kapur dan air. Kapur dan pasir mula – mula dicampur dalam keadaan kering, kemudian ditambahkan air. Air ditambahkan secukupnya agar diperoleh adukan yang cukup baik (mempunyai konsistensi baik). Selama proses pengerasan kapur mengalami susutan, sehingga jumlah pasir dipakai dua kali atau tiga kali volume kapur. Mortar ini biasanya digunakan untuk pembuatan tembok bata.

3. Mortar Semen, dibuat dari campuran pasir, semen portland, dan air dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan volume pasir antar 1:3 hingga 1:6 atau lebih besar. Mortar ini kekuatannya lebih besar daripada mortar lumpur dan mortar kapur, karena mortar ini biasanya dipakai untuk tembok, pilar kolom atau bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini kedap air, maka dapat dipakai pula untuk bagian luar dan bagian yang berada di bawah tanah. Semen dan pasir mula – mula dicampur secara kering sampai merata di atas tempat yang rata dan kedap air. Kemudian sebagian air yang diperlukan ditambahkan dan diaduk kembali, begitu seterusnya sampai air yang diperlukan tercampur sempurna.
4. Mortar khusus, yang mana dibuat dengan menambahkan *asbestos*, *fibers*, *jute fibers* (serat rami), butir – butir kayu, serbuk gergaji kayu dan sebagainya. Mortar ini digunakan untuk bahan isolasi panas atau peredam suara. Mortar tahan api, diperoleh dengan menambahkan bubuk bata api dengan aluminos semen, dengan membandingkan volume satu aluminous semen dan bubuk bata api. Mortar ini biasa dipakai untuk tungku api dan sebagainya

Berdasarkan ASTM C270, *Standard Specification for Mortar for Unit Masonry*, mortar untuk adukan pasangan dapat dibedakan atas 5 tipe, yaitu:

1. Mortar Tipe M
Mortar tipe M merupakan campuran dengan kuat tekan yang tinggi yang direkomendasikan untuk pasangan bertulang maupun pasangan tidak bertulang yang akan memikul beban tekan yang besar.
2. Mortar Tipe S
Mortar tipe ini direkomendasikan untuk struktur yang akan memikul beban tekan normal tetapi dengan kuat lekat lentur yang diperlukan untuk menahan beban lateral besar yang berasal dari tekanan tanah, angin dan beban gempa. Karena keawetannya yang tinggi, mortar tipe S juga direkomendasikan untuk struktur pada atau di bawah tanah, serta yang selalu berhubungan dengan tanah, seperti pondasi, dinding penahan tanah, perkerasan, saluran pembuangan dan *mainhole*.

3. Mortar Tipe N

Tipe N merupakan mortar yang umum digunakan untuk konstruksi pasangan di atas tanah. Mortar ini direkomendasikan untuk dinding penahan beban interior maupun eksterior. Mortar dengan kekuatan sedang ini memberikan kesesuaian yang paling baik antara kuat tekan dan kuat lentur, workabilitas, dan dari segi ekonomi yang direkomendasikan untuk aplikasi konstruksi pasangan umumnya.

4. Mortar Tipe O

Mortar tipe O merupakan mortar dengan kandungan kapur tinggi dan kuat tekan yang rendah. Mortar tipe ini direkomendasikan untuk dinding interior dan eksterior yang tidak menahan beban struktur, yang tidak menjadi beku dalam keadaan lembab atau jenuh. Mortar tipe ini sering digunakan untuk pekerjaan setempat, memiliki workabilitas yang baik dan biaya yang ekonomis.

5. Mortar Tipe K

Mortar tipe K memiliki kuat tekan dan kuat lekat lentur yang sangat rendah. Mortar tipe ini jarang digunakan untuk konstruksi baru, dan direkomendasikan dalam ASTM C270 hanya untuk konstruksi bangunan lama yang umumnya menggunakan mortar kapur.

Spesifikasi masing - masing tipe sesuai ASTM C270 diperlihatkan dalam Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.1 Persyaratan Spesifikasi Proporsi Mortar

Mortar	Tipe	Campuran dalam volume (bahan bersifat semen)				Rasio agregat (Pengukuran pada kondisi lembab atau gembur)
		Semen Portland/ semen Giling	Semen Pasangan		Kapur Padam atau kapur Pasta	
Kapur Semen	M	1			$\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{4}$ – 3 kali jumlah volume bahan bersifat semen
	S	1			$>1/4-1/2$	
	N	1			$>1/4-1^{1/2}$	
	O	1			$>1^{1/4}-2^{1/2}$	
Semen Pasangan	M	1		1		2 $\frac{1}{4}$ - 3 kali jumlah volume bahan bersifat semen
	M		1			
	S	$\frac{1}{2}$		1		
	S		1			
	N			1		
O			1			

(Sumber : ASTM C 270)

2.1.2 Sifat-sifat Mortar

Sifat-sifat mortar yang baik adalah sebagai berikut (Tjokrodinuljo,1996 dalam Veliyati 2010):

1. Murah
2. Tahan lama (awet)
3. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkat, dipasang, diratakan)
4. Melekat dengan baik dengan bata merah, batu dan sebagainya.
5. Cepat mengering/mengeras
6. Tahan terhadap rembesan air.
7. Tidak timbul retak-retak setelah mengeras.

Adukan mortar berdasarkan tujuannya dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Adukan untuk pasangan, yang biasa digunakan untuk merekat bata atau sejenisnya membentuk konstruksi tembok.
2. Adukan plesteran, yang dipakai untuk menutup permukaan tembok atau untuk meratakan tembok.

Tujuan tersebut disesuaikan dengan penggunaan bahan untuk konstruksi tembok, sebagai contoh untuk penggunaan bahan bata campuran yang digunakan berbeda dengan penggunaan bahan *hollow brick* yang mengakibatkan campuran adukan untuk pasangan

berbeda. Adukan untuk pasangan akan banyak menerima beban dibandingkan dengan adukan yang digunakan sebagai plesteran, sehingga adukan untuk pasangan harus mampu untuk menahan beban tekan, beban lentur dan beban tarik. Demikian pula untuk adukan plester, adukan ini menahan beban relatif kecil, tetapi sifat keawetannya perlu diperhatikan, dalam artian tahan terhadap pengaruh luar, baik perubahan suhu ataupun pengaruh lainnya. Selain susunan bahan, yang perlu diperhatikan adalah sifat dari mortar itu sendiri pada waktu dikerjakan. Kebutuhan air sangat mempengaruhi kemudahan pengerjaan mortar. Maka dari itu sebelum mortar dipakai, terlebih dahulu dipelajari sifat-sifatnya, baik untuk adukan pasangan maupun untuk adukan plesteran.

Tabel 2.2 Persyaratan Spesifikasi Sifat Mortar

Mortar	Tipe	Kuat tekan rata-rata 28 hari Min (MPa)	Retensi Air Min (%)	Kadar Udara Maks (%)	Rasio agregat (Pengukuran pada kondisi lembab dan gembur)
Kapur Pasangan	M	2500 (17,2)	75	12	Tidak kurang dari 2 $\frac{1}{4}$ dan tidak lebih dari 3 $\frac{1}{2}$ kali jumlah dari volume terpisah dari bahan semen
	S	1800 (12,4)	75	12	
	N	750 (5,2)	75	14	
	O	350 (2,4)	75	14	
Semen Pasangan	M	2500 (17,2)	75	18	
	S	1800 (12,4)	75	18	
	N	750 (5,2)	75	20	
	O	350 (2,4)	75	20	

(Sumber : ASTM C 270)

2.2 Bahan-bahan Dasar Mortar

2.2.1 Semen

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik disektor konstruksi sipil. Ketika air ditambahkan ke dalam campuran semen, proses kimiawi yang disebut hidrasi akan berlangsung. Senyawa kimia di dalam semen akan bereaksi dengan air dan membentuk komponen baru. Adapun empat senyawa dari semen yaitu (Tjokrodimulyoo 1994 dalam Sadham 2015) :

- a) Trikalsium Silikat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)

- b) Dikalsium Silikat ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$)
- c) Trikalsium Aluminat ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$)
- d) Tetrakalsium Aluminoferrit ($4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$)

2.2.1.1 Semen Portland

Material semen adalah material yang memiliki sifat adhesif (*adhesiv*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan untuk mengikat fragmen-fragmen mineral/agregat-agregat menjadi suatu masa yang padat mempunyai kekuatan. Semen yang mengeras dengan adanya air yang dinamakan dengan semen hidraulis (*hydraulic cement*). Semen jenis ini terdiri dari silikat dan lime yang terbuat dari batu kapur dan tanah liat yang digerinda, dicampur, dibakar dalam pembakaran kapur (*klin*), kemudian dihancurkan menjadi tepung. Semen hidrolis biasa yang dipakai untuk mortar dinamakan semen Portland (*Portland cement*) (Edward Nawy G, 1998 dalam Husin 2003)

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut SNI 15-2049-2004, Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Semen Portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SNI 2049:2015 atau Standart Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standart tersebut.

Fungsi utama semen adalah sebagai perekat. Bahan-bahan semen terdiri dari batu kapur (*gamping*) yang mengandung senyawa: Calsium Oksida (CaO), lempung atau tanah liat (*clay*) adalah bahan alam yang mengandung senyawa: Silika Oksida (SiO_2), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3) dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk *klinker*. *Klinker* kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) (Abdul Rais, 2007).

Kekuatan semen merupakan hasil dari proses hidrasi dimana proses kimiawi ini berupa rekristalisasi dalam bentuk *interlocking-crystals* (ikatan kristal) sehingga

membentuk gel semen yang akan mempunyai kekuatan tekan yang tinggi apabila mengeras. Jika semen Portland dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawa. Banyaknya kapur dilepaskan ini sekitar 20% dari berat semen. (Tri Mulyono, 2003 dalam Husin 2003)

Ada lima tipe semen Portland sesuai dengan klasifikasi yang ditentukan oleh ASTM sebagai berikut:

- a) Tipe I, semen Portland untuk tujuan umum. Jenis ini paling banyak diproduksi karena digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.
- b) Tipe II, semen Portland modifikasi adalah tipe yang sifatnya setengah tipe IV dan setengah tipe V (moderat). Belakangan lebih banyak diproduksi sebagai pengganti tipe IV.
- c) Tipe III, semen Portland dengan kekuatan awal tinggi. Kekuatan 28 hari umumnya dapat dicapai dalam 1 minggu. Semen jenis ini umum dipakai ketika acuan harus dibongkar secepat mungkin atau ketika struktur harus dapat cepat dipakai.
- d) Tipe IV, semen Portland dengan panas hidrasi rendah, yang dipakai untuk kondisi di mana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum. Misalnya pada bangunan massif seperti bendungan gravitasi yang besar. Pertumbuhan kekuatannya lebih lambat daripada semen tipe I.
- e) Tipe V, semen Portland tahan sulfat, yang dipakai untuk menghadapi aksi sulfat yang ganas. Umumnya dipakai di daerah di mana tanah atau airnya memiliki kandungan sulfat yang tinggi.

2.2.2 Agregat Halus

Berdasarkan *SK SNI T-15-1991-03*, agregat didefinisikan sebagai material granular misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk mortar atau beton semen hidrolis atau adukan. Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt*, dan yang lebih kecil dari 0,002

mm disebut *clay*. Karena agregat biasanya menempati 75% dari isi total beton, maka sifat-sifat agregat ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap perilaku dari beton yang sudah mengeras. Sifat agregat bukan hanya mempengaruhi sifat beton, akan tetapi juga mempengaruhi ketahanan (Binsar Hariandja dkk, 1986 dalam Putro 2007).

Pasir umumnya terdapat disungai-sungai yang besar. Akan tetapi sebaiknya pasir yang digunakan untuk bahan-bahan bangunan dipilih yang memenuhi syarat. Syarat-syarat untuk pasir adalah sebagai berikut: (Dipohusodo, 1999 dalam Husin 2003)

1. Butir-butir pasir harus berukuran antara (0,15 mm dan 5 mm).
2. Harus keras, berbentuk tajam, dan tidak mudah hancur dengan pengaruh perubahan cuaca atau iklim.
3. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (persentase berat dalam keadaan kering).
4. Bila mengandung lumpur lebih dari 5% maka pasirnya harus dicuci.
5. Tidak boleh mengandung bahan organik, garam, minyak, dan sebagainya

Pasir untuk pembuatan adukan harus memenuhi persyaratan diatas, selain pasir alam (dari sungai atau galian dalam tanah) terdapat pula pasir buatan yang dihasilkan dari batu yang dihaluskan dengan mesin pemecah batu, dari terak dapur tinggi yang dipecah-pecah dengan suatu proses.

2.2.3 Air

Air merupakan bahan dasar penyusun mortar yang paling penting dan paling murah. Air berfungsi sebagai bahan pengikat (bahan penghidrasi semen) dan bahan pelumas antara butir - butir agregat supaya mempermudah proses pencampuran agregat dengan binder serta mempermudah pelaksanaan pengecoran beton (*workability*) (Veliyati 2010). Secara umum air yang dapat digunakan dalam campuran adukan mortar adalah air yang apabila dipakai akan menghasilkan mortar dengan kekuatan lebih dari 90% dari mortar yang memakai air suling. (ACI 318-83). Menurut SNI 03-2847-2002, air yang dapat digunakan sebagai pencampur mortar tidak dapat diminum dan tidak boleh digunakan pada adukan mortar kecuali pemilihan proporsi campuran mortar harus didasarkan pada campuran mortar yang menggunakan air dari sumber yang sama, mempunyai pH antara 4,5 – 7 dan tidak mengandung lumpur.

2.2.4 Bahan Tambahan

Admixture (bahan tambah) didefinisikan sebagai material selain air, agregat, semen dan fiber yang digunakan dalam campuran beton atau mortar, yang ditambahkan dalam adukan segera sebelum atau selama pengadukan dilakukan (ACI116R-2000). Partikel dengan gaya ikat permukaan akan mengumpul dan partikel yang tersebar karena efek pengurangan atau penghilangan gaya permukaan. Menurut ASTM C 494, bahan kimia pembantu itu terbagi menjadi :

- a. Jenis A – Mengurangi Air (*Water reducer*)
- b. Jenis B – Memperlambat pengikatan (*Retarder*)
- c. Jenis C – Mempercepat pengikatan (*Accelerator*)
- d. Jenis D – A+B (*Water Reducer & Retarder*)
- e. Jenis E – A+C (*Water Reducer & Accelerator*)
- f. Jenis F – *Superplasticizer* (*Water Reducer & High Range*)
- g. Jenis G – *Water Reducer & High Range & Retarder*

Selain itu ada juga :

- a. Menambahkan buih udara (*Air Entrainment*)
- b. Membuat kedap air (*Waterproofing*)

Secara umum dapat dikatakan bahwa semua chemical admixtures (Type A, B, D, E, F, dan G) kecuali *accelerating* (Type C), mempunyai bahan dasar yang sama, yaitu *lignosulphonate*. Juga mempunyai kegunaan yang sama yaitu, meningkatkan workability termasuk air *entraining* dan *mineral admixtures*. *Accelerating admixtures* (Type C) yang berbeda dengan bahan dasar utama garam klorida.

Standar Eropa mempunyai aturan yang sedikit berbeda. Tidak dipakai huruf A, B, C, tetapi langsung menggunakan namanya. Jenis lain yang belum disebutkan adalah sebagai berikut :

- a. *Hardening Accelerating*, yang mempercepat pengembangan kekuatan dini, baik berpengaruh maupun tidak pada waktu pengikatan. Jadi berbeda dengan *accelerator* jenis C yang mempercepat waktu pengikatan (juga disebut *set accelerating*).

- b. *Water Retaining*, mengurangi kehilangan air dengan suatu reduksi pada pendarahan (*bleeding*)
- c. *Water Repellent*, mengurangi penyerapan kapiler dari beton keras.
- d. *Corrosion Inhibiting*, mengurangi resiko korosi dari elemen logam yang tertanam dengan reaksi kimia.

2.3 Metakaolin

Formatted: Swedish (Sweden)

Kaolin adalah massa batuan yang tersusun dari material lempung dengan kandungan besi yang rendah dan pada umumnya berwarna putih ataupun agak keputih-putihan dengan komposisi kimia $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. Nama kaolin berasal dari bahasa cina “kauling” yang berarti pegunungan tinggi, yaitu gunung yang terletak dekat Jakhau Cina yang tanah lempungnya sudah dimanfaatkan dalam pembuatan keramik sejak beberapa abad lalu (Sukandarrumidi, 1999 dalam Radhitya 2005).

Kaolin termasuk dalam bahan galian golongan C, sesuai Peraturan Pemerintah no 27 tahun 1980, yakni bahan galian bukan strategis maupun vital. Selain itu juga kaolin merupakan bahan galian yang banyak digunakan sebagai bahan baku industri terutama industri keramik sebagai bahan baku, industri karet sebagai bahan pengisi, industri kertas, cat, dan plastik. Fungsi kaolin dalam badan keramik adalah sebagai pembentuk rangka, pengisi dan memudahkan pembentukan.

Dua proses geologi pembentukan kaolin yaitu proses pelapukan dan proses hidrotermal alterasi pada batuan beku, feldspatik dimana mineral-mineral potasalumunium silikat dari feldspar diubah menjadi kaolin. Umumnya proses pelapukan terjadi pada permukaan atau sangat dekat dengan permukaan tanah, sebagian besar terjadi pada batuan beku. Endapan kaolin yang terjadi karena proses hidrotermal terdapat pada retakan atau pecahan didaerah permealbelan lainnya (Rumbayan 2002).

Tabel 2.3 Hasil Analisa Komposisi Kimia Kaolin

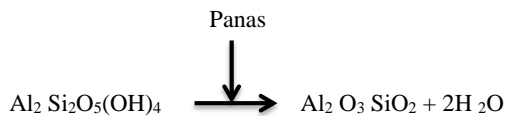
Parameter	%
SiO ₂	44,58
Al ₂ O ₃	39,16
Fe ₂ O ₃	0,21
CaO	0,18
MgO	0,32
K ₂ O	0,14
Na ₂ O	0,30
TiO ₂	0,09
SO ₃	0,14
Hilang pijar	9,35

(Sumber :Departemen Perindustrian Propinsi Sulut 1984)

Sifat-sifat fisik kaolin yaitu (Rumbayan 2002):

1. Ukuran butiran halus dan homogen
2. Sedikit plastis
3. Berat jenis 2,6
4. Kekerasan lebih kecil 2,5
5. Karena kemurniannya , kaolin pada waktu pembakaran menunjukan tingkatan padat dan susut yang berangsur-angsur
6. Tahan api dengan titik lebur 1700⁰ C – 1785⁰ C

Secara umum reaksi yang terjadi pada pembakaran kaolin menjadi metakaolin adalah sebagai berikut :

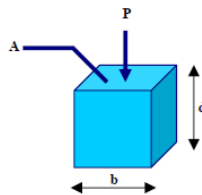


Pembuatan metakaolin dilakukan pada suhu 450° C - 900° C, tetapi metakaolin akan terbentuk sempurna pada kisaran suhu 750° C - 800° C dengan lama pembakaran

efektif 6 jam (Jirawat S, 2001 dalam Ekasari 2012). Sebagai salah satu material pozzolan, metakaolin mempunyai ukuran rata-rata partikelnya lebih kecil daripada ukuran rata-rata partikel semen sehingga dapat bekerja untuk mengisi ruang antar butiran semen dan dapat memperkuat ikatan antar partikel-partikelnya. Dalam proses hidrasi, Metakaolin akan bereaksi secara optimal dengan kristal kalsium hidroksida menghasilkan kalsium silikat hidrat dan kalsium aluminat hidrat. Penyebaran pori-pori dalam beton dikurangi dengan adanya metakaolin sehingga total volume pori berkurang dan ukuran rata-rata pori mengecil.

2.4 Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji mortar hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan merupakan sifat yang paling penting bagi mortar ataupun beton (Puspitasari,2014) Kuat tekan dimaksudkan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan suatu beban tekan. Untuk mengetahui perbandingan kuat tekan mortar dengan varian berbeda.



Gambar 2.1 Uji Tekan Mortar.

Kuat tekan beton dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut ini :

$$f'_m = P/A \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

f'_m = kuat tekan mortar (N/mm²)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang yang menerima beban (mm²)

Dalam penelitian ini, kuat tekan mortar diwakili oleh tegangan tekan maksimum f'_m dengan satuan N/mm² atau MPa. Berdasarkan standar pengujian *ASTM C 1329 - 04*

kuat tekan minimum mortar umur 28 hari sebesar 20 MPa. Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kuat tekan mortar diantaranya adalah faktor air semen, jumlah semen, umur mortar, dan sifat agregat.

1. Faktor air semen (fas)

Faktor air semen adalah angka perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran mortar atau beton. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai f.a.s, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai f.a.s yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai f.a.s yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai f.a.s minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Tri Mulyono, 2004) Faktor air semen yang digunakan pada campuran mortar menurut standar ASTM C 109M adalah 0,485.

2. Jumlah semen

Pada mortar dengan f.a.s sama, mortar dengan kandungan semen lebih banyak belum tentu mempunyai kekuatan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena jumlah air yang banyak, demikian pula pastinya, menyebabkan kandungan pori lebih banyak daripada mortar dengan kandungan semen yang lebih sedikit. Kandungan pori inilah yang mengurangi kekuatan mortar. Jumlah semen dalam mortar mempunyai nilai optimum tertentu yang memberikan kuat tekan tinggi.

3. Umur mortar

Kekuatan mortar akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur dimana pada umur 28 hari mortar akan memperoleh kekuatan yang diinginkan.

4. Sifat agregat

Sifat agregat yang berpengaruh terhadap kekuatan ialah bentuk, kekasaran permukaan, kekerasan dan ukuran maksimum butir agregat. Bentuk dari agregat akan berpengaruh terhadap *interlocking* antar agregat.

2.5 Absorpsi Mortar

Besarnya penyerapan air pada mortar diukur dengan benda uji kubus tanpa memberikan tekanan air pada benda uji tersebut, dengan melihat penyerapan air pada waktu periode tertentu seperti pada waktu ¼ jam, 1 jam, 4 jam dan 24 jam. Besarnya absorpsi pada mortar sesuai ASTM C 1403-15 adalah :

$$A_t = (W_t - W_0) \times 10000 / (L_1 \times L_2) \dots \dots \dots (2)$$

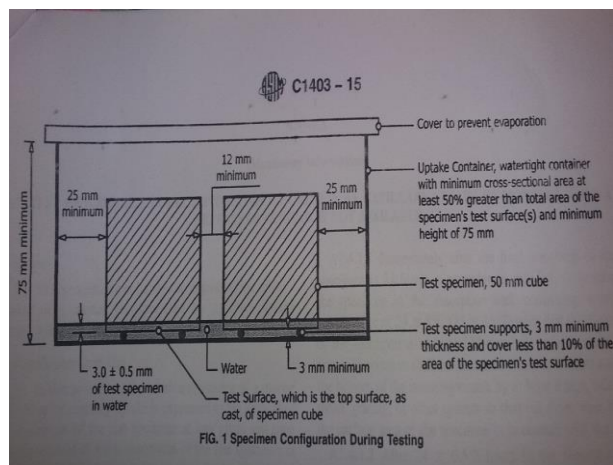
Dimana :

W_t = berat benda uji pada waktu t (gram)

W_0 = berat tetap awal benda uji (gram)

L_1 = lebar mortar

L_2 = panjang mortar



Gambar 2.2. Pengujian Absorpsi ASTM C-1403-15

2.6 Berat Volume Mortar

Berat volume mortar diperoleh dari persamaan hasil bagi antara berat rata-rata benda uji mortar dan volume benda uji. Volume benda uji didapatkan dari hasil

perkalian antara panjang benda uji dikali lebar benda uji dan tinggi benda uji. Hasil dari berat volume dinyatakan dalam satuan kg/m³.

$$\mathbf{Berat\ Volume} = \frac{\mathbf{berat\ rata - rata\ mortar\ (kg)}}{\mathbf{panjang\ (m) \times lebar\ (m) \times tinggi\ (m)}}$$