

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Pengertian Umum

Mortar adalah suatu campuran yang terdiri dari air, pasir dan bahan-ikat dengan komposisi tertentu. Ada beberapa macam mortar sesuai dengan bahan ikat yang digunakan, yaitu mortar semen, mortar kapur, mortar lumpur dan mortar semen kapur atau biasa disebut dengan mortar komposit.

Mortar lumpur dibuat dari campuran pasir, tanah liat/lumpur dan air. Ketiga bahan-susun tersebut dicampur sampai rata dan mempunyai kelecakan (konsistensi) yang cukup baik. Dalam penggunaannya pasir harus diberikan secara tepat untuk mendapatkan adukan yang baik. Apabila terlalu sedikit pasir yang digunakan, akan menghasilkan mortar yang retak-retak setelah mengering sebagai akibat besarnya susut pengeringan. Sebaliknya bila terlalu banyak pasir berakibat adukan kurang lekat. Mortar jenis ini umumnya dipakai sebagai spesi tembok atau bahan tungku api di desa-desa.

Mortar kapur tersusun atas campuran air, pasir, dan kapur sebagai bahan-ikat. Mortar kapur umumnya digunakan sebagai plester dan perekat (spesi) pada pembuatan dinding dari pasangan bata. Pada proses pengerasan kapur mengalami penyusutan, sehingga jumlah pasir yang dipakai dapat mencapai 2 sampai 3 kali volume kapur. Proses pengikatan dan pengerasan mortar kapur ini lebih lambat dari pada mortar semen.

Untuk mendapatkan kekuatan yang cukup tinggi pada mortar kapur ini, pasir yang dipergunakan harus pasir kasar dengan gradasi baik. Pasir dengan modulus halus butir 2 sampai 3 sangat cocok untuk mortar yang terbuat dari kapur gemuk (*fat lime*), sedangkan pasir dengan modulus halus butir 1.5 sampai 2.5 cocok digunakan bersama-sama dengan kapur hidrolis (Singh, 1992). Untuk memperbaiki waktu ikat awal pada mortar kapur ini, maka perlu ditambahkan semen portland sebanyak 5% sampai 20% jumlah kapur.

Mortar semen lebih kuat dari pada kedua jenis mortar di atas (mortar lumpur dan mortar kapur). Oleh karena itu lebih disukai untuk digunakan. Umumnya mortar semen ini digunakan sebagai bahan pelapis dan perekat (*spesi*) pasangan. Sebagai bahan pelapis, mortar semen digunakan untuk memperhalus permukaan dinding (dari pasangan bata, batako), permukaan lantai serta untuk pelapis beton siklop yang relatif kasar permukaannya. Selain itu mortar semen juga digunakan sebagai perekat pada pasangan batu, bata atau batako pada dinding, dan sebagai perekat tegel terhadap dasar lantai. Mortar semen juga sering digunakan sebagai bahan lapis perkerasan jalan/ trotoir (*paving block*).

Mortar semen akan memberikan kuat tekan yang baik/tinggi jika memakai pasir kasar dan bersih (tidak mengandung lumpur) serta bergradasi baik. Pemakaian air yang berlebihan akan menyebabkan segregasi (pemisahan butir) pada

semen dan pasir, yang berakibat membesarnya penyusutan dan mengurangi daya rekat (*adhesiveness*). Dengan demikian akan mempengaruhi pula daya tahannya terhadap penetrasi air hujan dan kekuatan batasnya (*ultimate strength*).

Komposisi bahan-susun mortar semen, umumnya menggunakan perbandingan volume semen dan pasir yang berkisar 1:2 sampai 1:6 disesuaikan dengan pemakaiannya. Idealnya mortar semen dengan perbandingan 1:2 dan 1:3 digunakan untuk plester pada dinding bagian luar atau untuk lapis kedap air. Sedangkan untuk spesi tembok dan fondasi dipakai mortar dengan perbandingan 1:6. Namun pada pelaksanaan di lapangan sering digunakan perbandingan 1:8 untuk spesi ini.

Kuat tekan mortar semen akan kurang baik apabila terdapat rongga (pori-pori) yang tak terisi oleh gel maupun butir-butir pasir. Pori-pori ini bila saling berhubungan akan membentuk kapiler setelah mortar mengering. Oleh karenanya mortar yang terbentuk akan bersifat tembus air (*porous*), daya-ikat berkurang dan mudah terjadi slip antar butir-butir pasir yang dapat mengakibatkan kuat tekan mortar berkurang. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu diberi bahan tambah, dalam hal ini menggunakan kapur bakar yang berfungsi sebagai bahan ikat sekaligus sebagai bahan pengisi. Kapur bakar ini akan mengisi pori-pori yang terbentuk, sehingga mengurangi terjadinya slip, meningkatkan kuat tekan mortar, serta mengurangi pemakaian jumlah semen portland. Selain itu penambahan kapur bakar ini juga dapat menambah sifat dapat di-

kerjakan, plastisitas, susut pengerasan, daya-ikat serta keawetan (*durability*). Mortar yang terbentuk disebut mortar semen kapur atau mortar komposit.

Dengan demikian sifat yang penting dari mortar, adalah kuat tekan yang dapat menentukan dan/atau berhubungan dengan kualitas mortar. Sebagaimana yang telah diuraikan di atas, kualitas mortar ini sangat bergantung pada kualitas bahan penyusunnya. Oleh karena itu bahan susun mortar yang akan digunakan harus memenuhi syarat-syarat yang berlaku atau yang telah ditentukan dalam peraturan.

## II.2 Bahan Susun Mortar

Yang dimaksud dengan bahan susun mortar adalah material tertentu yang dicampur untuk membentuk mortar. Umumnya bahan susun mortar terdiri atas air, agregat halus (pasir) dan bahan-ikat.

Secara umum kualitas bahan susun mortar sama dengan yang digunakan pada beton. Karena itu bahan-susun yang digunakan harus dipilih dari bahan yang berkualitas baik.

### II.2.1 Air

Pengikatan dan pengerasan mortar terjadi berdasarkan reaksi kimia antara semen dan air selang beberapa waktu. Supaya reaksi kimia tersebut dapat berlangsung dengan baik, maka air yang dipakai harus memenuhi persyaratan sebagaimana telah diatur dalam peraturan yang berlaku di Indonesia.

Air pada campuran mortar berfungsi sebagai media untuk mengaktifkan reaksi pada semen dan kapur bakar agar dapat saling menyatu. Air juga berfungsi sebagai pelumas antara butir-butir pasir yang berpengaruh pada sifat mudah dikerjakan (*workability*) adukan mortar, kekuatan, susut dan keawetan. Reaksi kimia antara air dengan semen, akan membentuk gel yang selanjutnya akan mengikat butir-butir pasir. Dalam pemakaiannya air harus diberikan secara tepat. Jika terlalu sedikit, maka adukan mortar akan sulit untuk dikerjakan, sebaliknya jika kelebihan dapat menyebabkan segregasi dan mengurangi daya-ikat. Selain itu kelebihan air akan bergerak ke permukaan adukan bersama-sama semen dan kapur yang dapat membentuk lapisan tipis (*laitance*). Lapisan ini akan mengurangi ikatan antar lapis mortar dan merupakan bidang sambung yang lemah. Akibatnya mortar yang terbentuk akan mempunyai kuat tekan yang lemah.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air yang akan digunakan untuk adukan beton/mortar adalah berikut ini.

1. Air tawar yang dapat diminum, tidak mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, serta bahan-bahan organis yang dapat merusak beton/mortar.
2. Bila terdapat keragu-raguan mengenai air dianjurkan mengirim contoh air tersebut ke lembaga pemeriksaan bahan untuk diperiksa seberapa banyak air tersebut mengandung zat-zat yang dapat merusak beton/mortar.

3. Apabila pemeriksaan di laboratorium tidak dapat dilakukan, maka dalam adanya keraguan mengenai air harus diadakan percobaan perbandingan antara kekuatan tekan mortar semen + pasir dengan air tersebut dan dengan memakai air suling. Air tersebut dianggap dapat dipakai, apabila kuat tekan mortar dengan memakai air tersebut pada umur 7 dan 28 hari paling sedikit 90 % dari kuat tekan mortar dengan memakai air suling pada umur yang sama.
4. Jumlah air yang dipakai untuk membuat adukan beton/mortar dapat ditentukan dengan ukuran isi atau ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.

Air yang mengandung kotoran akan mengurangi kekuatan dan daya tahan beton, dalam hal ini mortar, akan berpengaruh pada lamanya waktu ikatan awal adukan serta kekuatan setelah mengeras. Adanya butiran melayang (lumpur) dalam air yang terlalu banyak ini, dapat diendapkan dulu sebelum dipakai.

Adanya garam-garam yang terkandung dalam air dapat memperlambat ikatan awal sehingga kekuatan awalnya juga rendah. Dalam pemakaiannya air untuk beton (mortar) harus memenuhi pula syarat berikut (Tjokrodimulyo, 1995):

- a. tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter.
- b. tidak mengandung garam-garam (asam, zat organik) lebih dari 15 gram/liter.
- c. tidak mengandung klorida (Cl)  $\geq$  0,5 gram/liter.
- d. tidak mengandung senyawa sulfat  $\geq$  1 gram/liter.

Air juga digunakan untuk rawatan mortar. Metode rawatan selanjutnya adalah dengan merendam mortar dalam air. Rawatan mortar ini dapat juga memakai air untuk adukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang dapat merusak warna permukaan sehingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organis dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika rawatan cukup lama.

### II.2.2 Semen Portland

Semen portland dibuat dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah bahan pengatur waktu ikat (umumnya menggunakan gips).

Klinker semen portland dibuat dari batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi. Bagian utama dari klinker ini adalah:

- |                                |   |                                     |
|--------------------------------|---|-------------------------------------|
| 1. dikalsium silikat           | $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$                                      | $\rightarrow \text{C}_2\text{S}$ .  |
| 2. trikalsium silikat          | $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$                                      | $\rightarrow \text{C}_3\text{S}$ .  |
| 3. trikalsium aluminat         | $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$                             | $\rightarrow \text{C}_3\text{A}$ .  |
| 4. tetra kalsium aluminatferit | $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\rightarrow \text{C}_4\text{AF}$ . |

Bahan-bahan klinker tersebut digilas dalam kilang peluru (kogelmolens) sampai halus dengan disertai penambahan beberapa prosen gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), akhirnya terbentuklah semen portland (Kusuma, 1993).

Unsur Trikalsium Silikat ( $\text{C}_3\text{S}$ ) dan Dikalsium Silikat merupakan bagian yang dominan dalam membentuk sifat semen.

Kandungan kedua unsur ini mencapai 70% a 80% dari semennya. Namun demikian unsur Trikalسيوم Aluminat ( $C_3A$ ) adalah yang pertama melakukan pengikatan dan pengerasan bila terjadi kontak dengan air. Reaksi antara air dan unsur  $C_3A$  ini berlangsung sangat cepat dan hanya dalam waktu 24 jam memberikan kontribusi terhadap kekuatan semen.

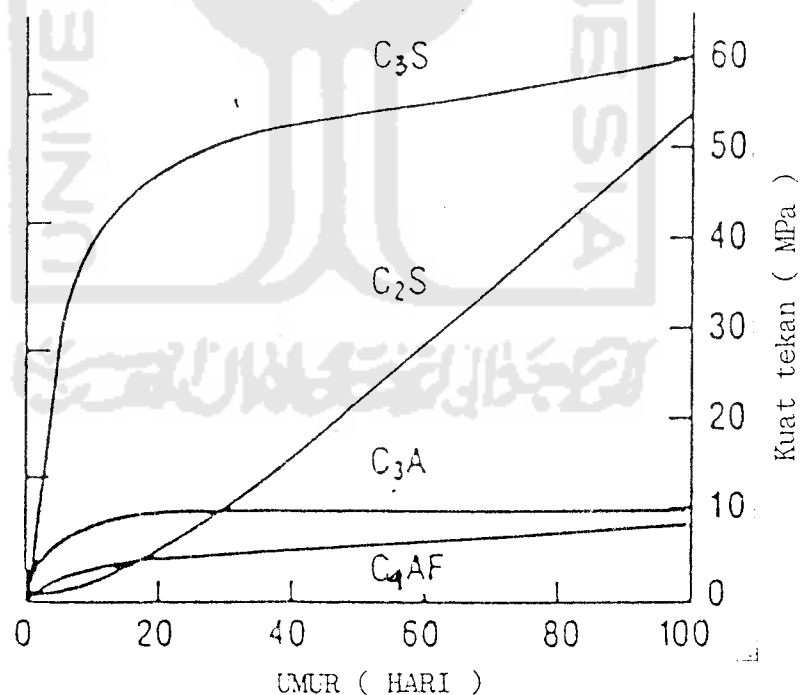
Unsur Trikalسيوم Aluminat ( $C_3A$ ) sangat berpengaruh pada panas hidrasi tertinggi selama pengerasan awal maupun pengerasan berikutnya yang berlangsung panjang. Kelemahan dari unsur ini adalah, apabila kandungannya dalam semen melebihi 10 % mengakibatkan semen kurang tahan terhadap sulfat ( $SO_4$ ). Sulfat yang terkandung dalam air atau tanah apabila bereaksi dengan  $C_3A$  mengakibatkan semennya mengembang, sehingga mortar yang terbentuk akan menjadi retak-retak. Oleh karenanya kadar Trikalسيوم Aluminat dalam semen dibatasi 5% saja.

Selanjutnya penambahan kekuatan semen ditentukan oleh Trikalسيوم Silikat ( $C_3S$ ) dan Dikalسيوم Silikat ( $C_2S$ ). Trikalسيوم Silikat memberikan tambahan kekuatan hingga umur 14 hari, dan reaksinya dengan air menimbulkan panas. Untuk kelangsungan reaksi kimia, unsur  $C_3S$  membutuhkan air sebanyak 24% beratnya, dan unsur  $C_2S$  memerlukan 21%. Akan tetapi Kalسيوم Hidroksida ( $Ca(OH)_2$ ) yang dilepaskan oleh unsur  $C_3S$  pada proses hidrasi mencapai 3 kali lebih besar daripada yang dilepaskan oleh unsur  $C_2S$ . Karena itu semen yang prosentase kandungan  $C_3S$  -nya lebih tinggi dari  $C_2S$ , akan menghasilkan proses pengerasan yang cepat pada pembentukan kekuatan awal-



nya. Hal ini disertai pula dengan panas hidrasi yang tinggi. Demikian pula sebaliknya bila kandungan  $C_2S$  lebih tinggi. Namun kandungan  $C_2S$  yang lebih tinggi akan menghasilkan ketahanan terhadap serangan kimia yang lebih baik.

Unsur Dikalsium Silikat ( $C_2S$ ) akan memberikan pengaruh kekerasan terhadap semen pada umur 14 hari a 28 hari. Dengan kata lain unsur  $C_2S$  ini memberikan kekuatan akhir pada proses pengerasan semen. Dapat dikatakan bahwa waktu ikat awal semen ditentukan oleh unsur  $3CaO.Al_2O_3$  (Tri-kalsium aluminat), sedangkan waktu ikat akhir (*final setting time*) ditentukan oleh Dikalsium Silikat ( $2CaO.SiO_2$ ). Semen dengan kadar Tri-kalsium Aluminat yang rendah akan menghasilkan kekuatan awal yang rendah tetapi kekuatan ultimitnya tinggi.



Gambar 2.1. Hubungan Umur dan Kuat Tekan Pada Unsur-unsur Semen

Dalam proses pembuatan semen dikenal dua cara yang dipakai yaitu proses kering dan proses basah (Murdock, 1979). Pada proses kering bahan-bahan penyusun dihancurkan, dikeringkan, lalu dimasukkan gilingan yang diperlengkapi bola penggiling hingga menjadi serbuk untuk dibakar dalam kondisi kering. Pada proses basah, bahan-bahan dihancurkan baru digiling dalam gilingan pencuci sampai bentuknya seperti bubur yang selanjutnya menuju tangki bubur bahan. Dari waktu ke waktu secara rutin contoh bubur ini diambil dari tangki tersebut untuk diuji dan koreksi terhadap komposisi kimia di dalamnya dengan merubah kandungan kapur dan tanah liat. Selanjutnya bubur bahan dipompa ke dapur pembakaran yang kemudian melebur, semen lebur ini selanjutnya menuju tempat pendingin. Akhirnya semen yang telah beku digiling dengan bola penggiling hingga mencapai kehalusan yang dikehendaki disertai penambahan bahan untuk memperlambat pengerasan (*retarder*) yang biasanya digunakan gips. Proses basah ini banyak diterapkan di negara kita.

Prosentase dari komposisi dan kadar senyawa kimia semen portland dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Prosentase komposisi dan kadar senyawa kimia semen Portland. (Murdock, 1979)

	Biasa	Pengerasan cepat	Panas rendah	tahan sulfat
<i>Analisa.</i>				
Kapur	63.1	64.5	60.0	64.0
Silikat	20.6	20.7	22.5	24.4
Alumina	6.3	5.2	5.2	3.7
Besi Oksid	3.6	2.9	4.6	3.0
<i>Senyawa kimia.</i>				
C <sub>3</sub> S	40	50	25	40
C <sub>2</sub> S	30	21	45	40
C <sub>3</sub> A	11	9	6	2
C <sub>4</sub> AF	11	9	14	9

Semen dan air saling bereaksi mengalami hidratisasi yang menghasilkan hidrasi-semen. Proses ini berlangsung sangat cepat. Dengan adanya penambahan beberapa prosen gips, yang bersifat menghambat pengikatan semen dan air, maka akhirnya beton/mortar dapat diangkut dan dikerjakan sebelum pembentukan ikatan berakhir. Kecepatan waktu ikat dipengaruhi oleh kehalusan semen, faktor air semen dan temperatur.

Kehalusan penggilingan atau penampang spesifik adalah total diameter penampang semen. Total permukaan penampang semen yang lebih besar akan memperluas bidang kontak dengan air. Semakin besar bidang kontak semakin cepat pula reaksinya. Karena itu kekuatan awal dari semen yang lebih halus (penampang spesifik besar) lebih tinggi, sehingga pengaruh kekuatan akhir berkurang.

Saat semen dan air bereaksi timbul panas (panas hidrasi). Jumlah panas yang dibentuk antara lain tergantung dari jenis semen yang dipakai dan kehalusan penggilingan. Dalam pelaksanaan, perkembangan panas ini dapat membentuk retakan yang terjadi ketika pendinginan.

Faktor yang besar pengaruhnya terhadap pembentukan panas hidrasi adalah faktor air semen. Faktor air semen yang rendah (kadar air sedikit) menyebabkan air diantara bagian-bagian semen sedikit, sehingga jarak antar butiran semen pendek. Akibatnya massa semen menunjukkan lebih berkaitan, karenanya kekuatan awal lebih dipengaruhi dan akhirnya batuan-semen mencapai kepadatan tinggi.

Semen dapat mengikat air sekitar 40% dari beratnya (Kusuma, 1993), dengan kata lain air sebanyak 0.4 kali berat semen, cukup untuk membentuk seluruh semen berhidrasi. Air berlebih akan tinggal dalam pori-pori.

Semen yang biasa digunakan untuk pekerjaan konstruksi normal, disebut semen portland normal atau tipe-I di A.S. Di Indonesia semen jenis ini dibedakan atas 5 macam menurut kehalusan butir dan kuat desaknya yaitu S-325, S-400, S-475, S-550, dan S-S.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh semen-Portland adalah kehalusan butir, sifat kekal bentuk, dan kuat desak adukan. Berdasarkan peraturan, paling sedikit 78% dari berat semen harus lolos lubang ayakan nomor 200 ( $\pm 0,09$  mm). Semen yang berbutir halus akan cepat bereaksi dengan air dan dapat

mengembangkan kekuatan, walaupun tidak mempengaruhi kekuatan ultimitnya (*ultimate strenght*). Namun perlu diketahui bahwa semen yang berbutir terlalu halus akan menyebabkan penyusutan yang besar dan menimbulkan retak susut pada mortar.

Sifat kekal bentuk pada semen diperlukan untuk menjamin supaya mortar tidak mudah retak, tidak berubah bentuk serta tidak mudah pecah (hancur).

Kuat tekan semen-Portland biasa tidak boleh kurang dari  $125 \text{ kg/cm}^2$  pada umur 3 (tiga) hari dan tidak boleh kurang dari  $200 \text{ kg/cm}^2$  pada umur 7 (tujuh) hari (Dept.F.U, 1982).

### 11.2.3 Pasir

Pasir (agregat halus) dalam beton, ataupun mortar, berfungsi sebagai bahan pengisi atau bahan yang diikat, dengan kata lain pasir dalam adukan tidak mengalami reaksi kimia. Umumnya pasir yang langsung digali dari dasar sungai cocok untuk digunakan. Pasir ini terbentuk ketika batu-batu terbawa arus sungai dari sumber air ke muara sungai. Akibat tergulung dan terkikis (pelapukan/erosi), akhirnya membentuk butir-butir halus. Butiran yang kasar (kerikil) diendapkan di hulu sungai, sedangkan yang halus diendapkan di muara sungai. Selain itu dapat pula digunakan pasir yang berasal dari hasil pemecah batu (*stone crusher*) yang lolos saringan 4,75 mm dan tertahan lobang ayakan 0,15 mm.

Walaupun pasir hanya berfungsi sebagai bahan pengisi, akan tetapi sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar.



Pemakaian pasir dalam mortar dimaksudkan untuk:

1. menghasilkan kekuatan mortar yang cukup besar.
2. mengurangi susut pengerasan.
3. menghasilkan susunan pampat pada mortar.
4. mengontrol *workability* adukan mortar.
5. mengurangi jumlah penggunaan semen Portland.

Selain itu pasir dapat membantu pengikatan kapur karena memungkinkan penetrasi karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dari udara. Sebagaimana telah diketahui bahwa kapur bakar yang telah padam dapat melakukan pengikatan apabila terjadi kontak dengan karbondioksida di udara dan mengembang. Oleh karenanya hal ini akan dapat mengurangi susut pengerasan mortar.

Pasir yang digunakan untuk beton/mortar hendaklah memenuhi syarat-syarat sebagaimana dalam peraturan yang berlaku, diantaranya dijelaskan di bawah ini.

1. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan memenuhi syarat berikut ini.
  - a. sisa diatas ayakan 4 mm, minimum 2% berat.
  - b. sisa diatas ayakan 1 mm, minimum 10% berat.
  - c. sisa diatas ayakan 0.25 mm.  $\pm$  80% - 95% berat.
2. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam, kuat, keras dan bersifat kekal bentuk yakni tidak pecah (hancur) oleh pengaruh cuaca seperti panas matahari dan hujan serta bergradasi baik. Sifat kuat dan keras guna menghasilkan mortar yang keras dan mempunyai

kuat desak yang cukup tinggi. Bentuk tajam diperlukan sebagai kaitan yang baik agar tidak mudah terjadi slip. Namun bentuk tajam juga dapat menimbulkan gesekan yang besar, sehingga mengurangi mobilitas dan sifat dapat dikerjakan (*workability*). ini dapat diatasi dengan penambahan air. Gradasi pasir yang digunakan harus baik, artinya mempunyai variasi butir yang beragam, supaya volume rongga berkurang dan menghemat semen-Portland. Gradasi pasir yang baik dapat menghasilkan mortar yang pampat (padat) dan mempunyai kekuatan yang besar.

3. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat kering. Lumpur yang dimaksud adalah bagian yang dapat melalui ayakan 0.063 mm. Apabila kadar lumpur lebih dari 5% harus dicuci. Lumpur dalam pasir dapat menghalangi ikatan butir pasir dengan pasta semen. Bahan organik yang terkandung dalam pasir tidak boleh terlalu banyak, karena bahan ini dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa dari semen-Portland yang dapat mengakibatkan berkurangnya kualitas adukan maupun mortar yang terbentuk.
4. Pasir juga tidak boleh mengandung silika aktif yang terdapat dalam opaline, chalcodonic cherts, phylites, rhyolites, tuff rhyolites, andhesite, tuff andhesite, batu gamping silika dan sebagainya. Zat-zat ini akan bereaksi dengan alkali dalam semen (reaksi alkali-agregat). Reaksinya diawali dengan serangan terhadap mine-

ral-mineral silika dalam agregat oleh alkalin hidrok-sida yang ada dalam semen. Reaksi ini akan membentuk *gel* alkali-silika yang menyelimuti butiran-butiran pa-sir. Butiran-butiran tersebut dikelilingi oleh pasta semen, dengan adanya pemuaian maka terjadilah tegangan internal yang dapat mengakibatkan retakan atau pecahnya pasta semen. Pemuaian ini disebabkan oleh hasil reaksi alkali-silika itu sendiri dan ditambah dengan tekanan hidrolik melalui proses osmosis.

5. Pasir laut tidak boleh dipakai kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang diakui.

#### II.2.4 Kapur

Kapur pada bangunan terutama kapur bakar (padam) selain dipakai untuk pemutih tembok juga untuk spesi (mortar). Pada pembuatan mortar komposit, kapur berfungsi sebagai bahan pengisi dan juga bahan-ikat. Kapur yang berbutir halus ini akan mengisi pori-pori pada mortar sehingga akan mengurangi terjadinya slip antar butir pasir. Selain itu juga dapat meningkatkan sifat mudah dikerjakan (*workability*) adukan, mempercepat pengerasan, menambah daya-ikat (*adhesiveness*) dan keawetan mortar (*durability*) serta dapat mengurangi jumlah pemakaian semen-Portland.

Sebagai bahan adukan mortar, kapur yang digunakan dapat berupa kapur padam (*slaked lime*), dan kapur mentah yang belum dibakar atau biasa disebut kapur kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ).

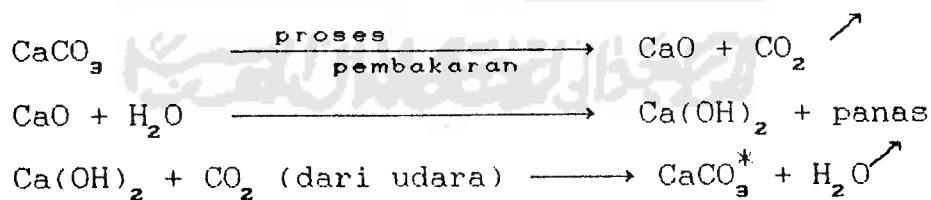


Kapur dapat diklasifikasikan dalam 3 (tiga) jenis, berikut ini.

### 1. Kapur Gemuk (*fat lime*).

Kapur gemuk ini disebut juga *high calcium* atau kapur putih yakni kapur yang mempunyai kandungan kalsium oksida tinggi (93%) dan pengikatan serta pengerasannya semata-mata mengandalkan penyerapan karbondioksida dari udara. Selain kalsium oksida (CaO) kapur ini juga mengandung silika dan alumina dalam bentuk lempung kurang dari 5%. Kapur ini dihasilkan dari pembakaran kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) murni. Pada proses pembakaran karbondioksida dilepaskan dan tinggal kapur mentah (kapur tohor/*quick lime*).

Pencampuran dengan air akan menghancurkan gumpalan kapur menjadi tepung dan mengembang 2 sampai 3 kali volume semula, menghasilkan kapur gemuk (*fat lime*). Pengembangan volume ini disertai pula dengan timbulnya panas. Proses tersebut dapat dituliskan dalam bentuk reaksi kimia seperti berikut ini.



\*CaCO<sub>3</sub> ini tidak larut dalam air dan akan mengeras.

### 2. Kapur Kurus (*Poor/Lean Lime*).

Kapur kurus ini mengandung lebih dari 5% kotoran yang berupa lempung. Karena itu, proses pepadamannya memerlukan

waktu yang lebih lama dibanding kapur gemuk (*fat lime*). Kapur jenis ini pengikatan dan pengerasannya lambat sehingga cocok untuk plester.

### 3. Kapur Hidrolis (*Hydraulic lime*).

Tidak seperti kapur gemuk ataupun kapur kurus yang pengikatannya dengan menyerap  $\text{CO}_2$  dari udara, kapur hidrolis ini melakukan ikatan di dalam air, Oleh karena itu disebut kapur hidrolis.

Kapur hidrolis ini digunakan dalam pekerjaan bangunan yang memerlukan kekuatan. Kapur jenis ini tidak cocok untuk memplester, karena partikel-partikel yang belum padam mungkin akan menjadi padam setelah jangka lama dan menyebabkan pengelupasan pada plester. Batu-batu kapur yang dihasilkan dari kapur hidrolis diketahui mengandung silika dan alumina dengan kadar yang bervariasi di samping kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

Pada pembakaran batu kapur, karbondioksida dilepaskan tinggal kapur mentahnya (*quick lime*) yang bila bereaksi dengan silika dan alumina membentuk kapur silikat dan kapur alumina. Penambahan air pada kapur giling halus menimbulkan reaksi kimia diantara unsur-unsur utamanya yang mengakibatkan terjadinya pengikatan dan pengerasan. Tergantung dari silika dan alumina yang dikandungnya kapur jenis ini digolongkan dalam 3 macam.

a. Kapur hidrolik mutu rendah (*Feebly hydraulic lime*).

Kapur hidrolis mutu rendah (*Feebly hydraulic*) ini mengandung silika dan alumina kurang dari 15%. Pengembangan volume pada saat pemataman kecil. Rata-rata pematamannya sangat lambat.

b. Kapur hidrolis mutu sedang (*Moderately hydraulic lime*)

Kandungan silika dan alumina pada jenis kapur hidrolis mutu sedang (*moderately hydraulic*) ini antara 15% - 25%. Pada proses pemataman terdapat sedikit peningkatan volume dan berlangsung lambat. Kapur jenis ini menghasilkan mortar lebih kuat daripada *feebly hydraulic lime*.

c. Kapur hidrolis mutu tinggi (*Eminently hydraulic lime*).

Komposisi kapur hidrolis ini sangat mirip dengan semen portland biasa (normal tipe I). Kandungan silika dan alumina sekitar 25% - 30%. Kapur jenis ini menghasilkan mortar yang lebih kuat dibandingkan dengan *moderately hydraulic lime* dan dapat digunakan sebagai pengganti semen Portland karena kemiripan sifatnya.

Adapun sifat-sifat yang dimiliki kapur sebagai bahan bangunan (bahan-ikat) adalah (Tjokrodimulyo, 1992)

1. mempunyai sifat plastis yang baik (tidak getas),
2. sebagai mortel, memberi kekuatan pada tembok,
3. dapat mengeras dengan mudah dan cepat,
4. mudah dikerjakan,
5. mempunyai ikatan yang bagus dengan batu atau bata.

Berdasarkan Syarat-syarat untuk Kapur Bahan Bangunan NI-7, kapur padam harus memenuhi syarat sebagai berikut.

- Kehalusan butir.

Semua kapur padam harus lolos ayakan 7 mm. Sisa di atas ayakan 4,8 mm untuk:

Tingkat I  $\leq$  0%

Tingkat II  $\leq$  0%

Tingkat III  $\leq$  5%

- Kadar bagian yang aktif, yaitu Kadar  $\text{CaO} + \text{MgO} + (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  yang dapat larut), setelah diperhitungkan adanya  $\text{CO}_2$  dan  $\text{SO}_3$ .

Tingkat I  $\geq$  90%

Tingkat II  $\geq$  85%

Tingkat III  $\geq$  80%

- Untuk kapur hidrolis berlaku syarat mekanik sebagai berikut: Kekuatan aduk dari campuran 1 kapur dan 3 pasir yang dihitung dalam perbandingan berat, setelah mengeras tujuh hari di udara lembab, kekuatan tekan harus  $\geq 15 \text{ Kg/cm}^2$ .

- Ketetapan bentuk.

Benda-benda percobaan tidak boleh menunjukkan adanya retak, pecah-pecah atau kerusakan lainnya yang berarti.

### II.3 Modulus Halus Butir Pasir

Modulus halus butir (mhb) didefinisikan sebagai jumlah prosen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal diatas suatu susunan ayakan (dalam satu set) dibagi seratus.

Modulus halus butir merupakan indeks yang dipakai sebagai ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir pasir. Adapun susunan ayakan yang dimaksud terdiri atas ukuran 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.6 mm, 0.3 mm, dan 0.15 mm. Semakin besar nilai mhb pasir, berarti semakin besar pula butir pasirnya. Umumnya pasir memiliki mhb antara 1,5 sampai 3,8.

Pemeriksaan terhadap modulus halus butir pasir adalah untuk menentukan gradasi dari pasir yang dipakai dan untuk mengetahui apakah pasir tersebut memenuhi persyaratan yang berlaku, seperti dalam PBI 1971 pasal 3.3 ayat 5.

#### II.4 Slump

*Slump* adalah nilai yang menunjukkan derajat konsistensi atau kelecakan suatu adukan beton, dalam hal ini mortar. Konsistensi adukan ini dapat diperiksa dengan pengujian *slump* yang menggunakan corong/kerucut Abrams dengan ukuran tinggi 30 cm, diameter atas 10 cm, dan diameter bawah 20 cm.

Pengujian *slump* merupakan cara yang praktis dan sederhana guna mempertahankan uniformitas yang dapat diterima terhadap konsistensi beton, dalam hal ini mortar, yang dihasilkan di lapangan.

*Workabilitas* beton dihubungkan dengan penerapan pekerjaan yang dibutuhkan untuk memadatkan sampai tercapai kepadatan maksimal, dan oleh karenanya tidak ada hubungannya dengan *slump*. Di dalam praktek, mungkin untuk mendapatkan *slump* yang sama pada campuran-campuran akan membutuhkan

jumlah pekerjaan yang sangat berbeda untuk memadatkannya. Ini merupakan sumber kerugian dari pengujian *slump*.

## II.5 Rencana Campuran

Rencana campuran bertujuan untuk menentukan jumlah/bagian dari masing-masing bahan, dalam hal ini semen, pasir, dan kapur. Pada penelitian ini mempergunakan perbandingan volume yang ditransformasikan ke perbandingan berat. Dalam melakukan perubahan formasi ini didasarkan pada berat jenis masing-masing bahan. Namun demikian bila kesulitan dalam menentukan berat jenis suatu bahan tertentu, dapat pula dengan mempergunakan berat satuan atau berat volume bahan. Hal ini agar dapat diperoleh suatu komposisi bahan yang lebih teliti.

Pembuatan mortar dengan berdasar pada nilai *slump* belum bisa dihitung dengan tepat seberapa banyak jumlah air yang dibutuhkan sesuai nilai *slump*. Pemakaian kapur bakar sebagai bahan campur juga berpengaruh pada serapan air adukannya. Karena itu, penambahan air yang dibutuhkan pada penelitian ini dilakukan dengan cara coba-coba sampai didapatkan adukan yang sesuai dengan nilai *slump* yang telah direncanakan.