

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Mortar

Menurut *SNI 03-6825-2002* mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air dengan komposisi tertentu.

Adapun macam 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.

Agregat halus (pasir) merupakan butir-butir partikel yang diikat oleh pasta semen dalam mortar dan harus dapat terlapisi dengan sempurna. Susunan gradasi seragam akan membuat banyak rongga udara dalam mortar sehingga dibutuhkan semen lebih banyak dari pada gradasi yang tidak seragam. Hal ini berpengaruh kepadatan mortar dan daya lekat yang berkurang. Pasir yang bergradasi baik (*well graded sand*) berisi butir-butir pasir yang bervariasi ukurannya, sehingga dapat mengurangi rongga udara, kebutuhan semen dan air. Sedikit campuran semen dan air akan mengurangi susut, dan susut kecil cenderung untuk mengurangi retak pada mortar.

B. Agregat

Dalam struktur beton biasanya agregat menempati agregat >70 sampai 75% dari volume massa yang telah mengeras. Sisanya terdiri dari adukan semen yang telah mengeras, air yang belum bereaksi (yaitu, air yang tidak ikut dalam proses hidrasi dari semen) dan rongga udara kenyataannya tidak memberikan sumbangan kekuatan terhadap beton. Pada umumnya, semakin padat agregat-agregat tersusun, semakin kuat pula beton yang dihasilkan, daya tahan terhadap cuaca dan nilai ekonomis dari beton tersebut (Winter et al, 1993).

Sifat agregat tidak hanya mempengaruhi sifat beton, tetapi juga mempengaruhi ketahanan (*durability*), daya tahan terhadap kemunduran mutu akibat siklus dari pembekuan-pencairan). Oleh karena agregat lebih murah dari semen, maka adalah logis untuk menggunakan prosentase yang setinggi mungkin. Umumnya untuk kekuatan yang maksimum, ketahanan dan ekonomis, agregat harus di semen sepadat mungkin (Chu-kia et al, 1994).

Agregat harus kuat, tahan lama dan bersih. Jika terdapat debu dan partikel-partikel lain, debu dan partikel tersebut akan mengurangi ikatan antara pasta semen dengan agregatnya. Kekuatan agregat akan memberikan pengaruh penting pada kekuatan beton dan sift-sifat agregat sangat mempengaruhi daya tahan beton (McCormac, 2003).

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu : agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat halus dan kasar berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan lain. Meskipun demikian, dapat diberikan batasan ukuran anatar agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4,80 mm (*Britis standar*) atau 4,75 mm (Standar ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirannya lebih besar 4,80 mm (4,75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4,80 mm dibagi menjadi dua : yang berdiameter antara 4,80-40 mm disebut kerikil beton dan yang lebih dari 40 mm disebut kerikil kasar (Mulyono, 2004). Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, lumpung, partikel yang lebih kecil, atau bahan lain yang dapat merusak campuran. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik (*Nawy*), 1998).

Kekuatan mortar akan bertambah jika kandungan pori dalam mortar semakin kecil. Terjadi hubungan langsung anatar kekuatan dan kandungan pori dalam agregat. Semakin tinggi angka pori dalam agregat berarti semakin tinggi angka

C. Agregat Halus (Pasir)

Menurut *SNI 03-6820-2002* agregat halus adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi batuan atau pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu dan mempunyai butiran sebesar 4,76 mm.

Secara umum harga agregat lebih murah dari semen sehingga penggunaannya selalu diusahakan dengan prosentase yang tertinggi tanpa harus mengurangi mutu mortar atau beton. Penggunaan dengan prosentase tertentu tersebut tentunya tetap memperhatikan sifat dari agregat karena sifat bukan hanya mempengaruhi sifat mortar akan tetapi juga daya tahan (*durability*), stabilitas volume dan juga kuat tekannya sehingga walaupun harganya murah takarannya tetap harus diperhatikan untuk mengontrol mutu mortar atau beton.

Menurut Gani (2004) agregat halus terdiri dari butiran-butiran 0,075 mm sampai 2 mm yang didapat dari disintegrasi batuan alam (*natural sand*) atau didapat dari memecahnya (*artificial sand*). Sedangkan menurut Neville (1997) agregat halus merupakan agregat yang besarnya tidak lebih dari 5 mm sehingga pasir dapat berupa pasir alam atau berupa pasir dari pemecahan batu yang dihasilkan oleh pemecah batu.

1. Modulus halus

Modulus kehalusan butir (*fineness modulus*) adalah suatu indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekasaran butir-butir agregat. Modulus kehalusan butir (FM) didefinisikan sebagai jumlah komulatif sisa saringan diatas ayakan No. 100 ($150\mu m$). Makin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. Modulus halus butir agregat halus berkisar antara 1,5-3,8 (*SNI 03-1750-1990*).

2. Kadar air agregat halus

Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air agregat dengan agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen (*SK SNI 03-1971-1990*). Kandungan air yang ada pada suatu agregat (di lapangan) perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang diperlukan dalam campuran mortar, dan untuk mengetahui berat satuan agregat,

tungku dan jenuh kering permukaan (*SSD*) karena konstan untuk agregat tertentu. *SSD* dipakai dalam perhitungan dan sebagai standar, karena keadaan kebasahan agregat *SSD* hampir sama dengan agregat dalam mortar, sehingga agregat tidak menambah atau mengurangi air dari pasta selain itu kadar air di lapangan lebih banyak mendekati keadaan *SSD* daripada kering tungku.

D. Semen

Semen merupakan hasil industri dari paduan bahan baku : batu gamping/kapur sebagai bahan utama, yaitu bahan senyawa Calcium Oksida (CaO) dan lempung/tanah liat yaitu bahan alam yang mengandung senyawa : Silika oksida (SiO), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3), dan magnesium oksida (MgO) atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan bentuk bubuk (*bulk*), tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membantu pada pencampuran dengan air.

Semen dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu semen hidraulik dan semen non-hidraulik. Semen hidraulik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidraulik antar lain kapur hidraulik, semen pozolan semen terak, semen alam, semen portland, semen alumina dan semen ekspansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna dan semen-semen untuk keperluan khusus. Sedangkan semen non-hidraulik adalah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidraulik adalah kapur (Mulyono, 2004).

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen menjadi pasta semen. Jika di tambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabung dengan agregat kasar akan menjadi beton segar yang setelah mengeras

E. Semen Portland

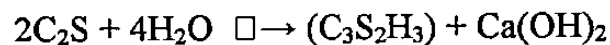
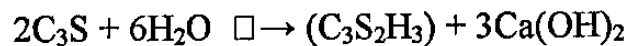
Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Suatu semen jika diaduk dengan air akan terbentuk adukan pasta semen, dan jika ditambah lagi dengan kerikil/batu pecah disebut beton (Mulyono, 2004).

Semen merupakan bahan pengikat yang paling terkenal dan paling banyak digunakan dalam proses konstruksi beton. Semen yang umum dipakai adalah semen tipe I dan ketergantungan kepada pemakaian semen jenis ini masih sangat besar. Semen portland jika dilihat dari sisi fungsi masih memiliki kekurangan dan keterbatasan yang pada akhirnya akan mempengaruhi mutu beton.

Pada dasarnya semen portland terdiri dari 4 unsur yang paling penting, yaitu:

1. Trikalsium silikat ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) atau disingkat C_3S , sifatnya hampir sama dengan sifat semen yaitu jika ditambahkan air akan menjadi kaku dan dalam beberapa jam saja pasta akan mengeras. C_3S menunjang kekuatan awal semen dan menimbulkan panas hidrasi kurang lebih 58 kalori/gram setelah 3 hari.
2. Dikalsium silikat ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) atau disingkat C_2S . Pada saat penambahan air setelah reaksi yang menyebabkan pasta mengeras dan menimbulkan panas 12 kalori/gram setelah 3 hari. Pasta akan mengeras, perkembangan kekuatannya stabil dan lambat pada beberapa minggu kemudian mencapai kekuatan tekan akhir hampir sama dengan C_3S .
3. Trikalsium aluminat ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) atau disingkat C_3A . Unsur ini apabila bereaksi dengan air akan menimbulkan panas hidrasi tinggi yaitu 212 kalori/gram setelah 3 hari. Perkembangan kekuatan terjadi satu sampai dua hari tetapi sangat rendah.
4. Tetrakalsium aluminoforit ($4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$) atau disingkat C_4AF . Unsur ini saat bereaksi dengan air berlangsung sangat cepat dan pasta terbentuk dalam beberapa menit, menimbulkan panas hidrasi 68 kalori/gram. Warna abuabu pada semen disebabkan oleh unsur ini.

Silikat dan aluminat yang terkandung dalam semen portland jika bereaksi dengan air akan menjadi perekat yang memadat lalu membentuk massa yang keras. Reaksi membentuk media perekat ini disebut dengan hidrasi (Neville, 1977: 10). Reaksi kimia semen bersifat *exothermic* dengan panas yang dihasilkan mencapai 110 kalori/gram. Akibatnya dari reaksi *exothermic* terjadi perbedaan temperatur yang sangat tajam sehingga mengakibatkan retak-retak kecil (*microcrack*) pada beton. Proses hidrasi pada semen portland sangat kompleks, tidak semua reaksi dapat diketahui secara rinci. Rumus proses kimia (prakiraan) untuk reaksi hidrasi dari unsur C_2S dan C_3S dapat ditulis sebagai berikut:



Kandungan unsur kimia semen Portland terdiri dari bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina, dan oksida besi, sebagai mana yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Susunan Unsur Semen Portland

Oksida	Persen
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO ₂)	17 – 25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8
Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO ₃)	1 – 2
Soda/potash (Na ₂ O+K ₂ O)	0,5 – 1

Sumber : (Tjokrodimuljo, 1996)

Semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Walaupun semen hanya mengisi 10% saja dari volume beton, namun

F. Pozzolan

Pozzolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika dan almunia. Yang tidak mengandung sifat semen, akan tetapi dengan bentuk halusny dan dengan adanya air dapat menjadi suatu massa padat tidak larut dalam air (Tjokrodimuljo, 1996).

Pozzolan dapat ditambahkan pada campuran adukan beton dan mortar (sampai pada batas tertentu dapat menggantikan semen), untuk memperbaiki kelecakan, membuat beton lebih kedap air (mengurangi permeabilitas) dan yang bersifat agresif.

Pozzolan dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. Pozzolan alam, yaitu bahan alam yang merupakan bahan sedimentasi dari abu atau larva gunung yang mengandung sifat silika aktif, yang bila dicampur dengan kapur padam akan mengadakan proses sementasi.
2. Pozzolan buatan, jenis ini banyak macamnya baik merupakan sisa pembakan dari tungku, maupun pemanfaatan limbah yang diolah menjadi abu yang mengandung silika reaktif dengan proses pembakaran, seperti lumpur lapindo, dll.

Pozzolan dapat dipakai sebagai bahan tambahan atau sebagai bahan pengganti semen portland. Bila dipakai sebagai bahan pengganti semen portland umumnya berkisar antara 5% sampai 35% berat semen. Bila pozzolan dipakai sebagai bahan tamhah akan menjadikan beton mudah diaduk, lebih kedap air, dan lebih kedap terhadap serangan kimia. Pozzolan dapat mengurangi pemuaiian beton yang terjadi akibat proses reaksi alkali agregat, dengan demikian akan mengurangi retak-retak beton akibat reaksi tersebut. Pemakaian pozzolan sangat menguntungkan karena menghemat semen, dan mengurangi panas hidrasi yang mengakibatkan retakan serius (Tjokrodimilyo, 1996).

G. Lumpur Lapindo

Lumpur Lapindo berasal dari banjir lumpur panas yang keluar dari perut bumi

berdasarkan

hasil pemeriksaan pendahuluan lumpur panas Lapindo sidoarjo diperoleh bermacam-macam kandungan kimia yang dicantumkan pada Table 2.2.

Table 2.2. Kandungan kimia pada lumpur lapindo

Nama Material	Kandungan kimia pada lumpur lapindo	
	Lumpur asli (%)	Lumpur setelah dipanaskan 800°C selama 4 jam (%)
SiO ₂	53,08	56,68
CaO	2,07	2,96
Fe ₂ O ₃	5,60	7,98
Al ₂ O ₃	18,27	20,47
TiO ₂	0,57	0,91
MgO	2,89	1,96
Na ₂ O	2,97	2,27
K ₂ O	1,44	1,81
SO ₂	2,96	-

Sumber : Pujiyanto (2009).

H. Air

Air mempunyai 2 fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan dan yang kedua berfungsi sebagai pelicin campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan pencetakan. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat mudah dipadatkan. Di dalam penggunaannya, air tidak boleh terlalu banyak karena akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton atau mortar.

Air yang digunakan untuk pembuatan mortar/beton harus bersih dan tidak mengandung minyak, tidak mengandung alkali, garam-garaman, zat organis yang dapat merusak beton atau baja tulangan. Air tawar yang biasanya diminum baik air diolah oleh PDAM atau air dari sumur yang tanpa diolah dapat digunakan untuk membuat mortar.

Air tersebut harus memenuhi syarat menurut SK.SNI S-04-1989-F (1989: 23), kriteria sebagai berikut:

1. Tidak mengandung lumpur atau benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.