

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Rumah dibangun atas pondasi yang kuat dianggap sebagai milik yang sangat berharga , maka ketika membuat pondasi itu jangan berhemat terlalu dengan bahan bahan yang baik (**J. Kwantes dkk, 1981**).

Pondasi adalah bagian yang terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Terdapat dua klasifikasi pondasi yaitu , pondasi dangkal dan pondasi dalam . Pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya secara langsung , seperti : pondasi telapak , pondasi memanjang (*staal*) , pondasi rakit. Sedangkan pondasi dalam didefinisikan sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ketanah keras atau batu yang terletak relatif jauh dari permukaan, contohnya adalah pondasi sumuran dan pondasi tiang (**christady hary, teknik pondasi 1, 1996**). Dalam hal ini peneliti menggunakan pondasi pasangan batu putih , yang diterapkan pada pondasi memanjang (*staal foundation*). Pondasi memanjang adalah pondasi yang digunakan untuk mendukung dinding memanjang atau digunakan untuk mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat, sehingga bila dipakai pondasi telapak sisinya akan berhimpit satu sama lainnya.

Pondasi batu putih dibuat dari campuran pasir , semen Portland , dan air , batu putih dan kapur sebagai bahan tambah dengan perbandingan yang tepat.

Menurut buku panduan kuliah bahan bangunan Fitri Nugraheni,ST,MT, kekuatan suatu struktur dipengaruhi oleh kekuatan bahan penyusunnya antara lain:

1. Kemampuan bahan dalam menyerap air yaitu masuknya air mengisi volume pori dalam bahan. Pengaruh kadar air sangat besar terhadap kekuatan pada bahan, semakin banyak bahan dalam menyerap air maka kekuatannya akan semakin menurun.
2. Keawetan bahan dalam hal ini batu putih, keawetan adalah salah satu sifat bahan untuk bertahan terhadap pengaruh lingkungan atau faktor atmosfer (Perubahan suhu dan kelembaban), atau zat-zat lain yang ada didalam tanah serta air tanah.

Salah satu yang menentukan kekuatan pondasi adalah bahan pengikat batuan berupa mortar, mortar (sering disebut juga *mortel* atau *speci*) ialah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur, semen *Portland*. Tanah liat di sebut sebagai mortar Lumpur (*mud mortar*), sedangkan kapur disebut sebagai mortar kapur, begitu pula semen *Portland* yang dipakai sebagai bahan perekat disebut mortar semen. Adapun macam-macam dari mortar ini dibedakan menjadi 3 macam, yaitu mortar lumpur, mortar kapur, dan mortar semen (Kardiyono, 1992).

- a. Mortar Lumpur dibuat dari campuran pasir, tanah liat, dan air, yang kemudian di aduk rata dan mempunyai kelecakan (*konsistensi*; tingkat kepadatan atau kecairan) yang cukup baik. Jumlah pasir yang diberikan haruslah tepat, terlalu sedikit pasir menghasilkan mortar yang retak-retak

setelah mengeras sebagai akibat besarnya susutan pengeringan . Terlalu banyak pasir menyebabkan adukan kurang dapat melekat. Mortar ini biasa digunakan sebagai bahan tembok atau bahan tungku api di desa.

- b. Mortar kapur di buat dari campuran pasir , kapur dan air. Kapur dan pasir dicampur dalam keadaan kering , kemudian baru ditambahkan air secukupnya untuk mendapatkan kelecakan yang cukup. Selama proses pengerasan biasanya kapur mengalami susutan, sehingga jumlah pasir yang dipakai sebaiknya adalah 2 atau 3 kali volume kapur. Mortar ini biasanya dipakai untuk pembuatan tembok bata.
- c. Mortar semen dibuat dari campuran pasir , semen *Portland* , dan air dalam perbandingan yang tepat . Perbandingan volume semen dan volume pasir berkisar antara 1: 2 dan 1: 6 atau lebih besar. Mortar ini mempunyai kekuatan yang besar dibandingkan kedua mortar terdahulu, oleh karena itu biasanya digunakan untuk tembok , pilar , kolom atau bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini kedap air maka juga dipakai untuk bagian luar dan berada di bawah tanah .
Pasir dan semen mula-mula dicampur secara kering sampai merata diatas suatu tempat yang rata atau rapat air. Kemudian sebagian air ditambahkan dan diaduk merata sampai semua tercampur rata.
- d. Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar (b) dan (c) diatas dengan tujuan tertentu, misalnya dengan menambahkan

asbestos fiber , *jute fibres* (serat rami), butir-butir kayu dan sebagainya.

Mortar ini dipakai untuk bahan isolasi peredam suara.

Mortar tahan api dibuat dengan menambahkan bubuk bata api dengan *aluminous cement* , dengan perbandingan satu *aluminous cement* dan dua bubuk bata api , biasanya digunakan sebagai tungku api.

Sifat-sifat mortar :

Mortar yang baik menurut Kardiyono adalah harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Murah
2. Tahan lama atau awet
3. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkut , dipasang , diratakan)
4. Melekat dengan baik pada bata atau batuan lainnya.
5. Cepat kering atau keras
6. Tahan terhadap rembesan air
7. Tidak timbul retak-retak setelah dipasang.

Setelah mendapatkan campuran mortar yang baik , dan mengetahui kekuatan tekan rata-rata pada batu putih, maka dirancang sampel pondasi pasangan batu putih dengan campuran yang terbaik dari berbagai sampel mortar yang penulis uji.

2.2. Bahan-bahan penyusun Pondasi

2.2.1. Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982).

Semen Portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Didunia sebenarnya terdapat berbagai macam semen, dan tiap macamnya digunakan untuk kondisi-kondisi tertentu sesuai dengan sifat-sifat yang khusus.

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Walaupun semen hanya kira-kira mengisi 10 persen saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan yang aktif maka perlu dipelajari maupun di kontrol secara ilmiah.

Semen diperoleh dengan membakar secara bersamaan suatu campuran dari calcareous (yang mengandung kalsium karbonat atau batu gamping) dan argillaceous (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu. Secara mudahnya kandungan semen portland adalah : kapur, silika, dan alumina. Ketiga bahan dasar dicampur dan dibakar dengan suhu 1550° C dan menjadi klinker biasanya ditambah gips atau kalsium sulfat (Ca SO_4) kira-kira 2 - 4 persen sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan (Kardiyono,1992).

Adapun unsur-unsur pokok yang terkandung dalam semen biasa yaitu seperti tabel 2.1 berikut:

Table 2.1. Unsur-unsur pokok yang terkandung di dalam semen

Bahan	Rumus kimia	Prosentase
Kapur	CaO	60-65
Silica	SiO ₂	17-25
alumina	Al ₂ O ₃	3-8
Besi	Fe ₂ O+K ₂ O	0,5-6
Magnesia	MgO	0,5-4
Sulfur	SO ₃	1-2
Soda (Potash)	Na ₂ O+K ₂ O	0,5-1

Komposisi semen Portland dan senyawa kimia yang ada berpengaruh terhadap sifat-sifat semen. Ada 4 macam senyawa kimia penting yang mempengaruhi sifat semen yaitu sifat ikatan dan sifat pengerasan semen , yaitu :

1. Trikalsium Silikat (C₃S) atau 3CaO.SiO₂.
2. Dikalsium Silikat (C₂S) atau 2CaO.SiO₂.
3. Trikalsium Aluminat (C₃A) atau 3CaO.Al₂O₃.
4. Tetra Kalsium Aluminoforit (C₄AF) atau 4 CaO.Al₂O₃.Fe₂O₃.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya , semen Portland di Indonesia (PUBLI-1982) dibagi menjadi 5 jenis , yaitu :

1. Jenis I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain .
2. Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanannya terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang .
3. Jenis III : Semen potland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi .
4. jenis I V : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah .
5. Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat .

Semen Portland pozzolan dapat menghasilkan panas hidrasi lebih sedikit dari pada semen biasa .

2.2.2. Pasir

Pasir merupakan bahan batuan berukuran kecil, ukuran butirnya lebih kecil 5 mm. Pasir dapat berupa pasir alam , sebagai hasil disitegrasi alam dari batuan-batuan , atau berupa pasir pecahan batu , yang dihasilkan alat atau mesin pemecah batu.

Pasir tidak boleh mengandung Lumpur lebih dari 5 % terhadap berat keringnya.apabila kadar Lumpur melebihi 5 % , maka pasirnya harus dicuci. Lumpur pada pasir dapat menghalangi ikatan dengan pasta semen. Pasir tidak

boleh mengandung bahan organik terlalu banyak , yang harus dibuktikan dengan pengujian warna, dari Abrams Harder. Pasir yang tidak memenuhi pengujian warna ini dapat juga dipakai asal kuat desak adukan dengan pasir tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95 % . Kuat desak adukan dengan pasir yang sama, tetapi telah di cuci dalam larutan NaOH 3 % yang kemudian di cuci dengan air hingga bersih. Bahan-bahan organik itu dapat mengadakan reaksi dengan senyawa-senyawa dari semen Portland hingga berakibat berkurangnya kualitas adukan (**Gideon kusuma, 1993**).

Untuk memperoleh nilai kuat desak yang lebih besar maka digunakan pasir dengan gradasi yang lebih besar. Variasi besar butiran atau Gradasi yang baik akan menghasilkan rongga mortar yang sedikit. Pasir yang seperti ini hanya memerlukan pasta semen sedikit (**Kardiyono , 1992**). Pasir dapat digolongkan menjadi 3 macam :

1. Pasir galian. Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam , bersudut , berpori , dan bebas dari kandungan garam , tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan jalan dicuci.
2. Pasir sungai. Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai , yang pada umumnya berbutir halus bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir-butir agak kurang karena butir yang bulat. karena besar butir-butirnya kecil , maka baik dipakai untuk memplester tembok. Juga dapat digunakan untuk keperluan yang lain.

3. Pasir laut. Pasir laut ialah Pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan, pasir ini adalah pasir yang paling jelek , karena banyak mengandung garam-garaman. Garam-garaman ini banyak menyerap kandungan air dari udara dan ini mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan. Oleh karena itu sebaiknya pasir laut jangan di pakai.

2.2.3. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen , serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat medah dikerjakan dan dipadatkan.

Dalam pemakaian air untuk beton itu sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Tidak mengandung Lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram per liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik , dan sebagainya) lebih dari 15 gram per liter.
3. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram per liter.
4. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram per liter.

Untuk air perawatan dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan ,tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan , hingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organis dalam air , umumnya menjadi penyebab utama pengotoran atau perubahan warna terutama jika perawatan cukup lama (**Kardiyono,1992**).

2.2.4. Kapur

Penambahan kapur menurut **Gideon Kusuma , 1993** yang dikutip dari tugas akhir dari **Julianto** dan **Heriyanto** berjudul pemanfaatan limbah padat pada pabrik kertas untuk campuran mortar semen , kapur berguna untuk menutupi rongga-rongga yang ada pada campuran mortar , agar mortar beton yang di buat tidak terlalu banyak berpori , dikarenakan pasir merupakan butiran yang berongga . rongga-rongga tidak semua dapat tertutup oleh butiran semen maupun pasta semen (*gel*) , ruang-ruang yang berongga yang tidak ditempati butiran butiran semen , merupakan rongga – rongga yang berisi udara dan air yang saling berhubungan dan dinamakan *kapiler* . *Kapiler* ini akan tertinggal ketika pasta semen mengeras , akibatnya mortar memiliki sifat tembus air (*permeabilitas*) yang besar sehingga dapat mengurangi kekuatannya . Kapur dapat mengisi pori-pori yang digunakan untuk menambah karakteristik kohesif dari mortar semen dan memperbaiki ketahanan terhadap keluarnya air semen (*bleeding*), tetapi pemakaian kapur yang terlalu banyak menyebabkan kuat desak mortar menjadi rendah ,

hal ini dikarenakan volume kapur yang banyak akan menyebabkan semen menjadi lebih sedikit didalam cetakan . Campuran yang baik dalam percobaan ini adalah 1 semen : 6 pasir : 1,5 limbah yang mengandung kapur 53,637%.

Kapur dibedakan menjadi lima menurut Standar Industri Indonesia yaitu:

1. kapur tohor : yaitu hasil pembakaran batu alam yang komposisinya adalah sebagian besar kalsium karbonat, pada suatu suhu sedemikian tinggi , sehingga jika diberi air dapat terpadamkan (Dapat bersenyawa dengan air membentuk hidrat)
2. kapur padam : hasil pemadaman kapur tohor dengan air dan membentuk hidrat
3. kapur udara : kapur padam yang apabila diaduk dengan air , setelah beberapa waktu hanya dapat mengeras di udara karena pengikatan karbon dioksida (CO_2).
4. kapur hidrolis : kapur padam yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa waktu dapat mengeras , baik didalam air maupun di udara.
5. kapur magnesia : kapur yang mengandung lebih dari 5 % magnesium oksida (MgO) di hitung dari contoh kapur yang dipijarkan.

Dipasaran hanya dikenal 2 macam kapur yang biasa digunakan sebagai bahan bangunan yaitu kapur mentah dan kapur matang atau bakar. Kapur

mentah dipakai tanpa melalui proses pembakaran , tetapi di tumbuk halus. Umumnya di pasaran ditemui dalam bentuk tepung atau bubuk , bahkan ada yang sudah dikemas dalam kantong. Adapun kapur matang diperoleh setelah melalui proses pembakaran, batu kapur dipasaran biasanya dalam bentuk bongkahan , sehingga sebelum digunakan terlebih dahulu disiram air sampai berbentuk bubuk atau tepung yang biasa disebut kapur padam. Oleh sebagian pelaksana bangunan dilapangan , kapur ini digunakan sebagai bahan campuran mortar semen, campuran mortar semen dengan kapur banyak digunakan untuk plesteran dinding dan spesi batu atau bata. walaupun kapur bakar ini sering dimanfaatkan sebagai bahan tambah campuran , namun pengaruhnya terhadap kekuatan mortar semen sering kurang mendapat perhatian. Oleh karena itu penelitian tentang pengaruh kapur bakar terhadap kekuatan mortar semen ini dilakukan .

2.2.5. Batu putih

Batu putih adalah batuan alam , Batu putih ini mempunyai 3 penggolongan lapisan menurut kekerasannya , lapisan paling terluar adalah lapisan yang paling lunak , lapisan ini berwarna putih kekuningan , lapisan ini tidak digunakan , karena sangat rapuh dan mudah hancur, lapisan ini seperti tanah liat yang kering. Lapisan kedua berwarna putih agak keabuan, lapisan ini lebih keras sedikit dari lapisan terluar tadi , lapisan ini biasanya digunakan sebagai bahan baku pengrajin ukiran patung , dikarenakan lapisan ini sangat mudah dibentuk dengan pahat batu atau alat lainnya.

Lapisan paling dalam berwarna krem , lapisan ini mempunyai kekuatan paling kuat diantara ke dua lapisan yang telah di sebutkan terdahulu ,batu putih ini cukup keras untuk dijadikan pondasi sebagai alternatif dari pasangan batu gunung atau batu kali , di karenakan sumber daya alam yang sangat banyak terletak di selatan kota jogja terutama di daerah Prambanan dan Wonosari , memungkinkan masyarakat memakai sumber daya ini untuk penghematan biaya dalam pembangunan konstruksi sederhana , contohnya adalah untuk pagar , konstruksi Turap atau dinding penahan tanah , atau untuk pembuatan pondasi pada rumah-rumah mereka. Batuan putih ini mempunyai kekuatan tegangan sedang (8 kg/cm^2 - 18 kg/cm^2)diantara bebatuan cadas lainnya (**Heinz frick, 1999**). Batu putih sebagai pengisi utama pondasi ,adalah batuan menengah menurut penggolongan kekerasannya ,batu putih ini mengandung mineral, kuarsa, mikafespar , kapur , lempung (**Heinz frick, 1999**). Batuan putih ini juga mempunyai kadar pori yang banyak jadi memungkinkan batu putih ini mempunyai resapan air yang banyak , tetapi belum banyak penelitian mengenai batu putih ini yang menyebabkan peneliti mengalami sedikit kesulitan , dalam hal ini peneliti menggunakan batu putih yang berasal dari pertambangan batu putih di candi ijo Prambanan .