

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air, dan agregat (kadang-kadang dengan bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia) pada perbandingan tertentu. Campuran tersebut bila mana dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan itu terjadi oleh peristiwa reaksi kimia antara air dan semen, dan hal ini berjalan selama waktu yang panjang, dan akibatnya campuran itu selalu bertambah keras setara dengan umurnya. Nilai kekuatan serta daya tahan (“durability”) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur dan kondisi perawatan pengerasan ( Dipohusodo, 1994).

Luasnya pemakaian beton disebabkan karena terbuat dari bahan-bahan yang umumnya mudah diperoleh, serta mudah diolah sehingga menjadikan beton mempunyai sifat yang dituntut sesuai dengan keadaan situasi pemakaian tertentu. Kemajuan pengetahuan tentang teknologi beton telah dapat memenuhi tuntutan tertentu, misalnya pemakaian bahan lokal yang dapat diperoleh di suatu daerah tertentu dengan mengubah

perbandingan bahan dasar yang sesuai, maupun cara pengerjaan yang cocok dengan kemampuan pekerja serta kebutuhan penampilan yang sesuai.

### **2.1.1 Semen**

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Meskipun definisi diterapkan untuk banyak jenis bahan, semen yang dimaksudkan untuk konstruksi beton adalah bahan jadi yang mengeras dengan adanya air dan dinamakan semen hidrolis. Hidrolis yang dimaksud di sini yaitu bila semen dicampur air akan terjadi reaksi kimia (hidrasi) yang menyebabkan campuran menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu.

Adapun fungsi semen untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Semen mengisi kira-kira 10 % dari volume beton (Tjokrodimulyo, 1992).

Semen adalah suatu hasil produksi yang dibuat di pabrik semen. Pabrik-pabrik semen memproduksi bermacam-macam jenis semen dengan sifat dan karakteristik yang berlainan. Menurut Sagel, Kole, Kusuma (1993), semen dibedakan dalam dua kelompok utama yaitu :

1. Semen dari bahan klinker-semen-Portland
  - a. semen Portland,
  - b. semen Portland abu terbang,

- c. semen Portland berkadar besi,
  - d. semen tanur-tinggi ('Hoogovenement'),
  - e. semen Portland tras/puzzolan, dan
  - f. semen Portland putih.
2. Semen-semen lain
- a. alumunium semen, dan
  - b. semen bersulfat.

Perbedaan di atas berdasarkan karakter dari reaksi pengerasan kimiawi. Semen-semen dari kelompok-1 yang satu dan yang lain tidak saling bereaksi (membentuk persenyawaan lain), semen kelompok-2 bila saling dicampur atau bercampur dengan kelompok-1 akan membentuk persenyawaan yang baru. Ini berarti semen dari kelompok-2 tidak boleh dicampur. Semen Portland dan semen Portland abu-terbang adalah semen yang umum dipakai di Indonesia.

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

Dari definisi semen portland (PC), menurut Tjokrodimulyo (1992), dapat dilihat bahwa semen portland dibuat dari Cacareous seperti batu kapur (limestone atau chalk) dan bahan silika atau alumunium yang terdapat pada tanah liat (clay atau shale). Batu kapur mengandung komponen  $\text{CaO}$ , lempung mengandung komponen  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (oksida alumina),  $\text{FeO}_3$  (oksida besi). Secara mudahnya, kandungan semen portland ialah : kapur, silika dan alumina. Ketiga bahan dasar tadi dicampur dan

dibakar dengan suhu 1550 °C dan menjadi klinker. Kemudian setelah didinginkan dan dihaluskan biasanya lalu ditambahkan gips atau kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ) kira-kira 2 sampai 4 persen sebagai bahan pengontrol waktu ikatan.

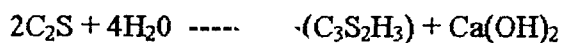
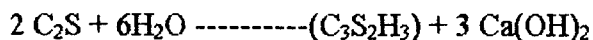
Nama “portland cement” diusulkan oleh Joseph Aspin pada tahun 1824. Nama itu diusulkan karena berbentuk bubuk yang dicampur dengan air, pasir dan batu-batuan yang ada di pulau Portland, Inggris. Pertama kali semen Portland di produksi (dengan pabrik) di Amerika oleh David Saylor di kota Coplay, Pennsylvania, pada tahun 1875.

Beton yang dibuat dengan semen portland umumnya membutuhkan sekitar 14 hari untuk mencapai kekuatan yang cukup agar acuan dapat dibongkar dan beban mati serta konstruksi dapat dipikul. Kekuatan rencana dari beton yang demikian tercapai dalam waktu sekitar 28 hari. Semen Portland biasa ini diidentifikasi oleh ASTM C150 (8) sebagai tipe I. Tipe-tipe lain dari semen portland berikut penggunaannya dicantumkan dalam tabel 2.1 (Wang dan Salmon, 1993).

Tabel 2.1 Jenis-jenis Semen Portland

Jenis	Penggunaan
I	Konstruksi biasa dimana sifat yang khusus tidak diperlukan
II	Konstruksi biasa dimana diinginkan perlawanan terhadap sulfat atau panas dari hidrasi
III	Jika permulaan kekuatan yang tinggi diinginkan
IV	Jika panas yang rendah dari hidrasi diinginkan
V	Jika daya tahan yang tinggi terhadap sulfat diinginkan

Kekuatan semen yang telah mengeras tergantung dari jumlah air yang dipakai waktu proses hidrasi berlangsung. Proses hidrasi pada semen portland berlangsung sangat kompleks, tidak semua reaksi dapat diketahui secara rinci. Rumus proses kimia (perkiraan) untuk reaksi hidrasi dari unsur  $C_2S$  dan  $C_3S$  dapat ditulis sebagai berikut :



Hasil utama dari proses di atas ialah  $C_3S_2H_3$  yang biasa disebut “tubermorite”, yang berbentuk gel. Panas juga keluar selama proses berlangsung (panas hidrasi). Beberapa butir yang bersifat seperti kristal juga terbentuk dari “tubermorite”. Bila masih dimungkinkan, penambahan air masih diperlukan oleh bagian dalam butir-butir semen, terutama yang berbutir besar untuk menyempurnakan proses hidrasi yang berlangsung sangat lambat sampai 50 tahun. Pada dasarnya jumlah air yang diperlukan untuk proses hidrasi hanya kira-kira 25 persen dari berat semennya, penambahan jumlah air akan mengurangi kekuatan setelah mengeras (Tjokrodimulyo,1992).

### 2.1.2 Agregat

Agregat adalah bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen. Dalam struktur beton biasa agregat menempati kurang lebih 70 - 75% dari volume massa yang telah mengeras. Untuk mencapai kuat beton baik perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya, karena umumnya semakin padat dan keras massa agregat akan makin tinggi kekuatan dan “durability-nya”(daya tahan terhadap penurunan mutu akibat pengaruh cuaca). Untuk membentuk massa padat diperlukan susunan gradasi butiran agregat yang baik. Disamping bahan agregat mempunyai cukup

kekerasan, sifat kekal, tidak bersifat reaktif terhadap alkali dan tidak mengandung bagian-bagian kecil (<70 micron) atau lumpur. Nilai kuat beton yang dicapai sangat ditentukan oleh mutu bahan agregat ini ( Dipohusodo, 1994).

Agregat pada umumnya diklasifikasikan sebagai agregat halus dan agregat kasar ( Nilson dan Winter, 1993).

Menurut Tjokrodimulyo (1992), cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan ialah yang didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Sebagai batas antara ukuran butir yang kasar dan yang halus tampaknya belum ada nilai yang pasti, masih berbeda antara satu disiplin ilmu yang satu dengan disiplin ilmu yang lain, dan mungkin juga dari satu daerah dengan daerah yang lain. Dalam bidang teknologi beton nilai batas tersebut umumnya ialah 4,75 mm atau 4,80 mm. Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar, dan yang butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus. Secara umum, agregat kasar sering disebut kerikil, kericak, batu pecah atau split, adapun agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,20 mm kadang-kadang 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".

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alam dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 5.0 mm ( Kusuma dan Vis, 1993).

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecah batu dan mempunyai ukuran 5-40 mm (Kusuma dan Vis, 1993).

Menurut Gunawan A, Yakob (1987), sifat-sifat agregat yang mempunyai pengaruh yang menentukan pada perilaku beton adalah kekuatannya, perubahan bentuknya, keawetannya, kekerasannya, keregangannya, stabilitas volume porositas (kandungan airnya), berat jenis dan daya reaksi kimia.

Menurut Tjokrodimulyo (1992), kekuatan dan sifat lain dari agregat dapat sangat bervariasi dalam batas-batas yang besar. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua sebab, yaitu karena terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel-partikel yang kuat tetapi tidak terikat dengan kuat, jadi bahan ikatnya yang kurang kuat. Kekerasan dari butir-butir tergantung dari bahannya, jadi tidak dipengaruhi oleh kekuatan lekatannya antara butir satu terhadap yang lain.

Sifat elastisitas agregat, yaitu sifat yang dalam pengujian beban uniaksial disebut sebagai modulus elastisitas, sama seperti bahan getas yang lain. Agregat yang lebih kuat umumnya mempunyai modulus elastisitas lebih tinggi (Tjokrodimulyo, 1992).

### 2.1.3 Air

Di dalam campuran beton, air mempunyai dua fungsi, yaitu untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan serta sebagai pelumas campuran butir-butir kerikil, pasir, dan semen agar memudahkan pelaksanaan dan pencetakan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25 persen berat semen, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang

dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air ini dipakai sebagai pelumas. Tetapi perlu dicatat bahwa tambahan air untuk pelumas tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan rendah serta betonnya porous. Selain itu, kelebihan air akan bersama-sama dengan semen bergerak kepermukaan adukan beton segar yang baru dituang (“bleeding”) yang kemudian menjadi buih dan merupakan suatu lapisan tipis yang dikenal dengan “laitance” (selaput tipis). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah (Tjokrodimulyo, 1992).

Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat untuk bahan campuran beton, tetapi tidak berarti air pencampur beton harus memenuhi standar persyaratan air minum.

Secara umum, air yang dapat dipakai untuk bahan pencampur beton ialah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton pada umur 7 dan 28 hari dengan kekuatan lebih dari 90 % kekuatan beton yang memakai air suling.

Dalam pemakaian air untuk beton, menurut Tjokrodimulyo (1992), sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

1. tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter,
2. tidak mengandung garam-garam yang merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter,
3. tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter, dan
4. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.



Air untuk perawatan umumnya harus memenuhi syarat-syarat yang lebih tinggi dari air untuk pembuatan beton. Misalkan untuk perawatan selanjutnya keasaman tidak boleh pHnya  $> 6$ , juga tidak boleh terlalu sedikit mengandung kapur ( Sagel, Kole, Kusuma, 1993).

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

## 2.2 Breksi Batuapung Hijau

Di suatu negara dengan geografi, geologi dan iklim yang panas dan basah seperti Indonesia, maka batu-batuannya akan mengalami pelapukan yang cukup dalam yang tergantung pada jenis batu-batuannya, iklimnya, derajat erosinya, exposure dan lain-lainnya. Pengaruh yang paling besar adalah iklim setempat, yang pada umumnya makin panas makin basah derajat iklimnya maka derajat pelapukannya semakin besar yang akan mengakibatkan dekomposisi dari batu-batuannya.

Indonesia dan daerah-daerah sekitarnya termasuk secara geologi muda dan pada dasarnya terdiri dari batu-batuan igneous vulkanis yang muda (seperti : basalt, dolomit, andesit, porhyries, tuffs, ashes) lebih dalam lagi dapat ditemukan granites dan batu-batuan sedimen di laut (sandstone, limestone dan marlstone), seringkali batu-batuan ini terbentuk pada lipatan dan patahan pada gugusan gunung atau pegunungan berapi ( Sagel, Kole, Kusuma, 1993).

Bahan galian Breksi Batuapung Hijau merupakan anggota formasi kebo-Botak, sebagai produk “piroklastik” atau aktivitas gunung api berupa semburan ke udara, yang kemudian jatuh ke dalam suatu lingkungan pengendapan, selanjutnya bahan tersebut mengalami rombakan oleh aktifitas air dan terendap kembali pada lingkungan pengendapan yang lain. Karena aktifitas tektonik yang intensif berupa pengangkatan, bahan galian tersebut tersingkap seperti kondisi saat ini. Terbentuknya mineral berwarna hijau diduga sebagai proses “alterasi” oleh pengaruh “agitasi” air kali pada bahan tersebut (Dinas Pertambangan, 1996/1997).

Menurut Sadjji (1997), pada umumnya batuan vulkanik adalah keras dan padat, serta merupakan bahan agregat yang sangat baik dan biasa digunakan sebagai agregat ringan (“light weight agregat”), termasuk di dalamnya pumice, perlit dan batuapung.

Bahan galian Breksi Batuapung Hijau ini banyak dijumpai di dusun Mongkrong, Tlogo, Pucung, Bedoyo dan Gesing Desa Sampang, Dusun kayoman, Desa Serut. Pertimbangan digunakan sebagai agregat kasar pada beton adalah ringan, kuat, kedap air dan daya tahan panas tinggi (Dinas Pertambangan, 1997).

Selain bahan galian Breksi Batuapung Hijau, banyak dijumpai Breksi Batuapung lainnya diantaranya Breksi Batuapung Semilir dari kecamatan Piyungan yang sudah pernah diteliti sebagai pengganti agregat kasar pada beton ringan oleh Dewantono dan Bachri (1996).

### **2.2.1 Breksi Batuapung Hijau Kenampakan Lapangan**

Breksi Batuapung Hijau di lapangan tampak menunjukkan warna segar abu-abu gelap dengan noktah-noktah hijau, warna lapuk coklat kehijauan, struktur fragmentasi,

tekstur klastik, agak keras, kompak. Matrik berupa material vulkanik berukuran pasir halus sampai pasir kasar, berwarna abu-abu kehitaman, kompak, agak keras. Fragmen berupa fragmen batuan batuan berwarna hijau abu-abu, meruncing keras kompak, berukuran sampai 30 mm.

### 2.2.2 Komposisi Kimia

Berdasarkan Laporan Akhir Penelitian Pemetaan Mineral dan Geologi Lingkungan C di Kecamatan Patuk, Dinas Pertambangan DIY (1996/1997), didapatkan komposisi kimia Breksi Batuapung Hijau :  $\text{SiO}_2$  (64,74 %),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (26,27 %),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (2,39 %),  $\text{CaO}$  (3,26 %),  $\text{MgO}$  (0,90 %),  $\text{Na}_2\text{O}$  (1,47 %),  $\text{K}_2\text{O}$  (0,95 %),  $\text{MnO}$  (0,02 %),  $\text{H}_2\text{O}$  (2,61 %).

### 2.2.3 Sifat Fisik

Dari analisis kuat tekan dan keausan dari contoh Breksi Batuapung Hijau yang diambil dari Dusun Mongkrong, Desa Sampang, didapatkan harga kuat tekan  $136,64 \text{ kg/cm}^2$  dan harga ketahanan terhadap abrasi (keausan)  $0,6726 \text{ mm/menit}$  dan berat jenis sekitar  $1,677 \text{ gr/cm}^3$  (Dinas Pertambangan, 1997).

Analisis sifat fisik dari Breksi Batuapung Hijau ini merupakan yang terbaik untuk digunakan sebagai agregat kasar beton ringan bila dibandingkan dengan Breksi Batuapung lainnya, termasuk di dalamnya Breksi Batuapung Semilir yang pernah diteliti yang memiliki harga kuat tekan  $106,04\text{-}107,23 \text{ kg/cm}^2$  dan berat jenis berkisar  $1,080\text{-}1,546 \text{ gr/cm}^3$  (Dinas Pertambangan, 1997).