

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Struktur Beton

Beton terbentuk dari pengerasan campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar (batu pecah atau kerikil), campuran tambahan diberikan apabila dikehendaki suatu campuran khusus. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kuat desak yang lebih tinggi dari kuat tariknya, diperkirakan kuat tariknya hanya 9% - 15% dari kuat tekannya. Oleh karena itu untuk menanggulangi kegagalan tarik dan geser penguatan diberikan pada daerah tarik pada penampang balok.

Beton dan tulangan harus dapat bekerja sama secara komposit, sehingga diperlukan komposisi yang optimal. Jika unsur pembentuk beton direncanakan dengan baik maka menjadi bahan yang kuat dan tahan lama bila dikombinasikan dengan baja tulangan sehingga dapat menjadi elemen utama pada suatu sistem struktur.

2.2. Beton Ringan

Ilmu teknologi beton dikenal istilah jenis beton ringan (*lightweight concrete*), (Neville, 1975 dan Gambhir, 1986). Pembuatan beton ringan dapat dibagi menjadi tiga cara, yaitu:

1. Pemakaian agregat ringan, dengan agregat kasar yang ringan, agregat halus yang ringan atau keduanya.
2. Beton dibuat tanpa pasir sehingga terdapat banyak rongga diantara agregat kasarnya.

Struktur beton dengan agregat ringan dapat diproduksi dengan kekuatan yang lebih besar daripada 30 N/mm^2 dan bahkan kekuatan yang lebih besar lagi telah tercapai pada beberapa hal tertentu, meskipun kerugiannya berupa kenaikan kepadatannya. Agregat yang dipergunakan meliputi lelehan tepung abu bakar yang mengeras, batu tulis, tanah liat yang diregangkan, sisa bara yang berbusa, batu apung. Karena sebagian besar agregat menghisap sejumlah besar air (sampai 80% menurut volumenya), pengaruh terhadap workabilitas selama beberapa menit pencampuran campuran yang basah menjadi sedemikian kering untuk dikerjakan. Oleh karena itu agregat perlu dibasahi tetapi jangan sampai penuh air sebelum dicampur.

Berat jenis beton dengan agregat ringan yang kering udara sangat bervariasi, tergantung pada pemilihan agregatnya. Berat jenis sebesar 1850 kg.m^3 dapat dianggap sebagai batasan atas dari beton ringan yang sebenarnya meskipun kadang-kadang melebihi. Secara kasar beton ringan menurut berat jenisnya dapat dibagi menjadi 3 kelompok (Neville, 1975), yaitu :

1. Beton ringan dengan berat jenis antara $0,30 \text{ gr/cm}^3$ dan $0,80 \text{ gr/cm}^3$ yang biasanya dipakai sebagai bahan isolasi.
2. Beton ringan dengan berat jenis $0,8 \text{ gr/cm}^3$ dan $1,40 \text{ gr/cm}^3$ yang dipakai untuk struktur ringan.

3. Beton ringan dengan berat jenis antara $1,40 \text{ gr/cm}^3$ dan $2,00 \text{ gr/cm}^3$ yang dipakai untuk struktur sedang.

Beton ringan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (Gambhir, 1986) :

1. Ringan, berat jenis beton biasanya sekitar 2300 kg/m^3 , sedangkan beton ringan mempunyai berat jenis dari 300 kg/m^3 sampai 1200 kg/m^3 . Beton yang sangat ringan biasanya baik untuk bahan isolasi.
2. Tidak menghantarkan panas. Beton ringan mempunyai nilai isolasi sebesar 3 sampai 6 kali bata dan sekitar 10 kali beton biasa. Dinding tembok dengan tebal 200 mm yang terbuat dari beton ringan dengan berat jenis 800 kg/m^3 mempunyai tingkat isolasi sama dengan dinding bata dengan tebal 400 mm dan berat jenis 1600 kg/m^3 .
3. Tahan api. Beton ringan mempunyai sifat yang baik sekali dalam menahan panas. Sifat beton ringan yang tidak menghantarkan panas membuat beton ringan sangat baik untuk melindungi bagian struktur dari pengaruh api.
4. Mudah dikerjakan. Beton ringan dapat dengan mudah digergaji, dipotong, dibor atau dipaku. Oleh karena itu beton ringan mudah dibuat, perbaikan setempat juga mudah dilakukan tanpa merusak bagian lain yang tidak diperbaiki.
5. Keawetan. Beton ringan biasanya bersifat tidak kedap air, maka beton ini tidak bisa mencegah karat pada baja tulangnya sebagaimana terjadi pada beton biasa, karena itu maka baja tulangan yang dipakai perlu diberi lapisan khusus untuk mencegah terjadinya korosi.

6. Kecepatan pembuatan. Beton ringan dapat dengan mudah dibuat di pabrik, maka sangat mungkin merancang struktur dengan dasar konsep koordinasi modul yang lebih cepat pembuatannya.
7. Harga murah, karena beratnya dan nilai banding antara kuat tekan dan berat jenisnya kecil, pemakaian beton jenis ini akan membuat pemakaian baja tulangan yang sedikit. Struktur plat komposit yang memakai blok beton yang dicetak di pabrik tanpa baja tulangan dan balok grid beton bertulang menghasilkan pemakaian semen dan baja tulangan yang sedikit sehingga harga pembuatan struktur plat lantai dan plat atap dapat dihemat. Penghematan harga plat lantai dan plat atap dapat mencapai sebanyak 15 sampai 20 persen dibandingkan jika dibuat dengan plat beton bertulang biasa.

Penempatan beton ringan dalam suatu pengerjaan bangunan dapat ditunjukkan antara lain (Gambhir, 1986) :

1. Dinding isolasi pada gedung terutama pada bangunan pabrik.
2. Sebagai beton cor pada struktur komposit antara pelat lantai atau beton ringan dan balok beton bertulang biasa.
3. Apabila mempunyai kuat tekan yang tinggi dapat digunakan untuk menahan beban dalam hal ini sebagai dinding tembok struktural.
4. Dibuat panel-panel beton bertulang sebagai tembok penyekat dalam suatu gedung sebagai ruangan.

2.3. Beton Breksi Batuapung

Batu apung merupakan agregat alamiah yang ringan serta umum penggunaannya. Breksi batuapung sebagai agregat mempunyai berat jenis 0,9 – 1,39 g/cm³ (D. Titisari,1998). Keuntungan breksi batuapung antara lain ringan, kuat, kedap air, dan daya tahan panas yang tinggi (Dinas Pertambangan, 1997). Hasil penelitian dari beton breksi batuapung sebagai batako ringan (Tjokrodinuljo, 1993), dengan komposisi semen (1%), pasir (3,4%), Kerikil (1,8%), dan air semen²(0,5%) dari volume total, lama pengerasan 28 hari, dihasilkan berat jenis 1,6 gr/cm³ dan kuat tekan 118 kg/cm². Keuntungan dari pemakaian beton ringan breksi batuapung antara lain :

1. bobotnya yang ringan sehingga dapat mereduksi efek gempa terutama pada gedung dengan tingkat tinggi,
2. karena memiliki titik lebur di atas 800⁰ C maka dapat melindungi tulangan suatu struktur sedang didalamnya, apabila dipakai sebagai dinding mempunyai isolasi panas yang baik,
3. pembuatan beton yang relatif sederhana dan menyingkat waktu,
4. tahan terhadap pelapukan cuaca atau air asin (abrasi) (PT. Selo Graha Mataram).

2.4. Material Pembentuk Beton

Pemahaman karakteristik komponen beton diperlukan agar dapat mempelajari elemen gabungan yang akan terbentuk. Beton merupakan hasil interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya.

2.4.1 Semen Portland

Semen adalah bahan hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung Silika, Alumina dan Oksida besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam takaran yang sesuai. Semen portland merupakan bahan ikat yang bersifat hidraulik, yaitu bahan ikat yang akan bereaksi dan bekerja jika dicampur dengan air. Secara ringkas proses pembuatan semen portland adalah sebagai berikut.

1. Campuran CaO (batu kapur), SiO_2 (silika, dari lempung) dan Al_2O_3 alumina, dari lempung) digiling bersama beberapa bahan tambah lainnya, baik dalam bentuk kering, maupun basah. Bentuk basah ini disebut "*slurry*".
2. Bahan-bahan dikeringkan sebelum dibakar pada proses kering dan dicampur air pada proses basah.
3. Campuran dibakar dalam tanur-putar-datar pada suhu 2700°F , sehingga diperoleh butiran yang dinamakan klinker ("*clinkers*") keras berdiameter 0,0625–2 inchi.
4. Klinker didinginkan kemudian digiling menjadi serbuk sambil dicampur gips tak terbakar ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) 2%, digunakan sebagai pengontrol waktu pengerasan semen (mengatur ikatan awal semen).

Kekuatan semen merupakan hasil dari proses hidrasi. Proses kimia ini berupa rekristalisasi dalam bentuk "*inter-locking crystals*", sehingga membentuk pasta semen yang akan mempunyai kuat tekan tinggi setelah mengeras. Kekuatan awal semen portland semakin tinggi apabila semakin banyak prosentase C_3S (= 3CaOSiO_2).

Jika rawatan kelembaban terus berlangsung, kekuatan akhirnya meningkat dan akan lebih besar apabila prosentase C_2S ($= 2CaOSiO_2$) semakin besar. C_3S ($= 3CaOSiO_2$) mempunyai kontribusi terhadap kekuatan selama beberapa hari sesudah pengecoran beton, karena bahan ini mengalami hidrasi lebih dulu.

Di Indonesia semen portland dibedakan menjadi lima tipe.

1. Tipe I, "*Normal Portland Cement*". Semen jenis ini untuk penggunaan biasa yang tidak memerlukan sifat-sifat khusus.
2. Tipe II, "*Modified Portland Cement*". Panas hidrasinya lebih rendah dan panasnya keluar lebih lambat dari pada tipe I. Ketahanan terhadap sulfat baik. Jenis ini digunakan untuk bangunan tebal-tebal seperti "*pier*", pilar, perletakan "*retaining wall*", dan lain-lain. Rendahnya panas hidrasi mengurangi retak-retak pengerasan.
3. Tipe III, "*High Early Strength Portland Cement*". Semen ini memperoleh kekuatan yang besar dalam waktu singkat, digunakan pada pembuatan atau perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan.
4. Tipe IV, "*Low Heat Portland Cement*". Semen ini khusus pada penggunaan panas hidrasi serendah-rendahnya, seperti pada bendungan.
5. Tipe V, "*Sulfat Resisting Portland Cement*". Tipe ini digunakan pada bangunan-bangunan yang terkena sulfat pekat seperti tanah atau air yang tinggi kadar alkali. Pengerasannya lebih lambat dari semen portland biasa.

Semen pada campuran beton berfungsi sebagai perekat agregat membentuk masa yang kompak dan padat, juga mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat.

Volume semen kira-kira 10% dari volume beton tapi karena merupakan bahan aktif maka perlu diperhatikan secara ilmiah.

2.4.2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami sebagai pengisi dalam campuran mortar atau beton, kira-kira menempati 70% volume beton.

Secara umum agregat dibagi menjadi dua jenis, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

1. Agregat kasar (kerikil, batu pecah)

Ukurannya antara 5 – 40 mm, sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton dan meningkatkan ketahanan terhadap cuaca serta efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar harus bersih dari zat-zat organik dan mempunyai sifat ikatan yang baik dengan semen.

2. Agregat halus (pasir)

Ukuran butirannya kurang dari 5 mm. Pasir bisa dari alam atau dari mesin pemecah batu, dengan bentuk harus tajam dan keras. Bentuk tajam diperlukan untuk ikatan yang baik dalam campuran beton dan kekerasannya diperlukan untuk menghasilkan beton yang baik.

Maksud penggunaan agregat dalam beton adalah:

1. menghasilkan kekuatan yang besar pada beton,
2. mengurangi susut pengerasan beton,

4. mencapai susunan pampat beton dengan gradasi (variasi besar butir) yang baik dari bahan batuanya, mengontrol "*workability*" (sifat mudah dikerjakan) adukan plastis dengan gradasi yang baik.

2.2.3 Air

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, dan menjadi bahan pelumas antar butiran agregat sehingga mudah dipadatkan dan dikerjakan. Untuk bereaksi dengan semen air yang diperlukan sekitar 25 % berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Air yang baik untuk campuran beton adalah air yang apabila dipakai akan menghasilkan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang memakai air suling (PBI 1971).

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

- a. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam-garam yang adapt merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Untuk air perawatan dapat dipakai juga air yang dipakai juga untuk pengadukan tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang dapat merusak warna permukaan sehingga tidak sedap dipandang (Kardiyono, 1995).

2.4. Karakteristik Kekuatan

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton ialah :

1. Faktor air semen .

Faktor air semen adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam dalam adukan beton. Faktor air semen sangat mempengaruhi kekuatan beton. Hubungan antara faktor air semen dan kekuatan desak secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919) sebagai berikut :

$$f_c = \frac{A}{B^{1,5x}}$$

dengan :

f_c = kuat desak beton.

X = faktor air semen.

A, B = konstanta.

Dengan demikian semakin besar faktor air semen semakin rendah kuat tekan beton. Meskipun menurut rumus tersebut semakin rendah faktor air semen semakin tinggi kuat desak betonnya tetapi nilai fas yang rendah akan menyulitkan dalam pemadatan, sehingga kekuatan beton akan rendah karena beton kurang padat. Nilai fas yang optimum akan menghasilkan kuat desak beton yang maksimum pula.

2. Umur beton

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton itu. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut dipengaruhi beberapa faktor yaitu faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi fas semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya, dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat pula kenaikan kekuatan betonnya.

3. Jenis semen

Menurut SII 0031-81 Semen Portland dibagi menjadi lima jenis sebagai berikut :

Jenis I : Semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus.

Jenis II : Semen untuk beton tahan sulfat dan mempunyai panas hidrasi sedang.

Jenis III : Semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).

Jenis IV : Semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah.

Jenis V : Semen untuk beton yang sangat tahan terhadap sulfat.

Jenis-jenis semen ini mempunyai kecepatan kenaikan yang berbeda-beda.

4. Jumlah semen

Beton akan mempunyai kekuatan yang lebih tinggi jika kandungan semen lebih banyak. Hal ini berpengaruh karena jumlah semen yang banyak berarti mengurangi faktor air semen yang berarti penambahan kekuatan beton.

5. Sifat agregat

Pengaruh kekuatan agregat terhadap kekuatan beton sebenarnya tidak begitu besar karena pada umumnya kekuatan agregat lebih tinggi daripada semennya. Namun bila dikehendaki kekuatan beton tinggi diperlukan pula agregat yang kuat agar kekuatannya tidak lebih rendah dari pasta semennya.

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya (Kardiyono 1995).

2.5. Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton dalam penelitian ini menggunakan cara DOE ("Department of Environment), cara standart perencanaan Departemen Pekerjaan Umum RI. Langkah-langkah pokok cara DOE/Departemen Pekerjaan Umum adalah sebagai berikut:

1. Penetapan kuat tekan beton yang disyaratkan pada umur tertentu.
2. Penetapan nilai deviasi standar.
3. Penghitungan nilai tambah.
4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.
5. Penetapan jenis semen.
6. Penetapan jenis agregat.
7. Penetapan faktor air semen.
8. Penetapan air semen maksimum.
9. Penetapan nilai slump.
10. Penetapan besar butir agregat maksimum.
11. Menetapkan jumlah air yang diperlukan per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat, dan slump yang diinginkan.
12. Hitung berat semen yang diperlukan.
13. Hitung kebutuhan semen minimum.