

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Beton

Berdasarkan SNI 2847:2013 beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran bahan tambahan (*admixture*). Campuran bahan-bahan pemebentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kuat tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Sutikno, 2003)

Menurut Tjokrodimulyo (2007) ada beberapa kelebihan dan kelemahan beton:

Kelebihan beton :

1. harga yang relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat,
2. beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukkan oleh kondisi lingkungan,
3. beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan,
4. beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak dapat diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan,
5. beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit,
6. beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawtaannya lebih murah.

Kelemahan beton:

1. beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak oleh karena itu perlu diberikan baja tulangan sebagai penahan gaya tariknya,
2. beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu sehingga perlu dibuat dilatasi untuk mengatasi retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu,
3. untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.

3.2. Bahan Penyusun Beton

3.2.1. 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).

Menurut Amri (2005) bahan semen pada pekerjaan beton berfungsi sebagai bahan pengikat antara agregat kasar dan agregat halus, sehingga menghasilkan bentuk yang akan menghasilkan bentuk yang direncanakan.

Semen portland adalah jenis semen yang paling umum digunakan sebagai bahan pembuatan beton. Kandungan bahan kimia dalam semen dapat dilihat dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1. Kandungan Kimia dalam Bahan Baku Semen

Oksida	%
Kapur, CaO	60 - 67
Silika, SiO ₂	17- 25
Alumina, Al ₂ O ₃	3 - 8
Besi, Fe ₂ O ₃	0,5 - 0,6
Magnesia, MgO	0,1 - 4
Sulfur, SO ₃	1,3
Soda/potash, Na ₂ O + K ₂ O	0,2 - 1,3

Sumber: Neville and Brooks, 1987

Reaksi hidrasi yang dihasilkan semen pada umumnya adalah :



3.2.2. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 4,75 mm tetapi lolos ayakan 40 mm dan memiliki butir dengan ukuran besar yaitu kisaran 5-40 mm (tertahan pada saringan no 4). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahanya terhadap beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya (Nawy, 1990)

Menurut Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI S-04-1989-F) syarat – syarat yang harus dipenuhi oleh agregat kasar agar dapat menghasilkan beton bermutu baik adalah :

1. berbutir keras dan tidak berpori agar dapat menghasilkan beton yang keras dan sifat tembus air kecil,
2. tidak mengandung lumpur lebih dari 1%,
3. tidak boleh lebih dari 20 % bentuk butir pipih,
4. bersifat kekal (tidak udah hancur atau pecah)
5. tidak mengandung zat reaktif alkali
6. modulus haku butir antara 6 – 7,1 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.

3.2.3. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang melewati ayakan dengan lubang 4,8 mm. Agregat halus dapat berupa pasir alam yang didapatkan dari pelapukan batuan secara alami atau pasir yang dihasilkan dari pemecahan batu.

Menurut SK SNI S-0401989-F syarat-syarat agregat halus yang baik dalam pencampuran beton adalah :

1. agregat halus terdiri dari butir – butir yang tajam dan keras,
2. bersifat kekal artinya tidak mudah pecah dan hancur terhadap perubahan lingkungan,
3. tidak mengandung lumpur lebih dari 5%,
4. memiliki modulus halus butir antara 1,5 – 3,8 dengan variasi butir sesuai standar gradasi,
5. tidak mengandung bahan organik.

Gradasi yang diisyaratkan dalam SK-SNI-T-1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar.

Tabel 3.2. Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang lewat ayakan			
	I	II	III	IV
10,0	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : SK SNI T-15-1990-03

Keterangan :

- Daerah I : Pasir kasar
- Daerah II : Pasir agak kasar
- Daerah III : Pasir agak halus
- Daerah IV : Pasir Halus

3.2.4. Air

Air adalah bahan dasar pembentuk beton yang paling penting. Dalam pembuatan beton air berfungsi untuk membuat semen bereaksi dengan semen serta sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Dibutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen untuk bereaksi dengan semen. Tetapi pada kenyataan dilapangan apabila faktor air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari

0,35 maka adukan sulit dikerjakan, sehingga umumnya faktor air semen lebih dari 0,40 yang mana terdapat kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen. Kelebihan air inilah yang berfungsi sebagai pelumas agregat, sehingga membuat adukan mudah dikerjakan. Tetapi penambahan air untuk pelumas tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan berkurang dan akan menimbulkan *bleeding*.

Menurut PUBLI-1982 syarat – syarat air sebagai bahan bangunan adalah :

1. air harus bersih,
2. tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya,
3. tidak boleh mengandung benda – benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter,
4. tidak mengandung garam yang dapat larut dan dapat merusak beton.

3.3 Beton Agregat Daur Ulang

Dalam dunia konstruksi dapat dilihat bahwa terdapat banyak sisa beton, baik sisa beton padat maupun sisa beton *ready mix*, yang tidak terpakai dan kemudian hanya menjadi limbah beton di tempat pembuangannya. Limbah beton padat dapat berupa hasil pembokaran sisa bangunan yang sudah tidak digunakan atau mengalami kerusakan, limbah beton padat hasil pengujian di laboratorium, dan sebagainya.

Beton agregat daur ulang adalah beton yang terdiri dari bahan penyusun yang menggunakan agregat daur ulang dalam komposisi pembentuknya. Dalam prosesnya limbah beton ini dihancurkan dengan mesin penghancur batu kemudian

diayak sehingga didapatkan butiran-butiran agregat yang diinginkan. Menurut Hansen (1992) agregat daur ulang memiliki beberapa karakteristik, yaitu :

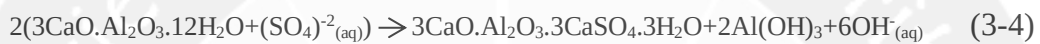
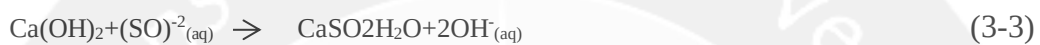
1. nilai abrasi agregat daur ulang adalah 20% - 40%,
2. bentuk, tekstur, dan diameter agregat daur ulang sama dengan agregat alami,
3. nilai densitas agregat kasar daur ulang adalah 2200 – 2500 kg/m³,
4. kandungan mortar yang terdapat pada agregat kasar daur ulang kurang lebih 25% - 65%,
5. daya serap air yang terjadi pada agregat kasar daur ulang adalah 3% - 10%.

Beberapa penelitian terhadap beton agregat daur ulang telah banyak dilakukan. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan informasi mengenai kekurangan dan kelemahan beton agregat daur ulang bila dibandingkan dengan beton agregat alam. Menurut El-Reedy (2009) sifat beton dengan agregat daur ulang jika dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat alami antara lain:

1. kuat tekan menurun sebesar 10% - 30%,
2. kuat tarik lebih rendah tidak lebih dari 10%,
3. modulus elastisitas menurun sebesar 10% - 40% tergantung dari sumber agregat kasarnya,
4. susut lebih besar 20% - 55% sedangkan *creep* lebih kecil hingga 10%.

3.4 Larutan Asam

Larutan asam merupakan larutan yang bersifat asam, dimana bila dilarutkan dalam air akan menghasilkan ion H^+ . Beberapa asam bersifat korosif dan kebanyakan asam bisa mengubah indikator. Reaksi yang terjadi antara ion-ion sulfat dengan atau beton adalah $Ca(OH)_2$ dan *Kalsium Aluminat Hidrat* ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 12H_2O$) dapat ditulis sebagai berikut :



Hasil reaksi diatas adalah *kalsium sulfat* atau *gypsum* dan *kalsium sulphoaluminat* atau *Ettringite* yang menempati volume yang lebih besar dari pada senyawa yang digantikan tempatnya sehingga mengakibatkan terjadinya pengembangan dan pemisahan dari pasta semen (Purba, 2006).

HCl dan H_2SO_4 merupakan jenis pelarut asam kuat yang paling sering digunakan dalam melakukan perawatan kimia pada agregat daur ulang. Dalam perawatan kimia terhadap agregat daur ulang HCl dan H_2SO_4 berfungsi untuk mengurangi lapisan mortar yang terdapat pada permukaan agregat daur ulang.

3.5 Sifat Mekanik Beton

3.5.1. Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Kuat tekan masing – masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1996).

Sesuai dengan SNI 1974-2011, untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton dari hasil pengujian dengan mesin uji diformulasikan sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3-5)$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)
 P = Beban tekan (N)
 A = Luas Penampang Beton (mm^2)

3.5.2. Modulus Elastisitas

Modulus Elastisits merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang sebagai akibat dari tekanan yang diberikan itu (Murdock dan Brock, 1999). Berdasarkan penelitian Wang, C. K. and Salmon, C. G., (1986) nilai modulus elastisitas dapat ditentukan berdasarkan dari pengujian pada 25% – 50% dari modulus elastisitas sekan beton dengan rumus :

$$E_C = \frac{f_{maks}}{\varepsilon_p} \quad (3-6)$$

Keterangan :

E_C = Modulus elastisitas beton tekan (MPa)
 f_{maks} = Tegangan beton maksimum (MPa)
 ε_p = Regangan beton

3.5.3. Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah merupakan kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton

berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan (Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton, SK SNI M60-1990-03)

Berdasarkan Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SK SNI 03-2491 (2002) maka untuk mencari nilai kuat tarik belah digunakan rumus :

$$f't = \frac{2P}{\pi LD} \quad (3-7)$$

Keterangan :

$f't$ = Kuat tarik belah (MPa)
 P = Beban maksimum (N)
 L = Tinggi silinder beton (mm)
 D = Diameter silinder beton (mm)

3.5.4. Porositas

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan volume pori (volume yang ditempati oleh *fluida*) terhadap volume total beton (volume benda uji). Berdasarkan ASTM C 642-90, untuk mencari porositas beton dapat digunakan rumus :

$$n = \frac{C - A}{C - D} \times 100\% \quad (3-8)$$

Keterangan :

n = Porositas benda uji (%)
 A = Berat kering oven benda uji (Kg)
 C = Berat beton jenuh air (Kg)
 D = Berat beton dalam air (Kg)