

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Umum**

Dengan semakin banyaknya pemakaian bahan alternatif untuk beton, maka penelitian yang bertujuan untuk membuka wawasan tentang hal tersebut sangat dibutuhkan, terutama penggunaan bahan-bahan dari alam yang penggunaannya tidak terlalu diperhatikan di kalangan masyarakat.

Kekayaan alam yang mengandung banyak silika dapat berguna sebagai bahan pengganti atau bahan tambah semen dalam agregat. Dengan begitu dapat berhipotesis bahan dari alam tersebut dapat menjadi bahan konstruksi. Alasan ini bisa diterima jika bahan tersebut dapat menambah kekuatan beton dan harga serta ketersediaannya terjangkau.

#### **3.2 Beton dan Penyusunnya**

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain – lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lain), dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu (Wuryati S.& Candra R, 2001).

Dalam keadaan mengeras, beton bagai batu karang dengan kekuatan yang tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam – macam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau untuk tujuan dekoratif. Beton mempunyai nilai kuat tekan yang besar namun beton tidak kuat

terhadap kuat tarik.

Beton segar yang baik ialah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi pemisahan kerikil dari adukan maupun pemisahan air dan semen dari adukan. Beton keras yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus, dan kembang susutnya kecil (Tjokrodimulyo 1996).

Bahan-bahan penyusun beton adalah sebagai berikut:

### **3.2.1 Air**

Air adalah bahan yang diperlukan pada campuran beton agar bereaksi dengan semen, dan menjadi pelumas agregat sehingga mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang dibutuhkan untuk mereaksikan semen hanya sekitar 30% dari berat semen (Tjokodimuljo, 1996).

Syarat air yang baik untuk dapat direaksikan dalam pembuatan beton menurut PUBI 1982 adalah:

1. air harus bersih,
2. tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat oleh mata,
3. tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2gr/lt,
4. tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton lebih dari 5 gr/lt,

### **3.2.2 Semen Portland**

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang

bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lainnya. (SNI- 15-2049-2004).

Semen dibedakan menjadi beberapa tipe berdasarkan penggunaannya.

Jenis semen berdasarkan kegunaannya adalah sebagai berikut.

1. Jenis I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada semen jenis lain.
2. Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang
3. Jenis III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi yang rendah
5. Jenis V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi terhadap sulfat. (SNI-15-2049-2004).

### **3.2.3 Agregat**

Beton segar yang baik ialah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi pemisahan kerikil dari adukan maupun pemisahan air dan semen dari adukan. Beton keras yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus, dan kembang susutnya kecil (Tjokrodimulyo 1996)

Dalam praktek agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, antara lain :

1. Batu. Untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
2. Kerikil. Untuk butiran antara 5 – 40 mm.
3. Pasir. Untuk butiran antara 0,15 – 5 mm.

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-pori menjadi sedikit atau dengan kata lain kepampatannya tinggi. (Tjokrodimulyo, 1996).

Pada jumlah kandungan agregat yang normal, jumlah semen permeter kubik berpengaruh terhadap kuat tekan betonnya (Mindess dan Young, 1981 dalam Tjokrodimulyo, 1996).

Beton akan mempunyai kuat tekan yang tinggi, jika tersusun dari bahan-bahan lokal yang berkualitas baik. Bahan penyusun beton yang perlu mendapat perhatian adalah agregat, karena agregat menempati 70-75% volume beton (Dipohusodo, 1996). Oleh karena kekuatan agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton, maka hal-hal yang perlu diperhatikan pada agregat adalah :

- a. Permukaan dan bentuk agregat
- b. Gradasi agregat, dan
- c. Ukuran maksimum agregat

**a. Agregat Halus**

Menurut Antono (1995), pasir sebagai agregat halus merupakan bahan batuan berukuran kecil, ukuran butirannya  $\leq 5$  mm. Pasir dapat berupa pasir alam, sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan, atau berupa pasir pecahan batu. Menurut SK SNI S-04-1989-F, agregat halus yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

1. harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras,
2. butirannya harus tidak pecah atau hancur oleh pengaruh perubahan cuaca, yaitu terik matahari dan hujan,
3. tidak mengandung lumpur lebih dari 5%. Apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka harus dicuci,
4. tidak mengandung bahan-bahan organik karena dapat mengadakan reaksi dengan senyawa-senyawa semen Portland sehingga mengurangi kualitas adukan betonnya,
5. tidak mengandung pasir laut karena mengakibatkan korosi pada tulangan,
6. mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8.

**b. Agregat Kasar**

Menurut Antono (1995), kerikil sebagai agregat kasar merupakan bahan batuan berukuran besar, ukuran butirannya  $\geq 5$  mm. Kerikil dapat berupa hasil desintegrasi alam dari batuan-batuan atau berupa batu pecah, yang diperoleh dari pemecahan batu.

Menurut SK SNI S-04-1989-F, agregat kasar yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. terdiri dari butiran-butiran keras dan tidak berpori,
2. kerikil yang mengandung butir-butir pipih dan panjang tersebut tidak melampaui 20% berat dari berat agregat seluruhnya,
3. batu tidak boleh pecah atau hancur oleh pengaruh perubahan cuaca, yaitu terik matahari dan hujan,
4. tidak mengandung lumpur lebih dari 1%. Apabila kadar lumpur melampaui 1%, maka harus dicuci,
5. tidak mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.

Pada beton memadat mandiri (SCC), komposisi agregat kasar dan halus harus diperhatikan. Semakin besar proporsi agregat halus dapat meningkatkan daya alir beton segar tetapi jika agregat halus berlebihan maka dapat menurunkan kuat tekan beton yang dihasilkan. Agregat kasar yang banyak juga sangat berpotensi mengakibatkan segregasi pada beton. Agregat kasar pada SCC digunakan diameter maksimum 10 mm untuk mencegah segregasi pada beton.

### **3.3 *Pozzoland***

*Pozzoland* adalah sejenis bahan yang mengandung silisium atau aluminium, yang tidak mempunyai sifat penyemenan. Butirannya halus dan dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu ruang serta membentuk senyawa senyawa yang mempunyai sifat-sifat semen (Mulyono,2005).

*Pozzoland* adalah satu bahan apabila dikombinasikan dengan kalsium hidroksida, membentuk senyawa-senyawa yang mempunyai sifat-sifat

cementitious. *Pozzoland* biasanya digunakan sebagai suatu penambahan (istilah teknik adalah “*admixture*”) pada campuran beton semen Portland untuk meningkatkan kekuatan jangka panjang dari beton semen Portland. *Pozzoland* terutama mengandung silika yang bereaksi dengan calsium hidroksida untuk membentuk kalsium silikat, bahan-bahan *cementitious* lain bisa juga dibentuk tergantung pada unsur-unsur *pozzoland*.

Reaksi *pozzolanic* bisa lebih lambat dibanding sisa dari reaksi-reaksi yang terjadi selama hidrasi semen, dan dengan begitu kekuatan jangka pendek beton dengan *pozzoland* tidak boleh setinggi beton yang dibuat hanya dengan bahan-bahan *cementitious*. Pada sisi lain, *pozzoland* yang sangat reaktif, seperti silika fume dan metakaolin dapat menghasilkan beton dengan kekuatan awal yang tinggi.

### 3.4 *Zeolit*

*Zeolit* merupakan mikrosilika yang dapat digunakan sebagai bahan *pozzoland*, karena *zeolit* mengandung banyak silika yang dapat meningkatkan kekuatan beton. Hasil pemeriksaan *zeolit* dari Klaten menunjukkan jumlah silika 63,80% dari berat sampel serta alumunium sebesar 12,36% dari berat sampel (Lianasari, 2011). Reaksi *zeolit* ini disebut reaksi sekunder yang berlangsung lebih lambat dan berlaku lebih lama, sehingga dapat diasumsikan mutu beton diatas 28 hari masih dapat meningkat. Campuran beton dengan *zeolit* akan memiliki waktu pengerasan yang lebih lama dibandingkan dengan beton normal.

Mutu beton juga tergantung pada kadar pori di dalam campuran, semakin kecil pori yang terdapat dalam beton maka akan banyak gelembung udara yang

terjadi selama ataupun sesudah pencetakan. Adanya gelembung ini berefek samping terhadap penggunaan air yang berlebihan. Penggunaan air yang berlebihan pada campuran berpotensi menurunkan mutu beton dan dapat terjadi *segregasi* dan *bleeding*. Untuk itu perlu adanya bahan tambah (*filler*) yang dapat mengisi pori pada beton agar dapat mencegah terjadinya *segregasi* dan *bleeding* pada campuran.

Penggunaan *zeolit* pada campuran beton memadat mandiri diharapkan dapat menjadi *filler* untuk meningkatkan viskositas beton sekaligus mencegah terjadinya *bleeding* dan *segregasi*. *Zeolit* juga diharapkan menjadi pozzolan karena silikanya yang tinggi dapat menaikkan mutu beton diatas umur 28 hari.

### **3.5 Viscocrete**

*Viscocrete* adalah chemical admixture berjenis *High Range Water Reducer* (HRWR) jenis *polycarboxylate* yang berguna menyebarkan partikel semen menjadi rata dan memisahkan menjadi partikel halus sehingga reaksi sekunder pada beton menjadi lebih rata dan lebih aktif. Keuntungan campuran beton dengan campuran *viscocrete* akan menjadikan beton segar memiliki *flowability* yang tinggi sehingga dapat mengalir dan memadat dengan mengandalkan berat sendiri (Vanda dan Fenny, 2004).

### **3.6 Kuat Lentur Balok**

Kuat lentur balok adalah nilai tegangan tarik yang dihasilkan dari momen lentur dibagi dengan momen penahan penampang benda uji. Kuat lentur balok merupakan faktor penting dalam menentukan sifat-sifat mekanis dan karakteristik beton itu sendiri. Komponen-komponen yang mempengaruhi kekuatan beton

adalah faktor air semen, derajat kepadatan, umur beton, jenis semen, jumlah semen dan kualitas agregat.

Jarak titik belah balok sampai ujung balok sangat penting untuk menentukan rumus yang dipakai. Salah satu metode yang sering digunakan untuk menguji kuat lentur balok adalah pengujian lentur balok dengan dua titik pembebanan.

Metode pengujian kuat lentur balok dengan dua titik pembebanan diatur dalam SNI 4431:2011. Kuat lentur balok sederhana dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{P l}{b d^2} \quad (3.1)$$

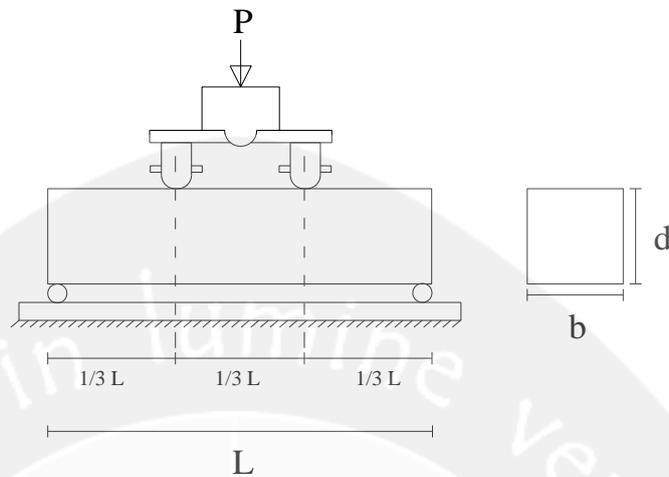
Dimana  $\sigma$  = kuat lentur (Mpa)

$p$  = beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji (N)

$l$  = panjang bentang antara kedua balok tumpuan (mm)

$b$  = lebar balok rata-rata penampang runtuh (mm)

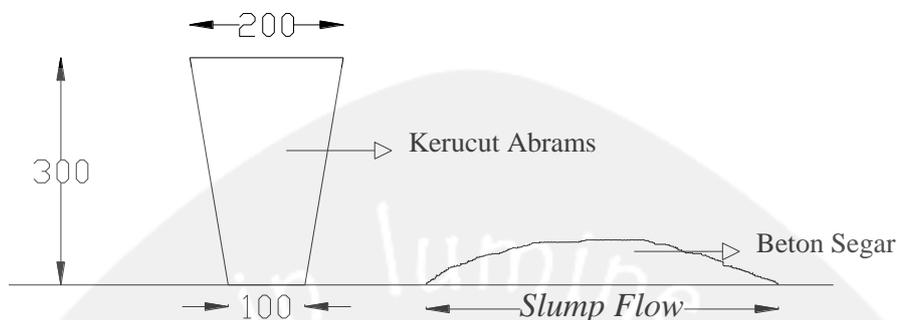
$d$  = tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)



**Gambar 3.1 Skema Alat Uji Kuat Lentur dengan Balok Sederhana yang Dibebani Dua Titik Pembebanan**

### 3.7 Pengujian Sifat Beton Segar

Sifat beton memadat mandiri (*Self Compacting Concrete*) dapat diuji *flowability* dengan cara pengujian *slump-flow test*. Pengujian ini bermaksud untuk menilai aliran bebas arah horizontal tanpa adanya penghalang. Metode yang digunakan berdasarkan pada metode test untuk menentukan nilai slump. Diameter lingkaran adukan beton menunjukkan nilai *filling ability*. Praktek *test* ini sederhana hanya membutuhkan dua orang untuk mengukur T500. Untuk mendapatkan hasil yang baik diperlukan alas yang cukup luas dan datar. Dalam pengujian ini perlu diperhatikan homogenitas dari beton tersebut yang dapat dilihat dengan kondisi beton yang tidak terjadi segregasi, *bleeding*, dan agregat tercampur merata. (Mustofa. 2011)

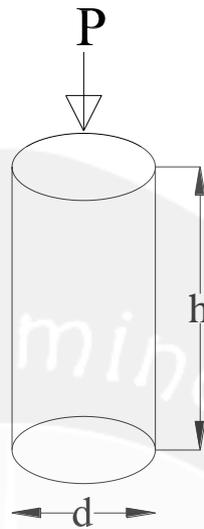


**Gambar 3.2 Slump-flow Test**

### 3.8 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005).

Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah tinggi=300 mm, diameter=150 mm. Untuk benda uji dengan dimensi berbeda, nilai kuat tekan beton didapat dengan mengkonversi hasil beban menggunakan faktor kali yang telah tersedia pada SNI 1974-2011. Tata cara pengujian nilai kuat tekan beton memakai SNI 1974-2011. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ( $f'c$ ) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan.



**Gambar 3.3 Benda Uji Silinder**

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berdasarkan percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3.2)$$

dimana  $f'c$  = kuat tekan (Mpa)

$P$  = beban tekan (N)

$A$  = luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

Dalam penelitian tertentu dimensi silinder untuk benda uji dapat disesuaikan dengan kebutuhan atau alasan tertentu. Dimensi diluar benda uji standar akan menggunakan konversi dengan faktor koreksi terhadap nilai kuat tekan betonnya. Tabel 3.1 memuat faktor koreksi berbagai benda uji silinder untuk kuat tekan beton menurut SNI 1974-2011.

**Tabel 3.1 Faktor Koreksi untuk Dimensi Silinder yang Bervariasi (SNI 1974-2011)**

Diameter (D) mm	Tinggi (L) mm	Faktor koreksi
50	100	1.09
75	150	1.06
100	200	1.04
125	250	1.02
150	300	1.00
175	350	0.98
200	400	0.96
250	500	0.93
300	600	0.91