

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Salah satu material yang banyak digunakan untuk struktur teknik sipil adalah beton. Beton dihasilkan dari pencampuran semen *portland*, air, dan agregat pada perbandingan tertentu. Sifat-sifat beton akan sangat bergantung pada sifat-sifat bahan penyusunnya, cara pengadukan, penuangan, pemadatan, dan perawatan beton selama proses pengerasannya. Sejalan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat, para ahli yang berkompeten di dalamnya senantiasa berupaya untuk meningkatkan sifat-sifat beton yang meliputi antara lain: *strength*, *workability*, *placebility*, *durability*, *permeability*, dan *corrosivity*.

Keistimewaan beton adalah kemampuannya dalam menahan tegangan tekan yang relatif tinggi, akan tetapi karena beton bersifat getas maka sangat kecil sekali kekuatan yang dimiliki dalam menahan tarik. Kuat tarik yang dimiliki beton hanya berkisar antara 9 – 15% dari kuat tekannya (Dipohusodo, 1994), karenanya sering kali dalam perencanaan kuat tarik beton dianggap sama dengan nol. Kelemahan pada kuat tarik ini dapat diatasi dengan menambahkan besi baja sebagai tulangan sehingga tegangan tarik akan disalurkan ke besi baja yang memiliki kuat tarik yang lebih kuat. Adanya penambahan besi baja sebagai tulangan secara linier akan berakibat pada kenaikan biaya yang dibutuhkan dalam proses pembuatan beton. Resiko retak rambut yang ditimbulkan karena

adanya tegangan tarik akan menyebabkan terjadinya kontak antara oksigen dan besi yang berakibat karat pada besi baja sehingga akan menurunkan kualitas kuat tarik dari besi baja tersebut.

Oleh karenanya diupayakan untuk meningkatkan mutu beton dengan penambahan *fiber* yang berupa kawat bendrat yang sangat mudah didapatkan di pasaran secara umum. Kawat bendrat yang berasal dari besi baja akan dicampurkan secara *random* dengan ukuran panjang tertentu akan berfungsi layaknya tulangan sehingga dihasilkan beton yang lebih liat (*ductile*).

Penambahan kawat bendrat pada adukan beton dipastikan akan menurunkan tingkat kelecakan (*workability*) beton, untuk mengatasi hal tersebut maka perlu adanya bahan *additive* berupa *superplasticizer*. Adanya *superplasticizer* akan meningkatkan *workability* tanpa mengurangi kuat tekan beton.

3.2 Materi Penyusun Beton

Beton adalah suatu elemen struktur yang memiliki karakteristik spesifik kuat tekannya yang tinggi akan tetapi kuat tariknya rendah terdiri dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut:

3.2.1 Semen *Portland*

Semen *portland* dibuat dari serbuk halus mineral kalsium yang komposisi utamanya terdiri dari kalsium dan alumunium silikat.

Nilson dan Winter (1991) mengemukakan bahan baku pembentuk semen adalah kapur (CaO) dari kapur, silika (SiO₂) dan Alumina (Al₂O₃) dari lempung.

Menurut perbedaan komposisi senyawa kimia yang terkandung dalam semen dapat dibedakan menjadi 5 jenis sebagaimana tercantum dalam *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia* (1982) yaitu:

- Jenis I : semen *portland* yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- Jenis II : semen *portland* yang tahan terhadap sulfat dan menghasilkan panas hidrasi yang rendah.
- Jenis III : semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan pengerasan awal yang tinggi.
- Jenis IV : semen *portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- Jenis V : semen *portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

3.2.2 Agregat

Untuk mendapatkan beton yang mempunyai kekuatan yang tinggi, maka sifat-sifat agregat tidak dapat diabaikan, karena agregat menempati proporsi 70 – 75% pada beton. (*Nilson dan Winter*, 1991)

Murdock dan Brook (1991) menyatakan sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, dan pasir) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya

dengan pasta semen, porositas, dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu dingin, dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan. Agregat yang digunakan tanpa melalui pengujian kekuatan khusus dengan menggunakan mesin Los Angeles, agregat hanya dianalisis dengan menggunakan analisis saringan untuk mendapatkan tingkat gradasinya. Agregat pada umumnya diklasifikasikan dalam 2 jenis yaitu agregat kasar dan agregat halus. Disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi $\frac{1}{4}$ " (6 mm) dan untuk agregat halus ukurannya bervariasi antara ukuran No. 4 dan No. 100 menurut saringan *British Standard*. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 100.

3.2.3 Air

Dalam bukunya *Tjokrodimuljo*, 1992 menerangkan bahwa air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Tambahan air yang berfungsi sebagai pelumas tidak boleh terlalu banyak karena akan menyebabkan kekuatan beton akan menurun.

Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi persyaratan : (*Tjokrodimuljo*, 1992)

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.

- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0.5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

3.2.4 Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (semen, agregat, dan air) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera, atau selama pengadukan beton dengan tujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. (*Tjokrodimuljo, 1992*)

Adapun bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) adalah bahan tambah yang dicampurkan pada adukan beton dengan maksud agar diperoleh sifat-sifat yang sedikit berbeda pada beton segar atau beton yang dihasilkannya, misalnya sifat pengerjaan lebih mudah, sifat pengikatan lebih cepat, laju kenaikan kekuatan lebih cepat. (*Tjokrodimuljo, 1992*)

Menurut *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (1982)*

bahan kimia tambahan dapat dibedakan menjadi 5 jenis yaitu:

- a. Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan ini akan diperoleh adukan dengan faktor air-semen lebih rendah pada nilai *slump* yang sama.
- b. Bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton.

- c. Bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.
- d. Bahan kimia tambahan yang berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton.
- e. Bahan kimia tambahan yang berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

Salah satu jenis bahan kimia tambahan yang dikenal dengan *superplasticizer* sebenarnya tidak berpengaruh langsung pada kekuatan beton. *Superplasticizer* berfungsi untuk meningkatkan *workability* terutama pada penggunaan faktor air-semen yang rendah. Dengan faktor air-semen yang semakin kecil dan pemadatan yang sempurna maka akan menaikkan kekuatan tekan beton. Dengan adanya bahan tambah berupa *superplasticizer* maka beton dengan faktor air-semen yang rendah akan mudah dikerjakan, dengan demikian pemadatan dapat dilaksanakan dengan mudah. (Nilson dan Winter, 1991)

3.3 Modulus Elastisitas

Menurut Murdock dan Brook (1991), tolok ukur yang umum dari sifat suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk per satuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan tersebut. Beton adalah bahan yang bukan

benar-benar elastis. Modulus elastisitas tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton lainnya, meskipun kekuatan yang lebih tinggi biasanya mempunyai harga modulus elastisitas yang lebih tinggi juga. Modulus elastisitas dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$E = \frac{f}{\varepsilon} \dots\dots\dots (3.1)$$

dengan E : modulus elastisitas
 f : tekanan/gaya yang diberikan
 ε : regangan atau perubahan bentuk per satuan panjang

3.4 Slump

Percobaan *slump* ialah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kecairan/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton. Semakin besar nilai *slump* maka adukan beton semakin encer atau cair. (Tjokrodimuljo, 1992)

3.5 Workability

Newman (1964) dalam Susetiarto dan Priyatna (2003) mendefinisikan *workability* sekurang-kurangnya menjadi 3 sifat yang terpisah, yaitu:

- a. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga udara diambil.
- b. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan di sekitar baja dan dituang kembali.

- c. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi pemisahan butiran atau bahan-bahan utamanya.

Jackson dan Dhir (1983) mengemukakan bahwa *workability* didasarkan atas rasio agregat dan semen (A/C), terbagi atas beberapa tingkatan yaitu: *Low Workability*, *Medium Workability*, dan *Hard Workability*. Tingkat *workability* dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.1
Tingkat *Workability* Berdasarkan Rasio Agregat – Semen

D maks (mm)	Rasio Agregat - Semen					
	<i>Low Workability</i>		<i>Medium Workability</i>		<i>Hard Workability</i>	
	Batu Alam	Batu Pecah	Batu Alam	Batu Pecah	Batu Alam	Batu Pecah
9.5	5.3	4.8	4.7	4.2	4.4	3.7
19	6.2	5.5	5.4	4.7	4.9	4.4
37.5	7.6	6.4	6.5	5.5	5.9	5.2

Sumber : *Jackson dan Dhir* (1983)

Sedangkan tingkat *workability* yang didasarkan atas nilai *slump* terdiri atas *Medium Workability*, *Low Workability*, dan *Very Low Workability*. Tingkat *workability* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.2
Tingkat *Workability* Berdasarkan Nilai *Slump*

<i>Slump (mm)</i>	<i>Workability</i>
25 - 100	<i>Medium</i>
10 - 50	<i>Low</i>
-	<i>Very Low</i>

Sumber : *Jackson dan Dhir* (1983)