

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 PENGERTIAN BETON

Berdasarkan SK SNI T-15-1990-03, beton merupakan bentuk dari percampuran *Portland Cement* (PC), agregat (halus dan kasar) dan air dalam perbandingan tertentu yang akan mengeras sesuai dengan umur yang direncanakan sampai mencapai kekuatan rencana (f_c'). Pada umumnya berat jenis beton adalah 2,20 ton/m³ hingga 2,50 ton/m³. Selain itu, ada bahan tambahan lain yang juga biasa dipakai pada campuran beton untuk menghasilkan beton dengan sifat tertentu.

Struktur beton mempunyai nilai kuat tekan yang tinggi namun kuat tarik belah yang rendah. Kuat tekan beton adalah besaran gaya yang mampu diterima oleh beton tersebut dalam satuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin besar kekuatan struktur yang dirancang, maka kualitas beton yang dihasilkan akan semakin baik atau semakin tinggi (*Mulyono, 2004*).

Kualitas beton sangat dipengaruhi oleh komposisinya, penggunaan rasio pencampuran yang tepat, jumlah aditif yang tepat dan cara penanganan dan pengolahannya. Metode kerja melibatkan pencampuran, penuangan dan pemadatan campuran beton. Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat dicampur, dituang dan dipadatkan serta tidak memiliki kecenderungan untuk memisahkan kerikil dari campurannya (*segregasi*) atau memisahkan air semen dari campurannya. Beton keras yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus, dan sedikit susut (*Tjokrodimulyo, 1996 : 2*).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengujian pada campuran beton normal dengan campuran limbah dari biji plastik, salah satunya dilakukan oleh (*Bambang M. Lestario, 2008*) dengan mencampurkan *polyethylene terephthalate* (PET) dalam bentuk cacahan limbah botol plastik ke dalam campuran beton normal ($f_c' 25$ MPa) dengan presentase campuran 0,0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,5%, 0,7%

dan 1,0% untuk mengetahui nilai kuat tarik belah dan kuat geser. Berdasarkan penelitian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan mencampurkan *high density polyethylene* (HDPE) berupa cacahan *geomembrane* dengan campuran 0,00%, 0,25%, 0,50%, 0,75% dan 1,00% sebagai campuran dengan beton normal ($f_c' 25$ MPa) untuk melihat nilai kuat tarik belah dan kuat tekan sebagai pembandingnya.

Dalam perencanaan campuran beton, diperlukan pemahaman terhadap setiap material penyusun beton karena akan berpengaruh terhadap karakteristik beton yang direncanakan dan dihasilkan nantinya.

Adapun beberapa hal yang dapat berpengaruh dalam kekuatan beton adalah:

1. Jenis *Portland Cement* (PC) yang digunakan
2. Kualitas agregat yang digunakan
3. Mix Design atau campuran dari semua campuran
4. Pelaksanaan pekerjaan beton
5. Perawatan beton

2.2 BAHAN BAKU PEMBENTUK BETON

Secara umum terdapat tiga material utama dalam pembentukan beton. Tiga komponen tersebut adalah *Portland Cement* (PC), agregat (pasir dan kerikil) dan zat cair (air). Jika diperlukan, dapat juga ditambahkan zat aditif pada campuran beton normal sebagai pengubah dari karakteristik sesuai dengan kebutuhan yang dipersyaratkan.

2.2.1 *Portland Cement* (PC)

Portland Cement (PC) merupakan bahan hidrolis berupa butiran halus yang memiliki reaksi kimia terhadap air, yang disebut dengan hidrasi, sehingga nantinya dapat membentuk material keras atau padat dengan umur tertentu.

Portland Cement (PC) berfungsi sebagai bahan pengikat, dan berdasarkan sifat serta fungsinya dapat digolongkan menjadi 5 jenis, yaitu:

Jenis I : Dapat digunakan secara umum tanpa persyaratan khusus.

- Jenis II : Agak tahan terhadap sulfat, dan panas hidrasi sedang.
- Jenis III : Jenis *Cement* yang mempunyai kekuatan awal tinggi/pengerasan awal lebih cepat.
- Jenis IV : *Cement* yang mempunyai panas hidrasi rendah.
- Jenis V : *Cement* yang sangat tahan terhadap garam sulfat.

Tabel 2. 1 Unsur Penyusun Utama Semen (Tjokrodimulyo, 1995)

Nama Unsur	Simbol	Komposisi Kimia
Trikalsium Silikat	C3S	3CaO SiO ₂
Dikalsium Silikat	C2S	2CaO SiO ₂
Trikalsium Aluminat	C3A	2CaO Al ₂ O ₃
Tetrakalsium Aluminaferrite	C4AF	2CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃

(Sumber: Buku Teknologi Beton, Tjokrodimulyo;1995)

Dalam penelitian ini jenis *Portland Cement (PC)* yang digunakan adalah *Portland Cement (PC)* Jenis I yaitu tipe yang digunakan untuk pekerjaan konstruksi secara umum.

2.2.2 Air

Pada proses pembuatan campuran beton, air diperlukan sebagai salah satu komponen untuk menunjang proses kimiawi dengan *Portland Cement (PC)*, untuk memberikan efek basah pada campuran agregat (halus dan kasar), dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses pencampuran beton. Air yang biasa dan dapat dikonsumsi secara umum idealnya dapat juga digunakan sebagai komponen campuran beton. Menurut SK SNI T-15-1990-03, jika menggunakan air yang tidak aman dikonsumsi seperti tercampur minyak atau bahan kimia dalam campuran beton, maka dampaknya dapat menurunkan kualitas beton yang sudah direncanakan.

Salah satu faktor penting untuk mencapai kekuatan beton adalah perbandingan air dengan *Portland Cement (PC)*. Jika perbandingan air yang

digunakan berlebih maka akan muncul gelembung pada permukaan beton setelah proses hidrasi selesai, sedangkan jika air yang terlalu sedikit akan membuat tidak sempurnanya proses dan dapat memengaruhi kekuatan beton.

Jenis air yang ditetapkan pada SNI 7974-2013 tentang spesifikasi air untuk campuran beton seperti air tawar, PDAM, sungai, laut, sumur maupun limbah yang masih memenuhi untuk persyaratan mutu baku air.

2.2.3 Agregat

Berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI T-15-1991-03), maka definisi dari agregat adalah bahan partikel yang digunakan sebagai komposisi campuran beton. Metode yang digunakan untuk mencampur agregat dengan campuran beton lainnya adalah dengan menggunakan metode hidrolis atau dengan cara diaduk.

Berdasarkan asalnya, agregat dibagi menjadi dua kategori yaitu agregat alami dan agregat buatan. Contoh agregat dari sumber alami adalah pasir dan kerikil alam, sedangkan agregat buatan antara lain agregat dari penghancur batu, kepingan genteng, pecahan beton, dan lain-lain (*Mulyono, 2004*).

Agregat memiliki prosentase paling besar yang ada dalam campuran beton, komposisi dari agregat berkisar dari 60% hingga 70%. Dengan komposisi tersebut, maka karakteristik dari agregat sangat penting untuk pembentukan beton.

Jika dibedakan berdasarkan gradasi serta ukuran, agregat dapat digolongkan menjadi:

1. Agregat yang butirannya lolos saringan dengan lubang 4,75 mm disebut dengan agregat halus. Contohnya adalah, pasir.
2. Agregat dengan butiran cukup besar dan tertinggal di atas saringan 4,75 mm disebut dengan agregat kasar. Material ini juga merupakan hasil pecahan alami dari batuan.
3. Untuk mengetahui gradasi agregat pada campuran beton, maka dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 2. 2 Tabel Gradasi Agregat

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos Untuk Agregat						
Inci (inc)	Stadar (mm)	Halus	Kasar			Gabungan		
			Ukuran nominal maksimum 1½ in (40mm)	Ukuran nominal maksimum ¾ in (20 mm)	Ukuran nominal maksimum 3/8 in (10 mm)	Ukuran nominal maksimum 1 ½ in (40 mm)	Ukuran nominal maksimum ¾ in (20 mm)	Ukuran nominal maksimum 3/8 in (10 mm)
2	50,0		100	-	-	100	-	-
1½	37,5		85 – 100	100	-	95 – 100	100	-
¾	20,0		0 – 25	85 – 100	-	45 – 80	95 – 100	-
½	14,0		-	0 – 70	100	-	-	100
3/8	10,0	100	0 – 5	0 – 25	85 – 100	-	-	95 – 100
3/16	5,0	89 – 100		0 – 5	0 – 25	25 – 50	35 – 55	30 – 65
No.8	2,36	60 – 100			0 – 5	-	-	20 – 50
No.16	1,18	30 – 100				-	-	15 – 40
No.30	600 mm	15 – 100				8 – 30	10 – 35	10 – 30
No.50	300 mm	5 – 70				-	-	5 – 15
No.100	150 mm	0 – 15				0 – 8*	0 – 8*	0 – 8*

Agregat yang digunakan sebagai campuran beton harus dapat melengkapi persyaratan mutu dan juga metode pengujian agregat beton yang tercakup pada Standar Nasional Indonesia (SNI).

2.2.4 Bahan Tambahan (*Admixtures*)

Admixtures atau biasa disebut dengan bahan tambah merupakan material atau bahan tambahan diluar komposisi utama campuran beton yang ditambahkan pada saat proses pencampuran sedang berlangsung di lokasi pekerjaan. Fungsi bahan tambah ini bertujuan untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya (*Mulyono, 2004*).

Penambahan yang dilakukan tentu tidak akan memberi perubahan besar pada komposisi bahan pembentuk utamanya. Penggunaan bahan tambah atau *admixtures* ini memiliki beberapa tujuan penting, yaitu:

- Modifikasi beton segar, grouting serta mortar.
- Mempermudah pekerjaan tanpa harus mengubah kandungan air menggunakan teknis pekerjaan yang sama.

- Mempercepat ataupun menghambat waktu dari pengikatan awal campuran beton yang dibuat.
- Mengurangi segregasi pada hasil akhir beton
- Mengurangi kemungkinan kehilangan nilai *slump test*.
- Memberikan kekuatan untuk beton.
- Menghasilkan beton dengan struktur yang baik.

Adapun bahan tambah yang dipakai dibagi menjadi dua jenis berdasarkan sifatnya, yaitu kimia dan mineral. Bahan tambah berjenis kimia sering digunakan untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan, sedangkan bahan tambah dengan jenis mineral sering digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton.

Dalam penelitian ini tidak dilakukan penambahan untuk bahan tambah tertentu untuk menghasilkan beton yang direncanakan.

2.2.5 High Density Polyethylene (HDPE)

Peningkatan yang signifikan dalam penggunaan plastik di seluruh dunia untuk berbagai macam keperluan menyebabkan peningkatan pembuangan limbah dan masalah lingkungan. Salah satu sampah plastik yang ada di lingkungan dan kawasan panas bumi (*geothermal*) adalah *High Density Polyethylene* (HDPE) merupakan salah satu bahan plastik digunakan oleh perusahaan pengembang dikarenakan plastik berbahan dasar ini memiliki sifat yang cenderung lebih keras dan tahan terhadap suhu yang cukup tinggi atau berkisar pada 120°C (*Abdillah dan Hisbullah, 2017*).

Dalam penelitian ini, material *High Density Polyethylene* (HDPE) yang digunakan adalah berbentuk cacahan dari *geomembrane* yang digunakan sebagai pelapis dari kolam pada area Panas Bumi (*geothermal*). HDPE ini memiliki nilai kalor yang cukup tinggi dengan nilai 40 MJ/kg, yang setara dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar (*Syamsiro dan Arbiyantoro, 2014*).

Salah satu dari bahan polimer termoplastik yang dapat diolah dari sisa proses pemanasan minyak bumi adalah *High Density Polyethylene* (HDPE). HDPE memiliki sifat tangguh dan tahan terhadap suhu tinggi, sehingga dapat dibentuk menjadi berbagai jenis produk yang dibutuhkan di pasaran tanpa kehilangan

kekuatannya. *High Density Polyethylene (HDPE)* memiliki lapisan cenderung buram setelah diproses. Ketangguhan dari produk *High Density Polyethylene (HDPE)* terdapat dari susunan molekulnya, percabangan molekul yang terdapat pada material ini dinilai renggang, sehingga dapat menciptakan kekuatan daya tarik dengan intensitas besar. Karena molekul yang cukup renggang itulah *High Density Polyethylene (HDPE)* memiliki kelenturan dengan daya tahan tinggi.

Proses produksi dengan menggunakan temperature tinggi dapat disebut dengan “*cracking*”. Molekul gas yang tercipta dari proses tersebut selanjutnya akan menyatu dan dapat diolah menjadi polimer dengan bahan utama *polyethylene*. Dari proses tersebut menghasilkan bijih mentah (*HDPE resin*) yang siap untuk dibentuk. Adapun sifat dari *High Density Polyethylene (HDPE)* adalah sebagai berikut :

1. *Density* : 0,942 – 0,965 gr/cm³
2. *Cristallinity* : 80 – 90 %
3. *Melting Temperature* : 127 – 135 °C
4. *Tensile strength* : 17,9 – 33,1 MPa
5. *Tensile Modulus* : 413 – 1034 MPa
6. *Elongation at Break* : 20 – 130 %
7. *Impact Strength* : 0,8 – 14 (ft-lb/in)
8. *Heat Deflection Temp.* : 60 – 88 °C at 66 psi
9. *Weight (1,5 mm)* : 1,4 kg/m²

Beberapa contoh produk dari *High Density Polyethylene (HDPE)* yang biasa dijumpai dalam dunia konstruksi maupun kehidupan sehari-hari adalah:

1. *Geomembrane*
2. *Geogrid*
3. Pipa HDPE
4. Plastik atau botol dengan tanda tertentu
5. Ember dan lain-lainnya

2.3 METODE RANCANGAN CAMPURAN BETON ACI

Komposisi campuran penyusun beton yang direncanakan dapat ditentukan

dengan membuat perencanaan komposisi beton (*mix design*) berdasarkan semua material penyusunnya. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa komposisi campuran memenuhi spesifikasi sehingga dapat dipertanggungjawabkan secara teknis. Faktor yang paling penting untuk dipertimbangkan ketika merancang campuran beton adalah kuat betonnya. Pendekatan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode *American Concrete Institute (ACI)* untuk rencana campuran beton normal.

Oleh karena itu, sangat penting untuk merencanakan komposisi campuran beton dengan memperhitungkan biaya, ketersediaan bahan/material yang digunakan, kemudahan dalam pekerjaan dan kekuatan beton. Metode *American Concrete Institute (ACI)* akan memperhitungkan jumlah air, agregat halus dan kasar, *Portland Cement (PC)* berdasarkan mutu yang direncanakan. Dan yang harus diperhatikan dalam menggunakan metode ACI ini, adalah:

- Metode yang digunakan adalah *trial and error* (eksperimental) pengujian untuk mendapatkan proporsi bahan yang sesuai.
- MHB atau Nilai Modulus Halus Butir tidak memberikan gambaran gradasi yang tepat dari agregat, sehingga harus dilakukan koreksi lagi untuk agregat dengan berat jenis yang berbeda.

Langkah-langkah dalam merancang campuran beton menurut metode *American Concrete Institute (ACI)* adalah sebagai berikut:

Gambar 2. 1 Bagan Alir Mix Design Metode ACI

