

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara agregat halus, agregat kasar, air, semen dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. (Tjokrodimulyo, 1992).

Sifat-sifat beton pada umumnya dipengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan, dan cara perawatannya. Karakteristik semen mempengaruhi kualitas beton dan kecepatan pengerasan dan kekuatan (Murdock dan Brook, 1991).

Beton memiliki kelebihan dan kekurangan. Mulyono (2004), menyatakan ada banyak kelebihan dari beton sebagai struktur bangunan diantaranya adalah:

1. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapapun sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
2. Beton termasuk bahan awet, tahan api dan air, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh lingkungan, sehingga biaya perawatannya murah.
3. Beton memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan kebanyakan bahan lain.
4. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
5. Beton bertulang tidak memerlukan biaya pemeliharaan yang tinggi.

Mulyono (2004), menyatakan juga kekurangan dari beton diantaranya adalah:

1. Bentuk yang dibuat sulit untuk diubah
2. Pelaksanaan pekerjaan butuh ketelitian yang tinggi
3. Mempunyai beban yang berat
4. Daya pantul suara yang besar.

3.2 Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen dan air. Untuk memenuhi kebutuhan beton tertentu, beton dapat ditambah dengan bahan tambah *admixture*. Setiap bahan penyusun mempunyai fungsi yang berbeda-beda tergantung kegunaannya.

3.2.1 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Kira-kira 70% volume mortar atau beton diisi oleh agregat. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton (Tjokrodimuljo,1992). Agregat merupakan suatu material yang digunakan dalam adukan beton yang bergradasi sedemikian rupa dimana agregat yang kecil sebagai pengisi diantara agregat yang berukuran besar. Secara umum agregat dibedakan berdasarkan ukurannya yaitu, agregat halus dan agregat kasar.

Menurut SNI 2847-2013 (Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung) agregat untuk beton harus memenuhi syarat batasan ukuran untuk agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4,80mm (British Standart) atau 4,75mm (Standar ASTM), agregat normal (ASTM C33M) sedangkan agregat ringan (ASTM C330M).

Agregat yang dipakai untuk membuat beton dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan harus memenuhi persyaratan karena sangat berpengaruh pada kualitas beton yang dihasilkan. Menurut PBI 1971, persyaratan agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut.

- a. Agregat halus berbentuk butiran-butiran yang kuat serta tajam, bersifat tidak mudah hancur karena cuaca panas ataupun hujan.
- b. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat agregat kering. Apabila mengandung lumpur lebih dari 5% agregat halus harus dicuci terlebih dahulu.

- c. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.
- d. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran yang beranekaragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam pasal 3.5 ayat 1 (PBI 1971), harus memenuhi syarat sebagai berikut.
 - 1) Sisa diatas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat.
 - 2) Sisa diatas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat.
 - 3) Sisa diatas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% - 90% berat.

2. Agregat kasar

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Disebut agregat kasar jika sudah melebihi $\frac{1}{4}$ in. (6 mm). Menurut PBI (1971), syarat-syarat agregat kasar (kerikil) adalah sebagai berikut.

- a. Tidak memiliki pori –pori yang lebih dari 20% dari berat agregat seluruhnya. Agregat kasar harus memiliki ketahanan yang baik dalam keadaan cuaca panas ataupun dingin.
- b. Tidak mengandung lumpur lebih dari 1% yang ditentukan terhadap berat kering. Jika melebihi 1% maka agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- d. Agregat kasar harus memiliki butiran beragam.

Menurut PBI (1971), ukuran maksimum agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{3}{4}$ kali jarak antar tulangan atau antar tulangan dan cetakan. Hal ini untuk membatasi ukuran agregat yang digunakan untuk beton yaitu 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm. Ukuran agregat kasar boleh lebih dari 40mm dengan syarat tidak digunakan untuk bagian struktur bangunan.

3.2.2 Semen Portland (Pc)

Semen portland adalah jenis semen yang paling umum yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan beton, semen juga berfungsi untuk merekatkan butiran-butiran agregat, selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga antar agregat

sehingga menjadi suatu masa padat atau kompak walaupun jumlah berkisar 10% dari volume beton (Tjokrodinuljo,1992). Semen merupakan bubuk hidraulik yang dihasilkan dengan cara penggilingan klinker yang bahan utamanya terdiri dari silika, alumina dan tambahan batu gypsum, bubuk halus ini jika terkena air bisa mengeras.

Bahan utama pembentuk semen portland adalah kapur (CaO), silika (SiO_3), alumina (Al_2O_3), sedikit magnesia (MgO), dan sedikit alkali. Untuk mengatur komposisi di tambahkan oksida besi, sedangkan untuk mengulur waktu ikat semen di tambahkan gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Kandungan senyawa yang terdapat di semen dapat membentuk senyawa yang dapat membentuk karakter dan jenis semen, jenis semen yang beredar di pasaran meliputi semen portland putih, semen portland mengacu pada SNI 14-2049-2004, semen portland komposit mengacu pada SNI 15-7064-2004 dan semen portland pozolan mengacu pada SNI 15-0302-2004 (Mulyono,2004). Ada beberapa tipe semen yang sesuai dengan tujuan pemakaiannya sesuai dengan SNI 15-2049-2004 dibagi 5 kategori sebagai berikut:

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

3.2.3 Air

Air adalah bahan dasar pada pembuatan beton karena harganya murah dan mudah didapat. Air juga diperlukan dalam pembentukan semen karena mudah dikerjakan dalam pengadukan beton (*workabilty*), kekuatan, susut dan keawetan

beton. Air yang diperlukan saat bereaksi dengan semen hanya 25% dari berat semen, namun kenyataannya nilai dari faktor air semen yang dipakai sebagai pelumas, penambahan air justru tidak boleh terlalu banyak karena dengan terlalu banyaknya penambahan air bisa membuat kekuatan beton menjadi rendah, sedangkan jika faktor air semen kurang dari 35%, beton segar susah dikerjakan dan ketika beton sudah mengeras beton yang dihasilkan terdapat keropos yang bisa menyebabkan kekuatan beton menjadi rendah.

Menurut Mulyono (2004), air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, situ, dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran sebagai campuran beton. Air laut umumnya mengandung 3,5% larutan garam (sekitar 78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam-garaman dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20%. Air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran beton pra-tegang ataupun beton bertulang karena resiko terhadap karat lebih besar. Air buangan industri yang mengandung asam alkali juga tidak boleh digunakan.

Penggunaan air untuk beton sebaiknya air memiliki persyaratan sebagai berikut ini, (Tjokrodimulyo,1992):

- 1) Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/ltr.
- 2) Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/ltr.
- 3) Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/ltr.
- 4) Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/ltr.

3.3 Bahan Tambah

Bahan tambah digunakan untuk merubah karakteristik dari beton, misalnya mudah dikerjakan (*workabilty*), menghemat dalam segi biaya, dan meningkatkan kuat tekan beton. Definisi dari bahan tambah adalah sebagai material selain air,

agregat, dan semen yang ditambahkan ketika sebelum atau selama pengadukan sedang berlangsung.

Suatu bahan tambah pada umumnya dimasukkan ke dalam campuran beton dengan jumlah sedikit, sehingga tingkat kontrolnya harus lebih besar daripada pekerjaan beton biasa. Oleh karena itu, kontrol terhadap bahan tambah perlu dilakukan dengan tujuan untuk menunjukkan bahwa pemberian bahan tambah pada beton tidak menimbulkan efek samping seperti kenaikan penyusutan kering, pengurangan elastisitas (Murdock dan Brook, 1991):

Bahan tambah yang digunakan dalam beton dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah bersifat kimiawi (chemical admixture) dan bahan tambah bersifat mineral (additive).

Salah satu contoh bahan tambah admixture adalah Water-reducing Admixture. Klasifikasi Water-reducing Admixture menurut ASTM C 494 adalah :

1. Tipe A sebagai Water-reducing
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah Admixture yang dapat mengurangi jumlah kadar air dalam campuran beton.
2. Tipe B sebagai Retarding
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah Admixture yang dapat memperlambat laju pengerasan beton.
3. Tipe C sebagai Accelerating
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah Admixture yang dapat mempercepat laju pengerasan beton.
4. Tipe D sebagai Water-reducing dan Retarding
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah Admixture yang dapat mengurangi jumlah kadar air sekaligus memperlambat laju pengerasan beton.
5. Tipe E sebagai Water-reducing dan Accelerating
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah Admixture yang dapat mengurangi jumlah kadar air sekaligus mempercepat laju pengerasan beton.
6. Tipe F sebagai Water-reducing dan High-Range
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah Admixture yang dapat mengurangi jumlah kadar air sekaligus menaikkan kuat tekan beton.

7. Tipe G sebagai Water-reducing, High-Range dan Retarding

Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah Admixture yang dapat mengurangi jumlah kadar air, menaikkan kuat tekan beton sekaligus memperlambat laju pengerasan beton.

3.3.1 Abu Batu

Abu batu adalah limbah hasil dari pemecah batu yang berupa butiran halus yang dapat digunakan untuk kombinasi beton. Karena jumlahnya tidak sedikit abu batu diupayakan pemanfaatannya untuk mengurangi pasir dalam campuran beton.

Abu batu umumnya berwarna abu-abu yang terdiri dari butiran yang kasar. Kelebihan abu batu bila dibandingkan dengan pasir adalah ukuran butirnya yang kecil seperti debu bisa dimanfaatkan sebagai *filler* dalam campuran pembuatan beton, ukurannya cukup merata di setiap bagian. Kelebihan lainnya abu batu memiliki tekstur yang tajam sehingga dapat membuat ikatan yang cukup kuat karena abu batu berasal dari proses pemecahan batu.

3.3.2 Superplasticizer (*Viscocrete 3115N*)

Superplasticizer merupakan bahan tambah (admixture) yang didefinisikan sebagai material selain air, agregat, semen dan fiber yang digunakan dalam campuran beton atau mortar, yang ditambahkan dalam adukan segera sebelum atau selama pengadukan dilakukan (Murdock dan Brook, 1986). *Superplasticizer* yang digunakan adalah *Sika Viscocrete3115N* berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam jumlah besar, kemudahan mengalir yang sangat baik dalam waktu bersamaan dengan kohesi yang optimal dan sifat beton yang memadat dengan sendirinya

Pemanfaatan *superplasticizer* bisa meningkatkan slump dan workability, mengurangi pemakaian air, dan mengurangi pemakaian semen. Secara umum penambahan *superplasticizer* adalah untuk menghasilkan beton mutu tinggi. Penambahan *additive* atau *admixture* tersebut kedalam campuran beton telah terbukti bisa meningkatkan kinerja dan kualitas beton dari segala aspek yaitu kekuatan, kemudahan dalam pekerjaan, keawetan serta kinerja kinerja lainnya sesuai dengan kebutuhan teknologi sekarang.

3.4 Perencanaan Campuran Beton (*mix design*)

Penelitian ini menggunakan metode produksi konvensional yang berlaku untuk beton berkekuatan tinggi dengan standar SNI 03-6468-2000. Adapun tata cara perencanaan beton berkekuatan tinggi dengan SNI 03-6368-2000 adalah sebagai berikut ini.

1. Umur benda uji
Umur uji kuat tekan yang disyaratkan untuk menentukan proporsi campuran beton kekuatan tinggi berumur 28 hari.
2. Nilai deviasi standar (S_d)
Nilai deviasi standar (S_d) yang ditentukan berdasarkan jumlah benda uji yang akan dibuat. Apabila jumlah benda uji yang buat lebih dari 30 buah maka faktor pengali deviasi tidak berpengaruh terhadap kuat tekan rencana. Tabel deviasi standar dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Faktor Pengali Deviasi Standar

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Standar Deviasi
< 15	-
15	1,16
20	1,08
25	1,03
≥ 30	1,00

Sumber: SNI-03-2834-2000

3. Kuat tekan rata-rata rencana
Untuk mendapatkan kuat tekan yang disyaratkan diperlukan campuran proporsi yang sedemikian rupa, sehingga kuat tekan rata-rata dari hasil pengujian di lapangan lebih tinggi dari pada kuat tekan yang disyaratkan ($f'c$). Apabila benda uji yang dibuat lebih dari 30 buah maka kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan ($f'cr$) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (3.1). Apabila benda uji yang dibuat kurang dari 30 buah maka kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan ($f'cr$) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (3.2).

$$f'_{cr} = \frac{(f'_c + 9,66) \text{ MPa}}{0,90} \quad (3.1)$$

$$f'_{cr} = f'_c + (1,34 \cdot sd) \quad (3.2)$$

keterangan :

f'_c = kuat tekan rata-rata yang disyaratkan (MPa).

f'_{cr} = kuat tekan rata-rata yang direncanakan (MPa).

sd = deviasi standar.

4. Menentukan ukuran agegat

Agregat kasar sesuai dengan persyaratan SNI 03-1750-1990 tentang Mutu dan Cara Uji Agregat Beton. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat normal yang ukuran nominal agregat maksimum 20 mm atau 25 mm, jika digunakan untuk beton berkekuatan sampai 62,1 Mpa, dan ukuran 10 mm atau 15 mm, jika digunakan untuk berkekuatan lebih besar dari 62,1 Mpa.

Agregat halus harus sesuai dengan persyaratan SNI 03-1750-1990 tentang Mutu dan Cara Uji Agregat beton.

Besar nilai fraksi volume agregat padat pada kering oven yang disarankan berdasarkan dengan nilai besarnya ukuran agregat maksimum yang tercantum dalam tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Fraksi Volume Agregat Kasar yang Disarankan

Ukuran (mm)	10	15	20	25
Fraksi Volume Padat Kering Oven	0,65	0,68	0,72	0,75

(Sumber : SNI-03-6468-2000)

5. Menentukan nilai *slump*

Beton berkekuatan tinggi didapat dengan slump terkecil yang masih memungkinkan adukan beton untuk dicor dan dipadatkan dengan baik. Nilai slump pada umumnya sebesar 50-100 mm,

6. Estimasi Kadar Air dan Kadar Udara

Kebutuhan air dan udara untuk beton segar bisa dilihat pada tabel 3.3. Tekstur permukaan dan bentuk butiran dari agregat halus sangat berpengaruh pada

kadar rongga pasir, maka dari itu rongga udara dan kadar air harus dikoreksi dengan persamaan (3.3) dan (3.4) sebagai berikut ini.

$$\text{Kadar Rongga Udara (v)} = \left(1 - \left(\frac{\text{berat isi padat kering oven}}{\text{berat jenis relatif kering}} \right) \right) \cdot 100\% \quad (3.3)$$

$$\text{Koreksi Kadar Air, liter/m}^3 = (v-35) \times 4,75 \quad (3.4)$$

keterangan:

v = kadar rongga udara

Penggunaan persamaan (3.4) mengakibatkan penyesuaian air sebanyak 4,75 liter/m³ untuk setiap persen (%) penyimpangan kadar udara dari 35%. Oleh karena itu digunakan Tabel 3.3 untuk menentukan estimasi kebutuhan air dan kadar udara apabila rongga udara pasir didapat bukan 35%.

Tabel 3.3 Estimasi Pertama Kebutuhan Air Pencampuran dan Kadar Udara Beton Segar Berdasarkan Pasir dengan 35% Rongga Udara

Air Pencampur (Liter/m ³)					Keterangan
Slump (mm)	Ukuran Agregat Kasar Maksimum (mm)				
	10	15	20	25	
25-50	184	175	169	166	
50-75	190	184	175	172	
75-100	196	190	181	178	
Kadar Udara	3,0	2,5	2,0	1,5	Tanpa <i>Superplasticizer</i>
(%)	2,5	2,0	1,5	1,0	Dengan <i>Superplasticizer</i>

(Sumber : SNI-03-6468-2000)

7. Rasio Air dengan Bahan Bersifat Semen $W/(c)$

Untuk menentukan nilai faktor air semen dapat menggunakan cara interpolasi kuat tekan rata-rata rencana, umur rencana dan ukuran agregat kasar maksimum. Rasio (w/c) adalah perbandingan antara berat air dan berat semen yang digunakan baik dengan *superplasticizer* atau tanpa *superplasticizer*. Rasio beton tanpa menggunakan *superplasticizer* dihitung dengan tabel 3.4 dan

untuk beton yang menggunakan *superplasticizer* dihitung dengan menggunakan tabel 3.5 sebagai berikut ini.

Tabel 3.4 Rasio $W/(c + p)$ Maksimum yang Disarankan (Tanpa Superplasticizer)

Kekuatan Lapangan f'_{cr} (Mpa)		W / (c + p)			
		Ukuran Agregat Kasar Maksimum (mm)			
		10	15	20	25
48,3	28 hari	0,42	0,41	0,40	0,39
	56 hari	0,46	0,45	0,44	0,43
55,2	28 hari	0,35	0,34	0,33	0,33
	56 hari	0,38	0,37	0,36	0,35
62,1	28 hari	0,30	0,29	0,29	0,28
	56 hari	0,33	0,32	0,32	0,30
69,0	28 hari	0,26	0,26	0,25	0,25
	56 hari	0,29	0,28	0,27	0,26

(Sumber : SNI-03-6468-2000)

Tabel 3.5 Rasio $W/(c + p)$ Maksimum yang Disarankan (Dengan Superplasticizer)

Kekuatan Lapangan f'_{cr} (Mpa)		W / (c + p)			
		Ukuran Agregat Kasar Maksimum (mm)			
		10	15	20	25
48,3	28 hari	0,50	0,48	0,45	0,43
	56 hari	0,55	0,52	0,48	0,46
55,2	28 hari	0,44	0,42	0,40	0,38
	56 hari	0,48	0,45	0,42	0,40
62,1	28 hari	0,38	0,36	0,35	0,34
	56 hari	0,42	0,39	0,37	0,36
69,0	28 hari	0,33	0,32	0,31	0,30
	56 hari	0,37	0,35	0,33	0,32
75,9	28 hari	0,30	0,29	0,27	0,27
	56 hari	0,33	0,31	0,29	0,29

Lanjutan Tabel 3.5 Rasio $W/(c + p)$ Maksimum yang Disarankan (Dengan Superplasticizer)

82,8	28 hari	0,27	0,26	0,25	0,25
	56 hari	0,30	0,28	0,27	0,26

(Sumber : SNI-03-6468-2000)

8. Menentukan kadar bahan bersifat semen
Kadar bahan bersifat semen dapat ditentukan dengan membagi kadar air dengan $W/(c)$. Bila kadar bahan semen yang dibutuhkan lebih dari 594 kg/m³, proporsi campuran beton disarankan dibuat dengan bahan semen alternatif atau metode perancangan proporsi beton lain.
9. Kondisi agregat dalam keadaan SSD dihitung kemudian didapatkan proporsi untuk setiap 1 m³ beton.

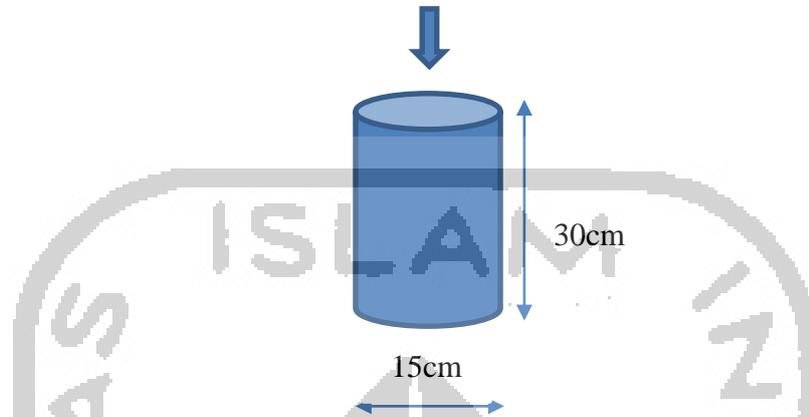
3.5 Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan perbandingan besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Menurut Wang (1990), kekuatan desak beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air dan sebagai jenis campuran. Perbandingan dari air semen merupakan faktor utama dalam menentukan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan desaknya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk membersihkan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, sedangkan terlalu banyak air dapat mengakibatkan menurunnya kekuatan pada beton.

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh faktor selain perbandingan faktor air semen (fas) dan tingkat pematatannya. Faktor-faktor tersebut antara lain adalah:

1. Jenis semen dan kualitasnya
2. Jenis dan bentuk permukaan agregat
3. Efisiensi peralatan
4. Faktor umum
5. Mutu agregat

Gambar dari benda uji beton silinder dengan pengujian tekan dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Benda Uji Silinder di Uji Dengan Kuat Tekan.

Berdasarkan SNI 03-1974-2011 tentang pengujian kuat tekan beton, nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.5) berikut ini.

$$f'_c = P/A \quad (3.5)$$

Keterangan :

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang yang menerima beban (mm^2)

Menurut Dipohusodo (1994), nilai kuat tekan beton beragam sesuai dengan umurnya dan biasanya ditentukan waktu beton mencapai umur 28hari setelah pengecoran. Umumnya pada umur 7 hari kuat tekan beton mencapai 70% dan pada umur 14 hari mencapai 85% sampai 90% dari kuat tekan beton umur 28 hari. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehingga memperkecil frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan yang lebih dari kuat tekan yang disyaratkan

3.6 Kuat Tarik

Kuat tarik beton bervariasi antara 8% sampai 15% dari kuat tekannya tergantung perencanaan. Menurut Wang (1990), kekuatan beton dalam tarik beton adalah suatu sifat yang mempengaruhi perambatan dan ukuran dari retak didalam didalam struktur. Alasan utama dari kuat tarik ini adalah pada kenyataannya bahwa

beton dipenuhi oleh retak-retak halus, retak-retak halus ini yang berpengaruh besar apabila beton menerima beban tekan karena beban tekan menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekanan. Maka, kejadian ini tidak akan terjadi jika balok menerima beban tarik.

Meski sering diabaikan dalam perhitungan desain, kuat tarik tetap merupakan sifat yang punya peran penting dalam mempengaruhi ukuran beton dan seberapa besar retak yang terjadi. Selain itu, kuat tarik dari batang beton diketahui selalu ketika akan mengurangi jumlah lendutan. Hanya sedikit usaha yang dilakukan untuk menghitung modulus elastisitas tarik dan beton karena kuat tarik beton tidak besar. Namun, berdasarkan informasi yang terbatas ini diperkirakan bahwa nilai modulus elastisitas tarik beton sama dengan modulus elastisitas tekan. Berikut adalah gambar pengujian kuat tarik beton dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Benda Uji silinder di Uji Dengan Kuat Tarik

Berdasarkan SNI 03-2491-2002 tentang pengujian kuat tarik beton, nilai kuat tarik beton dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.6) berikut ini.

$$f_t = 2 P / \pi L D \quad (3.6)$$

keterangan:

- f_t = kuat tarik
- P = beban pada waktu belah
- L = panjang benda uji silinder
- D = diameter benda uji silinder

3.7 Umur Beton

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton. Kekuatan beton akan naiknya secara cepat sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung dalam 28 hari (Mulyono, 2004). Rasio kuat tekan beton dengan beton berbagai umur dapat dilihat pada table 3.6 sebagai berikut.

Tabel 3.6 Rasio kuat tekan beton pada berbagai umur beton

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen portlad biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen Portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20