

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang pernah dilakukan dapat dijadikan literature untuk penyusunan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan Wicaksono dan Johanes Januar Sudjati (2012). Penelitian yang berjudul “ Pemanfaatan Limbah Keramik Sebagai Agregat Kasar Dalam Adukan Beton “. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan mengganti agregat kasar menggunakan limbah keramik lantai. Pembuatan sampel menggunakan silinder beton diameter 15 cm, tinggi 30 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan presentasi limbah keramik 30 % memperlihatkan hasil uji yang terbaik yaitu kuat tekan 30,82 Mpa, modulus elastisitas 20.082,35 Mpa dan kuat tarik belah 15,06 Mpa.

B. Umum

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen semen hidrolis (Portland semen), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Nawy mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material. (Mulyono, 2005)

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi mutu beton salah satu diantaranya distribusi susunan butir agregat (gradasi), agregat bergradasi baik dalam campuran beton dapat menghasilkan beton yang berkualitas yaitu mudah dikerjakan (*workability*), awet (*durability*), kuat (*strength*) dan ekonomis.

C. Beton

Menurut SNI 03-2847-2002, beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang homogen sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai keinginan. Campuran tersebut bila dibiarkan akan mengalami pengerasan sebagai reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung selama jangka waktu panjang atau dengan kata lain campuran beton akan bertambah keras sejalan dengan umurnya. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat satuan 2200 Kg/m^3 sampai 2500 Kg/m^3 dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah maupun tidak dipecah.

D. Semen Portland

Berdasarkan SNI 15-2049-2004, semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (clinker) portland terutama yang terdiri dari kalsium silikat ($x\text{CaO}, \text{SiO}_2$) yang bersifat hidrolis yang digiling bersama – sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4, x\text{H}_2\text{O}$) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

E. Air

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum.

Air yang digunakan dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89:2-2). (Mulyono, 2005)

F. Agregat

Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat halus dan agregat kasar berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan yang lainnya. Meskipun demikian, dapat diberikan batasan ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (British Standard) atau 4.75 mm (Standard ASTM). (Mulyono, 2005)

- Agregat Halus

Agregat halus merupakan bahan pengisi diantara agregat kasar sehingga menjadikan ikatan lebih kuat yang mempunyai BJ 1400 Kg/m. Agregat halus yang baik tidak mengandung lumpur lebih besar dari 5 % dari berat, tidak mengandung bahan organik lebih banyak, terdiri dari butiran yang tajam dan keras, dan bervariasi.

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4.76 mm berasal dari alam atau hasil alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemecahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi.

- Agregat Kasar

Menurut SNI 1970-2008, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No.1½ inci).

G. Bahan Tambah (Admixture)

Admixture atau bahan tambah didefinisikan dalam Standard Definitions of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates (ASTM C.125-1995:61) dan dalam Cement and Concrete Terminology (ACI SP-19) sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampurkan ddalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. (Mulyono, 2005)

H. Beton Mutu K-225 (F'c 19.3 Mpa)

Menurut Pedoman Beton 1989, *Draft Konsesus* (SKBI.1.4.53, 1989:4-5) beton didefinisikan sebagai campuran semen Portland atau sembarang semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan.

Beton juga mempunyai beberapa jenis mutu, salah satunya adalah beton mutu K-225. Mutu beton K-225 adalah pada huruf “K” berarti “karakteristik/kualitas” dan angka dua ratus dua puluh lima “225” menunjukkan kekuatan tekanan beban pada beton sebesar 225 kg per cm², biasanya kuat tekan ini diperoleh setelah betonnya mengering selama 28 hari dari proses pengecoran, sedangkan Fc' 19.3 Mpa adalah menyatakan kekuatan

tekan minimum adalah 19.3 Mpa pada umur 28 hari dengan menggunakan silinder sebagai alat pencetaknya diameter 15 cm, tinggi 30 cm. beton ini biasanya digunakan untuk pekerjaan struktur seperti lantai, jalan, pondasi, sloof, kolom.

Tabel 2.1. Daftar Mutu Beton SNI

Mutu Beton	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (liter)	W/C ratio
7,4 Mpa (K-100)	247	869	999	215	0,87
9,8 Mpa (K-125)	276	828	1012	215	0,78
12,2 Mpa (K-150)	299	799	1017	215	0,72
14,5 Mpa (K-175)	326	760	1029	215	0,66
16,9 Mpa (K-200)	352	731	1031	215	0,61
19,3 Mpa (K-225)	371	698	1047	215	0,58
21,7 Mpa (K-250)	384	692	1039	215	0,56
24,0 Mpa (K-275)	406	684	1026	215	0,53
26,4 Mpa (K-300)	413	681	1021	215	0,52
28,8 Mpa (K-325)	439	670	1006	215	0,49
31,2 Mpa (K-350)	448	667	1000	215	0,48

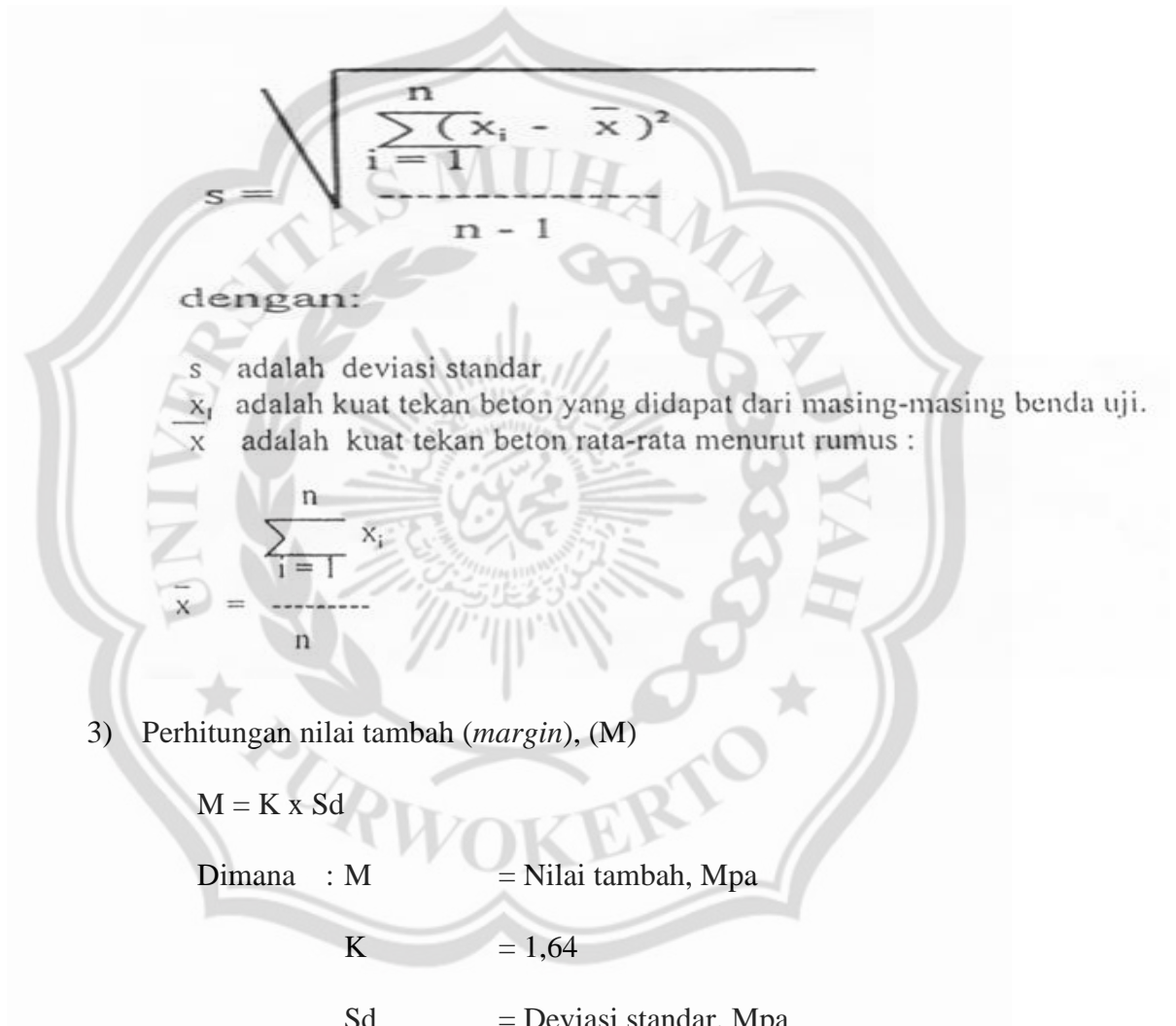
Sumber : SNI DT – 91 – 0008 – 2007.

I. Mix Design

Berdasarkan SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, mix design beton normal dapat diringkus dalam langkah-langkah seperti di bawah ini:

- 1) Penetapan kuat tekan beton yang disyaratkan (F'_c) pada umur 28 hari.
Kuat tekan yang disyaratkan ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan struktur di kondisi setempat. Di Indonesia, yang dimaksud dengan kuat tekan beton yang disyaratkan ialah kuat tekan beton dengan kemungkinan lebih dari nilai itu hanya sebesar 5% saja.

- 2) Deviasi standar ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran beton. Semakin baik mutu pelaksanaan maka nilai deviasi standar semakin kecil. Deviasi standar yang didapat dari pengalaman di lapangan selama produksi beton menurut rumus.



$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

dengan:

s adalah deviasi standar
 x_i adalah kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji.
 \bar{x} adalah kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

3) Perhitungan nilai tambah (*margin*), (M)

$$M = K \times Sd$$

Dimana : M = Nilai tambah, Mpa
 K = 1,64
 Sd = Deviasi standar, Mpa

Rumus diatas berlaku jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton yang diuji kuat tekannya pada umur 28 hari, jika tidak mempunyai pengalaman atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 benda uji, maka nilai M langsung diambil 12 Mpa.

4) Penetapan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$$f'_{cr} = f'_c + M$$

dengan : f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata, Mpa

f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan, Mpa

M = Nilai tambah, Mpa

5) Penetapan jenis Semen Portland

Menurut PUBLI 1982 di Indonesia semen Portland dibedakan menjadi 5 jenis yaitu jenis I, II, III, IV, V. Jenis I merupakan jenis semen biasa, adapun jenis semen III merupakan jenis semen yang digunakan untuk struktur yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi, atau dengan kata lain sering disebut semen cepat mengeras. Pada langkah ini ditetapkan apakah dipakai semen biasa ataukah semen yang cepat mengeras.

6) Penetapan jenis Agregat

Jenis kerikil dan pasir ditetapkan, apakah berupa agregat alami atau agregat jenis batu pecah.

7) Menetapkan faktor air semen :

Cara menetapkan faktor air semen terendah dengan 3 cara, antara lain sebagai berikut :

Tabel 2.2 Kuat tekan beton (Mpa) dengan faktor air semen 0,50

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Umur 3 hari	Umur 7 hari	Umur 28 hari	Umur 91 hari
I, II, III	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
III	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

Sumber : (SNI 03-2834-2000)

Tabel 2.3 Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembeconan dan lingkungan khusus

Jenis pembeconan	f.a.s maksimum
Beton didalam ruangan bangunan :	
a. Keadaan keliling non-korosif.	0,6
b. Keadaan keliling kososif disebabkan oleh kondensasi.	0,52
Beton diluar ruangan :	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	0,6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	0,6
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. Mengalami keadaan dan kering berganti-ganti.	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.	Lihat tabel
Beton yang selalu berhubungan dengan air, air tawar/payau/laut	Lihat tabel

Sumber : (SNI 03-2834-2000)

8) Penetapan nilai slump

Penetapan nilai slump ini dilakukan dengan memperhatikan pelaksanaan pembuatan, pengangkutan, penuangan, pemadatan maupun jenis strukturnya. Cara pengangkutan adukan beton dengan aliran dalam pipa

yang dipompa dengan tekanan membutuhkan nilai slump yang besar, adapun pemadatan dengan alat getar dapat dilakukan dengan nilai slump yang lebih kecil. Nilai slump yang diinginkan dapat diperoleh dengan tabel berikut.

Tabel 2.4 Penetapan nilai slump (cm)

Pemakaian beton	Maks	Min
Dinding, plat pondasi, dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Plat, balaok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : (Pd T-07-2005-B)

9) Penetapan besar butir agregat maksimum

Penetapan besar butir agregat maksimum dilakukan berdasarkan nilai terkecil dari ketentuan berikut :

- Tiga perempat kali jarak bersih minimum antara baja tulangan, atau berkas baja tulangan, tendon prategang atau selongsong.
- Sepertiga kali tebal plat.
- Seperlima jarak terkecil antara bidang samping dari cetakan.

10) Penetapan jumlah air yang dipakai per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat, dan slump yang diinginkan.

Seperti pada tabel berikut :

Tabel 2.5 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton

Ukuran Maks. Kerikil (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Pecah	170	190	210	255
40	Alami	115	140	160	175
	Pecah	155	175	190	205

Sumber : (SNI 03-2834-2000)

Dalam tabel apabila agregat halus dan kasar yang dipakai dari jenis yang berbeda (alami dan pecahan) maka jumlah air yang diperkirakan dengan diperbaiki dengan rumus :

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k \dots \dots \dots (2,3)$$

Dimana :

A = Jumlah air yang dibutuhkan (liter/m³)

A_h = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halusnya
(liter)

A_k = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya
(liter)

11) Hitung berat semen yang diperlukan

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan membagi jumlah air (dari langkah 8) dengan faktor air semen yang diperoleh pada langkah 7.

12) Kebutuhan semen minimum yang ditetapkan dengan tabel. Kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus, misalnya lingkungan korosif, air payau, air laut.

Tabel 2.6 Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Jenis Pembetonan	Semen Minimum (kg/m ³) beton
Beton di dalam ruangan :	
a. Keadaan keliling non-korosif	275
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan kondensasi atau korosif	325
Beton di luar bangunan :	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari	325
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari	275
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. Mengalami keadaan basah kering berganti-ganti	325
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Tabel
Beton yang selalu berhubungan dengan air, air tawar/payau/laut	Tabel

Sumber : (SNI 03-2834-2000)

13) Penyesuaian kebutuhan semen

Apabila kebutuhan semen diperoleh dari langkah 8 ternyata lebih sedikit dari kebutuhan minimum dari langkah 10 maka kebutuhan semen harus dipakai yang minimum nilainya lebih besar.

14) Penentuan daerah gradasi agregat halus

Berdasarkan gradasinya (hasil analisis ayakan) agregat halus yang akan dipakai diklasifikasikan menjadi 4 daerah. Penentuan daerah gradasi tersebut didasarkan atas grafik gradasi yang diberikan dalam tabel dibawah ini. Dengan tabel tersebut agregat halus dapat dimasukkan menjadi salah satu dari 4 daerah, yaitu daerah 1, 2, 3, dan 4.

Tabel 2.7 Batas gradasi pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	1	2	3	4
10	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 : (SNI 03-2834-2000)

15) Perbandingan agregat halus dan agregat kasar

Nilai banding antara berat agregat halus dan agregat kasar diperlukan untuk memperoleh gradasi agregat campuran yang baik. Pada langkah ini dicari nilai banding antara berat agregat halus dan berat agregat campuran. Penentuan dilakukan dengan memperhatikan besar butir maksimum agregat kasar, nilai slump, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus.

16) Berat jenis agregat campuran

Berat jenis agregat campuran dapat dihitung dengan rumus

$$B_j \text{ campuran} = P100 \times B_j \text{ agregat halus} + K100 \times B_j \text{ agregat kasar}$$

Dengan :

B_j campuran = berat jenis agregat campuran kg/m^3

B_j agr halus = berat jenis agregat halus kg/m^3

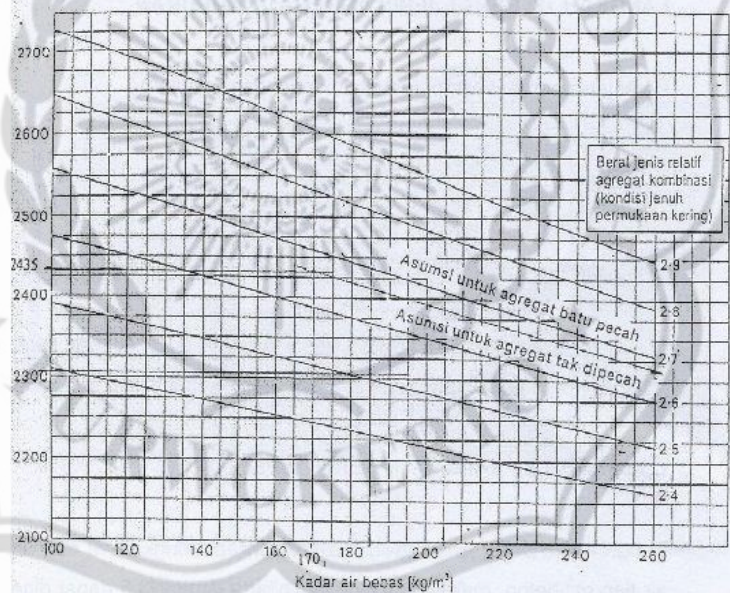
B_j agr kasar = berat jenis agregat kasar kg/m^3

P = persentase agregat halus terhadap agregat kasar (%)

K = persentase agregat kasar terhadap agregat halus (%)

17) Penentuan Berat Beton

Untuk menentukan berat beton dapat digunakan data berat jenis campuran dan kebutuhan air tiap m^3 , setelah itu kemudian data dimasukkan dalam grafik berikut :



Gambar 2.1 Grafik Penentuan Berat Beton

18) Menentukan Kebutuhan Pasir Dan Kerikil

Berat pasir + berat kerikil = berat beton – kebutuhan air – kebutuhan semen.

19) Menentukan Kebutuhan Pasir

Kebutuhan pasir = kebutuhan pasir dan kerikil x % berat pasir

20) Menentukan Kebutuhan Kerikil

Kebutuhan kerikil = kebutuhan pasir dan kerikil – kebutuhan pasir.

J. Kuat Tekan Beton

Untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras yang disyaratkan, dilakukan pengujian kuat tekan beton. Prosedur pengujian kuat tekan mengacu pada *Standart Test Methode for Compressive of Cylindrical Concrete*. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- a) Benda uji ditimbang dan dicatat beratnya.
- b) Benda uji diletakan pada mesin penekan dan posisinya diatur agar supaya tepat berada ditengah-tengah plat penekan.
- c) Pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan secara *continue* dengan mesin hidrolik sampai benda uji mengalami kehancuran.
- d) Beban maksimum akan langsung tersimpan secara otomatis.

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

Berdasarkan peraturan beton bertulang Indonesia (PBI, 1989), besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus $F_c' = P/A$ (untuk beton berbentuk silinder)

$$F_c' = \frac{P}{A}$$

$$P = m \cdot g$$

Keterangan :

F_c' = Kekuatan tekan beton (Mpa)

P = Berat beban maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm^2)

m = Massa beban maksimum (kg)

g = Percepatan gravitasi bumi ($=10 \text{ m/s}^2$)