

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

1. Menurut Susilowati (2011), dalam penelitiannya yang berjudul “Pemanfaatan Serbuk Marmer Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Sebagian Semen Pada Campuran Beton“ mengatakan , Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah marmer untuk mengurangi sejumlah semen pada kuat tekan dan kuat tarik beton normal, kuat tekan beton rencana $f_c'30$ MPa dengan menggunakan campuran tepung marmer sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%, dari berat semen pada adukan betonnya dapat meningkatkan kuat tekan beton hanya pada beton marmer kadar 5%, karena kadar beton tersebut optimum untuk mengisi rongga/voids, sedangkan kadar 10% dan 15% terjadi penurunan kuat tekan.
2. Menurut Widodo Kushartomo, Dewi Permata Sari (2018), dalam penelitiannya yang berjudul “Sifat Mekanis Beton Normal dengan Campuran Tepung Marmer” mengatakan Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik beton normal dengan penambahan tepung marmer berdasarkan rencana campuran yang di buat. Penambahan tepung marmer dalam campuran beton bervariasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%, terhadap berat semen yang di gunakan. Hasil pengujian kuat tekan beton $f_c'30$ didapatkan beton normal tanpa campuran marmer

memiliki kuat tekan rata-rata 22,39 MPa, penggunaan variasi 5% didapatkan rata-rata 26,51 MPa, 10% didapatkan 27,23 MPa, kekuatan mekanis tertinggi dicapai ketika tepung marmer yang di masukkan sebesar 15% dengan kekuatan tekanan rata-rata 29,28 MPa, sedangkan variasi 20% dan 25% mengalami penurunan dengan kuat tekan rata-rata 23,96 MPa dan 23,33 MPa.

3. Menurut Muhammad Haidar Irfansyah, dkk (2021), dalam penelitiannya yang berjudul “Studi Analisis Mutu Tinggi SCC (*Self Compacting Concrete*) Menggunakan Campuran Limbah Marmer *Superplasticizer*” mengatakan Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui variasi campuran limbah marmer yang menghasilkan kuat tekan beton paling optimal. Untuk mengetahui pengaruh campuran limbah marmer pada beton mutu tinggi SCC, dan untuk mengetahui pengaruh *superplasticizer* terhadap beton mutu tinggi SCC menggunakan limbah marmer. Kuat tekan benda uji yang di rencanakan $f_c' 20$ dan $f_c' 30$ MPa. Variable yang digunakan terletak pada kadar campuran limbah marmer sebesar 0%, 20%, 30%, dan 40%. Hasil pengujian kuat tekan beton didapatkan beton normal tanpa campuran limbah marmer & *Superplasticizer* berdasarkan mix design SNI 03:2834:2000 memiliki kuat tekan tekan rata-rata sebesar 36,542 MPa, sedangkan beton normal dengan campuran limbah marmer & *Superplasticizer* kuat tekan tekan rata-rata sebesar 36,898 MPa, dan penggunaan variasi limbah marmer 20% menghasilkan 40,692 MPa,

variasi 30% menghasilkan 41,270 MPa, dan variasi 40% menghasilkan 41,9488 MPa.

4. Menurut Agil Fitri Handayani, dkk (2014), dalam penelitiannya yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Serbuk Marmer Pada Beton Sebagai Bahan Penggabti Sebagian Semen dengan Variasi Penggunaan *Silica Fume*” mengatakan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk marmer dan *silica fume* terhadap sifat mekanik beton. Variasi serbuk marmer dan *silica fume* yang digunakan sebesar 0%,5%,10%, dan 15%. Hasil pengujian kuat tekan beton yang menggunakan *silica fume* tanpa serbuk marmer mencapai kuat tekan optimum pada 9,31% dari berat semen dengan kuat tekan yang dihasilkan 27,94 MPa. Penggunaan serbuk marmer 5,00% dan *silica fume* 6,22% menunjukkan kuat tekan optimum 29,04 MPa. Pada serbuk marmer 10,00% akan mencapai kuat tekan optimum jika digunakan bersama dengan *silica fume* sebanyak 7,08%. Penggunaan serbuk marmer 15,00% dengan *silica fume* 4,85% menunjukkan kuat tekan maksimum 24,37 MPa.
5. Menurut Elia Hunggurami, dkk (2013), dalam penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Serbuk Marmer dari Gunung Batu Nataipan Kabupaten Timor Tengah Selatan Pada Campuran *Paving Block*” mengatakan penelitian ini dilakukan untuk mencoba mencari tahu besar kuat tekan dan serapan air paving block yang menggunakan agregat halus serbuk marmer, dengan variasi 50% dan 100% dari berat pasir.

Berdasarkan hasil pengujian pada umur beton 28 hari dengan pemberian pressing yang sama yaitu sebesar 50 kg/cm², kuat tekan paving block naik seiring dengan penambahan komposisi penambahan komposisi penggantian serbuk marmer 50% kuat tekan minimum pada variasi campuran 1:2 adalah sebesar 38,75 MPa dan naik menjadi 39,75 MPa pada penggantian sebagian serbuk marmer 100% atau mengalami kenaikan sebesar 2,52%. Akan tetapi nilai kuat tekan ini bukanlah merupakan nilai kuat tekan maksimum paving block. Paving block masih mampu menghasilkan kuat tekan yang lebih besar, tetapi karena keterbatasan mesin uji kuat tekan maka pengujian dihentikan pada kuat tekan tersebut.

B. Definisi Beton

Beton adalah campuran yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, air dan semen Portland atau dengan semen hidraulis lainnya dengan atau tanpa bahan tambahan (dapat berupa bahan kimia atau bahan non kimia atau bahan lain yang berupa serat, pozzolan dan sebagainya) dengan perbandingan tertentu. Beberapa material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan perbandingan tertentu menghasilkan campuran yang bersifat plastis sehingga dapat dituang ke dalam cetakan untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Bila campuran itu dibiarkan, akan semakin mengeras seiring dengan berjalannya waktu karena kimia yang terjadi antara air dan semen (Susilowati, 2011).

C. Semen Portland

Semen Portland berfungsi sebagai perekat antara butiran-butiran agregat dan juga mengisi rongga-rongga antara butiran-butiran agregat agar terjadi suatu masa yang padat. Semen Portland memerlukan air untuk berlangsungnya reaksi kimia pada proses hidrasi sehingga semen mengeras Bersama dengan butiran-butiran agregat sehingga membentuk massa yang padat. Bahan dasar pembentuk semen Portland terdiri dari kapur, silika, alumina dan oksida besi. Oksida tersebut bereaksi membentuk akibat peleburan (Susilowati, 2011)

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Semen merupakan bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidraulic (*hydraulic cements*). Semen portland atau biasa disebut semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikay-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Semen yang digunakan adalah Semen Portland Tipe I. (Aris Sutrisno, Slamet Widodo : 2013)

D. Agregat Halus

Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pikjar, yang di pakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidraulik.

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5,0 mm. (SNI 03-2847-2002)

Agregat halus di bagi menjadi beberapa zona, yaitu seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel. 2.1 Gradasi Agregat Halus

Ukuran saringan Ayakan				%Lolos Saringan / Ayakan			
				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
mm	SNI	ASTM	Inch	Gradasi no.1	Gradasi no.2	Gradasi no.3	Gradasi no. 4
9,5	9,6	3/8 in	0,375	100-100	100-100	100-100	100-100
4,75	4,8	No.4	0,187	90-100	90-100	90-100	95-100
2,36	2,4	No. 8	0,0937	60-95	75-100	85-100	95-100
1,18	1,2	No. 16	0,0469	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	0,6	No. 30	0,0234	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	0,3	No. 50	0,0117	5-20	8'-30	12-40	15-50
0,15	0,15	No.100	0,0059	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

E. Campuran Limbah Marmer

Campuran limbah marmer adalah suatu material alternatif yang dapat dijadikan material pengganti ataupun material pengisi. Penggunaan kalsium karbonat pada campuran beton dapat meningkatkan sifat kohesif dari campuran beton. (Almindo, dkk 2013).

Bubuk isian yang berbutir halus ini diharapkan mengisi rongga-rongga (*voids*) sehingga beton akan semakin padat. Dengan beton yang padat diharapkan dapat memberikan ketahanan terhadap kuat desak beton sehingga mempunyai kuat desak yang tinggi. Bahan-bahan yang berfungsi sebagai filler dapat berupa flysh dan slag (sisa benda tambang) yang berasal dari dapur etus meskipun bahan ini biasanya digunakan karena sifat *pozzolanic*-nya. (L.J Murdok & K. M. Brook, 1999)

F. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan merupakan krikil sebagai hasil disintegrasi 'alami' dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industry pemecahan batu dan mempunyai ukuran butir antara 5mm sampai 40mm. agregat kasar digunakan sebagai pengisi campuran adukan beton selain agregat halus. (SNI 03-2847-2002). Ukuran agregat kasar yang digunakan seperti tabeh di bawah ini :

Tabel. 2.2 Gradasi Gregat Kasar

Ukuran Saringan Ayakan				% Lolos Saringan / Ayakan		
				Ukuran Maks. 10 mm	Ukuran Maks. 20 mm	Ukuran Maks. 40 mm
Mm	SNI	ASTM	Inch			
75	76mm	3 in	3			100-100
37,5	38mm	1 ½ in	1,5		100-100	95-100
19	19mm	¾ in	0,75	100-100	95-100	35-70
9,5	9,6mm	3/8 in	0,375	50-58	30-60	10-40
4,75	4,8mm	No. 4	0,187	0-10	0-10	0-5

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

G. Air

Air juga digunakan sebagai bahan campuran antara semen, pasir sebagai agregat halus dan kerikil sebagai agregat kasar. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan. (SNI 03-2847-2000)

H. Uji Gradasi (Analisis Saringan Agregat halus dan kasar)

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan pemeriksaan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan. Tujuan pada uji ini adalah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah presentase butirsn baik agregat halus dan agregat kasar. Metode pengujian ini mencakup jumlah dan jenis-jenis tanah baik agregat halus maupun agregat kasar. Analisis saringan agregat ialah penentuan presentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka presentase digambarkan pada grafik pembagian butir. (SNI 03-1968-1990)

I. Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat

Standar ini untuk menentukan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Agregat kasar adalah agregat yang ukuran butirnya lebih besar dari 4,75 mm (saringan No.4). Berat jenis ini dapat dinyatakan dengan berat jenis curah kering, berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan atau berat jenis semu. Berat jenis curah (jenis kering permukaan) dan

penyerapan air berdasarkan pada kondisi setelah (24±4) jam direndam di dalam air. Cara uji ini tidak ditunjukkan untuk digunakan pada pengujian agregat ringan. (SNI 03-1969-2008)

J. Mix Design

Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal atau *Mix Design* beton normal berdasarkan SNI 03-2834-2000 dapat dilihat dalam Langkah-langkah seperti dibawah ini.

1. Menentukan kuat tekan beton karakteristik yang disyaratkan ($F'c$) pada umur tertentu.

Tabel 2.3 Notasi Kuat Tekan Beton

Notasi	Bentuk Benda Uji	Ukuran	Umur
K	Kubus	15x15x15	28 hari
$f'c$	Silinder	D 15 cm, Tinggi 30 cm	28 hari

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

Jika direncanakan umur beton yang dikehendaki dibawah umur 28 hari maka nilai kuat tekan beton harus dikonversi dengan angka sebagai berikut :

Tabel.2.4 Konversi Umur Uji Kuat Tekan Beton

Umur Beton (Hari)	3	7	14	21	28	96	365
Semen Portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,0	1,20	1,35
Semen Portland dengan kekuatan yang tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,0	1,15	1,20

(Sumber : PBI, 1971)

2. Menetapkan Deviasi Standar

Deviasi 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 (SNI 03-2834-2000):

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

Keterangan :

S = Standar deviasi

X_i = kuat tekan beton yang didapatkan dsri masing-masing benda uji

\bar{X} = kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

3. Pemilihan factor air semen

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots(2)$$

4. Menghitung Nilai Tambah

$$M = k \times S_r \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

M = nilai tambah (Mpa)

S_r = deviasi standar (MPa)

K = tetapan statistic yang nilainya tergantung pada presentase hasil uji yang lebih rendah

Dari *f'c*. dalam hal ini diambil 5% sehingga nilai k = 1,64.

5. Menetapkan Kuat Tekanan Rata-rata (F'cr)

$$f'_{cr} = f'_c + M \dots\dots\dots(4)$$

keterangan :

f'cr = kuat tekan rata-rata (MPa)

f'c = kuat tekan yang disyaratkan (MPa)

M = nilai tambahan (MPa)

6. Menentukan Jenis Semen Portland Menurut SNI 15-2049-1994 di

indonesia semen portland dibedakan menjadi lima jenis yaitu tipe 1,II,III,IV,V. Jenis I merupakan jenis semen biasa, sedangkan jenis III

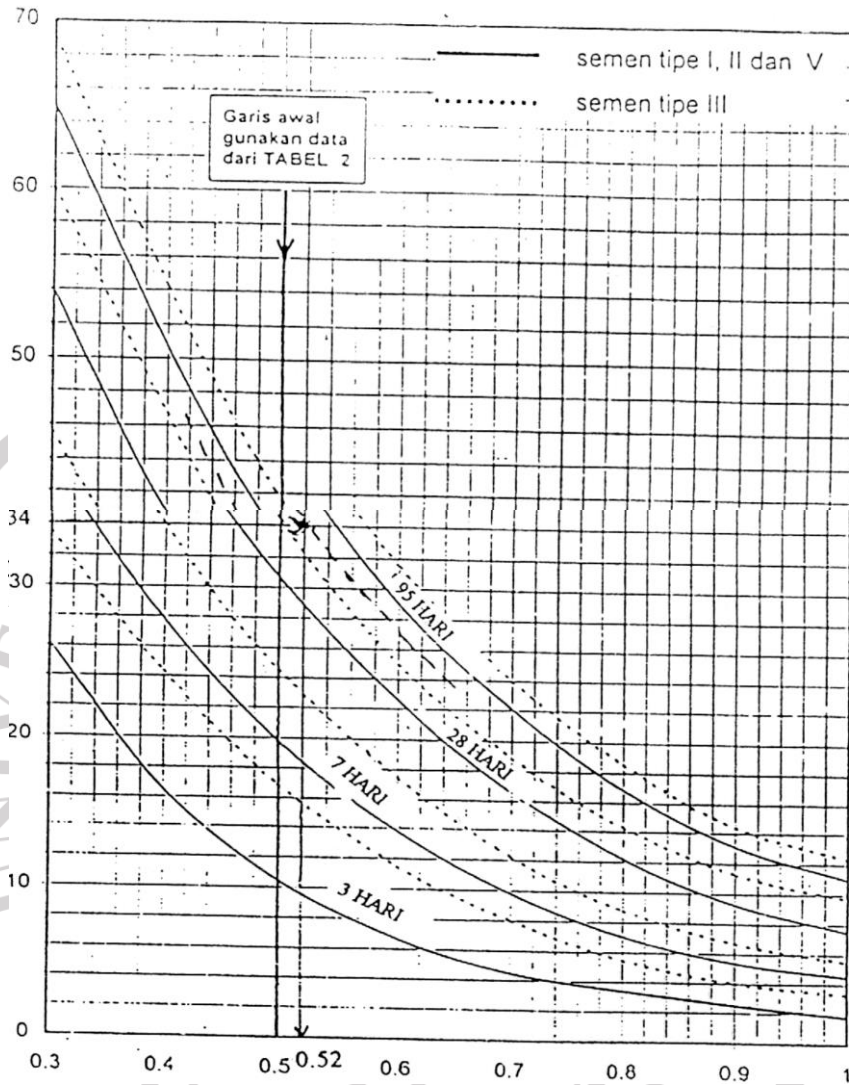
merupakan semen yang dipakai untuk struktur yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi, atau dengan kata lain sering disebut cepat mengeras. Pada langkah ini ditetapkan apakah dipakai semen biasa atau semen yang cepat mengeras. Dan pada penelitian ini digunakan semen Portland tipe I

7. **Penetapan Jenis Agregat** Jenis agregat kasar dan agregat halus ditetapkan, apakah berupa alami atau batu pecah. Pada penelitian ini digunakan agregat kasar batu pecah dan agregat halus alami.
8. **Pemilihan Faktor Air Semen (FAS) Faktor air semen** yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan berdasarkan hubungan kuat tekan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan.

Tabel.2.5 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan Air Semen dan Agregat Yang Biasa Dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat	Umur 3 hari	Umur 7 hari	Umur 28 hari	Umur 91 hari	Bentuk Uji
Semen tipe I	Alami	17	23	33	40	Silinder
	Pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat tipe II, V	Alami	20	28	40	48	Kubus
	Pecah	25	32	45	54	
Semen tipe III	Alami	21	28	38	44	Silinder
	Pecah	25	33	44	48	

(Sumber : SNI 03-2834-2000)



Gambar 2.1 Grafik Penetapan FAS Berdasarkan Jenis Semen Dan Kuat tekan Rata-rata

(Sumber : SNI 03-28344-2000)

Table 2.6 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Beton Dalam Lingkungan Khusus

Lokasi	Jumlah Semen Minimum Per m ³ Beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam Ruang Bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling kororsif disebabkan oleh kondensasi atau korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan :		
a. Tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		-
Beton yang kontinu berhubungan :		
a. Air tawar		
b. Air laut		-

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

8. Persyaratan Jumlah Air Tiap 1 M³ Beton, Berdasarkan Ukuran Agregat, Jenis Agregat, dan Nilai Slump Yang Diinginkan

Table 2.7 Perkiraan Kebutuhan Air Bebas (Kg/M³)

Ukuran maks kerikil (mm)	Jenis Batuan	Slump			
		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)

9. Penentuan Daerah Gradasi Agregat Halus

Berdasarkan gradasinya (hasil analisis ayakan) agregat halus yang akan dipakai diklarifikasikan menjadi 4 daerah. Penentuan daerah gradasi tersebut didasarkan atas grafik gradasi yang ada dalam table berikut :

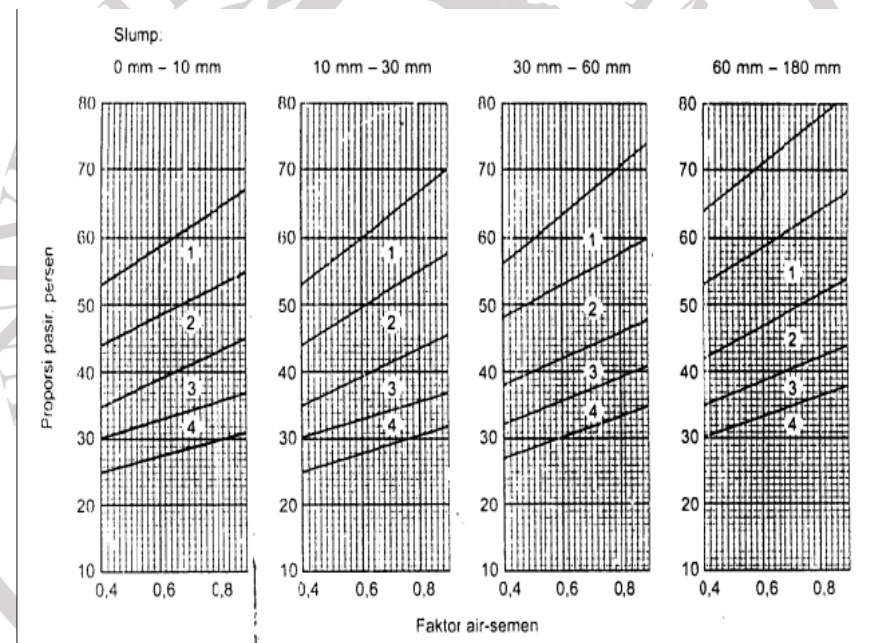
Lubang Ayakan (mm)	Persen butir yang lewat ayakan			
	Gradasi	Gradasi	Gradasi	Gradasi
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
9,50	100	100	100	100
4,75	90-100	90-100	90-100	95-100
2,35	60-95	75-100	85-100	95-100
1,18	30-70	55-90	75-100	90-100

0,60	15-34	35-59	60-79	80-90
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Table 2.8 gradasi Agregat Halus
(Sumber : SNI 03-2834-2000)

10. Perbandingan Agregat Halus dan Agregat Kasar

Nilai banding antara berat agregat halus dan agregat kasar diperlukan untuk memperoleh gradasi agregat campuran yang baik. Dalam penelitian ini agregat kasar yang digunakan maksimum 40 mm.



Gambar 2.2 Presentase Agregat Terhadap Agregat Keseluruhan
(Sumber : SNI 03-3434-2000)

10. Berat Jenis Agregat Campuran

Berat Jenis Agregat Campuran dapat dihitung dengan rumus :

$$B_j \text{ campuran} = (P100 \times b_j \text{ agregat halus}) + (K100 \times b_j \text{ agregat kasar}) \dots \dots \dots (5)$$

Dengan :

Bj campuran= berat jenis campuran kg/m³

Bj agr halus = berat jenis agregat halus kg/m³

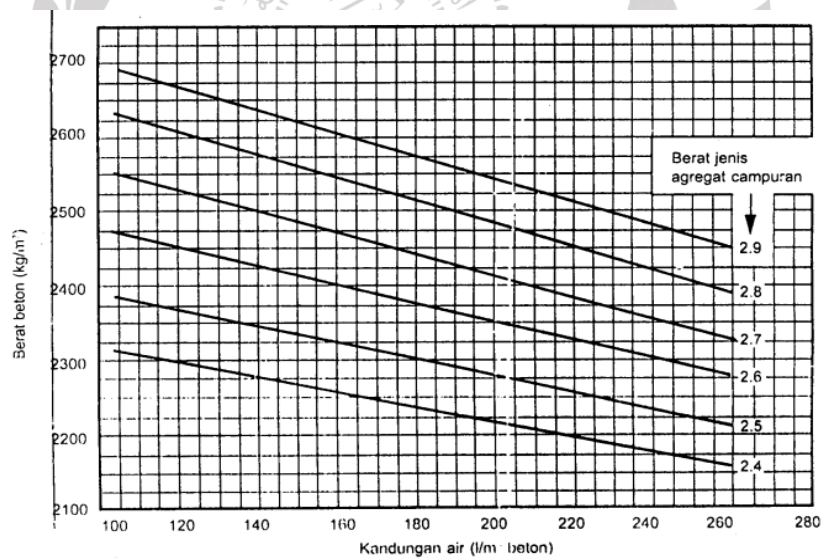
Bj agr kasar = berat jenis agregat kasar kg/m³

P = presentase agregat halus terhadap agregat kasar (%)

K = presentase agregat halus terhadap agregat halus (%)

11. Penentuan Berat Beton

Untuk menentukan berat beton dapat digunakan data berat jenis campuran dan kebutuhan air tiap m³, setelah itu kemudian data dimasukkan dalam grafik berikut :



Gambar 2.3 Grafik Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran dan Berat Beton.

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

K. Kuat Tekan Beton

Standar uji kuat tekan beton ini terdiri dari penggunaan beban tekan aksial terhadap benda uji beton berbentuk silinder yang dicetak. Kemudian dilakukan pembebanan yang berada dalam batas yang telah ditentukan dengan menggunakan alat uji kuat tekan beton (compressive strength test) hingga terjadi kehancuran. Kuat tekan benda uji dihitung dengan membagi beban maksimum yang diterima selama pengujian dengan luas penampang benda uji. Hasil pengujian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengendalian mutu dari komposisi campuran beton, proses pencampuran dan kegiatan pengecoran beton: penentuan hasil pekerjaan yang memenuhi spesifikasi; dan evaluasi keaktifan bahan tambah serta pengendalian kesetaraan penggunaannya. (SNI 03-1974-2011)