

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Beton

a. Pengertian Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk pembangunan gedung, jembatan, dan jalan. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil/split), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen Portland dan semen hidrolik yang lain terkadang ditambahkan pula dengan bahan tambahan (*aditive*) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dan air.

Beton yang sudah mengeras dapat juga dikatakan sebagai batuan tiruan dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus atau pasir), dan pori-pori agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terekat sehingga terbentuklah satu kesatuan yang padat dan tahan lama.

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari medium campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. Menurut beratnya, beton dibedakan menjadi tiga jenis yaitu beton ringan, beton normal dan beton berat. Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³ (SNI 2002). Beton normal adalah beton yang mengandung agregat dengan berat isi antara 1900 kg/m³ sampai dengan 2.400 kg/m³, sedangkan untuk beton dengan berat di atas 2400 kg/m³ termasuk dalam beton berat. (Leonardi dan Irawan, 2010).

b. Sifat dan karakter mekanik beton

- 1) Beton sangat baik menahan gaya tekan (*high compressive strength*), tetapi tidak begitu pada gaya tarik (*low tensile strength*). Bahkan kekuatan gaya tarik beton hanya sekitar 10% dari kekuatan gaya tekannya.
- 2) Beton tidak mampu menahan gaya tegangan (*tension*) yang tinggi, karena elastisitasnya yang rendah.
- 3) Konduktivitas termal beton relative rendah.

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni

arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus umpamanya diekspose agregatnya (agregat yang mempunyai bentuk yang bertekstur seni tinggi diletakan di bagian luar, sehingga nampak jelas pada permukaan betonnya).

Faktor-faktor yang membuat beton banyak digunakan karena memiliki keunggulan-keunggulannya antara lain:

- 1) Kemudahan pengolahannya.
- 2) Material yang mudah di dapat.
- 3) Kekuatan tekan tinggi.
- 4) Daya tahan yang tinggi terhadap api dan cuaca merupakan bukti dari kelebihanannya.

c. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Adapun kelebihan dari penggunaan beton yaitu:

- 1) Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- 2) Mampu memikul beban yang berat.
- 3) Tahan terhadap temperature yang tinggi.
- 4) Biaya pemeliharaan yang kecil.

Adapun kekurangan dari penggunaan beton yaitu:

- 1) Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
- 2) Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- 3) Beban yang berat.
- 4) Daya pantul suara yang besar.
- 5) Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak.

Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan atau tulangan kasa.

d. Material Penyusun Beton

1) Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling retak semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambah berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain. (SNI 15-2049-2004).

Menurut SNI 15-2049-2004 tentang semen Portland, semen dibagi menjadi 5 (lima) jenis sesuai dengan tujuan pemakaiannya yaitu:

- a) Type I semen Portland untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
- b) Type II semen Portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c) Type III semen Portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.
- d) Type IV semen Portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.
- e) Type V semen Portland untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

2) Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai butiran antara 5 mm sampai 40 mm

(SNI 03-2847-2002).Spesifikasi ASI dari AASTHO, agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan No. 4. Agregat kasar pada umumnya berbutir lebih besar dari 5 mm, contoh agregat kasar seperti kerikil, kericak, batu pecah, dan split.

Tabel 2.1 Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan Ayakan				% Lolos Saringan / Ayakan		
				Ukuran Maks. 10 mm	Ukuran Maks. 20 mm	Ukuran Maks. 40 Mm
Mm	SNI	ASTM	inch			
75	76	3 in	3			100 - 100
37,5	38	1 1/2 in	1,5		100 - 100	95 - 100
19	19	3/4 in	0,75	100 - 100	95 - 100	35 - 70
9,5	9,6	3/8 in	0,375	50 - 85	30 - 60	10 - 40
4,75	4,8	no.4	0,1875	0 - 10	0 - 10	0 - 5

Sumber : SNI 03 - 2834 - 2000.

3) Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil dari disintegrasi alam batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5 mm. (SNI 03-2834-2000)

Tabel. 2.2. 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	0,1875	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,36	2,4	no.8	0,09375	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	0,1 5	no.100	0,0059	0 – 10	0 - 10	0 – 10	0 – 15

Sumber : SNI 03 – 2834 – 2000

4) Air

Air merupakan salah satu bahan yang sangat penting dalam pembuatan beton. Air digunakan untuk memicu proses kimiawi semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan beton ialah air yang tidak mengandung minyak, asam, fosfat, alkali, bahan organik dan bahan-bahan lain yang dapat merusak beton. Selain itu, air tersebut juga harus air yang bersih, tidak berbau, dan tidak keruh.

e. Pengujian Bahan Beton

1) Uji Gradasi

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam 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 persentase butiran baik agregat halus dan agregat kasar. Metode pengujian jenis tanah ini mencakup jumlah dan jenis - jenis tanah baik agregat halus maupun agregat kasar. Analisis saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir. (SNI 03-1968-1990).

2) Uji Keausan Dengan Mesin Los Angeles

Metode ini dilakukan sebagai pegangan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Abrasi Los Angeles. Dalam pengujian ini guna untuk mengetahui angka keausan tersebut, yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lolos saringan No.12 (1,7 mm) terhadap berat semula, dalam persen. Pengujian ini dapat digunakan untuk mengukur keausan agregat kasar. Hasil pengujian bahan ini dapat digunakan dalam perencanaan dan pelaksanaan bahan perkerasan jalan atau konstruksi beton. (SK – SNI M O2 – 1990 – F SNI 03 – 2417 – 1991).

3) Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat

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

f. Beton Mutu K-250

Beton adalah campuran agregat halus dan agregat kasar sebagai bahan pengisi, yang ditambah semen dan air yang digunakan sebagai bahan pengikat dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan (admixture). Agar beton memiliki propertis yang baik maka bahan penyusun beton itu sendiri perlu dipelajari. Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat, dimana kinerja beton tersebut berpengaruh terhadap kekuatan yang direncanakan, kemudahan dalam pengerjaannya (workability) dan keawetannya dalam jangka waktu tertentu (Katrina, 2014).

Beton juga mempunyai beberapa jenis mutu, salah satunya adalah beton mutu K-250. Mutu beton K-250 adalah pada huruf “K” berarti “karakteristik/ kualitas” dan angka Dua Ratus Lima Puluh “250” menunjukkan kekuatan tekanan beban pada beton sebesar 250 kg/m^3 , biasanya kuat tekan ini diperoleh setelah betonya mengering selama 28 hari dari pengecoran, sedangkan $f_c' 21,7 \text{ MPa}$ adalah menyatakan kekuatan tekan minimum adalah $21,7 \text{ Mpa}$ pada umur 28 hari dengan menggunakan silinder sebagai alat pencetaknya diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Beton ini biasanya digunakankan untuk pekerjaan struktur seperti lantai, jalan, pondasi, sloof, kolom dll (Chaniago, 2017).

g. Tata Cara Membuat Rencana Mix Design Beton

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	15 x 15 x 15 cm	28 hari
F'c	Silinder	D 15 cm x Tinggi 30 cm	28 hari

Sumber : SNI 03 2834-2000

- 2) Menetapkan Deviasi Standar

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 (SNI 03 2834-2000):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

S = Standar deviasi

X_1 = Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

X = Kuat tekan beton rata-rata menurut rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots (2.2)$$

n = Jumlah nilai hasil uji yang harus diambil minimum 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata – rata dari 2 buah benda uji)

3) Menghitung Nilai Tambah (M)

a) Jika nilai tambah sudah ditetapkan sebesar 12 Mpa, maka langsung ke Langkah 4.

b) Jika nilai tambah dihitung berdasarkan deviasi standar (S_r), maka dilakukan dengan rumus berikut:

$$M = k \times S_r \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

M = Nilai tambah (MPa).

S_r = Deviasi standar (MPa).

k = Tetapan statistik yang nilainya tergantung pada presentase hasil uji yang lebih rendah dari $f'c$. Dalam hal ini diambil 5%, sehingga nilai $k = 1,64$.

4) Menetapkan Kuat Tekan Rata-Rata ($F'cr$)

$$f'cr = f'c + M \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata (MPa).

f'_{c} = Kuat tekan yang disyaratkan (MPa).

M = Nilai tambah (MPa).

Tabel 2.4 Kuat Tekan Rata – Rata Perlu Jika Data Tidak Tersedia Untuk Menetapkan Deviasi Standar

Persyaratan Kuat Tekan, f'_{c} (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata Perlu, f'_{cr} (Mpa)
Kurang dari 21	$f'_{c} + 7,0$
21 sampai dengan 35	$f'_{c} + 8,5$
Lebih dari 35	$f'_{c} + 10,0$

Sumber : SNI 03 2834-2002

5) Menentukan Jenis Semen *Portland*

Menurut SNI 15-2049-1994 di Indonesia semen *portland* dibedakan menjadi lima jenis yaitu tipe I,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 karena beton yang akan digunakan tidak memerlukan persyaratan khusus.

6) Menetapkan 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.

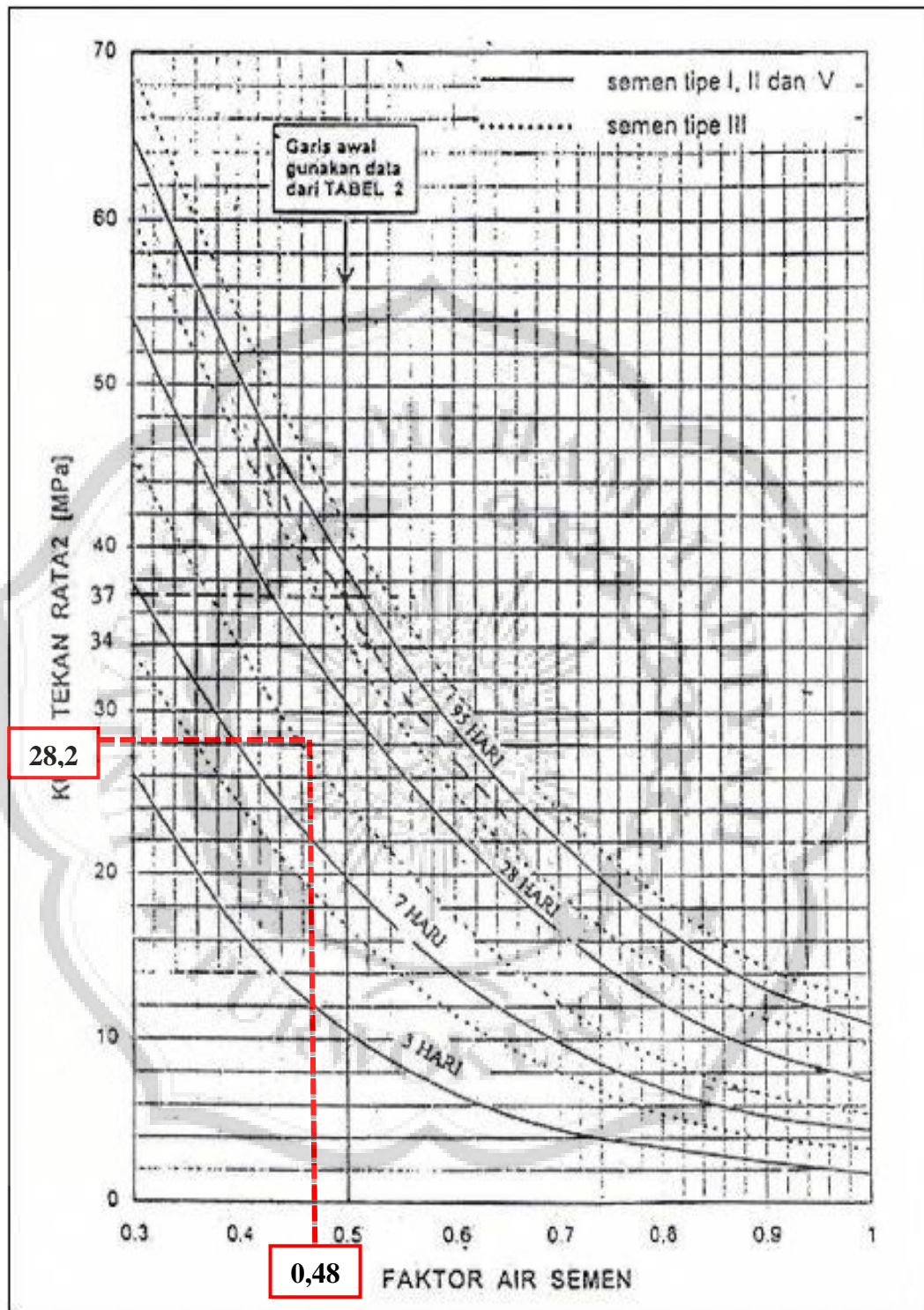
7) Menentukan Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan berdasarkan hubungan kuat tekan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan Tabel 2.4 dan Gambar 2.1.

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

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	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 Hubungan Antara Kuat Tekan Beton dan Faktor Air Semen (Benda Uji Berbentuk Silinder Diameter 150 mm, Tinggi 300 mm)

Sumber : SNI 03 2834-2000

Tabel 2.6 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan 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		
b. Keadaan keliling korosif	275	0,60
disebabkan oleh kondensasi atau korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan :		
a. Tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung		
b. Terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
Beton masuk ke dalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	275	0,60
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	325	0,55
Beton yang kontinu berhubungan :		
a. Air tawar		-
b. Air laut		-

Sumber : SNI 03 2834-2000

8) Menentukan Kadar Air Bebas

Tabel 2.7 Perkiraan Kebutuhan Air Bebas (Kg/m³)

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

3) Menentukan 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 ada dalam tabel berikut:

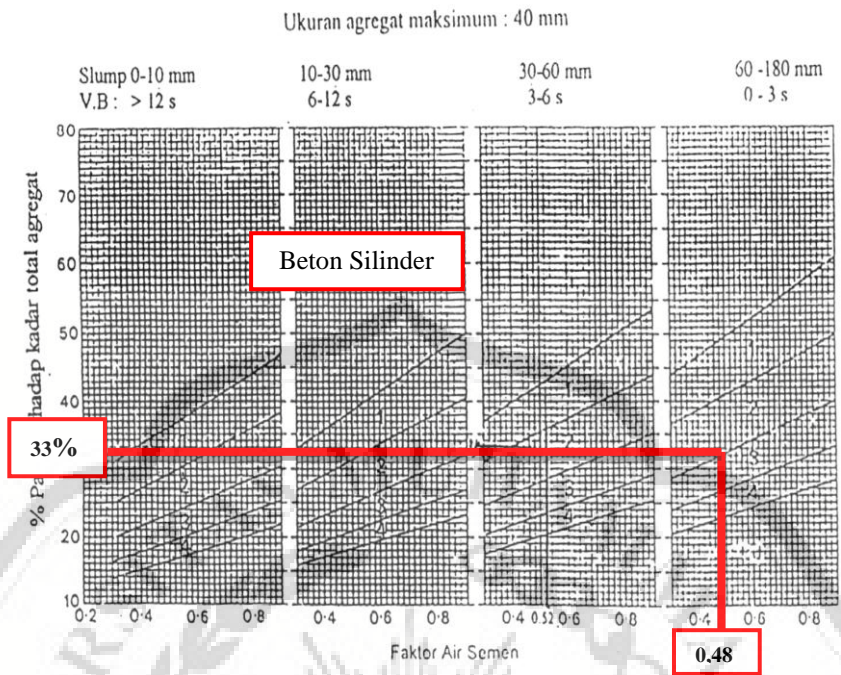
Tabel 2.8 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Yang Lewat Ayakan			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
9,5	100	100	100	100
4,75	90-100	90-100	90-100	95-100
2,36	60-95	75-100	85-100	95-100
1,18	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-90
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

9) Menghitung 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 Persentase Agregat Halus Terhadap Agregat Keseluruhan

Sumber : SNI 03-3834-2000

10) Menghitung Berat Jenis Agregat Campuran

Berat jenis agregat campuran dapat dihitung dengan rumus:

$$B_j \text{ camp.} = (b_j. \text{ Agregat halus} + b_j. \text{ Agregat kasar})/2 \dots \dots (2.5)$$

Dengan:

$$B_j \text{ campuran} = \text{berat jenis agregat campuran } \text{kg/m}^3.$$

$$B_j \text{ agr halus} = \text{berat jenis agregat halus } \text{kg/m}^3.$$

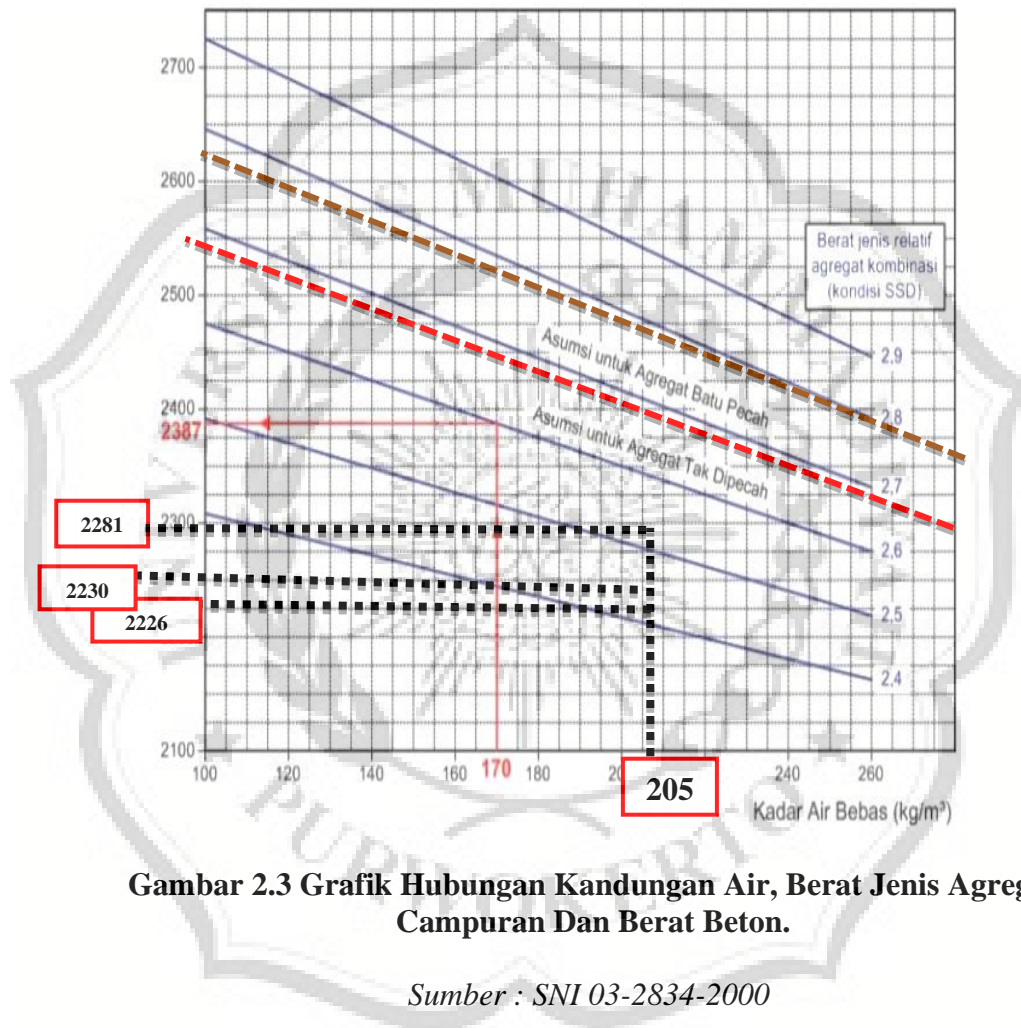
$$B_j \text{ agr kasar} = \text{berat jenis agregat kasar } \text{kg/m}^3.$$

P = persentase agregat halus terhadap agregat kasar (%).

K = persentase agregat kasar terhadap agregat halus (%).

11) 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 2.3 Grafik Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran Dan Berat Beton.

12) Uji Kuat Tekan Beton

Standar uji kuat tekan beton ini terdiri dari penggunaan beban tekan aksial terhadap benda uji beton berbentuk silinder yang telah dicetak. Kemudian dilakukan pembebanan yang berada dalam batas yang telah ditentukan dengan menggunakan alat uji 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 keefektifan bahan tambah serta pengendalian kesetaraan penggunaannya. (SNI 03-1974-2011).

2. Pasir

a. Pasir Sungai

Pasir adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan no. 4 dan tertahan pada saringan no. 200. Pasir umumnya terdapat di sungai-sungai yang besar. Pasir sungai adalah pasir yang diperoleh dari sungai yang merupakan hasil gigitan batu-batuan yang keras dan tajam, pasir jenis ini butirannya cukup baik (antara 0,63 mm – 5 mm) sehingga merupakan adukan yang baik untuk pekerjaan pasangan. (Daryanto, 2008). Adapun Standar SK SNI S-04-1989-F, agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- 1) Butir-butirnya tajam dan keras dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$.
- 2) Kekal, tidak mudah pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Jika diuji dengan larutan garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimal 12%, jika dengan garam magnesium sulfat maksimum 18%.

- 3) Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
- 4) Tidak mengandung zat organik yang terlalu banyak, yang dibuktikan dengan larutan 3% NaOH, yaitu warna cairan diatas endapan diatas agregat halus tidak boleh gelap dari pada warna standar pembanding.
- 5) Modulus halus butir memenuhi antara 1,50 – 3,80 dan sesuai dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
- 6) Khusus untuk beton untuk tingkat keawetan tinggi, agregat halus tidak reaktif terhadap alkali.

b. Kadar Lumpur Pasir

1) Pengertian

Lumpur tidak diperbolehkan dalam jumlah banyak pada agregat halus ada kecenderungan meningkatnya pemakaian air dalam campuran beton. Lumpur sendiri tidak dapat menyatu dengan semen sehingga menghalangi penggabungan antara semen dan agregat serta mengurangi kekuatan tekan beton. Pasir yang dapat digunakan sebagai agregat untuk pembuatan beton harus memiliki kandungan lumpur < 5% dari berat kering. Apabila pasir yang digunakan mempunyai kandungan lumpur yang berlebihan maka sebaiknya pasir tersebut dicuci.

Pemeriksaan kadar lumpur agregat menggunakan standard SNI 03-4141-1997, metode ini digunakan untuk menghitung besarnya persentasi gumpalan lempung dan butiran-butiran mudah pecah dalam agregat halus maupun kasar. Menurut SII. 0052 kadar lumpur atau bagian

yang lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm) maksimum 5% (PBI 1971). Yang dimaksud dengan kandungan lumpur adalah persentase ukuran butiran yang lolos saringan, (1) no. 200 ASTM; (2) no. 200 British Standar; (3) no. 80 DIN (Jerman); (4) ukuran lubang saringan standar SI = 0,075 mm.

2) Cara Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir

Cara praktis pemeriksaan kandungan lumpur agregat halus (pasir) yang mudah dilakukan di lapangan antara lain:

a. Peremasan atau penggosokan (tidak terukur)

Cara peremasan atau penggosokan dilakukan dengan mengambil pasir kering udara atau sedikit lembab lalu diremas-remas dengan tangan atau digosok di antara dua telapak tangan, lalu dilihat partikel yang menempel di telapak tangan menunjukkan perkiraan kadar lumpur yang terkandung dalam pasir.

b. Dengan pengenggaman (tidak terukur)

Cara pengenggaman adalah mengambil pasir dengan kelembaban agak tinggi atau dalam kondisi agak basah (tapi jangan terlalu basah), lalu digenggam kuat-kuat dan dilepas, jika tetap menggumpal maka kadar lumpur cukup tinggi, dan dapat terlihat di telapak tangan.

c. Dengan penenggelaman pasir di air jernih (tidak terukur)

Cara penenggelaman pasir dilakukan dengan mengenggam pasir lalu memasukan tangan ke dalam air jernih, lalu dibuka dan di gerak-

gerakan perlahan dan akan terlihat partikel lumpur yang terpisah dari pasir, jika terdapat partikel yang mengambang/mengapung, maka kemungkinan kandungan organik yang cukup tinggi pada pasir.

d. Dengan pengocokan (terukur)

Cara pengocokan dilakukan dengan:

1. Sediakan gelas ukur (missal berukuran 1.000 cc)
2. Isikan pasir sampai kira-kira hampir setengah (missal:450 cc)
3. Isikan air jernih sampai total pasir + air dua kali pasir (missal : 900 cc)
4. Tutup dan kocok-kocok selama sekitar 1 menit (jangan sampai tumpah)
5. Diamkan supaya mengendap selama minimal 1 jam untuk perkiraan cepat kadar lumpur.

Kadar lumpur dihitung dari tinggi lapisan lumpur yang terlihat di gelas ukur dan dibagi dengan tinggi total pasir + lumpur. Pengujian di laboratorium umumnya dilakukan dengan metode pencucian sesuai ASTM C-117 (Standar Test Method for Materials Finer than 0,075mm (no. 200) Sieve in Mineral Agregat by Washing). Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus (pasir) yaitu sebagai berikut:

- a. Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang dan diambil sampel sebanyak (*BI*).

- b. Benda uji dicuci beberapa kali sampai bersih, ditandai dengan air cucian tampak jernih, setelah itu benda uji dikeluarkan dari gelas ukur pencuci dengan hati-hati jangan sampai benda uji tersebut ada yang hilang.
- c. Kemudian benda uji dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang beratnya (B_2).
- d. Hitung kadar lumpur dengan rumus sebagai berikut $= (B_1 - B_2) \times 100\% / B_1$.

B. Penelitian Relevan

No	Nama	Penelitian	Tahun
1.	Septianto Haris	Pengaruh Kandungan Lumpur Pada Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Normal	2017
2.	Surendro Bambang dan Ani Widiastuti	Pengaruh Variasi Gradasi Agregat Kasar Dan Kadar Lumpur Pada Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton	2009
3.	Li Fenglan & Qian Zhu	Strength Development of Concrete with Proto-Machine-Made Sand	2010

1. Septianto Haris (2017), pada penelitian tentang Pengaruh Kandungan Lumpur Pada Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Normal, menyatakan bahwa Kandungan lumpur mempengaruhi berat beton dan juga berat jenisnya. Beton yang kandungan lumpurnya sedikit berat jenisnya lebih besar dibandingkan beton yang mempunyai kandungan lumpur banyak. Kandungan lumpur mempengaruhi kuat tarik

belah beton. Semakin sedikit kandungan lumpurnya kuat tarik belah semakin tinggi. Kuat tarik belah rata-rata Beton dengan Kandungan lumpur 0% = 11,07 MPa, 2,5 % = 9,75 MPa, 5% = 8,30 MPa, 7,5% = 7,17 MPa 10 % = 5,45 MPa. Kuat tekan rata-rata Beton dengan Kandungan lumpur 0% = 31,52 MPa, 2,5 % = 29,93 MPa, 5% = 27,52 MPa, 7,5% = 25,48 MPa , 10 % = 22,19 MPa. Jadi dapat disimpulkan bahwa kadungan lumpur mempengaruhi kuat tekan beton. Beton yang kandungan lumpurnya sedikit lebih kuat dibandingkan beton yang kandungan lumpurnya banyak. Dalam kemudahan pengerjaan (workability) didapat nilai Slump pada beton kandungan lumpur 0 % = 8 cm dibandingkan dengan pada beton kandungan lumpur 10% =11 cm mengalami kenaikan,hal ini disebabkan lumpur menghalang-halangi ikatan antara semen, agregat halus, dan agregat kasar sehingga terjadi kenaikan nilai slump.

2. Surendro Bambang dan Ani Widiastuti (2009) penelitian yang dilakukan berjudul Pengaruh Variasi Gradasi Agregat Kasar Dan Kadar Lumpur Pada Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton. Kuat tekan tertinggi pada gradasi campuran dengan kadar lumpur 0% yaitu sebesar 20.19 MPa. Sedangkan kuat tekan terendah pada gradasi seragam ukuran batu pecah 10/10 dengan kadar lumpur 10% sebesar 12.83 MPa. Semakin besar prosentase kadar lumpur, kuat tekan beton semakin menurun. Penurunan kuat tekan beton terbesar terjadi pada penambahan kadar lumpur 10 %. Persamaan regresi

linier dapat dipakai untuk mengetahui korelasi antara kuat tekan beton dengan prosentase kadar lumpur dan umur beton.

3. Li Fenglan & Qian Zhu (2010) Strength Development of Concrete with Proto-Machine-Made Sand. The strength developing regularities of concrete affected by the stone powder content were studied in this paper. The results show that the effect of stone-powder in proto-machine-made sand on concrete strength is virtually different from that of the stone powder mixed with powdered mud in ordinary machine-made sand, the limit value of stone powder content lower than 5 % is not suitable for proto-machine-made sand to mix concrete with grade of C50. The proper range of stone powder content of proto-machine-made sand can be enlarged to 13% to cast concrete with grade of C50, the compressive strength of concrete was about 72.9 % to 79.5 % at 3 d and 84.5 % to 91.3 % at 7 d of that at 28 d, and can be reached 1.15 to 1.27 times at 90 d and 1.27 to 1.40 times at 180 d of that at 28 d. The formulas for predicting the compressive strength of concrete at any ages are proposed.