

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Studi Terdahulu Mengenai Topik Penulisan**

Beton merupakan bahan dari campuran antara Portland cement, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dengan tambahan adanya rongga-rongga udara. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Sutikno, 2003)

Nugraheni (2007), dengan judul pengaruh penambahan tras Muria terhadap kuat tekan dan serapan air pada bata beton pejal. Dari penelitian tersebut menunjukkan kuat tekan tertinggi terjadi pada komposisi 0,27 tras: 1 pc: 5,92 pasir. Kuat tekan rata-rata adalah 47,576 Kg/cm<sup>2</sup> (masing-masing bata beton pejal masuk mutu A1 yaitu kuat tekan minimum 21 kg/cm<sup>2</sup> dan mutu A2 yaitu kuat tekan minimum 35 kg/cm<sup>2</sup>). Untuk serapan air nilai tertinggi sebesar 17,62% terjadi pada komposisi 0,53 tras: 1pc: 5 pasir, dan ternyata masih sangat memenuhi syarat untuk bata beton pejal dengan mutu A1 dan A2.

Penelitian oleh Kawigraha dan Sudiyanto, 2003 dalam Nugraheni (2007) tentang pemanfaatan batuan pozolan untuk bangunan rumah sederhana, diperoleh kesimpulan bahwa pemanfaatan pozolan dan kapur sebagai bahan baku pembangunan rumah dapat dilakukan sepanjang bahan baku memenuhi syarat. Semen berbasis pozolan merupakan alternatif untuk mengurangi harga bangunan yang berarti pula dapat mengurangi biaya pembangunan rumah.

Menurut Prasetyo, 2002 dalam Nugraheni (2007) bahwa pengaruh penambahan tanah tras terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton yang diberi perawatan tekanan uap (steam Curing) dengan variasi tanah tras 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% dari berat semen yang telah ditetapkan dalam rancangan adukan (mix desain) hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tanah tras berpengaruh terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton yang diberi perawatan tekanan uap. Kuat tekan optimum sebesar 165,207 kg/cm<sup>2</sup> terjadi pada penambahan tanah tras 17% atau meningkat 43% dari kuat tekan beton sebesar 115,198 kg/cm<sup>2</sup>. Peningkatan modulus elastisitas optimum sebesar 9,3% dari beton tanpa tras yaitu 98,327 kg/cm<sup>2</sup> terjadi pada penambahan tras 13%.

#### **B. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Tekan Beton**

Pada umumnya jika berhubungan dengan tuntutan mutu dan keawetan yang diinginkan, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi (Mulyono, 2005), diantaranya adalah :

1. Proporsi bahan-bahan penyusunnya
2. Metode perancangan
3. Perawatan
4. Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat.

### C. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Beton mempunyai segi kekurangan dan kelebihan yang sepatutnya dimengerti oleh para perencana dan konstruktor, karena pengertian ini dapat mencegah kesulitan-kesulitan dalam segi perencanaan dan perawatan beton. Kelebihan dan kekurangan beton menurut (tjokrodimuljo, 1996) adalah sebagai berikut :

1. Kelebihan beton antara lain :
  - a). Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan loka, kecuali semen portland.
  - b). Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan/pembusukan oleh kondisi lingkungan
  - c). Beton segar dapat mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapa pun tergantung diinginkan.
2. Kekurangan beton antara lain :
  - a). Beton mempunyai kuat tarik yang rendah sehingga mudah retak
  - b). Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi untuk mencegah terjadinya retak-retak akibat perubahan suhu.
  - c). Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton.

## **D. Bahan Penyusun Beton**

Beton adalah suatu bahan elem struktur yang memiliki suatu karakteristik yang spesifikasinya terdiri dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut :

### **1. Semen Portland**

Semen Portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan dasar pembentuk semen portland terdiri dari bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina, dan oksida besi. Semen Portland memiliki sifat-sifat yang dapat meningkatkan kekuatan. Sifat yang paling penting dari semen portland ini adalah mengeras melalui suatu reaksi kimia dengan air yang disebut hidrasi, dimana hidrasi ini akan menghasilkan panas. Hidrasi ini menghasilkan pengikatan yang terjadi pada permukaan butir Tikalsium Aluminat, sehingga akan terjadi rekatan yang kuat antara agregat dalam campuran mortar.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland dibagi menjadi 5 jenis ( SNI 15-2049-2004) yaitu sebagai berikut :

- a). Jenis I adalah semen portland untuk tujuan umum, biasa tidak memerlukan sifat-sifat khusus misalnya, gedung, trotoar, jembatan, dan lain-lain.
- b). Jenis II semen portland yang tahan terhadap sulfat dan panas dehidrasi sedang dan ketahanan terhadap sulfat lebih baik, penggunaannya pada pir (tembok di laut dermaga), dinding tahan tanah tebal dan lainnya.

- c). Jenis III adalah semen portland dengan kekuatan awal tinggi. Kekuatan dicapai umumnya dalam satu minggu. Umumnya dipakai ketika acuan harus dibongkar secepat mungkin atau ketika struktur harus cepat dipakai.
- d). Jenis IV adalah semen portland dengan panas hidrasi rendah.
- e). Jenis V adalah semen portland tahan sulfat.

Tabel 2.1 Persyaratan Kimia Semen Portland

No	Uraian	Jenis Portland				
		I	II	III	IV	V
1	SiO <sub>2</sub> , minimum	-	20	-	-	-
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maksimum	-	6	-	-	-
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maksimum	-	6	-	6,5	-
4	MgO, maksimum	6	6	6	6	6
5	SO <sub>3</sub> , maksimum					
	Jika C <sub>3</sub> A ≤ 8,0	3	3	3,5	2,3	2,3
	Jika C <sub>3</sub> A > 8,0	3,5	-	4,5	-	-
6	Hilang pijar, maksimum	5	3	3	2,5	3
7	Bagian tak larut, maksimum	3	1,5	1,5	1,5	1,5
8	C <sub>3</sub> S, maksimum	-	-	-	35	-
9	C <sub>2</sub> S, minimum	-	-	-	40	-
10	C <sub>3</sub> A, maksimum	0	8	15	7	5
11	C <sub>4</sub> AF + 2 C <sub>3</sub> A atau C <sub>4</sub> AF + C <sub>2</sub> F, maksimum	-	-	-	-	25

(Sumber: SNI 15-2049-2004)

Tabel 2.2 Persyaratan fisik semen Portland Tipe I

No	Uraian	Nilai
1	Kehalusan : Uji permeabilitas udara, dengan alat : <i>Turbidimeter</i>	160
	<i>Blaine</i>	280
2	Kekekalan : Pemuaian dengan <i>autoclave</i> , maksimal	0,80%
3	Kuat tekan : Umur 1 hari	-
	Umur 3 hari	125 kg/cm <sup>2</sup>
	Umur 7 hari	200 kg/cm <sup>2</sup>
	Umur 28 hari	280kg/cm <sup>2</sup>
4	Waktu pengikatan (metode alternatif) dengan <i>Gilmore</i> :	
	Awal	60 menit
	Akhir	600 menit
	<i>Vicat</i> :	
	Awal	45 menit
	Akhir	375 menit
5	Pengikatan semu penetrasi akhir	50%
6	Kandungan udara mortal (volume)	12%

(Sumber: SNI 15-2049-2004)

## 2. Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70 % volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar, sehingga pemilihan agregta merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar.

Dari jenisnya agregat dibedakan menjadi 2 yaitu agregat alami dan agregat buatan (pecahan). Untuk beton normal sendiri agregat yang

digunakan adalah agregat halus dan agregat kasar. Menurut standar SK SNI S-04-1989-F, agregat untuk bahan bangunan sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut :

a) Agregat halus

- 1) Butir-butirnya tajam dan keras, dengan indeks kekerasan 2,2.
- 2) Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 %, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 %.
- 3) Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 %.
- 4) Tidak mengandung zat organis terlalu banyak, yang dilakukan dengan percobaan warna dengan larutan 3% NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan agregat halus tidak boleh lebih gelap daripada warna standar.
- 5) Modulus butir antara 1,50-3,80 dan dengan variasi butiran sesuai standar gradasi.
- 6) Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat harus reaktif terhadap alkali.
- 7) Agregat halus dari laut atau pantai, boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

British Standard (BS) memberikan syarat gradasi untuk pasir. Kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus

(zone 4), agak halus (zone 3), agak kasar (zone 2) dan kasar (zone 1) seperti pada Tabel berikut :

Tabel 2.3 Syarat Gradasi Pasir Menurut Zona

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

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

b) Agregat Kasar (Batu Pecah)

- 1) Butir-butirnya keras dan tidak berpori, indeks kekerasan 5% bila diuji dengan goresan batang tembaga.
- 2) Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 %, jika diuji dengan larutan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 %.
- 3) Tidak mengandung lumpur lebih dari 1 %.
- 4) Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- 5) Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20 %.

- 6) Modulus halus butir antara 6-7,10 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
- 7) Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari: 1/5 jarak terkecil antar bidang-bidang samping cetakan, 1/3 tebal pelat beton, 3/4 antar tulangan atau berkas tulangan.

Syarat gradasi agregat kasar (kerikil) menurut British Standar (BS ) disajikan pada Tabel berikut ini :

Tabel 2.4 Syarat Gradasi Agregat Kasar Menurut Ukuran

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

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

### 3. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 30 persen berat semen. Secara umum air yang dapat dipakai untuk bahan pencampur beton ialah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90 % kekuatan beton yang memakai air suling.

Persyaratan air yang digunakan dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

- a) Air tidak boleh mengandung lumpur ( benda-benda melayang lainnya ) lebih dari 2 gram/liter.
- b) Air tidak boleh mengandung garam-garam yang dapat merusak beton ( asam, zat organik ) lebih dari 15 gram/liter
- c) Air tidak boleh mengandung Clorida (C) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d) Air tidak boleh mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

#### **4. Tras**

Tras adalah batuan gunung api yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang disebabkan oleh pelapukan dan kondisi air bawah tanah. Bahan galian berwarna putih kekuningan hingga putih kecoklatan, kompak dan padu sehingga sulit untuk digalidengan alat sederhana.

Kegunaan tras adalah untuk bahan baku batako, industri semen, campuran bahan bangunan dan semen alam. Pada saat ini belum dimanfaatkan secara optimal, namun secara lokal telah dimanfaatkan penduduk untuk pembuatan batako. Tras terbentuk oleh pelapukan batuan vulkanik yang kaya akan silika dan feldspar seperti berisi andesit, breksi tuf, granit, riolit. Sifat yang penting dari tras adalah bila dicampur dengan kapur tohor da air akan membntuk bahan seperti semen.

### **E. Uji Gradasi Agregat**

Analisis saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir. Tujuan uji ini adalah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus dan agregat kasar. (SNI 03-1968-1990)

### **F. Mix Design**

Metode perhitungan yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan SNI 03-2834-2000. Kuat tekan beton yang direncanakan sebesar 20 MPa. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menggunakan metode ini adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f_c'$ ).

Kuat tekan beton yang disyaratkan ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnya dan kondisi setempat.

Beton yang dirancang harus memenuhi syarat kuat tekan rata-rata, yang memenuhi syarat berdasar deviasi standar hasil uji tekan yang lalu (28 hari) untuk kondisi dan jenis konstruksi yang sama. Persyaratan kuat tekan didasarkan pada hasil uji kuat tekan silinder. Data kuat tekan sebagai dasar perancangan, dapat menggunakan hasil uji kurang dari 28 hari berdasarkan data yang lalu untuk kondisi yang sama. Jika menggunakan hal ini maka dari hasilnya dikonversikan untuk umur 28 hari berdasarkan tabel dibawah ini.

Tabel 2.5 Konversi Kuat Tekan Untuk Semen Portland Biasa

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28
Perbandingan kuat tekan	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00

(Sumber : PBI-1971)

2. Menetapkan nilai deviasi standart (sd)

Standar deviasi ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran beton. Semakin baik mutu pelaksanaan semakin kecil nilai deviasi standar. Untuk memberikan gambaran cara menilai tingkat pengendalian mutu pekerjaan, diberikan pedoman dengan melihat tabel berikut ini:

Tabel 2.6 Nilai Sd untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu	Sd(Mpa)
Memuaskan	2,8
sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

3. Menghitung nilai tambah (margin)

$$M = k \cdot Sd$$

Dengan : M = nilai tambah (Mpa)

$$K = 1,64$$

d = deviasi standar rencana (Mpa)

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan diperoleh dengan rumus:

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

Dimana :  $f'_{cr}$  = kuat tekan rata-rata (Mpa)

$f'_c$  = kuat tekan yang disyaratkan (Mpa)

$M$  = nilai tambah (Mpa)

5. Menetapkan jenis semen

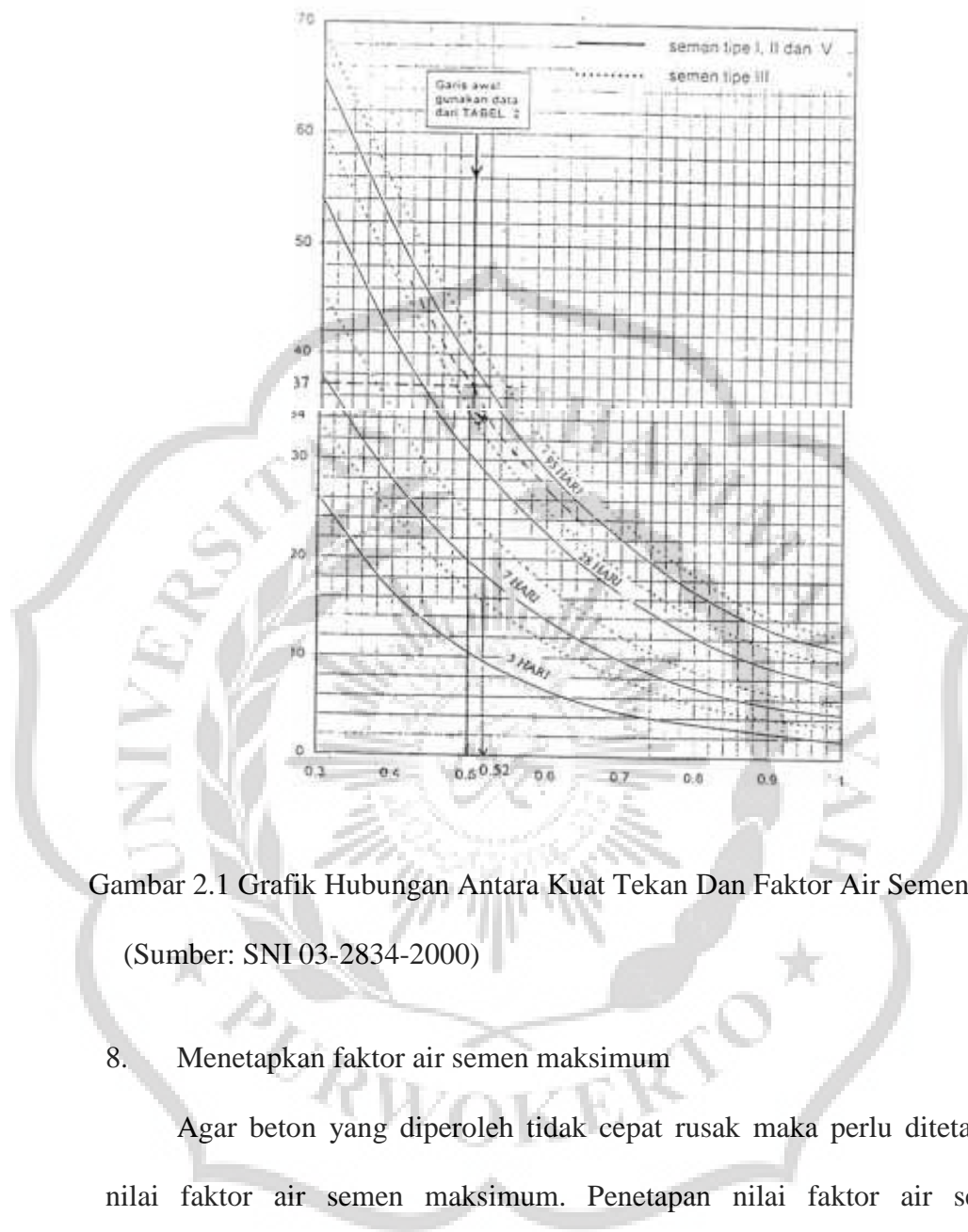
Menurut PUBLI 1982 di Indonesia Semen Portland dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu jenis I, II, III, IV, dan V. Jenis I merupakan jenis semen biasa, sedangkan jenis III merupakan jenis semen yang dipakai untuk struktur yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi, atau dengan kata lain sering disebut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

6. Menetapkan jenis agregat

Jenis kerikil dan pasir ditetapkan, apakah berupa agregat alami (tak dipecahkan) atautkah agregat jenis batu pecah (*crushed aggregate*).

7. Menetapkan faktor air semen

Penetapan faktor air semen pada penelitian ini berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu, ditetapkan faktor air semen dengan melihat gambar 2.1 Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen.



Gambar 2.1 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Dan Faktor Air Semen.

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

8. Menetapkan faktor air semen maksimum

Agar beton yang diperoleh tidak cepat rusak maka perlu ditetapkan nilai faktor air semen maksimum. Penetapan nilai faktor air semen maksimum dilakukan dengan tabel dibawah ini. Jika nilai fas ini lebih rendah dari nilai fas pada langkah 7, maka nilai fas yang dipakai untuk perhitungan selanjutnya dipakai langkah 7.

Tabel 2.7 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dengan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus

Deskripsi	Fas	
	Min. Dlm 1 m3 Beton (Kg)	Maks
Beton di dalam ruangan bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,63
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan matahari	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan matahari	275	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah :		
a. Mengalami basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Terpengaruh sulfat alkali tanah/air tanah	Lampiran	Lampiran
Beton yang terus-menerus berhubungan dg air :		
a. Air tawar	Lampiran	Lampiran
b. Air laut		

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

## 9. Menetapkan nilai slump

Penetapan nilai slump ini dilakukan dengan memperhatikan pelaksanaan pembutan, pengangkutan, pemadatan maupun jenis strukturnya. Cara pengangkutan adukan beton dengan aliran dalam pipa yang dipompa dengan alat getar (triller) dapat dilakukan dengan slump yang lebih kecil. Nilai slump yang diinginkan dapat diperoleh pada nilai slump berbagai macam struktur diperlihatkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.8 Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Struktur

Uraian	Nilai Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Perkerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan missal ( beton massa )	7,5	2,5

(Sumber : PBI-1971)

## 10. Penetapan Besar Butir Agregat Maksimum

Penetapan besar butir maksimum berdasarkan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- a) Tiga per empat kali jarak bersih minimum antar baja tulangan, atau bekas baja tulangan, tendon atau selongsong.
- b) Sepertiga kali tebal plat.
- c) Seperlima jarak terkecil antar bidang samping dari cetakan.

## 11. Penetapan Jumlah Air

Penetapan jumlah air yang diperlukan tiap meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat dan slump yang diinginkan, seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 2.9 Perkiraan Kebutuhan Air per meter Kubik Beton (liter)

Ukuran maks. Kerikil (mm)	Jenis bahan	Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	258
20	Alami	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	255
40	Alami	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

## 12. Menghitung Berat Semen yang Diperlukan

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan membagi kadar air bebas dengan faktor air semen (fas).

## 13. Menetapkan Kebutuhan Semen Minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan dengan tabel 2.7. kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus, misal lingkungan korosif, air payau atau air laut.

#### 14. Menyesuaikan kebutuhan semen

Apabila kebutuhan semen yang diperoleh dari langkah 12 ternyata lebih sedikit dari pada kebutuhan minimum 13 maka kebutuhan semen harus dipakai minimum.

#### 15. Menyesuaikan Jumlah Air atau Faktor Air Semen

Jika jumlah semen ada perubahan akibat langkah 14, maka nilai faktor air semen berubah. Dalam hal ini, dapat dilakukan dua cara berikut:

- a) Cara pertama, faktor air semen dihitung kembali dengan cara membagi jumlah air dengan jumlah semen minimum.
- b) Cara kedua, jumlah air disesuaikan dengan mengalikan jumlah semen minimum dengan faktor air semen.

Catatan: cara pertama akan menurunkan faktor air semen, sedangkan cara kedua akan menaikkan jumlah air yang diperlukan.

#### 16. Menentukan Daerah Gradasi Agregat Halus

Berdasarkan gradasinya (hasil analisis ayakan) agregat halus yang akan dipakai dapat diklasifikasikan menjadi 4 daerah (zona). Penentuan daerah gradasi bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.10 Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
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

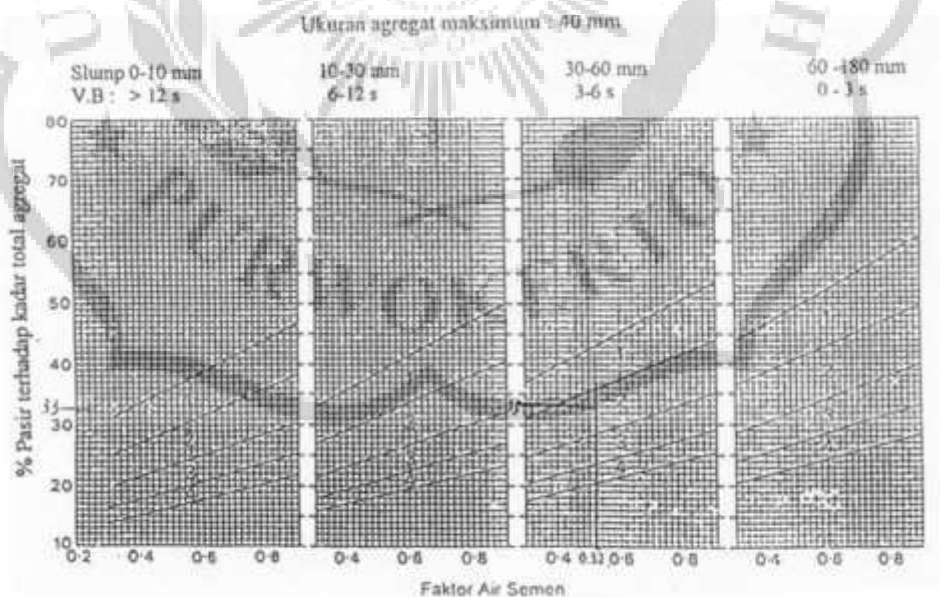
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-60	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

#### 17. Menentukan Perbandingan Agregat Halus dan Agregat Kasar

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

(Sumber: SNI 03-2834-2000)



Gambar 2.2 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 40 Mm.

18. Berat jenis agregat campuran

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus :

$$B_{cc} = \frac{P}{100} \times B_A + \frac{K}{100} \times B_A + k \dots(2.5)$$

Dimana :

$B_j$  campuran = Berat jenis campuran

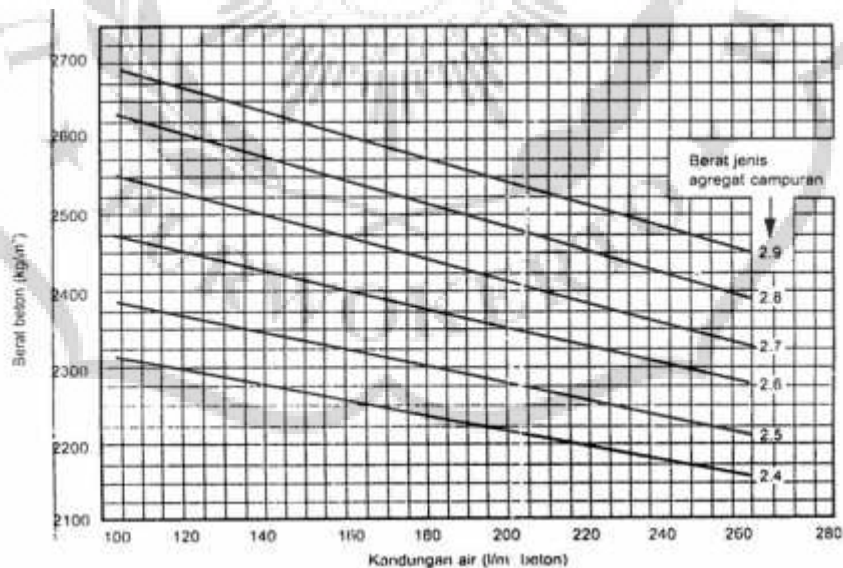
$B_j$  Agr Halus = Berat jenis agregat halus

$B_j$  Agr Kasar = Berat jenis agregat kasar

P = Prosentase agregat halus terhadap campuran

K = Prosentase agr kasar terhadap campuran

Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, namun jika tidak ada dapat diambil sebesar 2,60 untuk agregat tak pecah/alami dan 2,70 untuk agregat pecahan.



Gambar 2.3 Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah Yang Telah Selesai Didapatkan.

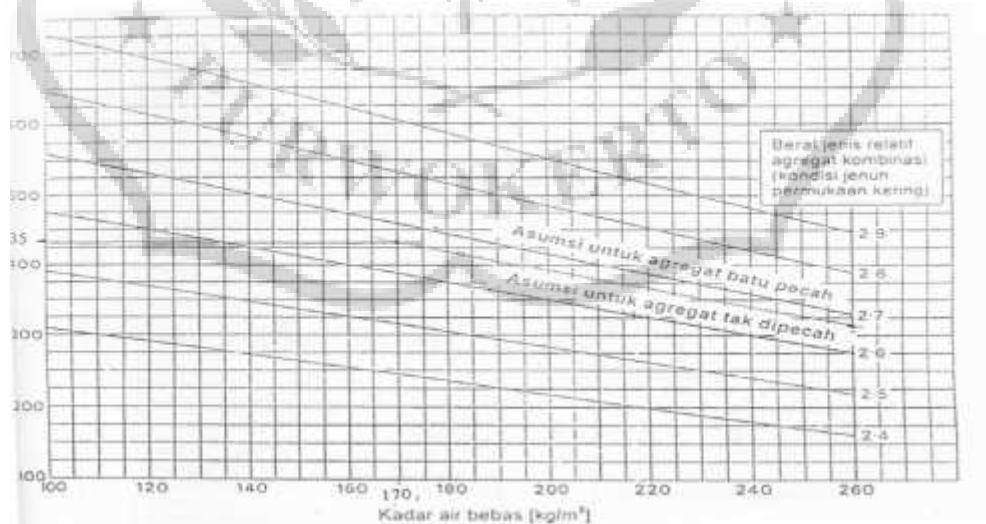
(Sumber: SNI 03-2834-2000)

## 19. Penentuan berat jenis beton

Dengan data berat jenis agregat campuran pada langkah 17 dan kebutuhan air tiap meter kubik betonnya maka dengan grafik dibawah ini dapat diperkirakan berat betonnya.

Cara yang dipakai adalah sebagai berikut :

- Dari berat jenis agregat campuran pada langkah 17 dibuat garis kurva berat jenis gabungan yang sesuai dengan garis kurva yang palinh dekat dengan garis kurva pada gambar dibawah ini.
- Kebutuhan air yang diperoleh pada langkah 11 dimasukkan dalam gambar. Kemudian dari nilai ini ditarik garis vertikal keatas sampai mencapai garis kurva yang dibuat pada cara diatas.
- Dari titik ini kemudian ditarik garis horisontal kekiri sehingga diperoleh nilai berat betonnya.



Grafik 2.4 Grafik Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Cmpuran Dan Berat Beton.

20. Kebutuhan agregat campuran dihitung dengan cara mengurangi berat beton per-meter kubik dikurangi kebutuhan air dan semen.
21. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (17) dan (20). Kebutuhan agregat halus dihitung dengan cara mengalikan kebutuhan agregat campuran dengan persentase berat agregat campuran dengan persentase berat agregat halusya.
22. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (20) dan (21). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan cara mengurangi kebutuhan agregat campuran dengan kebutuhan agregat halus. Untuk mempermudah pelaksanaan, maka pada halaman berikut ini diberikan formulir isian.

#### **G. Kuat Tekan Beton**

Berdasarkan teori kekuatan tekan beton, dijelaskan bahwa kekuatan tekan beton sangat tergantung pada karakteristik komponen-komponen pembentuk beton. Telah diketahui bersama bahwa sifat beton pada umumnya lebih baik jika kuat tekannya lebih tinggi. Untuk meninjau mutu beton biasanya secara kasar hanya ditinjau dari kuat tekannya saja.

Untuk mengetahui kuat tekan benda uji ( $f_c$ ) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana :

$f_c'$  = kuat tekan beton (Mpa)

P = beban maksimal (KN)

A = luas bidang tekan (mm<sup>2</sup>)

Dari hasil kuat tekan masing-masing benda uji kemudian dihitung kuat tekan rata-rata ( $f_{cr}$ ) yaitu :

$$f_{cr} = \frac{\sum f_i'}{n}$$

Dimana :

$f_c'$  = kuat tekan beton masing-masing benda uji (Mpa)

N = jumlah sampel

Tabel 2.11 Perbandingan Kekuatan Tekan Beton Pada Berbagai Benda Uji

Benda Uji	Perbandingan Kekuatan Beton
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1,0
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0,95
Silinder 15 x 30	0,83

(Sumber: PBI 1971)

Untuk keperluan perhitungan kekuatan dan pemeriksaan mutu beton, perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur terhadap beton yang berumur 28 hari, dapat diambil berdasarkan tabel berikut ini.

Tabel 2.12 Konversi Beton

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28
Perbandingan kuat tekan	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00

(Sumber: PBI 1971)