

BAB II

TINJAUAN PUSIAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton disusun dari agregat kasar agregat halus. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alami maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecahan batu, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batu yang dihasilkan oleh industri pemecah batu (Menurut SNI-03-2847-2002).

Beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda beda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara percampuran, cara mencetak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat sifat beton (Wuriyati, 2001).

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1%-2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25%-40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 70%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari (Mulyono, 2005).

Sesuai dengan perkembangan teknologi, keperluan beton yang kokoh dan kuat mempunyai kriteria beton mutu tinggi juga selalu berubah sesuai dengan kemajuan, dengan tingkat mutu itu beton berhasil dicapai. Pada tahun 1905an,

beton dengan kuat tekan 30 Mpa sudah dikategorikan sebagai beton mutu tinggi. Pada tahun 1960an hingga awal 1970an, kriteriannya lebih lazim menjadi 40 Mpa. Saat itu, disebut mutu tinggi untuk kuat tekan diatas 50 Mpa, dan 80 Mpa sebagai beton mutu sangat tinggi, sedangkan 120 Mpa bisa dikategorikan sebagai beton bermutu ultra tinggi (Pujiantor, dkk ,2009).

2.1.1 Beton struktural

Beton struktural adalah beton yang akan menanggung beban struktural sehingga dalam pembuatannya membutuhkan perhitungan tertentu serta harus menggunakan bahan bahan bangunan dengan spesifikasi tertentu. Untuk beton struktural ini pada umumnya adalah pada bagian pondasi, ring balok, tangga, plat lantai, sloof, kolom.

2.1.2 Beton non struktural

Beton non struktural adalah beton yang tidak menerima beban dari struktur bangunan. Jadi fungsinya adalah penguat biasa dan tidak menanggung beban vertikal yang berat. Posisi beton non struktural umumnya adalah pada kolom praktis balok kanopi, balok lintel, dan lain lain.

2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Beton juga merupakan salah satu bahan yang tidak bisa dihilangkan dalam pembangunan. Beton juga memiliki peranan penting dalam menentukan umur dan kekuatan suatu bangunan hal itu terjadi karena beton memiliki kelebihan dan kekurangan.

2.2.1 Kelebihan beton

Kelebihan beton menurut Kardiyono Tjokrodimulyo (2007) adalah:

1. Harganya relatif murah karena bahan-bahannya tersedia dialam bebas kecuali semen.
2. Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan/pembusukan oleh kondisi lingkungan.
3. Beton segar dapat mudah diangkut mapun ducetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapapun tergantung keinginan.
4. Kuat tekannya yang tinggi mengakibatkan jika dikombinasi dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktr berat.
5. Beton termasuk tahan aus dan tahan kebakaran, sehingga biaya perawatan termasuk rendah.
6. Beton segar dapat dipompa sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.

2.2.2 Kekurangan beton

Kekurangan beton menurut Kardiyono Tjokrodimulyo (1996) antara lain sebagai berikut:

1. Beton mempunyai kuat tekan yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan.
2. Beton kerap menyusut dan mengembang karena adanya faktor perubahan suhu.

3. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton.
4. Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah, karena beton yang sudah kering bersifat kaku dan proses pelaksanaannya membutuhkan ketelitian yang tinggi.
5. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

2.3 Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton meliputi air semen portland, agregat kasar dan halus serta bahan tambah, dimana setiap bahan penyusu mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton sendiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air-semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaannya (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton (Tjokrodinuljo, 1996).

2.3.1 Semen portland

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen material menjadi suatu massa yang padat. Semen merupakan bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidroaulis (*hydraulic cemen*).

Semen portland atau biasa disebut semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini utama yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Semen yang digunakan adalah semen portland tipe 1 (Sutrisno dan Widodo, 2008).

Fungsi utama semen adalah sebagai bahan perekat. Bahan-bahan semen terdiri dari batu kapur (*gamping*) yang mengandung senyawa: Calsium Oksida (CaO), lempung atau tanah liat (*clay*) adalah bahan alam yang mengandung senyawa: silika Oksida (SiO₂), Aluminium Oksida (Al₂O₃), Besi Oksida (Fe₂O₃) dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar samapi meleleh, sebagian untuk membentuk klinker. Klinker kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gipsum (Abdul Rais, 2007). Fungsi utama dari semen adalah untuk mengikat partikel agregat yang terpisah sehingga menjadi satu kesatuan.

Berdasarkan peraturan beton 198 (SKBI.4.53.1989) membagi semen portland menjadi 5 jenis (SK SNI T-15-1990-03:2) yaitu:

1. Tipe I (*Normal portland cement*), semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya. Digunakan untuk bangunan-bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
2. Tipe II (*high – early- strength portland cement*), semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas idrasi sedang. Digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton

yang terus menerus berhubungan dengan air kotor atau air agresif (garam-garam sulfat) dan saluran air buangan atau bangunan yang berhubungan dengan rawa.

3. Tipe III (*modified portland cement*), semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase peemulaan setelah pengikatan terjadi. Semen jenis ini digunakan pada daerah yang bertemperatur rendah terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin (*winter season*).
4. Tipe IV (*low heat portland cement*), semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah. Digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang besar dan masif, digunakan untuk pekerjaan bendungan, pondasi berukuran besar atau pekerjaan besar lainnya.
5. Tipe V (*sulfate resisting portland cement*), semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunaka untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut, air bungan industri, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta ntuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat dalam presentase yang tinggi.
6. *Poetland Pozzolan Cement* (PPC), adalah campuran dari semen tipe I biasa dengan pozolan.

2.3.2 Agregat kasar

Agregat kasar adalah batuan yang mempunyai ukuran butiran lebih besar dari 4,80 mm (Mulyono, 2004). Agregat dibedakan menjadi 3 berdasarkan berat jenisnya (Tjokrodimuljo, 2007), yaitu sebagai berikut:

1. Agregat normal

Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2,5 – 2,7 gram/cm³. Agregat ini biasanya berasal dari granit, basal, kuarsa dan lain sebagainya. Beton yang dihasilkan mempunyai berat 2.3 gram/cm³ dan biasanya disebut beton normal

2. Agregat berat

Agregat berat adalah agregat yang berat jenisnya lebih dari 2.8 gram/cm³, misalnya magnetit (Fe₃O₄), barites (BaSO₄) atau serbuk besi, beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis yang tinggi sampai dengan 5 gram/cm³ yang digunakan sebagai dinding pelindung atau radiasi sinar X.

3. Agregat ringan

Agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2 gram/cm³ misalnya tanah bakar (*bloated clay*), abu terbang (*fly ash*), busa terak tanur tinggi (*foamed blast furnace slag*). Agregat ini biasanya digunakan untuk beton ringan yang biasanya dipakai untuk elemen non-struktural.

2.3.3 Agregat halus

Agregat halus adalah batuan yang mempunyai ukuran butir antara 0.15 mm – 5 mm. Agregat halus apat diperboleh dari dalam tanah, dasar sungai atau dari tepi laut. Oleh karena itu, pasir dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu: pasir galian, pasir sungai, dan pasir laut. Agregat halus (pasir) menurut gradasinya sebagaimana tercantum pada tabel dibawah ini (Tjokrodimuljo, 2007):

Tabel 2.1 Batas-batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Butir yang Lewat Ayakan dalam Persen			
	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 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	0-10

Sumber: Tjokrodimuljo, 2007

Dengan:

Daerah gradasi 1 adalah pasri kasar, daerah gradasi 2 adalah pasri agak kasar, daerah gradasi 3 adalah pasri halus, daerah gradasi 4 adalah pasri agak halus

Syarat-syarat agregat halus sebagai material penusun beton (Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1970), sebagai berikut:

1. Agregat halus harus terdiri dari butiran-butiran yang tajam dan keras, serta bersifat kekas (tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca).
2. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terllau banyak, yang dapt mengurangi kekuatan beton sampai 95%.

3. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dengan syarat-syarat:
 - Sisa diatas ayakan 4 mm harus minimum 2% berat.
 - Sisa diatas ayakan 1 mm harus minimum 10% berat.
 - Sisa ayakan 0.25 mm harus berkisar antara 80% dan 90%
4. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk bahna campuran beton

2.3.4 Air

Air merupakan salah satu bahan yang paling penting dalam pembuatan beton karena enentukan mutu dalam campuran beton. Fungsi air pada campuran beton adalah untuk membantu reaksi imia pada semen portland dan seagai bahan pelicin antara semen dengan agregat agar mudah dikerjakan. Air diperlukan pada adukan beton karena berpengaruh pada sifat pengerjaan beton (*workability*).

Air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen hanya 25%-30% dari berat semen, namu dalam kenyatannya jika nilai faktor air semen kurang dari 0.35 maka adukan beton akan sulit dikerjakan. Akan tetapi jumlah air untuk pelcin pada adukan beton tidak terlalu banyak karena dapat mempengaruhi beton setelah mengeras yaitu beton akan porous sehingga kekuatan akan rendah (Tjokrodimuljo, 2007).

Pemakaian air yang berlebihan akan menyebabkan banayak porositas (Gelembung) air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai. Sebagai akibatnya beton yang akan dihasilkan akan berkurang kekeutannya (Nawy, 1990).

Penggunaan air sebagai bahan campuran beton sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut (PUBI, 1982):

1. Air harus bersih
2. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual dan tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2gr/l.
3. Tidak mengandung garam (*sulfat*) yang dapat larut dan dapat merusak beton/mortar.

2.3.5 Bahan tambah (aditif) beton

Bahan tambah merupakan yang ditambahkan pada campuran beton diluar bahan penyusun beton (air, semen, dan agregat). Bahan tambah secara umum terdiri dari dua jenis, yaitu bahan yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*). Bahan tambah admixture digunakan untuk memperbaiki atau merubah sifat beton. Bahan ini ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan. Sedangkan bahan tambah additive merupakan bahan tambah yang ditambahkan pada campuran beton. Bahan pengganti sebagian bahan utama penyusun beton. Bahan tambah *additive* dapat berupa pozzolan, fly, slag, dan silica fume.

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (semen, air, pasir, dan kerikil) yang dicampur pada saat proses pengadukan berlangsung, yang bertujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras (Tjokrodinuljo, 1992). Bahan tambah yang

berlebihan dapat menurunkan sekali kekuatan atau sifat-sifat beton yang lain (L.J. Murdock dan K.M. Brook)

Menurut **ASTM**, terdapat beberapa jenis bahan tambah kimia, yaitu:

1. Tipe A “*Water-Reducing Admixtures*”

Water-Reducing Admixtures adalah bahan tambah yang digunakan untuk mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

2. Tipe B “*Retarding Admixtures*”

Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan (setting time).

3. Tipe C “*Accelerating Admixtures*”

Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Accelerating Admixtures yang paling baik adalah kalsium klorida namun penggunaan secara berlebihan dapat mengakibatkan korosi pada tulangan. Dosis maksimal yang disarankan adalah 2% (Mulyono, 2004).

4. Tipe D “*Water Reducing and Retarding Admixtures*”

Water Reducing and Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi jumlah air dan untuk menghambat pengikatan awal.

5. Tipe E “*Water Reducing and Accelerating Admixtures*”

Water Reducing and Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi jumlah air dan juga untuk mempercepat pengikatan awal.

6. Tipe F “*Water reducing, High Range Admixtures*”

Water reducing, High Range Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pecampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.

7. Tipe G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*”

Water Reducing, High Range Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pecampur diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikat beton.

2.4 Serbuk Biji Salak

Tanaman salak memiliki nama ilmiah *Salacca Edlis*. Salak merupakan tanaman asli Indonesia. Tanaman salak termasuk golongan tanaman berumah dua, artinya jenis tanaman yang membentuk bunga jantan pada tanaman terpisah dari bunga betinanya. Dengan kata lain, setiap tanaman memiliki satu jenis bunga atau disebut tanaman berkelamin satu (Suetomo, 2001).

Buah salak terdiri dari 3 bagian utama, yaitu kulit, daging buah dan bagian biji. Bagian kulit tersusun atas sisik-sisik yang tersusun seperti genting dan kulit air yang langsung menyelimuti daging buah. Kulit ari berwarna transparan. Warna sisik buah salak yang berwarna coklat kehitaman, coklat kemerahan, dan

coklat keputihan tergantung kultivanya (**Suter, 1988**). Dalam satu buah salak mengandung 1-3 biji. Bijinya berwarna coklat berbentuk persegi dan berkeping satu. Lembaganya tidak tahan dalam lingkungan yang kering sehingga biji salak akan dikecambahkan harus langsung dibungkus plastik atau kertas amplop.

Salak adalah jenis plama yang memiliki nama ilmiah *Salacca Zalacca*. Biji salak mengandung selulosa dan selain itu terdapat beberapa kandungan biji salak yaitu kadar air sebanyak 54,84% , lemak 0,48% , protein 4,22% , karbohidrat 38,9% dan kadar abu 1,56% (Hardiyati, 2014). Apabila dalam pembentukan beton ditambahkan selulosa dan hemiselulosa pada campuran semen dan pasir, senyawa tersebut akan terserap pada permukaan mineral/partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam mineral akibat sifat hidrofobnya (sifat tak larutnya). Maka dari itu dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi untuk tujuan-tujuan khusus (Gargulak, 2001).

2.5 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton umumnya dilakukan untuk mengetahui komposisi bahan penyusun beton (semen, agregat halus, agregat kasar, air) hal ini diperlukan untuk mencapai kuat tekan beton yang diinginkan.

Beberapa metode perencanaan campuran beton yang telah dikenal, antara lain metode DOE Yang dikembangkan oleh *Department Of Environment* di Inggris dan metode ACI (*American Concrete Institute*). Metode dengan cara DOE di Indonesia dikenal sebagai standart perencanaan departemen pekerjaan umum

yang dimuat dalam standar SNI 03-2834-2000, “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”. Sedangkan SNI 7656:2012 “Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa” mengacu pada metode ACI.

2.5.1 Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal (sni 03- 2834-2000)

Langkah –langkah rencana pembuatan campuran beton normal dilakukan sebagai berikut :

1. Menetapkan nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari

Kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 7 hari adalah K-175

2. Menentukan nilai deviasi standar (S)

Deviasi standar ditetapkan berdasarkan atas pengendalian tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran beton. semakin kecil nilai devias maka pengendalian pelaksanaan pencampuran semakin baik.

Penetapan nilai deviasi standar (S) dengan benda uji minimum 30 buah menggunakan perhitungan pada rumus yang pada SNI 03-2834-2000:

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

Keterangan:

s : Deviasi standar

x_i : kuat tekan beton yang didapat dari masing masing benda uji

\bar{x} : Kuat tekan beton rata-rata menurut rumus:

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

n : jumlah benda uji

Pada SNI 03-2847-2000 disebutkan bahwa apabila beton hanya ada sebanyak 15 sampai dengan 229 hasil uji yang berurutan, maka dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan faktor pengali seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Faktor Pengali Deviasi Standar

Jumlah Data	Faktor Pengali
≥ 30	1,00
25	1,03
20	1,08
15	1,16

Sumber: SNI 03-2834-2000

Dari table 2.2 dapat dijelaskan bahwa jumlah benda uji lebih dari 30 maka nilai faktor pengali adalah 1,00, jumlah benda uji 25 nilai faktor pengalinya adalah 1,03, jumlah benda uji sebanyak 20 maka nilai faktor pengalinya adalah 1,08 dan jumlah benda uji sebanyak 15 maka nilai faktor pengalinya adalah 1,16.

Jika data uji lapangan untuk menghitung deviasi standar diatas tidak tersedia maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan $f'c$ harus diambil tidak kurang dari ($f'c + 12$ Mpa)

- Menentukan nilai tambah/Margin (m) , dihitung menurut rumus:

$$M = k \cdot s_r$$

Keterangan:

M : Nilai tambah

k : Tetapan statistic (1,64)

S_r : Deviasi standar rencana

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan diperoleh dengan cara menggunakan rumus:

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

$$f_{cr} = f'_c + 1,64 S_r$$

Keterangan:

f'_c : Kuat tekan beton yang disyaratkan (Mpa)

f_{cr} : Kut tekan rata-rata beton yang di targetkan (Mpa)

m : Nilai Tambah (Mpa)

1,64 : Tetapan statistic

5. Memilih jenis semen

Jenis semen yang akan digunakan adalah semen portland komposit.

6. Memilih jenis agregat kasar dan agregat halus.

a. Agregat Kasar (kerikil), Kerikil yang akan digunakan dalam penelitian ini berasal dari batu pecah mantup, yang sebelum digunakan harus melalui proses ayakan.

b. Agregat Halus (Pasir), Pasir yang akan digunakan adalah pasir alami yang berasal dari kali beratas.

7. Menentukan nilai faktor air semen (fas)

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan antara berat air dengan berat semen yang digunakan dalam campuran beton. untuk menentukan nilai faktor air semen dapat diperoleh dengan menggunakan grafik “hubungan anatar kuat tekan rata-rata dan faktor air semen berdasarkan umur benda uji dan jenis semen” yang dapat dilihat pada tabel 2.3 dan Table 2.4 yang menunjukkan

hubungan jenis semen, jenis agregat kasar dan bentuk benda uji terhadap umur beton, sehingga dapat ditentukan kuat tekan maksimum.

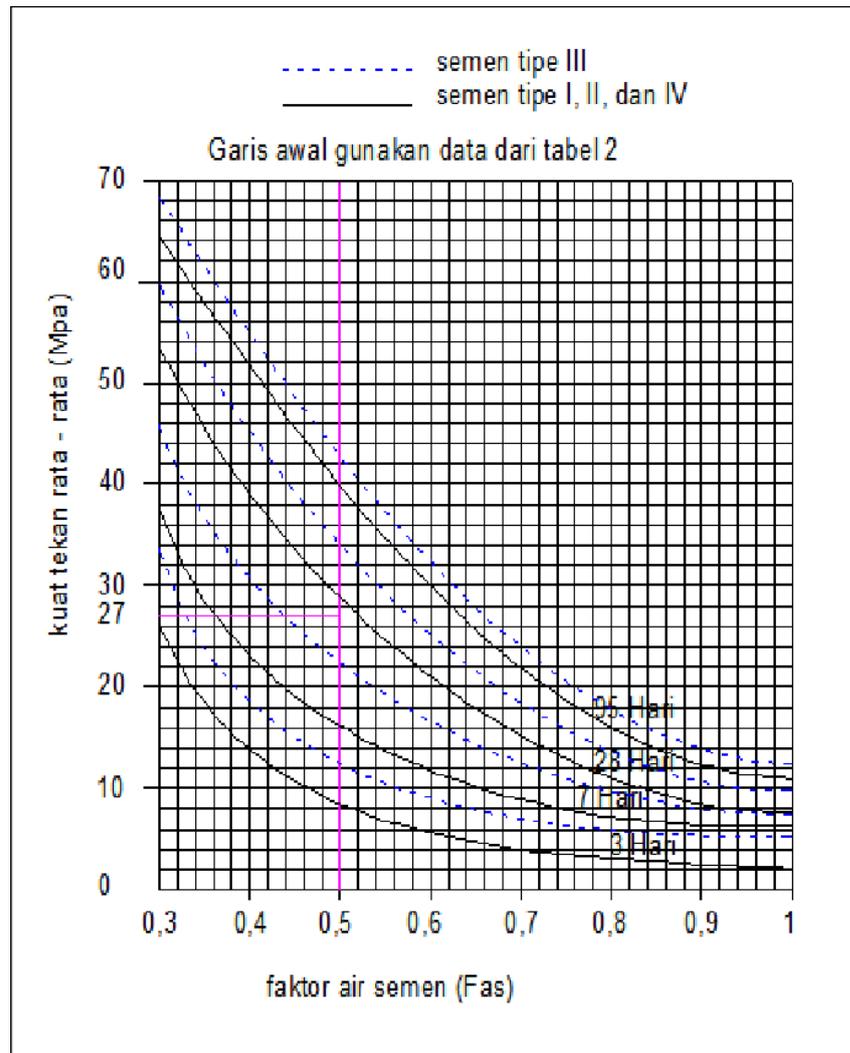
Tabel 2.3 Perkiraan Kekuatan Tekan (Mpa) Beton dengan Faktor Air Semen 0.5 dan Agregat Kasar yang bisa Dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (Mpa)				Bentuk Benda uji
		Pada Umur (Hari)				
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe I	Batu tidak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu Pecah	19	27	37	45	
Semen Tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tidak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu Pecah	23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tidak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu Pecah	25	33	44	48	
	Batu tidak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu Pecah	30	40	53	60	

Sumber : SNI 03-2834-2000

Dari tabel 2.3 nilai kuat tekan maksimum beton dipengaruhi oleh jenis semen, jenis agregat kasar dan umur beton. Semakin tinggi kualitas semen dan umur beton yang digunakan maka nilai kuat tekan maksimum beton akan semakin tinggi.

Setelah kuat tekan beton ditentukan dari tabel diatas, maka dapat dicari nilai faktor air semen untuk bda uji silinder berdiameret 15cm dan tinggi 30cm menggunakan grafik pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Hubungan Antara Kuat Tekan Rata-rata dan Faktor Air Semen
(Sumber : SNI 03-2834-2000)

Setelah diketahui nilai fas dari grafik diatas, maka dilanjutkan dengan menentukan faktor air semen (fas) maksimum yang dapat ditentukan dari Tabel 2.4

Tabel 2.4 Persyaratan Fas dan Jumlah Semen Minimum untuk Berbagai
Pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen Minimum per m³ beton (Kg)	Nilai fas Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,6
Beton masuk ke dalam tanah		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Tabel 3.7
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut		Tabel 3.8

Sumber: SNI 03-2834-2000

Dari tabel 2.4 dijelaskan bahwa jenis beton dapat mempengaruhi nilai jumlah semen minimum dan nilai fas atau faktor air semen maksimum.

Tabel 2.5 Fas Maksimum Untuk Beton yang Berhubungan Air Tanah yang Mengandung Sulfat

Konsentrasi sulfat (SO ₃) dalam tanah		(SO ₃) dalam air tanah (gr/lit)	Jenis Semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (Kg/m ³)			FAS maks
Total (SO ₃) (%)	(SO ₃) dalam campuran air tanah = 2:1 (gr/lit)			40 mm	20 mm	10 Mm	
<0,2	<1,0	<0,3	Tipe I dengan atau tanpa <i>pozzolan</i> (15-40%)	80	300	350	0,50
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	Tipe I tanpa <i>pozzolan</i>	290	330	350	0,5
			Tipe I dengan <i>pozzolan</i> 15-40% (semen <i>PortlandPozzolan</i>)	270	310	360	0,55
			Tipe II atau V	250	290	340	0,55
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	Tipe I dengan <i>pozzolan</i> 15-40% (semen <i>PortlandPozzolan</i>)	340	380	430	0,45
			Tipe II atau V	290	330	380	0,50
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	Tipe II atau V	330	370	420	0,45
>2,0	>5,6	>5,0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	330	370	420	0,45

Sumber: SNI 03-2834-200

Tabel 2.5 dijelaskan nilai fas maksimum dan jumlah minimum semen dikhususkan pada tipe beton yang mengandung sulfat dalam tanah.

Tabel 2.6 Faktor Air Semen untuk Beton Bertulang Kedap Air

Jenis Beton	Berhubungan dengan	FAS	Tipe Semen	Kandungan semen min (kg/m ³)	
				Ukuran agregat maks	
				40 mm	20 mm
Bertulang atau pra tegang	Air tawar	0,50	Semua tipe I – V	280	300
	Air payau	0,45	Tipe I + <i>pozzolan</i> 15-40% (semen <i>PortlandPozzolan</i>)	340	380
		0,50	Tipe II atau V		
	Air Laut	0,45	Tipe II atau V	340	380

Sumber: SNI 03-2834-2000

Tabel 2.6 menjelaskan menentukan nilai Fas dan kandungan semen minimum pada beton bertulang atau prategang yang berhubungan dengan beberapa jenis air.

8. Menentukan nilai faktor air semen maksimum
9. Menentukan nilai slump

Nilai slump dapat ditentukan berdasarkan pemakaian beton yang dapat dilihat pada Tabel 2.7 sebagai berikut:

Tabel 2.7 Penetapan Nilai *Slump* (mm)

Pemakaian Beton	Nilai <i>Slump</i> (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi, dan pondasi telapak	125	50
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	90	25
Pelat, balok, kolom, dan dinding	150	75
Pengerasan jalan	75	50
Pembetonan masal	75	25

Sumber : SNI 03-2834-2000

Dari tabel 2.7 dapat dijelaskan bahwa nilai slump minimal dan maksimal dipengaruhi oleh pemakaian beton pada struktur atau konstruksi bangunan.

10. Menentukan ukuran agregat maksimum (Kerikil)

Menurut SK SNI S-04- 1989-F, agregat untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih berdasarkan syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
- b. Sepertiga dari tebal plat.
- c. Tiga perempat dari jarak bersih minimum antar batang tulangan, bundel tulangan, atau kabel prategang.

11. Menentukan nilai kadar air bebas

Kadar air bebas adalah kebutuhan air per meter kubik beton. Nilai kadar air bebas dapat ditentukan dari Tabel 2.8 dan setelah itu dihitung.

Tabel 2.8 Perkiraan Kebutuhan Air per Meter Kubik Beton

Ukuran Maksimum Agregat (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 180
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber : SNI 03-2834-2000

Pada tabel 2.8 nilai slump dipengaruhi oleh ukuran maksimum agregat dan jenis agregat yang digunakan.

Apabila agregat yang dipakai merupakan campuran antara agregat kasar dan agregat halus (batu tak dipecah dan batu pecah), maka jumlah air yang diperkirakan harus dihitung ulang dengan menggunakan rumus berikut :

$$W = \left(\frac{2}{3} \times W_h\right) + \left(\frac{2}{3} \times W_k\right)$$

Keterangan:

W : Jumlah air yang dibutuhkan

W_h :Perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k :Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar pada Tabel 3.8

12. Menghitung Kebutuhan jumlah semen

Jumlah kebutuhan semen dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_{semen} = \frac{W_{air}}{fas}$$

13. Menentukan jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan dapat diabaikan karena jumlah semen maksimum sebenarnya berpengaruh pada nilai ekonomi dan kekuatan beton rencananya jadi jika ditetapkan akan lebih baik.

14. Menentukan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus. Kebutuhan semen minimum dapat ditetapkan dengan menggunakan Tabel 3.4 (Persyaatan fas dan Jumlah Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Libfkungan Khusus).

15. Menentukan factor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih

besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka factor air semen harus diperhitungkan kembali.

16. Penyesuaian Jumlah Air dan Faktor Air Semen

Jika terdapat perubahan jumlah semen pada penyesuaian kebutuhan semen, maka nilai faktor air semen harus dihitung kembali dengan menggunakan cara berikut :

- a. Faktor air semen dihitung kembali dengan cara membagi jumlah air dengan jumlah semen minimum.
- b. Jumlah air disesuaikan dengan mengalikan jumlah semen minimum dengan faktor air semen.

17. Menentukan Gradasi Agregat Halus

Berdasarkan gradasinya, agregat halus yang akan digunakan dapat diklasifikasikan menjadi 4 daerah. Penentuan daerah gradasi ini didasarkan atas grafik gradasi yang diberikan dalam Tabel 2.9

Tabel 2.9 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang ayakan (mm)	Persentase berat butir yang lolos 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 – 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

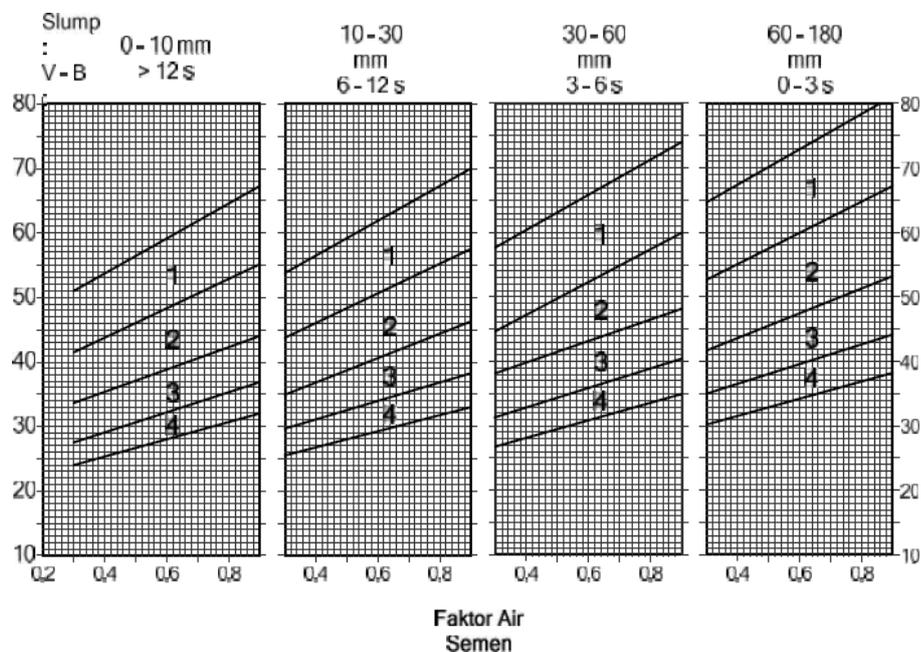
Sumber : SNI 03-2834-2000

Daerah gradasi 1 adalah pasir kasar, daerah gradasi 2 adalah pasir agak kasar, daerah gradasi 3 adalah pasir halus, daerah gradasi 4 adalah pasir agak halus.

18. Menentukan persentase agregat halus dan kasar

Agregat halus adalah butiran halus yang memiliki ukuran butir terbesar 5 mm. Salah satu fungsi agregat halus yaitu sebagai bahan pengisi campuran beton. Untuk mendapatkan campuran beton yang baik, perlu ditentukan jumlah agregat halus agar membentuk campuran yang baik seperti yang diinginkan.

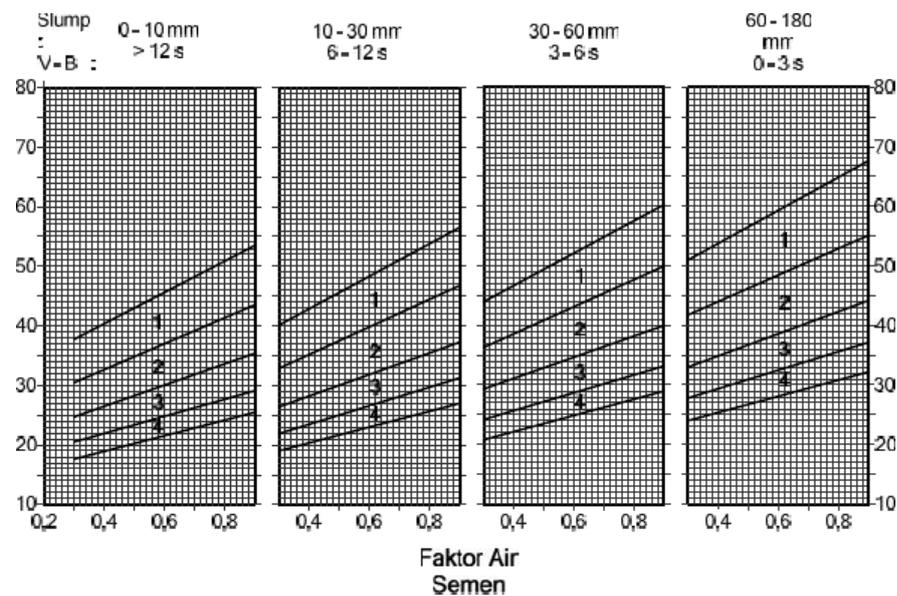
Persentase jumlah agregat halus ditentukan oleh besar ukuran maksimum agregat kasar, nilai *slump*, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus. Untuk menentukan persentase jumlah agregat halus dapat dilihat pada Gambar 2.2, Gambar 2.3, dan Gambar 2.4.



Gambar 2.2 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 10 mm

Sumber: SNI 03-2834-2000

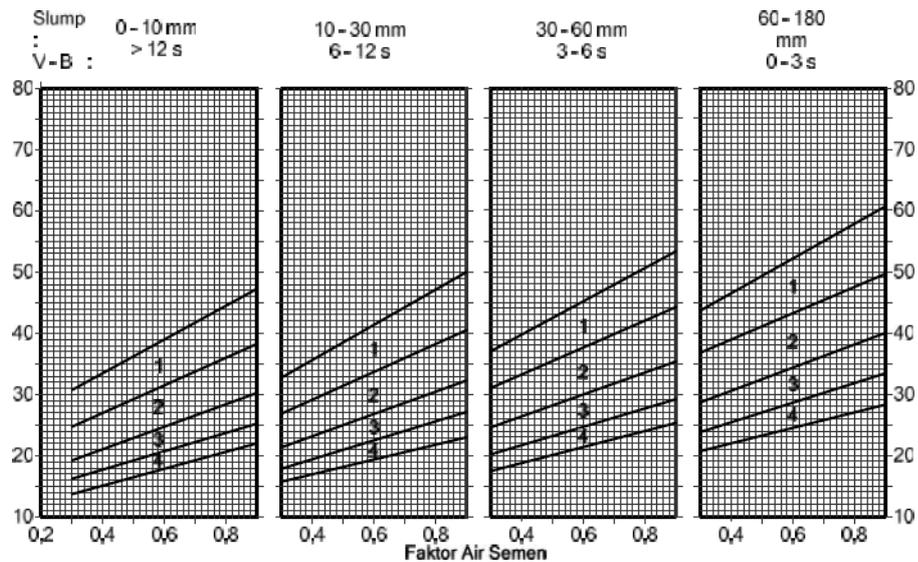
Gambar 2.2 adalah acuan menentukan persentase jumlah agregat halus yang digunakan dalam mix design dengan ukuran agregat kasar maksimum 10 mm, yang dipengaruhi besarnya nilai *slump*, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus yang sebelumnya telah ditentukan.



Gambar 2.3 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm

Sumber: SNI 03-2834-2000

Gambar 2.3 adalah acuan menentukan persentase jumlah agregat halus yang digunakan dalam mix design dengan ukuran agregat kasar maksimum 20 mm, yang dipengaruhi besarnya nilai *slump*, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus yang sebelumnya telah ditentukan.



Gambar 2.4 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm
(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Gambar 2.4 adalah acuan menentukan persentase jumlah agregat halus yang digunakan dalam mix design dengan ukuran agregat kasar maksimum 40 mm, yang dipengaruhi besarnya nilai *slump*, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus yang sebelumnya telah ditentukan.

19. Menghitung berat jenis relative agregat

Berat jenis relatif gabungan agregat halus dan agregat kasar dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Bj_{gabungan} = \%AH \times BJ_{AH} + \%AK \times BJ_{AK}$$

Keterangan:

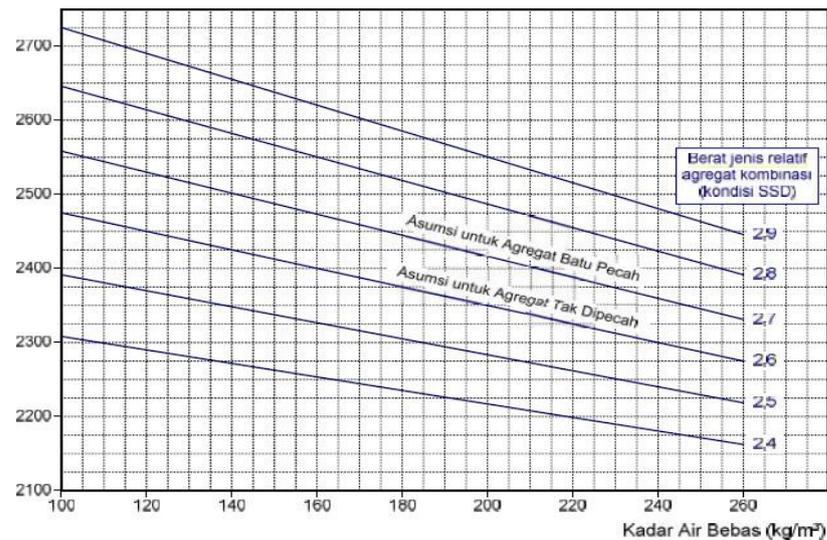
$BJ_{gabungan}$: Berat jenis agregat gabungan

BJ_{AH} : Berat jenis agregat halus

BJ_{AK} : Berat jenis agregat kasar

20. Menentukan berat jenis beton basah

Beton basah adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar dengan semen yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu, yang telah diaduk dan selesai dipadatkan.



Gambar 2.4 Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

Gambar 2.4 adalah acuan menentukan nilai perkiraan berat isi beton basah setelah dipadatkan dengan memasukkan berat jenis gabungan agregat dan kadar air bebas yang sudah ditentukan sebelumnya. Hitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis dikurangi jumlah kadar air semen dan kadar air bebas.

21. Menghitung kadar agregat campuran yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah semen dan kadar air
22. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil presentase pasir butir 18 dengan gregat gabungan butir 19

23. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah hasil persentase pasir butir 19 dengan agregat gabungan butir 22. Dari langkah – langkah tersebut diatas, butir 1 s/d 22 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan – bahan untuk 1 m' beton.

24. Menghitung proporsi campuran beton

Campuran beton terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen, dan air. Proporsi campuran beton perlu dihitung atau ditentukan terlebih dahulu sebelum dilakukan pencampuran.

Proporsi campuran yang dihitung adalah proporsi kebutuhan material penyusun beton. Proporsi agregat halus dan agregat kasar dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

$$W_{AH} = (W_{isi\ beton\ basah} - W_{semen} - W_{air}) \times \%AH$$

$$W_{AK} = (W_{isi\ beton\ basah} - W_{semen} - W_{air}) \times \%AK$$

Keterangan:

W_{AH} = berat agregat halus

W_{AK} = berat agregat kasar

W_{semen} = berat semen

$\%AH$ = persentase berat agregat halus

$\%AK$ = persentase berat agregat kasar

$W_{isi\ beton\ basah}$ = berat isi beton basah

25. Membuatlah campuran uji

Mengukur dan mencatat besarnya nilai slump serta nilai kuatan tekan pada saat pengujian nanti, dengan ketentuan sebagai berikut :

- a) Jika harga yang didapat sesuai dengan harga yang diharapkan campuran beton tersebut dikatakan baik . Jika tidak , maka campuran perlu dibetulkan.
- b) Kalau slumpnya ternyata terlalu tinggi/rendah, maka kadar airnya perlu dikurangi/ditambah (dengan demikian juga kadar semennya, karena faktor air semen harus dijaga agar tidak berubah).
- c) Jika kekuatan beton dari campuran uji ini terlalu tinggi atau rendah, maka faktor air semen dapat atau harus ditambah atau dikurangi.

2.6 *Slump Test*

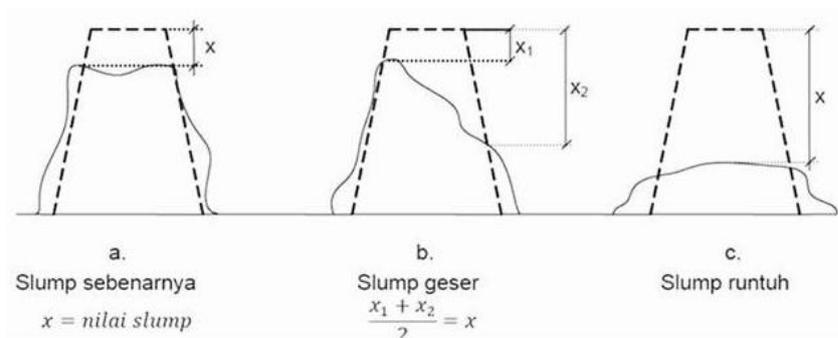
Slump Test merupakan pengujian untuk menentukan konsistensi atau kekakuan beton segar yang mempengaruhi permeabilitas, workabilitas dan proses pengerjaan beton. pengujian slump test dilakukan sebelum pengocoran berlangsung. Nilai slump diperoleh dari hasil uji slump dengan cara beton segar diisikan pada suatu corong baja berbentuk kerucut yang kemudian bejanaa ditarik ke atas sehingga beton segar meleleh kebawah.

Faktor yang mempengaruhi hasil nilai *SlumpTest* (Tri Mulyono, 2003):

1. Jumlah air pencampuran
2. Jumlah semen yang digunakan, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannyapun akan lebih tinggi
3. Gradasi campuran agregat kasar dan halus

4. Bentuk butiran agregat kasar, agregat berbentuk bulat-bukuk lebih mudah dikerjakan
5. Butir maksimum
6. Cara pemadatan dan alat pemadatan

Ada tiga jenis slump yaitu *Slump yang Benar (True Slump)*, *Slump Geser (Shear Slump)*, *Slump Runtuh (Collapse Slump)*.



Gambar 2.10 Tipe-tipe keruntuhan *Slump*
 (Sumber: Neville dan Brooks, 1987)

2.7 Perawatan Beton (*Curing*)

Curing atau perawatan beton adalah menjaga agar permukaan beton segar selalu dalam kondisi lembab, dari pemadatan hingga proses hidrasi cukup sempurna (kira-kira selama 28 hari). Kelembaban pada permukaan beton harus dijaga, karena hal ini untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan air) berlangsung sempurna. Jika kelembaban tidak dijaga dapat menyebabkan hidrasi pada beton lebih cepat yang menyebabkan beton segar kekurangan air, sehingga menimbulkan retak-retak pada permukaan beton (Tjokrodinuljo, 2007).

Tujuan dari proses curing/perawatan beton untuk memastikan reaksi hidrasi senyawa pada semen termasuk bahan tambahan supaya berlangsung secara

optimal sehingga mutu beton yang direncanakan dapat tercapai, dan menjaga supaya tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton segar akibat kehilangan kelembaban yang terlalu cepat.

Beberapa peraturan penetapan acuan pelaksanaan curing/perawatan beton sebagai berikut:

1. SNI 03-2847-2002 mensyaratkan curing beton selama:
 - a. 7 hari untuk beton normal
 - b. 3 hari untuk beton dengan kuat tekan awal tinggi
2. ACI 381 mensyaratkan curing dilakukan sampai tercapai minimal 70% kuat tekan beton yang direncanakan (f_c')
3. ASTM C-150 mensyaratkan curing beton berdasarkan tipe semen:
 - a. Semen tipe I, waktu minimum curing 7 hari
 - b. Semen tipe II, waktu minimum curing 10 hari
 - c. Semen tipe III, waktu minimum curing 3 hari
 - d. Semen tipe IV dan V, waktu minimum curing 14 hari

Retak akibat hidrasi beton yang terlalu cepat dapat mengakibatkan kekuatan beton menjadi berkurang. Perawatan atau curing yang baik dapat dicapai dengan melakukan beberapa langkah sebagai berikut:

1. Water (*Standar Curing*)

Perawatan ini dilakukan dengan menggunakan air dengan cara merendam beton selama waktu yang diperlukan untuk menggunakan beton tersebut.

2. *Expose Atmosfer*

Beton yang sudah dikeluarkan dari cetakan dibiarkan idalam ruangan dengan suhu ruangan tersebut.

3. *Sealed* atau *worpping*

Perawatan ini dilakukan dengan cara membalut atau menutupi permukaan beton dengan karung basah, cara ini bertujuan agar uap air yang terdapat dalam beton tidak hilang.

4. *Steam Curing* (Perawatan Uap)

Perawatan dengan uap sring kali digunakan untuk beton yang dihasilkan dari pabrik. Tempratur uan ini 80-150°C dengan tekanan udara 76 mmHg dan biasanya lam perawatan satu hari..

5. *Autoclave*

Perawatan ini dilakukan dengan cara memberi tekanan yang cukup tinggi pada beton dalam kondsi ruangan tertutup, cara ini bertujuan untuk mendapatkan beton dengan mutu tinggi.

2.8 Kuat Tekan Beton

Pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hanjur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan ole mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat erpenting dalam kualitas beton dibandingkan dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air. Perbandingan dari air semen, semakin tinggi kekuatan tekannya, suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton,

kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan (Wang dan Salmon, 1990).

Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan bentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar ASTM. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi (f_c') yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1996).

Rumus yang digunakan dalam nilai kuat tekan beton berdasarkan penelitian di laboratorium adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

f_c' = Kuat tekan (Mpa)

P = Beban tekan (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

Beton akan mempunyai kuat tekan yang tinggi jika tersusun dari bahan lokal yang berkualitas baik. Bahan penyusun beton yang perlu mendapat perhatian adalah agregat, karena agregat mencapai 70-75% dari volume beton (Dipohusodo, 1996). Oleh karena itu kekuatan agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton, maka hal-hal yang perlu diperhatikan pada agregat adalah :

1. Permukaan dan bentuk agregat.
2. Gradasi agregat.

3. Ukuran maksimum agregat.

2.9 Hasil Penelitian Terdahulu

1. Pada penelitian yang dilakukan Mudji Suhardiman, (2011) dengan judul “Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Jurnal Teknik”, ISBN : B2088-3676 Tahun 2011, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra, dalam penelitian tersebut bahwa penambahan serat bambu ori pada campuran beton dengan jumlah 1%, 1,5% dan 2% dari berat semen, mampu meningkatkan kuat tekan sebesar 20,67 Mpa, 24,36Mpa, 24,07 Mpa, dan 21,32 Mpa.
2. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sugeng Dwi Hartantyo, Muhammad Hakim Susianto, (2019) dengan judul “Pengaruh Penambahan Tumbukan Cangkang Keong Mas Terhadap Kuat Tekan Beton Non Struktural K-175” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Universitas Kediri Riset Teknik Sipil”, ISSN: 2579-4620, Tahun 2019, program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan, dalam penelitian tersebut hasil dari data penambahan tumbukan cangkang keong mas pada campuran beton dengan variasi penambahan 2% (15,423 Mpa), 4% (17,59 Mpa), dan 6% (19,276 Mpa). Dimana nilai kuat tekan tertinggi didapat pada penambahan tumbukan cangkang keong mas 6% yaitu 19,276 Mpa, sedangkan nilai terendah terdapat pada penambahan tumbukan cangkang keong mas 2% yaitu 15,423 Mpa.

3. Pada penelitian yang dilakukan oleh A. Junaidi (2015), dengan judul “Pemanfaatan Abu Batang Pisang Sebagai Bahan Tambah Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Berkala Teknik”, ISSN: 2088-0804, Tahun 2015 program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Dalam penelitian tersebut menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15x15x15 cm dengan delapan variasi. Setiap variasi lima buah benda uji, dengan variasi tersebut yaitu normal, kondisi penambahan abu batang pisang 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%, 17.5%, dan 20%. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Dari hasil pengujian terhadap 8 variasi yang dilakukan pada beton umur 28 hari, maka didapat hasil kuat tekan untuk penambahan abu batang pisang 15% terhadap beton normal di dapat kuat tekannya sebesar 255,18 kg/cm². Peningkatan optimum penambahan abu batang pisang terjadi pada kondisi 15% sebesar 255,18 kg/cm² mengalami kenaikan sebesar 11,67% dari beton normal dengan hasil kuat tekannya sebesar 225,40 kg/cm² . Pada pengujian slump dilakukan sebanyak 3 kali berturut - turut pada tiap adukan diperoleh hasil yang berbeda antara adukan beton, rata - rata mengalami penurunan. Ini disebabkan oleh penambahan abu yang terlalu banyak, maka beton mengalami kekurangan air.
4. Pada penelitian yang dilakukan oleh Yoppi Juli Priyono, Nadia Nadia (2014), dengan judul “Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai

Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Jurnal Konstruksia” P-ISSN: 2086-7352, Tahun 2014 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. Dalam penelitian tersebut Styrofoam sebagai pengganti agregat kasar pada beton normal dengan peresentase penambahan sebesar 1%, 2%, dan 3% dari berat campuran beton normal. Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari. Hasil yang didapat bahwa kuat tekan beton tertinggi terdapat pada peresentase campuran sebesar 1% sebesar $K = 115.2 \text{ kg/cm}^2$ dan kuat tekan beton yang terendah terdapat pada campuran dengan peresentase sebesar 3% sebesar $K = 44.5 \text{ kg/cm}^2$. Dari hasil yang didapat bahwa besar peresentasi penambahan bahan styrofoam sebagai pengganti agregat kasar beton makin ringan namun kuat tekannya akan berkurang.

5. Pada penelitian yang dilakukan oleh Aldo Jannatun Niam, dkk (2018), dengan judul “ Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “ Jurnal Desiminasi Teknologi”, ISSN: 2503-5398 Tahun 2018 program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang. Dalam penelitian tersebut menggunakan beda uji berbentuk kubus dengan ukuran $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$, pengujian dilakukan pada beton umur 21 hari. Peresentase penambahan serat buah pinang sebesar 1%, 1.5%, dan 2% terhadap berat jenis beton dengan mutu beton K225. Hasil yang didapat dari penambahan serat buah pinang

tersebut adalah beton dengan serat buah pinang 0% kuat tekan sebesar 227.271 kg/cm^2 , untuk beton dengan serat buah pinang 1% kuat tekan meningkat menjadi 231585 kg/cm^2 , untuk beton dengan serat buah pinang 1.5% kuat tekan menurun menjadi 218.457 kg/cm^2 dan untuk beton dengan serat buah pinang 2% kuat tekannya 186.809 kg/cm^2 kurang dari kuat tekan yang direncanakan sebesar 225 kg/cm^2 .

6. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sabrina Rizki Fernanda, dkk (2018), dengan judul “ Pengaruh Limbah Biji Salak Dan Tongkol Jagung Sebagai Campuran Beton Yang Menghasilkan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Mutu Tinggi Ramah Lingkungan” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Jurnal Proyek Teknik Sipil” , ISSN: 2654-44822 ,Tahun 2020, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Dalam penelitian tersebut bahwa kuat tekan beton normal dan kuat tekan beton variasi persen serbuk biji salak yang di dapat adalah, penambahan serbukm biji salak sebesar 2.5% didapat kuat tekan sebesar 44.03 Mpa pada umur 7 hari dan 24,88 Mpa pada umur 28 hari, penambahan serbuk biji salak sebesar 4% didapat kuat tekan beton sebesar 28.56 Mpa pada umur 7 hari dan sebesar 26.58 Mpa pada umur 28 hari.
7. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sheila Hani, Rini (2018), dengan judul “Pengaruh Campuran Serat Pisang Terhadap Beton” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Jurnal Education Building”, ISSN: 2477-4898, Tahun 2018, program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

UPMI Medan. Dalam penelitian tersebut bahwa dari hasil pengujian secara visual dengan 3 benda uji, benda uji 1 kandungan serat 5%, benda uji 2 kandungan serat 2.5% dan benda uji terakhir kandungan serat 0%. Untuk pengujian kuat tekan hasil yang didapat yaitu, 105Mpa (5%), 164Mpa (2.5%), dan 320 Mpa (0%). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan serat pisang dapat mengurangi kuat tekan beton.

8. Pada penelitian yang dilakukan oleh Adytia Eko Sutrisno, Dwi Kartikasari (2017), dengan judul “Pengaruh Penambahan Abu Jerami Padi Terhadap Kuat Tekan Beton” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Jurnal Civilla” ISSN: 2503-2399, Tahun 2017, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Dalam penelitian tersebut variasi penambahan serat 0%, 5%, 10%, dan 15% dan masing masing variasi dibuat 3 buah benda uji. Nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari yaitu 18.440 Mpa (0%), 15.336 Mpa (5%), 13.948 Mpa (10%), 12.530 Mpa (15%). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan abu jerami pada campuran beton berdampak terhadap penurunan nilai kuat tekan beton.
9. Pada penelitian yang dilakukan oleh Lissa Opirina, dkk (2020), dengan judul “Kuat Tekan Beton Dengan Substitusi Limbah Pengolahan Kelapa Sawit” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Jurnal Civilla” ISSN: 2503-2399, Tahun 2020, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tengku Umar. Dalam penelitian tersebut serat

tandan kosong kelapa sawit dan abu kerak boiler cangkang sawit sebagai bahan campuran beton normal dengan peresentase penambahan sebesar 4%, 5%, 6%, 7% dan 8%. Benda uji yang digunakan dalah silinder beton dengan diameter 15cm dengan tinggi 30cm. Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari. Nilai kuat beton yang diper oleh yaitu 25.89 Mpa (4%) , 26.23 Mpa(5%) , 28.78 Mpa (6%), 30.384 Mpa (7%) dan 30.57 Mpa (8%). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan serat tandan kosong kelapa sawit dan abu kerak boiler cangkang sawit mengalami peningkatan kuat tekan beton, dari mutu yang direncanakan $f'c$ 25 Mpa.

10. Penelitian yang dilakukan oleh Rio Rahma Dhama, Ahmad Khoirur Riza (2019) dengan judul “ Fly Ash Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Non Struktural” yang diterbitkan pada jurnal ilmiah “ Jurnal Teknik Sipil Universitas Tekngku Umar” ISSN: 2477-5258, Tahun 2019, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Dalam penelitian tersebut Fly Ash Tempurung Kelapa sebagai bahan campuran Beton mutu K-100, dengan presentase penambahan 0% ,0.5%, 1.0%, 1.5%. Hasil yang didapat dari penambahan Fly Ash Tempurung Kelapa tersebut adalah 19.296 Mpa untuk presentase campuran 0%, 22.998 Mpa untuk presentase campuran 0.5%, 24.985 Mpa untuk presentase campuran 1.0%, dan 31.643 Mpa untuk presentase campuran 1.5%. Dapat

disimpulkan bahwa penambahan Fly Ash Tempurung Kelapa dapat digunakan sebagai bahan tambah semen pada beton mutu K-100.

11. Pada penelitian yang dilakukan oleh Muhamad Miftakhul Fahri (2019) dengan judul “Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kut Tekan Beton Polimer” yang diterbitkan pada jurnal ilmiah “ Sistem Infrastruktur Teknik Sipil” ISSN: 2655-8149, Tahun 2019 program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung. Dalam penelitian ini penambahan serat sabut kelapa menggunakan persentase sebesar 0.125 % dari volume agregat kasar beton prepacked. Benda uji yang dibuat berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm. selain itu variasi campuran agregat halus juga diterapkan dalam penelitian tersebut, yaitu benda uji pertama BE (A) dengan campuran agregat halus 0%, benda uji kedua BE (B) dengan campuran agregat halus sebesar 25% dan benda uji ketiga BE (C) dengan campuran agregat halus sebesar 75%. Hasil yang didapat dari penambahan serat sabut kelapa pada campuran beton polimer sebagai kuat tekan beton pada benda uji A memiliki nilai kuat tekan sebesar 47, Mpa, pada benda uji B memiliki nilai kuat tekan sebesar 50 Mpa dan untuk benda uji C memiliki nilai kuat tekan beton sebesar 48,6 Mpa.
12. Pada penelitian yang dilakukan oleh Abdus Salam, Sugeng Dwi Hartantyo (2017) dengan judul “Pengaruh Penambahan Serat Pelepah Pisang Pada Pembuatan Paving Blok K-175” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Jurnal Civilla” ISSN: 2503-2399, Tahun 2017, Program

Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Dalam penelitian tersebut peresentase penambahan serat pelepah pisang adalah sebesar 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%, peresentase penambahan berdasarka dar berat semen yang digunakan dalam campuran beton. Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 3 buah setiap peresentase penambahan serat. Untuk perbandingan campuran semen dan agregat halus (pasir) sebesar 1:3 sesuai dengan FAS 0.30 pemadatan menggunakan cara mamal/konvensional. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* dari penambahan serat pelepah pisang rata-rata secara berurutan dari benda uji 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% adalah 20.89 Mpa, 17.96 Mpa, 11.18 Mpa, 9.16 Mpa, 7.3 Mpa, dan 6.78 Mpa. Dapat disimpulkan bahwa kuat tekan dari paving block yang dibuat mengalai penurunan seiring bertambahnya prosentase penambahan serat pelepah pisang.

13. Pada penelitian yang dilakukan oleh Agil Dwi Krisna, dkk (2019) dengan judul “Penelitian Uji Kuat Tekan Beton Dengan Memanfaatkan Limbah Ampas Tebu Da Zat Additif Sikacim Bonding Adhesive” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “JURMASTEKS” ISSN: 2621-7686 Tahun 2019, Program Studi Teknnik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kediri. Dalam penelitian tersebut beton yang diujiakan bermutu k300 dengan penambahan ambas tebusebesar 0%, 5%, 10% dan 15%. Untuk perencanaan awal mutu beton yaitu 29.05 Mpa. Benda uji erbentuk Balok dengn ukuran 15x15x15cm. Benda uji akan dilakukan pengujian

kuat tekan beton setelah berumur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, yang masing-masing dari peresentase penambahan ampas akan dibuat benda uji sebanyak 3 buah. Hasil rata-rata dari pengujian pada masing-masing benda uji adalah 5% (K 229), 10% (K 190), dan 15% (K 160). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyaknya penambahan serat ampas tebu pada campuran beton semakin rendah nilai kuat tekan yang dihasilkan.

14. Pada penelitian yang dilakukan oleh Budi Tri Cahyono, RioRahma Dhana, dengan judul “Alternatif Penggunaan Serat Eceng Gondok Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tekannya” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “ Journal UkaRst “ ISSN: 2579-4620 Tahun 2019, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Dalam penelitian tersebut beton yang akan diuji adalah beton non struktural. Variasi penambahan serat eceng gondok yang digunakan sebesar 0%, 1%, 3%, 5% dari berat semen. pembuatan benda uji pada masing-masing variasi sebanyak 3 kali disesuaikan pada umur beton yang nanti diujikan. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15cm tinggi 30cm. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari pada masing masing variasi campuran adalah 1% (42.46 kg/cm²), 3% (40.58 kg/cm²), 5% (40.48 kg/cm²), untuk pengujian kuat tekan pada umur 28 hari adalah 1% (5.03 Mpa), 3% (4.48 Mpa) dan 5% (4.81 Mpa). Dari hasil tersebut dapat

disimpulkan bahawa serat eceng gondok dapat dipakai dalam campuran beton dan dibutuhkan penelitian lebih dalam lagi.

15. Pada penelitian yang dilakukan oleh Moh. Abdul Basit Minanulloh, dkk (2020) dengan judul “ Pengaruh penambahan Abu Cangkang Kemiri Terhadap Kuat Tekan Beton K-300” yang diterbitkan pada jurnal ilmiah “ JURMASTEKS” ISSN: 2621-7686, Tahun 2020 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kadiri. Dalam penelitian tersebut variasi campuran abu cangkang kemiri sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%, peresentase tersebut diambil dari berat semen. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan diamter 15cm dan tinggi 30cm. Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 40 buah dengan masing-masing variasi sebanyak 10 buah. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari. Kuat tekan beton campuran abu cangkang kemiri mengalami peningkatan, pada variasi 5% mengalami kenaikan 38.61% hasilnya 421.551 kg/cm^2 , variasi 10% mengalami kenaikan 40.36% hasilnya 426.863 kg/cm^2 , dan untuk variasi penambahna sebesar 15% mengalami kenaikan s40.80% hasilnya 428.551 kg/cm^2 .
16. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rasio Hepiyanto, Mohammad Arif Firdaus dengan judul “Pengaruh Penamhan Abu Bonggol Jagung Terhadap Kuat Tekan Beton K-200” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Journal UkaRst” ISSN: 2581-0855, Tahun 2019, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Dalam penelitan tersebut menggunakan bonggol jagung sebagai bahan tambah

dengan variasi peresentase 0%, 4%, 8%, dan 12% dari berat semen. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm. Kuat tekan yang ditapkan yaitu 16.9 Mpa. Kuat tekan yang dihasilakn 33.04 Mpa (4%), 30.79 Mpa (8%), dan 28.20 Mpa (12%). Dapat disimpulkan seluruh variasi melebihi target yang diinginkan nilai optimum dari substiusi abu bonggol jagung terdapat pada variasi 4% yaitu 33.04 Mpa.

17. Pada penelitian yang dilakukan oleh Agus Faisal Kariri, Nur Azizah Affandy (2018) dengan udul “Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambahan Pelepah Pisang Pada Beton Mutu K-200” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah ilmiah “Journal UkaRst” ISSN: 2581-0855, Tahun 2018, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Dalam penelitian tersebut variasi peresentase pelepah pisang sebesar 0%, 0.5%, 1% dan 1.5%. Hasl rata-rata kuat tekan beton yang dihasilkan yaitu, 19.52 Mpa (0%), 17.84 Mpa (0.5%), 17.59 Mpa (1%) dan 17.35 Mpa (1.5%).
18. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nur Azzizah Affandy, Agus Imam Bukhoir (2019) dengan judul “Pengaruh Penambahan Abu Serabut Kelapa terhadap Kuat Tekan Beton” yang dterbitkan dalam jurnal ilmiah “Journal UkaRst” ISSN: 2581-0855, Tahun 2019, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Dalam penelitian tersebut variasi peresentase penambaha abu serabut kelapa sebesar 0%, 0.25%, 0.5%, dan 0.75%. Beton yang direncanakan

bermutu K-100, untuk pengujian kuat tekan beon dilakukan pada umur 7 hari. Kuat tekan yang diperoleh dari pengujian yang sudah dilakukan yaitu, 13.964 Mpa (0%), 20.217 Mpa (0.25%), 20.173 Mpa (0.5%), dan 20.041 Mpa (0.75%). Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa abu serabut kelapa bisa dijadikan untuk bahan tambah semen pada beton mutu K-100.

19. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nur Azzizah Affandy, Zulkifli Lubis (2018) dengan judul “ Pengaruh Penambahan Serat Alami Eceng Gondok Terhadap Kuat Tekan Beton Berkualitas Rendah” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah ilmiah “Journal UkaRst” ISSN: 2581-0855, Tahun 2018, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Dalam penelitian tersebut ada 4 variasi penambahan serat yaitu 2%, 4%, 6%, dan 8%. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15cm tinggi 30cm, pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7 hari dan kemudian dikonversi pada 28 hari. Berikut adalah hasil dari pengujian kuat tekan beton dengan variasi 2% adalah 7.54Mpa, variasi 4% adalah 6.74 Mpa, variasi 6% adalah 4.58Mpa, dan variasi 8% adalah 3.63%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk penambahan serat alami eceng gondok ke dalam campuran beton belum mampu meningkatkan kuat tekannya
20. Pada penelitian yang dilakukan oleh Muttaqin Fauzin Isigrarin, Rasio Hepiyanto (2019) dengan judul “ Pengaruh Penambahan Serat Eceng

Gondok Pada Kuat Tekan *Paving Block K-200*” yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah ilmiah “Journal UkaRst” ISSN: 2581-0855, Tahun 2019, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Dalam penelitian tersebut ada 4 variasi penambahan serat eceng gondok yaitu, 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% dari berat semen. Setiap varian terdapat 3 benda uji, benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton umur 7 hari dan kemudian dikonversi pada 28 hari. Nilai kuat tekan berdasarkan masing-masing variasi yang diuji adalah, 209.53 kg/cm² (0%), 92.86 kg/cm² (2%), 84.53 kg/cm² (4%), 58.33 kg/cm² (6%), dan 36.90 kg/cm² (8%). Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa untuk paving block dengan penambahan serat eceng gondok tidak tergolong dalam mutu standar kuat tekan yang direncanakan yaitu 209.53 kg/cm².

2.10 Posisi Penelitian

Perbedaan dalam penelitian sekarang dengan peneliti terdahulu yaitu penulis menggunakan serbuk biji buah salak sebagai bahan campuran pada beton non struktural dengan komposisi pencampuran 0%, 2%, 3%, dan 5%. Sedangkan sebagian dari peneliti terdahulu menggunakan serat sejenis sebagai substitusi parsial agregat kasar dan agregat halus dengan sama-sama mengarah pada kuat tekan beton.