

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Faiz, F. H. P. (2019), meneliti kuat tekan beton menggunakan batu karang sebagai pengganti agregat halus. Penelitian menggunakan batu karang yang diambil dari pantai Nusakambangan Kabupaten Cilacap dengan dilakukan variasi pengembangan dalam pembuatan beton dengan komposisi batu karang 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dengan batu karang yang lolos ukuran saringan 4,76 mm.

Gily, C. (2018), meneliti kuat tekan beton menggunakan pasir pantai dan pasir sungai serayu sebagai agregat halus. Pada penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Dengan membuat sampel sebanyak 20 buah yang terdiri dari 10 sampel tiap variasinya. Dalam penelitian menghasilkan kuat tekan beton menggunakan pasir sungai serayu umur 7 hari sebesar 12,312 MPa dan perkiraan pada umur 28 hari yaitu 17,589 MPa. Untuk beton menggunakan pasir pantai pada umur 7 hari sebesar 11,889 MPa dan perkiraan umur 28 hari sebesar 16,984 MPa.

Pipit, S. (2018), meneliti mengenai penggunaan pasir pantai sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat tekan mortar. Penelitian tersebut menggunakan pasir pantai yang ada di pantai cermin Medan Sumatera Utara. Penelitian dilakukan dengan komposisi 1 pc : 4 pasir pantai menggunakan benda uji kubus berukuran 15 x 15 x 15 cm. Pengujian dilakukan saat benda

uji berumur 14 hari dan 28 hari. Dalam penelitian tersebut menghasilkan kuat tekan rata-rata mortar dengan perlakuan tidak dicuci pada umur 14 hari sebesar 60,6 kg/cm² dan pada umur 28 hari sebesar 182,22 kg/cm². Lalu nilai kuat tekan rata-rata mortar dengan perlakuan dicuci pada umur 14 hari sebesar 251,51 kg/cm² dan pada umur 28 hari sebesar 336 kg/cm².

Tommy, I. (2017), meneliti penggunaan pasir laut terhadap kuat tekan beton kota Bengkulu. Dalam penelitian tersebut memakai pasir laut Selolong, Lakok dan Air Padang. Menggunakan benda uji berukuran 15 x 15 x 15 cm sebanyak 40 sampel dengan 2 jenis perawatan yaitu perawatan menggunakan air tawar dan air garam. Pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari.

Roby, S., Hernu, S., Gati, A. H. (2017), meneliti pengaruh penggunaan pasir pantai sebagai agregat halus dan cangkang kerang sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan beton. Penelitian tersebut dilaksanakan di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember. Pada penelitian tersebut digunakan limbah cangkang kerang yang dihaluskan hingga lolos saringan ASTM no. 100. Dengan proporsi cangkang kerang yang digunakan sebesar 0%, 3%, 5% dan 7% dari berat agregat halus. Adapun pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

Agung, N., Nurmansyah, A., Teguh, T. (2020), meneliti kuat tekan bata foam menggunakan pasir laut petanahan dengan variasi bahan aditif sesuai SNI-03-6882-2002. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu eksperimental yakni dengan membuat bata foam dengan pasir laut petanahan

untuk mencari kuat tekan dan berat optimum pada benda uji berumur 28 hari. Menggunakan 5 variasi aditif yaitu 80%, 90%, 100%, 110% dan 120% dari mix design. Hasil kuat tekan optimum rata-rata bata foam yaitu pada sampel umur 28 hari dengan variasi 110% sebesar 1,38 MPa. Dan hasil berat rata-rata optimum yaitu pada sampel variasi 110% sebesar 803,94 kg/m³. Semakin banyak penggunaan zat aditif maka dapat meningkatkan kuat tekan dan mencapai nilai optimum pada variasi 110%. Namun apabila dalam penggunaan berlebihan seperti pada sampel variasi 120% maka akan mengalami penurunan kuat tekan dan berat.

B. Definisi Beton

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik, agregat halus, agregat kasar dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. (SNI-03-2847-2002).

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau bahan tambahan, membentuk massa yang padat, kuat dan stabil. Beton dapat mengandung sejumlah rongga udara yang terperangkap atau dapat juga rongga udara yang sengaja dimasukkan melalui penambahan bahan tambahan. Bahan tambahan kimia sering digunakan untuk mempercepat, memperlambat, memperbaiki sifat kemudahan pengerjaan (workability), mengurangi air pencampuran, menambah kekuatan, atau mengubah sifat-sifat lain dari beton yang dihasilkan. (SNI 7656:2012).

Beton merupakan salah satu bagian bahan gabungan dari suatu material-material diantaranya semen portland, agregat kasar, agregat halus, air dan terkadang ditambah dengan menggunakan bahan tambah yang bervariasi mulai dari bahan tambah kimia, serta sampai dengan bahan buangan nonkimia pada perbandingan tertentu. (Tjokodimuljo, 1996).

Beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentukannya. Dengan demikian masing-masing komponen tersebut perlu dipelajari sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. (Nawy, 1985 dan Mulyono, 2005).

C. Sifat Umum Beton

Sifat umum beton terdiri dari sifat fisis dan mekanis, yang dimaksud adalah sifat beton yang dikehendaki di dalam perencanaan suatu konstruksi beton. Pada umumnya beton yang dikehendaki haruslah kuat, tahan lama dan ekonomis serta memberi perasaan tenang dan aman bagi penghuninya.

Adapun sifat-sifat fisis dan mekanis beton adalah sebagai berikut :

1. Workability

Workability adalah salah satu sifat beton yang dikehendaki oleh setiap perencanaan beton. Artinya kemudahan pengerjaan beton yang dicampur, dicor, dan diangkut serta didapatkan tanpa mengurangi homogenitas beton dan beton tidak terurai, bleeding berlebihan untuk mencapai kekuatan yang direncanakan. Workability tergantung pada konsistensi beton, dan konsistensi beton tergantung pada :

- a. Proporsi campuran.
- b. Sifat-sifat dari material beton, misalnya permukaan agregat, bentuk agregat, dan lain-lain.
- c. Diameter maksimum agregat kasar.
- d. Jenis konstruksi yang akan dibangun.
- e. Temperatur atau suhu.

2. Durability

Durability atau ketahanan beton sama pentingnya dengan persyaratan kekuatan atau strength dan kemudahan pengerjaan beton atau workability. Ada 3 prinsip ketahanan beton yang harus dimiliki oleh beton, antara lain :

- a. Ketahanan terhadap keadaan cuaca atau weathering resistance.

Persyaratan ketahanan beton terhadap cuaca sangat penting karena harus tahan terhadap kerusakan-kerusakan yang mungkin timbul karena pengembangan dan penyusutan akibat perbedaan suhu yaitu pada suhu malam dan siang, yang menyebabkan beton yang basah tiba-tiba akan menjadi kering sehingga menimbulkan keretakan pada beton, dan lain-lain. Untuk mencegah pengaruh kerusakan beton, maka beton tersebut harus dibuat dengan sedemikian rupa agar kedap air dan mempunyai perubahan volume kecil dengan mengadakan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Pemilihan agregat yang baik dan tepat atau diameter maximum keras dan tidak porus serta berbentuk tidak pipih.

- 2) Perawatan yang sempurna atau curing.
 - 3) Homoginitas campuran beton harus dijaga.
 - 4) Penggunaan faktor A/C yang rendah.
 - 5) Penggunaan air seminimal mungkin.
- b. Ketahanan terhadap pengaruh bahan kimia yang meliputi bahan kimia dan lingkungan agresif atau resistance to chemical deterioration.

Ketahanan terhadap pengaruh bahan kimia karena kelapukan beton bisa disebabkan oleh reaksi mineral-mineral tertentu alkali yang terkandung dalam semen. Bahan-bahan mineral yang mempunyai sifat reaktif dan pengrusak umumnya terdapat pada agregat alam seperti silika, sulfida, garam atau bahan organik. Tanda-tanda bahwa beton mengalami proses pelapukan karena pengaruh kimia adalah :

- 1) Terjadi pengembangan pada beton.
 - 2) Terjadi retak-retak yang menyeluruh di semua atau sebagian besar tempat.
 - 3) Pelapukan sedikit demi sedikit atau rontok sedikit demi sedikit.
 - 4) Permukaan beton kelihatan kotor dan dalam beton kemungkinan timbul kelebihan udara atau gelembung udara.
 - 5) Porositas tinggi.
- c. Ketahanan terhadap erosi atau resistance to erosion.

Kerusakan permukaan beton pada umumnya disebabkan oleh pengaruh-pengaruh gosokan bahan-bahan dari luar. Misalnya pada saluran atau bangunan yang menyalurkan atau mengalirkan air,

kerusakan permukaan beton disebabkan oleh geseran oleh arus air yang membawa material kecil-kecil atau karena tumbukan air. Untuk mengurangi pengaruh erosi pada beton sehingga beton mempunyai ketahanan maka perlu pertimbangan sebagai berikut :

- 1) Bentuk konstruksi dibuat sedemikian rupa sehingga bisa mengurangi pengaruh kekuatan geseran dan tumbukan yang terjadi pada konstruksi.
- 2) Mutu atau kualitas beton cukup baik.
- 3) Bahan-bahan beton harus keras dan mempunyai permukaan yang kasar serta tidak pipih.
- 4) Curing atau perawatan minimal 2 minggu.
- 5) Pemadatan cukup.
- 6) Penggunaan bahan addesive yang bisa meningkatkan durability beton.
- 7) Pemilihan tipe semen yang sesuai.
- 8) Pembatasan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum.

Tabel 1

Jumlah semen minimum dan nilai faktor air semen maksimum

Uraian	Jumlah semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a) Keadaan keliling non korosif.	275	0,60
b) Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap-uap korosif.	325	0,52

Beton di luar ruang bangunan :		
a) Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	325	0,60
b) Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	275	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah :		
a) Mengalami keadaan basah kering berganti-ganti.	325	0,55
b) Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah.	375	0,52
Beton yang kontinue berhubungan :		
a) Air tawar.	275	0,57
b) Air laut.	375	0,52

3. Kuat Tekan Beton

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton antara lain

:

- a. Proporsi bahan-bahan penyusun.
- b. Metode perancangan.
- c. Perawatan.
- d. Keadaan saat pengecoran.

Klasifikasi mutu beton dan kelasnya yaitu sebagai berikut :

a. Beton Kelas I

Beton termasuk dalam kelas I adalah K-100, K-125, K-150, K-175, dan K-200. Beton kelas I diaplikasikan dalam pengecoran non structural atau beton yang tidak menggunakan tulangan beton.

b. Beton Kelas II

Beton yang masuk dalam kelas II adalah K-225, K-250, dan K-275.

Jenis kelas beton ini diaplikasikan pada pekerjaan struktur, seperti pengecoran lantai, jalan, kolom, pondasi, sloof, dan lain sebagainya.

c. Beton Kelas III

Beton kelas III meliputi K-325, K-350, K-375, K-450 dan K-500. Kelas beton ini merupakan klasifikasi beton khusus. Contohnya adalah jenis beton yang digunakan untuk balok dan lantai jembatan, landasan pacu, dermaga, fly over, underpass, dan lain sebagainya.

4. Susut Beton

Susut didefinisikan sebagai perubahan volume yang tidak berhubungan dengan beban. Jika dihalangi secara merata proses susut dalam beton akan menimbulkan deformasi yang umumnya bersifat menambah deformasi rangkak.

Rangkak atau creep adalah sifat dimana beton mengalami perubahan bentuk atau deformasi permanen akibat beban tetap yang bekerja pada beton tersebut. Rangkak timbul dengan intensitas yang semakin berkurang untuk selang waktu tertentu dan akan berakhir setelah beberapa tahun berjalan. Pada umumnya rangkak tidak mengakibatkan dampak langsung terhadap kekuatan struktur, tetapi akan mengakibatkan timbulnya redistribusi tegangan pada beban kerja dan kemudian mengakibatkan terjadinya peningkatan lendutan atau defleksi. Kerugian yang akan didapat dari beton yang susut adalah menyebabkan beton retak.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya susut dapat dijabarkan sebagai berikut :

- a. Sifat bahan dasar beton, antara lain komposisi dan kehalusan semen, kualitas adukan, dan kandungan mineral dalam agregat.
 - b. Rasio air terhadap jumlah semen.
 - c. Suhu pada saat pengerasan.
 - d. Kelembaban pada saat proses penggunaan.
 - e. Umur beton pada saat beban bekerja.
 - f. Nilai slump.
 - g. Lama pembebanan.
 - h. Nilai tegangan.
 - i. Nilai ratio permukaan komponen struktur.
5. Rongga Udara Pada Beton

Pada umumnya beton mengandung rongga udara sekitar 1%-2%, pasta semen sekitar 25%-40% dan agregat sekitar 60%-75%.

Dengan banyaknya pori-pori yang mengandung udara maka akan mengakibatkan kekuatan beton menurun. Dengan penambahan bahan tertentu yang bersifat sebagai filler akan mengisi rongga-rongga udara sehingga beton lebih kedap air.

D. Keuntungan Dan Kerugian Beton Sebagai Bahan Bangunan

Berikut ini ada beberapa keuntungan beton sebagai bahan bangunan yaitu sebagai berikut :

1. Kuat tekan yang kuat sehingga sangat cocok dijadikan bahan konstruksi terutama struktur beton bertulang.
2. Bahan yang tahan lama atau awet.
3. Mempunyai ketahanan terhadap api, berbeda dengan baja.
4. Kekuatan dapat diperoleh dari waktu ke waktu.
5. Mempunyai umur panjang, mudah dicetak, dapat dicor ditempat dan berbentuk indah serta ekonomis.

Adapun kerugian beton sebagai bahan bangunan adalah sebagai berikut :

1. Emisi karbon dioksida dan perubahan iklim.
2. Panas perkotaan dan berdebu, beton merupakan kontributor utama yang menghasilkan panas secara menyeluruh ketika berada ditempat terbuka. Pembongkaran bangunan dan bencana alam seperti gempa bumi sering melepaskan debu beton ke atmosfer lokal dengan jumlah yang besar. Debu beton disimpulkan menjadi sumber utama polusi udara yang berbahaya.
3. Kontaminasi racun dan radioaktif, kehadiran beberapa zat dalam beton termasuk zat aditif yang berguna dan yang tidak diinginkan menyebabkan masalah kesehatan.
4. Kontak dengan beton basah dapat menyebabkan kulit luka karena sifat kaustik dari campuran semen dan air.
5. Tegangan tarik rendah, daktilitas rendah dan volume tidak stabil.

E. Bahan Pembuat Beton

1. Semen Portland

Semen portland atau semen hidrolis dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. (SNI 7656:2012).

Berikut ini beberapa jenis semen portland antara lain sebagai berikut

:

a. Semen portland jenis 1

Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lainnya.

b. Semen portland jenis 2

★ Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kadar hidrasi sedang.

c. Semen portland jenis 3

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.

d. Semen portland jenis 4

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.

2. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan. (SNI No:1737-1989-F). Sedangkan menurut Silvia Sukirman (2003), agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen.

Agregat yang digunakan pada campuran beton ada dua, yaitu sebagai berikut :

a. Agregat Kasar

Menurut SNI 1970-2008, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No. 4) sampai 40 mm (No. 1½ inci). Berdasarkan ASTM C33 agregat kasar terdiri dari kerikil atau batu pecah dengan partikel butir lebih besar dari 5 mm atau antara 9,5 mm dan 37,5 mm.

Menurut asalnya agregat kasar dibedakan menjadi 2, yaitu kerikil (dari batu alam) dan kricak (dari batuan alam yang dipecah). Menurut asalnya kerikil dibedakan menjadi kerikil galian, kerikil sungai, dan kerikil pantai. Kerikil galian biasanya mengandung zat-zat seperti tanah liat, debu, pasir, dan zat-zat organik. Sedangkan kerikil sungai dan kerikil pantai biasanya bebas dari zat-zat tersebut, permukaannya licin dan berbentuk lebih bulat. Hal ini disebabkan

karena pengaruh air. Kricak atau batu pecah adalah agregat kasar yang diperoleh dari batu alam yang dipecah baik menggunakan mesin pemecah batu (crusher) ataupun dipecah secara alami menggunakan palu (hammer) yang mempunyai ukuran 5 mm – 70 mm. Menurut ukurannya, kricak dapat dibedakan menjadi :

- 1) Ukuran butir : 5 - 10 mm disebut kricak halus.
- 2) Ukuran butir : 10 – 20 mm disebut kricak sedang.
- 3) Ukuran butir : 20 – 40 mm disebut kricak kasar.
- 4) Ukuran butir : 40 – 70 mm disebut kricak kasar sekali.
- 5) Ukuran butir : > 70 mm digunakan untuk konstruksi beton siklop.

Agregat kasar memiliki berbagai macam bentuk butiran. Berdasarkan bentuknya agregat dibedakan menjadi agregat berbentuk bulat, bersudut, pipih dan memanjang. Agregat kasar yang berbentuk bulat sangat baik untuk memperoleh kelacakan tetapi tidak memiliki kekuatan cukup tinggi. Untuk memperoleh kekuatan tinggi lebih baik menggunakan agregat kasar bersudut. Agregat kasar yang berbentuk pipih ialah agregat yang mempunyai ukuran tebal $\frac{1}{3}$ dari ukuran lebarnya. Agregat kasar yang berbentuk memanjang adalah agregat kasar dengan ukuran lebar $\frac{1}{3}$ ukuran panjangnya. Agregat kasar yang berbentuk pipih dan memanjang tidak boleh melebihi 15% dari jumlah agregat kasar dalam beton. (Wuryati Samekto, 2001).

Syarat-syarat agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton menurut SK SNI S-04-1989-F adalah sebagai berikut :

- 1) Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori.
- 2) Bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca.
- 3) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- 4) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- 5) Modulus halus butir antara 6 – 7,1 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
- 6) Nilai abrasi untuk beton mutu B0 – B1 disyaratkan 40%-50%. K125 – K225 disyaratkan 27%-40% dan mutu > K225 disyaratkan <27%.

Tabel 2

Batas Gradasi Agregat Kasar Menurut ASTM C-33

Ukuran Saringan (Ayakan)				% Lolos Saringan / Ayakan					
mm	SNI	ASTM	inch	No. 4- 2in Gra no.357	No. 4- 1 1/2in Gra no.467	3/8in- 1in Gra no.56	No.4- 1in Gra no.57	No.4- 3/4in Gra no.67	No. 16- 3/8in Gra no.89
100,0	100	4 in	4,00						
90,0	90	3½ in	3,50						
75,0	76	3 in	3,00						
63,0	63	2½ in	2,50	100- 100					
50,0	50	2 in	2,00	95-100	100- 100				
37,5	38	1½ in	1,50		95-100	100- 100	100- 100		
25,0	25	1 in	1,00	35-70		90-100	95-100	100- 100	
19,0	19	¾ in	0,75		35-70	40-85		90-100	
12,5	12,5	½ in	0,50	10-30		10-40	25-60		100- 100
9,5	9,6	3/8 in	0,37 5		10-30	0-15		20-55	90-100

4,75	4,8	No.4	0,18 7	0-5	0-5	0-5	0-10	0-10	20-55
2,36	2,4	No.8	0,09 37				0-5	0-5	5-30
1,18	1,2	No.16	0,04 69						0-10

b. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir yang didapat dari pelapukan batuan secara alami atau pasir yang dihasilkan dari pemecahan batu yang semua butirannya menembus ayakan dengan lubang 4,8 mm. agregat halus dalam beton berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga antara agregat kasar.

Pasir pantai memiliki butiran halus dan bulat karena gesekan. Pasir pantai merupakan pasir yang kurang bagus karena kandungan garamnya, garam yang terdapat pada pasir menyerap air dari udara sehingga menyebabkan pasir selalu agak basah dan menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan. Pasir pantai secara fisik sama dengan pasir pada umumnya. Pasir pantai digunakan untuk bahan bangunan karena memiliki ketersediaan dalam kuantitas yang besar. Pasir pantai dapat digunakan sebagai komponen struktur beton jika :

- 1) Karakteristik butiran pasir pantai distabilisasi sehingga kandungan garam-garamnya direduksi.
- 2) Pasir pantai memiliki karakteristik butiran yang kasar serta gradasi yang bervariasi.
- 3) Memiliki kandungan garam-garaman yang tidak melebihi batas yang ditentukan.

Agregat halus yang digunakan untuk campuran pembuatan beton memiliki syarat-syarat yang harus dipenuhi. Menurut SK SNI S-04-1989-F syarat-syarat tersebut adalah :

- 1) Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- 2) Butir agregat halus harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
- 3) Agregat halus tidak mengandung lumpur lebih dari 5% apabila melebihi maka agregat halus harus dicuci.
- 4) Agregat halus tidak banyak mengandung zat organik.
- 5) Modulus halus butir antara 1,5 – 3,8 dengan variasi butir sesuai dengan standar gradasi.
- 6) Berat jenis permukaan pada agregat halus antara 2,5 – 2,7.
- 7) Penyerapan air dalam agregat halus maksimal 5 %.

Tabel 3

Batas gradasi agregat halus menurut SNI 03-2834-2000 yaitu sebagai berikut :

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

3. Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting dan paling murah. Air berfungsi sebagai reaktor semen dan pelumas antar butir-butir agregat. Selain itu, air juga diperlukan untuk perawatan beton.

Sifat-sifat yang dimiliki air antara lain sebagai berikut :

- a. Air cenderung bergerak kepermukaan (membawa butiran semen) adukan beton segar (bleeding) yang kemudian menjadi buih dan membentuk suatu lapisan tipis/selaput tipis yang disebut laitance. Lapisan ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah.
- b. Air cenderung mengalir keluar (bersama membawa butiran semen) bila cetakan kurang rapat, menyebabkan terjadinya sarang-sarang kerikil.
- c. Kandungan kimia dan atau organik dalam air mempengaruhi kualitas beton :
 - 1) Air laut mengandung 3,50% larutan garam (sodium klorida dan magnesium sulfat) yang dapat mengurangi kekuatan beton sampai 20%. Adanya garam ini dan menyebabkan baja-tulangan atau baja-prategang terkorosi, maka air laut tidak boleh digunakan untuk campuran beton yang menggunakan baja-tulangan atau baja-prategang.
 - 2) Air yang mengandung gula $> 0,05\%$ dapat memperlambat ikatan awal dan menurunkan kekuatan beton.

- 3) Air yang mengandung seng klorida akan memperlambat ikatan awal beton, bahkan dalam jumlah yang cukup banyak dapat menyebabkan beton yang berumur 2-3 hari belum memiliki kekuatan awal.

Pengaruh dan ukuran penggunaan air pada campuran beton antara lain sebagai berikut :

- a. Jumlah air mempengaruhi sifat mudah dikerjakan (workability) beton segar, kualitas beton segar dan kekuatan beton.
- b. Jumlah air ditentukan oleh perbandingan berat terhadap berat semen (fas) dan tingkat kemudahan pengerjaan. Nilai fas $< 0,35$ menyebabkan beton segar sulit dikerjakan (tanpa bahan tambah).
- c. Kelebihan air (berdasarkan fas) dari yang dibutuhkan untuk reaksi kimia dengan semen dipakai sebagai pelumas. Penambahan air (dari jumlah air berdasarkan fas) dengan tujuan meningkatkan kemudahan pengerjaan akan mengakibatkan kualitas beton menurun dan beton porous.

Adapun persyaratan air sebagai bahan campuran beton menurut SNI 03-6861.1-2002 yaitu sebagai berikut :

- a. Harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
- b. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton (asam-asam, zat organik, dll) lebih dari 15 gram/liter.

- d. Kandungan khlorida (Cl) < 0,50 gram/liter dan senyawa sulfat < 1 gram/liter sebagai SO₃.
- e. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang menggunakan air suling, maka penurunan kekuatan beton yang menggunakan air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
- f. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat diatas, air tidak boleh mengandung klorida lebih dari 0,05 gram/liter.

F. Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) atau water cement ratio (wcr) merupakan indikator penting dalam perancangan campuran beton karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Jadi dapat dikatakan,

$$FAS \text{ (kg/l)} = \frac{\text{Berat Air } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{\text{Jumlah Semen } \left(\frac{\text{l}}{\text{m}^3}\right)}$$

Fungsi FAS adalah sebagai berikut :

1. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
2. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton.

Faktor air semen (FAS) sangat berhubungan dengan kuat tekan beton karena jumlah air semen yang dipakai akan menentukan kuat tekan beton asalkan campuran beton cukup plastis dan mudah untuk dikerjakan. Semakin tinggi nilai FAS mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai

FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti mutu kekuatan beton semakin tinggi. Jika FAS semakin rendah maka beton semakin sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian ada nilai FAS optimal yang dapat menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal.

G. Slump

Slump adalah besarnya penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji slump diangkat. (SNI 03-1972-2008). Tujuan pengujian slump adalah untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan beton yang dinyatakan dalam nilai tertentu.

Pengujian slump dilakukan menggunakan alat berbentuk kerucut terpancung yang memiliki diameter lubang atas 10 cm, diameter lubang bawah 20 cm, tinggi 30 cm serta dilengkapi dengan kuping untuk mengangkat beton segar dan tongkat pemadat berdiameter 1,6 cm sepanjang 60 cm.

Nilai slump dipengaruhi oleh faktor air semen. Semakin tinggi FAS maka nilai slump akan semakin tinggi yaitu dengan menggunakan banyak air dan sedikit semen sehingga pasta semen lebih encer dan mengakibatkan nilai slump lebih tinggi. Semakin besar nilai slump berarti adukan beton semakin mudah dikerjakan.

H. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan adalah untuk mengetahui kekuatan beton terhadap gaya tekan. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur,

semakin tinggi kuat tekan maka semakin tinggi kekuatan struktur dan mutu beton yang dihasilkan. (SNI 03-1974-1990). Kuat tekan beton diidentifikasi besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur ketika dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Nilai kuat tekan beton didapat melalui pengujian standar menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu terhadap benda uji beton berbentuk silinder maupun kubus sampai hancur. Nilai kuat tekan dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f'_c = \frac{P_{maks}}{A}$$

Keterangan :

f'_c = kuat tekan beton salah satu benda uji (MPa)

P_{maks} = beban tekan maksimum (N)

A = luas permukaan benda uji (mm^2)

I. Perawatan Beton

Curing atau perawatan adalah suatu proses untuk menjaga tingkat kelembaban dan suhu ideal untuk mencegah hidrasi yang berlebihan serta menjaga agar hidrasi terjadi secara berkelanjutan. Perawatan beton dilakukan pada saat beton sudah mulai mengeras dan bertujuan untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga kelembaban atau suhu beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang diinginkan.

Adapun tujuan perawatan beton adalah sebagai berikut :

- a. Menjaga beton dari kehilangan air semen yang banyak pada saat setting time concrete.
- b. Menjaga perbedaan suhu beton dengan lingkungan yang terlalu besar.
- c. Stabilitas dari dimensi struktur.
- d. Mendapatkan kekuatan beton yang tinggi.
- e. Menjaga beton dari kehilangan air akibat penguapan.
- f. Menjaga keretakan.

Berikut ini beberapa metode perawatan beton yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan yaitu sebagai berikut :

- a. Water curing (perawatan dengan pembahasan)

Dalam metode ini yaitu menyelimuti beton dengan air untuk menghambat penguapan air pada adukan beton cor. Adapun mekanisme pekerjaan perawatan tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

- 1) Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab.
- 2) Beton segar dalam genangan air atau menaruh beton segar ke dalam air.
- 3) Menyelimuti permukaan beton dengan air atau menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
- 4) Menyiram permukaan beton secara kontinyu.
- 5) Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan compound.

- b. Membran curing (perawatan dengan membran)

Perawatan dengan menggunakan membran sangat berguna untuk perawatan pada lapisan perkerasan beton atau rigid pavement. Perawatan

dengan melapisi membran pada permukaan beton bisa digunakan agar kandungan air tidak menguap dari campuran beton. Perawatan dengan membran bisa menggunakan lembaran plastik atau lembaran lain yang kedap air. Bahan yang digunakan harus kering dalam waktu 4 jam. Melekat sempurna dan tidak beracun, tidak selip, bebas dari lubang-lubang halus dan tidak membahayakan beton.

c. Application of heat (perawatan dengan pemanasan)

Perawatan dengan pemanasan sangat berguna pada daerah yang mempunyai musim dingin. Sebelum perawatan dilakukan, beton harus dipertahankan terlebih dahulu pada suhu 10° - 30° C selama beberapa jam. Perawatan dengan pemanasan dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu sebagai berikut :

- 1) Perawatan dengan tekanan rendah berlangsung selama 10-12 jam dengan tekanan berkisar antara 40° - 55° C.
- 2) Perawatan dengan tekanan tinggi berlangsung selama 10-16 jam dengan tekanan berkisar pada suhu 65° - 95° C dengan suhu akhir 40° - 55° C.