

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pengertian Umum Beton

Beton adalah salah satu material konstruksi yang paling umum digunakan untuk membuat gedung, jembatan, jalan, dan bangunan lainnya. Beton adalah campuran yang homogen yang dibuat dengan mencampur air dengan agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lainnya, dan semen portland atau semen hidrolis yang lain. Selain itu, beton dapat dicampur dengan bahan tambahan (additif) yang bersifat kimiawi atau fisikal pada proporsi tertentu. Campurannya akan mengeras dan menyerupai batuan. Pengerasan terjadi sebagai hasil dari reaksi kimia yang terjadi antara semen dan air.

Beton adalah campuran dari semen Portland, air, agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), dan rongga udara. Untuk membuat beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras, dan cukup ekonomis, campuran bahan harus diatur sedemikian rupa (Sutikno, 2003:1 Supriadi,2016).

Beton adalah bahan bangunan yang sering digunakan. Beton dapat dibuat dengan mencampur semen, air, dan agregat dalam proporsi tertentu. Dalam jangka waktu tertentu, beton akan mengeras (Rosida, 2007 Supriadi, 2016). Menurut SK SNI T-15-1990-03, definisi beton adalah campuran semen, air, dan agregat yang membentuk massa padat dengan atau tanpa bahan tambahan campuran. Beton biasa saat ini adalah yang paling banyak digunakan.

Beton biasa didefinisikan sebagai beton dengan berat isi antara 2200 dan 2500 kg/m³ dan terbuat dari agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton dengan kualitas yang baik mampu menahan beban tekanan yang disebabkan oleh bahan pembentuk, faktor air semen (FAS), dan zat tambahan (admixture).

Untuk memenuhi tuntutan yang lebih tinggi, perlu dipikirkan dengan saksama bagaimana membuat adukan beton segar (beton segar) yang baik dan beton keras (beton keras) yang baik. Beton yang baik adalah beton yang tahan lama, kuat, dan kedap air.

Menurut SNI 03-2847-2002, beton dapat dikategorikan berdasarkan berat jenisnya. yaitu:

1. Beton Ringan

Beton ringan didefinisikan sebagai beton yang memiliki berat yang lebih ringan daripada beton biasa. Beton ringan terbuat dari agregat dengan berat jenis 800–1.800 kg/m³ dan kekuatan tekan 6,89–17,24 Mpa.

2. Beton normal.

Beton biasa adalah beton yang dihasilkan dari campuran pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mencapai berat jenis beton antara 2.200 dan 2.500 kg/m³ dan kuat tekan antara 15 - 40 Mpa.

3. Beton berat.

Beton berat adalah beton yang dibuat dari agregat yang mempunyai massa jenis lebih tinggi dari beton normal atau lebih dari 2500 kg/m³. Agregat dengan berat jenis tinggi digunakan untuk membuat beton berat.

Karakteristik yang baik dapat ditinjau dari kepadatan, kekuatan, factor air semen, dan tekstur, berikut adalah parameter – parameter yang mempengaruhi kualitas beton :

- a. Proporsi semen terhadap air dalam campurannya
- b. Kekuatan dan kebersihan agregat
- c. Interaksi antara pasta semen dan agregat

Dalam keadaan yang mengeras , beton bagaikan batu batu dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat dibentuk dengan berbagai macam bentuk. Selain tahan terhadap serangan api, beton juga tahan terhadap serangan korosi. secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah sebagai berikut :

1. Kelebihan beton

- a. Harga beton relatif murah karena bahan bakunya (kecuali semen portland) berasal dari bahan lokal. Harga mungkin sedikit lebih mahal di daerah yang sulit mendapatkan pasir atau kerikil..
- b. Beton adalah jenis bahan yang memiliki kekuatan tekan tinggi dan tahan terhadap perkaratan karena kondisi lingkungannya. Kuat tekannya akan sebanding dengan batuan alami jika dibuat dengan proses yang baik.

- c. Beton segar dapat diangkut dan dibentuk dengan mudah dengan ukuran apa pun tergantung keinginan. Cetakan beton segar dapat digunakan berulang kali dan dapat diangkut dengan mudah.
 - d. Dengan kekuatan tekannya yang tinggi, baja tulangan dianggap mampu menahan struktur besar apabila dikombinasikan dengan beton.
 - e. Selama perbaikan, beton segar dapat disemprotkan ke permukaan yang retak atau dimasukkan ke dalam retakan beton.
 - f. Beton segar dapat dipompa, sehingga dapat dituangkan di tempat yang sulit.
 - g. Beton salah satu bahan yang tahan terhadap aus dan panas dari kebakaran, sehingga biaya perawatannya rendah.
2. kekurangan beton
- a. Beton membutuhkan tulangan baja untuk menopangnya karena memiliki kuat tarik yang rendah sehingga mudah retak.
 - b. Untuk memungkinkan pengerasan dan perkembangan beton, ikatan pembangunan harus dipasang pada beton berukuran besar karena beton segar mengerut saat mengering dan beton keras mengembang jika basah.
 - c. Beton dapat memuai dan menyusut jika terjadi perubahan suhu, sehingga hal ini harus diperhatikan untuk mencegah retak akibat perubahan suhu..
 - d. Beton sulit untuk benar-benar kedap air, sehingga air selalu dapat masuk ke dalamnya dan air yang membawa garam dapat merusak beton..
 - e. Untuk memastikan bahwa tulangan menjadi detail setelah dikombinasikan dengan baja, beton harus dihitung dengan teliti karena sifatnya yang getas.

2.1.2 Pengertian umum kolom dan sloof

Menurut SK SNI T-15-1991-03 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bangunan Gedung, istilah kolom adalah suatu bagian struktur suatu bangunan yang tugas pokoknya menyokong beban tekan aksial vertikal sehingga bagian terbesar yang tidak ditopang berada pada. setidaknya tiga kali dimensi lateral terkecil.

Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), kolom adalah tiang penyangga yang biasanya terbuat dari beton bertulang. Namun menurut Sudarmoko (1996), kolom merupakan suatu struktur kompresibel yang memegang peranan penting pada suatu

bangunan, oleh karena itu keruntuhan kolom merupakan titik kritis yang dapat menyebabkan lantai runtuh dan bangunan runtuh seluruhnya. .

Struktur kolom terbuat dari besi dan beton, keduanya memiliki sifat gabungan yang baik: besi adalah material yang tahan terhadap tarikan dan beton adalah material yang tahan terhadap tekanan.

Sloof merupakan bagian bangunan yang terletak di atas pondasi bangunan. Sloof berfungsi sebagai penyalur beban dari bangunan atas ke pondasi, sehingga beban yang disalurkan setiap titik pada pondasi tersebar merata. Selain itu sloof juga berfungsi sebagai pengunci dinding dan kolom agar tidak roboh apabila terjadi pergerakan tanah.

2.2 Material Penyusun Beton

Material atau bahan pembentuk beton terdiri dari semen, campuran agregat halus dan kasar serta air sebagai pengikat. Berikut adalah penjelasan material-material komposisi campuran beton (Tjokrodimuljo, 1996):

2.2.1 Semen Portland

Semen merupakan suatu zat yang dipakai untuk merekatkan batu bata, batako dan bahan bangunan yang lain. Semen dibuat dengan menggiling klinker yang dibuat dari campuran kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan oksida besi secara merata; batu gips ditambahkan dalam jumlah yang cukup. Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat menjadi suatu massa padat dan mengisi rongga udara di antaranya.

Semen memiliki peranan penting karena dijadikan sebagai bahan pengikat. Oleh karena itu Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Dalam penelitian ini, beton yang digunakan adalah semen Portland, yang merupakan semen hidrolis yang berfungsi untuk melekatkan susunan beton. Karena jenis semen ini membutuhkan air untuk berlangsungnya reaksi kimiawi selama proses hidrasi.

Bahan susun beton mengeras selama proses hidrasi dan membentuk masa padat. Bahan yang biasanya digunakan untuk keperluan tersebut adalah semen portland yang

pertama kali ditemukan di dekat Dorset, Inggris (Dipohusodo, 1994). Semen Portland yang dipakai harus memenuhi syarat (SII 0013-81). Semen ini dibagi menjadi 5 type yaitu adalah sebagai berikut (Mulyono, 2004):

1. Tipe I, semen Portland yang sering digunakan dalam konstruksi karena tidak memerlukan persyaratan khusus seperti tipe lainnya.
2. Tipe II, semen Portland yang digunakan untuk konstruksi yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Tipe III, semen Portland yang digunakan untuk konstruksi memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV, semen Portland yang digunakan untuk konstruksi memerlukan panas hidrasi yang rendah.
5. Tipe V, semen Portland yang digunakan untuk konstruksi yang memerlukan ketahanan yang lebih tinggi terhadap sulfat. Untuk struktur berfungsi dengan baik, semen Portland harus memenuhi kualitas tertentu. Selama pencampuran semen, pemeriksaan harus dilakukan secara berkala..

Secara umum komposisi kimia senyawa-senyawa pada semen dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 2.1 Susunan Unsur Semen Portland (Tjokrodimuljo,1996)

No	Komposisi	Jumlah %
1	Kapur (CaO)	60 – 65
2	Silika (SiO ₂)	17 – 25
3	Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8
4	Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6,0
5	Alkali (K ₂ O + Na ₂ O)	0,5 – 1,0
6	Sulfur(SO ₃) Magnesia (MgO)	1 – 2

Sumber : google

Bahan utama semen adalah batu kapur alam dan tanah liat dengan berbagai oksida. Standar Industri Indonesia (SII 0013-1981) mendefinisikan semen Portland sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang mengandung kalsium silikat (sifat hidrolis) dan gipsum.

2.2.2 Agregat

Agregat menurut SNI 03-2847-2002, agregat didefinisikan sebagai material granular, seperti pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar, yang digunakan bersama dengan media pengikat untuk membentuk beton atau adukan semen hidraulik.

Agregat adalah butiran mineral yang terbentuk selama penguraian batu secara alami atau juga terbentuk dari penghancuran batu alam yang digunakan sebagai agregat beton dengan mesin penghancur batu. Agregat harus ditata sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berperan sebagai suatu benda yang utuh, homogen dan padat, dimana agregat kecil berperan sebagai pengisi pada ruang-ruang antar agregat besar.

Agregat memiliki dua jenis, yaitu agregat kasar (kerikil atau batu pecah) dan agregat halus (pasir). Kandungan agregat pada beton mencapai kurang lebih 60% - 80% dari volume total beton. Agregat sangat memengaruhi sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat sangat penting saat membuat beton..

Tujuan penggunaan agregat pada campuran beton adalah sebagai berikut:

1. Menghemat jumlah semen Portland yang digunakan
2. meningkatkan kekuatan pada beton
3. Mengurangi susut pengerasan pada beton
4. Bila tercapai struktur beton yang padat dengan skala yang baik maka hasilnya adalah beton yang mudah dikerjakan.
5. Kemampuan kerja dapat diperiksa dalam campuran beton yang gradasi yang baik.

1. Klasifikasi agregat

Berdasarkan ukurannya, agregat dibedakan menjadi dua, yaitu: agregat halus dan agregat kasar (SNI 03-2847-2002):

- a. Agregat halus: Menurut SNI 03-2847-2002, agregat halus adalah pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu atau pasir yang dihasilkan dari disintegrasi batuan "alami". Ukuran butir terbesar agregat halus adalah 5,0 mm.
- b. Agregat kasar Menurut SNI 03-2847-2002, agregat kasar adalah kerikil dengan ukuran butir antara 5 mm dan 40 mm yang berasal dari batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu atau yang berasal dari batu yang terurai secara alami.

Didalam SNI 03-2847-2002 persyaratan agregat untuk pembuatan beton adalah sebagai berikut:

1. Agregat untuk beton harus memenuhi salah satu ketentuan berikut:
 - a. Spesifikasi agregat untuk beton (ASTM C.33)
 - b. SNI 03-2461-1991 Spesifikasi agregat ringan untuk beton struktural
2. Ukuran maksimum nominal agregat kasar tidak boleh melebihi:
 - a. 1/5 jarak terkecil antara sisi-sisi cetakan ataupun
 - b. 1/3 ketebalan pelat lantai ataupun
3. 3/4 jarak bersih minimum antara tulangan-tulangan atau kawatkawat, bundel-bundel, tendon-tendon atau selongsong-selongsong.

2. Karakteristik agregat

- a. Penyerapan air dalam agregat

Serapan air atau daya serap air agregat didefinisikan sebagai persentase air yang dapat diserap agregat jika direndam dalam air sampai jenuh. Jika air yang diambil dari rendaman agregat di dalamnya jenuh, agregat tersebut dalam keadaan basah, dan jika air di luar agregat telah menguap (permukaan agregat kering), agregat tersebut dalam keadaan jenuh kering muka.

Nilai absorpsi yang baik dari agregat halus adalah di bawah 2% (ASTM C 128). Sedangkan nilai absorpsi yang baik dari agregat kasar adalah di bawah 4% (ASTM C127).

b. Kadar air dalam agregat

Keadaan air dalam agregat dibedakan atas beberapa hal berikut :

- Keadaan kering oven
keadaan agregat yang benar-benar kering atau tidak lagi mengandung air. Keadaan ini menyebabkan agregat dapat secara utuh menyerap air.
- Kering udara
kondisi permukaan butiran dalam keadaan kering tetapi terdapat kandungan air dalam butiran. Pasir atau kerikil dalam keadaan ini masih dapat menyerap sedikit air.
- Jenuh kering muka (saturated and surface-dry, SSD)
Pada kondisi ini permukaan agregat benar benar kering (tidak ada air), tetapi butiran-butiran agregat jenuh dengan air. Sehingga pada kondisi ini agregat tidak menyerap air dan tidak menambah jumlah air bila digunakan pada campuran beton.
- Dalam kondisi basah, butiran agregat mengandung banyak air baik dalam butiran maupun permukaannya, sehingga jumlah air yang digunakan harus dikurangi ketika digunakan dalam campuran beton..

c. Kadar Lumpur Agregat Halus

Adanya kandungan lumpur bisa meningkatkan permintaan air atau mengurangi sirkulasi udara. Kehadiran bahan dengan ukuran lebih kecil dari 75 mikron (No.200) dapat diterima asalkan tidak mengandung lumpur. Persentase lumpur yang diperbolehkan dalam agregat halus sesuai standar ASTM C 117 adalah antara 0.2 hingga 6%.

d. Gradasi agregat

Gradasi agregat merujuk pada sebaran ukuran partikel dalam agregat. Ketika partikel agregat memiliki ukuran yang seragam, ruang antara partikel akan lebih besar. Sebaliknya, jika ukuran partikel bervariasi, ruang antara partikel akan lebih kecil karena sebagian ruang akan terisi oleh partikel yang lebih kecil.

Table 2.2 Gradasi Standar Agregat Halus berdasarkan ASTM C 33 - 78

Diameter ayakan	Persentase Lolos
9.5 mm (No.2)	100
4.75 mm (no.4)	95 sampai 100
2.36 mm (No.8)	80 sampai 100
1.18 mm (No.16)	50 sampai 85
600 µm (No.30)	25 sampai 60
300 µm (No.50)	10 sampai 30
150 µm (No.100)	2 sampai 10

Sumber : google

Tabel 2. 3 Gradasi Standar Agregat Kasar Berdasarkan ASTM C 33 - 78

Diameter ayakan	Prosentase Lolos
25.4 mm (1")	100
19.0 mm (3/4")	90 sampai 100
9.50 mm (3/8")	20 sampai 55
4.75 mm (No.4)	0 sampai 10
2.36 mm (No.8)	0 sampai 5

Sumber : google

2.2.3 Air

Air merupakan komponen esensial dalam proses pencampuran dan pengadukan beton untuk memfasilitasi proses konstruksi. Air memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan semen, membentuk pasta pengikat agregat yang memiliki dampak signifikan terhadap kekuatan tekan beton.

Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.

Pasta semen terbentuk melalui proses kimia antara semen dan air. Oleh karena itu, yang menjadi fokus utama bukanlah perbandingan total berat campuran beton terhadap jumlah air, tetapi sebaliknya, perbandingan antara jumlah air dan semen, yang dikenal sebagai Faktor Air Semen (water cement ratio).

keberadaan air yang berlebihan akan mengakibatkan terbentuknya banyak gelembung udara setelah proses hidrasi berlangsung, yang pada akhirnya akan mengurangi kekuatan beton yang dihasilkan. Di sisi lain, jika air terlalu sedikit, proses hidrasi tidak akan terjadi sepenuhnya, yang dapat mempengaruhi kekuatan beton yang terbentuk. Persyaratan air untuk beton adalah air yang dapat menghasilkan kekuatan tekan beton lebih dari 90% dari kekuatan tekan beton yang dicapai dengan menggunakan air suling.

2.3 Karakteristik Beton Segar

2.3.1 *Workabilitas*

Workabilitas dari beton dapat didefinisikan sebagai kemudahan bagaimana campuran beton dapat dikerjakan dari mesin pencampur ke struktur akhir yang diinginkan (Somayaji, Shan, 2001). Sifat *workabilitas* (biasa disebut kelecakan) beton dapat dibagi menjadi beberapa bagian seperti:

1. *Compactibility*, mewakili sifat kemudahan pemampatan beton dengan cara menghilangkan rongga udara yang ada.
2. *Stability*, yaitu ketahanan beton terhadap segregasi materialnya selama masa pengangkutan atau saat pemadatan.
3. *Mobility*, yaitu kemudahan beton segar untuk mengisi seluruh sudut cetakan dan rongga antar tualangan.
4. *Finishability*, yaitu sifat yang menolong untuk memperoleh penyelesaian permukaan beton yang licin dan baik.

Unsur – unsur yang mempengaruhi workabilitas atau kemudahan pengerjaan antara lain:

1. Volume air dalam campuran
Semakin banyak air yang digunakan akan mempermudah pengerjaan campuran.
2. kandungan semen
apabila semen yang dipakai semakin banyak maka kebutuhan akan air pun meningkat sehingga keplastisannya semakin tinggi.
3. Bentuk butiran agregat kasar
Agregat berbentuk bulat akan lebih mudah dikerjakan, dengan penggunaan ukuran maksimum yang diisyaratkan agregat kasar 40 mm dan agregat halus 4,75 mm.
4. Cara pemadatan beton
Pemadatan yang dilakukan harus secara baik dan penggunaan alat yang tepat agar tidak menghambat proses pengerjaan beton.

2.3.2 Segregation (Pemisahan Butiran)

Segregasi beton terjadi ketika kerikil terpisah dari campuran beton selama proses pengangkutan, pengecoran, dan pemadatan. Resiko segregation akan timbul jika (Neville, A.M., 1995) :

1. Campuran beton dengan kandungan semen rendah
2. Campuran beton dengan kadar air yang tinggi
3. Campuran beton dengan kandungan pasir rendah
4. Pengecoran yang tidak memperhatikan tinggi jatuhnya penuangan beton
Hal ini akan menyebabkan keropos pada beton, namun dapat dicegah jika tinggi jatuh diperpendek, penggunaan air sesuai dengan syarat, ukuran agrgat sesuai dengan syarat dan pemadatan yang baik.

2.3.3 Bleeding

Bleeding adalah fenomena ketika air muncul ke permukaan beton, yang terjadi karena air merembes keluar setelah beton dipindahkan dan dipadatkan, atau setelah proses pengecoran selesai. Kejadian ini sering terkait dengan beton yang memiliki kelebihan air atau memiliki slump yang tinggi. Untuk mencegahnya, bisa dilakukan

dengan menambahkan filler atau meningkatkan kandungan semen dalam campuran beton. (Neville, A.M., 1995).

2.4 Karakteristik beton keras

2.4.1 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dibutuhkan.

Kekuatan tekan beton adalah kekuatan yang dinyatakan sebagai beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur ketika diberi beban tekan tertentu, yang diaplikasikan oleh mesin uji tekan. Pengujian kekuatan tekan biasanya dilakukan pada umur 14 dan 28 hari menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm. Gaya tekan yang diaplikasikan pada batang penekan mesin uji tekan akan didistribusikan ke seluruh penampang silinder..

Perancangan proporsi campuran beton harus disesuaikan agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang disyaratkan. Selama tahap pelaksanaan proyek konstruksi, campuran beton yang direncanakan harus diproduksi dengan cermat untuk mengurangi kemungkinan terjadinya beton dengan kekuatan tekan di bawah batas yang telah ditentukan, f'_c .

Syarat penerimaan beton harus mematuhi ketentuan yang berlaku. Sesuai dengan Standar Nasional Indonesia, kuat tekan beton harus mencapai minimal 0.85 kali f'_c untuk rata-rata dua silinder uji, dan harus memenuhi persyaratan $f'_c + 0.82S$ untuk rata-rata dari empat pasang benda uji, dengan S sebagai simpangan standar.baku. Rumus kuat tekan beton :

$$\boxed{f'_c = \frac{P}{A} \text{ (Mpa)}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.1)}$$

Keterangan:

f_c' = kuat tekan beton (MPa)

P = beban aksial (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

Berikut ini adalah komponen yang mempengaruhi kekuatan tekan beton:

1. Kondisi cuaca yang buruk dapat menyebabkan pengembangan dan penyusutan akibat oleh pergantian suhu panas dan dingin.
2. Pengaruh bahan kimia destruktif, seperti air laut (salinitas), asam sulfat, alkali, limbah, dan sebagainya.
3. Ketahanan terhadap penggunaan yang menyebabkan aus (abrasi), seperti gesekan dari aktivitas pejalan kaki, lalu lintas kendaraan, gelombang laut, dan faktor-faktor serupa
4. Bahan-bahan penyusutan beton, seperti: air, semen, agregat, admixture, bahan tambahan.
5. Teknik pencampuran, yaitu: menentukan proporsi bahan, pengadukan, pengeceron, serta pemadatan.
6. Perawatan, Pembasahan/perendaman, suhu dan waktu.
7. kondisi ketika pengecoran dilakukan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan sekitar.

2.4.2 Porositas

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan volume pori - pori terhadap volume total beton. Ruang pori pada beton umumnya terjadi akibat kesalahan didalam pengerjakan seperti besar kecilnya nilai slump, faskot air semen yang berpengaruh pada lekatan antara pasta semen dan agregat, susuna gradasi agregat gabungan, serta lamanya proses pemadatan.

2.4.3 Durabilitas / keawaten

Durabilitas beton didefinisikan sebagai ketahanan dari suatu beton terhadap proses yang merusak be ton yang terjadi akibat hasil interaksi dengan lingkungan

eksternal maupun internal. Oleh karena itu beton harus dirancang dan dikerjakan secara baik agar memiliki sifat durabilitas yang baik. Beberapa hal yang mempengaruhi beton agar memiliki sifat durabilitas yang baik :

1. Beton harus kedap air dan udara
2. Menggunakan tipe semen yang memiliki ketahanan terhadap serangan sulfat
3. Tidak menggunakan bahan tambahan yang beresiko terhadap korosi
4. Melakukan perawatan beton dengan baik
5. Menggunakan kadar semen minimum yang ditetapkan

2.5 Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah rasio berat air terhadap berat semen yang digunakan dalam campuran beton. Faktor air semen memiliki pengaruh penting pada kualitas beton yang dihasilkan. Faktor air semen yang lebih rendah mengarah pada kekuatan dan daya tahan lebih tinggi, namun dapat membuat campuran lebih sulit dibentuk.

Terlalu banyak air akan menghasilkan pemisahan pasir dan batu (lebih pasir di lapisan atas karena batu akan menetap di bagian bawah). Selain itu, setiap air yang tidak dikonsumsi oleh reaksi hidrasi pada akhirnya akan meninggalkan beton seperti yang mengeras, sehingga pori-pori atau lubang mikroskopis yang akan mengurangi kekuatan akhir beton. Campuran dengan terlalu banyak air akan mengalami penyusutan lebih, menyebabkan keretakan terutama di sekitar dalam sudut-sudut yang akan mengurangi kekuatan akhir beton.

Umumnya diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah kualitas kekuatan beton. Meskipun demikian, penurunan nilai FAS tidak selalu mengindikasikan peningkatan kekuatan beton secara otomatis. Ada batasan tertentu yang perlu diperhatikan. Penurunan nilai FAS dapat memengaruhi proses pencampuran beton, khususnya saat proses pemadatan, yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan kualitas beton.

Biasanya, nilai minimum yang dianjurkan untuk FAS adalah sekitar 0,4 dan maksimumnya 0,65. Rata-rata tebal lapisan yang memisahkan partikel dalam beton sangat dipengaruhi oleh nilai FAS yang dipilih serta kehalusan butir semen yang digunakan.

Hubungan antara FAS dengan kuat tekan beton (Abraham, 1920) dinyatakan dalam persamaan:

$$f'c = A / (B + X) \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.2)}$$

Di mana A dan B merupakan nilai konstanta serta X merupakan nilai FAS.

Pada praktiknya untuk mengatasi kesulitan pengerjaan karena rendahnya nilai FAS ini digunakan bahan tambah (*admixture*) yang bersifat menambah keenceran (*plasticity or plasticizer admixture*).

2.6 Pengerjaan Beton

Proses pelaksanaan pekerjaan beton terdiri atas beberapa tahapan sebagai berikut:

2.6.1 Tahapan penakaran

Dalam tahap ini bahan penyusunan beton akan dihasilkan berdasarkan rancangan yang dibuat mengikut ketentuan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2847-1992 tentang Tata Cara Pengadukan dan Pengecoran Beton sebagai berikut :

- a. Beton yang mempunyai kekuatan tekan ($F'c$) lebih besar atau sama dengan 20 Mpa proporsi penakarannya harus didasarkan pada penakaran berat.
- b. Beton yang mempunyai kekuatan tekan ($F'c$) lebih kecil dari 20 Mpa proporsi penakarannya boleh menggunakan teknik penakaran volume.

2.6.2 Pencampuran

Metode pencampuran dapat dipisahkan menjadi dua yaitu pengadukan secara manual dan pengadukan menggunakan mesin. Pengadukan manual dengan menggunakan sekop sedangkan pengadukan mesin memanfaatkan tenaga mesin pengaduk seperti molen.

Biasanya, pengadukan secara manual dilakukan untuk volume beton di bawah 10m³ dan dapat menggunakan campuran dengan perbandingan volume 1 bagian semen: 2 bagian pasir: 3 bagian kerikil. Namun, untuk volume yang lebih besar, perlu

merencanakan desain beton dengan lebih cermat. (Mulyono, 2004). Berikut ini adalah tata cara pengadukan manual menurut Mulyono (2004) adalah sebagai berikut:

1. Pasir dengan semen dicampur (dalam keadaan kering) dengan komposisi tertentu, di atas tempat yang rata dan kedap air.
2. Pencampuran dilakukan sampai mendapatkan warna yang homogen.
3. Tambahkan kerikil kemudian lakukan pencampuran lagi.
4. Alat bantu dapat berupa sekop, cangkul, ataupun alat gali lainnya.
5. Buat lubang ditengah adukan, tambahkan kira — kira 75% dari kebutuhan air.
6. Aduk hingga rata dan tambahkan sedikit demi sedikit air yang tersisa.

Secara umum, pengadukan dengan mesin harus dilakukan menggunakan mesin-mesin yang telah disetujui penggunaannya. Mesin pengaduk harus diputar sesuai dengan kecepatan yang direkomendasikan oleh pabrik pembuatnya

Lamanya proses pengadukan mesin akan berdampak pada kualitas beton yang dihasilkan. Jika pengadukan berlangsung singkat, campuran bahan cenderung tidak merata, yang mengakibatkan pengikatan antar bahan dalam beton menurun. Sebaliknya, jika pengadukan terlalu lama, suhu beton bisa meningkat, menyebabkan kerusakan pada agregat, kehilangan air sehingga memerlukan penambahan air, peningkatan nilai Slump, dan penurunan kekuatan beton.

Di dalam SNI 03-3976-1995 Tata Cara Pengadukan Pengecoran Beton Pencampuran beton di lapangan harus mematuhi persyaratan berikut::

1. Beton harus dicampur secara menyeluruh hingga semua bahan terdistribusi merata, dan semua hasil pencampuran harus dikeluarkan sebelum mesin pencampur diisi kembali.;
2. Pencampuran harus dilakukan selama minimal 1,5 menit untuk setiap adukan berukuran 1 m³ atau kurang. Waktu pencampuran harus diperpanjang sebesar setengah persen menit untuk setiap penambahan setiap adukan berukuran 1 m³.;
3. Pencampuran harus diteruskan selama minimal 1,5 menit setelah semua bahan dimasukkan ke dalam mesin pencampur (sesuai dengan persyaratan alat pencampur yang mungkin berlaku)

4. Selama proses pencampuran, viskositas campuran beton harus terus dipantau dengan memeriksa nilai slump pada setiap batch beton yang baru.;
5. Viskositas beton harus disesuaikan dengan panjang perjalanan transportasinya.;
6. Jika produksi beton dilakukan oleh perusahaan beton siap pakai, konsistensi pencampuran harus sesuai dengan peraturan yang berlaku.
7. Perekaman data yang rinci harus dilakukan terhadap :
 - a. Waktu dan tanggal pengadukan dan pengecoran
 - b. Proporsi bahan yang digunakan
 - c. Jumlah batch-adukan yang dihasilkan
 - d. Lokasi pengecoran akhir pada struktur

2.6.3 Penuangan Adukan

Hal - hal yang perlu diperhatikan dalam penuangan adukan menurut PB,1979:28 (Mulyono,2004) adalah sebagai berikut:

1. Campuran yang akan dituangkan harus diletakkan sedekat mungkin dengan cetakan akhir agar tidak terpisah saat diproses kembali atau mengalir adukan.
2. Pembetonan harus dilakukan dengan kecepatan penuangan yang tepat sehingga campuran beton tetap plastis dan dapat dengan mudah mengalir ke dalam rongga di antara tulangan.
3. Campuran beton yang mengeras atau terkontaminasi tidak boleh dituangkan ke dalam struktur..
4. Beton yang belum sempurna mengeras atau telah dicampur dengan air tambahan tidak dapat dituang kecuali jika telah mendapat persetujuan dari pengawas yang berwenang..
5. Setelah proses pengecoran beton dimulai, pelaksanaannya harus dilakukan secara terus-menerus hingga selesai suatu bagian atau struktur tertentu, yang dibatasi oleh elemen-elemennya atau batas penghentian yang telah ditentukan, kecuali jika diizinkan atau dilarang dalam detail-detail pelaksanaan konstruksi.
6. Beton yang telah dicor harus dikompakkan dengan alat yang sesuai dengan cermat, dan upaya maksimal harus diberikan untuk tujuan ini..

2.6.4 Pemadatan Beton

Pengerjaan beton dengan kapasitas kecil dapat dilakukan dengan Menggunakan tongkat besi atau kayu sedangkan untuk pengecoran lebih besar dari 10 m³ menggunakan alat pemadat berupa concrete vibrator atau alat getar. Beberapa langkah umum dalam proses pemadatan adalah :

1. Pada jarak yang berdekatan atau pendek, pemadatan dengan alat getar dilaksanakan dalam waktu yang pendek.
2. Pemadatan dilaksanakan secara vertikal jatuh dengan beratnya sendiri.
3. Tidak menyebabkan naiknya air ke permukaan campuran.
4. Pemerataan pemadatan..
5. Alat getar dan bekisting tidak terhubung.
6. Malfungsi yang mengakibatkan beton tidak dapat dialirkan, diangkut atau bahkan dipindahkan.

2.6.5 Perawatan Beton (Curing)

Perawatan curing dilakukan setelah beton mencapai tahap pengerasan akhir, yaitu setelah beton mengeras sepenuhnya. Tujuan perawatan ini adalah untuk menjaga proses hidrasi pada beton tanpa gangguan. Jika proses ini terganggu, beton dapat mengalami retak karena kehilangan air secara cepat. Perawatan ini harus dilakukan selama minimal 7 hari, dengan beton mencapai kekuatan awal yang cukup minimal selama 3 hari, dan harus terus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali jika dilakukan perawatan percepatan. (Mulyono, 2004)).

Perawatan ini tidak hanya bertujuan untuk mencapai kekuatan beton yang tinggi, tetapi juga untuk meningkatkan kualitas ketahanan beton terhadap berbagai aspek, seperti ketahanan terhadap air, ketahanan terhadap abrasi, serta stabilitas dimensi struktur.

Perawatan ini bisa dilakukan melalui metode pengairan atau penguapan (steam), atau dengan menggunakan membran. Pemilihan metode ini didasarkan pada pertimbangan biaya yang terkait..

1. Perawatan dengan Pembasahan

Pembasahan bisa dilakukan baik di dalam laboratorium maupun di lapangan. Pekerjaan perawatan menggunakan teknik pembasahan ini bisa dilakukan dengan berbagai metode. seperti:

- a. Meletakkan beton segar dalam ruangan lembab
- b. Merendam beton segar dalam genangan air
- c. Menaruh beton segar pada bak penampung air
- d. Membasahi permukaan beton dengan air
- e. Menutup permukaan beton dengan karung basah
- f. Mebasahi permukaan beton secara bertahap
- g. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan compound.

Metode a, b, dan c digunakan sebagai contoh uji. Sementara metode d, e, dan f diterapkan pada beton yang permukaannya rata di lapangan, sementara metode f dan g digunakan pada beton dengan permukaan vertikal. Tujuan utama dari perawatan beton adalah untuk mencegahnya dari:

- a. Kehilangan air: semen yang cukup banyak pada waktu pembentukan beton
- b. Penguapan air pada hari-hari awal yang mengakibatkan kehilangan air
- c. Perbedaan suhu yang signifikan antara beton dan lingkungan sekitarnya yang terlalu besar.

2. Perawatan dengan Penguapan

Perawatan dengan uap dapat dibagi menjadi dua yaitu perawatan dengan tekanan rendah dan perawatan dengan tekanan tinggi. Perawatan tekanan rendah berlangsung selama 10 - 12 jam pada suhu 40° - 55°C. sedangkan dengan suhu tinggi dilakukan selama 10 — 16 jam pada suhu 65° — 95°C, dengan suhu akhir 40° - 55°C. sebelum perawatan dengan penguapan dilakukan, beton harus dipertahankan pada suhu 10°30°C.

Perawatan menggunakan metode penguapan berguna terutama di daerah yang mengalami musim dingin. Setelah itu, perawatan ini harus diikuti dengan pembasahan

setelah 24 jam, minimal selama 7 hari, untuk mencapai kekuatan tekan yang diinginkan pada usia 28 hari..

3. Perawatan dengan Membran

Membran yang dipakai untuk perawatan berperan sebagai penghalang fisik yang mencegah penguapan air. Bahan yang digunakan harus mengering dalam waktu 4 jam (sesuai waktu pengerasan akhir) dan membentuk lapisan film yang kontinu, kokoh, dan tidak saling bergabung, serta tidak beracun, tidak licin, tanpa lubang atau retakan, serta tidak membahayakan beton.

Lapisan plastik atau material kedap air serupa dapat digunakan dengan efektif. Penggunaan membran dalam perawatan sangat bermanfaat terutama untuk lapisan perkerasan beton yang kaku. Perawatan membran dapat dilakukan baik sebelum maupun setelah perawatan dengan pembasahan..

2.7 Ketentuan sifat-sifat campuran

Menurut buku Pedoman Pengerjaan Beton untuk jalan dan jembatan Pd T07-2005-B menguraikan batasan nilai slump untuk berbagai pekerjaan beton sebagai berikut:

- a. Campuran beton yang tidak memenuhi standar kekepalan, misalnya yang dinyatakan dengan nilai "slump", seperti yang diusulkan, tidak boleh digunakan dalam proyek. Kekepalan dan tekstur campuran harus diatur sedemikian rupa sehingga beton dapat dicor tanpa menghasilkan rongga, celah, gelembung udara, atau gelembung air, dan memberikan permukaan yang rata, halus, dan padat saat proses pembongkaran dilakukan.
- b. Untuk kebutuhan berbagai pekerjaan beton, nilai slump dapat merujuk pada Tabel 2.1. Namun, dalam situasi tertentu, nilai slump di luar tabel tersebut dapat digunakan dengan syarat ada bukti pengujian yang mendukung.
- c. Seluruh beton yang digunakan dalam pekerjaan harus memenuhi kuat tekan yang disyaratkan (atau berdasarkan hasil uji laboratorium yang berwenang), bila pengambilan contoh, perawatan dan pengujian sesuai dengan SNI 03-19741990,

SNI 03-4810-1998, SNI 03-2493-1991, SNI 03-2458-1991 sangat tidak dianjurkan menggunakan benda uji kubus, namun demikian apabila tetap menggunakan benda uji kubus maka harus dilakukan konversi terhadap benda Uji silinder.

Tabel 2.4 Nilai slump untuk berbagai pekerjaan beton

Uraian	Slump
Dinding, Pelat Pondasi dan pondasi telapak bertulang	5,0 – 12,5
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi bawah tanah	2,5 – 9,0
Pelat , balok, kolom dan dinding	7,5 – 15,0
Perkerasan Jalan	5,0 – 7,5
Pembetonan Masal	2,5 – 7,5

Sumber : google

2.8 Kekuatan Tekan Beton (f_c)

Setelah beton mengeras atau berhentinya proses hidrasi, maka terbentuklah suatu benda padat dan keras dengan sifat-sifat tertentu. Sifat-sifat tersebut perlu diketahui untuk dapat digunakan dalam perencanaan, atau untuk mengevaluasi kekuatan suatu struktur, atau untuk menentukan metode penanganan masalah.

Kuat Tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam proses terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji dapat berbentuk kubus ataupun selinder pada umur 28 hari.

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu beton dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan beton dinotasikan sebagai berikut (Mulyono,2004).

F_c = Kekuatan tekan beton yang disyaratkan

f_{cx} = Kekuatan beton yang didapatkan dari hasil uji kubus 150 mm atau selinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm (MPa)

f_c = Kekuatan tarik dari hasil uji selinder beton.

f_{cr} = Kekuatan tekan beton rata - rata yang dibutuhkan, sebagai dasar pemilihan perancang campuran beton (MPa).

S = Deviasi standar (s) (MPa).

Dalam merancang proporsi campuran beton, penting untuk memastikan bahwa beton menghasilkan kuat tekan yang sesuai dengan persyaratan. Selama tahap pelaksanaan konstruksi, campuran beton yang telah dirancang harus diproduksi dengan cermat untuk mengurangi kemungkinan beton yang memiliki kuat tekan di bawah nilai f_c yang diinginkan. Kriteria penerimaan beton harus sesuai dengan standar yang berlaku. Sesuai dengan Standar Nasional Indonesia, kuat tekan harus memenuhi 0.85 kali f_c untuk kuat tekan rata-rata dua silinder dan memenuhi $f_c + 0.82$ kali s untuk rata-rata empat benda uji yang berpasangan.

2.8.1 Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Tekan Beton

Pada umumnya, banyak factor yang dapat mempengaruhi kekuatan beton dengan tuntutan mutu dan keawetan yang tinggi, ada beberapa faktor utama yang dapat menentukan keberhasilan beton bermutu tinggi sesuai dengan perencanaan, diantaranya adalah

2.8.1.1 Faktor Air Semen (FAS)

Dalam campuran beton, air memiliki dua fungsi utama. Pertama, untuk memfasilitasi reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan pengerasan beton. Kedua, sebagai agen pelumas dalam campuran kerikil, pasir, dan semen untuk mempermudah proses pencetakan beton, asalkan campuran memiliki keplastisan yang memadai dan dapat dikerjakan dengan baik.

Faktor air semen (FAS atau w/c) adalah angka yang menunjukkan perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran beton. Dalam konteks beton berkualitas tinggi, w/c diartikan sebagai rasio berat air terhadap berat total semen dan

bahan tambahan yang berfungsi seperti semen, yang sering ditambahkan dalam campuran beton berkualitas tinggi. Faktor air semen yang rendah merupakan faktor utama dalam menciptakan beton berkualitas tinggi, dengan tujuan mengurangi porositas beton seminimal mungkin.

Hubungan antara perbandingan air dengan semen, banyaknya semen dalam Campuran, gradasi dari agregat, kelecakan (*workability*) dan kekuatan beton, pertamanya dipelajari oleh Professor Abrams di Amerika. Kekuatan beton bergantung pada perbandingan faktor air semen; semakin rendah nilai faktor air semen, semakin tinggi kuat tekan betonnya. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa dalam hampir semua situasi, beton dengan faktor air semen minimal yang masih mencukupi untuk memberikan *workability* yang diperlukan untuk pemadatan merupakan pilihan terbaik. (Go, 1994).

Pekerjaan ini dapat disimpulkan dalam suatu hukum perbandingan air dengan semen dari Abrams, sebagai berikut “Pada bahan-bahan beton dan keadaan pengujian tertentu, jumlah air campuran yang dipakai menentukan kekuatan beton” Hukum ini memberi arti, bahwa beton yang dipadatkan sempurna dengan agregat yang baik dan pada kadar semen tertentu, kekuatannya tergantung Pada perbandingan air dengan semen.

Fungsi FAS, yaitu :

- a. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan. :
- b. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*)

Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Umumnya nilai FAS yang diberikan minimum 0,4 dan maksimum 0,65 (Mulyono, 2004). Batasan nilai yang disyaratkan sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Apabila nilai FAS berada dibawah batasan minimum 0.4 maka akan berpengaruh terhadap proses hidrasi yang tidak maksimal, *workability* dan *durability* yang rendah_ sehingga akan berpengaruh pada kuat tekan beton yang rendah. Sedangkan apabila nilai FAS berada diatas batasan maksimum 0,65 maka adonan beton

akan menjadi encer, walaupun workability tinggi namun akan berpengaruh pada durability menjadi rendah dan kuat tekan akan turun.

2.8.1.2 Kualitas Agregat Halus (Pasir)

Kualitas agregat yang dapat digunakan untuk menghasilkan beton dengan kualitas tinggi adalah

- a. bentuknya bulat,
- b. Tekstur halus (*fineness*),
- c. Menurut penelitian, disimpulkan bahwa pasir yang memiliki modulus kehalusan antara 2,5 hingga 3,0 umumnya akan menghasilkan beton berkualitas tinggi (dengan FAS rendah) yang memiliki kuat tekan dan workability yang optimal. Bersih,
- d. Dari sumber yang sama disebutkan bahwa gradasi yang baik dan teratur sangat penting.

2.8.1.3 Kualitas Agregat Kasar (Batu Pecah)

Kualitas agregat kasar yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah:

- a. Porositas rendah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa porositas rendah akan menghasilkan campuran yang seragam, yang berarti memiliki keteraturan atau keseragaman baik dalam mutu (kuat tekan) maupun nilai slumpnya. Penggunaan agregat kasar dengan tingkat penyerapan air kurang dari 1% akan sangat diinginkan. Jika tidak, hal ini dapat menyulitkan pengendalian total kadar air dalam beton segar, yang pada akhirnya dapat mengakibatkan ketidakberaturan dan variasi besar dalam mutu dan nilai slump beton yang dihasilkan. Oleh karena itu, penggunaan sensor kadar air yang ketat pada setiap kelompok agregat yang digunakan sangat diperlukan.

- b. Bentuk fisik agregat.

Berdasarkan observasi bentuknya, batu pecah dengan bentuk kubikal dan ujung yang tajam terbukti menghasilkan kualitas beton yang lebih baik daripada penggunaan kerikil bulat (Go, 1994). Hal ini disebabkan karena bentuk kubikal

dan ujung yang tajam mampu memberikan daya lekat mekanis yang lebih kuat antara batuan dengan adukan semen.

c. Ukuran maksimum agregat.

Berdasarkan beberapa penelitian, menggunakan agregat yang lebih kecil dari 15 mm telah terbukti dapat meningkatkan kualitas beton (Go, 1994). Namun, penggunaan agregat kasar dengan ukuran maksimum 25 mm masih menunjukkan tingkat keberhasilan yang baik dalam menghasilkan beton berkualitas tinggi.

d. Bersih dan kuat tekan hancur yang tinggi.

Agregat yang digunakan harus bersih dari lumpur dan bahan organik yang dapat mempengaruhi atau mengurangi kuat tekan agregat tersebut.

e. Grada si yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

Susunan butiran agregat yang digunakan untuk menghasilkan beton mutu tinggi adalah agregat dengan gradasi yang berada di antara atau di dalam rentang nilai maksimum dan minimum yang disyaratkan dan sebaiknya diambil dari tempat yang sama..

2.8.1.4 Penggunaan Admixture dan Aditif Mineral Dalam Kadar Yang Tepat

Komposisi antara agregat kasar dan agregat halus harus diperhatikan dalam pembuatan beton. Karena semakin banyak proporsi agregat halus, dapat meningkatkan aliran beton segar, namun jika terlalu banyak, dapat mengurangi kuat tekan beton. Sebaliknya, jika terlalu banyak agregat kasar, dapat meningkatkan risiko segregasi pada beton.

Penggunaan bahan pengisi diperlukan untuk meningkatkan viskositas beton agar dapat menghindari bleeding dan segregasi. Untuk tujuan tersebut, bahan seperti fly ash, serbuk batu kapur, silica fume, atau yang sejenis dapat digunakan (Go, 1994). Serbuk bata merah juga termasuk dalam kategori pozzolan buatan yang mudah didapat dan harganya relatif murah di Indonesia. Bahan ini memiliki sifat higroskopis, sehingga dapat meningkatkan viskositas beton segar. Selain itu, serbuk bata merah juga memiliki

aktivitas pozzolanik yang dapat bereaksi dengan kapur bebas untuk membentuk tobermorite, suatu massa padat di dalam beton..

2.8.1.5 Prosedur Pencampuran atau Adukan

Kriteria dasar dalam merancang beton adalah kekuatan tekan dan korelasinya dengan faktor air semen yang dipakai. Kriteria ini sebenarnya sejalan dengan kemudahan dalam proses pengerjaannya karena, seperti yang disebutkan oleh Abram (1990) dalam Go (1994), untuk mencapai kekuatan yang tinggi, penggunaan air dalam campuran beton harus minimal.

Jika jumlah air yang digunakan terlalu sedikit, akan muncul kesulitan dalam proses pengerjaan, sebagaimana yang dinyatakan oleh Feret (Mulyono, 2004), yang mempertimbangkan pengaruh fongga (Voids). Kriteria lain yang harus dipertimbangkan adalah kemudahan dalam proses pengerjaan, seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Meskipun faktor air semen yang rendah akan menghasilkan kekuatan yang tinggi, namun kemudahan dalam proses pengerjaan mungkin tidak tercapai. Oleh karena itu, dalam merancang beton, hal ini tetap harus dipertimbangkan, salah satunya dengan penggunaan bahan tambahan atau zat aditif (Go, 1994).

Pemilihan agregat juga akan berdampak pada sifat-sifat pengerjaannya. Ukuran butiran yang besar dapat menyebabkan kesulitan dalam proses pengerjaan, terutama cenderung menyebabkan segregasi. Apabila hal ini terjadi, kemungkinan terbentuknya rongga-rongga saat beton mengeras akan meningkat. Selain dua kriteria utama tersebut, aspek lain yang perlu dipertimbangkan adalah keawetan (durability) dan permeabilitas beton itu sendiri..

Perencanaan campuran beton (concrete mix design) dimaksudkan untuk mendapatkan beton dengan mutu sebaik-baiknya, antara lain:

- a. Kuat tekan yang tinggi
- b. Mudah dikerjakan
- c. Tahan lama
- d. Murah (ekonomis)
- e. Tahan aus

Unsur-unsur pembentuk beton (semen, pasir, kerikil dan air) harus ditentukan secara proporsional, sehingga terpenuhi syarat-syarat:

- a. Nilai kekenyalan atau kelecakan tertentu yang memudahkan adukan beton ditempatkan pada cetakan / bekisting (sifat kemudahan dalam mengerjakan) dan memberikan kehalusan permukaan beton segar. Kekenyalan ditentukan dari,
 1. Volume pasta adukan
 2. Keenceran pasta adukan
 3. Perbandingan campuran agregat halus dan kasar
- b. Kekuatan rencana dan ketahanan beton setelah mengeras.
- c. Ekonomis dan optimum dalam pemakaian semen.

2.8.1.6 Pengontrolan Mutu Pelaksanaan Dan Koordinasi Yang Optimal

Pengendalian mutu beton harus dilakukan untuk menjaga agar beton yang dikerjakan di lapangan mempunyai kuat tekan sesuai dengan yang diharapkan Sebelumnya, yaitu mempunyai kuat tekan yang tidak kurang dari kuat tekan yang disyaratkan dalam rencana kerja dan syarat-syarat. Pengawasan terhadap mutu beton yang dibuat di lapangan, dilakukan dengan cara menghitung kuat tekan beton dari benda-benda uji yang diambil selama pelaksanaan.

2.9 Statistik Penelitian

Analisis statistik berdasarkan nilai kuat tekan beton dimaksudkan untuk mengetahui besar dan sumber variasi mutu beton, sehingga selanjutnya dilakukan langkah – langkah perbaikan dalam pengendalian mutu material dan proses produksi adukan beton.

Secara teoritis jumlah data minimal yang diperlukan untuk melakukan suatu evaluasi statistik adalah sebanyak minimal 30 buah sampel. Namun biasanya untuk mencapai jumlah sampel tersebut membutuhkan waktu yang lama, sehingga diperlukan cara lain, agar analisis atau evaluasi tetap dapat dilakukan walaupun jumlah data kurang dari 30 sampel. Biasanya jumlah data minimal yang diperlukan adalah 10 sampel (ACI 214R-02).

Beberapa catatan yang perlu diperhatikan untuk melakukan analisis data :

1. Jumlah data ideal untuk analisis statistic minimal 30.
2. Untuk mencapai data sebanyak 30 membutuhkan waktu yang panjang sedangkan proyek harus segera mungkin dievaluasi
3. Oleh karena itu analisis tetap dilakukan setiap 10 sampel sehingga waktu menjadi lebih singkat
4. Analisis harus diarahkan selain untuk mengetahui tercapai tidaknya kuat tekan yang diisyaratkan didalam kontrak juga diarahkan untuk mengetahui sumber bisa yang terjadi

