

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam menghasilkan beton berserat, diantaranya adalah :

1. Srisadewo Fauzi Adiprakoso, dkk (2013), dengan judul : Studi Perilaku Kuat Tekan Pada Beton Berserat Baja. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan serat baja akan menaikkan kuat tekan namun menurunkan modulus elastisitas. Peningkatan kuat tekan beton pada umur 28 hari yang terjadi sebesar 14% dengan kadar serat baja sebesar 2.5%.
2. Hamdi, dkk (2019), dengan judul : Pengaruh Penambahan Kawat Bendrat Galvanis Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Lentur Beton. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan kawat bendrat sebesar 1% sampai dengan 5% terhadap campuran beton masih menunjukkan peningkatan kekuatan lentur beton secara linier.
3. Nugraha Sagit Sahay, dkk (2010), dengan judul : Pengaruh Penambahan Kawat Bendrat Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan kawat bendrat tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap kuat tekan beton ringan dan kuat tekan rata-rata beton ringan maksimum dihasilkan pada penambahan kawat bendrat 2% sebesar 20,374 MPa.
4. Aris Widodo (2012), dengan judul : Pengaruh Penggunaan Potongan Kawat Bendrat Pada Campuran Beton Dengan Konsentrasi Serat Panjang 4 cm Berat Semen 350 kg/cm³ Dan FAS 0,5. Berdasarkan hasil penelitian, pada kuat tarik didapatkan peningkatan sebesar 39,931% yang tercapai pada konsentrasi serat sebesar $\pm 5\%$. Pada kuat tekan didapatkan kenaikan sebesar 31,648% pada konsentrasi $\pm 7,5\%$ dan pada modulus elastisitas didapatkan hasil sebesar 25670

Mpa pada konsentrasi serat $\pm 7,5\%$. Dengan demikian penggunaan kawat bendrat dapat meningkatkan kekuatan pada beton.

5. Juwarnoko (2019, Skripsi), dengan judul : Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton. Berdasarkan Hasil Penelitian, semakin besar penambahan serat kawat bendrat (*steel fiber*) ke dalam adukan beton maka semakin tinggi nilai kuat tekan beton hingga mencapai batas maksimum. Kuat tekan beton minimum terjadi pada beton normal yaitu 20,75 MPa. Dan kuat tekan maksimum terjadi pada saat penambahan serat sebanyak 2% yaitu sebesar 25,59 MPa. Pada kuat tarik belah, nilai kuat tarik belah minimum terjadi pada beton normal yaitu sebesar 1,95 MPa. Dan kuat tarik belah maksimum terjadi pada penambahan serat sebanyak 2% yaitu sebesar 2,38 MPa.

2.2. Beton

Menurut Pedoman Beton 1989, *Draft Konsesus* (SKBI.1.4.53, 1989: 4-5)^[1] beton didefinisikan sebagai campuran semen portland atau sembarang semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah. Macam dan jenis beton menurut bahan pembentuknya adalah beton normal, bertulang, pra-cetak, pra-tekan, beton ringan, beton tanpa tulangan, beton fiber dan lainnya.

Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dengan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Penambahan material lain akan membedakan jenis beton, misalnya yang ditambahkan adalah tulangan baja akan terbentuk beton bertulang.

2.2.1. Material Penyusun Beton

Adapun material penyusun beton adalah sebagai berikut :

1. Semen Portland

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150,1985^[2], semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Pemilihan tipe semen ini kelihatannya mudah dilakukan karena semen dapat langsung diambil dari sumbernya (pabrik). Hal itu hanya benar jika standar deviasi yang ditemui kecil, sehingga semen yang berasal dari beberapa sumber langsung dapat digunakan. Akan tetapi, jika standar deviasi hasil uji kekuatan semen besar, hal tersebut akan menjadi masalah. Saat ini banyak banyak tipe semen yang ada di pasaran sehingga kemungkinan variasi kekuatan semennya pun besar (ACI 318-89:2-1)^[3].

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

Peraturan Beton 1989 (SKBI.1.4.53.1989)^[4] dalam ulasannya di halaman 1, membagi semen portland menjadi lima jenis yaitu :

- Tipe I, Semen Portland jenis umum (*Normal Portland Cement*), yaitu semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
- Tipe II, Semen Portland jenis umum dengan perubahan-perubahan (*Modified Portland Cement*), yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Tipe III, Semen Portland dengan waktu pengerasan yang cepat (*High-Early-Strength Portland Cement*), yaitu semen portland yang dalam

penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.

- Tipe IV, Semen Portland dengan hidrasi panas yang rendah, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
- Tipe V, Semen Portland penangkal sulfat, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

2. Agregat

Menurut SNI 03-1737-1989^[5], agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan. Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. Agregat yang ukurannya lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan sipil lainnya, misalnya untuk pekerjaan jalan, tanggul-tanggul penahan tanah, bronjong, atau bendungan, dan lainnya. Agregat halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar dinamakan kerikil, split, batu pecah, kricak, dan lainnya.

Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat halus dan agregat kasar berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan yang lainnya. Meskipun demikian, dapat diberikan batasan ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (Standar ASTM).

Menurut SNI 03-2834-2000^[6], pengertian agregat kasar dan agregat halus adalah sebagai berikut :

- Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm.

- Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm.

3. Air

Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, maka sangat diperlukan agar memeriksa apakah air yang digunakan memenuhi syarat-syarat tertentu. Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ, dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton.

Air laut umumnya mengandung 3.5% larutan garam (sekitar 78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam-garaman dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20%. Air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran beton pra-tegang ataupun beton bertulang karena resiko terhadap karat lebih besar. Air buangan industri yang mengandung asam alkali juga tidak boleh digunakan.

4. Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah (*Admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya.

Menurut Pedoman Beton 1989 SKBI.1.4.53.1989 (Ulasan Pedoman Beton 1989: 29)^[7], jenis bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah. Jenis dan definisi bahan tambah kimia ini adalah sebagai berikut :

- Tipe A “*Water-Reducing Admixtures*”

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

konsistensi tertentu. *Water-Reducing Admixtures* digunakan antara lain untuk tidak mengurangi kadar semen dan nilai slump untuk memproduksi beton dengan nilai perbandingan atau rasio faktor air semen (wcr) yang rendah. Atau dengan tidak mengubah kadar semen yang digunakan dengan faktor air semen yang tetap maka nilai slump yang dihasilkan dapat lebih tinggi. Hal lain juga dimaksudkan dengan mengubah kadar semen tetapi tidak mengubah faktor air semen dan slump.

– Tipe B “*Retarding Admixtures*”

Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu untuk pemadatan untuk menghindari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan.

– Tipe C “*Accelerating Admixtures*”

Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (*hidrasi*) dan mempercepat pencapaian kekuatan awal beton. *Accelerating Admixtures* yang paling terkenal adalah kalsium klorida. Bahan kimia lain yang berfungsi sebagai pemercepat antara lain adalah senyawa-senyawa garam seperti klorida, bromide, karbonat, silikat dan terkadang senyawa organik lainnya seperti tri-etanolamin. Dosis maksimum adalah 2% dari berat semen yang digunakan.

– Tipe D “*Water Reducing and Retarding Admixtures*”

Water Reducing and Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal. Bahan ini digunakan untuk menambah

kekuatan beton. Bahan ini juga akan mengurangi kandungan semen yang sebanding dengan pengurangan air.

– Tipe E “*Water Reducing and Accelerating Admixtures*”

Water Reducing and Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan awal.

– Tipe F “*Water Reducing, High Range Admixtures*”

Water Reducing, High Range Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Kadar pengurangan air dalam bahan ini lebih tinggi sehingga diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan air yang sedikit, tetapi tingkat kemudahan pekerjaan juga lebih tinggi. Jenis bahan tambah ini dapat berupa *superplasticizer*.

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

Water Reducing, High Range Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton. Jenis bahan tambah ini merupakan gabungan *superplasticizer* dengan menunda waktu pengikatan.

2.3. Beton Serat (*Fibre Concrete*)

Beton serat merupakan campuran beton ditambah serat, umumnya berupa batang-batang dengan ukuran 5-500 μ m, dengan panjang sekitar 25 mm. Menurut ACI (*American Concrete Institute*)^[8] beton berserat adalah beton yang terbuat dari semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar, dan sejumlah kecil serat yang tersebar secara acak, yang mana masih dimungkinkan untuk diberi bahan-bahan *additive*. Bahan serat

dapat berupa serat asbestos, serat plastik (poly-propylene), atau potongan kawat baja. Kelemahannya yaitu sulit dikerjakan, namun lebih banyak kelebihanannya antara lain kemungkinan terjadi segregasi kecil, daktail, dan tahan benturan. Dalam ACI Committee 544^[9] dikatakan bahwa semua material yang terbuat dari baja/besi yang berbentuk fisik kecil / pipih dan panjang dapat dimanfaatkan sebagai serat pada beton.

Ada beberapa serat yang sering dipakai dalam campuran beton, salah satunya adalah serat baja. Sifat-sifat kawat dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Sifat-Sifat Kawat yang Digunakan Sebagai Bahan Serat Lokal

Jenis Kawat	Kuat Tarik (MPa)	Perpanjangan Pada Saat Putus (%)	Specific Gravity
Kawat Baja	230,0	10,5	7,77
Kawat Bendrat	38,5	5,5	6,68
Kawat Biasa	25,0	30,0	7,70

(Sumber: Suhendro 2012)

Kelebihan fiber ini adalah kekuatan dan modulusnya yang tinggi, akan tetapi memiliki kelemahan yaitu sangat korosif. Hal ini akan terlihat jika ada sebagian dari fiber yang tidak terlindungi atau tertutup beton. Oleh karena itu, pada penelitian ini jenis kawat yang digunakan adalah kawat bendrat galvanis yang dimana kawat ini dilapisi logam anti karat atau *non corrosive metal* pada besi yang dapat menutupi kelemahan dari fiber ini.

Adapun bentuk fiber baja adalah sebagai berikut :

- 1) Lurus (*straight*)
- 2) Berkait (*hooked*)
- 3) Bergelombang (*crimped*)
- 4) *Double duo form*
- 5) *Ordinary duo form*
- 6) Bundel (*paddled*)

7) Bergerigi (*idented*)

2.4. Sifat dan Karakteristik Campuran Beton

Sifat dan karakteristik campuran beton segar secara tidak langsung akan memengaruhi beton yang telah mengeras. Pasta semen tidak bersifat elastis sempurna, tetapi merupakan *viscoelastic-solid*. Gaya gesek dalam, susut, dan tegangan yang terjadi biasanya tergantung dari energi pemadatan dan tindakan preventif terhadap perhatiannya pada tegangan dalam beton. Hal ini tergantung dari jumlah dan distribusi air, kekentalan aliran gel (pasta semen) dan penanganan pada saat sebelum terjadi tegangan serta kristalin yang terjadi untuk pembentukan porinya. Beberapa sifat dan karakteristik beton yang perlu diperhatikan antara lain adalah modulus elastisitas beton, kekuatan tekan, permeabilitas dan sifat panas.

2.4.1. Sifat dan Karakteristik Bahan Penyusun

Selain kekuatan pasta semen, hal lain yang perlu menjadi perhatian adalah agregat. Seperti yang telah dijelaskan, proporsi campuran agregat dalam beton adalah sekitar 70-80%, sehingga pengaruh agregat akan menjadi besar, baik dari sisi ekonomi maupun dari sisi tekniknya. Semakin baik mutu agregat yang digunakan, secara linier dan tidak langsung akan menyebabkan mutu beton menjadi baik, begitu juga sebaliknya.

Agregat yang digunakan dalam beton berfungsi sebagai bahan pengisi, namun karena presentase agregat yang besar dalam volume campuran, maka agregat memberikan kontribusi terhadap kekuatan beton. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton terhadap agregat adalah sebagai berikut :

1. Perbandingan agregat dengan semen campuran
2. Kekuatan agregat
3. Bentuk dan ukuran
4. Tekstur permukaan

5. Gradasi
6. Reaksi kimia
7. Ketahanan terhadap panas

2.4.2. Metode Perawatan

1. Penentuan Proporsi Bahan (*Mix Design*)

Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui perancangan beton (*mix design*). Hal ini dimaksudkan agar proporsi dari campuran dapat memenuhi syarat kekuatan serta dapat memenuhi aspek ekonomis. Metode perancangan ini pada dasarnya menentukan komposisi dari bahan-bahan penyusun beton untuk kinerja tertentu yang diharapkan. Penentuan proporsi campuran dapat digunakan dengan beberapa metode yang dikenal, antara lain :

- Metode *American Concrete Institute*
- *Portland Cement Association*
- *Road Note No.4*
- *British Standard, Department of Engineering*
- Departemen Pekerjaan Umum (SK.SNI.T-15-1990-03)

2. Metode Pencampuran (*Mixing*)

Metode pencampuran dari beton diperlukan untuk mendapatkan kelecakan yang baik sehingga beton dapat dengan mudah dikerjakan. Kemudahan pengerjaan atau *workability* pada pekerjaan beton didefinisikan sebagai kemudahan untuk dikerjakan, dituangkan dan dipadatkan serta dibentuk dalam acuan (Ilsley, 1942:224 dalam Mulyono 2004)^[10]. Kemudahan pengerjaan ini diindikasikan melalui slump test; semakin tinggi nilai slump, semakin mudah untuk dikerjakan. Namun demikian nilai dari slump ini harus dibatasi. Nilai slump yang terlalu tinggi akan membuat beton kropos setelah mengeras karena air yang terjebak dalamnya menguap.

Metode pengadukan atau pencampuran beton akan menentukan sifat kekuatan dari beton, walaupun rencana campuran baik dan syarat mutu bahan telah terpenuhi. Pengadukan yang tidak baik akan menyebabkan terjadinya *bleeding*, dan hal-hal lain yang tidak dikehendaki.

3. Pengecoran

Metode pengecoran akan mempengaruhi kekuatan beton. Jika syarat-syarat pengecoran tidak terpenuhi, kemungkinan besar kekuatan tekan yang direncanakan tidak akan tercapai.

4. Pematatan

Pematatan yang tidak baik akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton, karena tidak terjadinya pencampuran bahan yang homogen. Pematatan yang berlebih pun akan menyebabkan terjadinya *bleeding*. Pematatan harus dilakukan sesuai dengan syarat mutu. Hal lain yang dapat dilakukan adalah melihat manual pematat yang digunakan sehingga pematatan pada campuran beton dapat dilakukan secara efisien dan efektif.

2.4.3. Perawatan

Perawatan terutama dimaksudkan untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan, yang terutama disebabkan oleh suhu. Cara dan bahan serta alat yang digunakan untuk perawatan akan menentukan sifat dari beton keras yang dibuat, terutama dari sisi kekuatannya. Waktu-waktu yang dibutuhkan untuk merawat beton pun harus terjadwal dengan baik.

2.4.4. Kondisi pada Saat Pengerjaan Pengecoran

Kondisi pada saat pekerjaan pengecoran akan mempengaruhi kualitas beton yang dibuat. Faktor-faktor tersebut antara lain :

1. Bentuk dan ukuran contoh
2. Kadar air
3. Suhu contoh
4. Keadaan permukaan landasan

5. Cara pembebanan

2.5. Klasifikasi dan Mutu Beton

2.5.1. Klasifikasi Beton

Berdasarkan berat jenis beton keras ini, beton diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok, seperti tercantum pada Tabel 2.1.

Tabel 2.2 Jenis-jenis Beton

Jenis Beton	Berat Jenis Massa (ton/m ³)	Agregat Yang Digunakan	Pemakaian
Beton Ringan	< 2,0	Tepung abu bakar yang mengeras, batu tulis, tanah liat yang direnggangkan, sisa batu bara yang berbusa, batu apung	Dipakai untuk bangunan yang memikul beban ringan, pembuatan lapis penyekat suara, tembok interior
Beton Normal	2,0 - 2,8	Pasir, kerikil, terak dapur tinggi, batu pecah, koral, serpih-serpih batu	Dipakai untuk konstruksi tempat tinggal
Beton Berat	> 2,8	Butir besi, barito, <i>magnetic</i>	Dipakai untuk massa yang berat dan pelindung sinar gamma

(Sumber : TEDC Bandung, 1983)

Berdasarkan teknik pembuatan, beton dapat dibedakan atas :

1. Beton biasa

Beton ini dibuat dalam keadaan plastis (basah). Cara pembuatannya didasarkan atas beton siap pakai (*ready concrete*) dibuat di pabrik dan beton in situ (beton yang dibuat dilapangan).

2. Beton *precast*

Beton ini dalam bentuk elemen-elemen yang merupakan rangka dari konstruksi yang akan dibuat. Jadi beton ini dipasang dalam keadaan mengeras.

3. Beton *prestress*

Beton ini dibuat dengan memberi tegangan dalam beton sebelum beton mendapat beban luar, kecuali beton dengan beban sendiri.

2.5.2. Kelas dan Mutu Beton

Beton untuk konstruksi beton bertulang dibagi dalam mutu dan kelas seperti tercantum dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.3 Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	Ø bk (kg/cm ²)	Ø bm Dg.s = 46 (kg/cm ²)	Tujuan	Mutu Agregat	Kekuatan Beton
I	B0	-	-	Non- struktural	Ringan	Tanpa
II	B1	-	-	Struktural	Sedang	Tanpa
	K125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
	K225	225	300	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K>225		>300	Struktural	Ketat	Kontinu

(Sumber : TEDC Bandung, 1983)

1. Beton Kelas I

Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non-struktural. Untuk pelaksanaannya tidak perlu keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu-mutu bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan pemeriksaan.

2. Beton Kelas II

Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar, yaitu B1, K-125, K-175, K-225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan sedang terhadap mutu-mutu bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K-125, K-175, K-225 pengawasan mutu terdiri dari pengawasan yang ketat terhadap mutu bahan-bahan dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu.

3. Beton Kelas III

Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural dimana dipakai mutu beton dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm^3 . Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Diisyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap yang dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

2.6. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan tekan beton dinotasikan sebagai berikut (PB,1989:16)^[11]:

- f'_c = Kekuatan tekan beton yang diisyaratkan(MPa).

- f_{ck} = Kekuatan tekan beton yang didapatkan dari hasil uji kubus 150 mm atau dari silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm (MPa).
- f_c = Kekuatan tekan dari hasil uji belah silinder beton (MPa).
- f'_{cr} = Kekuatan tekan beton rata-rata yang dibutuhkan, sebagai dasar pemilihan perancangan campuran beton (MPa).
- S = Deviasi standar (s) (MPa).

Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang diisyaratkan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehingga memperkecil frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan yang lebih rendah dari $f'c$ seperti yang telah diisyaratkan. Kriteria penerimaan beton tersebut harus pula sesuai dengan standar yang berlaku. Menurut Standar Nasional Indonesia, kuat tekan harus memenuhi $0.85 f'c$ untuk kuat tekan rata-rata dua silinder dan memenuhi $f'c + 0.82 s$ untuk rata-rata empat buah benda uji yang berpasangan. Jika tidak memenuhi, maka diuji mengikuti ketentuan selanjutnya.

2.7. Faktor Air Semen (FAS)

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0.4 dan maksimum 0.65 (Tri Mulyono, 2004)^[12]. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya.

2.8. Slump Beton

Menurut SNI 03-1972-1990^[13], slump beton ialah besaran kekentalan (*viscosity*) / plastisitas dan kohesif dari beton segar. *Slump* beton segar harus dilakukan sebelum dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak. Pengukuran slump dilakukan dengan mengacu pada aturan yang ditetapkan dalam 2 peraturan standar yaitu SNI 03-1972-1990 (Metode Pengujian Slump Beton) dan PBI 1971 NI 2 (Peraturan Beton Bertulang Indonesia) :

1. SNI 03-1972-1990

Pengukuran slump berdasarkan peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut :

a. Kerucut Abrams

- Kerucut terpancung dengan bagian atas dan bawah terbuka
- Diameter atas 102 mm
- Diameter bawah 203 mm
- Tinggi 305
- Tebal plat minimal 1.2 mm

b. Batang besi penusuk

- Diameter 16 mm
- Panjang 600 mm
- Memiliki ujung yang dibulatkan dibuat dari baja yang bersih dan bebas dari karat

c. Alas : Plat logam dengan permukaan yang kokoh, rata dan kedap air

2. PBI 1971 NI 2

Pengukuran slump berdasarkan peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut :

- a. Kerucut Abrams
 - Kerucut terpancung dengan bagian atas dan bawah terbuka
 - Diameter atas 10 cm
 - Diameter bawah 20 cm
 - Tinggi 30 cm
- b. Batang besi penusuk
 - Diameter 16 mm
 - Panjang 60 cm
 - Ujung dibulatkan
- c. Alas : Rata, tidak menyerap air.