

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Uraian Umum

Beton adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat. Dalam pengertian umum beton berarti campuran bahan bangunan berupa pasir dan kerikil atau koral kemudian diikat semen bercampur air. Sifat beton berubah karena sifat semen, agregat dan air, maupun perbandingan pencampurannya. Untuk mendapatkan beton optimum pada penggunaan yang khas, perlu dipilih bahan yang sesuai dan dicampur secara tepat. (Widiarto, 2012 dalam Deanris Kurnia, 2017).

Beton dibentuk dari campuran agregat (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen. Singkatnya dapat dikatakan pasta bahwa semen mengikat pasir dan bahan agregat lain (batu kerikil, basalt dan sebagainya). Rongga diantara bahan-bahan kasar diisi oleh bahan-bahan halus. (Gideon Kusuma, 1997).

Self Compacting Concrete adalah beton yang mampu mengalir sendiri yang dapat dicetak pada bekisting dengan tingkat penggunaan alat pemadat yang sangat sedikit atau bahkan tidak dipadatkan sama sekali. Beton ini, memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan *admixture superplasticizer* untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat pemadat. Sekali dituang ke dalam cetakan, beton ini akan mengalir sendiri mengisi semua ruang mengikuti prinsip gravitasi, termasuk pada pengecoran beton dengan tulangan pembesian yang sangat rapat. Beton ini akan mengalir ke semua celah di tempat pengecoran dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton. (Ladwing, II – M., Woise, F., Hemrich, W . and Ehrlich, N. dalam Sugiharto, 2001).

Beton SCC harus memenuhi tiga syarat utama: 1) kemampuan untuk mengalir (*flowability*); 2) kemampuan untuk melewati (*passingability*); dan 3) kemampuan pencegahan segregasi agregat (*segregation resistance*) (Okamura, 2003).

B. Penelitian Terdahulu

Menurut Mariani, Sampebulu, Ahmad (2009) dalam jurnal yang berjudul “pengaruh penambahan *admixture* terhadap *Self Compacting Concrete* (SCC)”. Disini peneliti membahas mengenai pengaruh *superplastizicer* terhadap beton. Kesimpulan dari penelitian ini adalah (1) Penambahan *admixture superplastizicer* berpengaruh terhadap karakteristik SCC yaitu tingkat kelecakan aliran (*workabilitas*). (2) Pengaruh penambahan *admixture superplastizicer* terhadap karakteristik *workabilitas* SCC yaitu, semakin besar kadar *superplastizicer* yang di berikan maka semakin tinggi tingkat kelecakan aliran yang di ukur dengan nilai *slump-flow* SCC. Sebaliknya, semakin besar kadar *superplastizicer* yang diberikan maka semakin menurun kekuatan tekan SCC. (3) Kadar 1,5 % *superplastizicer* adalah optimal dilihat dari tingkat kelecakan aliran (*workabilitas*) dan kekuatan tekan SCC.

Menurut Slamet Widodo, (2013) dalam jurnal yang berjudul “Optimalisasi Kuat Tekan *Self-Compacting Concrete* Dengan Cara *Trial-Mix* Komposisi Agregat Dan *Filler* Pada Campuran Adukan Beton” menyimpulkan bahwa Komposisi agregat memberikan pengaruh terhadap sifat beton segar, yaitu pada *workability* dan aliran beton segar. Hal itu terlihat pada besarnya nilai *slump* dan *slump flow*. Banyaknya agregat kasar mempengaruhi daya alir beton, pada komposisi agregat sekitar 50% - 60% (misal; pasir : kerikil = 1 : 1 dan pasir : kerikil = 1 : 1,5) daya alir beton baik karena nilai *flowability* / *slump flow* yang dicapai 70 cm, lebih besar dari *slump flow* minimal yaitu 65 cm, sedangkan pada komposisi pasir : kerikil = 1 : 2 nilai *slump flow* adalah 60 cm (kurang dari *slump flow* standar) sehingga dikatakan daya alir beton pada perlakuan tersebut tidak memenuhi syarat (beton segar sulit mengalir). Hasil kuat tekan

Self Compacting Concrete yang dicapai ditunjukkan dengan besarnya nilai kuat tekan rata – rata beton pada umur 28 hari. Hasil kuat tekan *SCC* ini berubah seiring perubahan komposisi agregat, pada komposisi pasir dibanding kerikil = 2 : 1 kuat tekan mulai naik dan mencapai kuat tekan tertinggi pada komposisi pasir : kerikil = 1 : 1,5 dan mengalami penurunan pada perlakuan pasir : kerikil = 1 : 2.

Menurut Ariyani dan Laia (2013) dalam jurnal yang berjudul “Pengaruh Pemakaian *Fly Ash* Dan *Superplasticizer* Pada Kuat Tekan Beton” menyimpulkan bahwa Kuat Tekan Maksimum dicapai pada campuran penggantian fly ash 20% dan *superplasticizer SikaCim Concrete Additive* 0,6% yaitu sebesar 55,95 MPa dengan kuat tekan pada beton normal adalah 39,51 MPa. Penggunaan *superplasticizer SikaCim Concrete Additive* dapat mempermudah pengadukan beton, dimana nilai *slump* berkisar antara 50 – 100 mm. Semakin banyak penggunaan *fly ash*, maka semakin kecil nilai *slump*.

Menurut Sofyan, dkk (2016) dalam jurnal yang berjudul “Pengaruh Penggunaan *SikaCim Concrete Additive* Terhadap Kuat Tekan Beton” menyimpulkan bahwa Kuat tekan rata-rata beton normal pada umur 3, 7, 10, dan 28 hari adalah 12,6 Mpa, 14,9 Mpa, 18,9 Mpa, dan 25,6 Mpa. Sedangkan untuk beton dengan penambahan *Sikacim Concrete Additive* 1% dari berat semen didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar 17,7 Mpa, 20,8 Mpa, 25,1 Mpa, dan 28,3 Mpa. Rasio peningkatan kuat tekan beton normal dengan beton menggunakan *Sikacim Concrete Additive* pada umur 3, 7, 10, dan 28 hari adalah 40,48%, 39,60%, 32,80% dan 10,55%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa beton dengan penambahan *Sikacim Concrete Additive* mengalami peningkatan yang tinggi pada minggu pertama umur beton. Penggunaan bahan tambah *Sikacim Concrete Additive* menyebabkan peningkatan kekuatan beton yang tinggi jika dibandingkan dengan beton normal dengan rasio peningkatan rata-rata sebesar 24,68%. Dengan penambahan *Sikacim Concrete Additive* 1% pada umur beton 10 hari

didapatkan kuat tekan rencana dengan kuat tekan rata-rata sebesar 25,1 Mpa, dari mutu beton rencana $f'c = 25$ Mpa.

Menurut Fajar Yusup (2018) dalam skripsi yang berjudul “Pengaruh Komposisi Agregat Dan proporsi *Superplasticizer* Terhadap *Slump Flow* Dan Kuat Tekan Beton Memadat Mandiri (*Self Compacting Concrete*)” menyimpulkan bahwa Kuat tekan beton paling tinggi diperoleh oleh variasi beton dengan komposisi agregat 50:50 dengan proporsi *superplasticizer* 2,5% dengan hasil kuat tekan umur 7 hari adalah 47,84 MPa atau K 587 kg/m². Berat beton kering paling ringan diperoleh oleh variasi beton dengan komposisi agregat 60:40 dengan proporsi *superplasticizer* 1,5% dengan hasil berat beton 2.295,45 kg. Hubungan yang terjadi antara diameter sebaran *slump flow* dan kuat tekan beton adalah pada peningkatan proporsi *superplasticizer* 0,5% ke 1,5% semua variasi menunjukkan peningkatan diameter *slump flow* beriringan dengan peningkatan kuat tekan, namun pada proporsi *superplasticizer* 2,5% semua terjadi peningkatan diameter *slump flow* namun peningkatan kuat tekan hanya terjadi pada variasi komposisi (pasir : batu pecah) 50:50 sedangkan variasi komposisi yang lain mengalami penurunan kuat tekan yang signifikan dikarenakan terjadi *bleeding* pada beton. Secara garis besar semakin besar proporsi *superplastizer* maka berat beton semakin meningkat karena beton semakin padat.

Dari hasil penelitian Slamet Widodo (2013) menyimpulkan bahwa kuat tekan beton SCC tertinggi terjadi pada komposisi pasir : kerikil = 1 : 1,5. Penggunaan *Sikacim Concrete Additive* dengan proporsi 0,6% pada penelitian Ariyani N dan Laila P dan proporsi 1% pada penelitian Sofyan berpengaruh terhadap meningkatnya kuat tekan beton dengan peningkatan lebih dari 20%. Sedangkan dari penelitian Fajar Yusup secara garis besar semakin besar proporsi *superplastizer* maka berat beton semakin meningkat karena beton semakin padat dan kuat tekan beton paling tinggi diperoleh oleh variasi beton dengan komposisi agregat 50:50 dengan proporsi *superplasticizer* 2,5% dengan hasil kuat tekan umur 7 hari. Maka dari itu

penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi agregat dengan variasi komposisi pasir dan kerikil 50:50 dengan uji kuat tekan beton pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

C. Landasan Teori

1. Beton Memadat Mandiri (*Self Compacting Concrete*)

Beton memadat mandiri, biasa disebut dengan *SCC*, adalah campuran beton yang mampu memadat sendiri tanpa menggunakan alat pemadat atau mesin penggetar (*vibrator*). *SCC* pertama kali diperkenalkan oleh Okamura pada tahun 1990-an, sebagai upaya mengatasi persoalan pengecoran di Jepang. Campuran *SCC* segar ini lebih cair daripada campuran beton konvensional. Campuran ini dapat mengalir dan memadat ke setiap sudut struktur bangunan yang sulit dijangkau oleh pekerja dan mengisi tinggi permukaan yang diinginkan dengan rata (*self leveling*) tanpa mengalami *bleeding*. Selain itu campuran ini mampu mengalir melalui celah-celah antar besi tulangan tanpa terjadi segregasi atau pemisahan materialnya.

Pemilihan penggunaan beton *SCC* tentunya didasari beberapa faktor yang membedakan beton *SCC* dengan beton konvensional, berikut adalah kelebihan dan kekurangan dari beton *SCC* ;

Kelebihan dari Beton *SCC* :

- a. Kuat tekan yang lebih besar daripada beton pada umumnya.
- b. Proses pengerjaan lebih hemat tenaga dan mesin.
- c. Porositas lebih kecil

Kekurangan dari Beton *SCC* ;

- a) Harga beton memadat mandiri relatif lebih mahal.
- b) Menentukan trial terlebih dahulu sebelum mix design.

2. Sifat - Sifat Beton SCC

Untuk mengetahui sifat-sifat beton SCC yang baik dapat ditinjau pada dua hal, yaitu sebagai berikut :

a. Pada beton segar (*fresh state concrete*)

Beton SCC dalam keadaan segar harus memiliki tingkat kemampuan pengerjaan yang baik diantaranya :

- 1) Kemampuan campuran beton segar untuk mengisi ruangan.
- 2) Kemampuan campuran beton segar untuk melewati tulangan.
- 3) Ketahanan campuran beton segar terhadap segregasi.

b. Pada beton keras (*hardened concrete*)

Dalam proses pengerasan beton keras maksimal apabila memiliki komponen sebagai berikut :

- 1) Memiliki tingkat penyerapan dan permeabilitas yang rendah.
- 2) Mempunyai tingkat durabilitas yang tinggi.
- 3) Mampu membentuk campuran beton yang homogen.

3. Bahan Penyusun Beton SCC

Bahan untuk pembuatan beton SCC diantaranya ada semen, agregat kasar (kerikil atau split), agregat halus (pasir), air dan juga dengan bahan tambahan *additive*. Komposisi bahan baku yang berbeda-beda akan mempengaruhi sifat beton yang dihasilkan nantinya.

1. Semen Portland

Semen portland dibuat dari semen hidrolis yang dihasilkan dengan menghaluskan klinker utama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu-ikat (umumnya gips). Klinker semen

portland dibuat dari batu kapur, silica, alumina, dan oksida besi. Ada beberapa jenis semen portland dan kegunaanya yaitu sebagai berikut :

- a. Jenis semen portland type I, yaitu untuk konstruksi bangunan seperti rumah permukiman, gedung bertingkat, dan jalan raya. Karakteristik semen portland type I ini cocok digunakan di lokasi pembangunan di kawasan yang jauh dari pantai dan memiliki kadar sulfat rendah.
- b. Jenis semen portland type II, yaitu umumnya sebagai material bangunan yang letaknya dipinggir laut, tanah rawa, dermaga, saluran irigasi, dan bendungan. Karakteristik semen portland type II yaitu tahan terhadap asam sulfat antara 0,10 hingga 0,20 persen dan hidrasi panas yang bersifat sedang.
- c. Jenis semen portland type III, yaitu untuk pembuatan bangunan tingkat tinggi, jalan beton atau jalan raya bebas hambatan, hingga bandar udara dan bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan asam sulfat. Ketahanannya portland type III menyamai kekuatan umur 28 hari beton yang menggunakan portland type I. Karakteristik semen portland type III diantaranya adalah memiliki daya tekan awal yang tinggi pada permulaan setelah proses pengikatan terjadi.
- d. Jenis semen portland type IV, yaitu untuk dam hingga lapangan udara. Karakteristik semen portland IV adalah jenis semen yang dalam penggunaannya membutuhkan panas hidrasi rendah.
- e. Jenis semen portland type V, yaitu untuk memenuhi kebutuhan di wilayah dengan kadar asam sulfat tinggi seperti misalnya rawa-rawa, air laut atau pantai, serta kawasan tambang. Jenis bangunan yang membutuhkan jenis ini diantaranya bendungan, pelabuhan, konstruksi dalam air, hingga pembangkit tenaga nuklir. Karakteristik semen portland type V untuk konstruksi bangunan

yang membutuhkan daya tahan tinggi terhadap kadar asam sulfat tingkat tinggi lebih dari 0,20 persen.

2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam beton. Agregat yang umum dipakai adalah pasir, kerikil dan batu-batu pecah.

Pemilihan agregat berdasarkan komponen sebagai berikut :

- a. Syarat-syarat yang ditentukan beton.
- b. Persediaan lokasi pembuatan beton.
- c. Perbandingan yang telah ditentukan antara biaya dan mutu.

Sekitar 70 % volume mortar atau beton diisi oleh agregat. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton (Tjokrodinuljo,2007).

Dalam campuran beton, agregat yang digunakan adalah agregat dalam keadaan jenuh kering muka atau biasa dikenal dengan keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*). Maksud dari jenuh kering muka ialah keadaan dimana permukaan agregat tidak mengandung air, tetapi bagian dalamnya terisi oleh air. Sedangkan berat jenis agregat adalah berat jenis partikel agregat dalam keadaan jenuh kering muka.

Jenis agregat biasanya dibedakan berdasarkan besar kecilnya ukuran butiran.

Ada 2 jenis agregat yang dibutuhkan untuk pembuatan beton, yaitu :

a) Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam yang didapatkan dengan cara menggali endapan dari sungai atau melalui tambang pasir dan pecahan batu.

Menurut standar SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A) agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- (1) Butir-butirnya tajam dan keras dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$
- (2) Kekal, tidak mudah pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Jikan diuji dengan larutan garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimal 12% jika dengan garam magnesium sulfat maksimum 18%.
- (3) Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
- (4) Tidak mengandung zat organik yang terlalu banyak, yang dibuktikan dengan larutan 3% NaOh, yaitu warna cairan diatas endapan diatas agregat halus tidak boleh lebih gelap dari pada warna standar pembanding.
- (5) Modulus halus butir memenuhi antara 1,50 – 3,80 dan sesuai dengan variasi butir sesuai dengan standar gradasi.
- (6) Khusus untuk beton untuk tingkat keawetan tinggi, agregat halus tidak reaktif terhadap alkali.
- (7) Agregat halus dari laut/pantai, boleh dipakai asal dengan petunjuk lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

Tabel 2.1 Batasan susunan butir agregat halus

Ukuran Saringan (Aayakan)				% Lolos Saringan/Ayakan				ASTM C-33 Fine Aggregate
				SNI 03-2834-2000				
mm	SNI	ASTM	inch	Pasir Kasar Gradasi No. 1	Pasir Sedang Gradasi No. 2	Pasir Agak Halus Gradasi No. 3	Pasir Halus Gradasi No. 4	Sieve Analysis
9,50	9,6	¾ in	0,3750	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100
4,75	4,8	no. 4	0,1870	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100	95 - 100
2,36	2,4	no. 8	0,0937	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100	80 - 100
1,18	1,2	no. 16	0,0469	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100	50 - 85
0,60	0,6	no. 30	0,0234	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100	25 - 60
0,30	0,3	no. 50	0,0117	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50	5 - 30
0,15	0,15	no. 100	0,0059	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15	0 - 10

Sumber : Kardiyan Tjokrodinuljo (2007)

b) Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecahan batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm (SNI-03-2834-2000).

Menurut standar SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A) agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut diantaranya :

- (1) Butiran-butirannya keras dan tidak berpori. Indeks kekerasan $\leq 5\%$ (diuji dengan goresan batang tembaga).
- (2) Butiran agregat yang pipih dan lonjong tidak boleh lebih dari 20%.
- (3) Modulus halus butir antara 6 – 7,10 dan dengan variasi butir yang sesuai standar gradasi.

Tabel 2.2 Persyaratan gradasi agregat kasar

Ukuran Saringan				% Lolos Saringan/Ayakan		
(Ayakan)				Ukuran Maks.	Ukuran Maks.	Ukuran Maks.
mm	SNI	ASTM	inch	10 mm	20 mm	40 mm
75,0	76	3 in	3,00			100 - 100
37,5	38	1½ in	1,50		100 - 100	95 - 100
19,0	19	¾ in	0,75	100 - 100	95 - 100	35 - 70
9,5	9,6	¾ in	0,3750	50 - 85	30 - 60	10 - 40
4,75	4,8	no. 4	0,1870	0 - 10	0 - 10	0 - 5

Sumber : Kardiyan Tjokrodinuljo (2007)

3. Air

Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, maka sangat diperlukan agar memeriksa air yang akan digunakan memenuhi syarat-syarat tertentu. Air yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan beton ialah air yang tidak mengandung minyak, asam, fosfat, alkali, bahan organik dan bahan-bahan lain yang

dapat merusak beton. Selain itu, air tersebut juga harus air yang bersih, tidak berbau, dan tidak keruh.

4. *Superplasticizer*

Superplasticizer merupakan bahan kimia tambahan yang bertujuan mempertinggi kelecakan dan mengurangi jumlah air pencampur pada saat pembuatan beton. Dalam penelitian ini digunakan *SikaCim Concrete Additive*.

SikaCim Concrete Additive termasuk jenis bahan tambah kimia Tipe E, *Water Reducing* dan *Accelerating Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan beton. *SikaCim Concrete* memiliki keunggulan untuk mempersingkat proses pembetonan, cetakan beton dapat dilepas lebih cepat, dan mengurangi pemakaian air 5% - 20% sehingga menjadikan beton lebih solid dan lebih plastis. (Fajar Yusup, 2018).

4. **Penyusunan Mix Design dan Pengujian Beton SCC**

Tujuan mempelajari sifat-sifat beton adalah untuk perencanaan campuran (*mix design*) untuk menentukan proporsi bahan agar menghasilkan beton dengan kualitas baik. Pada penyusunan *mix design* pembuatan beton SCC metode yang dipakai adalah metode *mix design* sederhana dengan mengacu pada material yang sudah tersedia pada pabrik beton *ready mix*. Kadar agregat kasar dan agregat halus ditentukan terlebih dahulu kemudian pemadatan mandiri didapatkan dengan mengatur faktor air semen dan dosis *superplasticizer*.

Spesifikasi mix design beton SCC menurut Okamura dan Ozawa, 1993 ialah sebagai berikut :

- a. Jumlah agregat kasar dibatasi sampai $\pm 50\%$ dari campuran beton.

- b. Jumlah agregat halus dibatasi sampai $\pm 40\%$ dari volume mortar.
- c. Proporsi *superplasticizer* ditentukan setelahnya untuk mendapatkan pemadatan secara mandiri. Namun pada penelitian ini proporsi *superplasticizer* ditentukan sebelumnya yaitu sebesar 2,5%.

Kualitas beton segar SCC yang baik ditentukan dengan pengujian nilai *slump flow*. Berbagai macam pengujian yang telah dikenal salah satunya ialah menurut EFNARC, 2002 diantaranya adalah :

- a. *Box type test*, untuk mengetahui kohesivitas campuran.
- b. *L-Box Test*, untuk mengetahui *flow ability*, *passing ability*, dan *self leveling* dengan melewati tulangan.
- c. *Slump flow table test*, untuk mengetahui *flow ability* di permukaan cetakan.
- d. *J-ring flow table test*, untuk mengetahui *flow ability* dan *passing ability* di cetakan yang melewati celah tulangan.
- e. *V-funnel test*, untuk mengetahui *deformabilitas* dan *viskositas*.

Selain kualitas beton segar, beton SCC juga harus memiliki kualitas baik ditinjau dari nilai kuat tekan beton yang tinggi. Kekuatan beton dianggap sifat yang paling penting dalam pembuatan beton. Pengujian kekuatan tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin. Pembebanan dilakukan secara perlahan sampai beton mengalami kehancuran. Kekuatan beton dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain sebagai berikut:

- a. Faktor air semen

Faktor air semen adalah perbandingan berat antara semen dan air dalam campuran adukan beton. Semakin tinggi faktor air semen semakin rendah kekuatan beton dan sebaliknya semakin faktor air semen rendah kekuatan beton akan semakin tinggi.

b. Umur beton

Kuat tekan beton akan bertambah apabila bertambahnya umur beton sejak pembuatan beton dalam cetakan.

c. Jenis semen

Jenis semen berdasarkan sifat yang dimiliki semen sangat berpengaruh terhadap kuat beton.

d. Sifat agregat

Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton ialah kekerasan permukaan, bentuk agregat, dan kuat tekan agregat.

Panduan yang digunakan dalam penyusunan *mix design* penelitian ini ada 2 yaitu :

- a. Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2834-2000 mengenai Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.
- b. Indian Standard Method (*Concrete Mix Design Lecture No. 19*)

