

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Umum Beton

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari beberapa kombinasi bahan seperti pasir, kerikil, semen, air serta bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan material komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuknya. (Tjokrodimulyo, 1992 dalam Ariyani N dan Laila P, 2013). Secara umum beton memiliki keunggulan dan kelemahan. Keunggulan beton diantaranya biaya perawatan yang murah, dapat menahan beban yang berat, mudah diangkut, dan dicetak sesuai kebutuhan. Sedangkan kelemahannya adalah cara perencanaan yang bermacam-macam, mempunyai kelas keras yang beraneka ragam sehingga harus disesuaikan dengan bangunan yang akan dibuat, dan kuat tarik beton rendah. (Tjokrodimulyo, 2007)

Self Compacting Concrete adalah beton segar yang mengalir dengan sendirinya mengisi seluruh bagian cetakan. 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 pembedaan yang sangat rapat. Beton ini akan mengalir ke semua celah di tempat pengecoran dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton. (Ladwing dalam Sugiarto, 2001)

Perbedaan beton biasa atau konvensional dengan beton SCC diantaranya: beton biasa untuk dapat masuk kedalam seluruh cetakan membutuhkan alat bantu memadat atau alat penggetar (*vibrator*), sedangkan beton SCC dalam pematatannya mengisi ruangan kosong dengan sendirinya tanpa ada alat bantu atau alat penggetar. Beton biasa memiliki tekstur lebih kasar dan pori-pori kurang rapat dibandingkan dengan beton SCC yang teksturnya lebih lembut dan pori-pori lebih rapat. Dalam pembuatan beton biasa atau konvensional proporsi penggunaan agregat kasar 60-75%, sedangkan beton SCC dibatasi penggunaan agregat kasarnya maksimal 50% dan sisanya agregat halus dan semen. Beton SCC juga membatasi ukuran agregat kasarnya yaitu antara 5mm–20mm, sedangkan beton biasa atau konvensional menggunakan ukuran agregat kasar lebih dari 20mm.

Beton dapat dikategorikan *Self Compacting Concrete* atau SCC apabila beton tersebut memiliki sifat-sifat tertentu. Diantaranya memiliki slump yang menunjukkan campuran atau pasta beton yang memiliki kuat geser dan lentur yang rendah, sehingga dapat masuk dan mengalir pada celah ruang dalam *fromwork* dan tidak diizinkan memiliki segregasi akibat nilai slump yang tinggi. Karakteristik *Self Compacting Concrete* atau SCC adalah memiliki nilai slump flow berkisar antara 500–700 mm. (Nagataki dan Fujiwara, 1995). Kriteria *workability* dari campuran beton *Self Compacting Concrete* atau SCC adalah mampu memenuhi kriteria berikut: 1) *Fillingability*, kemampuan untuk mengisi ruang. 2) *Passingability*, kemampuan campuran beton untuk melewati ruang yang rapat. 3) *segregation resistance*, ketahanan campuran beton terhadap efek segregasi.

B. Penelitian Terdahulu

Surya Sembayang (2010), pada penelitiannya tentang Pengaruh Abu Terbang Sebagai Pengganti Sejumlah Semen Pada Beton Alir Mutu Tinggi menguji kekecekan adukan beton, kuat tekan beton, waktu pengikatan beton, dan modulus elastisitas beton. Perancangan campuran beton menggunakan ACI 211-4R-2993. Semen yang dipakai adalah semen portland tipe 5, agregat halus alami berasal dari Lampung Tengah, agregat kasar menggunakan batu pecah adesit dari Lampung Selatan dengan diameter 20mm. Penelitian dibuat dalam 5 variasi, dengan kadar abu terbang 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Dari hasil penelitian disimpulkan, semakin banyak tambahan kadar abu terbang maka kekecekan beton semakin bertambah. Penggunaan abu terbang juga dapat mengurangi bleeding dan segregasi pada adukan, selain itu juga secara umum memperlambat waktu pengikatan awal dan akhir pada beton. Kontribusi kuat tekan beton, abu terbang lebih lambat dari pada beton tanpa abu terbang dibawah umur 28 hari. Karena kuat tekan maksimal beton dengan abu terbang pada umur 56 hari dengan kadar abu terbang 20% sebagai bahan pengganti sebagian semen.

Slamet Widodo (2013), dalam penelitiannya tentang Optimalisasi Kuat Tekan *Self Compacting Concrete* dengan Cara *Trial-Mix* Komposisi Agregat dan *Filler* Pada Campuran Adukan Beton, menyatakan bahwa komposisi agregat memberikan pengaruh terhadap sifat beton segar, yaitu pada *workability* dan aliran beton segar. Hal ini terlihat pada besarnya nilai *slump* dan *slump flow*. Banyaknya agregat kasar mempengaruhi daya alir beton, pada komposisi agregat 50% - 60% (misal; pasir : krikil = 1 : 1 dan pasir : krikil = 1

: 1,5) daya alir beton baik karena nilai *flowability* atau *slump flow* yang dicapai 70 cm, lebih besar dari *slump* minimal yaitu 65 cm. sedangkan pada komposisi pasir : krikil = 1 : 2 nilai *slump flow* adalah 60 cm, sehingga dikatakan daya alir beton pada perilaku tersebut tidak memenuhi syarat (beton seger 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 beton SCC ini berubah seiring perubahan komposisi agregat, pada komposisi pasir : krikil = 1 : 2, kuat tekan mulai naik dan mencapai kuat tekan tertinggi pada komposisi pasir : Krikil = 1 : 1,5 dan mengalami penurunan pada perlakuan pasir : krikil = 1 : 2.

El-Gammal. A., A. K. Abdel-Gawad, Y. El-Sherbini, and A. Shalaby dalam Sugiarto (2001), melakukan penelitian tentang *Comperssive Strength Of Concrete Utilizing Waste Tire Rubber*. Penelitian ini merupakan pembuatan beton dengan campuran karet ban bekas daur ulang merupakan bahan yang menjanjikan di industri konstruksi karena bobotnya yang ringan, elastisitasnya, penyerapan energi, suara, dan sifat isolasi panas. Dalam tulisan ini kerapatan dan kuat tekan beton menggunakan karet ban pembuang telah diteliti. Karet ban bekas daur ulang telah digunakan dalam penelitian untuk menggantikan agregat halus dan kasar dengan menggunakan presentasi yang berbeda. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa walaupun terdapat penurunan yang signifikan pada kuat tekan beton dengan menggunakan karet ban bekas dari pada beton normal. Beton menggunakan karet ban bekas menunjukan kegagalan plastik ulet dan bukan kegagalan getas.

N, Ariyani dan P, laila (2013), dalam penelitiannya tentang Pengaruh Pemakaian *Fly Ash* dan *Superplasticizer* pada Kuat Tekan Beton, menyimpulkan bahwa kuat tekan maksimal dicapai pada campuran pengganti *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*.

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 diameter sebaran terbesar dan waktu aliran T_{500} tercepat diperoleh oleh variasi beton dengan komposisi agregat 60:40 dengan proporsi *superplasticizer* 2,5% dengan hasil diameter sebaran *slump flow* 830 mm dan waktu aliran T_{500} 2,9 detik. 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.

C. Landasan Teori

1. Beton

Beton adalah campuran semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. (SNI 03-2834-2000)

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari beberapa kombinasi bahan seperti pasir, kerikil, semen, air serta bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan material komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuknya. (Tjokrodimulyo, 1992 dalam Ariyani N dan Laila P, 2013).

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

Beton memadat mandiri (*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 memadat mandiri (*Self Compacting Concrete*) pertama kali diperkenalkan oleh Okamura pada tahun 1990-an.

Campuran *SCC* segar ini lebih cair daripada campuran beton konvensional.

Beton *SCC* ini, memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan *admixture superplasticizer* untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat pematik. Sekali dituang ke 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, Sugiharto, dalam Fajar Yusup 2017)

Kelebihan dari beton *SCC* diantaranya :

- a. Konstruksi lebih cepat.
- b. Meningkatkan kualitas daya tahan.
- c. Kekuatan yang dihasilkan lebih tinggi.
- d. Mengurangi kebisingan di tempat proyek.
- e. Mengurangi masalah di bidang getaran.
- f. Mengurangi pekerjaan di lapangan.

Kekurangan dari beton *SCC*, diantaranya :

- a. Biaya pembuatan beton lebih mahal.
- b. Harus trial terlebih dahulu untuk menentukan mix design.

3. Sifat – Sifat Beton *SCC*

Beton dapat dikategorikan beton memadat mandiri (*Self Compacting Concrete*) apabila beton tersebut memiliki sifat-sifat

tertentu. Kriteria beton SCC adalah memiliki nilai slump flow berkisar antara 500-700 mm. (Nagataki dan Fujiwara, 1995).

Kriteria *workability* dari campuran beton *Self Compacting Concrete* atau SCC adalah mampu memenuhi kriteria berikut:

- a. *Fillingability*, kemampuan untuk mengisi ruang.
- b. *Passingability*, kemampuan melewati ruang tulangan.
- c. *Segregation resistance*, ketahanan terhadap efek segregasi.

4. Material Penyusun Beton

a. Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambah berupa satu atau lebih bentuk Kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain. (SNI 15-2049-2004)

Menurut SNI 15-2049-2004 tentang semen Portland, semen dibagi menjadi 5 (lima) jenis sesuai dengan tujuan pemakaiannya, yaitu :

- 1) Jenis I semen Portland untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
- 2) Jenis II semen portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- 3) Jenis III semen portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.

- 4) Jenis IV semen Portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.
- 5) Jenis V semen portland untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai butiran antara 5 mm sampai 40 mm. (SNI 03-2847-2002)

Spesifikasi ASI dari AASTHO, agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan No. 4. Agregat kasar pada umumnya berbutir lebih besar dari 5 mm, contoh agregat kasar seperti kerikil, kericak, batu pecah, dan split.

Tabel 2.1
Syarat gradasi agregat kasar (kerikil)
Menurut BS (British Standar)

Lubang Ayakan (mm)	Persentasi Berat Butir Yang Tertahan		
	Besar Butir Maksimum		
	40 mm	20 mm	10 mm
40	95 – 100	100	100
20	30 – 70	95 – 100	100
12,5	-	-	90 – 100
10	10 – 35	25 – 55	40 – 85
4,8	0 – 5	0 - 10	0 – 10

Sumber : SNI 03-2834-2000

c. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil dari disintegrasi alam batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5 mm. (SNI 03-2847-2002)

Menurut standar SK SNI S-04-1989-F, 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.

Kekasaran pasir dibagi menjadi 4 (empat) kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus (zona 4), agak halus (zona 3), agak kasar (zona 2), kasar (zona 1) seperti pada table berikut :

Tabel 2.2
Syarat gradasi agregat halus (pasir)
Menurut BS (British Standar)

Ayakan (mm)	Presentase Lolos Ayakan							
	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4	
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas
10	100	100	100	100	100	100	100	100
4,5	90	100	90	100	90	100	95	100
2,4	60	95	75	100	85	100	95	100
1,2	30	70	55	90	75	100	90	100
0,6	15	34	35	59	60	79	80	100
0,3	5	20	8	30	12	40	15	50
0,15	0	10	0	10	0	10	0	15

Sumber : SK SNI S-40-1989-F

d. Air

Air merupakan salah satu bahan yang sangat penting dalam pembuatan beton. Air digunakan untuk memicu proses kimiawi semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan beton ialah air yang tidak mengandung minyak, asam, fosfat, alkali, bahan organis dan bahan-bahan lain yang dapat merusak beton. Selain itu, air tersebut juga harus air yang bersih, tidak berbau, dan tidak keruh.

e. Superplasticizer

Superplasticizer (*high range water reducer admixtures*) adalah bahan kimia yang ditambahkan pada beton SCC yang menambah kelecakan dari campuran beton. Superplasticizer yang digunakan Dalam penelitian ini digunakan *SikaCim Concrete Additive*.

SikaCim Concrete Additive adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang melarutkan gumpalan-gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga dapat tersebar merata pada adukan beton dan mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* pada campuran 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).

f. Pasir Putih

Pasir putih atau biasa disebut pasir merden atau pasir kreas adalah pasir dari hasil penambangan dari bukit batu kapur kreas. Penambangan ini berada di desa Merden, kecamatan Mandiraja, kabupaten Banjarnegara. Di daerah tersebut, pasir ini telah dijadikan agregat halus dalam beton sebagai pengganti pasir sungai. Pasir putih ini adalah hasil dari proses *crushing* batu kapur kreas.

g. Mix Desain

Penyusunan *Mix Desain* beton SCC dengan kekuatan dan *workability* yang tinggi, maka sering dipakai metode sederhana yang diusulkan oleh Okamura dan Ozawa (1993) dengan mengacu pada material yang sudah tersedia pada pabrik beton ready mix.

Proporsi agregat kasar dan agregat halus harus ditentukan terlebih dahulu, kemudian pemadatan mandiri didapat dengan

mengatur factor air semen (FAS) dan takaran superplasticizer. Spesifikasi beton SCC, diantaranya adalah :

- 1) Jumlah agregat kasar dibatasi sampai $\pm 50\%$ dari campuran beton.
- 2) Jumlah agregat halus dibatasi sampai $\pm 40\%$ dari volume mortar.
- 3) Proporsi *superplasticizer* ditentukan setelahnya untuk mendapatkan pemadatan secara mandiri.

h. Pengujian Beton SCC

Kualitas beton segar *SCC* dapat diketahui dengan melakukan pengujian untuk mengalir tanpa terjadi segregasi. Macam-macam pengujian yang telah dikenal diantaranya adalah :

- 1) *Box type test*, untuk mengetahui kohesivitas campuran.
- 2) *L-Box Test*, untuk mengetahui *flow ability*, *passing ability*, dan *self leveling* dengan melewati tulangan.
- 3) *Slump flow table test*, untuk mengetahui *flowability* di permukaan cetakan.
- 4) *J-ring flow table test*, untuk mengetahui *flowability* dan *passing ability* di cetakan yang melewati celah tulangan.
- 5) *V-funnel test*, untuk mengetahui *deformabilitas* dan *viskositas*.

(EFNARC,2002)

i. Pengujian Kuat Tekan

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

Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan

beton adalah :

$$f_c' = P/A \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

f_c = tegangan tekan beton (MPa)

P = besar beban tekan (N)

A = luas penampang beton (mm²)

