

BAB II

STUDI PUSTAKA

II.1 Beton

Beton merupakan salah satu bahan utama untuk membuat suatu bangunan yang terdiri dari campuran berbagai bahan di antaranya agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), semen dan air sehingga menjadi satu kesatuan yang disebut beton. Beton dapat memiliki kuat tekan yang sangat tinggi, namun kuat tariknya rendah.

Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang homogen sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai keinginan (Hafni Pertiwi, 2011)

II.2 Sifat Beton

Menurut Tjokrodimuljo (2007) beton memiliki beberapa sifat yang dimiliki beton dan sering di pergunakan untuk acuan adalah sebagai berikut ini, diantaranya:

a. Kekuatan

Beton bersifat getas sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Oleh karena itu kuat tekan beton sangat berpengaruh pada sifat yang lain.

Tabel 2. 1 Beton menurut kuat tekannya (Tjokrodimuljo, 2007)

Jenis Beton	Kuat Tekan (Mpa)
Beton sederhana	≤ 10
Beton normal	15 - 30
Beton pra tegang	30 - 40
Beton kuat tekan tinggi	40 - 80
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80

b. Berat jenis

Tabel 2.2 menjelaskan mengenai berat jenis beton yang digunakan untuk kontruksi bangunan.

Tabel 2. 2 Berat jenis beton (Tjokrodimuljo, 2007)

Jenis Beton	Berat Jenis	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1,00	Non struktur
Beton ringan	1,00 - 2,00	Struktur ringan
Beton normal	2,30 - 2,40	Struktur
Beton berat	> 3,00	Perisai sinar X

c. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas suatu beton sangat tergantung pada modulus elastisitas agregat dan pasta yang terkandung di dalam campurannya.

d. Kerapatan air

Beton rapat air (kedap air) ialah beton yang sangat padat sehingga air tidak dapat meresap ke dalamnya atau rembes melalui pori-pori dalam beton.

II.3 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Setelah mengetahui sifat dari beton, beton juga memiliki kelebihan dan kekurangannya. Menurut (Joko Purnomo, 2018) berikut ini kelebihan dan kekurangan beton, diantaranya :

1. Kelebihan :

- a. Material penyusun beton mudah didapatkan
- b. Mampu memikul beban yang berat
- c. Mudah dibetuk sesuai kebutuhan konstruksi
- d. Tahan terhadap temperature tinggi
- e. Biaya pemeliharaan yang relatif murah

2. Kekurangan :

- a. Tergolong dalam kosntruksi berat
- b. Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah
- c. Sangat lemah terhadap gaya tarik
- d. Diperlukan tenaga ahli untuk mendapatkan beton dengan karakteristik tertentu

II.4 Material Penyusun Beton

Untuk membuat suatu beton, maka dibutuhkan beberapa bahan campuran penyusun agar dapat menjadi satu kesatuan. Bahan campuran yang dibutuhkan berupa agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), semen, air, serta bahan tambah lainnya jika dibutuhkan.

II.4.1 Agregat kasar (kerikil)

Kerikil merupakan material alam yang didapatkan dari batu besar (batu kali) yang dipecahkan sehingga menjadi berukuran kecil. Pada umumnya, kerikil berwarna hitam keabu-abuan dengan tekstur yang tajam. Syarat gradasi agregat kasar (kerikil) (ASTM C33):

Tabel 2. 3 Syarat gradasi agregat kasar (ASTM C33)

Ukuran Saringan ASTM	Persentase Lolos Saringan
25 mm	95 - 100
12,5 mm	25 - 60
5 mm	0 - 10
2,5 mm	0 - 5

II.4.2 Agregat halus (pasir)

Pasir merupakan butiran mineral yang memiliki fungsi sebagai bahan pengisi pada campuran mortar dan membentuk suatu massa yang keras dan padat. Pasir terbentuk dari pecahan batu yang dapat diperoleh dari dalam tanah, dasar sungai, atau dari tepi laut. Gradasi agregat halus dan keseragaman menentukan lebih banyak kelecakan daripada gradasi agregat kasar yang seragam karena mortar bertindak sebagai pelumas sementara agregat kasar hanya mengisi ruang saja. Gradasi agregat halus (ASTM C33):

Tabel 2. 4 Syarat gradasi agregat halus (ASTM C33)

Ukuran Saringan ASTM	Persentase Lolos Saringan
9,5 mm	100
4,75 mm	95 - 100
2,36 mm	80 - 100
1,18 mm	50 - 85
0,600 mm	25 - 60
0,300 mm	10 - 30
0,150 mm	0 - 10

II.4.3 Semen

Semen merupakan bahan perekat yang dapat memberikan perkerasan terhadap campuran bahan agregat lainnya, oleh karena itu sangat dibutuhkan kualitas semen yang baik. Ketika semen dicampurkan dengan air maka, akan menjadi pasta yang berfungsi sebagai perekat pada proses pengerasan. Jika semen, air dan agregat halus dicampurkan, maka akan menjadi mortar yang berfungsi sebagai pengikat seperti untuk bahan plesteran. Jika semen, air, agregat halus dan agregat kasar dicampurkan, maka akan menjadi beton yang banyak digunakan pada suatu konstruksi. Berdasarkan tujuan penggunaannya, semen dibagi menjadi 5 (lima) tipe, diantaranya:

- a. Tipe I, yaitu semen yang secara umum dapat digunakan tanpa ada persyaratan khusus.
- b. Tipe II, yaitu semen yang pada penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap suatu senyawa sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
- c. Tipe III, yaitu semen yang membutuhkan kekuatan awal yang tinggi.
- d. Tipe IV, yaitu semen yang membutuhkan panas hidrasi yang rendah.
- e. Tipe V, yaitu semen yang membutuhkan ketahanan terhadap sulfat tinggi,

II.4.4 Air

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan jumlah penduduk yang sangat besar sehingga kebutuhan akan air bersih menjadi masalah utama dalam pembangunan (Vitta Pratiwi, 2014). Air merupakan salah satu bahan dasar untuk pembuatan beton

dengan harga yang paling murah. Air harus selalu ada di dalam beton cair untuk hidrasi semen dan juga untuk mengubahnya menjadi pasta sehingga betonnya dapat dibentuk (*workable*), akan tetapi jumlah air yang ditambahkan tidak boleh terlalu banyak karena dapat mengakibatkan kekuatan beton menjadi rendah. Menurut SK SNI S-04-1989-F, sebaiknya air memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Air harus bersih
- b. Tidak mengandung banyak lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya
- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton
- d. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter
- e. Tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai SO_3) lebih dari 1 gram/liter

II.5 Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung selain dari bahan utama beton itu sendiri (Nur Ikhsani AY, 2020). Bahan ini memiliki fungsi untuk mengubah sifat suatu campuran beton agar cocok untuk digunakan pada pekerjaan tertentu dengan tujuan yang telah ditentukan sebelumnya baik untuk mempercepat pengikatan beton maupun memperlambat pengikatan beton.

Dengan penambahan bahan atau kombinasi beberapa bahan selama pencampuran untuk menambah karakteristik baru untuk memenuhi persyaratan penggunaan beton (Tumadhir Merawi Borhan, 2018).

Apabila terjadi jarak antar tempat pengadukan dan tempat penuangannya yang sulit dicapai dalam waktu singkat, maupun pada pekerjaan besar yang waktu antara mulai pencampuran hingga penuangan dan dipadatkan sulit dicapai sebelum satu jam, maka diperlukan bahan tambah (*admixture*) yang dapat memperlambat waktu reaksi beton tanpa mengurangi mutu beton (Asep Surono, 2013).

Menurut SNI 03-2495-1991, bahan tambahan untuk beton dibagi menjadi beberapa tipe, diantaranya:

1. Tipe A (*Water Reducing*), bahan tambah yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan.

2. Tipe B (*Retarder Admixture*), bahan tambah yang digunakan untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
3. Tipe C (*Accelerating Admixture*), bahan tambah yang digunakan untuk mempercepat waktu pengikatan dan menambah kekuatan awal beton.
4. Tipe D (*Water Reducing and Retarding Admixture*), bahan tambah yang digunakan untuk mengurangi campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
5. Tipe E (*Water Reducing and Accelerating Admixture*), bahan tambah yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan dan juga untuk mempercepat waktu pengikatan serta menambah kekuatan awal beton.
6. Tipe F (*Water Reducing High Range Admixture*), adalah suatu bahan tambah yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan.
7. Tipe G (*Water Reducing High Range Retarding Admixture*), bahan tambah yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.

II.6 Retarder

Retarder merupakan bahan tambah yang digunakan pada campuran beton yang berguna untuk memperlambat waktu pengikatan (*setting time*) sehingga campuran tersebut akan dapat mudah dikerjakan (*workable*) dengan waktu yang lebih lama.

Retarder adalah campuran yang memperpanjang periode induksi hidrasi, dengan demikian meningkatkan waktu pengikatan (Arpana Beerana Devakate, 2017).

Bahan ini akan sangat berguna pada adukan beton dalam cuaca yang panas atau apabila waktu antara pencampuran dan pengecoran cukup Panjang (Saepul dan Mukti Ardiansyah, 2005)

Umumnya bahan dasar pada *retarder* mengandung gula (*sugar based*). *Retarder* yang banyak beredar dipasaran . Retarder akan membungkus butir semen dengan OH- sehingga memperlambat reaksi awal dari hidrasinya. Terbentuknya Ca dalam

air mengurangi konsentrasi ion Ca dan memperlambat kristalisasi selama fase hidrasi (Paul Nugraha dan Antoni, 2004).

II.7 Sodium Gluconate

Sodium gluconat atau dengan nama lain *natrium glukonat* termasuk pemanis buatan yang mengandung pemanis dengan intensitas tinggi serta merupakan senyawa kimia murni dan non korosif yang berbentuk bubuk kristal. *Sodium gluconat* sendiri memiliki rumus kimia $\text{NaC}_6\text{H}_{11}\text{O}_7$ dan biasa digunakan sebagai bahan tekstil, pembersih baja, sebagai pelapis, dll.

Sodium gluconate juga dapat berfungsi untuk memperlambat proses pengikatan campuran beton (*retarder*). Zat tambahan diantaranya berupa gula, *sucrose*, *sodium gluconate*, *glucose*, *citric acid*, dan *tartaric acid* (Ahmad Basuki, 2017).

Sodium gluconate dapat teradsorpsi secara mutlak pada C_3S permukaan, menghasilkan penghambatan hidrasi yang parah. *Sodium gluconate* terutama menunda hidrasi C_3S , yang memperpanjang periode induksi (Xingdong Lv, 2020).

II.8 Pengujian Benda Uji

1. Pengujian Keleccakan

Pengujian keleccakan (*slump test*) dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan suatu campuran beton segar seberapa mudah dapat dikerjakan saat pengadukan, penuangan, pemadatan, hingga proses akhir. Metode ini merupakan metode yang paling sering dilakukan untuk mengetahui keleccakan suatu beton segar. (Tjokrodinuljo, 2007) Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keleccakan beton segar, diantaranya:

- a. Jumlah air
- b. Jumlah pasta
- c. Gradasi agregat
- d. Bentuk butiran agregat
- e. Besar butiran agregat

2. Pengujian Waktu Pengikatan Awal

Waktu pengikatan semen merupakan waktu yang dibutuhkan semen untuk bereaksi dengan air. Waktu pengikatan semen terbagi menjadi dua bagian

yaitu waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir. Pada pengujian ini digunakan alat *vicat apparatuses*. Waktu ikat awal akan diketahui jika jarum vicat mendapat penetrasi pada kedalaman 25 mm, sedangkan waktu ikat akhir yaitu ketika jarum vicat sudah tidak dapat penetrasi (ASTM C 191-04)

3. Pengujian Kuat Tekan

Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian akan dilakukan terhadap benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang dilakukan pada beton umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Nilai kuat tekan beton dapat ditentukan dengan persamaan:

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana:

f_c' = Kuat Tekan (MPa)

P = Beban Tekan (N)

A = Luas Penampang (mm²)

II.9 Studi Terdahulu

Tabel 2. 5 Studi Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Variabel	Hasil Penelitian	Perbedaan
1	Adzuha Desmi (2014)	Analisis penggunaan gula pasir sebagai retarder pada beton	besarnya bahan tambahan gula sebagai retarder yaitu 0,15%, 0,30% dan 0,45% dengan pengujian Vicat test	Hasil penelitian menghasilkan perpanjangan waktu pengikatan awal optimum, variasi waktu penundaan pematatan menunjukkan pada jumlah kadar gula pasir 0,15% adalah 6,5 jam, pada jumlah kadar gula pasir 0,30% adalah 8 jam, dan pada jumlah kadar gula pasir 0,45% adalah 9,5 jam.	bahan tambah yang berbeda, yaitu sodium gluconate
2	Arpana Beeranna (2017)	Effect of Sugar Setting Time and Compressive Strength of Concrete	penambahan gula dengan persentase 0,0%, 0,02%, 0,04%, 0,06%, 0,08%, 0,1%, 0,2% dan 1% dengan w/c 0,45	waktu pengerasan beton bertambah dengan persentase gula 0,06%. Diluar penggunaan gula dengan persentase 0,06% ditemukan bahwa waktu ikat awal dan akhir berkurang drastis	berbeda bahan aditif yang digunakan, persentase penggunaan bahan tambah dan jenis pengujian
3	Asep Surono (2013)	Pengaruh variasi pemakaian larutan gula pasir terhadap ikatan awal semen dan kuat tekan beton	penambahan gula pasir sebanyak 0,1%, 0,15%, 0,20%, 0,25% dan 0,30%	Penggunaan gula pasir dapat memundurkan ikatan awal semen hingga lebih dari 24 jam serta dapat menambah kuat tekan beton dengan penambahan gula 0,20%	berbeda bahan aditif, sebagian dosis dan salah satu pengujian sampelnya
4	Hafni Pertiwi (2011)	Pengaruh Bahan Tambah Berbasis Gula Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton	membuat beton dengan bahan tambah gula 0,015%, 0,030% dan 0,045% dengan mutu rencana 40 Mpa	Nilai optimum dari bahan tambah berbasis gula yaitu pada kadar 0,030% terhadap berat semen	berbeda bahan aditif yang digunakan serta mutu

5	Joko Purnomo (2018)	Pengaruh penggunaan citric acid sebagai retarder pada beton terhadap waktu pengikatan semen, kelecakan beton segar dan kuat tekan beton	Penelitian ini dilakukan dengan penambahan bahan aditif citric acid sebanyak 0,15%, 0,30% dan 0,45% dari berat semen. Pengujian yang dilakukan yaitu waktu ikat awal, kelecakan dan kuat tekan	variasi penambahan citric acid sebagai retarder adalah 0,15% dengan hasil kuat tekan rata-rata 48,46 MPa	penelitian yang akan dilakukan menggunakan bahan aditif yang berbeda, yaitu sodium gluconate
6	Mukti Ardiansyah (2005)	Penambahan gula pasir sebagai bahan set retarder terhadap waktu ikatan workabilitas dan kuat tekan beton	dilakukan dengan variasi 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,2%, 0,25%, 0,3%, 0,35% dan 0,4% terhadap berat semen dengan faktor air semen 0,35	pengaruh kadar gula dapat meningkatkan waktu ikatan, workability, dan kuat tekan selama masih dibawah kadar optimum, yaitu 0,2% terhadap berat semen	perbedaan bahan aditif serta pengujian sampelnya
7	Sutedjo Krisnadi (2017)	Studi Eksperimental dan Numerikal Perilaku Lentur Balok Boks Glumam	Membandingkan hasil uji lentur eksperimental penampang balok boks dengan hasil analisis numerikal program ANSYS	Program ANSYS memberikan hasil yang cukup mendekati hasil uji eksperimental	perbedaan bahan yang akan di uji
8	Nur Ikhsani AY (2020)	Pengaruh Perbandingan Bahan Tambah <i>Water Reducing and Retarding Admixtures</i> Terhadap Bahan Pengikat Beton (Semen) Pada Kuat Tekan Beton	melakukan penelitian dengan bahan tambah <i>water reducing and retarding admixtures</i> 1% dan 2% berat semen	Terjadi penurunan nilai kuat tekan pada variasi 1% sebesar 50% dari beton normal dan pada variasi 2% terjadi peningkatan hingga 200%	berbeda bahan tambah yang digunakan serta jenis pengujian sampelnya
9	Tumadhir Merawi Borhan (2018)	Influence of a Retarding Admixture on the Behavior of Mortars Made from Different Types of Cement	melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh bahan retarder dari berbagai macam semen dengan kadar 1,2%	Semen WhC memberikan efek perlambatan yang lebih signifikan dibandingkan dengan semen jenis lain	berbeda bahan aditif dan dosis yang digunakan

10	Xingdong Lv (2020)	The Effect of Sodium Gluconate on Pastes Performamce and Hydration Behavior of Ordinary Portland Cement	melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan sodium gluconate pada semen portland	Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sodium Gluconate sulit untuk mempertahankan efek perlambatan yang signifikan pada suhu 35 ° C dibandingkan dengan suhu 20 ° C.	berbeda cara pengujian dan jenis benda uji
----	-----------------------	---	--	---	---