

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.8. Pengertian Beton

Beton adalah campuran semen Portland atau sembarang semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan (Tri Mulyono, 2004). Dan dengan semakin berkembangnya kemajuan teknologi di bidang konstruksi pada teknologi beton, sehingga dibutuhkan bahan pendukung beton yang mampu beradaptasi dengan perkembangan zaman saat ini. Beton sendiri sudah tidak asing lagi bagi para *Engineer*. Hal ini dikarenakan hampir semua bangunan seperti perumahan, sekolah, perkantoran dan lain-lain menggunakan beton sebagai bahan dasar bangunan. (Hanamanteo, 2014)

Beton yang sudah mengeras juga dapat dikatakan sebagai batuan tiruan dengan rongga-rongga diantara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus atau pasir), dari pori-pori agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat sehingga terbentuklah satu kesatuan yang padat dan tahan lama. (Sumber: [www.ilmusipil.com](http://www.ilmusipil.com))

Menurut beratnya, beton dibedakan menjadi tiga jenis yaitu beton ringan, beton normal dan beton berat. Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari  $1900 \text{ kg/m}^3$  (SNI 2002). Beton normal adalah beton yang mengandung agregat dengan berat isi antara  $1900 \text{ kg/m}^3$  sampai dengan  $2400 \text{ kg/m}^3$ , sedangkan untuk beton dengan berat di atas  $2400 \text{ kg/m}^3$  termasuk dalam beton berat. (Leonardi dan Irawan, 2010)

Pemilihan dari bahan material campuran beton akan mempengaruhi kualitas dari beton, karena beton sendiri memiliki banyak variasi, yaitu dari segi bentuk, kualitas dan mutu dari beton serta diperlukan pencampuran secara merata. Beton yang dicampur secara merata akan bersifat homogen yaitu saling mengikat dan mengisi antara bahan yang satu dengan bahan yang lain di waktu dilakukannya pencetakan atau pengecoran beton.

Setiap perencanaan konstruksi yang menggunakan beton selalu ditetapkan dahulu mutu betonnya. Perhitungan yang dilakukan berdasarkan pada mutu yang

telah ditentukan. Mutu beton yang digunakan dalam Spesifikasi ini dapat dibagi sebagai berikut:

Tabel 2.1. Mutu Beton dan Penggunaan

Jenis Beton	$f_c'$ (MPa)	Uraian
Mutu tinggi	$f_c' \geq 45$	Umumnya digunakan untuk beton pratekan seperti tiang pancang beton pratekan, gelagar beton pratekan, pelat beton pratekan, diafragma pratekan, dan sejenisnya.
Mutu sedang	$20 < f_c' < 45$	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma nonpratekan, kreb beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan, perkerasan beton semen.
Mutu rendah	$15 < f_c' < 20$	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, dan trotoar.
	$f_c' < 15$	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.

Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018

Agar mutu beton yang ditetapkan dapat dilaksanakan, maka di dalam pembuatannya harus dipertimbangkan baik-baik segala hal yang mempengaruhi mutu beton tersebut.

## 2.9. Material Campuran Beton

Beton adalah campuran semen, agregat kasar dan halus, air dengan atau tanpa tambahan bahan lain, tetapi pada penelitian kali ini campuran beton memiliki penambahan abu batu sebanyak 0%, 50% dan 100% dari berat pasir. Dalam komposisi beton, hampir  $\frac{3}{4}$  atau 75% adalah agregat, sehingga material ini sangat menentukan kekuatan/kualitas dari beton itu sendiri. Material-material yang biasa digunakan dalam campuran beton adalah sebagai berikut:

### 2.2.4. Semen

Semen adalah zat yang digunakan untuk merekatkan batu, bata, batako, maupun bahan bangunan lainnya. Sedangkan kata semen sendiri berasal dari

*caementum* (Bahasa Latin), yang artinya “memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan”. (Wikipedia.com/semen)

Secara sederhana, definisi semen adalah bahan perekat atau lem, yang bisa membentuk sebuah bangunan. Sedangkan secara umum semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. (Bonardo Pangaribuan, Holcim)

Menurut Kamus Besar Indonesia Semen adalah serbuk atau tepung yang terbuat dari kapur dan material lainnya yang dipakai untuk membuat beton, merekatkan batu bata ataupun membuat tembok.

Semen merupakan bahan ikat, apabila dicampur dengan air maka akan menjadi pasta semen, bila dicampurkan dengan agregat halus maka akan jadi mortar apabila dicampurkan lagi dengan agregat kasar maka akan menjadi campuran beton yang setelah mengeras akan menjadi beton keras.

Semen Portland (Portland Cement, PC) adalah jenis semen yang paling umum digunakan diseluruh dunia karena semen merupakan bahan dasar beton, dan plasteran semen. Sejarah semen Portland dikembangkan dari semen alami yang terbuat di Inggris pada awal abad kesembilan belas, dan namanya berasal dari kemiripannya dengan batu Portland, jenis bangunan batu yang digali di Isle of Portland di Dorset, Inggris.

Klasifikasi semen Portland sesuai dengan tujuan pemakaiannya dibagi menjadi lima tipe yaitu:

- 1) Tipe I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus, seperti yang dipersyaratkan pada tipe-tipe semen yang lain. Tipe semen ini paling banyak diproduksi dan banyak dijual dipasaran.
- 2) Tipe II (*Moderate Sulfat resistance*) : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Semen tipe II mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah disbanding dengan semen Portland Tipe I. Pada daerah tertentu dimana suhu sedikit tinggi, maka untuk mengurangi penggunaan air selama pengeringan agar tidak terjadi penyusutan yang besar perlu ditambahkan sifat moderat “*Heat of hydration*”. Semen Portland tipe

II ini disarankan untuk dipakai pada bangunan seperti bendungan, dermaga, dan landasan berat yang ditandai adanya kolom-kolom dan dimana proses hidrasi rendah juga merupakan pertimbangan utama.

- 3) Tipe III (*High Early Strength*) : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi. Semen tipe III dibuat dengan kehalusan yang tinggi baline biasa mencapai  $5000 \text{ cm}^2/\text{gr}$  dengan nilai C3S nya juga tinggi. Beton yang dibuat dengan menggunakan semen tipe III dalam waktu 24 jam dapat mencapai kekuatan yang sama dengan kekuatan yang dicapai semen Portland tipe I pada umur 3 hari, dan umur 7 hari semen Portland tipe III kekuatannya menyamai beton dengan menggunakan semen Portland tipe I pada umur 28 hari.
- 4) Tipe IV (*Low Heat Of Hydration*) : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah. Penggunaan semen ini banyak ditujukan untuk struktur *Concrete* (beton) besar dan dengan volume yagn besar, seperti bendungan, dam, lapangan udara. Dimana kenaikan temperature dari panas yang dihasilkan selama periode pengerasan diusahakan seminimal mungkin sehingga tidak terjadi pengembangan volume beton yang bisa menimbulkan retak. Pengembangan kuat tekan dari semen jenis ini juga sangat lambat jika dibanding dengan semen porland tipe I.
- 5) Tipe V : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat than terhadap sulfat. Semen jenis ini cocok digunakan untuk pembuatan beton pada daerah tanah dan airnya mempunyai kandungan sulfat tinggi seperti air laut, daerah tambang, air payau dsb.

Semen berfungsi sebagai bahan perekat untuk menyatukan bahan agregat kasar dan agregat halus menjadi satu kesatuan dan padat. Semen juga merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam dunia sipil sbagian konstruksi sipil. Semen akan berfungsi menjadi perekat bila dicampur dengan air. Dan untuk penelitian kali ini semen yang digunakan adalah Semen Portland Tipe I.

### 2.2.5. Air

Air merupakan bahan pembuat beton yang sangat penting, tetapi harga dari semua material air lah yang paling murah, Menurut Kamus Besar Indonesia Air adalah cairan jernih tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau yang terdapat dan diperlukan dalam kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan yang secara kimiawi mengandung hydrogen dan oksigen.

Fungsi dari air sendiri adalah untuk membuat reaksi pada semen agar ketika dicampurkan menjadi pasta semen dan membuat gabungan ini menjadi pengikat antara agregat kasar dan agregat halus sehingga menjadi kesatuan yang padat dan keras (beton). Selain itu fungsi dari air adalah untuk perawatan beton.

Air memiliki persyaratan yang biasa digunakan untuk membuat campuran beton:

- 1) Air yang digunakan untuk campuran beton, harus bersih,
- 2) Air tidak boleh mengandung lumpur (benda-benda mengapung lain) lebih dari 2 gram/liter.
- 3) Bebas dari bahan yang merugikan seperti minyak.
- 4) Air tidak boleh mengandung garam karna akan bisa merusak beton.
- 5) Air tidak boleh mengandung senyawa organik.
- 6) Air tidak boleh mengandung gula didalamnya.
- 7) Air tidak boleh mengandung *chlorida* (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- 8) Air tidak boleh mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.
- 9) Air yang diusulkan dapat digunakan apabila kuat tekan mortar dengan air tersebut pada umur 7 (tujuh) hari dan 28 (dua puluh delapan) hari mempunyai kuat tekan minimum 90% dari kuat tekan mortar dengan air suling untuk periode umur yang sama.

### 2.2.6. Agregat

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Agregat untuk beton adalah butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dengan ukuran butiran antara 0,063 mm-150 mm. Agregat menurut asalnya dapat dibagi dua yaitu agregat alami yang diperoleh dari

sungai dan agregat batuan yang diperoleh dari batu pecah. Dalam campuran beton agregat merupakan bahan penguat (strengter) dan pengisi (filler), dan meliputi 60%-75% dari volume total beton. (Hizrian, 2017)

Keutamaan agregat-agregat memiliki peranannya di dalam campuran beton yaitu:

- a. Menghemat penggunaan semen Portland.
  - b. Menghasilkan kekuatan besar pada beton.
  - c. Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton.
  - d. Dengan gradasi agregat yang baik dapat tercapai beton yang padat.
- (Hizrian, 2017)

Tabel 2.2. Ketentuan gradasi (spesifikasi bina marga 2018 devisi 7)

Ukuran Saringan		Persen Berat Yang Lolos Untuk Agregat					
ASTM	(mm)	Halus*)	Kasar				
			Ukuran nominal maksimum 37,5 mm	Ukuran nominal maksimum 25 mm	Ukuran nominal maksimum 19 mm	Ukuran nominal maksimum 12,5 mm	Ukuran nominal maksimum 9,5 mm
2"	50,8	-	100	-	-	-	-
1 ½"	38,1	-	90 - 100	100	-	-	-
1"	25,4	-	-	95 - 100	100	-	-
¾"	19	-	35 - 70	-	90 - 100	100	-
½"	12,7	-	-	25 - 60	-	90 - 100	100
3/8"	9,5	100	10 - 30	-	30 - 65	40 - 75	90 - 100
No. 4	4,75	95 - 100	0 - 5	0 - 10	5 - 25	5 - 25	20 - 55
No. 8	2,36	80 - 100	-	0 - 5	0 - 10	0 - 10	5 - 30
No. 16	1,18	50 - 85	-	-	0 - 5	0 - 5	0 - 10
No. 50	0,300	10 - 30	-	-	-	-	0 - 5
No. 100	0,150	2 - 10	-	-	-	-	-

Catatan : (\*) : tidak merujuk gradasi agregat halus dalam SNI 03-2834-2000

Berdasarkan ukuran butiran, agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

#### 1) Agregat Kasar

Agregat kasar didefinisikan sebagai butiran yang tertahan saringan 4,75 mm. Agregat kasar ini sangat mempengaruhi pada akhir kekuatan beton keras dan daya tahannya terhadap sientegrasi beton, cuaca, dan efek perusak lainnya. Agregat harus bersih dari bahan organik seperti lumpur dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen.

Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5mm, sebagai bahan adukan beton, maka

agregat kasar harus diperiksa baik secara visual dan bila perlu menggunakan laboratorium pengujian untuk mutu beton khusus. Bahan beton agregat kasar harus terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori, agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi dari 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, ditentukan terhadap berat kering, dan tidak boleh juga mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.

Agregat kasar biasa butirannya berukuran 4,75 mm-150 mm. Ketentuan agregat kasar antara lain:

- a) Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori
- b) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dalam berat keringnya.
- c) Agregat kasar untuk campuran beton dapat berupa batu pecah dan kerikil.
- d) Agregat kasar harus lewat tes kekerasan dengan bejana penguji Rudeloff dengan beban uji 20 ton.
- e) Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%.
- f) Angka kehalusan untuk agregat kasar antara 6-7,5.

## 2) Agregat Halus

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Agregat halus adalah butiran halus yang memiliki kehalusan 2mm-5mm. Menurut SNI 02-6820-2002, agregat halus adalah agregat dengan besar maksimum 4,75mm, agregat halus merupakan agregat yang besarnya tidak melebihi 5mm.

Ketentuan agregat halus:

- a) Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- b) Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur karena faktor cuaca.

c) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat kering.

### 3) Sifat-sifat Agregat

Berikut adalah sifat-sifat dari agregat:

- a) Agregat yang digunakan harus bersih, keras, kuat yang diperoleh dari pemecahan batu atau koral, atau dari penyaringan dan pencucian (jika perlu) kerikil dan pasir sungai.
- b) Agregat harus memenuhi sifat-sifat yang diberikan dalam Tabel 2.3. bila contoh-contoh diambil dan diuji sesuai dengan prosedur yang berhubungan.

Tabel 2.3. Ketentuan Mutu Agregat

Sifat-sifat		Metode Pengujian	Batas Maksimum yang diizinkan	
			Halus	Kasar
Keausan agregat dengan mesin Los Angeles		SNI 2417:2008	-	40%
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat	Natrium	SNI 3407:2008	10%	12%
	Magnesium		15%	18%
Gumpalan lempung dan partikel yang mudah pecah		SNI 03-41411996	3%	2%
Sifat-sifat		Metode Pengujian	Batas Maksimum yang diizinkan	
			Halus	Kasar
Bahan yang lolos saringan No.200.		SNI ASTM C117: 2012	5% untuk kondisi umum, 3% untuk kondisi permukaan terabrasi	1%
Kotoran Organik		SNI 2816:2014	Pelat Organik No.3	-

Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018

### 2.10. Ketentuan Gradasi Agregat

Agregat yang menempati lebih dari 70% volume beton sangat mempengaruhi karakteristik beton segarnya. Secara umum pembuatan beton di Indonesia menggunakan agregat alami dalam bentuk agregat kasar dan agregat

halus. Namun gradasi agregat yang tersedia tidak seragam untuk setiap lokasi. (Nurlita Pertiwi, 2014)

Gradasi agregat sendiri adalah distribusi ukuran butiran agregat. Dapat juga disebut pengelompokan agregat dengan ukuran yang berbeda (bervariasi) sebagai persentase dari total agregat atau persentase kumulatif butiran yang lebih kecil atau lebih besar dari masing-masing seri bukan saringan. Gradasi agregat berguna untuk menentukan proporsi agregat halus terhadap total agregat.

Gradasi agregat ditentukan dengan cara Analisa saringan, dimana sampel agregat harus melalui satu set saringan. Ukuran saringan menyatakan ukuran bukaan jaringan kawat dan nomor saringan menyatakan banyaknya bukaan jaringan kawat per inchi persegi dari saringan tersebut. Untuk mengetahui gradasi tersebut dilakukan pengujian melalui Analisa ayak sesuai dengan standard dari BS 812, ASTM C-33, C136, ASTHO T.27 ataupun Standard Indonesia.

Agregat kasar harus dipilih sedemikian rupa sehingga ukuran agregat terbesar tidak lebih dari % jarak bersih minimum antara baja tulangan atau antara baja tulangan dengan acuan. Gradasi agregat kasar dan halus harus memenuhi ketentuan.

### **2.11. Definisi Abu Batu**

Abu batu merupakan hasil dari pecahan-pecahan batuan atau bongkahan-bongkahan yang dihancurkan dengan menggunakan alat stone crusher yang fungsinya untuk kombinasi/campuran beton. Abu batu umumnya berwarna gelap (abu-abu kehitaman) dan terdiri dari butiran yang cukup kasar. Abu batu sendiri sering digunakan sebagai bahan sampingan dalam pembuatan campuran beton.

Penggunaan abu batu dalam campuran beton sebagai bahan bangunan dapat menopang kita dalam hal biaya karna abu batu dinilai lebih murah dari segi harga. Pasalnya dengan harga yang terbilang cukup murah dibandingkan dengan harga pasir berkuallitas, kualitas yang dihasilkan dengan penambahan abu batu sebagai agregat halus pada campuran beton cukup bagus dan lebih baik dibandingkan dengan menggunakan pasir. Abu batu bisa dibilang memiliki volume yang banyak dan masih dalam tahap pengembangan untuk mengurangi penggunaan pasir dalam campuran beton.

Dibandingkan dengan pasir, abu batu memiliki daya ikat yang lebih baik. Dalam kondisi terkena air, pasir akan lebih mudah terurai. Sementara ketika abu batu terkena dengan air justru akan semakin kuat mengikat dan mengeras. Kemampuan mengikat yang baik ini dikarenakan teksturnya yang masih sangat tajam. Adapun factor penyebab tekstur abu batu yang tajam ini tidak lain karena asalnya yang merupakan hasil sampingan proses pemecahan batu. Oleh karena itu abu batu juga sangat baik digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton.



Gambar 2.1. *Stone Crusher* PT. Rumah Berneh

## 2.12. Kuat Tekan Beton

Pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton disbanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air, dengan atau tidak menggunakan bahan tambah. Perbandingan dari air semen, semakin tinggi kekuatan tekannya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan. (Wang dan Salmon, 1990).

Benda uji yang digunakan untuk kuat tekan beton berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan berdiameter 15 cm.

Cara menentukan nilai kuat tekan beton, yaitu:

$$f_c' = \text{Bacaan} \times 1000 : A : 100 : \text{koefisien hari}$$

Dimana:

$f_c'$  : Kuat tekan beton (MPa)

A : Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

P : Beban tekan (N)

Catatan nilai koefisien terdapat pada tabel 3.5.

### 2.13. Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan dengan satuan luas. Untuk penyebutan kuat tekan beton sendiri ada 2 penyebutan yang biasa digunakan di Indonesia, yaitu satuan k (kg/cm<sup>2</sup>) dan  $f_c'$  (MPa). (Google: 9 faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton) Ada Beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton diantaranya:

#### 2.13.1. Kualitas Semen

Kualitas semen menjadi factor yang sangat penting pada kuat tekan beton, karena semen merupakan komponen utama dalam pengerjaan struktur beton. Idealnya maksimal penyimpanan semen paling lama 1 bulan. Ini dapat diketahui dengan cara menekan semen yang paling dalam kemasan dengan tangan, jika tetap terasa lunak dan lembut berate kualitasnya masih bagus. Tetapi jika terasa keras maka semen sudah terlalu lama disimpan sehingga kualitasnya sudah berkurang.

#### 2.13.2. Proporsi Semen Terhadap Campuran

Proporsi semen terhadap campuran sangat berpengaruh pada kuat tekan beton. Jika kita menggunakan semen sebagai patokan takaran, maka kita bisa mengetahui berat material yang lainnya.

### **2.13.3. Kekuatan dan Kebersihan Agregat**

Salah satu hal yang juga berpengaruh pada factor kuat tekan beton adalah kebersihan dan kekuatan agregat yang digunakan dalam pencampuran beton.

### **2.13.4. Interaksi Antara Pasta Semen dengan Agregat**

Beton didefinisikan sebagai sebuah bahan komposit dengan penyusun utamanya berupa partikel atau fragmen berbentuk agregat yang saling mengikat dan melekat.

Parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah : kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, interaksi atau adhesi antar pasta semen dengan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton.

### **2.13.5. Pencampuran yang Tepat dari Bahan-bahan Pembentuk Beton**

Beton adalah campuran antara semen, agregat kasar, agregat halus, maka sebaiknya komposisi ini harus dibuat dengan ukuran yang tepat.

### **2.13.6. Ketetapan Dalam Pemadatan Beton**

Pemadatan beton segar merupakan salah satu proses dalam tahapan pengecoran beton yang memiliki pengaruh signifikan pada kekuatan beton sebagai hasil akhir dari pengecoran.

Dalam proses pemadatan ini secara umum terdapat dua metode pemadatan yaitu pemadatan dalam dan pemadatan luar. Kedua metode pemadatan memiliki cara penggunaan yang berbeda namun memiliki tujuan yang sama yaitu untuk memadatkan beton segar dengan kepadatan yang optimal.

### **2.13.7. Perawatan Beton**

Perawatan beton bertujuan untuk memaksimalkan hasil setelah pengecoran. Ini dilakukan dengan mempertahankan kadar air yang tepat. Hal ini dilakukan dengan menjaga kelembapan dan suhu yang sesuai agar beton terhidrasi dengan tepat sesuai mutu yang diinginkan.

#### **2.13.8. Kandungan Klorida**

Beton yang berada pada lingkungan asam akan lebih cepat terkena korosi yang menimbulkan degradasi beton. Semakin tinggi persentase klorida pada beton, semakin pendek umur layan beton.

#### **2.13.9. Kualitas Pelaksanaan**

Jika pada 8 faktor lainnya sudah memenuhi kriteria yang baik dalam penyusunan kuat tekan beton, akan tetapi pada proses pelaksanaannya ada yang salah akan sangat berpengaruh pada kukat tekan beton yang dihasilkan.

Pengujian ini biasanya dilakukan pada material beton segar yang berbentuk kubus atau silinder, dimana material beton ini sudah mewakili campuran beton. Jangan lupa untuk mencatat berat dan ukuran betonyang akan diuji. Selanjutnya, siapkan alat uji kuat tekan beton. Alat ini memang dirancang khusus untuk menguji kuat tekan beton.

Jika alat sudah siap, maka beton yang akan diuji bisa diletakkan tepat dibagian tengah mesin uji. Operasikan mesin dengan penambahan beban yang konstan antara  $2 \text{ kg/cm}^2$  sampai dengan  $4 \text{ kg/cm}^2$  perdetiknya. Lakukan uji tekan ini hingga beton yang diuji hancur dan pastikan mencatat semua nya termasuk beban maksimum, kondisi beton uji hingga gambar bentuk pecahannya selama pengujian berlangsung.

Lalu uji kuat tekan beton ini biasanya dilakukan pada waktu atau beton berusia 3 hari, 7 hari dan 28 hari dengan minimal pengujian pada 2 beton setiap kali pengujian dilakukan.

#### **2.14. Penelitian - Penelitian Terdahulu**

Menurut penelitian Didik Kurniawan (2014) bahwa semakin banyak campuran abu batu maka semakin menurun pula kuat tekannya. Setiap kenaikan 20% proporsi campuran abu batu terhadap berat pasir menghasilkan penurunan kekuatan. Untuk 0% abu batu menghasilkan  $F_{cr} = 20,67 \text{ Mpa}$ ; 20% abu batu menghasilkan  $F_{cr} = 19,44 \text{ Mpa}$ ; 40% abu batu menghasilkan  $F_{cr} = 18,14 \text{ Mpa}$ ;

60% abu batu menghasilkan  $F_{cr} = 17,03$  Mpa; 80% abu batu menghasilkan  $F_{cr} = 15,94$  Mpa; 100% abu batu menghasilkan  $F_{cr} = 15,01$  Mpa. Dari penelitian yang dilakukan penambahan abu batu lebih dari 20% tidak mencapai kuat tekan yang disyaratkan karena dengan menggunakan 20% abu batu, kuat tekan beton hanya mencapai 19,44 Mpa.

Menurut Harjono, Jordy (2017) pengujian benda uji menggunakan variasi abu batu sebagai substitusi agregat halus antara lain, 0% (BN), 20% (BSAB20), 40% (BSAB40), 60% (BSAB60), 80% (BSAB80) dan 100% (BSAB100) serta penambahan superplasticizer. Hasil modulus elastisitas BN, BSAB20, BSAB40, BSAB60, BSAB80, BSAB100 berturut-turut adalah 18340,401 MPa, 20467,862 MPa, 23942,147 MPa, 16530,589 MPa, 13550,579 MPa, dan 15021,273 MPa. Nilai kuat tekan BN, BSAB20, BSAB40, BSAB60, BSAB80 dan BSAB100 berturut-turut adalah 23,12 MPa, 23,51 MPa, 25,38 MPa, 21,37 MPa, 19,50 MPa dan 19,05 MPa.

Menurut penelitian Abdul Haris H. A., Ratih Sekartaji Sambodj, Febri Aditya (2017) yang membuat persentase campuran abu batu pada komposisi campuran beton sebesar 0%, 20%, 40%, 60%, dan 100%. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa campuran menggunakan abu batu dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin banyak abu batu yang digunakan, kuat tekan semakin menurun, meskipun batas kuat tekan  $350 \text{ kg/cm}^2$  masih bisa dipenuhi. Kuat tekan rata-rata tertinggi didapat pada campuran 40% abu batu, yaitu sebesar  $587,77 \text{ kg/cm}^2$ .