

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan beberapa referensi yang berhubungan dengan objek pembahasan. Penggunaan referensi ditunjukkan untuk memberikan batasan-batasan dalam penelitian. Penelitian ini nantinya dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengacu kepada referensi yang digunakan diharapkan pengembangan dari penelitian yang akan datang dapat melahirkan suatu inovasi baru yang belum ada referensi sebelumnya.

Hasil Penelitian Ki Catur Budi dkk (2020), dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder berukuran 15cm dengan tinggi 30 cm. Mutu awal rencana yang digunakan yaitu  $f_c'$  36,6 Mpa atau setara dengan K-450. Variasi yang digunakan dengan cara perawatan beton (*curing*) untuk mendapatkan kuat tekan optimum. Variasi meliputi perawatan beton yang direndam ke dalam air, membasahi permukaan dengan air setiap hari pagi dan sore, membungkus dengan plastik hitam, dan membungkus dengan karung goni basah yang dibasahi setiap hari pada umur 28 hari. Hasil pengujian didapatkan kuat tekan beton yang tidak dilakukan perawatan memiliki kuat tekan rata rata sebesar 34,61 Mpa. Pada beton yang dilakukan perawatan dengan cara direndam pada bak curing didapat kuat tekan rata rata sebesar 38,15. Pada beton yang dilakukan perawatan dengancara disiram didapat kuat tekan rata rata sebesar 35,64. Dari ketiga variasi penelitian, beton tanpa perawatan dan beton dengan perawatan hanya disiram pada pagi hari belum mampu melebihi mutu awal beton 36,6 Mpa dan kuat tekan tertinggi diperoleh pada beton dengan perawatan secara direndam yaitu 38,86 Mpa.

Hasil penelitian Anggi Suryani dkk (2018), nilai standar korelasi kekuatan tarik beton untuk memprediksi kekuatan tarik beton terutama kekuatan tarik lentur beton pada usia yang berbeda. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode DOE. Benda uji yang digunakan yaitu benda uji silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm dan balok panjang 15 cm, lebar 15 cm, tinggi 60 cm dengan mutu beton  $f_c$  50 MPa pada perawatan beton 3, 7, 14 dan 28 hari. Hasil pengujian

didapatkan pada perawatan umur 14 dan 28 hari diperoleh hasil pengaruh terhadap beton tanpa superplasticizer 0,5% dengan beton penggunaan bahan tambahan superplasticizer 0,5% terjadi peningkatan pada perawatan 14 hari dengan benda uji balok dan kubus sebesar 3,26% dan 22,25%. Peningkatan pada Perawatan 28 hari benda uji balok, silinder, dan kubus sebesar 3,36%, 8,09% dan 7,56%. Terjadi penurunan pada perawatan 14 hari dengan benda uji silinder sebesar 3,21%. b. Hasil korelasi kuat lentur dengan kuat tekan beton benda uji balok dan silinder, dari hasil mendapatkan nilai korelasi pada perawatan 14 hari tanpa dan dengan tambahan zat addiktif superplasticizer 0,5% didapat persamaan bahwa  $f_s = K\sqrt{f_c}$  : nilai K sebesar 0,96 dan 0,87, sedangkan pada perawatan 28 hari tanpa dan dengan tambahan zat addiktif superplasticizer 0,5% didapat persamaan bahwa  $f_s = K\sqrt{f_c}$  : nilai K sebesar 0,86 dan 0,99, maka dapat disimpulkan dari hasil penelitian ini nilai korelasi kuat lentur beton dengan kuat tekan beton bahwa berhubungan sangat kuat yang mana nilai koefisien korelasi di antara 0,80 sampai 1,00. Persamaan hubungan dari kuat tekan dan kuat lentur beton dengan analisis regresi linier sederhana adalah Beton tanpa zat addiktif umur 14 hari  $Y = -11,86+0,407x$  ;  $r = 0,92$ , Beton tanpa zat addiktif umur 28 hari  $Y = -24,321+0,675x$  ;  $r = 0,74$ , Beton tambahn zat addiktif umur 14 hari  $Y = -6,969+0,299x$  ;  $r = 0,76$ , Beton tambahan zat addiktif umur 28 hari  $Y = -12,360+0,375x$  ;  $r = 0,98$ .

Hasil penelitian Fatma Rosita Hardiani, Mirza Ghulam Rifqi dan Mohamad Galuh Khomari (2020), dengan menggunakan variasi suhu air 27°C, 37°C, 47°C suhu 27°C pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari dengan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm. Hasil pengujian dan analisa kuat tekan beton yang dipengaruhi oleh variasi suhu air pada campuran beton umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan kuat tekan benda uji menggunakan suhu 27°C (V27) memiliki kuat tekan sebesar 14,132 MPa, 19,817 MPa, 27,090 MPa, dan 30,246 MPa, benda uji menggunakan suhu air 37°C (V37) sebesar 19,496 MPa, 22,471 MPa, 28,556 MPa, dan 31,250 MPa, benda uji menggunakan suhu air 47°C (V47) sebesar 21,554 MPa, 25,882 MPa, 28,973 MPa, dan 32,149 MPa. Pengujian umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan kuat tekan benda uji menggunakan suhu 27°C sebagai acuan, berturut-turut benda uji V37 mengalami kenaikan sebesar 39,145%,

13,304%, 5,411%, dan 3,319%, benda uji V47 sebesar 52,448%, 30,302%, 6,445%, dan 6,292%.

Hasil penelitian Ir Kosim M.T dkk (2021), dengan menggunakan variasi penambahan limbah cup plastik 0,1 %, 0,3 %, 0,5 %, 0,7 % dan 0,9 % pada umur 3,14 dan 28 hari dengan benda uji berbentuk silinder berukuran 15 x 30 cm. Hasil pengujian didapatkan hasil kuat tekan beton normal pada umur 28 hari sebesar 24,04 MPa, sedangkan pada umur perawatan yang sama nilai kuat tekan rata-rata beton campuran limbah cup plastik dengan persentase variasi 0,1 % adalah sebesar 19,55 MPa, pada persentase variasi 0,3 % adalah sebesar 23,53 MPa, lalu persentase variasi 0,5 % adalah sebesar 24,20 MPa, dan persentase variasi 0,7 % adalah sebesar 20,23 MPa, serta untuk persentase variasi 0,9 adalah sebesar 14,54 Mpa. Dari hasil tersebut titik puncak yang di dapat pada pengujian kuat tekan rata-rata variasi beton campuran limbah cup plastik adalah pada persentase variasi 0,5 %, dimana nilai kuat tekan rata-rata beton normal sebesar 2524,04 MPa dan nilai kuat tekan rata-rata beton campuran limbah cup plastik persentase 0,5 % sebesar 24,20 MPa, maka besarnya peningkatan yang terjadi sebesar 0,16 % atau sebanyak 0,16 Mpa.

## 2.2 Beton

Beton didefinisikan sebagai campuran antara 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). Tetapi belakangan ini definisi beton sudah semakin luas, yaitu beton adalah bahan yang terbuat dari berbagai tipe semen, agregat dan juga bahan *pozzolan*, abu terbang, sulfur dan lain-lain (Neville dan Brooks, 1987). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (K) pada usia 28 hari. Kecepatan kekuatan beton ini sangat dipengaruhi pada factor air semen (FAS) dan suhu selama perawatan. Salah satu kinerja beton yang sering diperhatikan adalah kuat tekan beton. Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk dapat menerima gaya per satuan luas. (Mulyono, T., 2004).

Fungsi dari masing-masing komponen pada pembuatan beton adalah :

1. Semen sebagai bahan pengikat agregat dengan komposisi didalam beton sebanyak 15-20 % dari volume beton.
2. Air sebagai pereaksi bagi semen agar dapat mengikat agregat. Banyak penggunaan air dibandingkan dengan volume beton berkisar 8-10%.
3. Agregat sebagai bahan pengisi rongga-rongga dalam beton dengan jumlah 60-70 % dari volume beton.

### 2.2.1 Klasifikasi Beton

Klasifikasi beton dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan karakteristik dan parameter pembentuknya.

- a. Berdasarkan berat satuannya (SNI 2847 : 2019)
  - Beton ringan : berat satuan  $\leq 1.900 \text{ kg/m}^3$
  - Beton normal : berat satuan  $2.200 \text{ kg/m}^3 - 2.500 \text{ kg/m}^3$
  - Beton berat : berat satuan  $> 2.500 \text{ kg/m}^3$
- b. Berdasarkan Tingkat Kekerasan Beton
  - Beton segar : Masih dapat dikerjakan
  - Beton hijau : Beton yang baru saja dituangkan dan segera harus dipadatkan.
  - Beton mu : 3 hari  $< 28$  hari
  - Beton keras : Umur  $> 28$  hari
- c. Berdasarkan Mutu Beton

Mutu Beton dan Penggunaan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Mutu Beton dan Penggunaan

Jenis Beton	$f'c$ (Mpa)	$\sigma_{bk}'$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Uraian
Mutu Tinggi	35 – 65	K400 – K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, pekat beton, prategang dan sejenisnya.
Mutu Sedang	20 - < 35	K250 – < K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar, beton bertulang, diafragma, kerb

Jenis Beton	$f_c'$ (Mpa)	$\sigma_{bk}'$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Uraian
			beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu Rendah	15 - < 20	K175 - < K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10 - < 15	K125 - < K175	Digunakan sebagai lantai kerja penimbunan kembali dengan beton.

(Sumber : Puslitbang Prasarana Transportasi, Divisi 7 -2005)

d. Berdasarkan Cara Pembuatan Beton

- Beton cast in-situ, yaitu beton yang dicor di tempat, dengan cetakan atau acuan yang dipasang di lokasi elemen struktur pada bangunan atau gedung atau infrastruktur.
- Beton pre-cast, yaitu beton yang dicor di lokasi pabrikasi khusus, dan kemudian diangkut dan dirangkai untuk dipasang di lokasi elemen struktur pada bangunan atau gedung atau infrastruktur.

e. Klasifikasi Berdasarkan Tegangan Beton (Beton Pra-tegang)

- Beton konvensional, adalah beton normal yang tidak mengalami pemberian tegangan.
- Beton pre-stressed, disebut juga metode pra-tarik. Pemberian tegangan dilakukan ketika beton belum dicor dan mengeras.
- Beton post-tensioned, disebut juga metode pasca tarik. Pemberian tegangan dilakukan ketika beton sudah mengeras. (Mulyono, T., 2005).

f. Syarat-syarat Campuran Beton

Tujuan dari perencanaan campuran beton adalah untuk menentukan proporsi semen, agregat halus, agregat kasar dan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

a. Kekuatan Desak

Kekuatan desak yang dicapai pada umur beton 28 hari harus memenuhi persyaratan yang diberikan oleh perencana persyaratan menurut karakteristik umum beton yang direncanakan.

b. *Workability*

Untuk memenuhi *workability* yang cukup guna pengangkutan, pencetakan dan pemadatan beton sepenuhnya dengan peralatan yang tersedia dalam pengerjaan pembentukan beton yang diinginkan.

c. *Durability*

Durabilitas atau sifat awet berhubungan dengan kekuatan desak. Semakin besar kekuatan desak maka semakin awet betonnya.

d. Penyelesaian akhir dari permukaan beton.

Kohesi yang kurang baik merupakan salah satu sebab penyelesaian akhir yang kurang baik apabila beton dicetak pada acuan tegak, seperti goresan pasir dan variasi warna dapat juga mendatangkan kesukaran di dalam menambal bidang horizontal menjadi suatu penyelesaian akhir yang harus padat.

## 2.3 Bahan-Bahan Campuran Beton

### 2.3.1 Semen

Semen merupakan bahan pengikat yang bersifat hidrolisis. bentuknya seperti bubuk halus yang dihasilkan dengan metode klinker.

Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu :

a. Semen Portland (*portlandcement*)

Semen portland tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air akan tetapi dapat mengeras di udara, Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur.

b. Semen Hidrolik

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Contoh semen hidrolik ialah kapur hidrolik, semen pozzolan, semen terak, semen alam, semen portland, semen portland-pozzolan, dan lain-lain.

Jenis-Jenis Semen Portland Menurut ASTM C.150 dapat dilihat tabel 2.2

Tabel 2.2 Jenis-Jenis Semen Portland Menurut ASTM C.150

Jenis Semen	Sifat Pemakaian	Kadar Senyawa (%)				Panas Hidrasi 7 Hari (J/g)
		<i>C3S</i>	<i>C2S</i>	<i>C3A</i>	<i>C4AF</i>	
I	Normal	50	24	11	8	330
II	Modifikasi	42	33	5	13	250
III	Kekuatan Awal Tinggi	60	13	9	8	500
IV	Panas Hidrasi Rendah	26	50	5	12	210
V	Tahan Sulfat	10	40	9	9	220

(Sumber : ASTM C.150-2004)

### 2.3.2 Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan sekitar 25% berat semen saja. Namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air ini digunakan sebagai pelumas. Tetapi perlu dicatat bahwa tambahan air sebagai pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena dapat mengurangi kekuatan beton serta akan didapatkan beton yang porous. Selain itu kelebihan air pada beton akan bercampur dengan semen dan bersama-sama muncul ke permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan merupakan suatu lapisan tipis yang disebut dengan *laitance* (selaput tipis). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah. Apabila ada kebocoran cetakan, air bersama-sama semen juga dapat ke luar, sehingga terjadilah sarang-sarang kecil (Tjokrodinuljo, 1996).

1. Syarat air yang baik untuk dapat direaksikan dalam pembuatan beton menurut PUBLI 1982 adalah:
2. Air harus bersih,

3. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat oleh mata,
4. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gr/lt,
5. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton lebih dari 5 gr/lt.

### **2.3.3 Agregat**

Agregat adalah butiran mineral alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Kira – kira 60-75% volume beton diisi oleh agregat Agregat sesuai dengan SNI 03-1750-1990 tentang Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji.

Agregat yang dipakai harus memenuhi syarat-syarat :

- a. Kerikil harus berupa butiran keras dan tidak berpori.
- b. Agregat harus bersih dari unsur organik.
- c. Kerikil tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering.
- d. Kerikil mempunyai bentuk yang tajam.

Agregat yang mempunyai butir-butir besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih besar 4,8 mm. Sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm. Jenis agregat yang digunakan sebagai bahan susun beton adalah agregat halus dan agregat kasar.

#### **a. Agregat Halus**

Agregat halus adalah semua butiran lolos saringan 4,75 mm. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami, hasil pecahan batuan secara alami, atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu yang disebut abu batu. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% serta tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton, kegunaannya adalah untuk mengisi ruangan antara butir agregat kasar dan memberikan kecelean.

Agregat halus yang digunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Bentuk butiran pasir harus tajam, kuat dan keras.
2. Kandungan lumpur pada pasir lebih dari 5% berat keringnya.
3. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.



Menurut SNI 03-2834-2000 Tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, kekerasan pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar.

Gradasi Agregat Halus menurut SNI dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Gradasi Agregat Halus Menurut SNI

Ukuran Saringan	SNI 03-2834-2000			
	Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
	Gradasi 1	Gradasi 2	Gradasi 3	Gradasi 4
9,6	100-100	100-100	100-100	100-100
4,8	90-100	90-100	92-100	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 : SNI 03-2834-2000)

#### b. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan agregat dengan ukuran butir minimal 5 mm dan ukuran maksimum 40 mm. Ukuran maksimum dari agregat kasar dalam beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan bahwa yang terdapat diantara batang-batang baja tulangan, syarat- syarat agregat kasar yang akan dicampur sebagai adukan beton adalah sebagai berikut :

1. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori. Dari kadar agregat yang lemah bila diuji dengan cara digores menggunakan atang tembaga, maksimum 5%.
2. Agregat kasar terdiri dari butiran pipih dan panjang, hanya bisa dipakai jika jumlah butiran pipih dan panjang tidak melebihi dari 20% berat agregat seluruhnya.
3. Butir-butir agregat harus bersifat kekal (tidak pecah atau hancur) oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, Contohnya zat-zat reaktif dan alkali.

5. Lumpur yang terkandung dalam agregat kasar tidak boleh lebih dari 1% berat agregat kasarnya, apabila lebih dari 1% maka agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu dengan air yang bersih.

Gradasi agregat kasar menurut SNI dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	% Berat Butir yang Lewat Ayakan		
	Ukuran Maks 10mm	Ukuran Maks 20mm	Ukuran Maks 40mm
76	-	-	100-100
38	-	100-100	95-100
19,6	100-100	95-100	35-70
9,6	50-85	30-60	10-40
4,8	0-10	0-10	0-5

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

## 2.4 Perawatan Beton

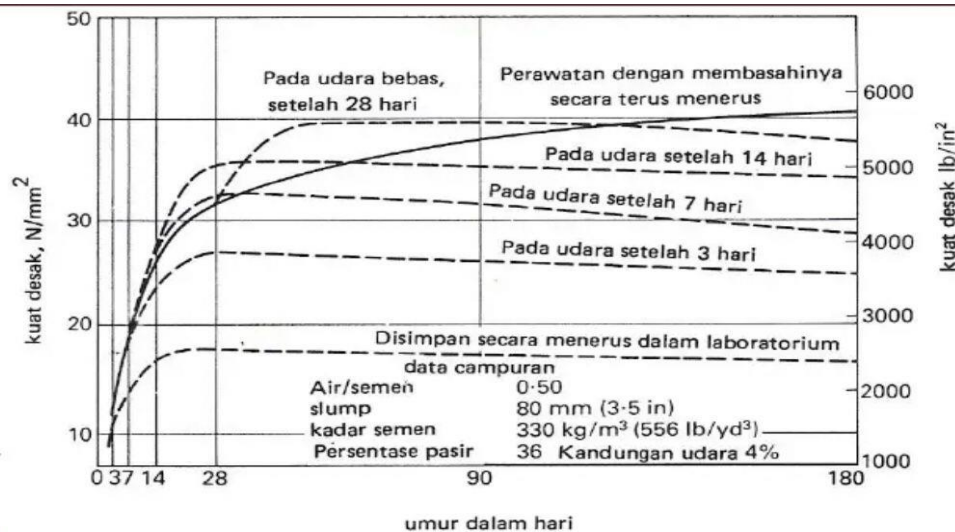
### 2.4.1 Pengertian Perawatan Beton

Beton harus dirawat pada suhu diatas 10 °C dan dalam kondisi lembab untuk sekurang-kurangnya selama 7 hari setelah pengecoran kecuali jika dengan perawatan dipercepat (SNI 03 – 2847 – 2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung). Perawatan beton dimaksudkan agar beton dapat mengembangkan kekuatannya secara wajar dan sempurna serta memiliki tingkat kekedapan dan keawetan yang baik, ketahanan terhadap aus serta stabilitas dimensi struktur. (Mulyo, T., 2003). Perawatan dilakukan untuk mencegah terjadinya temperatur beton atau penguapan air yang berlebihan yang dapat memberi pengaruh negatif pada mutu beton yang dihasilkan atau pada kemampuan layan komponen atau struktur (SNI 03 – 2847 – 2002), Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung).

Fungsi utama perawatan beton adalah untuk menghindarkan beton dari :

- a. Kehilangan air semen yang banyak pada saat-saat setting time concrete.
- b. Kehilangan air akibat penguapan pada hari-hari pertama.
- c. Perbedaan suhu beton dengan lingkungan yang terlalu besar.

Kuat tekan beton yang dikeringkan dalam udara dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Kuat Tekan Beton yang Dikeringkan dalam Udara di Laboratorium Sesudah Perawatan Awal dengan Membasahinya (Murdock dan Brook,1999).

#### 2.4.2 Tujuan Perawatan Beton

Tujuan perawatan beton adalah memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk bahan tambahan atau pengganti supaya dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai, dan menjaga supaya tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton akibat kehilangan kelembaban yang terlalu cepat atau tidak seragam, sehingga dapat menyebabkan retak.

Poin - poin yang harus diperhatikan saat perawatan beton:

- Memastikan beton terlindung dari temperature ekstrem dan dari sinar matahari langsung serta angin yang dapat mengurangi mutu beton mengeras.
- Memastikan metode perawatan yang digunakan serta waktu mulai dan durasi perawatan sesuai yang disyaratkan.

#### 2.4.3 Metode Perawatan Beton

Metode yang digunakan dalam perawatan beton diantaranya yaitu :

1. Metode tanpa perawatan beton dibiarkan di alam terbuka.
2. Metode tanpa perawatan tetapi disimpan di dalam ruangan.
3. Metode perawatan dengan penyiraman rutin 2 kali sehari pagi dan sore

hari.

4. Metode perawatan dengan penyiraman beton rutin 1 kali sehari pada siang hari.
5. Metode perawatan dengan menutupi menggunakan karung goni lembab/basah.
6. Metode perawatan dengan merendam benda uji selama 14 hari dan 28 hari.

## 2.5 Pengujian

### 2.5.1 Slump Test

Menurut SNI 03-1972-1990 *Slump* beton ialah besaran kekentalan (*viscosity*) atau plastisitas dan kohesif dari beton segar. *Workability* beton segar pada umumnya diasosiasikan dengan :

- a. Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*).
- b. Kelekatan adukan pasta semen (*cohesiveness*).
- c. Kemampuan alir beton segar (*Flowability*).
- d. Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindah dengan alat angkut (*mobilty*).
- e. Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (*plasticity*).

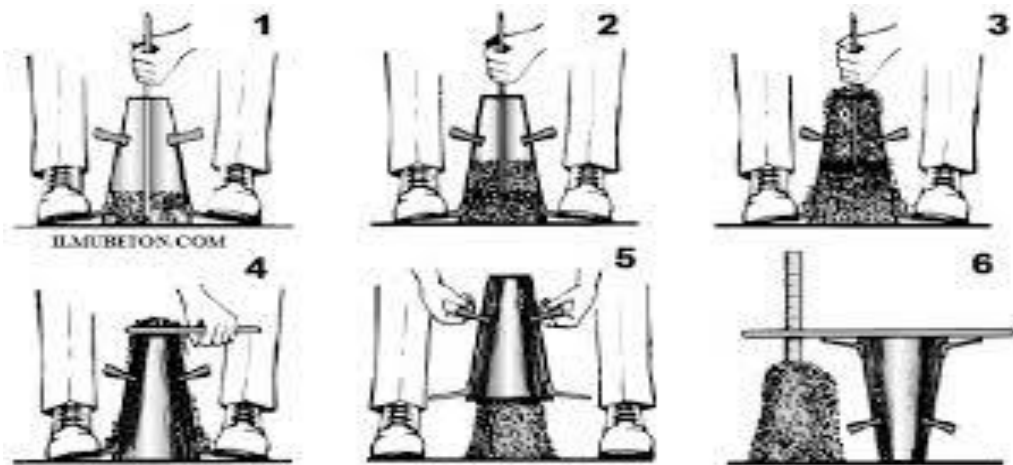
Penetapan Nilai *Slump* Adukan Beton dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Penetapan Nilai *Slump* Adukan Beton

Pemakaian beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Nilai <i>Slump</i> (cm)	
	Maks	Min
Dinding, platpondasi dan pondasi telapak betulang	12,5	5
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur bawah tanah	9	2,5
Pelat, balok, kolom, dinding	15	7,5
Perkerasan jalan	7,5	5
Pembetonan masal (beton massa)	7,5	2,5

(Sumber : Tjokrodinuljo,2007)

Pengujian *slump* dapat dilihat pada gambar 2.2



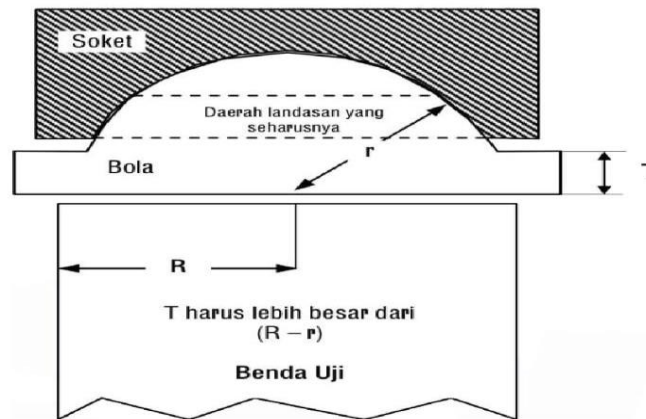
Gambar 2.2 Slump

(Sumber : Ilmu beton.com)

### 2.5.2 Kuat Tekan Beton

Kekuatan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk dapat menerima gaya per satuan luas (Tri Mulyono, 2005). Kekuatan tekan beton dapat mencapai  $1000 \text{ kg/cm}^2$  atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar  $200 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $500 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa kubus dengan ukuran  $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ . Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan (*compression testing machine*) sampai pecah. Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam Mpa atau  $\text{kg/cm}^2$ .

Sketsa landasan tekan yang dapat berputar dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Sketsa landasan tekan yang dapat berputar

(Sumber : SNI-1974-2011)

Keterangan :

T : Tebal

R : Jari-jari benda uji

r : Jari-jari bola

Menurut SNI 03-6468-2000, untuk mencapai kuat tekan yang disyaratkan untuk menentukan proporsi campuran beton kekuatan tinggi dapat dipilih untuk umur 28 hari atau 56 hari. Campuran harus diproporsikan sedemikian rupa sehingga kuat tekan rata-rata dari hasil pengujian di lapangan lebih tinggi dari pada kuat tekan yang disyaratkan  $f_c'$ .

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

$\sigma$  = Kuat tekan beton (kg/cm<sup>2</sup>).

P = Beban maksimum (N).

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

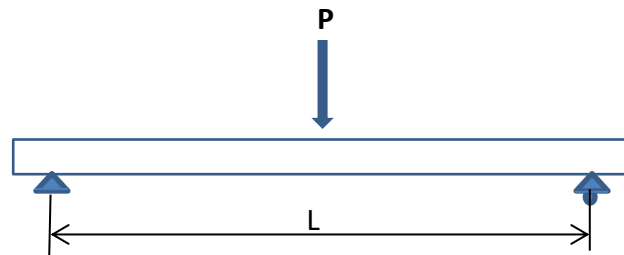
**2.5.3 Kuat Tekan Lentur**

Kuat lentur adalah nilai tegangan tarik yang dihasilkan dari momen lentur dibagi dengan momen penahan penampang balok uji. Balok uji beton dapat berpenampang persegi atau bujur sangkar dengan panjang total balok empat kali

lebar penampangya. Beban maksimum yang menyebabkan keruntuhan balok uji akan didapatkan dengan menggunakan beban terpusat tunggal (SNI 03-4154-1996).

Kuat lentur dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$f_{lt} = \frac{3P.L}{2bd^2} \dots\dots\dots(2.2)$$



Gambar 2.4 Perletakan Pengujian Kuat lentur balok

Di mana:

$f_{lt}$  = kuat lentur, dalam  $\text{kg/cm}^2$

P = beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji, dalam Newton;

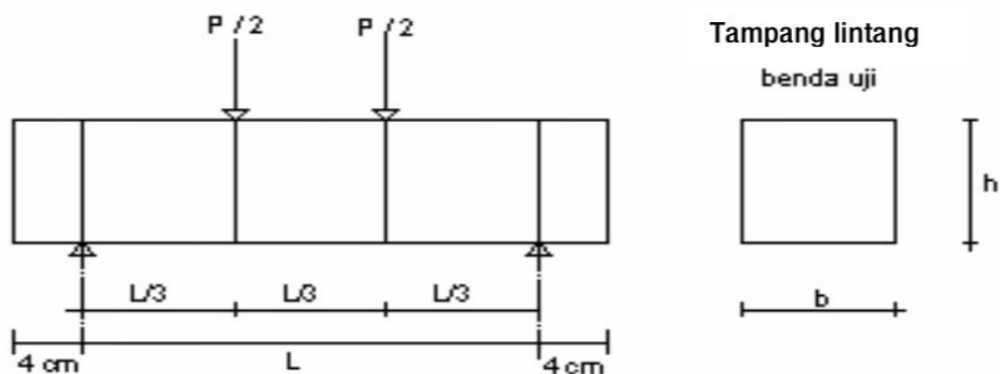
L = panjang bentang di antara kedua blok tumpuan, dalam mm;

b = lebar balok rata-rata pada penampang runtuh, dalam mm;

d = tinggi efektif balok rata-rata pada penampang runtuh, dalam mm.

Pada SNI 4431-2011, sistem pembebanan pada pengujian kuat lentur beton dengan dua titik pembebanan.

Garis-garis perletakan pembebanan dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Garis-garis Perletakan Pembebanan

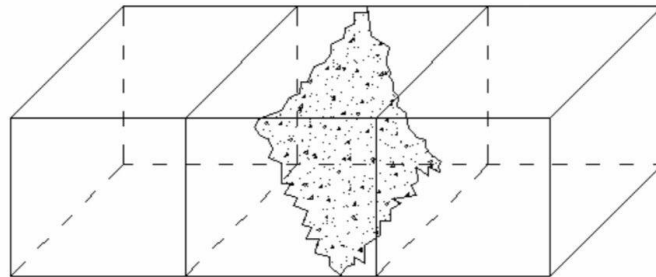
(Sumber: SNI 4431-2011)

Rumus-rumus yang digunakan untuk pengujian kuat lentur beton dengan dua

titik pembebanan sebagai berikut:

1. Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut :

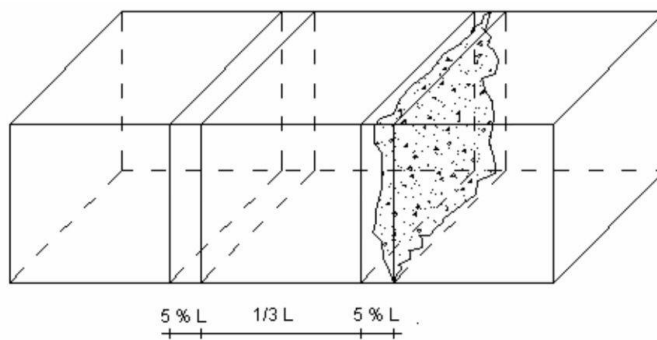
$$\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2}$$



Gambar 2.6 Patah pada 1/3 Bentang Tengah  
(Sumber: SNI 4431-2011)

2. Untuk pengujian dimana bidang patahnya terletak di luar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_1 = \frac{P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots(2.3)$$



Gambar 2.7 Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah Pada < 5% Dari Bentang  
(Sumber: SNI 4431-2011)



