

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Definisi Beton**

Menurut SNI-03-2847-2002 beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar (kerikil, batu pecah atau jenis agregat lain) dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan ( $f'c$ ) pada usia 28 hari.

Mulyono (2004:3) menyebutkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunan yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Menurut Nugraha dan Antoni (2007:1) menyebutkan bahwa beton adalah material komposit yang rumit. Beton dapat dibuat dengan mudah bahkan oleh mereka yang tidak punya pengertian sama sekali tentang teknologi beton, tetapi pengertian yang salah dari kesederhanaan ini sering menghasilkan persoalan pada produk, antara lain reputasi jelek dari beton sebagai materi bangunan.

Sebagai material komposit, sifat beton sangat tergantung pada sifat unsur masing-masing serta interaksi mereka. Ada 3 sistem umum yang melibatkan semen, yaitu pasta semen, mortar dan beton.

Dari paparan diatas dapat disimpulkan bahwa beton adalah batuan buatan berongga yang diisi oleh agregat halus atau pasir yang mempunyai fungsi dari bahan penyusunnya sendiri dengan atau tanpa bahan tambahan

yang bersifat aditif, sehingga menjadi satu kesatuan yang homogen. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah sebagai berikut :

Kelebihan Beton :

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
2. Mampu memikul beban yang berat
3. Tahan terhadap temperatur yang tinggi
4. Biaya pemeliharaan yang kecil

Kekurangan Beton :

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
3. Berat
4. Daya pantul suara yang besar

Keunggulan lain yang dimiliki beton dibandingkan dengan material lainnya adalah mempunyai kuat tekan dan stabilitas volume yang baik dan biaya perawatannya relatif lebih murah.

### **2.1.2. Kerang Lokan**

Kerang lokan merupakan salah satu binatang sejenis kerang yang hidup di air laut dan air payau. Kerang ini hidup di daerah pasang surut air laut, kebiasaan spesies ini hidup di dalam pasir. Bentuk cangkang seperti piring atau cawan terdiri dari dua katub yang bilateral simetri, pipih pada bagian pinggirnya dan cembung pada bagian tengah cangkang. Cangkang kerang lokan memiliki tekstur yang cukup tebal berbeda dengan cangkang kerang pada umumnya.

Kerang lokan memperoleh makanan yang berupa fitoplankton dan zooplankton kecil sebagai *suspension feeder* maupun *filter feeder*. Namun melihat cara hidupnya yang membenamkan diri di dalam sedimen, maka dapat dipastikan bahwa bahan-bahan lain (organik dan anorganik) yang terdapat di dasar perairan juga akan terserap.



**Gambar 2.1. Cangkang Kerang Lokan**

### **2.1.3. Bahan Penyusun Beton**

#### **2.1.3.1. Semen Portland**

Semen portland adalah salah satu bahan yang sangat penting dalam pembuatan beton. Meskipun komposisinya dari beton hanya 10% namun semen mempunyai fungsi yang sangat penting yaitu sebagai bahan pengikat. Menurut Dipohusodo (1999:4) semen yang digunakan untuk bahan beton adalah semen portland atau semen portland pozzolan, berupa semen hidrolik yang berfungsi sebagai bahan perekat bahan susun beton. Dengan jenis semen tersebut diperlukan air guna berlangsungnya reaksi kimiawi pada proses hidrasi. Pada proses hidrasi semen mengeras dan mengikat bahan susun beton membentuk massa padat.

Semen portland terutama mengandung kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ), dan lempung yang mengandung silika dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) serta alumunium oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Berdasarkan SNI 15-2049-2004 semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara mengiling terak (*clinker*) semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih

bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

Komposisi senyawa kimia pada semen sebagai berikut :

**Tabel 2.1 Komposisi Senyawa Kimia Semen**

Komponen	Kadar (% berat )
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO <sub>2</sub> )	17 – 25
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3 – 8
Besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO <sub>3</sub> )	1 – 2

Sumber : Tjokrodinuljo, 2007

Di dalam semen, oksida – oksida tersebut tidak terpisah satu dari yang lainnya melainkan membentuk senyawa – senyawa yang disebut senyawa semen. Menurut Nugraha dan Antoni (2007:31) empat senyawa yang biasanya dianggap sebagai unsur pokok utama dari semen terdaftar pada tabel 2.2 disertai dengan singkatan simbolnya.

**Tabel 2.2. Senyawa Utama Semen Portland**

<b>Nama Senyawa</b>	<b>Komposisi Oksida</b>	<b>Singkatan/Symbol</b>	<b>Kadar rata – rata (%)</b>
Trikalsium Silikat	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_3\text{S}$	50
Dikalsium Silikat	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_2\text{S}$	25
Trikalsium Aluminat	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{A}$	12
Tetrakalsium Aluminofe	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{C}_4\text{F}$	8

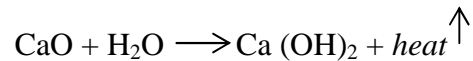
Sumber : Paul Nugraha dan Antoni

Notasi singkat ini digunakan oleh ahli kimia semen untuk menjelaskan masing – masing oksida dengan satu huruf, yaitu  $\text{CaO} = \text{C}$ ;  $\text{SiO}_2 = \text{S}$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = \text{A}$ ; dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{F}$  serta juga  $\text{H}_2\text{O}$  pada pengerasan semen dinotasikan oleh H.

Pada semen sendiri dari ketiga senyawa tersebut yang banyak berperan adalah oksida  $\text{CaO}$  (Kalsium Oksida). Secara kimia,  $\text{CaO}$  adalah nama lain dari kapur kalsium. Dalam proses hidrasi dan pengerasan semen, kapur dan silika akan menjadi penyumbang kekuatan yang terbesar. Sedangkan alumina dan oksida besi akan lebih berfungsi untuk mengatur kecepatan proses hidrasi. Namun dalam proses produksi semen, terutama dalam proses pembakarannya, alumina dan oksida besi seringkali lebih ditentukan oleh kebutuhan untuk menghindari kesulitan produksi klinker pada suhu tinggi, dan bukan oleh kebutuhan komposisi kimianya.

Sebagai bahan komersial, kapur dapat dilengkapi dalam bentuk kapur CaO atau kapur Ca(OH)<sub>2</sub>. Umumnya kapur terhidrasi dengan kelebihan air dan dalam bentuk pasta basah atau dempul.

Kapur bereaksi cepat dengan air disertai dengan evolusi yang cukup panas :



Persentase senyawa dalam semen portland bisa dihitung dari persentase oksida – oksida semen yang sudah diketahui. Prosedur sistematis ini dalam bentuk perasamaan yang disebut sebagai persamaan Bogue adalah seperti berikut :

$$\text{C}_3\text{S} = (4,071 \times \text{CaO}) - (7,600 \times \text{SiO}_2) - (6,718 \times \text{Al}_2\text{O}_3) - (1,430 \times \text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$\text{C}_2\text{S} = (2,876 \times \text{SiO}_2) - (0,7544 \times \text{C}_3\text{S})$$

$$\text{C}_3\text{A} = (2,650 \times \text{Al}_2\text{O}_3) - (1,692 \times \text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$\text{C}_4\text{AF} = (3,043 \times \text{Fe}_2\text{O}_3)$$

Keterangan : C<sub>3</sub>S = (*alite*) kuat tekan awal

C<sub>2</sub>S = (*belite*) kuat tekan akhir

C<sub>3</sub>A = kekuatan yang sangat awal yang hidrasinya sangat rendah dan masih belum tahan terhadap sulfat

C<sub>4</sub>AF = kurang berpengaruh terhadap kekerasan semen

Nugraha dan Antoni (2007:32) senyawa-senyawa kimia dari semen portland tidak stabil secara termodinamis sehingga cenderung bereaksi dengan air, membentuk produk hidrasi yang stabil. Mengingat sifat hidrasi dan kecepatan bereaksi dengan air dari setiap komponen berbeda-beda

maka sifat hidrasi dari masing-masing komponen itu perlu dipelajari.  $C_3S$  (*alite*) dan  $C_2S$  (*belite*) adalah senyawa yang memiliki sifat perekat.  $C_3A$  adalah senyawa yang paling reaktif.  $C_4AF$  berfungsi sebagai katalisator yang menurunkan temperatur pembakaran dalam kiln untuk pembentukan kalsium silikat.

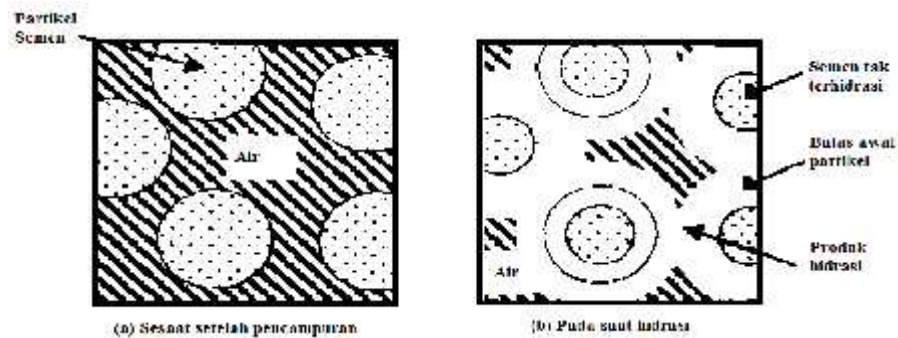
Semen portland yang digunakan untuk konstruksi sipil harus memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Di Indonesia syarat mutu yang dipergunakan adalah SNI 15-2049-2004 mengenai “Semen Portland”. Berdasarkan SNI 15-2049-2004 semen portland diklasifikasikan dalam 5 jenis, yaitu :

**Tabel 2.3. Jenis-jenis Semen Portland**

Jenis	Keterangan
Jenis I	Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti disyaratkan pada jenis-jenis lain.
Jenis II	Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
Jenis III	Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
Jenis IV	Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
Jenis V	Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

### 2.1.3.2. Reaksi Hidrasi

Ketika air ditambahkan ke dalam campuran semen, proses kimiawi yang disebut hidrasi akan berlangsung. Mekanisme hidrasi semen ada dua, yaitu mekanisme larutan dan mekanisme padat. Pada mekanisme larutan, zat yang direaksikan larut dan menghasilkan ion dalam larutan. Ion-ion ini kemudian bergabung sehingga menghasilkan zat yang menggumpal (*flocculate*). Karena daya larut senyawa yang ada pada semen kecil, maka hidraulis lebih dominan daripada larutan (Nugraha dan Antoni, 2007:34).



**Gambar 2.2.** Diagram reaksi hidrasi partikel semen

Menurut Tjokrodinuljo (2007:11) pada dasarnya jumlah air yang diperlukan untuk proses hidrasi hanya kira-kira 25 persen dari berat semennya, penambahan jumlah air akan mengurangi kekuatan setelah mengeras. Kelebihan air dari yang diperlukan untuk proses hidrasi pada umumnya memang diperlukan pada proses pelaksanaan pembuatan beton, sebagai pelumas, agar mudah diaduk, diangkut dan dicetak.

### 2.1.3.3. Kerang Lohan Sebagai Pengganti Semen

Proses pengabuan cangkang kerang merupakan abu yang berasal dari proses pemisahan cangkang kerang dengan dagingnya lalu cangkang kerang dibersihkan dan dijemur dibawah terik sinar matahari kemudian ditumbuk hingga menjadi serpihan kecil kemudian kerang dibakar dengan suhu  $800^{\circ}\text{C}$  selama kurang lebih 3 jam (Surest, Aria dan Resi, 2012).

Kandungan senyawa kimia pada abu cangkang kerang bersifat "Pozzolan", yaitu mengandung zat kapur (CaO), alumina dan senyawa silika sehingga dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen. Penambahan abu cangkang kerang yang homogen akan menjadikan campuran beton yang lebih reaktif (Ade Rezki, 2009). Dampak tahap awal yang diharapkan dari penggunaan abu cangkang kerang ini adalah didapatnya nilai perilaku mekanik beton yang setara ataupun mendekati



dengan beton normal. Sehingga didapat penghematan semen dalam campuran beton tersebut.

Abu cangkang kerang lokan mempunyai komposisi kimia sebagai berikut:

**Tabel 2.4. Komposisi Kimia Cangkang Kerang Lokan**

Komponen	Kadar (% berat)
CaO	86,95
SiO <sub>2</sub>	10,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,8

Sumber : Hasil Uji Pendahuluan

#### **2.1.3.4. Agregat**

SNI 03-2847-2002, agregat didefinisikan sebagai material granular misalnya pasir, kerikil, batu pecah dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton. Menurut Tjokrodinuljo (2007:17) agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton.

Mulyono (2004:76) menyebutkan Hal-hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan penggunaan agregat dalam campuran beton ada 5, yaitu :

##### 1) Volume Udara

Udara yang terdapat dalam campuran beton akan mempengaruhi proses pembuatan beton, terutama setelah terbentuknya pasta semen.

##### 2) Volume Padat

Kepadatan volume agregat akan mempengaruhi berat isi dari beton jadi.

3) Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat akan mempengaruhi proporsi campuran dalam berat sebagai control.

4) Penyerapan

Penyerapan berpengaruh pada berat jenis.

5) Kadar Air Permukaan Agregat

Kadar air permukaan agregat berpengaruh pada penggunaan air saat pencampuran.

Agregat berdasarkan ukuran butirnya dibedakan menjadi 2, yaitu :

1. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang semua butirnya tertinggal di atas ayakan 4.75 mm (ASTM C-33, 1982). Sedangkan dalam SNI 03-2834-2000, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm. Gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik, sebaiknya masuk dalam batas yang tercantum dalam table 2.1.

**Tabel 2.5. Syarat Agregat Kasar Menurut SNI 03-1750-1990  
Persen Butir Lewat Ayakan, Besar Butir Maksimal**

Lubang Ayakan (mm)	40 mm	20 mm	12,5 mm
30,1	95-100	100	-
19	35-70	95-100	100
9,52	10 – 40	30-60	50-85
4,76	0 – 5	0 – 10	0 – 10

Sumber : SNI 03-1750-1990 "Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji"

Adapun agregat kasar harus memenuhi syarat SNI 03-1750-1990.

Syarat Agregat Kasar :

- 1.) Modulus halus butir 6.0 sampai 7.1.
- 2.) Kadar lumpur maksimum 1%.
- 3.) Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%.
- 4.) Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, dan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur 18%.
- 5.) Tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%.
- 6.) Tidak bersifat reaktif terhadap alkali jika kadar alkali dalam semen sebagai  $\text{Na}_2\text{O}$  lebih besar dari 0,6%.

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik, bersih, keras, kuat dan gradasinya baik. Agregat harus pula mempunyai kestabilan kimiawi dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus dan tahan cuaca. Jika dilihat dari tekstur permukaannya, secara umum susunan permukaan agregat sangat berpengaruh pada kemudahan pekerjaan. Semakin licin permukaan agregat akan semakin mudah beton dikerjakan. Akan tetapi jenis agregat dengan permukaan kasar lebih disukai karena akan menghasilkan ikatan antara agregat dan pasta semen lebih kuat (Mulyono, 2004)

## 2. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5 mm (SNI 03-2834-2002). Sedangkan menurut ASTM C-33, agregat halus adalah agregat yang semua butirnya lolos ayakan berlubang 4.75 mm. Persyaratan gradasi agregat halus sesuai dengan *American Society for Testing and Material* (ASTM) C – 33 dapat dilihat pada Tabel 2.2 :

**Tabel 2.6. Persyaratan gradasi agregat halus menurut ASTM C – 33**

<b>Ukuran Ayakan (ASTM E – 11)</b>	<b>Persen Lolos</b>
9,5 mm (3/8 in)	100
4,75 mm (No.4)	95 – 100
2,36 mm (No.8)	80 – 100
1,18 mm (No.16)	50 – 85
600 µm (No.30)	25 – 60
300 µm (No.50)	10 – 30
150 µm (No.100)	2 – 10

*Sumber : ASTM C-33*

Adapun syarat Agregat halus menurut syarat ASTM C.33, yaitu:

Syarat Agregat Halus :

- 1) Modulus halus butir 2.3 sampai 3.1.
- 2) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm atau No.200) dalam persen berat maksimum,
  - Untuk beton yang mengalami abrasi sebesar 3.0%.
  - Untuk beton jenis lainnya sebesar 5%.

- 3) Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah dirapikan maksimum 3%.
- 4) Kandungan arang dan lignit
  - Bila tampak permukaan beton dipandang penting (beton akan diekspos), maksimum 0.5%.
  - Beton jenis lainnya, maksimum 1.0%.
- 5) Kadar zat organik yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 3%, tidak menghasilkan warna yang lebih tua dibandingkan warna standar. Jika warnanya lebih tua maka ditolak kecuali :
  - Warna yang lebih tua timbul karena sedikit adanya arang lignit atau yang sejenisnya.
  - Ketika diuji dengan perbandingan kuat tekan beton yang dibuat dengan pasir standar silica hasilnya menunjukkan nilai lebih besar dari 95%. Uji kuat tekan sesuai dengan cara ASTM C-87.
- 6) Tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0.6%.
- 7) Kekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, dan jika dipakai magnesium sulfat, maksimum 15%.

### 2.1.3.5. Air

Tjokrodimuljo (2007:51) mengatakan air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting. Dalam pembuatan beton air diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar dapat mudah dikerjakan (diaduk, dituang dan dipadatkan). Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton (tetapi tidak berarti air untuk pencampuran beton harus memenuhi standar persyaratan air minum). Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu, kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90% jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang menggunakan air standar/suling (SNI 03-2847-2002). SNI 03-2847-2002 menetapkan syarat-syarat mutu air, yaitu

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak beton, seperti mengandung oli, asam, alkali, garam, dan bahan organik.
- b. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton kecuali setelah melalui pengujian kualitas air.
- c. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

Dari keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa air yang dapat digunakan sebagai campuran beton adalah air hujan, air tanah, air permukaan, air laut maupun air limbah asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan.

#### **2.1.4. Pembuatan Adukan Beton**

Proses pembuatan beton sebagai bahan konstruksi umumnya melewati tahapan kerja yang teratur dan terkontrol. Pemilihan bahan baku merupakan langkah awal yang perlu diperhatikan, karena akan mempengaruhi mutu beton yang dihasilkan. Karakteristik beton harus memenuhi persyaratan teknis yang spesifik terutama untuk aplikasi tertentu. Perhitungan dan penakaran bahan baku harus dilakukan seakurat mungkin, sesuai dengan perhitungan rancangan kekuatan yang diinginkan. Alat ukur timbangan sebaiknya dikalibrasi secara periodik, gunanya untuk menjamin bahwa bahan baku yang ditimbang jumlahnya tepat sesuai dengan hasil perhitungan.

Langkah selanjutnya adalah proses pencampuran bahan baku. Dilakukan secara berurutan, sehingga diperoleh spesifikasi beton plastis dan bersifat homogen. Selanjutnya, bahan diangkut dari tempat adukan untuk dituangkan kedalam cetakan. Selama proses penuangan, diikuti dengan proses pemadatan yang baik supaya terhindar dari kropos sedikit rongga. Tahapan terakhir adalah curing atau perawatan yang dimaksudkan untuk menjaga suhu dan kelembapan beton pada periode tertentu tetap stabil. Dengan adanya perawatan, reaksi hidrasi antara semen dan air dapat berjalan sempurna dan menghasilkan beton sesuai dengan kebutuhan (Syarif Hidayat,2009).

### **2.1.5. Pengujian Pada Beton**

#### **2.1.5.1. Slump**

Slump test adalah pengujian paling sederhana dan yang paling sering digunakan, karenanya kelecakan beton segar sering diidentikkan dengan slumpnya. Berkurangnya kelecakan akibat cuaca panas, misalnya disebut sebagai *slump loss*. Uji slump berguna untuk mengecek adanya perubahan dari kadar air, bila material dan gradasi agregat adalah seragam. Bila jumlah air adalah konstan dan kadar lengas agregat juga konstan maka slump test berguna untuk menunjukkan adanya perbedaan pada gradasi atau adanya perbandingan berat yang salah. Kelemahan uji slump adalah tidak dapat mengukur kelecakan campuran beton yang kaku. Untuk beton yang kaku, lebih tepat bila menggunakan uji faktor kepadatan (*compacting factor test*) (Nugraha dan Antoni, 2007).

#### **2.1.5.2. Kuat Tekan Beton**

Nugraha dan Antoni (2007:181) menyebutkan factor -faktor yang mempengaruhi kekuatan beton ada 4, yaitu masing-masing material, cara pembuatan, cara perawatan dan kondisi tes. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton dari material penyusunnya ditentukan antara lain oleh faktor air semen, porositas dan faktor instrinsik (kekuatan agregat kasar, kekuatan semen dan kekuatan ikatan antara semen dan agregat). Jika w/c rasio (FAS) semakin besar, maka kekuatan dan daya tahan beton menjadi berkurang. Pada lingkungan tertentu, w/c ratio ini dibatasi maksimal 0,40 – 0,50, tergantung sifat korosif atau kadar sulfat yang ada dilingkungan tersebut.



Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur, semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat tekan harus memenuhi  $0,85 f'_c$  untuk kuat tekan rata-rata dua silinder dan memenuhi  $f'_c + 0,82 s$  untuk rata-rata empat buah benda uji yang berpasangan (Mulyono, 2004). Menurut SNI-2847-2002 kekuatan material beton dinyatakan oleh kuat tekan benda uji berbentuk silinder dengan simbol  $f'_c$  dengan satuan MPa.

Kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain :

- 1) Pengaruh dari mutu semen portland
- 2) Pengaruh dari perbandingan adukan semen
- 3) Pengaruh dari susunan pasir
- 4) Pengaruh dari air untuk membuat adukan
- 5) Pengaruh umur beton
- 6) Pengaruh waktu pencampuran
- 7) Pengaruh suhu.

Untuk menghitung kuat tekan benda uji dengan membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang rata yang ditentukan, yaitu :

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A}$$

Keterangan : Kuat tekan beton dengan benda uji silinder (MPa atau  $N/mm^2$ )

P = gaya tekan aksial, dinyatakan dalam Newton (N).

A = luas penampang melintang benda uji, dinyatakan dalam  $mm^2$ .

## 2.2. Penelitian Yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dijadikan referensi pada penelitian ini diantaranya :

1. Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Alfian Abrori (2015) dengan Judul **“Pemanfaatan Abu Kulit Kerang Hijau Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Pada Pembuatan Beton”**. Hasil dari penelitian yang menggunakan variasi campuran abu kulit kerang hijau sebagai bahan pengganti sebagian semen pada pembuatan beton sebesar 0%, 5%, 7,5% dan 10%. Dari persentase campuran bahan pengganti sebagian tersebut didapatkan kuat tekan optimum dipersentase 10% sebesar 24,63 MPa.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Ade Rezki (2009) dengan judul **“Pengaruh Abu Kulit Kerang Andara Terhadap Sifat Mekanik Beton”**. Hasil dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan variasi campuran abu kulit kerang sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton sebesar 10%, 15%, 20%. Dari persentase komposisi bahan pengganti sebagian tersebut didapatkan rata-rata kuat tekan beton berturut-turut 23,53 MPa, 19,86 MPa, 18,22 MPa mengalami penurunan pada setiap penambahan campuran abu kulit kerang dari beton normal 20,23 MPa pada setiap variasinya. Kuat tekan maksimum terdapat pada persentase 10% yaitu 23,53 MPa.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Widiyanto (2014) dengan judul **“Pengaruh Abu Kulit Kerang Andara Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Pembuatan Beton”** Hasil penelitian yang dilakukan

dengan menggunakan campuran abu kulit kerang putih sebagai bahan pengganti semen sebagian dapat disimpulkan:

- a. Proses pembuatan beton menggunakan abu kulit kerang memenuhi nilai *Mix Design* dengan  $f_c' = 20$  Mpa dan slump yang direncanakan yaitu  $100 \pm 20$  mm pada proporsi 0%, 7,5%, 10% dan 12,5% kandungan abu kulit kerang sebagai pengganti sebagian semen.
- b. Proses pembuatan beton menggunakan abu kulit kerang dengan variasi 0%, 7,5%, 10% dan 12,5% dapat memenuhi standart kuat tekan yang direncanakan pada persentase 0% sebesar 22,74 Mpa, 7,5% sebesar 24,59 Mpa, 10% sebesar 21,50 dan 12,5% sebesar 19,55 Mpa, maka persentase yang kerang yang memenuhi standart kuat tekan yg direncanakan adalah 7,5% sebesar 24,59 Mpa.

### **2.3 Kerangka Berpikir**

Konstruksi di Indonesia mengalami pertumbuhan dan peningkatan yang sangat pesat. Dimana hampir 70% bahan material yang banyak dipergunakan untuk konstruksi adalah beton yang dipadukan dengan baja atau jenis lainnya. Dilakukan berbagai upaya untuk menghasilkan beton yang memiliki kinerja lebih maksimum dengan biaya yang lebih rendah antara lain dengan mencampur beton dengan bahan tambah (*additive*) atau dengan mengganti bahan utama (*subtitutive*).

Penggunaan bahan tambah ataupun bahan pengganti bukanlah hal yang baru dilakukan dalam konstruksi saat ini. Semen merupakan bahan penyusun utama pada beton. Dimana semen adalah bahan pengikat antara

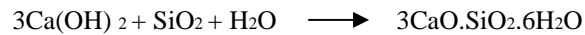
bahan penyusun lain untuk menjadikannya beton mutu tinggi. Material ini dinilai sangat vital penggunaannya dalam pembuatan beton, tetapi dengan berkembangnya konstruksi pada sekarang ini semen dipastikan akan mengalami kenaikan harga yang cukup tinggi dan untuk mengurangi pencemaran udara yang dihasilkan dalam pembuatan semen. Untuk mengatasi permasalahan semen tersebut maka penggunaan bahan pengganti semen dalam pembuatan beton perlu diteliti tetapi tetap pada standar kekuatan beton yang telah dibuat.

Salah satu alternatif peningkatan mutu dan kualitas adalah dengan menambahkan abu cangkang kerang. Abu cangkang kerang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal khususnya pada pembuatan beton. Lebih sering kita jumpai limbah cangkang kerang hanya dimanfaatkan sebagai hiasan dan abu cangkang kerang sebagai makanan ternak.

Abu cangkang kerang pada penelitian kali ini dipergunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan persentasi yang telah direncanakan. Sifat abu cangkang kerang dengan semen banyak memiliki kemiripan yaitu mengandung  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , kemudian abu cangkang kerang dengan semen sama-sama lolos saringan no. 200 sehingga dalam mengisi rongga yang ada pada beton akan mempunyai kepadatan yang sama.

Proses hidrasi semen dipengaruhi oleh komposisinya. Salah satunya yaitu silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang ada di dalam semen.  $\text{SiO}_2$  akan meminimalisir  $\text{Ca(OH)}_2$  dan bereaksi membentuk CSH pada proses hidrasi semen, sehingga pada akhirnya akan meningkatkan kuat tekan semen. Hal ini disebabkan

Ca(OH)<sub>2</sub> di dalam mortar / beton akan bersifat merugikan dan menurunkan kuat tekan semen. Reaksinya yaitu:



Didalam proses hidrasi semen selain menghasilkan senyawa CSH (Calsium Silikat Hidrat), CAH (Calsium Alumina Hidrat) dan CAF (Calsium Aluminoforit) yang bersifat sebagai bahan perekat juga menghasilkan kapur yang bersifat basa. Dengan adanya Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan SiO<sub>2</sub> pada abu cangkang kerang lokan maka kapur yang timbul akan bereaksi membentuk CSH, CAH dan CFH yang mempunyai sifat sebagai bahan perekat.

Sesuai dengan hal-hal yang telah dikemukakan di atas maka perlunya diteliti lebih lanjut mengenai fungsi abu cangkang kerang sebagai pengganti sebagian semen pada pembuatan beton. Diharapkan penelitian ini dapat diketahui sejauh mana pengaruh pemanfaatan abu cangkang kerang sebagai pengganti sebagian semen pada pembuatan beton sesuai ketentuan yang direncanakan.

#### 2.4. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka teoritis dan kerangka berpikir di atas maka dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

Diduga abu cangkang kerang lokan sebagai bahan substitusi sebagian semen dengan persentase sebesar 0%, 5%, 10% dan 15% dapat memenuhi kuat tekan rencana.