

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

Beton terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku bahan-bahan penyusun beton, kita memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen. Nawy (1985:8) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Dengan demikian, kita harus mempelajari masing-masing komponen sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Perencana (*engineer*) dapat mengembangkan pemilihan material yang layak komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan *serviceability* yang dapat diartikan juga sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi. (Mulyono, 2005)

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah : a). kualitas semen, b). proporsi semen terhadap campuran, c). kekuatan dan kebersihan agregat, d). interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat, e). pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, f). penempatan yang benar, g). perawatan beton, dan h). kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak diekspos. (Nawy, 1985:24)

Menurut sebuah blog di <http://ilmu-konstruksi.blogspot.co.id/2012/11/pengertian-beton-jenis-beton-kelebihan.html#>, beton yaitu suatu campuran yang berisi pasir, krikil/ batu pecah/ agregat lain yang dicampurkan menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air yang membentuk suatu masa yang sangat mirip seperti batu.

Menurut Darmadi pada blognya di <https://darmadi18.wordpress.com/2015/03/26/nilai-karakteristik-beton-k-dan-spesified-compressive-concrete-strength-fc/>, beton adalah campuran antara agregat kasar, agregat halus, semen dan air serta kadang-kadang ditambahkan zat-zat *additive* (*admixture*) sebagai bahan tambahan. Beton merupakan bahan struktur bangunan yang sangat populer dalam abad ini karena

penggunannya yang sangat luas dalam bidang konstruksi bangunan sipil. Dipilihnya beton dalam struktur didorong oleh beberapa faktor di antaranya:

1. Dapat dibentuk sesuai dengan selera kita.
2. Bahan dasarnya banyak tersedia di permukaan bumi.
3. Awet dan tahan terhadap cuaca serta api/relatif.

## **2.2 Bahan Penyusun Beton**

### **2.2.1 Semen portland pozollan (SPP)**

Semen merupakan bahan perekat yang paling baik digunakan untuk suatu komposisi adukan, karena mempunyai sifat-sifat hidrasi yang baik (akan cepat mengeras bila bereaksi dengan air dan udara), dengan butiran-butiran yang halus sehingga benar-benar merupakan bahan yang siap dipakai. Karena sifatnya tadi, maka semen banyak digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berhubungan dengan air (adukan kedap air) baik air tawar maupun air laut. (Daryanto,2001)

Semen Portland pozollan adalah campuran semen portland dan bahan-bahan yang bersifat pozollan seperti terak tanur tinggi dan hasil residu PLTU. Semen jenis ini biasanya digunakan untuk beton yang diekspos terhadap sulfat. (Mulyono,2005)

Semen Portland Pozollan (SPP) atau dikenal juga sebagai Portland Pozollan Cement (PPC) merupakan semen hidrolisis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen Portland dengan bahan pozollan (Trass atau Fly Ash) halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen Portland dan bahan pozollan bersama-sama atau mencampur secara merata semen Portland dan bahan pozollan atau gabungan antara menggiling dan mencampur.

Semen Portland adalah semen yang terbuat dari campuran kalsium, silika, alumina, dan oksida besi. Kalsium dapat didapat dari bahan-bahan berbasis kapur, seperti batu kapur, marmer, batu karang dan cangkang keong. Sedangkan silika, alumina dan zat besi dapat ditemukan pada lempung dan batuan serpih. Selain itu silika juga dapat dijumpai pada pasir, alumina pada bauksit, sedangkan oksida besi didapat dari iron ore (biji besi). Proporsi dari zat percampuran tersebut menentukan sifat-sifat dari elemen yang dihasilkan. (Wibowo dan Edhi, 2003)

Pozollan adalah jenis bahan yang mengandung silisium atau aluminium, yang tidak mempunyai sifat penyemenan. Butirannya halus dan dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu ruang serta membentuk senyawa-senyawa yang mempunyai sifat-sifat semen. (Mulyono,2005)

Untuk menghindari kerusakan pada semen, maka penempatan semen harus dilakukan sedemikian rupa sehingga terlindung dari lembab. Pengambilan semen dari timbunan juga harus diatur sehingga selalu diambil dari timbunan yang paling terdahulu. (Daryanto,2001)

Kekuatan beton ditentukan oleh jumlah semen yang digunakan, dengan demikian beton dengan kuat tekan lebih tinggi memerlukan jumlah pemakaian semen lebih tinggi. Akan tetapi penggunaan kandungan semen dalam jumlah berlebihan dapat menimbulkan pengaruh kurang baik terhadap kekuatan akhir, dimana terjadi penurunan kekuatan akibat penyusutan beton. Jumlah semen dengan luas melebihi luas permukaan butiran yang akan diikatnya dapat menurunkan kekuatan beton. (Amri,2005)

### 2.2.2 Agregat

Agregat adalah bahan utama yang diperlukan dalam campuran beton, karena 65-75% volume total beton terdiri dari volume agregat. (Amri,2005) Maka pemilihan agregat yang baik menjadi suatu kewajiban dalam pembuatan beton.

Agregat merupakan bahan berbutir, seperti pasir, kerikil, batu pecah, dan slag tanur (blast-furnace slag), yang digunakan dengan media perekat untuk menghasilkan beton atau mortar semen hidrolis. (SNI 2847,2013)

Berdasarkan distribusi kumpulan ukuran butirnya, agregat dapat dibedakan menjadi agregat halus dan agregat kasar. Agregat berfungsi sebagai bahan pengisi dan walaupun fungsinya hanya sebagai bahan pengisi ini tidak berarti peranannya dalam menentukan kekuatan beton lebih kecil dari semen. (Amri,2005)

Kualitas agregat sangat ditentukan oleh kualitas batuan asal, serta kandungan mineralnya. Batuan asal yang mempunyai sifat kekekalan tinggi, tidak selamanya menghasilkan agregat bermutu tinggi, apabila batuan tersebut telah mengalami pencemaran maupun perusakan akibat cuaca, tekanan dan temperatur tinggi. (Amri,2005)

#### 1. Agregat Kasar

Menurut sebuah blog di <http://rumah12.blogspot.co.id/2012/12/agregat-dan-persyaratan-agregat.html>, mengatakan bahwa menurut standar SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), agregat kasar untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Butir-butirnya keras dan tidak berpori, indeks kekerasan  $\leq 5$  % (diuji dengan goresan batang tembaga). Bila diuji dengan bejana Rudeloff atau Los Angeles.
2. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 %, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 %.
3. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 1%.
4. Tidak boleh mengandung zat-zat yang raktif terhadap alkali .
5. Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20 %.
6. Modulus halus butir antara 6 – 7,10 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
7. Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari :  $1/5$  jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan,  $1/3$  tebal pelat beton,  $3/4$  jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan.

## 2. Agregat Halus

Pasir yang digunakan dalam campuran beton jika dilihat dari sumbernya dapat berasal dari pecah ataupun dari galian tambang (*quarry*). Pada kasus tertentu, agregat yang terletak pada lapisan yang paling atas harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan. (Mulyono,2005)

Pasir kasar alami biasanya dapat memenuhi syarat gradasi zona I dari *British Standard* (B.S), tetapi mineral halus yang berukuran lebih kecil dari 0.3 mm tidak cukup banyak. Pasir yang masuk zona II dan III dapat juga ditemukan dalam pasir alami, tetapi biasanya banyak mengandung *silt* dan tanah liat. Agregat halus (pasir alam) yang berasal dari sumber ini biasanya berbutir halus dan berbentuk bulat-bulat akibat proses gesekan, sehingga daya lekat antara butirannya agak kurang. Agregat ini cocok untuk campuran plesteran karena butirannya halus. (Mulyono,2005)

Menurut SNI 03-1750-1990, susunan butir pasir harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Sisa di atas ayakan 4,0 mm harus maksimum 2 % berat;
2. Sisa di atas ayakan 1,0 mm harus maksimum 10 % berat;
3. Sisa di atas ayakan 0,25 mm harus berkisar antara 80 hingga 95 % berat.

Menurut sebuah blog di <http://rumah12.blogspot.co.id/2012/12/agregat-dan-persyaratan-agregat.html>, mengatakan bahwa menurut standar SK SNI S-04-1989-F

(Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), agregat halus untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Butir-butirnya tajam dan keras, dengan indeks kekerasan  $\leq 2,2$
2. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Jika di uji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 %, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 %.
3. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
4. Tidak mengandung zat organis terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan 3 % NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan agregat halus tidak boleh lebih gelap daripada warna standar / pembanding.
5. Modulus halus butir antara 1,50 – 3,80 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
6. Agregat halus dari laut / pantai, boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

### 2.2.3 Air

Air merupakan bahan pembantu dalam pembuatan adukan untuk pasangan, namun demikian air yang diambil secara sembarang akan berpengaruh terhadap kekuatan adukan tersebut. Supaya adukan memiliki kekuatan yang optimal, maka air yang digunakan harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual juga tidak mengandung unsur-unsur organik yang dapat merusak adukan. (Daryanto,2001)

Pada pekerjaan beton, air mempunyai beberapa fungsi yaitu: sebagai pembersih agregat dari kotoran yang melekat; merupakan media pencampur; mengecor dan memadatkan serta memelihara beton. Selain itu yang tidak kurang pentingnya yaitu air berfungsi sebagai bahan baku yang mengakibatkan proses kimia sehingga semen bereaksi dan kemudian mengeras. (Amri.2005)

SNI-03-2847-2002 dalam pasal 5.4 ayat 1 s/d 3 mensyaratkan sebagai berikut:

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam dan bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.

2. Air percampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang di dalamnya tertanam logam alumunium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan. [Lihat ps1 6.4. (1) SNI-03-2847-2002]
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
  - a. Pemilihan proporsi campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

Hasil pengujian pada umur 7 hari dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dari air yang dapat di minum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air percampur, yang dibuat dan di uji dengan “Metoda uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis” (Menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm) [ASTM C 109]

## **2.3 Batuan**

### **2.3.1 Klasifikasi batuan**

Batuan alam yang terdapat di permukaan bumi dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Amri,2005) :

1. Batuan beku (batuan vulkanis)

Batuan beku merupakan hasil aktivitas kegiatan gunung berapi dimana batuan ini banyak ditemukan di Indonesia sebagai dampak dari wilayah negara Indonesia kaya akan gunung berapi, diperkirakan hampir 70% gunung berapi di dunia terletak di Indonesia, sehingga Indonesia memiliki deposit batuan beku yang cukup potensial. (Amri,2005)

Batuan beku terbentuk dari proses pembekuan magma yang terdapat di dalam lapisan bumi yang dalam atau hasil dari hasil pembekuan magma yang keluar akibat letusan gunung berapi. (Mulyono,2005)

2. Batuan sedimen ataupun batuan sekunder

Batuan sedimen atau biasa disebut sebagai batuan endapan terbentuk karena mengendapnya bahan-bahan yang terurai, sehingga membentuk suatu lapisan endapan bahan padat yang secara fisik diendapkan oleh angin, air atau es.

Batuan sedimen dapat juga terbentuk dari bahan-bahan terlarut yang secara kimia terendapkan di lautan, danau atau pecah. (Mulyono,2005)

Batuan sedimen atau batuan endapan berasal dari perubahan bentuk batuan beku, dimana perubahan bentuk ini terjadi akibat pengaruh yang disebabkan oleh air, udara dan tekanan serta temperatur yang berubah-ubah dari waktu ke waktu. Air dan udara memindahkan batuan beku ke lokasi lain dan membentuk endapan sehingga membentuk lapisan hingga lapisan. Berdasarkan keadaan pembentuknya, batuan sedimen dapat dibagi menjadi batuan sedimen mekanis, batuan sedimen kimia dan batuan sedimen organik. Batuan sedimen memiliki variasi kekuatan, kepadatan dan berat dari rendah hingga tinggi. (Amri,2005)

### 3. Batuan metamorf atau batuan malihan.

Batuan metamorfosa merupakan hasil perubahan bentuk batuan beku ataupun batuan sedimen yang diakibatkan oleh adanya temperatur dan tekanan yang tinggi serta mengakibatkan perubahan susunan kimianya. Akibat sifat peralihan ini, batuan ini disebut sebagai batuan malihan, contoh dari batuan ini antara lain: gneiss, batu pualam (*marble*), kuarsit (*quartz*), *schist* dan bata sabak. (Amri,2005)

Menurut Ansyari pada blognya di <http://learnmine.blogspot.co.id/2013/05/batuan-beku-sedimen-metamorf.html>, batuan metamorf atau yang disebut juga dengan nama batuan malihan adalah sekelompok batuan yang merupakan hasil dari ubahan atau transformasi dari suatu tipe batuan yang sudah ada sebelumnya (protolith) oleh suatu proses yang dinamakan metamorfosis atau perubahan bentuk. Batu gneiss, batu sabak, batu marmer dan batu skist merupakan beberapa contoh dari batuan metamorf.

Batuan metamorf dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

#### a. Batuan Metamorf Kontak

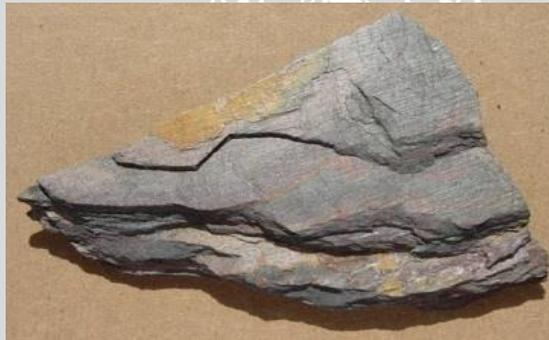
Batuan yang mengalami metamorfose sebagai akibat dari adanya suhu yang sangat tinggi (sebagai akibat dari aktivitas magma). Adanya suhu yang sangat tinggi menyebabkan terjadinya perubahan bentuk maupun warna batuan. Contohnya batu kapur (*gamping*) menjadi marmer.



**Gambar 2.1** Batu marmer

b. Batuan Metamorf Dinamo

Batuan yang mengalami metamorfose sebagai akibat dari adanya tekanan yang tinggi (berasal dari tenaga endogen) dalam waktu yang lama. Contohnya batu lumpur (mud stone) menjadi batu tulis (slate). Batuan ini banyak dijumpai di daerah patahan atau lipatan.



**Gambar 2.2** Batu tulis

c. Batuan Metamorf Kontak Pneumatolitis

Batuan yang mengalami metamorfose sebagai akibat dari adanya pengaruh gas-gas yang ada pada magma. Contohnya kuarsa dengan gas fluorium berubah menjadi topas.



**Gambar 2.3** Batu topas

Dari hasil pembagian batuan di atas, terlihat batuan metamorf kontak pneumatolistis lebih cenderung menyerupai bentuk fisik dari batu *onyx*.



**Gambar 2.4** Batu *onyx*

### 2.3.2 Batu Onyx

Menurut Meilan dalam blognya di <http://mesa26tutor.blogspot.co.id/2014/03/pengrajin-batu-marmer-dan-onyx-di-desa.html>, endapan *onyx* mempunyai komposisi kimia  $\text{CaCO}_3$  terdiri dari mineral kalsit yang berlapis dengan ketebalan dan pola yang bervariasi. Umumnya berwarna putih kekuningan dan agak bening sehingga tembus pandang. *Onyx* terjadi pada rongga atau tekanan batu gamping yang berasal dari larutan kalsium karbonat baik yang terjadi pada temperature panas atau dingin. Bila *onyx* ini terkena proses metamorfose maka akan terbentuk *onyx* marmer.

Menurut sebuah blog di [http://www.baweanonyx.com/about.php?module=batu\\_onyx](http://www.baweanonyx.com/about.php?module=batu_onyx), *onyx* adalah jenis batu kuarsa yang sering disebut juga dengan marmer tembus cahaya. Endapan onix mempunyai komposisi kimia  $\text{CaCO}_3$  terdiri dari mineral kalsit yang berlapis dengan ketebalan dan pola yang bervariasi. Umumnya berwarna putih kekuningan dan agak bening sehingga tembus pandang. Oniks terjadi pada rongga atau tekanan batu kuarsa yang berasal dari larutan kalsium karbonat baik yang terjadi pada temperature panas atau dingin, sehingga terjadi pengkristalan. Sedangkan perbedaan antara batu *onyx* dengan batu marmer cukup mudah untuk dikenali. Kalau batu *onyx* itu berasal dari batuan jenis kuarsa yang mengkristal sehingga bisa tembus cahaya. Kalau batu marmer itu berasal dari jenis batuan gamping yang kebanyakan tidak tembus cahaya.

*Onyx* adalah kristal padat yang terbentuk dari metamorfosis batu kapur, umumnya mengandung calsit ( $\text{CaCO}_3$ ), dolomit [ $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ] atau kombinasi kedua mineral tersebut. Limbah *onyx* ini merupakan limbah dari kerajinan batu *onyx* yaitu limbah

dari proses batu *onyx* yang diukir dan dibentuk dengan tangan sehingga pecahannya ada yang berupa kerikil, ada juga yang berupa pasir. (Aditya,2012)

### 2.3.3 Sifat Batu *Onyx*

Limbah *onyx* ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut (Aditya,2012):

1. Berwarna putih kecoklatan.
2. Mempunyai permukaan yang tajam dan keras, sehingga memberikan ikatan yang kuat pada pasta semen.
3. Limbah *onyx* ini lebih bersih dari lempung dan lumpur, yang dapat menghalangi ikatan dengan pasta semen.
4. Pasir *onyx* mempunyai karakteristik yang sama dengan pasir sungai, tetapi dalam pasir *onyx* ini berwarna putih kecoklatan dan mempunyai butir-butir halus dengan ukuran butiran antara 0,5 mm dan 5 mm. Dimana butiran ini hampir mendekati karakteristik pasir yang berasal dari kikisan bebatuan yang berasal dari sungai.
5. Kerikil *onyx* mempunyai karakteristik bentuk yang tajam, keras, dengan ukuran  $\geq 5$  mm sampai dengan 30 mm.
6. Tidak mengandung bahan organis, sehingga proses pengerasan semen tidak terhambat, karena bahan organik dapat menghambat pengerasan semen.

Menurut sebuah blog di [http://www.baweanonyx.com/about.php?module=batu\\_onyx](http://www.baweanonyx.com/about.php?module=batu_onyx), batuan *onyx* cenderung bercorak mengikuti sendimen batuan yang terjadi.

Batu *onyx* jenisnya bermacam-macam, diantaranya :

1. *Onyx Green Flood* ( Kehijauan bercorak sejajar ) :

*Onyx* dengan corak warna kehijauan berurat sejajar yang memiliki kualitas setara impor dengan harga lebih murah dari pasaran. Batu onix jenis ini memiliki corak dan kilau yang sangat indah karena usianya yang sangat tua. Selain karena keindahannya, keberadaan onix yang cukup langka mengakibatkan *onyx* memiliki harga yang umumnya lebih tinggi dari marmer atau granit.

2. *Onyx Green Flower* ( kehijauan bercorak bunga ) :

*Onyx* dengan corak warna kehijauan berurat bunga yang memiliki kualitas setara impor dengan harga lebih murah dari pasaran. Batu onix jenis ini memiliki corak dan kilau yang sangat indah karena usianya yang sangat tua. Selain karena keindahannya, keberadaan onix yang cukup langka mengakibatkan *onyx* memiliki harga yang umumnya lebih tinggi dari marmer atau granit.

### 3. *Onyx* Mega Crystalline ( Putih berurat kuning ) :

*Onyx* dengan corak warna putih berurat kuning yang memiliki kualitas setara impor dengan harga lebih murah dari pasaran. Batu onix jenis ini memiliki corak dan kilau yang sangat indah karena usianya yang sangat tua. Selain karena keindahannya, keberadaan onix yang cukup langka mengakibatkan *onyx* memiliki harga yang umumnya lebih tinggi dari marmer atau granit.

#### 2.3.4 Kandungan Unsur Batu *Onyx*

Berikut adalah hasil dari pengujian XRF pada limbah batu *onyx* yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar pada beton :

**Tabel 2.1** Unsur yang terkandung pada batu *onyx*

No.	Unsur	(%)
1	Ca	98.39 +/- 0.29
2	Fe	0.13 +/- 0.009
3	Co	0.11 +/- 0.0008
4	Cu	0.045 +/- 0.001
5	Mo	0.32 +/- 0.03
6	Sm	0.32 +/- 0.03
7	Er	0.10 +/- 0.009
8	Yb	0.76 +/- 0.03

**Sumber:** Hasil pengujian XRF

Dari tabel diatas dapat terlihat bahwa kandungan kalsium pada batu *onyx* lebih banyak dibandingkan kandungan lainnya yaitu sebesar 98.39 +/- 0.29%

#### 2.3.5 Kalsium

Menurut Aulia pada blognya di <http://www.bglconline.com/2014/08/fakta-fungsi-penggunaan-kalsium/>, kalsium, atau zat kapur, dikenal sebagai logam lewat eksperimen yang dilakukan Jöns Jacob Berzelius dan Pontin pada tahun 1808. Mereka berhasil memperoleh campuran kalsium dengan melakukan elektrolisis kapur menggunakan merkuri. Saat Humphry Davy mempelajari hal ini, ia mengambil langkah lebih jauh sekaligus sukses mengisolasi kalsium menjadi logam murni. Hasil tersebut menarik perhatian karena kalsium sebenarnya telah digunakan sebagai material bangunan sejak zaman pra-sejarah, tepatnya sekitar 7000 – 14000 sebelum masehi. Peradaban Romawi Kuno juga menggunakan kalsium dalam bentuk kalsium

oksida. Seiring perkembangan zaman, zat ini juga digunakan untuk mengobati patah sejak 975 masehi.

Menurut Aulia pada blognya di <http://www.bglconline.com/2014/08/fakta-fungsi-penggunaan-kalsium/>, kalsium merupakan salah satu elemen dari golongan alkalin yang terdapat di bumi. Zat ini biasanya muncul dalam bentuk lapisan putih nitrida di udara. Saat bercampur air, kalsium akan mudah bereaksi dan jika dibakar akan menimbulkan api berwarna kuning-merah.

**Tabel 2.2** Fakta seputar kalsium

No.	Keterangan	
1	Nomor atom	20
2	Simbol atom	Ca
3	Berat atom	40,078
4	Titik lebur	842 °C
5	Titik didih	1.484 °C
6	Konfigurasi elektron	4s <sup>2</sup>
7	Wujud pada suhu ruang	Padat

**Sumber:** <http://www.bglconline.com/2014/08/fakta-fungsi-penggunaan-kalsium/>

Kalsium merupakan elemen kimia yang paling berlimpah kelima di lapisan kerak bumi. Sekitar 3 persen isi kerak bumi mengandung kalsium dan terdapat sebagai bagian yang penting pada daun, tulang, gigi, dan cangkang. Kalsium selalu ditemukan dalam bentuk senyawa yang berkombinasi dengan mineral lain seperti pada batu kapur, gipsum, dan fluoride.

### 2.3.6 Penggunaan Kalsium

Menurut Aulia pada blognya di <http://www.bglconline.com/2014/08/fakta-fungsi-penggunaan-kalsium/>, kalsium digunakan pada banyak senyawa alami maupun buatan yang biasa sering digunakan ada berbagai jenis industri. Beberapa senyawa penting yang terdapat mengandung kalsium seperti klorida, sianamida, hipoklorit, nitrat, dan sulfida. Kalsium merupakan elemen penting pada beberapa jenis semen. Saat dicampur dengan pasir, kalsium akan mengeraskan mortar dan plaster dengan menyerap karbon dioksida dari udara.

Dalam penerapannya, bentuk senyawa kalsium yang banyak digunakan adalah kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), kalsium arsenat ( $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ ), kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), kalsium fosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ), kalsium karbida ( $\text{CaC}_2$ ), kalsium glukonat ( $\text{Ca}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7)_2$ ), kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ), kalsium sitrat ( $\text{Ca}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$ ), kalsium

sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), dan berbagai senyawa lainnya. Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) digunakan untuk semen dan mortar, industri baja, dan industri kaca.

Menurut Vidy pada blognya di <http://vidyvanadies.blogspot.co.id/2012/03/alkali-tanah.html>, manfaat dan kegunaan kalsium (Ca) antara lain :

- Senyawa  $\text{CaSO}_4$  digunakan untuk membuat Gips yang berfungsi untuk membalut tulang yang patah.
- Senyawa  $\text{CaCO}_3$  biasa digunakan untuk bahan bangunan seperti komponen semen dan cat tembok. Selain itu digunakan untuk membuat kapur tulis dan gelas.
- Kalsium Oksida ( $\text{CaO}$ ) dapat mengikat air pada Etanol karena bersifat dehidrator, dapat juga mengeringkan gas dan mengikat Karbondioksida pada cerobong asap.
- $\text{Ca(OH)}_2$  digunakan sebagai pengatur pH air limbah dan juga sebagai sumber basa yang harganya relatif murah
- Kalsium Karbida ( $\text{CaC}_2$ ) disaebut juga batu karbit merupakan bahan untuk pembuatan gas asetilena ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) yang digunakan untuk pengelasan.
- Kalsium banyak terdapat pada susu dan ikan teri yang berfungsi sebagai pembentuk tulang dan gigi.

#### 2.4 Metode Curing / Perawatan

Perawatan beton dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan minimal 7 (tujuh) hari dan beton berkekuatan awal tinggi minimal selama 3(tiga) hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan perawatan yang dipercepat. (PB,1989:29)

Perawatan benda uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut (SNI 03-4810-1998) :

1. Penutupan setelah penyelesaian, yaitu benda uji ditutup dengan bahan yang tidak mudah menyerap air, tidak reaktif dan dapat menjaga kelembaban sampai saat benda uji dilepas dari cetakan;
2. Perawatan untuk pemeriksaan proporsi campuran untuk kekuatan atau sebagai dasar untuk penerimaan atau pengendalian mutu;
  - 1). Perawatan awal sesudah pencetakan :

- a) Benda uji harus disimpan dalam suhu antara 16 sampai 27°C dan dalam lingkungan yang lembab selama 48 jam, harus terlindungi dari sinar matahari langsung atau alat yang memancarkan panas;
- b) Benda uji dilepas dari cetakan dan diberi perawatan standar;
- c) Jika benda uji tidak akan diangkat selama 48 jam, cetakan harus dilepas dalam waktu 24 jam  $\pm$  8 jam dan diberi perawatan standar sampai tiba waktu pengangkutan.

2). Perawatan standar sebagai berikut :

- a) Benda uji silinder :
  - (a) Dalam waktu 30 menit sesudah dilepas dari cetakan, harus disimpan dalam keadaan lembab pada suhu 23°C  $\pm$  1,7°C;
  - (b) Tidak lebih dari 3 jam sebelum pengujian pada suhu antara 20°C sampai 30°C;
  - (c) Benda uji tidak boleh terkena tetesan atau aliran air;
  - (d) Penyimpangan dalam keadaan basah, yaitu dengan perendaman dalam air kapur jenuh atau dengan ditutupi kain basah;
- b) Benda uji balok harus dirawat sama seperti benda uji silinder kecuali sekurang-kurangnya 20 jam sebelum pengujian, balok harus disimpan dalam air kapur jenuh pada suhu 23°C  $\pm$  1,7°C.

3. Perawatan untuk menentukan saat pelepasan cetakan atau saat struktur boleh menerima beban :

- 1). Silinder disimpan pada atau sedekat mungkin dengan struktur yang dan suhu serta kelembabannya harus sama;
- 2). Balok uji dan struktur yang diwakilinya harus memperoleh perawatan yang sama:
  - a). Balok uji dilepas dari cetakan setelah 48 jam  $\pm$  4 jam;
  - b). Balok uji harus disimpan dalam air kapur pada suhu 23°C  $\pm$  1,7°C selama 24 jam  $\pm$  4 jam sebelum pengujian.

## 2.5 Kuat Tekan

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton

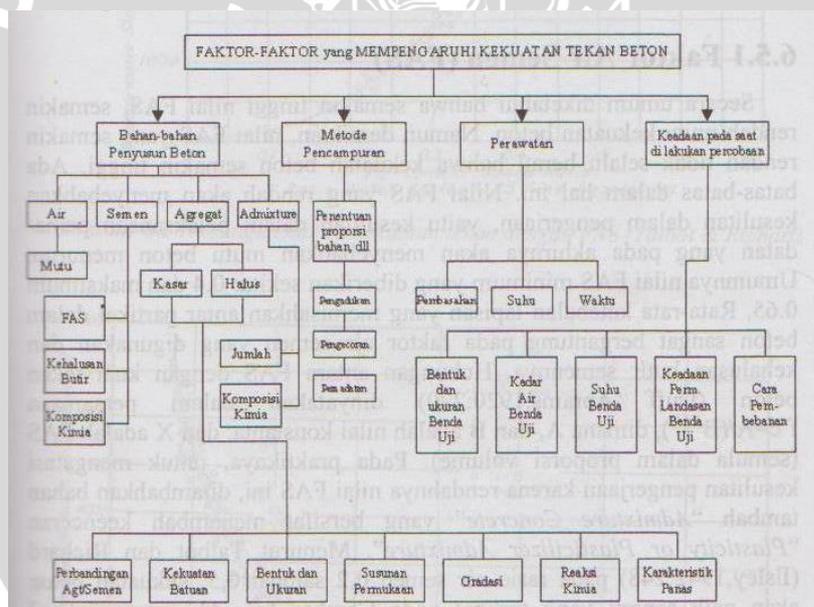
terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. (Mulyono,2005)

Menurut Standar Nasional Indonesia, 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,2005)

Kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui kuat tekan karakteristik beton. Kuat tekan karakteristik didapatkan dari beban maksimum yang dapat diterima oleh beton, hingga beton mengalami kehancuran.

### 2.5.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Tekan Beton

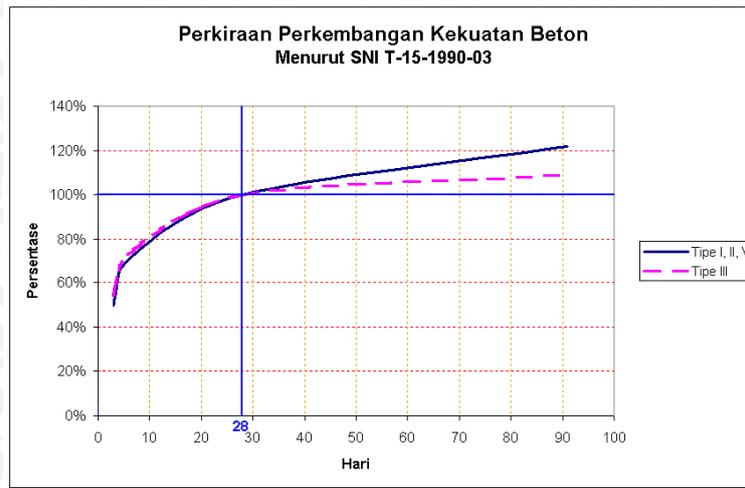
Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton dapat dilihat pada **Gambar 2.5** Ada empat bagian utama yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton tersebut, yaitu (1). proporsi bahan-bahan penyusunnya, (2). metode perancangan, (3). perawatan dan (4). keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat. (Mulyono,2005)



**Gambar. 2.5** Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton

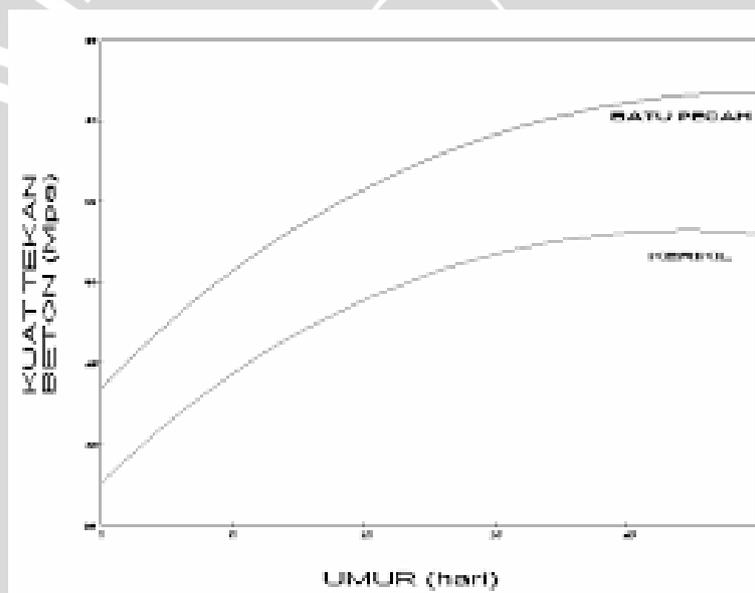
### 2.5.2 Hubungan Kuat Tekan dengan Umur Beton

Menurut Hernandar pada blognya di <https://aguzher.wordpress.com/2008/01/18/evaluasi-kekuatan-beton/>, grafik di bawah ini menunjukkan perkiraan perkembangan kekuatan beton dari 3 sampai 91 hari menurut SNI-T-15-1990-03 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal yang dinyatakan sebagai persentase terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari.



Gambar 2.6 Grafik perkiraan perkembangan kekuatan beton

Berikut adalah gambar hubungan antara kuat tekan dengan umur beton :



Gambar 2.7 Grafik hubungan kuat tekan dengan umur

## 2.6 FAS (Faktor Air Semen)

Faktor air-semen adalah nilai yang diperoleh dari hasil perbandingan kadar air dan kadar semen yang diperlukan. Semakin rendah perbandingan air-semen, berarti semakin kental campuran beton yang dihasilkan. (Amri,2005)

Faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang di targetkan didasarkan pada (Mulyono,2005):

1. Hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari hasil penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila

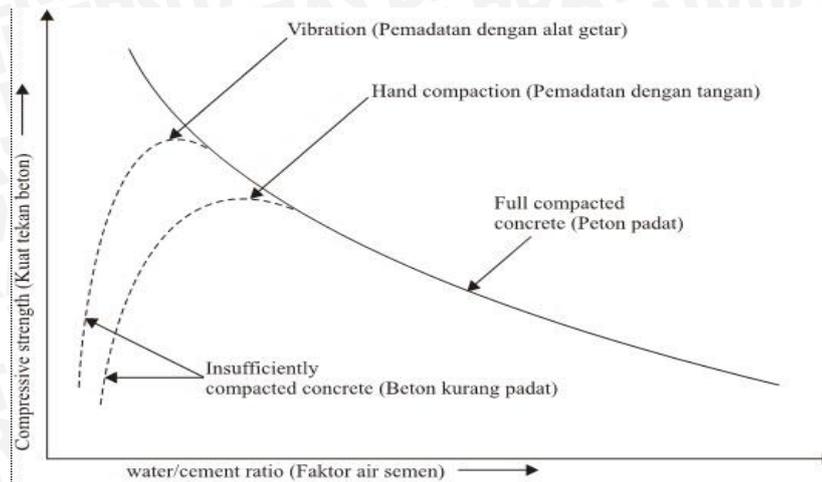
tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman, dapat digunakan Tabel 8.18 dan Grafik 8.4.1 atau 8.4.2. (SNI,1990:6-8).

2. Untuk lingkungan khusus, faktor air semen maksimum harus memenuhi ketentuan SK.SNI untuk beton tahan sulfat dan beton kedap air (PB,1989:21-23) seperti yang tercantum dalam Tabel 8.19, 8.20.1 dan 8.20.2 (SNI,1990:9-11).

### **2.6.1 Hubungan Faktor Air Semen dengan Kuat Tekan**

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan mengalami kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0.4 dan maksimum 0.65. (Mulyono,2005)

Menurut Kusuma dalam blognya di <https://dwikusumadpu.wordpress.com/tag/faktor-air-semen/>, air berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton mengalami bleeding, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan beton antara lapis permukaan (akibat bleeding) dengan beton lapisan di bawahnya. Kurangnya lekatan antar dua lapisan tersebut merupakan area yang lemah. Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap sifat workability adukan beton, besar kecilnya nilai susut beton, kelangsungan reaksi dengan semen portland sehingga dihasilkan kekuatan selang beberapa waktu, dan peranan air sangat mendukung perawatan adukan beton diperlukan untuk menjamin pengerasan yang baik.



**Gambar 2.8** Hubungan antara kuat tekan dengan faktor air semen

### 2.7 Penelitian Terdahulu

- Muhammad Iqbal Habibi, (2014) meneliti tentang pemanfaatan limbah batu kapur sebagai pengganti agregat kasar pada beton. Hasil penelitian yang didapat adalah tes pada setiap beton campuran beton dilakukan setelah 3,7,14,21,28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton 25,7Mpa sementara beton menggunakan fragmen kapur dari 21,9 MPa dan pengujian hasil beton berat volume adalah 2,655kg / m<sup>3</sup>, volume berat dari beton menggunakan fragmen kapur 2,661kg / m<sup>3</sup>.
- Deddy Misdarpon, dkk (2007). Meneliti tentang pemanfaatan batu berangkal kapur limbah industri sebagai agregat untuk beton non-pasir pada penelitiannya di dapatkan Kuat tekan beton non-pasir dari batu berangkal kapur limbah pada perbandingan volume semen : agregat 1:5, 1:6, 1:7, 1:8, 1:9; 1:10 berturut-turut sebesar 10.44 MPa; 9.53 MPa; 8.62 MPa; 7.72 MPa; 6.81 MPa; 5.90 Mpa.
- Budiarto, dkk (2004). Meneliti tentang pembuatan komposit partikulat onix diperkuat poliester untuk bahan interior. Hasil pengujian kuat tekan dan kuat patah komposit menunjukkan bahwa kuat tekan/patah komposit meningkat dengan bertambahnya ukuran mesh dan komposisi partikulat.
- Aditya Aditya, (2012). Meneliti tentang pengaruh penggunaan limbah pasir onix sebagai substitusi pasir terhadap kuat tekan, penyerapan air dan ketahanan aus paving block. Hasil pengujian kuat tekan paving block karakteristik optimal terjadi pada komposisi campuran 1PC : 6PsO dengan nilai 378,36 kg/cm<sup>2</sup>, yaitu mengalami peningkatan sebesar 64,05% dari kuat tekan paving block karakteristik komposisi 1PC : 6Ps (0% pasir *onyx*). Untuk ketahanan aus optimal terjadi pada komposisi campuran 1PC : 6PsO dengan nilai ketahanan aus sebesar 0,399

mm/menit, mengalami penurunan sebesar 4,6% dan untuk hasil pengujian penyerapan air optimal terjadi pada komposisi campuran 1PC : 3Ps : 3PsO dengan nilai penyerapan air 6,63%, mengalami penurunan 2,01% dibandingkan dengan komposisi campuran 1PC : 6Ps (0% pasir *onyx*).

## 2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian dibutuhkan agar penelitian mempunyai tujuan. Pada penelitian ini hipotesa yang akan dibuktikan yaitu :

1. Faktor air semen yang mempunyai kuat tekan paling tinggi yaitu FAS yang mempunyai nilai slump paling rendah diantara FAS yang lainnya.
2. Beton dengan agregat kasar berupa batu *onyx* dapat dijadikan sebagai beton struktural.
3. Kuat tekan yang dihasilkan oleh beton dengan limbah batu onyx mempunyai nilai yang mendekati dengan nilai beton normal.

