

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian ini didasari oleh literatur atau referensi yang berhubungan dengan obyek pembahasan. Penggunaan referensi bertujuan untuk memberikan batasan-batasan terhadap pembahasan dari penelitian yang akan dikembangkan serta agar dapat menghasilkan hasil yang lebih baik dari referensi penelitian sebelumnya. Referensi penelitian terdahulu yang peneliti dapatkan dapat dilihat pada uraian berikut.

Arman A, Andi Setiawan (2019) meneliti tentang Study Eksperimen Pengaruh Campuran *Sikament LN* Dalam Meningkatkan Kuat Tekan Bata Beton Ringan. Dalam pengujiannya menambahkan zat aditif *Sikament LN* dengan komposisi 10%, 20%, dan 30%. Dari hasil pemeriksaan kuat tekan bata beton ringan kekuatan bata beton dengan campuran *Sikament LN* 30 % memiliki kuat tekan lebih tinggi dari bata beton ringan campuran *Sikament LN* 10 % dan 20 %, kuat tekan yang dihasilkan nya yaitu 5,7 MPa.

Bing Santosa, Dwi Suryani (2021) meneliti tentang Pengaruh Penambahan Zeolit dan *Sikament LN* Terhadap Kuat Tekan Beton. Dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh penambahan Zeolit dan *Sikament-LN* terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan penambahan dosis penggunaan zeolit pada penelitian ini adalah sebesar 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10% dari berat semen, dan untuk *Sikament LN* sebesar 1% dari berat semen dengan pengurangan air sebesar 10%. Hasil dari penelitian ini adalah kuat tekan beton maksimum dengan bahan tambah zeolit dan *Sikament-LN* 1% dengan pengurangan air 10% diperoleh pada persentase penambahan zeolit 9% yaitu sebesar 45,559 MPa. Hasil ini menunjukkan peningkatan kuat tekan sebesar 65,405% atau 18,015 MPa terhadap campuran beton dengan persentase zeolit 0% dan *Sikament-LN* 1% dengan pengurangan air 10%.

Eko Ary P, Hendy S (2007) dengan penelitiannya yang berjudul Pengaruh Penambahan Aditif Type LN dan Darex Super 20 Terhadap Kuat Desak dan Kuat

Tarik Beton. Dalam penelitian ini menggunakan 2 macam aditif dengan kadar pemakaian dalam campuran yaitu 0,5%; 1,0%; dan 1,5% dengan umur pengujian 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh untuk umur beton 3 hari, sampel dengan aditif *Sikament LN* dengan kadar aditif 0,5% peningkatannya mencapai 107,14% dan beton normal, *Sikament LN* dengan kadar aditif 1,0% peningkatannya mencapai 52,30% dan beton normal *Sikament LN* dengan kadar aditif 1.5% peningkatannya mencapai 34.06% dan beton normal.

## 2.2 Beton

Beton adalah material yang dibuat dari campuran agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan semen Portland atau bahan pengikat hidrolis yang lain yang sejenis, dengan menggunakan atau tidak menggunakan bahan tambah lain (SK SNI T-15-1990-03:1). Pada prinsipnya beton tersebut direkatkan oleh semen yang dicampur dengan air yang mengikat agregat kasar maupun agregat halus. Perlekatan pasta semen pada agregat ini dengan cara mengisi rongga-rongga sehingga harus diperhitungkan dan memiliki perbandingan yang baik sehingga beton yang dihasilkan pun memiliki kualitas yang baik. Beton juga merupakan salah satu bahan yang tidak bisa dihilangkan dalam pembangunan. Beton juga memiliki peranan penting dalam menentukan umur dan kekuatan suatu bangunan. Hal itu terjadi karena beton memiliki kelebihan dan kekurangan.

Kelebihan dari beton menurut Kardiyono (2007) adalah :

1. Harganya relatif murah karena bahan-bahannya tersedia di alam bebas kecuali semen.
2. Biaya perawatannya murah karena beton adalah elemen yang awet, tahan aus, dan tahan api.
3. Kuat tekan beton sangat tinggi.
4. Beton segar sangat mudah untuk dipindahkan, dicetak dan dibentuk.

Selain memiliki kelebihan, beton juga memiliki kekurangan menurut Nugaha dan Antoni (2007) kekurangannya adalah:

1. Kuat tariknya rendah.

2. Berat sendiri beton yang sangat besar yaitu kisaran antara 1800 kg/m<sup>3</sup> sampai 2400 kg/m<sup>3</sup>.
3. Beton cenderung retak karena semennya hidraulis.
4. Kualitasnya sangat sangat tergantung pada pelaksanaan dilapangan.
5. Struktur beton konvensional sulit dipindahkan.

### **2.2.1 Beton Mutu Tinggi**

Beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan beton normal biasa. Beton mutu tinggi (high strength concrete) yang tercantum dalam SNI 03-6468-2000 beton didefinisikan sebagai beton yang memiliki kuat tekan yang diisyaratkan  $f_c' \geq 41,4$  MPa.

Aspek paling umum dari Beton Kinerja Tinggi adalah Beton Mutu Tinggi. Meskipun tidak ada kesepakatan universal, umumnya pengertian mutu tinggi adalah di atas 60 MPa. Terutama disebabkan standar perencanaan saat ini tidak memberikan informasi cukup untuk kekuatan di atas ini

Beton mutu tinggi dengan kuat tekan 55 – 70 MPa telah dapat dibuat oleh produsen ready-mix. Kuat tekan lebih dari 100 MPa sudah bisa didapat di laboratorium. Beton mutu tinggi bermanfaat pada pracetak dan pratekan. Pada bangunan tinggi mengurangi beban mati. Kelemahannya adalah kegetasannya.

Produksi beton mutu tinggi memerlukan pemasok untuk mengoptimasikan 3 aspek yang mempengaruhi kekuatan beton yaitu pasta semen, agregat, dan lekatan semen agregat. Ini perlu diperhatikan pada semua aspek produksi, yaitu pemilihan material, mix design, penanganan dan penuangan. Kontrol kualitas adalah bagian yang penting dan memerlukan kerja sama penuh antara pemasok, perencana dan kontraktor. (Paul Nugraha dan Antoni, 2007). Klasifikasi beton mutu tinggi dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2. 1 Klasifikasi Beton Mutu Tinggi

Jenis	Faktor air - semen	Kuat 28 hari (MPa)	Catatan
Konsistensi normal	0,35 – 0,40	35 – 80	Slump 50 – 100 mm, semen >
No-slump	0,30 – 0,45	35 – 50	Slump < 25 mm
w/c rendah	0,20 – 0,35	100 – 170	Pakai admixtures
Compacted	0,05 – 0,30	70 - 240	Tekanan > 70 MPa

(Sumber: Paul Nugraha dan Antoni, 2007)

### 2.2.2 Umur Beton

Kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus-kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun dimuka. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang mengkehendaki kekuatan awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I (OPC-I). laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekannya (Mulyono, 2005).

### 2.2.3 Kekuatan Tekan Beton

Kuat tekan mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan tekan beton didapatkan dengan membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang yang menerima beban.

Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang diisyaratkan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehingga

memperkecil frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan yang lebih rendah dari  $f'_c$  seperti yang telah disyaratkan. Kriteria penerimaan beton tersebut harus pula sesuai dengan standar yang berlaku. 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. Jika tidak memenuhi, maka diuji mengikuti ketentuan selanjutnya (Mulyono, 2005).

#### **2.2.4 Faktor Air Semen**

Menurut SNI 03-2834-2000, faktor air semen adalah angka perbandingan antara berat air dan berat semen dalam beton. 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, ada batas-batas dalam hal ini. Nilai FAS rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65.

### **2.3 Campuran Beton**

#### **2.3.1 Semen**

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu : semen non hidrolik dan semen hidrolik (Mulyono, 2005). Menurut ASTM C-150, 1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland yaitu semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak 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.

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10 %, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

Semen Portland berdasarkan jenis dan penggunaannya:

1. Semen Portland tipe I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Semen Portland tipe II, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Semen Portland tipe III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Semen Portland tipe IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya membutuhkan kalor hidrasi rendah.
5. Semen Portland tipe V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

### **2.3.2 Agregat**

Agregat menempati 70 -75 % dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat tahan lama (*durable*), dan ekonomis (Paul Nugraha dan Antoni, 2007). Berdasarkan gradasinya agregat terbagi menjadi dua macam yaitu agregat halus dan agregat kasar.

#### **1. Agregat Halus**

Agregat halus atau pasir adalah butiran – butiran mineral yang bentuknya mendekati bulat, tajam, dan bersifat kekal dengan ukuran butir sebagian besar terletak antara 0,07 – 5 mm (SNI 03 – 1750 – 1990). Agregat halus digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran beton sehingga dapat meningkatkan kekuatan, mengurangi penyusutan dan mengurangi pemakaian bahan pengikat/ semen. Pasir adalah salah satu dari bahan campuran beton yang diklasifikasikan

sebagai agregat halus dimana agregat halus adalah butiran yang lolos saringan no. 8 dan tertahan pada saringan no. 200.

Syarat mutu Agregat halus menurut SII.0052 sebagai berikut :

- a. Susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 1,50 – 3,80.
- b. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0,074 mm) maksimum 5 %.
- c. Kadar zat organik yang terkandung ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 3 % jika dibandingkan warna standar / pembanding tidak lebih tua dari warna standar.
- d. Kekerasan butir jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir kwarsa Bangka memberikan angka hasil bagi tidak lebih dari 2,20.
- e. Kekekalan (jika diuji dengan Na-Sulfat bagian yang hancur maksimum 10 % dan jika dipakai magnesium sulfat maksimum 15 %).

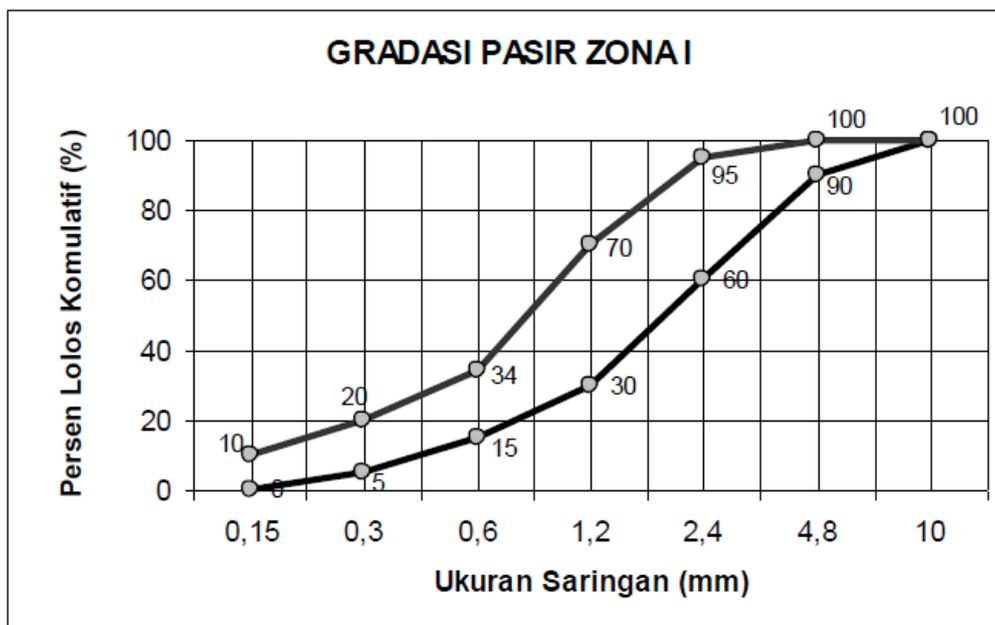
Gradasi yang baik dan teratur dari agregat halus, besar kemungkinan akan menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan tinggi dibandingkan dengan agregat yang bergradasi gap atau seragam. Gradasi yang baik adalah gradasi yang memenuhi syarat zona tertentu dan agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada suatu set ayakan lebih besar dari 45 % dan tertahan pada ayakan berikutnya.

Kebersihan agregat juga akan sangat mempengaruhi dari mutu beton yang akan dibuat terutama dari zat-zat yang dapat merusak baik pada saat beton muda maupun beton sudah mengeras. Gradasi Agregat Halus Menurut (BS) dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2. 2 Gradasi Agregat Halus Menurut (BS)

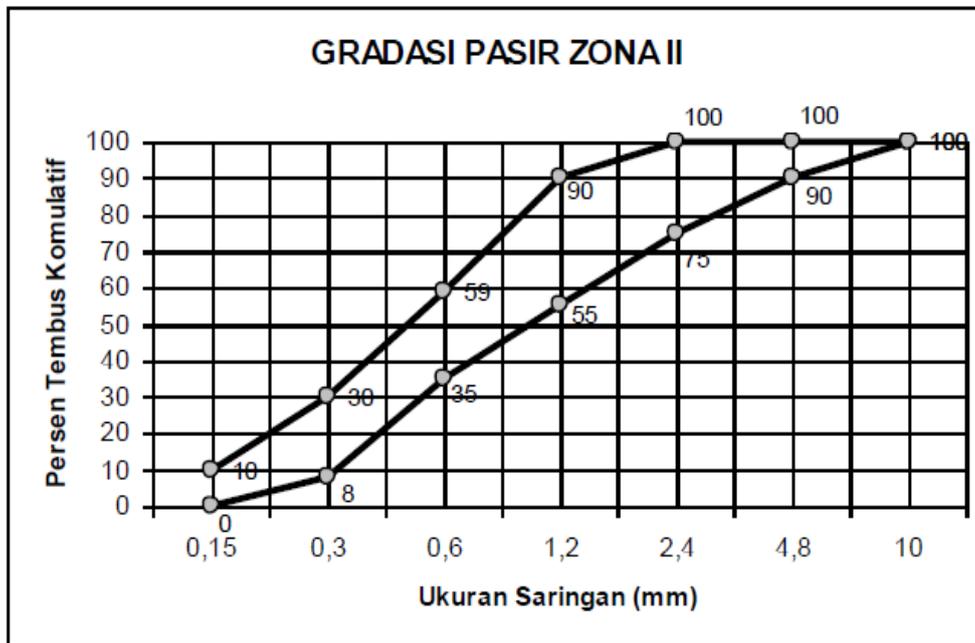
Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

(Sumber : Tri Mulyono, 2005)



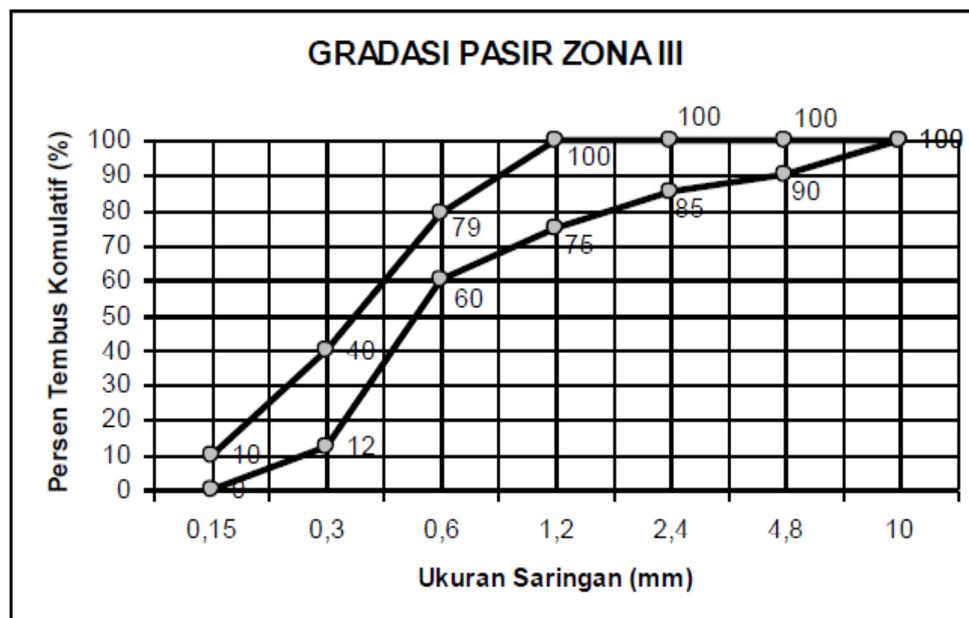
(Sumber : Tri Mulyono, 2005)

Gambar 2. 1 Gradasi pasir zona I



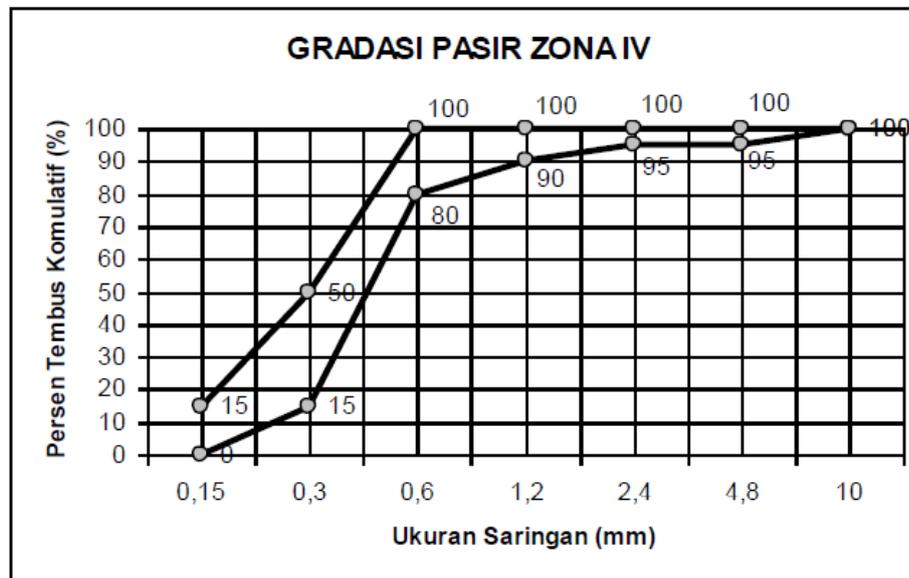
(Sumber : Tri Mulyono, 2005)

Gambar 2. 2 Gradasi pasir zona II



(Sumber : Tri Mulyono, 2005)

Gambar 2. 3 Gradasi pasir zona III



(Sumber : Tri Mulyono, 2005)

Gambar 2. 4 Gradasi pasir zona IV

Keterangan:

Zona I : Pasir Kasar Sekali

Zona II : Pasir Kasar

Zona III : Pasir Halus

Zona IV : Pasir Halus Sekali

## 2. Agregat Kasar

Menurut SII modulus kehalusan agregat kasar yaitu antara 6,0 – 7,1. Gradasi agregat kasar untuk ukuran maksimum tertentu dapat divariasikan tanpa berpengaruh besar pada kebutuhan semen dan air yang baik. Makin besar diameter maksimum maka semakin ekonomis. Syarat gradasi agregat menurut ASTM C33 dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2.3 Syarat Gradasi Ggregat Sesuai ASTM C33

No. Ayakan	Ukuran ayakan (mm)	% Berat melalui ayakan			
		Agregat Kasar		Agregat Halus	
		Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas
1 in	25	95	100		
3/4 in	19	95	100		
1/2 in	12,5	35	70		
3/8 in	10	10	40	100	100
No.4	5	0	10	95	100
No.8	2,5	0	5	80	100
No.16	1,2			50	85
No.30	0,6			25	60
No.50	0,3			10	30
No.100	0,15			2	10
Pan					

(Sumber : Paul Nugraha dan Antoni,2007)

Beton yang dihasilkan dengan menggunakan agregat ini cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi karena ikatan antar agregat baik dan kuat. Ukuran butir maksimum agregat juga akan mempengaruhi mutu beton yang akan dibuat. Gradasi yang baik dan teratur (*continuous*) dari agregat kasar besar kemungkinan akan menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan tinggi dibandingkan dengan agregat yang bergradasi gap atau seragam.

Kebersihan agregat juga akan sangat mempengaruhi dari mutu beton yang akan digunakan untuk membuat beton terutama dari zat-zat yang dapat merusak baik pada saat beton muda maupun beton sudah mengeras. Syarat mutu agregat kasar menurut SII.0052 sebagai berikut :

1. Modulus halus butir 6,0 sampai 7,1.
2. Kadar lumpur atau bagian atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0,074mm) 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 maksimum 18%.

5. Tidak bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen sebagai Na<sub>2</sub>O lebih besar dari 0,6%.
  6. Tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%.
- Syarat mutu kekuatan agregat sesuai SII.0052-80 dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut ini :

Tabel 2. 4 Syarat Mutu Kekuatan Agregat Sesuai SII.0052-80

Kelas dan mutu beton	Kekerasan dengan bejana Rudelof, bagian hancur menembus ayakan 2mm, Persen (%) maksimum		Kekerasan dengan bejana geser Los Angeles, bagian hancur menembus ayakan 1,7 mm, % maksimum.
	Fraksi butir 9,5 – 19 mm	Fraksi butir 19 – 30 mm	
(1)	(2)	(3)	(4)
Beton kelas I dan mutu B0 dan B1	22 - 30	24 - 32	40 - 50
Beton kelas II dan mutu K.125, K.175 dan K.225	14 - 22	16 - 24	27 - 40
Beton kelas III dan mutu > K.225 atau beton pratekan.	Kurang dari 14	Kurang dari 16	Kurang dari 27

(Sumber: Tri Mulyono, 2005)

### 2.3.3 Air

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air laut umumnya mengandung 3,5 % larutan garam (sekitar 78 % adalah sodium klorida dan 15 % adalah magnesium klorida). Garam-garaman dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20 %. Air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran beton pra tegang ataupun beton bertulang karena resiko terhadap karat lebih besar. Air buangan industri yang mengandung asam alkali juga tidak boleh digunakan (Tri Mulyono,2005).

Air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penuangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat

material yang digunakan. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton (Paul Nugraha, dan Antoni, 2007). Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor dibawah ini:

1. Ukuran agregat maksimum : diameter membesar → kebutuhan air menurun (begitu pula jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit).
2. Bentuk butir : bentuk bulat → kebutuhan air menurun (batu pecah perlu lebih banyak air).
3. Gradasi agregat : gradasi baik → kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama .
4. Kotoran dalam agregat : makin banyak silt, tanah liat dan lumpur → kebutuhan air meningkat.
5. Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar, atau h/lk : Agregat halus lebih sedikit → kebutuhan air menurun. (Paul Nugraha dan Antoni, 2007).

#### **2.4 Bahan Tambah**

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixtures*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*). Bahan tambah *admixture* ditambahkan saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*) sedangkan bahan tambah aditif yaitu yang bersifat mineral ditambahkan saat pengadukan dilaksanakan.

Bahan tambah ini biasanya merupakan bahan tambah kimia yang dimaksudkan lebih banyak mengubah perilaku beton saat pelaksanaan pekerjaan jadi dapat dikatakan bahwa bahan tambah kimia (*chemical admixture*) lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja pelaksanaan. Bahan tambah aditif merupakan bahan tambah yang lebih digunakan untuk perbaikan kinerja kekuatannya. (Tri Mulyono, 2005)

Menurut Standar ASTM. C.494 (1995) dan pedoman beton 1989 SKBI.1.4.53.1989 (Ulasan Pedoman Beton 1989: 29), jenis bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah. Pada dasarnya suatu bahan tambahan harus mampu memperlihatkan komposisi dan untuk kerja sama yang sama

sepanjang waktu pekerjaan selama bahan tersebut digunakan dalam racikan beton sesuai dengan pemilihan proporsi betonnya. Jenis dan definisi bahan tambah kimia ini sebagai berikut:

a. Tipe A : *Water Reducing Admixture*

*Water Reducing Admixtures* adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu. *Water Reducing Admixtures* digunakan antara lain untuk dengan tidak mengurangi kadar semen dan nilai slump untuk memproduksi beton dengan nilai perbandingan rasio faktor air semen (*wcr*) yang rendah.

b. Tipe B : *Retarding Admixtures*

*Retarding Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu untuk pematatan untuk menghindari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan.

c. Tipe C : *Accelerating Admixtures*

*Accelerating Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya pengeringan (hidrasi) dan mempercepat pencapaian kekuatan pada beton.

d. Tipe D : *Water Reducing and Retarding Admixtures*

*Water Reducing and Retarding Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal. Bahan ini digunakan untuk menambah kekuatan beton, bahan ini juga akan mengurangi kandungan semen yang sebanding dengan pengurangan kandungan air.

e. Tipe E : *Water Reducing and Accelerating Admixtures*

*Water Reducing and Accelerating Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan

awal. Bahan ini digunakan untuk menambah kekuatan beton, bahan ini juga akan mengurangi kandungan semen yang sebanding dengan pengurangan kandungan air artinya FAS yang digunakan tetap dengan mengurangi kadar air.

f. Tipe F : *Water Reducing, High Range Admixtures*

*Water Reducing, High Range Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Kadar pengurangan air dalam bahan ini lebih tinggi sehingga diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan air yang sedikit, tetapi tingkat kemudahan pekerjaan juga lebih tinggi.

g. Tipe G : *Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*

*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton. Jenis bahan tambah ini merupakan gabungan *superplasticizer* dengan menunda waktu pengikatan beton, biasanya digunakan untuk kondisi pekerjaan yang sempit karena sedikitnya sumber daya yang mengelola beton yang disebabkan oleh keterbatasan ruang kerja.

Jenis bahan tambah mineral (*additive*) yang ditambahkan pada beton dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton. Pada saat ini, bahan tambah mineral ini lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja tekan beton, sehingga bahan tambah mineral ini cenderung bersifat penyemenan. Beton yang kekurangan butiran halus dalam agregat menjadi tidak kohesif dan mudah *bleeding*. Untuk mengatasi kondisi ini biasanya ditambahkan bahan *additive* yang berbentuk butiran padat yang halus. Penambahan *additive* biasanya dilakukan pada beton kurus, dimana betonnya kekurangan agregat halus dan beton dengan kadar semen yang biasa tetapi perlu dipompa pada jarak yang jauh. Yang termasuk jenis *additive* adalah : *pozzolan, fly ash, slag, dan silica fume*. Bahan tambahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Sikament LN* yang mana pengaruh dari bahan tambah ini untuk pengurang kadar air.

## 2.5. Sikament LN

*Sikament LN* adalah jenis bahan tambahan kimia untuk pengurang kadar air (*water reducer*) dan mempercepat waktu ikat (*accelerator*). Sesuai dengan namanya (*water reducer*), *admixture* jenis ini berguna untuk mengurangi air campuran dalam tanpa mengurangi *workability*. *Admixture* ini juga dapat mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton yang memerlukan waktu penyelesaian segera atau sebagai *accelerator*. *Sikament LN* dapat digunakan pada batas pemakaian dosis 0,3 % - 2 % dari total berat semen tergantung pada persyaratan mengenai *workability* dan kekuatan.

## 2.6 Perencanaan Campuran Beton

Tata cara perencanaan beton kekuatan tinggi dengan semen dan bahan tambah ini dapat digunakan untuk menentukan proporsi campuran semen beton kekuatan tinggi dan untuk mengoptimasi proporsi campuran tersebut berdasarkan campuran coba. Tata cara ini hanya berlaku untuk beton berkekuatan tinggi yang diproduksi dengan menggunakan bahan dan metode produksi konvensional. Metode perhitungan yang digunakan adalah SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03).

### 2.6.1 Persyaratan kinerja

Persyaratan kinerja yang terdapat pada SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03) terdiri dari:

#### 1. Umur Uji

Kuat tekan yang diisyaratkan untuk menentukan proporsi campuran beton kekuatan tinggi dapat dipilih untuk umur 28 hari atau 56 hari.

#### 2. Kuat Tekan Yang Diisyaratkan

Untuk mencapai kuat tekan yang diisyaratkan, campuran harus diproporsikan sedemikian rupa sehingga kuat tekan rata-rata dari hasil pengujian di lapangan lebih tinggi dari pada kuat tekan yang diisyaratkan ( $f_c$ ).

Produsen beton boleh menentukan proporsi campuran beton kekuatan tinggi berdasarkan pengalaman dilapangan berdasarkan pada kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan ( $f_{cr}'$ ) yang nilainya lebih besar dari dua persamaan berikut:

$$f_{cr}' = f_c' + (1,34.s) \dots\dots\dots (2.1)$$

$$f_{cr}' = (0,90 \cdot f_c') + (2,33 \cdot s) \dots\dots\dots (2.2)$$

Dalam hal ini produsen beton menentukan proporsi campuran beton kekuatan tinggi berdasarkan campuran coba di laboratorium, kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan ( $f_{cr}'$ ) dapat ditentukan dengan persamaan:

$$f_{cr}' = (f_c' + 9,66) / 0,90 \dots\dots\dots (2.3)$$

#### Persyaratan Lain

Beberapa persyaratan lain yang dapat mempengaruhi pemilihan bahan dan proporsi campuran beton antara lain:

- a. Modulus Elastisitas.
- b. Kuat Tekan dan Kuat Lentur.
- c. Panas hidrasi.
- d. Rangkak dan susut akibat pengeringan.
- e. Permeabilitas.
- f. Waktu pengikatan.
- g. Metode pengecoran.
- h. Keleccakan.

### 2.6.2 Faktor-faktor yang menentukan

Faktor - faktor yang menentukan untuk membuat beton mutu tinggi adalah sebagai berikut :

#### 1. Pemilihan Bahan

Proporsi campuran yang optimum harus ditentukan dengan mempertimbangkan karakteristik semen portland, kualitas agregat, proporsi pasta, interaksi agregat pasta, macam dan jumlah bahan campuran tambahan dan pelaksanaan pengadukan. Hasil evaluasi tentang semen portland, bahan campuran, dapat digunakan untuk menentukan kombinasi bahan yang optimum.

#### 2. Portland Composite Cement (PCC)

Semen portland harus memenuhi SNI 15-2049-2004 tentang Mutu dan Cara Uji Semen Portland. Semen yang dipakai adalah semen portland type I.

3. Air

Air harus memenuhi SK SNI S-04-1989-F tentang Spesifikasi Bahan Bangunan bagian A (Bahan Bangunan bukan Logam).

4. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah agregat normal yang sesuai dengan SNI 03-1750-1990 tentang Mutu dan Cara Uji Agregat Beton. Ukuran nominal agregat maksimum 20 mm atau 25 mm, jika digunakan untuk membuat beton berkekuatan sampai 62,1 MPa, dan ukuran 10 mm atau 15 mm, jika digunakan untuk beton berkekuatan lebih besar dari pada 62,1 MPa. Secara umum, untuk rasio air bahan bersifat semen "W" / "(C+P)" yang sama, agregat yang ukuran maksimumnya lebih kecil akan menghasilkan kekuatan beton yang lebih tinggi.

5. Agregat Halus

Agregat halus harus memenuhi ketentuan SNI 03-1750-1990 tentang Mutu dan Cara Uji Agregat beton. Beton kekuatan tinggi sebaiknya menggunakan agregat halus dengan modulus kehalusan 2,5 sampai dengan 3,2. Bila digunakan pasir buatan, adukan beton harus mencapai kelecakan adukan yang sama dengan pasir alam.

6. Sikament LN

Dosis sikamen LN : 250-300 ml per zak semen, dengan syarat boleh mengurangi pemakaian air sampai 15% dari penggunaan air pada beton normal. Pemakaian yang dianjurkan 0,6% - 1,5% dari jumlah berat semen.

7. Rasio Air dengan Bahan Bersifat Semen "W" / "(C+P)"

Rasio air dengan bersifat semen "W" / "(C+P)" harus dihitung berdasarkan perbandingan berat. Perbandingan "W" / "(C+P)" untuk beton kekuatan tinggi secara tipikal ada dalam rentang nilai 0,20 – 0,5.

8. Kelecakan

Kelecakan adalah kemudahan pengerjaan yang meliputi pengadukan, pengecoran, pemadatan dan penyelesaian permukaan (finishing) tanpa terjadi segregasi.

### 9. Slump

Beton kekuatan tinggi harus diproduksi dengan slump terkecil yang masih memungkinkan adukan beton dilapangan untuk dicor dan dipadatkan dengan baik. Slump yang digunakan umumnya sebesar 50 – 100 mm.

### 10. Metode Pengujian

Metode pengujian yang digunakan adalah berdasarkan SNI, kecuali jika terdapat indikasi adanya penyimpangan akibat karakteristik beton berkekuatan tinggi tersebut. Kekuatan potensial untuk satu set bahan tertentu dapat ditetapkan hanya bila benda uji telah dibuat dan diuji pada kondisi standar. Minimum dua benda uji harus diuji untuk setiap umur dan kondisi uji.

### 10. Ukuran Benda Uji

Ukuran benda uji silinder yang dapat digunakan adalah 150 x 300 mm atau 100 x 200 mm.

### 11. Cetakan

Cetakan benda uji dibuat dari baja sesuai dengan SNI 03-2493-1991.

### 12. Mesin Uji

Mesin uji harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Kekakuan Lateral Minimum 17874 kg/cm.
- Kekakuan Longitudinal Minimum 178740.

## **2.6.3 Prosedur proporsi campuran beton kekuatan tinggi**

Perancangan proporsi campuran harus mengikuti prosedur sebagai berikut:

### 1. Tentukan slump dan kekuatan rata-rata yang ditargetkan.

Slump untuk beton kekuatan tinggi dapat diambil sebesar 50-100 mm disesuaikan dengan kondisi pembeconan namun dalam pengujian ini diambil slump dengan nilai 50-80 mm, kemudian sebelum dilaksanakan pengecoran di lapangan beton ditambah dengan bahan aditif Sikamen LN sampai slump yang diisyaratkan tercapai. Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan untuk proporsi campuran yang dirancang berdasarkan pengalaman di lapangan, diambil yang lebih besar dari pada persamaan (2.1) atau (2.2), sedangkan untuk proporsi campuran berdasarkan campuran coba laboratorium diambil sesuai persamaan (2.1).

2. Ukuran agregat kasar

Untuk agregat tekan rata-rata  $<62,1$  MPa digunakan ukuran agregat maksimum 20-25 mm. Untuk kuat tekan rata-rata  $>62,1$  MPa digunakan ukuran agregat maksimum 10-15 mm. Ukuran agregat kasar maksimum sesuai SNI 03-2497-1992, yaitu:

- 1/5 lebar minimum acuan, dan 1/3 tebal pelat beton.
- 3/4 jarak bersih minimum antar batang tulangan, kabel prategang.

3. Kadar agregat kasar optimum

Kadar agregat kasar optimum digunakan bersama-sama dengan agregat halus yang mempunyai nilai modulus kehalusan antara 2,5-3,2. Berat agregat kasar padat kering oven per m<sup>3</sup> beton adalah besarnya fraksi volume padat kering oven dikalikan dengan berat isi padat kering oven (kg/m<sup>3</sup>).

Besarnya fraksi volume agregat padat kering oven yang disarankan berdasarkan besarnya ukuran agregat maksimum, tercantum dalam tabel 2.5 di bawah ini:

Tabel 2.5 Fraksi Volume Agregat Kasar Yang Disarankan

Ukuran (mm)	10	15	20	25
Fraksi Volume Padat kering Oven	0,65	0,68	0,72	0,75

(Sumber: SNI 03-6468-2000)

4. Tentukan slump dan kekuatan rata-rata yang ditargetkan.

Estimasi pertama kebutuhan air dan kadar udara untuk beton segar diberikan pada tabel 2.5. bentuk butiran dan tekstur permukaan agregat halus berpengaruh pada kadar rongga udara pasir, karena itu kadar rongga udara yang aktual dan kadar air harus dikoreksi dengan persamaan (2.4) dan (2.5).

$$\text{Kadar Rongga Udara (V)} = (1 - (x/y)) \cdot 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

relatif X = Berat isi padat kering oven.

Y = Berat jenis kering.

$$\text{Koreksi Kadar Air, liter/m}^3 = (V - 35) \times 4,75 \dots\dots\dots (2.5)$$

Penggunaan persamaan (2.5) mengakibatkan penyesuaian air sebanyak 4,75 liter/m<sup>3</sup> untuk setiap persen (%) penyimpanan kadar udara dari 35%. Estimasi pertama kebutuhan air pencampuran dan kadar udara beton segar berdasarkan pasir dengan 35% rongga udara dapat dilihat dari tabel berikut ini :

Tabel 2. 5 Estimasi Pertama Kebutuhan Air Pencampuran Dan Kadar Udara Beton Segar Berdasarkan Pasir Dengan 35% Rongga Udara

<i>Slump</i>	Ukuran agregat kasar maksimum (mm)				keterangan
	10	15	20	25	
25-50	184	175	169	166	
50-75	190	184	175	172	
75-100	196	190	181	178	
Kadar Udara	3,0	2,5	2,0	1,5	Tanpa <i>Superplasticizer</i>
(%)	2,5	20	1,5	1,0	Dengan <i>Superplasticizer</i>

(Sumber : SNI 03-6468-2000)

Catatan:

- Kebutuhan air pencampuran pada tabel di atas adalah untuk beton kekuatan tinggi.
  - Nilai kebutuhan air di atas merupakan nilai-nilai maksimum jika agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan bentuk butiran yang baik, permukaannya bersih, dan bergradasi baik sesuai ASTM C 33.
  - Nilai-nilai harus dikoreksi jika rongga udara pasir bukan 35%, dengan menggunakan persamaan (2.5).
5. Tentukan rasio air dengan bahan bersifat semen "W" /"(C+P)"  
Rasio "W" /"(C+P)" untuk beton dihitung dengan tabel 2.6 berikut ini :

Tabel 2. 6 Rasio  $\frac{W}{(C+P)}$  Maksimum Yang Disarankan

Kekuatan Lapangan $F_{cr}$ (MPa)		$\frac{W}{(C+P)}$			
		Ukuran Agregat Maksimum (mm)			
		10	15	20	25
48,3	28 hari	0,42	0,41	0,40	0,39
	56 hari	0,46	0,45	0,44	0,43
55,2	28 hari	0,35	0,34	0,33	0,33
	56 hari	0,38	0,37	0,36	0,35
62,1	28 hari	0,30	0,29	0,29	0,28
	56 hari	0,33	0,32	0,32	0,30
69,0	28 hari	0,26	0,26	0,25	0,25
	56 hari	0,29	0,28	0,27	0,26

(sumber: SNI 03-6468-2000)

$$F_{cr}' = f_c' + 9,66 \text{ (MPa)}$$

6. Tentukan kadar bahan bersifat semen

Kadar bahan bersifat semen per m<sup>3</sup> beton dapat ditentukan dengan membagi kadar air dengan (c + p). Bila kadar bahan bersifat semen yang dibutuhkan lebih dari 594 kg/m<sup>3</sup>, proporsi campuran beton disarankan dibuat dengan menggunakan bahan bersifat semen alternatif atau metode perancangan proporsi beton lain.

7. Proporsi campuran dasar tanpa bahan bersifat semen lainnya

Salah satu campuran harus dibuat hanya dengan semen portland saja sebagai campuran dasar.

Penentuan proporsi campuran dasar harus menggunakan persyaratan berikut:

- Kadar semen untuk campuran dasar, arena semen portland merupakan satu-satunya bahan bersifat semen yang digunakan, maka kadar semen portland sama dengan berat total bahan bersifat semen yang dihitung pada prosedur (6).
- Kadar pasir, sesudah ditentukan kadar agregat kasar, kadar air, kadar udara dan kadar semen, maka pasir untuk membuat 1 m<sup>3</sup> campuran beton dapat dihitung dengan menggunakan Metode Volume Absolut.

8. Campuran coba

Dari setiap proporsi campuran harus dibuat campuran coba untuk pemeriksaan karakteristik kelecakan dan kekuatan beton dari proporsi tersebut. Berat pasir, berat agregat kasar dan volume air harus dikoreksi sesuai kondisi kebasahan agregat saat itu. Setelah pengadukan, setiap adukan harus menghasilkan

campuran yang merata dalam volume yang cukup untuk pembuatan sejumlah benda uji.

9. Penyesuaian proporsi campuran coba

Bila sifat-sifat beton yang diinginkan tidak tercapai, maka proporsi campuran coba semula harus dikoreksi agar menghasilkan sifat-sifat beton yang diinginkan.

a. Slump awal

Jika slump awal campuran coba di luar rentang slump yang diinginkan, maka pertama-tama harus dikoreksi adalah kadar air. Kemudian kadar bahan bersifat semen dikoreksi agar rasio " $W$ " / " $(C+P)$ " tidak berubah, dan kemudian baru dilakukan koreksi kadar pasir untuk menjamin tercapainya slump yang diinginkan.

b. Kadar aditif Sikament-LN

Bila digunakan bahan Sikament-LN maka kadarnya harus divariasikan pada suatu rentang yang cukup besar untuk mengetahui efek yang timbul pada kelecakan dan kekuatan beton.

c. Kadar agregat kasar

Setelah campuran coba dikoreksi untuk mencapai kelecakan yang direncanakan, harus dilihat apakah campuran menjadi terlalu kasar untuk pengecoran atau untuk difinishing. Bila perlu, kadar agregat kasar boleh direduksi dan kadar pasir disesuaikan supaya kelecakan yang diinginkan tercapai. Proporsi ini dapat mengakibatkan kebutuhan air bertambah sehingga kebutuhan total bahan bersifat semen juga meningkat agar rasio " $W$ " / " $(C+P)$ " terjaga konstan.

d. Kadar udara

Bila kadar udara hasil pengukuran berbeda jauh dari yang diperkirakan pada prosedur (4), jumlah Sikament LN harus direduksi atau kadar pasir dikoreksi untuk mencapai kelecakan yang direncanakan.

e. Rasio " $W$ " / " $(C+P)$ "

Bila kuat tekan yang ditargetkan tidak dapat dicapai dengan menggunakan " $W$ " / " $(C+P)$ " yang ditentukan pada tabel 2.9 atau 2.10, campuran coba ekstra dengan perbandingan " $W$ " / " $(C+P)$ " yang lebih rendah harus dibuat dan diuji.

10. Penentuan proporsi campuran yang optimum

Setelah campuran coba yang dikoreksi menghasilkan kelecakan dan kekuatan yang diinginkan, benda-benda uji harus dibuat dengan proporsi campuran coba tersebut sesuai dengan kondisi di lapangan.

Untuk mempermudah prosedur produksi dan pengontrolan mutu, maka pelaksanaan pembuatan benda uji itu harus dilakukan oleh personil dengan menggunakan peralatan yang sksn digunakan di lapangan. Hasil uji kekuatan untuk menentukan proporsi campuran optimum yang akan digunakan berdasarkan dua pertimbangan utama yaitu kekuatan beton dan biaya produksi.

## 2.7 Slump Beton

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

1. Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*).
2. Kelekatan adukan pasta (*cohesiveness*).
3. Kemampuan alir beton segar (*flowability*).
4. Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindah dengan alat angkut (*mobility*).
5. Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (*plasticity*).

*Slump* beton segar harus dilakukan sebelum beton dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak. Pengukuran *slump* dilakukan dengan mengacu pada aturan yang ditetapkan dalam 2 peraturan standar yaitu PBI 1971 NI 2 (Peraturan Beton Bertulang Indonesia) dan SNI 1972 – 2008 (Cara Uji Slump Beton).

1. Berdasarkan PBI 1971 N.1-2

Pengukuran *slump* berdasarkan peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut :

- a. Kerucut Abrams : Kerucut terpancung, dengan bagian atas dan bawah terbuka.
  - Diameter atas 10 cm.
  - Diameter bawah 20 cm.

- Tinggi 30 cm.
- b. Batang besi penusuk
  - Diameter 16 mm.
  - Panjang 60 cm.
  - Ujung dibulatkan.
- c. Alas : rata, tidak menyerap air.

## 2. SNI 1972 – 2008

Pengukuran *slump* berdasarkan peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut :

- a. Kerucut Abrams :
  - Kerucut terpancung, dengan bagian atas dan bawah terbuka.
  - Diameter atas 102 mm.
  - Diameter bawah 203 mm.
  - Tinggi 305 mm.
  - Tebal plat min 1,5 mm.
- b. Batang besi penusuk:
  - Diameter 16 mm.
  - Panjang 60 cm.
  - Memiliki salah satu atau kedua ujung berbentuk bulat setengah bola dengan diameter 16 mm.
- c. Alas : datar, dalam kondisi lembab, tidak menyerap air dan kaku.

## 2.8 Kuat Tekan Beton

Kuat 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. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 (Tri Mulyono,2005).

Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 kg/cm<sup>2</sup>. 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 silinder dengan ukuran 15 cm x 30 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 kg/cm<sup>2</sup>.

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton keras untuk menahan gaya tekan dalam setiap satu satuan luas permukaan beton. Secara teoritis, kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh kekuatan komponennya yaitu:

1. Pasta semen,
2. Volume rongga,
3. Agregat, dan
4. *Interface* (hubungan antar muka) antara pasta semen dengan agregat.

Menurut SNI : 03-1974-1990 dalam pelaksanaannya di lapangan, faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah sebagai berikut:

1. Faktor air semen (FAS)
2. Sifat agregat
3. Proporsi semen dan jenis semen yang digunakan
4. Bahan tambah

Rasio kuat tekan silinder-kubus dan perbandingan kuat tekan antara silinder dan kubus dapat dilihat pada tabel 2.7 dan 2.8 berikut ini :

Tabel 2. 7 Rasio Kuat Tekan Silinder-Kubus

Kuat Tekan (MPa)	7.0	15.2	20.0	24.1	26.2	34.5	36.5	40.7	44.1	50.3
Kuat Rasio Silinder/Kubus	0.76	0.77	0.81	0.87	0.91	0.94	0.87	0.92	0.91	0.96

(Sumber :Neville, "properties of concrete", 3<sup>rd</sup> Edition, Pitman Publishing, London 1981)

Tabel 2. 8 Perbandingan Kuat Tekan Antara Silinder Dan Kubus

Kuat Tekan Silinder (MPa)	2	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Kuat Tekan Kubus (MPa)	2,5	5	7,5	10	12,5	15	20	25	30	35	40	45	50	55

(Sumber : ISO Standard 3893-1977)

Berikut ini merupakan hubungan antara kuat tekan kubus dan silinder:

$$f'_{ck} = (f'c - \frac{19}{\sqrt{f'c}}) \dots \dots \dots (2.6)$$

$$f'_{ck} = (f'ck - \frac{19}{\sqrt{f'c}}) \dots \dots \dots (2.7)$$

$$f'_{ck} = (0,76 + 0,2 \log (\frac{f'ck}{15})) f'ck \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

$f'c$  adalah kuat tekan silinder (MPa), dan

$f'c$  adalah kuat tekan kubus (MPa)

Rumus kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk kubus:

$$\sigma (f'c) = \frac{p}{a} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

$\sigma$  adalah kuat tekan (MPa)

P adalah beban maksimum (Kg)

A adalah luas penampang (cm<sup>2</sup>)

## 2.9 Absorpsi Beton

Maryoto (2009), Menjelaskan absorpsi beton adalah masuknya air kedalam beton melalui pori-pori yang terdapat pada permukaan beton. Kejadian ini serius pada beton normal, sebab beton normal masih memiliki penyerapan yang tinggi.

Nilai Absorpsi (serapan air) adalah nilai atau berat air yang memasuki dan menembus beton melalui pori-pori. Secara umum nilainya ditampilkan dalam satuan persentase (%). Nilai absorpsi ini diukur dengan perbandingan antara berat

beton dalam keadaan kering oven dengan berat beton dalam keadaan SSD dalam waktu tertentu dan dapat dirumuskan sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 1996).

$$R = (B_j - B_k) / B_k \times 100\% \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan:

$B_j$  : Berat beton dalam kondisi SSD (gram)

$B_k$  : Berat beton dalam keadaan kering oven (gram)

$R$  : Nilai absorpsi atau serapan air (%)

## 2.10 Perawatan

*Curing* adalah perlakuan atau perawatan terhadap beton selama masa pembekuan. Pengukuran *curing* diperlukan untuk menjaga kondisi kelembaban dan suhu yang diinginkan pada beton, karena suhu dan kelembaban di dalam secara langsung berpengaruh terhadap sifat-sifat beton. Pengukuran *curing* mencegah air hilang dari adukan dan membuat lebih banyak hidrasi semen. Untuk memaksimalkan mutu beton perlu diterapkan pengukuran *curing* sesegera mungkin setelah beton dicetak. *Curing* merupakan hal yang kritis untuk membuat permukaan beton yang tahan.

*Curing* harus dibuat pada setiap bahan bangunan, bagian konstruksi atau produk yang menggunakan semen sebagai bahan baku. Hal ini karena semen memerlukan air untuk memulai proses hidrasi dan untuk menjaga suhu di dalam yang dihasilkan oleh proses ini demi mengoptimalkan pembekuan dan kekuatan semen. Pengaturan suhu di dalam dengan air disebut *curing*. Proses hidrasi yang tidak terkontrol akan menyebabkan suhu semen kelebihan panas dan kehilangan bahan-bahan dasar untuk pengerasan dan kekuatan akhir produk semen seperti beton, mortar, dan lain-lain.

*Curing* yang baik berarti penguapan dapat dicegah atau dikurangi. Berikut ini merupakan macam-macam *curing* :

### 1. *Curing* air

*Curing* air adalah yang paling banyak digunakan. Ini merupakan sistem dimana sangat cocok untuk konstruksi rumah dan tidak memerlukan infrastruktur atau keahlian khusus. Bagaimanapun *curing* air memerlukan banyak air yang mungkin tidak selalu mudah dan bahkan mungkin mahal. Untuk mengekonomiskan penggunaan air perlu dilakukan pengukuran untuk mencegah penguapan air pada produk semen, beton harus dilindungi dari sinar matahari langsung dan angin untuk mencegah penguapan air yang cepat. Cara seperti menutup beton dengan pasir, serbuk gergaji, rumput dan dedaunan tidaklah mahal, tetapi masih cukup efektif. Selanjutnya plastik, karung goni juga bisa digunakan sebagai bahan untuk mencegah penguapan air dengan cepat. Sangat penting seluruh produk semen (batako, *paving blok*, batu pondasi, bata pondasi, pekerjaan plaster, pekerjaan lantai, dll) dijaga tetap basah dan jangan pernah kering, jika tidak kekuatan akhir produk semen tidak dapat dipenuhi. Jika proses hidrasi secara dini berakhir akibat kelebihan panas (tanpa *curing*), air yang disiram pada produk semen yang telah kering tidak akan mengaktifkan kembali proses hidrasi, kehilangan kekuatan akan permanen. Pada *curing* air, produk semen harus dijaga tetap basah (dengan menutup produk dengan plastik) untuk lebih kurang 7 hari.

### 2. *Curing* uap air

*Curing* uap air dilakukan dimana air sulit diperoleh dan semen berdasarkan unsur-unsur bahan setengah jadi seperti slop toilet, ubin, tangga, jalusi dan lain-lain diproduksi massal. *Curing* uap air menurunkan waktu *curing* dibandingkan dengan *curing* air biasa lebih kurang sekitar 50 – 60%. Prinsip kerja *curing* air adalah dengan menjaga produk semen pada lingkungan lembab dan panas ini perlu dibuat suatu ruang pemanasan sederhana dengan dinding dan lantai penahan air yang ditutup dengan plastik untuk membuat matahari memanaskan ruang pemanasan dan mencegah air menguap. Tinggi permukaan air dari lantai sekitar 5 sampai 7 cm dijaga setiap waktu agar prinsip kerja sistem penguapan dapat bekerja.

### 3. *Curing* uap panas

*Curing* uap panas biasanya hanya digunakan pada pabrik yang sudah canggih yang memproduksi produk semen massal. Sistem *curing* uap panas mahal dan

membutuhkan banyak energi untuk membangkitkan panas yang dibutuhkan untuk uap panas. Bagaimanapun, produk *curing* uap panas dapat digunakan setelah kira-kira 24 – 36 jam setelah produksi, yang mempunyai keunggulan dibandingkan *curing* sistem lainnya.

## 2.11 Pengujian Beton

Berikut ini merupakan macam-macam pengujian pembuatan beton:

### 1. Uji validitas data

Validitas adalah tingkat kendala dan kesahihan alat ukur yang digunakan. Instrumen dikatakan valid apabila menunjukkan alat ukur yang dipergunakan untuk mendapatkan data itu valid atau digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Dengan demikian, instrumen yang valid merupakan instrumen yang benar-benar tepat untuk mengukur apa yang hendak diukur.

Analisis data kuat tekan dan penyerapan air beton dilakukan dengan menggunakan program komputer yaitu microsoft excel. Adapun analisis yang akan dilakukan antara variabel dan persamaan hubungannya.

### 2. Uji regresi

Regresi adalah pengukur dua variabel atau lebih yang dinyatakan dengan bentuk hubungan atau dua fungsi. Untuk menentukan bentuk hubungan (regresi) diperlukan pemisahan yang tegas antara variabel bebas yang seiring diberi simbol X dan variabel tak bebas dengan simbol Y. Untuk memperkirakan hubungan antara dua variabel tidak mungkin tanpa membuat asumsi terlebih dahulu mengenai bentuk hubungan yang dinyatakan dalam fungsi tertentu. Fungsi linier sering digunakan sebagai pendekatan atas hubungan yang bukan linier. Dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y = a + bX \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

Y : Subjek dalam variabel dependen yang diprediksikan

a : Harga Y bila  $X = 0$  (nilai konstan)

b : Angka arah atau koefisien regresi, yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel independen. Bila b (+) maka baik, dan bila b (-) maka terjadi penurunan.

X : Subjek pada variabel independen yang mempunyai nilai tertentu.