

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan beberapa referensi yang berhubungan dengan obyek pembahasan. Penggunaan referensi ditujukan untuk memberikan batasan – batasan dalam penelitian, sehingga penelitian ini nantinya dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengacu kepada referensi yang digunakan. Diharapkan pengembangan dari penelitian yang akan datang dapat melahirkan suatu inovasi baru yang belum ada referensi sebelumnya.

Hasil penelitian Andi Yusra, dkk. (2020), mutu beton yang direncanakan adalah 60 Mpa pada umur 28 hari. Hasil perhitungan diketahui bahwa faktor air semen diperoleh sebesar 0,25 dan hasil yang didapat yaitu kuat beton yang tertinggi dari hasil pengujian ini kuat tekan beton yang mendapatkan hasil paling optimum pada variasi 0,5% yaitu sebesar 57,35 MPa, sedangkan kuat tekan paling rendah terdapat pada variasi 1,5% yaitu sebesar 54,87 Mpa.

Hasil penelitian Wira Rante, dkk. (2020), mutu beton yang direncanakan adalah 16 Mpa pada umur 28 hari. Hasil perhitungan diketahui faktor air semen diperoleh sebesar 0,4 dan hasil yang didapat yaitu pengujian benda uji berdasarkan komposisi campuran beton berpori yang diperoleh dari *trial and error*, hanya menggunakan zat tambahan kimia sebesar 25 liter/m<sup>3</sup>. Hasil pengujian kuat tekan yang diperoleh mengalami peningkatan pada umur 7 hari diperoleh sebesar 11,17 MPa, umur 14 hari sebesar 14,20 MPa, dan pada umur 28 hari sebesar 16,0 MPa.

Hasil penelitian Teuku Budi Aulia, dkk. (2020), mutu beton yang direncanakan adalah 70 Mpa pada umur rencana 28 hari. Hasil perhitungan diketahui bahwa faktor air semen diperoleh sebesar 0,3 dan hasil yang didapat yaitu penelitian menunjukkan bahwa beton mutu tinggi tanpa penggunaan serat *polypropylene* mengalami penurunan kuat tekan pada kondisi pasca bakar dibandingkan dengan beton tanpa bakar, yaitu 0,81% pada umur 7 hari dan 23,42% pada umur 28 hari. Sebaliknya, penambahan serat *polypropylene* dapat meningkatkan kuat tekan pasca bakar dengan persentase peningkatan maksimum

terjadi pada penambahan 0,2% serat polypropylene yaitu 25,52% dan 10,44% pada umur 7 dan 28 hari.

Hasil penelitian Fransisco Faldo, dkk. 2021, mutu beton yang direncanakan adalah 40 MPa pada umur 28 hari. Hasil perhitungan diketahui faktor air semen diperoleh sebesar 0,4 dan hasil yang didapat yaitu pengujian beton campuran terdiri dari beton campuran serat *polypropylene* 1%, 2% dan 3%. Pada beton 1% umur 7-28 hari mengalami penurunan kuat tekan beton yakni 438.86 kg/cm<sup>2</sup> dengan persentase 91%. Sedangkan beton 2% mengalami peningkatan yakni 505.70 kg/cm<sup>2</sup> dengan persentase 105% dan beton 3% mengalami penurunan yakni 330.31 kg/cm<sup>2</sup> dengan persentase 69%.

Hasil penelitian Purnawan Gunawan, dkk. 2017, beton ringan mempunyai kuat tekan maksimum 15 MPa yang berarti masih dibawah beton struktural. Dari hasil pengujian beton campuran terdiri dari beton campuran serat *polypropylene* 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%. penelitian ini adalah peningkatan nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas beton ringan *foam* setelah ditambah serat *polypropylene* pada kadar 0,75% dari berat volume Penambahan kadar serat sebesar 0,75% menghasilkan peningkatan kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas berturut-turut sebesar 27,93%; 60,38%; dan 44,31% dibandingkan dengan beton ringan foam tanpa serat

Hasil penelitian Bambang Sujatmiko, dkk. 2018, mutu beton yang direncanakan adalah 29,05 Mpa pada umur 28 hari. Naphoplast bahan tersebut terbukti dapat mengurangi air dalam jumlah besar sehingga menyebabkan faktor air semen yang rendah. Dari hasil penelitian eksperimen dilaboratorium dengan konsentrasi Variable berupa perbandingan antara serat fiber *polypropylene*, dimana jumlah kadar serat sebesar 0%, 1%, dan 2%. Berdasarkan hasil dan analisa penelitian dapat direkomendasikan bahwa dengan penambahan fiber *polypropylene* sampai dengan 1% kuat tekan dan kuat lentur meningkat dibandingkan tidak menggunakan serat tersebut, sedangkan pada penambahan serat fiber *polypropylene* 2% kuat tekan menurun dibandingkan dengan dengan serat fiber 1% tetapi kuat lenturnya meningkat, sedangkan penambahan naphoplast bahan tersebut terbukti dapat mengurangi air dalam jumlah besar

sehingga menyebabkan faktor air semen yang rendah. Saran perlu di kaji ulang terkait variasi kadar air.

Hasil penelitian Muhlis Hanafi, dkk. 2018, mutu beton yang direncanakan adalah K-350 pada umur 28 hari. Hasil Hasil perhitungan diketahui faktor air semen diperoleh sebesar 0,5 hasil yang didapat yaitu Pengujian beton segar dilakukan dengan slump-flow test, dilakukan curing benda uji sampai pada umur beton pengujian. Dari hasil penelitian didapatkan penambahan fiber *polypropylene* 0,6 kg/m<sup>3</sup> (1%) terhadap campuran beton menunjukkan terjadi peningkatan kuat tekan 438,31 kg/cm<sup>2</sup> atau sekitar 13,43 % dan kuat lentur 58,05 kg/cm<sup>2</sup> atau sebesar 10,25 %. Untuk penambahan serat fiber *polypropylene* 1,2 kg/m<sup>3</sup> (2%) terhadap campuran beton terjadi penambahan kuat tekan 434,6 kg/cm<sup>2</sup> atau sebesar 12,47 % dan kuat lentur 60,75 kg/cm<sup>2</sup> atau sebesar 15,38 % dibandingkan beton tanpa fiber *polypropylene*. Dengan demikian komposisi yang paling optimum tercapai saat penambahan fiber *polypropylene* sebesar 1.2 kg / m<sup>3</sup> (2%)

## 2.2 Beton

Menurut SNI-03-2847-2002, pengertian beton adalah campuran antara semen Portland ataupun semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton disusun dari agregat kasar serta agregat halus. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam ataupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, sebaliknya agregat kasar yang dipakai umumnya berbentuk batu alam ataupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Bersamaan dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari. Kecepatan kekuatan beton ini sangat dipengaruhi pada faktor air semen (FAS) dan suhu selama perawatan. Salah satu kinerja beton yang sering diperhatikan adalah kuat tekan beton. Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk dapat menerima gaya per satuan luas. (Mulyono,T., 2004).

Fungsi dari masing-masing komponen pada pembuatan beton adalah :

1. Semen sebagai bahan pengikat agregat dengan komposisi didalam beton sebanyak 15-20% dari volume beton.

2. Air sebagai pereaksi untuk semen agar dapat mengikat agregat. Banyak penggunaan air dibandingkan dengan volume beton berkisar 8-10%.
3. Agregat sebagai bahan pengisi rongga-rongga dalam beton dengan jumlah 60-70 % dari volume beton.
4. Bahan tambah sebagai pemberi / pengubah sifat tertentu pada beton.

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah :

- a. Kualitas semen
- b. Proporsi 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, penyelesaian dan pemadatan beton
- 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).

Adapun kelebihan dan kekurangan dari penggunaan beton diantaranya adalah sebagai berikut :

Kelebihan :

1. Mudah dibentuk sesuai kebutuhan.
2. Mampu memikul beban berat.
3. Tahan terhadap suhu tinggi.
4. Mempunyai kekuatan yang tinggi sesuai dengan kebutuhan struktur.
5. Biaya pemeliharaan relative murah.
6. Lebih murah dibanding penggunaan baja.
7. Bahan baku mudah didapatkan.
8. Memiliki umur yang lama.

Kekurangan :

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
2. Pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
3. Beton mempunyai berat jenis 2400 kg/m<sup>3</sup>.
4. Memiliki kuat tarik kecil dari kuat tekannya.

### 2.2.1 Klasifikasi Beton

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

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

Mutu beton dan penggunaannya dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini

Tabel 2.1 Mutu Beton dan Penggunaan

Jenis Beton	$f_c'$ (Mpa)	$\sigma_{bk}'$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Uraian
Mutu Tinggi	35 – 65	K400 – K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, pekat beton, prategang dan sejenisnya.
Mutu Sedang	20 - < 35	K250 – < K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar, beton bertulang, diafragma, kerb beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu Rendah	15 - < 20	K175 – < K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10 - < 15	K125 - < K175	Digunakan sebagai lantai kerja penimbunan kembali dengan beton.

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

d. Berdasarkan Cara Pembuatan Beton

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

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

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

f. Syarat-syarat Campuran Beton

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

a. Kekuatan Desak

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

b. *Workability*

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

c. *Durability*

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

d. Penyelesaian akhir dari permukaan beton

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

## 2.3 Bahan-Bahan Campuran Beton

### 2.3.1 Semen *Portland*

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. Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah persentase empat komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa tipe semen yang sesuai dengan tujuan pemakaiannya.

Semen Portland dibedakan menjadi 5 jenis/tipe, yaitu :

- a. Semen *Portland* tipe I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b. Semen *Portland* tipe II, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya membutuhkan ketahanan lebih terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c. Semen *Portland* tipe III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Semen *Portland* tipe IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya membutuhkan kalor hidrasi rendah.
- e. Semen *Portland* tipe V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan berbentuk

adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) akan berbenntuk adukan yang biasa disebut beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi (Tjokrodimulyo, 1995). Jenis-jenis semen portland menurut ASTM C. 150 dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini

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

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

(Sumber : ASTM C.150-2004)

Menurut spesifikasi semen standard sesuai ASTM C150-92 spesifikasi ini mencakup delapan tipe semen portland, yaitu :

a. Tipe I

Untuk kegunaan dimana spesifikasi khusus pada tipe lain tidak dibutuhkan.

b. Tipe IA

*Air entraining cement* untuk kegunaan yang sama dengan tipe I dimana kandungan udara (*Air entraining*) diinginkan.

c. Tipe II

Untuk penggunaan umum, lebih khusus ketika ketahanan sulfat moderat atau panas hidrasi moderat dibutuhkan.

d. Tipe II A

*Air entraining cement* untuk kegunaan yang sama dengan tipe II, dimana kandungan udara dibutuhkan.

e. Tipe III

Untuk kegunaan dimana kekuatan awal tinggi dibutuhkan.

f. Tipe III A

*Air entraining cement* untuk kegunaan yang sama dengan tipe III, dimana kandungan udara dibutuhkan.

g. Tipe IV

Untuk kegunaan dimana panas hidrasi rendah dibutuhkan.

h. Tipe V

Untuk kegunaan dimana ketahanan sulfat yang tinggi dibutuhkan.

Untuk semen melakukan pengujian :

- Berat Jenis Semen
- Konsistensi Semen
- Waktu Ikat Semen

### 2.3.2 Air

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).

Persyaratan air yang digunakan dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

- a. Air tidak boleh mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.
- b. Air tidak boleh mengandung garam-garaman lebih dari 15 gram/liter.
- c. Air tidak boleh mengandung Chlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Air tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter.

### 2.3.3 Agregat

Agregat menempati 60 – 70% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat tekan lama (*durable*), dan ekonomis (Paul Nugraha dan Antoni, 2007). Berdasarkan gradasinya agregat terbagi menjadi dua macam yaitu agregat kasar dan halus.

Agregat yang dipakai harus memenuhi syarat-syarat :

- a. kerikil harus berupa butiran keras dan tidak berpori.

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

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

a. Agregat Halus

Agregat halus adalah semua butiran lolos saringan 4,75 mm. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami, hasil pecahan batuan secara alami, atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu yang disebut abu batu.

Syarat mutu menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F a. Agregat halus (pasir) sebagai berikut :

1. Butirannya tajam, kuat dan keras
2. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca.
3. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
  - Jika dipakai natrium sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%
  - Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10 %
4. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5 %. Apabila lebih dari 5 % maka pasir harus dicuci.
5. Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton. Bila direndam dalam larutan 3 % NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.
6. Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 1,5-3,8. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu

daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3 atau 4 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- Sisa di atas ayakan 4,8 mm, maks. 2 % dari berat
  - Sisa di atas ayakan 1,2 mm, maks.10 % dari berat
  - Sisa di atas ayakan 0,30 mm, maks. 15 % dari berat
7. Tidak mengandung garam

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

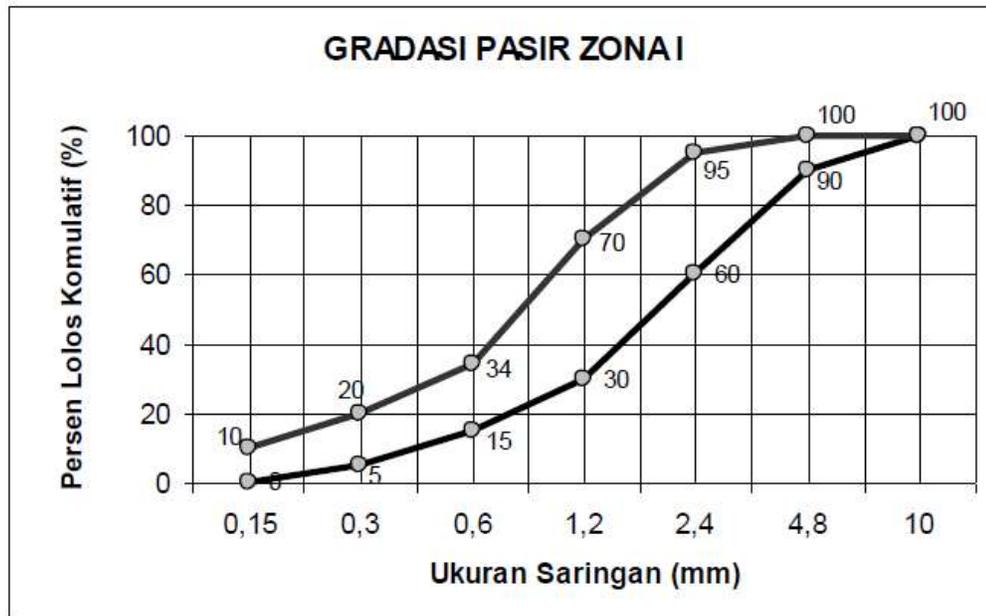
Gradasi Agregat halus menurut SNI dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini

Tabel 2.3 Gradasi Agregat Halus Menurut SNI

Ukuran Saringan	SNI 03-2834-2000			
	Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
	Gradasi 1	Gradasi 2	Gradasi 3	Gradasi 4
9,6	100-100	100-100	100-100	100-100
4,8	90-100	90-100	92-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

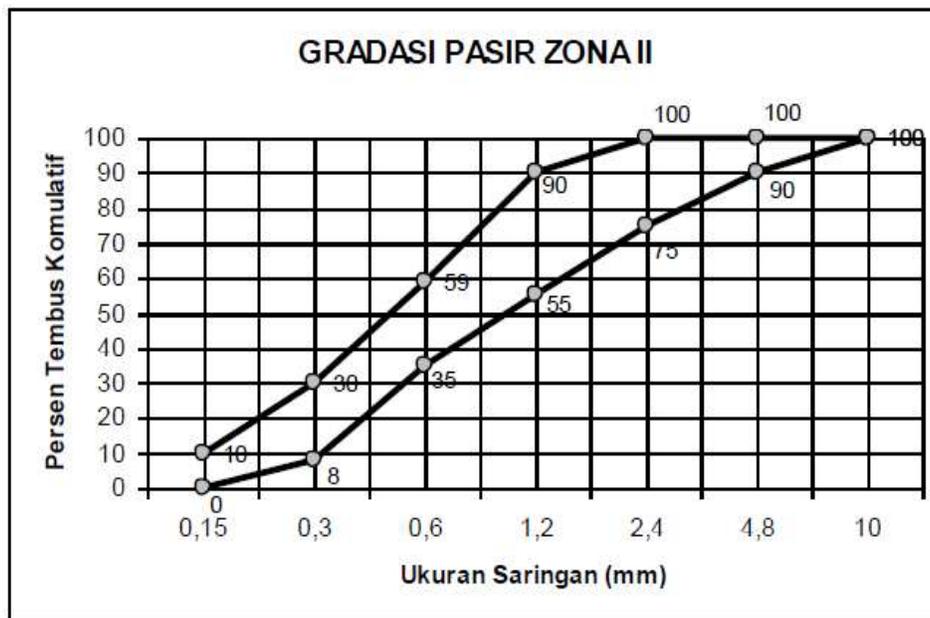
(Sumber : SNI 03-2834-2000)

Gambar 2.1 Gradasi Pasir Zona I



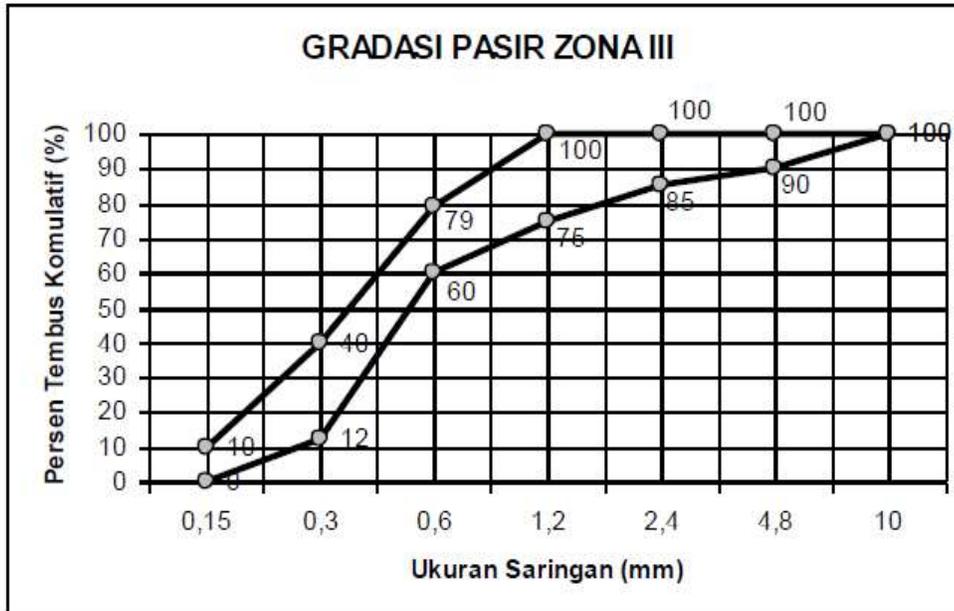
(Sumber : Tri Mulyono, 2005)

Gambar 2.2 Gradasi Pasir Zona II



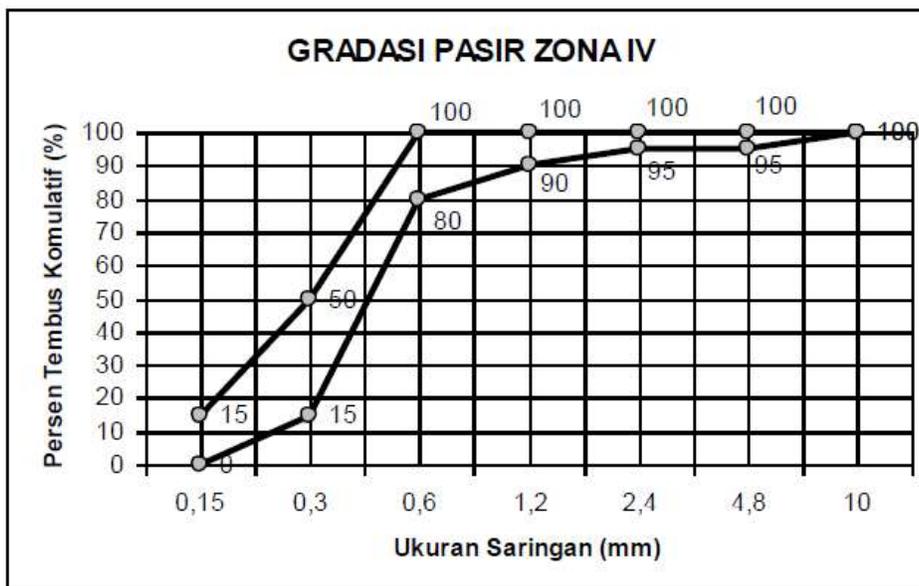
(Sumber : Tri Mulyono, 2005)

Gambar 2.3 Gradasi Pasir Zona III



(Sumber : Tri Mulyono, 2005)

Gambar 2.4 Gradasi Pasir Zona IV



(Sumber : Tri Mulyono, 2005)

b. Agregat Kasar

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

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

Gradasi Agregat kasar dapat dilihat pada tabel 2.4 dibawah ini

Tabel 2.4 Gradasi Agregat Kasar

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

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

### 2.3.4 Serat *Polypropylene*

Serat *Polypropylene* merupakan bahan dasar yang umum digunakan dalam memproduksi bahan – bahan yang terbuat dari plastik. Pertama kali fiber digunakan dalam industri tekstil karena harganya murah dan dapat menghasilkan produk yang berkualitas. Material ini berbentuk filamen-filamen yang ketika dicampurkan dalam adukan beton untaiannya itu akan terurai. Serat jenis ini dapat meningkatkan kuat tarik lentur dan tekan beton ( Arde :2005 ). Material ini juga dapat mengurangi retak – retak akibat penyusutan serta meningkatkan daya tahan terhadap *impact* dan meningkatkan daktilitas (Dina : 1999).

Beberapa keuntungan penggunaan serat *polypropylene* dalam campuran beton, adalah sebagai berikut : ( Dina : 1999 ).

- 1 memperbaiki daya ikat matriks beton pada saat *pre – hardening stage* sehingga dapat mengurangi keretakan akibat penyusutan.
- 2 memperbaiki ketahanan terhadap kikisan.
- 3 memperbaiki ketahanan terhadap tumbukan.
- 4 memperbaiki ketahanan terhadap penembusan air dan bahan kimia.
- 5 Memperbaiki keawetan beton.

Serat dalam beton ini berfungsi mencegah keretakan sehingga menjadikan beton tersebut lebih daktil dibandingkan beton tanpa serat. Penambahan serat pada adukan beton merupakan salah satu solusi untuk mengatasi retak-retak yang mungkin terjadi akibat tegangan tarik. Serat *polypropylene* atau yang sering disebut serat tali tambang plastik merupakan salah satu komponen lokal yang dapat dijadikan sebagai bahan tambah.

## 2.4 Pengujian

### 2.4.1 *Slump Test*

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

- a. Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*).
- b. Kelekatannya adukan pasta semen (*cohesiveness*).

- c. Kemampuan alir beton segar (*Flowability*).
  - d. Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindah dengan alat angkut (*mobilty*).
  - e. Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (*plasticity*).
- Penetapan Nilai Slump adukan beton dapat dilihat pada tabel 2.5 dibawah ini

Tabel 2.5 Penetapan Nilai *Slump* Adukan Beton

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

(Sumber : Tjokrodimuljo,2007)

#### 2.4.2 *Workability*

*Workability* adalah tingkat kemampuan atau kemudahan dilaksanakan atau dikerjakan, yang meliputi bagaimana beton itu mudah untuk dibawa dan ditempatkan di mana-mana, mudah dikerjakan, mudah dipadatkan, dan mudah untuk dilakukan finishing.

Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai *slump* yang identik dengan tingkat keplastisisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya, unsur-unsur yang mempengaruhinya antara lain:

1. Jumlah air pencampur: semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan.
2. Kandungan semen: jika FAS tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya pun akan lebih tinggi.
3. Gradasi campuran pasir-kerikil: Jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, akan lebih mudah dikerjakan.

4. Bentuk butiran agregat kasar: Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan.
5. Butir maksimum.
6. Cara pemadatan dan alat pemadat.

### 2.4.3 Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. FAS yang tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan semakin rendah FAS kuat tekan beton semakin tinggi. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Tri Mulyono, 2005).

Tujuan pengurangan FAS ini adalah untuk mengurangi hingga seminimal mungkin porositas beton yang dibuat sehingga akan dihasilkan beton mutu tinggi. Pada beton mutu tinggi atau sangat tinggi, FAS dapat diartikan sebagai *water to cementious ratio*, yaitu rasio berat air terhadap beton total semen dan aditid *cementious* yang umumnya ditambahkan pada campuran beton mutu tinggi (Supartono, 1998)

## 2.5 Benda Uji

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah berbentuk silinder berukuran 15 cm x 30 cm dan memiliki variasi bermacam. Variabel campuran ini mengacu kepada penelitian terdahulu yang telah penulis sampaikan di 2.1 Penelitian Terdahulu. Sampel diuji pada umur 7, 14 dan 28 hari. Jumlah sampel sebanyak 45 buah seperti terlihat pada tabel 2.3 sebagai berikut :

Tabel 2.6 Rencana Campuran Beton Dengan Bahan Tambah  
Serat *Polypropylene*

No	Kode benda uji	Umur pengujian (hari)			Jumlah sampel (buah)
		7	14	28	
1	BN	3	3	3	9
2	BSP 0,1%	3	3	3	9
3	BSP 0,2%	3	3	3	9
4	BSP 0,3%	3	3	3	9
5	BSP 0,4%	3	3	3	9
Total					45

Dengan penjelasan sebagai berikut :

BN : Beton normal

BSP 0,1% : Beton dengan kadar Serat *Polypropylene* sebesar 0,1% dari berat semen yang digunakan.

BSP 0,2% : Beton dengan kadar Serat *Polypropylene* sebesar 0,2% dari berat semen yang digunakan.

BSP 0,3% : Beton dengan kadar Serat *Polypropylene* sebesar 0,3% dari berat semen yang digunakan.

BSP 0,4% : Beton dengan kadar Serat *Polypropylene* sebesar 0,4% dari berat semen yang digunakan.

## 2.6 Perawatan (*Curing*)

*Curing* secara umum dipahami sebagai perawatan beton, yang bertujuan untuk menjaga supaya beton tidak terlalu cepat kehilangan air, atau sebagai tindakan menjaga kelembaban dan suhu beton, segera setelah proses finishing beton selesai dan waktu total setting tercapai. Perawatan ini 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 selama 7 (tujuh) hari dan beton berkekuatan awal tinggi minimal selama 3 (tiga) hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab.

Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedap terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

Macam – macam perawatan beton sebagai berikut;

- 1 Perawatan dengan pembasahan
- 2 Perawatan dengan penguapan
- 3 Perawatan dengan membran

## 2.7 Kuat Tekan Beton

Kekuatan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk dapat menerima gaya per satuan luas (Tri Mulyono, 2005). Kekuatan tekan beton dapat mencapai  $1000 \text{ kg/cm}^2$  atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan.

Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar  $200 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $500 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder dengan ukuran  $15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ . Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan (*compression testing machine*) sampai pecah. Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam Mpa atau  $\text{kg/cm}^2$ .

Menurut SNI 03-6468-2000, untuk mencapai kuat tekan yang disyaratkan untuk menentukan proporsi campuran beton kekuatan tinggi dapat dipilih untuk umur 14 hari atau 28 hari. Campuran harus diproporsikan sedemikian rupa sehingga kuat tekan rata-rata dari hasil pengujian di lapangan lebih tinggi dari pada kuat tekan yang disyaratkan  $f_c'$ .

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah:

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

Keterangan:

$\sigma$  = Kuat tekan beton (MPa).

$P$  = Beban maksimum (N).

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