

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu merupakan salah satu referensi dasar untuk melakukan penelitian dan dapat dijadikan sumber inspirasi baru untuk penelitian selanjutnya. Penelitian terdahulu berguna untuk memperluas dan memperdalam teori dan metode yang akan dipakai dalam melaksanakan penelitian. Hasil akhir penelitian terdahulu bisa dijadikan perbandingan sehingga dapat diketahui kelebihan dan kekurangan yang bisa dikembangkan.

Subaidillah Fansuri, Anita Intan Nura Diana, Dwi Desharyanto (2020), dengan judul : Pengaruh Pengganti Limbah Pecahan Genteng Sokka Dalam Pembuatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton. Berdasarkan hasil penelitian pengaruh pengganti limbah pecahan genteng sokka sebanyak 20% akan mengalami peningkatan yang signifikan, akan tetapi tidak boleh lebih dari 50% dengan nilai kuat tekan beton sebesar 310-385 kN.

Reza Dananjaya (2013), dengan judul : Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Additive Bestmittel Dan Pecahan Gerabah Sebagai Pengganti Pasir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton optimal dan pengaruh setelah adanya substitusi pecahan gerabah 20%, 40%, 60%, 80% sampai 100% dan penambahan Bestmittel 0,6% dari berat semen. Setelah dilakukan pengujian dan penelitian, didapatkan hasil kuat tekan optimal pada variasi substitusi pecahan gerabah 20% dan Bestmittel 0,6% pada umur beton 14 hari, yaitu sebesar 22,64 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 11,29% dari beton normal. Pada variasi substitusi pecahan gerabah 80% dan Bestmittel 0,6% pada umur beton 14 hari, yaitu sebesar 21,65 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 7,02% dari beton normal.

Ariyani, N, Tri Sasongko, A (2014), dengan judul : Pengaruh Penggunaan Bestmittel Untuk Mempercepat Kuat Tekan Beton. Pada usia 3 hari, 6 hari, dan 9 hari masa perawatan, beton normal telah mencapai kekuatan sebesar 43%, 60%, dan 76%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata benda uji pada

beton normal pada penelitian ini sudah sesuai dengan perencanaan. Penambahan Bestmittel yang paling efektif adalah pada kadar 0,4 % dengan kuat tekan rata-rata pada setiap umur pengujian 3 hari, 6 hari, dan 9 hari adalah 14,053 MPa, 20,466 MPa, dan 25,653 MPa. Dengan penambahan Bestmittel 0,4 % pada umur pengujian 9 hari, kuat tekan rata-rata benda uji telah mencapai 95 % terhadap kuat tekan beton yang direncanakan.

Waskito Adi (2014), dengan judul : Tinjauan Kuat Tekan Beton Dengan Pecahan Gerabah Sebagai Pengganti Agregat Kasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton optimal setelah adanya pencampuran pecahan gerabah 20%, 40%, 60% dan , 80% pada nilai fas 0,4 dan 0,5 saat umur beton 28 hari. Tinjauan analisis pada penelitian ini adalah kuat tekan silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Metode perancangan campuran beton menggunakan metode SNI. Setelah dilakukan pengujian dan penelitian didapat kuat tekan maksimal rata – rata untuk beton hasil penelitian adalah 20,51 MPa pada 0,4 dan 20,51 MPa pada fas 0,5. Beton dengan agregat pecahan gerabah mempunyai kuat tekan maksimum sebesar 19,10 MPa pada fas 0,4 dengan variasi gerabah sebesar 20% dan 17,83 MPa pada fas 0,5 dengan variasi gerabah sebesar 20%. Secara garis besar penggunaan gerabah dapat mempengaruhi penurunan kuat tekan beton normal pada variasi yang terlalu besar dan mengakibatkan *workability* menurun.

Reni Sulistyawati (2009), dengan judul : Pengaruh Penggunaan Zat *Additive* Bestmittel Terhadap Kuat Tekan Beton. Penelitian ini telah dilakukan empat buah spesimen dengan kuat tekan 25 MPa. Dari masing-masing variasi spesimen dibuat 3 buah silinder dengan panjang 30 cm dan diameter 15 cm. Adapun campuran beton dengan menggunakan zat *Additive* Bestmittel diuji pada umur 7 hari, 14 hari, 28 hari, dengan variasi 0,2%, 0,4%, 0,6%, masing-masing 4 sampel. Sebagai pembanding dibuat benda uji silinder beton normal. Dari hasil penelitian dengan penambahan bahan zat *Additive* bestmittel sebanyak 0,2%-0,6% dari berat semen dan air akan menambah *workability*, campuran beton dengan perbandingan berat 1 semen : 1,45 pasir : 2,51 Batu Pecah, fas 0,54 dan bahan zat *additive* bestmittel sebanyak 0,2%-0,6% dari berat semen dan air menghasilkan

kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari sebesar 29,124 MPa, pada umur 14 hari sebesar 29,416 MPa dan umur 28 hari sebesar 33,840 MPa. Dengan menambah zat Additive bestmittel kedalam campuran beton akan meningkatkan kuat tekan betonnya, untuk variasi 0,2%, 0,4%, dan 0,6% masing-masing meningkat sebesar 1,247%, 9,038%, dan 6,210%.

## **2.2 Beton**

### **2.2.1 Pengertian Beton**

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. (SNI 03-2834-2000).

Menurut SNI-03-2847-2002, pengertian beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton disusun dari agregat kasar dan agregat halus. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu.

Fungsi dari masing-masing komponen pada pembuatan beton adalah:

1. Semen sebagai pengikat dengan komposisi di dalam beton sebanyak 15-20% dari volume beton.
2. Air sebagai pereaksi bagi semen agar dapat mengikat agregat. Banyak penggunaan air dibandingkan dengan volume beton berkisar 8-10%.
3. Agregat sebagai bahan pengisi rongga-rongga dalam beton dengan jumlah 0-70% dari volume beton.
4. Bahan tambah sebagai pemberi/pengubah sifat tertentu pada beton.

### **2.2.2 Klasifikasi Beton**

Klasifikasi beton dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori yaitu berdasarkan berat jenis, kelas, mutu, tingkat kekerasan, teknik pembuatan, dan berdasarkan tegangan.

a. Klasifikasi Berdasarkan Berat Jenis Beton (SNI 03-2847-2002)

- 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. Klasifikasi 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. Klasifikasi Berdasarkan Mutu Beton

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. Klasifikasi Berdasarkan Teknik 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.

## 2.3 Material Pembentuk Beton

### 2.3.1 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005).

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu (Mulyono, 2005):

#### 1. Semen non-hidrolik

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

#### 2. Semen hidrolik

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozzoland, semen terak, semen alam, semen portland, semen portland-pozzoland, semen portland terak tanur tinggi, semen alumina dan semen ekspansif. Contoh

lainnya adalah semen portland putih, semen warna dan semen-semen untuk keperluan khusus.

Menurut SNI 15-2049-2004 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 diisyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b. Semen Portland tipe II, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan 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.

### **2.3.2 Agregat**

Menurut SNI 03-1737-1989, agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan. Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. Agregat yang ukurannya lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan sipil lainnya, misalnya untuk pekerjaan jalan, tanggul-tanggul penahan tanah, brojong atau bendungan dan lainnya. Agregat halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar dinamakan kerikil, split, batu pecah dan lainnya.

Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat kasar dan agregat halus berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan yang lainnya. Meskipun demikian, dapat diberikan batasan ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4,80 mm (*British Standard*) atau 4,75 mm (Standar ASTM).

Menurut SNI 03-2834-2000 pengertian agregat kasar dan agregat halus adalah sebagai berikut:

### 1. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm.

### 2. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alami sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm.

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.

Tabel 2.2 Gradasi Agregat Halus Menurut SNI 03-2834-2000

Ukuran Saringan	SNI 03-2834-2000			
	Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
	Gradasi 1	Gradasi 2	Gradasi 3	Gradasi 4
9,5	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)

Tabel 2.3 Gradasi Agregat Kasar

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

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

### 2.3.3 Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Penggunaan air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut ini (Tjokrodimulyo, 1992):

- a. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/ltr.
- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik ) lebih dari 15 gr/ltr.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/ltr.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/ltr.

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organis lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya. (Tata Cata Perhitungan Standar Beton Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847-2002).

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia dengan semen untuk pembentukan pada semen. Air juga digunakan untuk pelumas antara beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton. Namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata.

Air pada campuran beton akan berpengaruh pada:

- a. Sifat *workability* adukan beton.
- b. Besar kecilnya nilai susut beton.
- c. Kelangsungan reaksi dengan semen portland sehingga menghasilkan kekuatan dalam selang beberapa waktu.
- d. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

### 2.3.4 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah suatu bahan bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk

mengubah sifat adukan atau betonnya. Bahan tambah ada 2 jenis yaitu *additive* dan *admixture*.

Bahan Tambah (*Additive*) adalah bahan tambah yang ditambahkan pada saat proses pembuatan semen di pabrik, bahan tambah *additive* yang ditambahkan pada beton untuk meningkatkan kinerja kuat tekan beton. Beton yang kekurangan butiran halus dalam agregat menjadi tidak kohesif dan mudah *bleending*, untuk mengatasi kondisi ini biasanya ditambahkan bahan tambah *additive* yang berbentuk butiran padat yang halus. Penambahan *additive* dilakukan pada beton yang kekurangan agregat halus dan beton dengan kadar semen biasa tetapi perlu dipompa pada jarak yang jauh. Yang termasuk jenis *additive* adalah pozzolan, fly ash, slag, dan silica fume.

Adapun keuntungan penggunaan *additive* adalah (Mulyono T,2003) adalah dapat memperbaiki *workability* beton, mengurangi panas hidrasi beton, mengurangi biaya pekerjaan beton, mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat, meningkatkan usia beton, dan mengurangi penyusutan.

Bahan tambah (*Admixture*) adalah bahan atau material selain air, semen dan agregat ditambahkan ke dalam beton selama pengadukan. *Admixture* digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton.

Tujuan penggunaan *admixture* pada beton segar adalah untuk memperbaiki *workability* beton, mengatur faktor air semen pada beton segar, mengatur waktu pengikatan aduk beton, meningkatkan kekuatan beton keras, meningkatkan sifat kedap air pada beton keras, dan meningkatkan sifat tahan lama pada beton keras termasuk terhadap zat-zat kimia dan tahan terhadap gesekan.

Ketentuan dan syarat mutu bahan tambah *admixture* sesuai dengan ASTM C 494-81 "*Standard Specification For Chemical Admixture For Concrete*". Defenisi tipe dan jenis bahan tambah kimia tersebut dapat diterangkan sebagai berikut:

- Tipe A "*Water-Reducing Admixtures*"

*Water- Reducing Admixture* adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

*Water-Reducing Admixture* digunakan antara lain dengan tidak mengurangi kadar semen dan nilai slump untuk memproduksi beton dengan nilai perbandingan atau ratio factor air semen (fas) yang rendah. Atau dengan tidak merubah kadar semen yang digunakan dengan factor air semen yang tetap maka nilai slump yang dihasilkan dapat lebih tinggi. Hal ini dimaksudkan dengan mengubah kadar semen tetapi tidak merubah fas dan slump.

- Tipe B “*Retarding Admixtures*”

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

- Tipe C “*Accelerating Admixture*”

*Accelerating Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.

Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (hidrasi) dan mempercepat pencapaian kekuatan awal beton. *Accelerating Admixture* yang paling terkenal adalah kalsium klorida. Dosis maksimum adalah 2 % dari berat semen yang digunakan.

- 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.

*Water Reducing and Retarding Admixtures* yaitu pengurang air dan pengontrol pengeringan. Bahan ini digunakan untuk menambah kekuatan beton. Bahan ini juga akan mengurangi kandungan semen yang sebanding dengan pengurangan kandungan air. Bahan ini hampir semuanya berwujud cair. Air yang terkandung dalam bahan akan menjadi bagian air campuran beton. Dalam perencanaan air ini harus ditambahkan sebagai berat air total

dalam campuran beton. Perlu diingat, perbandingan antara mortar dengan agregat kasar tidak boleh berubah. Perubahan kandungan air, udara, atau semen, harus diatasi dengan perubahan kandungan agregat halus sehingga volume tidak berubah.

- 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.
- 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.
- 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 disebabkan keterbatasan ruang kerja.

### **2.3.5 Pecahan Genteng Tanah Liat**

Genteng tanah liat menjadi jenis material atap yang paling umum dan paling banyak digunakan sebagian besar masyarakat di Indonesia. Seperti bata merah, genteng dibuat dengan bahan baku utamanya adalah tanah liat yang dicetak, kemudian dijemur di bawah sinar matahari sebelum berakhir pembakaran. Meski dalam proses pembuatannya masih menggunakan cara manual, ada banyak pertimbangan mengapa genteng banyak diminati sebagai atap sebuah bangunan, diantaranya harganya relative murah, bobotnya cukup ringan, daya tekan sangat

kuat, dapat menyerap panas, kokoh, sulit menyerap air dan teruji serta tahan lama. Para pembuat genteng menghasilkan limbah pecahan genteng tanah liat hasil dari pengolahan tanah lempung menjadi genteng. Limbah pecahan genteng tanah liat yang tidak dikelola dengan baik sehingga terbuang percuma dan dapat mencemari lingkungan. Selain untuk menjadikan limbah genteng sebagai campuran beton tetapi juga menjadikan penghasilan tambahan bagi pembuat genteng rumahan.

### 2.3.6 Bestmittel

Bestmittel merupakan bahan tambah kimia berbahan dasar *Lignin Sulfonic Acid* yang sesuai dengan ASTM-C 494-81 “*Standart Specification For Chemical Admixture For Concrete*”. Bestmittel termasuk jenis bahan tambah kimia Tipe E, *Water Reducing dan Accelerating Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan beton. Bestmittel merupakan formula khusus yang sangat ekonomis dalam proses pengecoran sehingga menjadikan beton lebih cepat keras dalam usia muda serta mengurangi pemakaian air pada saat pengecoran sehingga meningkatkan mutu/kekuatan beton. Bestmittel sangat membantu untuk pengecoran dengan jadwal waktu yang sangat ketat karena beton cepat mengeras pada usia awal (7 – 10 hari) serta meningkatkan mutu/kekuatan beton 5% - 10%. Umumnya 1 kg Besmittel digunakan untuk 200 kg – 450 kg semen (0,2% - 0,6% × berat semen). Bestmittel memiliki keunggulan untuk mempersingkat proses pembetonan, cetakan beton dapat dilepas lebih cepat, dan mengurangi pemakaian air 5% - 20% sehingga menjadikan beton lebih solid dan lebih plastis.

## 2.4 Sifat dan Karakteristik Campuran Beton

Sifat dan karakteristik campuran beton segar secara tidak langsung akan mempengaruhi beton yang telah mengeras. Pasta semen tidak bersifat elastis sempurna, tetapi merupakan *viscoelastic-solid*. Gaya gesek dalam, susut dan tegangan yang terjadi biasanya tergantung dari energi pemadatan dan tindakan preventif terhadap perhatiannya pada tegangan dalam beton. Hal ini tergantung dari jumlah distribusi air, kekentalan aliran gel (pasta semen) dan penanganan

pada saat sebelum terjadi tegangan serta kristalin yang terjadi untuk pembentukan porinya. Beberapa sifat dan karakteristik beton yang perlu diperhatikan antara lain adalah elastisitas beton, kekuatan tekan, permeabilitas dan sifat panas.

Selain kekuatan pasta semen, hal ini yang perlu diperhatikan adalah agregat. Seperti yang telah dijelaskan, proporsi campuran agregat dalam beton adalah sekitar 70% - 80%, sehingga pengaruh agregat akan menjadi besar, baik dari sisi ekonomi maupun dari sisi tekniknya. Semakin baik mutu agregat yang digunakan, secara langsung dan tidak langsung akan menyebabkan mutu beton menjadi baik, begitu juga sebaliknya.

Agregat yang digunakan dalam beton berfungsi sebagai bahan pengisi, namun karena presentase agregat yang besar dalam volume campuran, maka agregat memberikan kontribusi terhadap kekuatan beton. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton terhadap agregat adalah sebagai berikut:

1. Perbandingan agregat dengan semen campuran
2. Kekuatan agregat
3. Bentuk dan ukuran
4. Tekstur permukaan
5. Gradasi
6. Reaksi kimia
7. Ketahanan terhadap panas

#### **2.4.1 *Workability***

Salah satu sifat beton sebelum mengeras (beton segar) adalah kemudahan pengerjaan (*workability*). *Workability* adalah tingkat kemudahan pengerjaan beton dalam mencampur, mengaduk, menuang dalam cetakan dan pemadatan tanpa homogenitas beton berkurang dan beton tidak mengalami *bleeding* (pemisahan) yang berlebihan untuk mencapai kekuatan beton yang diinginkan.

*Workability* akan lebih jelas pengertiannya dengan adanya sifat-sifat berikut:

- a. *Mobility* adalah kemudahan adukan beton untuk mengalir dalam cetakan.

- b. *Stability* adalah kemampuan adukan beton untuk selalu tetap homogen, selalu mengikat (koheren), dan tidak mengalami pemisahan butiran (segregasi dan *bleeding*).
- c. *Compactibility* adalah kemudahan adukan beton untuk dipadatkan sehingga rongga-rongga udara dapat berkurang.
- d. *Finishibility* adalah kemudahan adukan beton untuk mencapai tahap akhir yaitu mengeras dengan kondisi yang baik.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat *workability* antara lain:

- a. Jumlah air yang digunakan dalam campuran adukan beton. Semakin banyak air yang digunakan, maka beton segar semakin mudah dikerjakan.
- b. Penambahan semen ke dalam campuran juga akan memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai fas tetap.
- c. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan, maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
- d. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah cara pengerjaan beton.
- e. Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan dikerjakan.
- f. Cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda. Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan (Tjokrodimuljo, K., 2007).

#### **1.4.2 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.

### 1.4.3 Umur Beton

Kekuatan tekan beton dan umur beton berbanding lurus, apabila umur beton bertambah maka kekuatan dari beton tersebut akan bertambah juga. Kekuatan beton akan naik secara cepat sampai umur beton mencapai 28 hari, setelah mencapai umur 28 hari maka kekuatan beton akan tetap bertambah tetapi kenaikannya akan kecil. Menurut PBI-1971, hubungan antara umur beton dan kekuatan tekan beton dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Hubungan Antara Umur Beton dan Kuat Tekan Beton

Umur Beton (Hari)	Kuat Tekan Beton (%)
3	40
7	65
14	88
21	95
28	100
90	120
365	135

(Sumber: PBI-197)

### 1.5 Pengujian 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 :

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

Tabel 2.5 Penetapan Nilai Slump Adukan Beton

Pemakaian Beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Nilai Slump (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 : Tjokrodinuljo, 2007)

### 1.6 Pengujian Kuat Tekan Beton

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

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

$$\sigma = P/A$$

Keterangan :

$\sigma$  = Kuat tekan beton ( $N/mm^2$ )

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji ( $mm^2$ )

Beton akan mempunyai kuat tekan yang tinggi jika tersusun dari bahan lokal yang berkualitas baik. Bahan penyusun beton yang perlu mendapatkan perhatian adalah agregat, karena agregat mencapai 70% - 75% volume beton (Dipohusodo, 1996). Oleh karena kekuatan agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton, maka hal-hal lain yang perlu diperhatikan pada agregat adalah permukaan dan bentuk agregat, gradasi agregat dan ukuran maksimum agregat.

