

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Beton dan Mortar**

##### **2.1.1. Beton**

Secara umum kita melihat bahwa pertumbuhan atau perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat, meskipun masalah krisis ekonomi. Hampir 60% material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (concrete), yang pada umumnya dipadukan dengan baja (composite) atau jenis lainnya.

Perancangan beton harus memenuhi kriteria perancangan standar yang berlaku. Peraturan dan tata cara perancangan tersebut antara lain adalah ASTM, ACI, JIS, ataupun SNI. Metode yang dapat digunakan antara lain Road Note No.4, ACI (American Concrete Institute), dan cara SK.SNI-T-15-1990-03 atau DoE/PU serta cara coba-coba “Try and Error”.

Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dengan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Penambahan material lain akan membedakan jenis beton, misalnya yang ditambahkan adalah tulangan baja akan terbentuk beton bertulang.

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naiknya secara cepat (linier) samapi umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Laju . Kekuatan beton akan naiknya

secara cepat (linier) samapi umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekanannya.

Ada empat bagian yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton tersebut, yaitu proporsi bahan penyusunnya, metode perancangan, perawatan dan keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat.

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 dan 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 modulus elastisitas beton, kekuatan tekan, permeabilitas dan sifat panas.

### **2.1.2. Mortar**

Mortar adalah bahan yang digunakan untuk suatu konstruksi yang terdiri dari campuran antara semen dan agregat halus. Campuran antara semen dan agregat ini menggunakan perbandingan tertentu sehingga daya tahan mortar terhadap tekanan maupun tarikan akan semakin tinggi dan maksimal.

Fungsi utama mortar adalah menambah lekatan dan ketahanan ikatan dengan bagian-bagian penyusun suatu konstruksi. Kekuatan mortar tergantung pada kohesi pasta semen terhadap partikel agregat halus. Mortar mempunyai nilai penyusutan yang relatif kecil. Mortar harus tahan terhadap penyerapan air serta kekuatan gesernya dapat memikul gaya-gaya yang bekerja pada mortar terlalu besar/cepat, maka mortar akan mengeras dengan cepat dan kehilangan ikatan adhesinya.

## **2.2. Retarder**

Retarder merupakan suatu bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu untuk pematangan untuk menghindari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan.

## **2.3. Gula Pasir**

Gula adalah salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga. Gula merupakan salah satu hasil fotosintesis dan awal bagi respirasi. Bentuk alami (D-glukosa) disebut juga dekstrin. Menurut Paul Nugraha Antoni (2007), sejumlah kecil gula, 0,03 sampai 0,15% berat semen, umumnya memperlambat pengikatan semen. Batas atas bervariasi dengan jenis semen. Kekuatan 7 hari dapat dikurangi sementara kekuatan 28 hari dapat dinaikkan. Ketika jumlah gula bertambah sampai 0,20% berat semen, pengikatan umumnya bertambah cepat. Gula dalam kadar 0,25% atau lebih

berat dapat menyebabkan pengikatan yang cepat dan pengurangan kekuatan 28 hari.

## **2.4. Bahan-Bahan Penyusun Beton**

### **2.4.1. Semen**

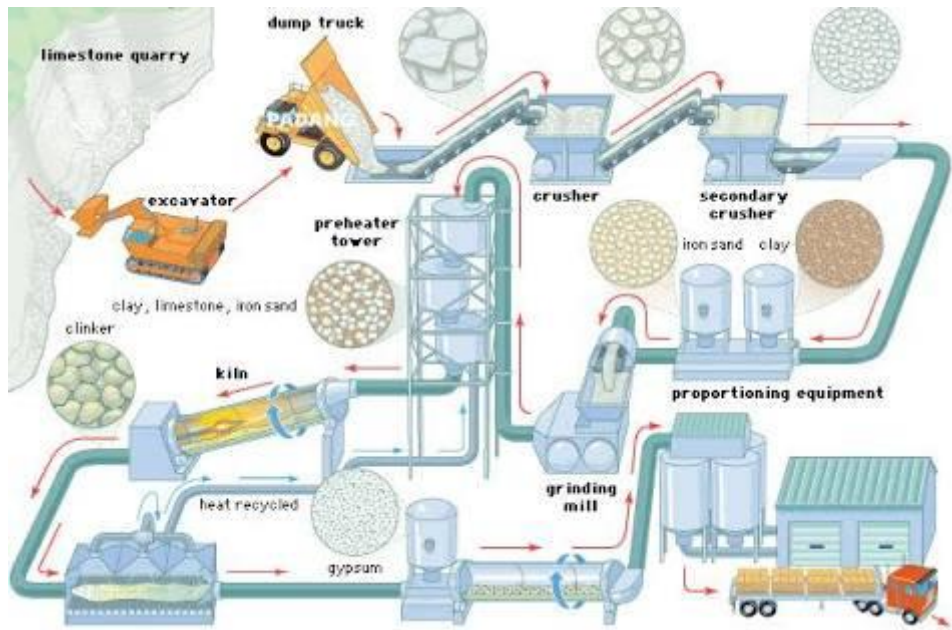
Semen adalah bahan pengikat utama untuk adukan beton dan pasangan batu yang digunakan untuk menyatukan bahan menjadi satu kesatuan yang kuat. Jenis atau tipe semen yang digunakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, dalam hal ini perlu diketahui tipe semen yang distandardisasi di Indonesia.

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pada semen (semen dan air) sekitar 25% - 40% dan agregat (agregat kasar dan halus) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun perlu dipelajari. (Tri Mulyono, 2003)

Komponen utama dari semen Portland adalah :

- Batu kapur yang mengandung CaO (kapur, lime)
- Lempung yang mengandung komponen SiO<sub>2</sub> (silica), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Oksida Alumina), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Oksida besi).

Kemudian bahan-bahan tersebut dengan pengawasan yang ketat , digiling dan dicampur menurut proses tertentu. Campuran dipanaskan dalam oven dalam suhu  $\pm 1450^{\circ}$  C sampai menjadi klinker, di[indahkkan dan digiling sampai halus disertai penambahan 3% -5% gips untuk mengendalikan waktu pengikatan semen sebagai pengontrol waktu pengikatan.



**Gambae 2.1.** Proses Pembuatan Semen

Semen Padang, 2017

Semen memiliki dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu:

a. Semen Hidrolis

Semen yang dapat mengeras apabila bereaksi dengan air, tahan terhadap air dan stabil dalam air setelah mengeras. Misalnya :

- Kapur hidrolik  
Sebagian besar (65% - 75%) bahan kapur hidrolik terbuat dari batu gamping, yaitu kalsium karbonat beserta bahan pengikatnya berupa silica, alumina, magnesium, dan oksida besi.
- Semen Pozollan  
Bahan yang mengandung silisium atau aluminum, yang tidak mempunyai sifat penyemenan. Butirannya halus dan dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu ruang serta membentuk senyawa-senyawa yang mempunyai sifat-sifat semen.
- Semen Terak  
Semen hidrolik yang sebagian besar terdiri dari suatu campuran seragam serta kuat dari terak tanur kapur tinggi dan kapur tohor. Sekitar 60% beratnya berasal terak tanur tinggi.
- Semen Alam  
Semen yang dihasilkan melalui pembakaran batu kapur yang mengandung lempung pada suhu lebih rendah dari suhu pengerasan. Hasil pembakaran kemudian digiling menjadi serbuk halus. Kadar silica, alumina dan oksida besi pada serbuk cukup untuk membuatnya bergabung dengan kalsium oksida sehingga membentuk senyawa kalsium silikat dan aluminat yang dapat dianggap mempunyai sifat hidrolik.
- Semen Portland  
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 ASTM C150, semen Portland dibagi menjadi lima tipe, yaitu:

TIPE I	Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti disyaratkan pada jenis-jenis lain
TIPE II	Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
TIPE III	Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi
TIPE IV	Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah
TIPE V	Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat

**Tabel 2.1.** Jenis semen portland di Indonesia

b. Semen Non-Hidrolis

Semen yang dapat mengeras tetapi tidak stabil dalam air, contoh:

- Gypsum : mengeras bila bereaksi dengan air tetapi akan larut dalam air.
- Kapur keras : mengeras apabila bereaksi dengan  $\text{CO}_2$

Pengaruh kehalusan butiran semen mempengaruhi waktu pengerasan pada pasta semen, lebih luas permukaan yang dapat dihidrasi, lebih banyak gel semen dapat terbentuk pada umur muda. Kehalusan semen akan memberikan sifat antara lain :

- Kekuatan awal tinggi
- Cepat mundurnya mutu semen jika dipengaruhi cuaca
- Reaksi kuat dengan bahan agregat kreatif
- Retak-retak
- Penyusutan tinggi
- Pengikatan yang cepat
- Kebutuhan air banyak
- Mengurangi bleeding.

#### **2.4.2. Agregat**

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat biasanya menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton, agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton. Agregat dibagi menjadi dua yaitu agregat kasar dan agregat halus.



#### a. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang berbutir kecil (antara 0,15 mm dan 5 mm) (Kardiyono, 1996). Menurut SII.0052, syarat-syarat agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut :

- 1) Modulus halus butir 1.5 sampai 3.8
- 2) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm) maksimum 5%.
- 3) Kadar zat organik yang terkandung yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat ( $\text{NaSO}_4$ ) 3%, jika dibandingkan dengan warna standar/pembanding tidak lebih tua dari pada warna dasar.
- 4) Kekerasan butiran jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir kwarsa Bangka memberikan angka tidak lebih dari 2.20
- 5) Kekealan (jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, dan jika dipakai magnesium sulfat, maksimum 15%)

Menurut ASTM C-33, syarat-syarat agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut :

- 1) Angka kehalusan fineness modulus terletak antara 2,3 – 3,1
- 2) Kadar lumpur atau bahian yang lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm atau No.200) dalam persen berat maksimum,
  - Untuk beton yang mengalami abrasi sebesar 3,0%
  - Untuk beton jenis lainnya sebesar 5,0%
- 3) Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah dirapikan maksimum 3%.
- 4) Kandungan arang dan lignit

- Bila tampak permukaan beton dipandang penting (beton akan diekspos), maksimum 0.5%.
  - Beton jenis lainnya, maksimum 1.0%
- 5) Kadar zat organik yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat ( $\text{NaSO}_4$ ) 3%, tidak menghasilkan warna yang lenih tua disbanding warna standar. Jika warnanya lebih tua maka ditolak kecuali:
- Warna lebih tua timbul karena sedikit adanya arang lignit atau yang sejenisnya.
  - Ketika diuji dengan uji perbandingan kuat tekan beton yang dibuat dengan pasir standar silica hasilnya menunjukkan nilai lebih besar dari 95%. Uji kuat tekan sesuai dengan cara ASTM C.8.7.
- 6) Tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0.6%
- 7) Kekekalan jika di uji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimal 10%, dan jika dipakai magnesium sulfat, maksimum 15%.
- 8) Susunan gradasi harus memenuhi syarat.

Ukuran Saringan (mm)	Persentase lolos saringan			
	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 4
10,00	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100

0.60	15-34	35-59	60-79	80-100
0.30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

**Tabel 2.2.** Batasan susunan butiran agregat halus

Sumber :Kardiyono Tjokrodinuljo (1996)

Keterangan:

Daerah 1 : Pasir kasar

Daerah 2 : Pasir agak kasar

Daerah 3 : Pasir agak halus

Daerah 4 : Pasir halus

#### b. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar (antara 5 mm dan 40 mm) (Kardiyono, 1996). Menurut ASTM C.33 syarat-syarat agregat kasar (kerikil) adalah sebagai berikut :

- 1) Tidak boleh berdifat reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0.6%.
- 2) Susunan gradasi harus memenuhi syarat
- 3) Kadar bahan atau partikel yang berpengaruh buruk pada beton (deterious)
- 4) Sifat fisika yang mencakup kekerasan agregat diuji dengan bejana Los Agelos dan sifat kekal (soudness).

Menurut SII.0052 syarat-syarat agregat kasar (kerikil) adalah sebagai berikut :

- 1) Modulus halus butir 6.0 sampai 7.1
- 2) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm) maksimal 1%.
- 3) Kadar bagian yang lemah bila 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 jika kadar alkali dalam semen sebagai  $\text{Na}_2\text{O}$  lebih besar dari 0.6%.
- 6) Tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%.
- 7) Kekerasan agregat harus memenuhi syarat.

Batasan susunan butiran agregat kasar dapat dilihat pada Tabel

Ukuran Saringan (mm)	Persentase lolos saringan	
	20 mm	40 mm
40	100	95-100
20	95-100	30-70
10	22-55	10-35
4,8	0-10	0-5

**Tabel 2.3.** Persyaratan gradasi agregat kasar

Sumber : Kardiyono Tjokrodimuljo (1996)

Adapun agregat dibagi berdasarkan jenisnya, antara lain:

1. Jenis Agregat Berdasarkan Berat

Ada tiga jenis agregat berdasarkan beratnya, yaitu agregat normal, agregat ringan dan agregat berat. Agregat normal yang apabila dicampur mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m<sup>3</sup>, Agregat ringan mempunyai berat isi maksimum 1400 kg/m<sup>3</sup>, dan agregat berat mempunyai berat isi lebih dari 2800 kg/m<sup>3</sup>

2. Jenis Agregat Berdasarkan Bentuk

Test standar yang dapat dilakukan untuk menentukan bentuk agregat ini adalah ASTM D-3398. Klasifikasi agregat tersebut meliputi agregat bulat, agregat bulat sebagian atau tidak teratur, agregat bersudut, agregat panjang, agregat pipih, agregat pipih dan panjang.

3. Jenis Agregat Berdasarkan Tekstur Permukaan

Secara umum susunan permukaan ini sangat berpengaruh pada kemudahan pekerjaan, semakin licin permukaan agregat semakin sulit beton untuk digunakan. Umumnya agregat dengan permukaan kasar lebih disukai. Jenis agregat berdasarkan teksturnya dapat dibedakan antarlain, agregat licin/halus (glassy), berbutir (granular), kasar, kristalin (crystalline), dan berbentuk sarang lebah (honeycombs).

4. Jenis Agregat Berdasarkan Ukuran Butir Nominal

Sebagai dasar perancangan campuran beton besar butir maksimum agregat, (ACI 318,1928:2-1) dan (PB,1989:9), memberikan batasan

- Seperlima dari jarak terkecil antara bidang samping cetakan.
- Sepertiga dari tebal plat.

- Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang tulangan atau berkas-berkas (numdle bar) ataupun dari tendon pre-stress atau ducting.

#### 5. Jenis Agregat Berdasarkan Gradasi

Gradasi agregat ialah distribusi dari ukuran agregat. Distribusi ini dibagi menjadi tiga yaitu gradasi sela (gap grade), gradasi menerus (continuous grade), dan gradasi seragam (uniform grade).

### 2.4.3. Air

Fungsi dari air disini antara lain adalah sebagai bahan pencampur dan pengaduk antara semen dan agregat. Pada umumnya air yang dapat diminum memenuhi persyaratan sebagai air pencampur beton, air ini harus bebas dari padatan tersuspensi ataupun padatan terlarut yang terlalu banyak, dan bebas dari material organik (Mindess et al.,2003).

Persyaratan air sebagai bahan bangunan, sesuai dengan penggunaannya harus memenuhi syarat menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia (PUBI-1982), antara lain:

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual. Tidak boleh mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/ liter.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram / liter. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 p.p.m. dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m. sebagai SO<sub>3</sub>.

4. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi.

#### **2.4.4. Bahan Tambah**

Bahan tambah didefinisikan sebagai material selain air, agregat, dan semen yang dicampurkan ke dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton atau mortar misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lain. (ASTM C.125-1995)

##### **a. Bahan Tambah Kimia (Admixture)**

Bahan tambah kimia atau admixture adalah bahan yang ditambahkan pada saat pencampuran beton. Dengan adanya bahan tambah tersebut agar mempunyai sifat yang berbeda dengan beton aslinya atau beton biasa. Penggunaan bahan tambahan tersebut dimaksudkan untuk memperbaiki dan menambah sifat beton sesuai dengan yang diinginkan.

Terdapat berbagai macam variasi admixture yang ada di pasaran, oleh karena itu pada saat penggunaan admixture harus diawali dengan percobaan agar sesuai dengan yang diharapkan. Agar mempermudah penggunaan dan pengendaliannya perlu diketahui macam-macam sifat, jenis, dan penggolongan dari admixture tersebut.

Beberapa jenis admixture yang perlu diketahui:

➤ ASTM C-260 (Air Entraining Agent)

Yaitu bahan tambahan untuk meningkatkan kadar udara agar beton tahan terhadap pembekuan dan pemuaiian terutama untuk daerah bersalju.

➤ ASTM C-494 (Admixture Kimia/Chemical Admixture)

Yaitu bahan tambah cairan kimia yang ditambahkan untuk mengendalikan waktu pengerasan (mempercepat / memperlambat), mereduksi kebutuhan air, mempermudah pengerjaan beton (meningkatkan slump) dan sebagainya.

➤ Mineral Admixture

Yaitu merupakan bahan padat yang dihaluskan yang ditambahkan untuk memperbaiki sifat beton agar beton mudah dikerjakan dan meningkatkan kekuatan dan keawetan. Yang termasuk bahan tambah ini misalnya : pozzolan, slag, abu terbang, abu sekam dan silika fume (bahan produksi silika murni/ferro selicon)

➤ Bahan Tambah Lainnya (Miscellaneous admixture)

Yaitu kategori bahan tambah yang tidak termasuk ketiga kategori diatas, misalnya jenis polymer, fiber mash, bahan pencegah karat, bahan tambah untuk mengembang (grout) dan bahan ta,bah untuk perekay (bounding agent).

### Air Entraining Agent

Bahan ini membentuk gelembung-gelembung udara berdiameter 1 mm atau lebih kecil di dalam beton atau mortar selama pencampuran, dengan



maksud mempermudah pengerjaan beton pada saat pengecoran dan menambah ketahanan awal pada beton.

#### Bahan Tambah Kimia (Chemical Admixture)

Menurut ASTM C-494 bahan tambah kimia dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu sebagai berikut:

1) Type A: Water Reducing Admixture

Bahan tambah yang mengurangi air percampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

2) Type B: Retarding Admixture

Bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaan 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.

3) Type C: Acceleration Admixture

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 pada beton. Accelerating Admixtures yang paling terkenal adalah kalsium klorida. Bahan kimia lain yang berfungsi sebagai pemercepat antara lain adalah senyawa senyawa garam seperti klorida, bromide, karbonat, silikat dan terkadang senyawa organik lainnya seperti tri-etanolamin. Perlu ditekankan bahwa kalsium korida jangan digunakan jika korosi progresif dari tulangan baja dapat terjadi. Dosis maksimum adalah 2% dari berat semen yang digunakan.

4) Type D: Water Reducing and Retarding Admixture

Bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

5) Type E: Water Reducing and Accelerating Admixture

Bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan awal.

6) Type F: Water Reducing High Range

Bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.

7) Type G: Water Reducing High Range and Retarding

Bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang digunakan 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 sumberdaya yang mengelola beton yang disebabkan oleh keterbatasan ruang kerja.

## Mineral Admixture

Beberapa bahan tambah mineral ini adalah pozzolan, fly ash, slag, dan silica fume. Beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah mineral ini antara lain (Cain, 1994: 500-508):

- Memperbaiki kinerja workability
- Mengurangi panas hidrasi
- Mengurangi biaya pekerjaan beton
- Mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat
- Mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-silika
- Mempertinggi usia beton
- Mempertinggi kekuatan beton
- Mempertinggi kekuatan tekan beton
- Mempertinggi keawetan beton
- Mengurangi penyusutan
- Mengurangi porositas dan daya serap air dalam beton

#### Bahan Tambah Lainnya

##### 1) Beton Tanpa Slump

Beton tanpa slump didefinisikan sebagai beton yang mempunyai slump sebesar 1 inch (25.5 mm) atau kurang, sesaat setelah pencampuran. Pemilihan bahan tambah ini tergantung pada sifat-sifat beton yang diinginkan terjadi, seperti sifat plastisnya, waktu pengikatan dan pencapaian kekuatan, efek beku-cair, kekuatan dan harga dari beton tersebut.

##### 2) Polimer

##### 3) Bahan Pembantu Untuk Mengeraskan Permukaan Beton (Hardener Concrete)

##### 4) Bahan Pembantu Kedap Air (Water Proofing)

##### 5) Bahan Tambah Pemberi Warna

##### 6) Bahan Tambah Untuk Memperkuat Ikatan Beton Lama dengan Beton Baru (Bonding Agent for Concrete)

## b. Bahan Tambah Berbasis Gula

Bahan tambah berbasis gula terdiri dari sukrosa, larutan tebu dan gula. Air perasan tebu mengandung 30-50% selulosa dan 20-24% lignin (Viera, et.al, 2007). Kandungan lignin yang terdapat pada larutan tebu dapat meningkatkan ikatan antar partikel pada beton. Bahan tambah berbasis gula memiliki kemampuan mengikat C-S-H (kalsium silikat hidrat) sehingga beton dengan bahan tambah tersebut dapat memiliki kekuatan yang lebih tinggi.

Sukrosa adalah disakarida yang merupakan gabungan dari gula yang sederhana yaitu glukosa dan fruktosa (monosakarida) . Sukrosa atau  $C_{12}H_{22}O_{11}$  akan bereaksi dengan C-S-H ( kalsium silikat hidrat) dalam proses pengerasan beton. sukrosa yang ada dalam batang tebu bervariasi antara 8 – 13% pada tebu segar yang mencapai kemasakan optimal ([www.risvank.com](http://www.risvank.com)).

Penambahan gula ke dalam campuran beton akan menyebabkan interaksi antara gula dan C3A (trikalsium aluminat) (Young, 1968). Gula mengandung sukrosa, disakarida yang tersusun atas satuan-satuan glukosa dan fruktosa. Adanya kandungan glukosa, glukonat, dan lignosulfonat, akan menstabilkan ettringite dalam sistem C3A–gypsum. Glukosa akan menghambat konsumsi gypsum dan pembentukan ettringite.

## 2.5. Penelitian Terdahulu

1. Adzuha Desmi “Analisis Penggunaan Gula Pasir Sebagai Retarder Pada Beton”, 2014

Tujuan :Mengetahui tentang variasi campuran mortar yang mempengaruhi perpanjangan waktu pengikatan atau perlambatan pengerasan terhadap mortar dan hasil kuat tekan.

Metode : Pengujian Material, tahap rendaman, dan kuat tekan.

Data : Prosentase 0,15%; 0,30%; 0,45%.

Hasil : Mortar dengan perbandingan 1 : 3 : 5 pada mutu K 100 tidak mempengaruhi terhadap hasil kuat tekan.

2. Ahmad Prima Syahnan, M. Agung Putra Handana, Johannes Tarigan “Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula (Tetes Tebu) Sebagai Bahan Tambah Dalam Campuran Beton”

Tujuan : Mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan kadar tetes tebu dari penggunaan semen terhadap waktu ikat semen, nilai slump, mutu kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton.

Metode : Pengujian waktu ikat semen, tes slump, tes kuat tekan beton.

Data : komposisi 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75% & 0.1%

Hasil : Variasi penambahan gula 0,25% diperoleh kuat tekan beton optimal pada umur 14 & 28 hari, variasi penambahan gula 0,5% diperoleh kuat tarik optimal pada umur 14 dan 28 hari.

3. Wilhelmus Bunganaen, Elia Hunggurami, Yustanius Bei-Ngala “Pengaruh Penambahan Gula Pasir Terhadap Kuat Tekan Dan Sifat Kedap Air Mortar”, 2016

Tujuan : Mengetahui pengaruh penambahan gula pasir terhadap kuat tekan dan sifat kedap air pada mortar.

Metode : Setting-time, Pengurangan nilai slump, Tes kuat tekan

Data : Prosentase 0%, 0.05%, 10%, 15%, 20%, 25%.

Hasil : Kenaikan kuat tekan yang dihasilkan dari mortar campuran 1PCC : 4 Psr, 1PCC : 6 Psr dapat dirata-ratakan menjadi 18,41 % dari kuat tekan beton normal.

Porositas mortar dengan tambahan gula pasir rata-rata turun 9,99%.