

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Beton terdiri atas agregat, semen dan air yang dicampur bersama-sama dalam keadaan plastis dan mudah untuk dikerjakan. Karena sifat ini menyebabkan beton mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan pengguna. Sesaat setelah pencampuran, pada adukan terjadi reaksi kimia yang pada umumnya bersifat hidrasi dan menghasilkan suatu pengerasan dan penambahan kekuatan. Ahmad, dkk (2009)

Mulyono (2006) dalam Ahmad, mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah. Menurut Mulyono.T (2004) dalam Aulia (2012) menyatakan bahwa beton secara umum dapat dibedakan atas 2 kelompok, yaitu :

1. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, dibedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

- a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan yang non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.
- b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K175, dan K225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K125, K175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.
- c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus

dilakukan dibawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap yang dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara *continue*.

2. Beton berdasarkan jenisnya, dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :

a. Beton Ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung, selates, residu slag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan di sekitar 800-1800 kg per/m³ atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar 1400 kg per/m³, dengan kuat tekan umur 28 hari antara 6,894 MPa sampai 17,244 MPa.

b. Beton Normal

Beton normal adalah beton yang campurannya menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg meter per kubik-2400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15-44 MPa.

c. Beton Berat

Beton berat adalah beton yang menghasilkan berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m³. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

d. Beton Massa (*mass concrete*)

Beton masa adalah beton yang dapat digunakan untuk pekerjaan yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

e. *Ferro-cement*

Ferro-cement adalah sesuatu bahan gabungan yang didapat dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dari dactil pada mortar semen.

f. Beton Serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari bahan beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi untuk mencegah retak-retak sehingga dapat menjadikan beton lebih kecil daripada beton normal.

2.2 Kuat Tekan Beton

Menurut Aulia (2012) menyatakan bahwa kuat tekan beton dapat diketahui dengan melakukan pengujian pasca umur 28 hari yang dibebani dengan gaya tekan sampai mencapai beban maksimum. Kuat tekan dapat dihitung dengan rumus :

$f_c' = P / A$, dimana :

P = gaya maksimum dari mesin, (N)

A = Luas Penampang sampel, (mm²)

f_c' = kuat teka beton, (MPa).

Tabel 2.1 Ukuran Benda Uji Kuat Tekan Beton

Jenis Benda Uji	Ukuran Cetakan (mm)
Kubus	100 x 100 x 100
	150 x 150 x 150
Balok	500 x 100 x 100
	600 x 150 x 150
Silinder	Diameter 150 dan tinggi 300
	Diameter 100 dan tinggi 200

(Sumber : SK SNI M – 62 – 03, 1990)

Tabel 2.2 Perbandingan Kuat Tekan Beton Berdasarkan Benda Uji

No	Bentuk Benda Uji	Nilai Konversi
1	Kubus 15 x 15 x 15 (cm)	1,00
2	Kubus 20 x 20 x 20 (cm)	0,95
3	Silinder 15 x 30 (cm)	0,83

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, 1971)

2.3 Material Penyusun Beton

2.3.1 Agregat

Agregat secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan presentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan volume. Dengan demikian kualitas beton ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

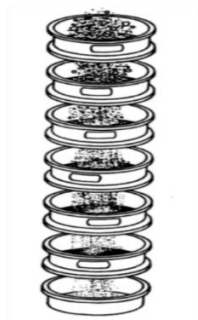
a. Jenis agregat

Agregat dapat dibedakan berdasarkan kelompok terjadinya, pengolahannya, dan ukuran butirnya.

Berdasarkan proses terjadinya agregat dapat dibedakan atas agregat beku (*igneous rock*), agregat sedimen (*sedimentary rock*) dan agregat metamorfik (*metamorphic rock*).

b. Gradasi agregat

Gradasi agregat adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisis saringan. 1 set saringan umumnya terdiri dari saringan berukuran 4 inci, $3^{1/2}$ inci, 3 inci, $2^{1/2}$ inci, 2 inci, $1^{1/2}$ inci, 1 inci, $\frac{3}{4}$ inci, $\frac{1}{2}$ inci, $\frac{3}{8}$ inci, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100 dan No.200. ukuran saringan dalam ukuran panjang menunjukkan ukuran bukaan, sedangkan nomor saringan menunjukkan banyaknya bukaan dalam 1 inci panjang.



Gambar 2.1 Satu Set Saringan
(Sumber : Sukirman S., 2003)

c. Bentuk dan tekstur agregat

Berdasarkan bentuknya, partikel atau butir agregat dikelompokkan sebagai bentuk bulat lonjong, pipih kubus, tak beraturan dan mempunyai bidang pecahan. Agregat yang ditemui di sungai umumnya telah mengalami erosi, sehingga berbentuk bulat (*rounded*) dan licin. Bidang kontak antar agregat berbentuk bulat sangat sempit, hanya berupa titik singgung sehingga menghasilkan pengujian antar agregat yang tidak baik dan menghasilkan kondisi kepadatan lapisan perkerasan yang kurang baik.

- 1) Agregat berbentuk kubus (*cubical*) pada umumnya merupakan agregat hasil pecahan batu masif atau hasil pemecahan mesin pemecah batu titik bidang kontak agregat ini luas sehingga mempunyai daya saing mengunci yang baik. Stabilitas yang diperoleh lebih baik dan lebih tahan terhadap deformasi.
- 2) Agregat berbentuk lonjong (*elongated*) dapat ditemui disungai atau bekas endapan sungai. Titik agregat disebut lonjong apabila ukuran terpanjang lebih besar dari 1,8 kali diameter rata-rata. Indeks kelongongan merupakan presentase berat agregat lonjong terhadap berat total. Sifat campuran agregat bentuk lonjong ini hampir sama dengan agregat yang berbentuk bulat.
- 3) Agregat berbentuk pipih (*flaky*) ini merupakan hasil dari produksi mesin pemecah batu dan biasanya agregat ini memang cenderung pecah dan bentuk pipih. Yang disebut agregat pipih adalah agregat yang ketebalannya lebih tipis dari 0,6 kali diameter rata-rata. Indeks kepipihan adalah berat total agregat yang lolos plot dibagi berat total agregat yang tertahan pada ukuran nominal tertentu.
- 4) Agregat berbentuk tak beraturan (*irregular*) adalah yang berbentuk agregat mengikuti salah satu bentuk di atas.

2.3.2 Semen

Semen merupakan material perekat untuk kerikil (agregat kasar), pasir, batu bata, dan material sejenis lainnya. Perubahan komposisi kimia semen, yang dilakukan dengan cara mengubah presentase empat komponen utama semen, dapat menghasilkan beberapa jenis semen yang berbeda sesuai dengan pemakaian. Standar industri di amerika (ASTM) maupun di indonesia (SNI) mengetahui lima jenis semen yaitu :

- a. Jenis I, yaitu jenis portland sebagai penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
- b. Jenis II, yaitu jenis portland untuk penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Jenis III, yaitu semen portland dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV, yaitu semen portland dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah.
- e. Jenis V, yaitu semen portland dalam penggunaannya perlu menahan ketahanan baik terhadap sulfat.

2.3.3 Air

Air merupakan bahan yang digunakan dalam campuran agregat kasar, agregat halus dan semen sebagai pengikat satu sama lain. Faktor air sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap :

- a. Mutu beton.
- b. Sifat workability pada adukan beton.
- c. Besar kecil nilai susut beton.
- d. Kelangsungan reaksi hidrasi pada semen portland.
- e. Pengerasan adukan beton yang kurang baik. Bahan tambah (*Admixture*)

2.4 Bahan Tambah (*Admixture*)

Berdasarkan SNI 03-2495-1991, bahan tambahan adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan, dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifat beton. Penambahan bahan tambah berfungsi untuk mengubah sifat-sifat beton agar lebih cocok terhadap pekerjaan tertentu ataupun menghemat biaya. Menurut (Mulyono, 2004) bahan tambah yang digunakan dalam beton ada 2 yaitu bahan tambah kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah mineral (*additive*)

2.4.1 Bahan Tambah Kimiawi (*Chemical Admixture*)

Bahan tambah kimia terdiri dari beberapa jenis, menurut ASTM C494 tentang *Standart Specification for Chemical Admixtures for Concrete*, bahan kimia pembantu terbagi menjadi:

- Jenis A – Mengurangi air (*water reducer*): Bahan tambahan tipe A adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan;
- Jenis B – Memperlambat pengikatan (*retarder*): Bahan tambahan tipe B adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk memperlambat waktu pengikatan beton;
- Jenis C – Mempercepat pengikatan (*accelerator*): Bahan tambahan tipe C adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mempercepat waktu pengikatan dan menambah kekuatan awal beton;
- Jenis D – A+B (*water reducer & retarder*): Bahan tambahan tipe D adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton;
- Jenis E – A+C (*water reducer & accelerator*): Bahan tambahan tipe E adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan dan juga untuk mempercepat waktu pengikatan serta menambah kekuatan awal beton;
- Jenis F – *Superplasticizer (water reducer high range)*: Bahan tambahan tipe F adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan;
- Jenis G – (*Water reducer high range & retarder*): Bahan tambahan tipe G adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.

2.4.2 Bahan Tambah Mineral (*Additive*)

Bahan tambah mineral (*additive*) merupakan bahan yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton, lebih banyak digunakan untuk kinerja tekan beton. Bahan tambah mineral terdiri dari beberapa macam (Mulyono, 2004) diantaranya:

- Abu terbang batu bara (*fly ash*) adalah butiran halus hasil residu pembakaran batu bara atau bubuk batu bara.
- *Slag* adalah produk non-metal yang merupakan material berbentuk halus, granular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan, misalkan dengan mencelupkan kedalam air.
- *Silica fume* adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silica lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silicon atau alloy besi silicon (dikenal sebagai gabungan antara microsilica dengan silica fume).
- Penghalus gradasi (*finely devided mineral admixtures*) digunakan untuk memperhalus perbedaan-perbedaan pada campuran beton dengan memberikan ukuran yang tidak ada atau kurang dalam agregat. Contoh bahan ini adalah kapur hidrolis, semen slag, fly ash, dan pozzolan yang sudah menjadi kapur atau mentah.

2.5 Serbuk Kayu

Serbuk kayu merupakan salah satu limbah industry pengolahan kayu seperti serbuk gergaji, sabetan, sisa kupasan. Di Indonesia ada tiga macam industri kayu yang secara dominan mengkonsumsi kayu dalam jumlah relatif besar, yaitu penggergajian, vinir, atau kayu lapis dan pulp atau kertas. Masalah yang ditimbulkan dari limbah industri pengelolaan itu adalah limbah penggergajian yang kenyataannya dilapangan masih ada yang ditumpuk dan sebagian lagi dibuang ke aliran sungai sehingga menimbulkan pencemaran air, atau dibakar secara langsung sehingga emisi karbon di atmosfer bertambah. Anonim (2008) dalam Rahayu (2015)

Limbah yang dimaksud disini adalah hasil samping yang terbentuk dari kegiatan bahan biomasa kayu atau berserat ligno-sellulosa, suatu bahan baku yang belum dimanfaatkan. Untuk kasus ini dibatasi pada industri pengolahan kayu. Adanya limbah yang dimaksud adalah menimbulkan masalah penanganan yang selama ini dibiarkan membusuk, ditumpuk dan dibakar yang kesemuanya

berdampak negatif terhadap lingkungan sehingga penanggulangannya perlu dipikirkan. Salah satu jalan yang dapat ditempuh adalah memanfaatkannya menjadi produk yang bernilai tambah dengan teknologi aplikatif dan kerakyatan sehingga hasilnya mudah disosialisasikan kepada masyarakat. Hasil evaluasi menunjukkan beberapa hal berprospek positif sebagai contoh teknologi aplikatif dimaksud dapat diterapkan secara memuaskan dalam mengkonversi limbah industri pengolahan kayu menjadi arang serbuk, briket arang, arang aktif, arang kompos. Serbuk gergaji 28 merupakan salah satu jenis limbah industri pengolahan kayu gergajian, Pari (2002) dalam Rahayu (2015).

Pada umumnya serbuk kayu memiliki nilai kalor antara 4018.25 kal/g hingga 5975.58 kal/g dan memiliki komposisi kimia yang bervariasi, bergantung pada varietas jenis dan media tumbuh. Namun secara umum, serbuk kayu memiliki komposisi kimia seperti yang terlihat dalam tabel.

Tabel 2.3 Komponen kimia serbuk kayu

No	Komponen Kimia	Kandungan %
1	Holosellulosa	70.52
2	Sellulosa	40.99
3	Linguin	27.88
4	Pentosan	16.89
5	Abu	1.38
6	Air	5.64

(Sumber : rahayu 2015)

2.6 Superplasticizer

Superplasticizer merupakan bahan tambah pengurang air yang besar (HRWR/ High Range Water Reducer), yang merupakan bahan tambah kimia tipe F dalam klasifikasi SNI 03-2495-1991. Bahan tambah ini digunakan untuk meningkatkan nilai slump dan kekuatan beton, menghasilkan beton dengan kemudahan pekerjaan tanpa penambahan jumlah air yang berlebihan yang akan mengakibatkan bleeding atau segregasi. Superplasticizer memiliki sifatsifat antara lain menghilangkan gaya permukaan pada partikel semen sehingga lebih

menyebarkan, melepaskan air yang terikat pada kelompok partikel semen untuk menghasilkan daya ikat antar partikel yang lebih kuat (David, 2011).

Superplasticizer yang digunakan pada penelitian ini ada jenis TamCem 60RM atau polycarboxylate ether. Penggunaan dosis yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada BS EN 934-2 dimana dosis superplasticizer 0,8% dari berat semen.



Gambar 2.2 Superplasticizer TamCem 60RM

Menurut (Nugraha, 2007) kelebihan dan kekurangan dari penggunaan superplasticizer, diantaranya :

1. Kelebihan

- Meningkatkan *workability*.
- Mengurangi kebutuhan air (25 – 35%).
- Memudahkan pembuatan beton yang sangat cair. Memungkinkan penuangan pada tulangan yang rapat atau bagian yang sulit dijangkau.

2. Kekurangan

- *Slump loss* terutama untuk tipe *naphthalene* perlu lebih diperhatikan.
- Kemungkinan terjadi pemisahan (*segregasi*) dan *bleeding* jika mix design tidak dikontrol dengan baik.
- Harga relatif mahal.