

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

2.1.1 Pengertian Beton

Beton merupakan pencampuran dari semen Portland, air, agregat kasar, agregat halus dan kadang-kadang bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia, pada perbandingan tertentu (Tjokrodimuljo, 1996).

Bahan penyusun beton dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu bahan aktif dan pasif. Kelompok bahan aktif yang disebut sebagai pengikat/perekat adalah semen dan air, sedangkan bahan yang pasif yang disebut sebagai bahan pengisi adalah pasir dan kerikil (disebut agregat halus dan agregat kasar). (Tjokrodimuljo, 1996).

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus. Selain tahan terhadap serangan api, beton juga tahan terhadap serangan korosi. Sebagai bahan konstruksi beton mempunyai kelebihan dan kekurangan, kelebihan beton antara lain :

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
2. Mampu memikul beban yang berat.
3. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
4. Biaya pemeliharaan yang kecil.

Sedangkan kekurangan beton antara lain :

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
3. Berat.
4. Daya pantul suara yang besar.

2.1.1 Beton Normal

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi (2200 - 2500) kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah. (Badan Standarisasi Nasional, 2000). Beton normal haruslah menggunakan bahan agregat normal dan tanpa bahan tambah. Kuat tekan beton normal disyaratkan f'_c adalah kuat tekan yang ditetapkan oleh perencana struktur (berdasarkan benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm), kuat tekan beton yang ditargetkan f_{cr} adalah kuat tekan rata-rata yang diharapkan dapat dicapai yang lebih besar f'_c .

Pemilihan proporsi campuran beton harus dilaksanakan sebagai berikut :

1. Rencana campuran beton ditentukan berdasarkan hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen.
2. Untuk beton dengan nilai f'_c hingga 20 MPa proporsi campuran coba serta pelaksanaan produksinya harus didasarkan pada perbandingan berat bahan.
3. Untuk beton dengan nilai f'_c hingga 20 MPa pelaksanaan produksinya boleh menggunakan perbandingan volume. Perbandingan volume bahan ini harus didasarkan pada perencanaan proporsi campuran dalam berat yang dikonversikan ke dalam volume melalui berat isi rata-rata antara gembur dan padat dari masing-masing bahan (Rahma, 2017).

2.1.3 Klasifikasi Beton

Berdasarkan berat jenis beton keras ini, beton diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok, seperti tercantum pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis-jenis Beton

Jenis Beton	Berat Jenis Massa (ton/m ³)	Agregat yang Digunakan	Pemakaian
Beton Ringan	Sampai 2,0	Tepung abu bakar yang mengeras, batu tulis, tanah liat yang diregangkan, sisa batu bara yang berbusa, batu apung	Dipakai untuk bangunan yang memikul beban ringan, pembuatan lapis penyekat suara, tembok interior
Beton Normal	2,0 - 2,9	Pasir, kerikil, terak dapur tinggi, batu	Dipakai untuk konstruksi tempat

		pecah, koral, serpih-serpih batu	tinggal
Beton Berat	> 2,8	Butir besi, barito, <i>magnetic</i>	Dipakai untuk massa yang berat dan pelindung sinar gamma

(Sumber : PEDC Bandung, 1983)

Bedasarkan teknik pembuatan, beton dapat dibedakan atas :

1. Beton biasa

Beton ini dibuat dalam keadaan plastis (basah). cara pembuatannya didasarkan atas : beton siap pakai (*ready concrete*) dibuat di pabrik dan beton in situ (beton yang dibuat di lapangan).

2. Beton precast

Beton ini dalam bentuk elemen-elemen yang merupakan rangka dari konstruksi yang akan dibuat. Jadi beton ini dipasang dalam keadaan mengeras.

3. Beton prestress

Beton ini dibuat dengan memberi tegangan dalam beton sebelum beton mendapat beban luar, kecuali beton dengan beban sendiri.

2.1.4 Kelas dan Mutu Beton

Beton untuk konstruksi beton bertulang dibagi dalam mutu dan kelas seperti tercantum dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	Ø bk (kg/cm ²)	Ø bm dg.s = 46 (kg/cm ²)	Tujuan	Pengawasan Terhadap	
					Mutu Agregat	Kekuatan Beton
I	B0	-	-	Non-struktural	Ringan	Tanpa
II	B1	-	-	Struktural	Sedang	Tanpa
	K125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K225	225	300	Struktural	ketat	kontinu
	K>225		>300	Struktural	Ketat	Kontinu

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1979)

1. Beton Kelas I

Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non-struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.

2. Beton Kelas II

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, K 175 dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan sedang terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K125, K175, K225 pengawasan mutu terdiri dari pengawasan yang ketat terhadap mutu bahan-bahan dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu menurut pasal 4.7.

3. Beton Kelas III

Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural dimana dipakai mutu beton dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm². 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 kontinu.

2.1.5 Beton Segar

Beton segar adalah gabungan antara semen, agregat (halus dan kasar), dan air yang saling mengikat dan belum mengeras masih bersifat lunak dan dapat membentuk dengan mudah. Sifat pada beton segar akan sangat mempengaruhi beton kerasnya jadi penanganan pada waktu beton masih segar sangat diperlukan. Pada saat segar atau sesaat setelah dicetak, beton bersifat plastis dan mudah dibentuk.

Dalam pengerjaan beton segar, ada tiga sifat yang penting yang harus selalu diperhatikan, antara lain :

1. Pengerjaan (*Workability*)

Kemudahan pengerjaan merupakan tingkat kemudahan adukan beton untuk diaduk, diangkat, dituang, dan dipadatkan tanpa mengurangi homogenitas beton dan beton tidak terurai (*Bledding*) yang berlebihan untuk mencapai kekuatan yang direncanakan. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain :

- a. Jumlah air yang dipakai dalam campuran beton. Semakin banyak air yang dipakai maka semakin mudah pengerjaan beton segar.
- b. Penambahan semen ke dalam campuran juga memudahkan pengerjaan adukan beton, karena diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai faktor air semen yang tetap.
- c. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Mengikuti gradasi campuran yang telah disarankan oleh peraturan akan memudahkan adukan beton untuk dikerjakan.
- d. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah pengerjaan beton.
- e. Ukuran maksimum kerikil yang digunakan juga mempengaruhi kemudahan pengerjaan beton.
- f. Cara pemadatan adukan beton. Bila dilakukan dengan bantuan alat getar, maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda.

2. Pemisahan Kerikil (*Segregation*)

Segregasi adalah kecenderungan butir-butir agregat kasar memisahkan diri dari campuran adukan beton. Pengaruh segregasi sangat besar terhadap sifat beton keras. Jika tingkat segregasi beton sangat tinggi, maka konstruksi beton tidak akan sempurna. Hal ini dapat menyebabkan beton keropos, terdapat lapisan yang lemah dan berpori, permukaan nampak bersisik dan tidak merata. Penyebab segregasi adalah sebagai berikut :

- a. *Slump* yang terlalu rendah.
- b. Gradasi agregat yang kurang baik.

- c. Berat jenis agregat kasar lebih besar daripada berat jenis agregat halus.
- d. Agregat halus terlalu sedikit.
- e. Campuran beton terlalu kering atau terlalu basah.
- f. Tinggi jatuh pengecoran terlalu tinggi.
- g. Penggunaan alat penggetar terlalu lama.

Cara untuk penanggulangan segregasi adalah sebagai berikut :

- a. Membuat rancangan campuran yang memadai.
- b. Merubah *slump* dan kelecakan beton dengan menambah bahan.
- c. Tidak menjatuhkan campuran beton pada ketinggian yang terlalu tinggi.

3. Pemisahan Air (*Bledding*)

Bledding adalah pengeluaran air dari adukan beton yang disebabkan oleh pelepasan air dari pasta semen. Sesaat setelah dicetak, air yang terkandung di dalam beton segar cenderung untuk naik ke permukaan.

Bledding dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut :

a. Susunan Butir Agregat

Jika komposisi sesuai, maka kemungkinan untuk terjadi *bledding* kecil.

b. Banyaknya Air

Semakin banyak air berarti semakin besar kemungkinan terjadi *bledding*.

c. Kecepatan Hidrasi

Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya *bledding*.

d. Proses Pemasatan

Pemasatan yang berlebihan akan menyebabkan *bledding*.

2.2 Material Penyusun Beton

2.2.1 Semen

Semen adalah bahan yang serupa bubuk halus yang bertindak sebagai pengikat untuk agregat. Bahan baku pembuatan semen adalah bahan-bahan yang

mengandung kapur, silikat aluminat, oksida besi dan oksida-oksida lain. Jika semen dicampur dengan air maka disebut pasta semen, sedangkan jika pasta semen dengan pasir maka disebut mortar semen. Berdasarkan SK-SNI T-15-1990-03.

Menurut ASTM C. 150 semen portland dibagi menjadi 5 jenis seperti keterangan yang terdapat pada Tabel 2.3 dibawah ini:

Tabel 2.3 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 : Kardiyono Tjokrodimulyo,1992)

Berdasarkan tabel di atas semen portland dibagi menjadi 5 jenis. Berikut ini merupakan penjelasan tabel diatas:

1. Tipe I : Semen portland jenis umum (*Normal Portland Cement*), yaitu jenis semen portland untuk penggunaan dalam konstruksi beton secara umum yang tidak memerlukan sifat-sifat khusus.
2. Tipe II : Semen jenis umum dengan perubahan-perubahan (*Modified Portland Cement*). Semen ini memiliki panas hidrasi lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat daripada semen Tipe I. Semen Tipe II ini digunakan untuk pencegahan serangan sulfat dari lingkungan terhadap bangunan beton, seperti struktur bangunan air/drainase dengan kadar konsentrasi sulfat tinggi didalam air tanah.

3. Tipe III : Jenis semen dengan waktu pengerasan yang cepat (*High-Early-Strength Portland Cement*). Digunakan pada struktur-struktur bangunan yang bekistingnya harus cepat dibuka dan akan segera dipakai kembali.
4. Tipe IV : Semen dengan hidrasi panas rendah yang digunakan pada konstruksi dam/bendungan, bangunan-bangunan amsif, dengan tujuan panas yang terjadi sewaktu hidrasi merupakan faktor penentu bagi keutuhan beton.
5. Tipe V : Semen penangkal sulfat. Digunakan untuk beton yang lingkungannya mengandung sulfat, terutama pada tanah/air tanah dengan kadar sulfat yang tinggi.

2.2.2 Agregat

Agregat adalah bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen. Agregat yang umum dipakai adalah pasir, kerikil dan batu-batu pecah. Pemilihan agregat tergantung dari syarat-syarat yang ditentukan beton, persediaan lokasi pembuatan beton, perbandingan yang telah ditentukan antara biaya dan mutu. Secara umum agregat dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu :

1. Agregat Halus

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu.

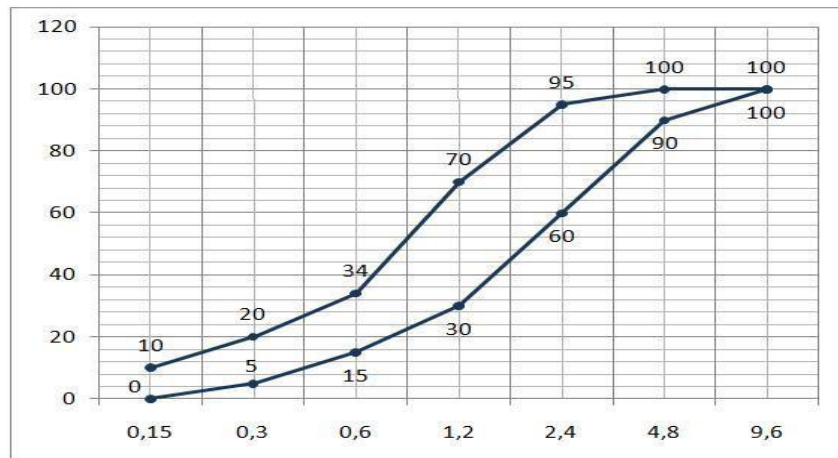
Menurut SNI 03-2834-2000 tentang Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, kekerasan pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir kasar, pasir sedang, pasir agak halus, dan pasir halus sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 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
9,6	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

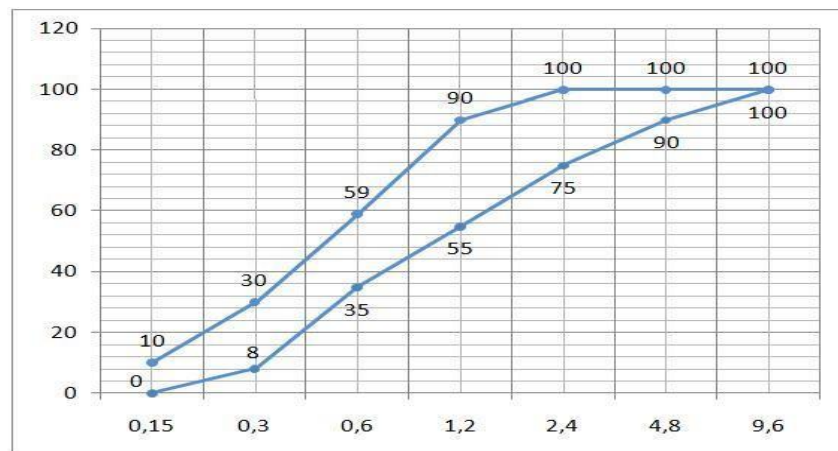
(SNI 03-2834-2000)

Dari nilai-nilai tabel di atas dapat dibuat grafik pergradasi. Berikut ini merupakan gambar grafik batas-batas gradasi agregat halus yang termasuk *zone I*.



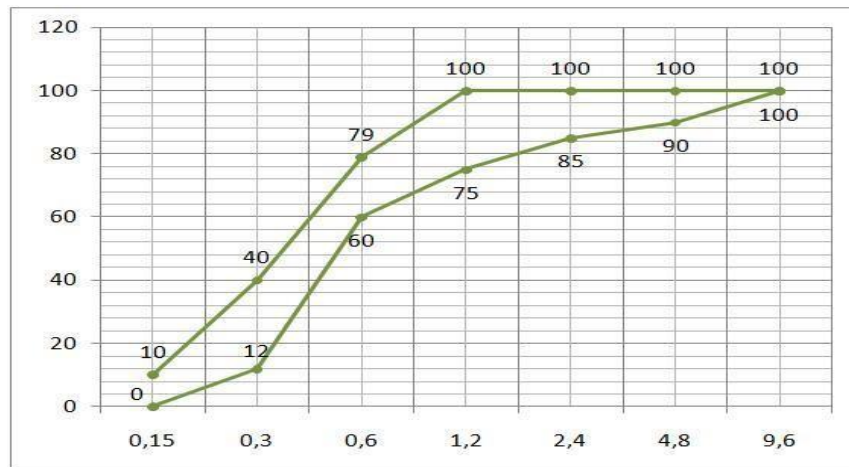
Gambar 2.1 Gradasi Pasir Kasar (Gradasi *zone* 1 berdasar SNI-03-2834-2000)

Berikut ini merupakan gambar grafik batas-batas gradasi agregat halus yang termasuk *zone* II.



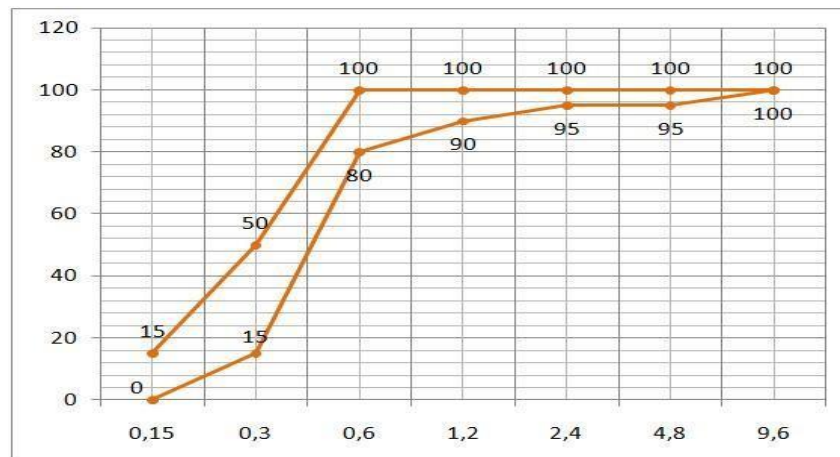
Gambar 2.2 Gradasi Pasir Sedang (Gradasi *zone* 2 berdasar SNI-03-2834-2000)

Berikut ini merupakan gambar grafik batas-batas gradasi agregat halus yang termasuk *zone* III.



Gambar 2.3 Gradasi Pasir Agak Halus (Gradasi *Zone 3* berdasar SNI-03-2834-2000)

Berikut ini merupakan gambar grafik batas-batas gradasi agregat halus yang termasuk *zone IV*.



Gambar 2.4 Gradasi Pasir Halus (Gradasi *Zone 4* berdasar SNI-03-2834-2000)

2. Agregat Kasar

Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecah batu. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah dengan besat butir $>5\text{mm}$.

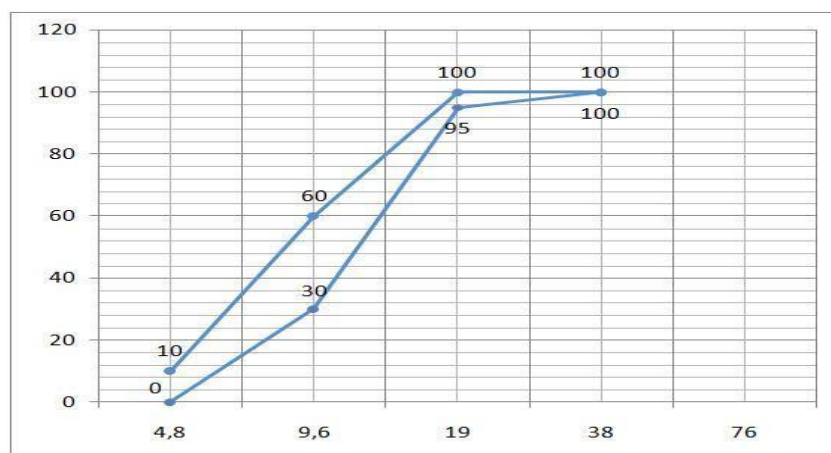
Menurut SNI 03-2834-2000 agregat kasar dibagi menjadi tiga kelompok menurut gradasinya, dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.5 Gradasi Agregat Kasar Menurut SNI 03-2834-2000

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

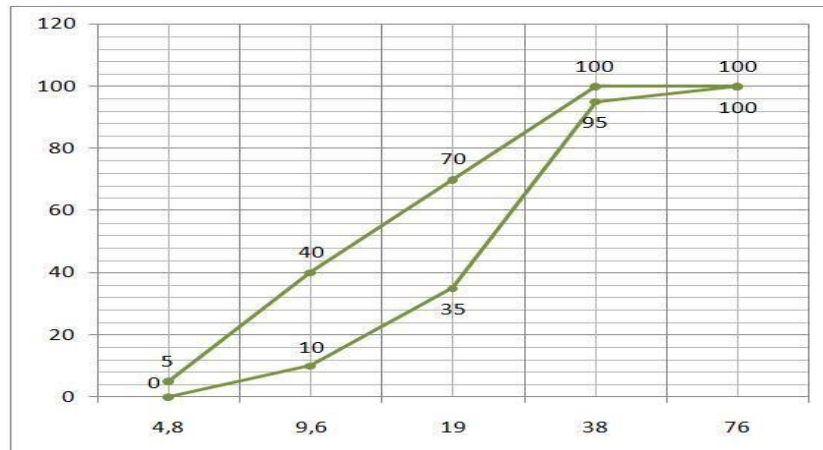
(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Berikut ini merupakan gambar grafik batas-batas gradasi agregat halus yang memiliki ukuran maksimal 10 mm.



Gambar 2.5 Gradasi Agregat Kasar (Gradasi maks 20 mm berdasar SNI-03-2834-2000)

Berikut ini merupakan gambar grafik batas-batas gradasi agregat halus yang memiliki ukuran maksimal 40 mm.



Gambar 2.6 Gradasi Agregat Kasar (Gradasi maks 40 mm berdasar SNI-03-2834-2000)

2.2.3 Air

Air merupakan salah satu bahan yang paling penting dalam pembuatan dan perawatan beton. Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, maka sangat diperlukan agar memeriksa apakah air yang digunakan memenuhi syarat-syarat tertentu, antara lain :

1. Kandungan lumpur (benda melayang lainnya) maksimum 2 gram/liter.
2. Kandungan klorida maksimum 0,5 gram/liter.
3. Kandungan garam-garam yang merusak beton (asam, zat organik, dll) maksimum 15 gram/liter.
4. Kandungan senyawa sulfat maksimum 1 gram/liter.

Air berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton mengalami *bleeding*, yaitu air bersama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini

menyebabkan kurangnya lekatan beton antara lapis permukaan (akibat *bleeding*) dengan beton lapisan bawahnya. Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap *workability* adukan beton, besar kecilnya nilai susut beton, kelangsungan reaksi dengan semen portland sehingga dihasilkan kekuatan selang beberapa waktu, dan peranan air sangat mendukung perawatan adukan beton diperlukan untuk menjamin pengerasan yang baik.

2.2.4 Bahan Tambah (*Additive*)

Bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan kedalam adukan beton, bertujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya (Tjokrodimuljo, 2009). Standar pemberian bahan tambahan beton ini pun sudah diatur dalam SK SNI S-18-1900-03 tentang Spesifikasi Bahan Tambahan pada Beton.

Bahan tambah dalam pembuatan beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu antara lain :

1. Bahan Tambah Mineral (*Additive*)

Pemberian bahan tambah ini bertujuan untuk memperbaiki kinerja beton. Contoh bahan tambah mineral adalah abu terbang (*fly ash*), *slag* dan *silica fume*.

2. Bahan Tambah Kimia (*chemical Admixture*)

Bahan tambah kimia bertujuan mengubah beberapa sifat beton. Adapun macam-macam bahan tambah kimia, yaitu :

- a. Tipe A (*Water Reducing Admixtures*)

Water reducing admixtures adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

- b. Tipe B (*Retarding Admixtures*)

Retarding admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Misalnya karena kondisi cuaca panas dimana tingkat kehilangan sifat pengerjaan beton sangat tinggi.

c. Tipe C (*Accelerating Admixtures*)

Accerlering admixtures adalah bahan tambah yagn berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.

d. Tipe D (*Water Reducing and Retarding Admixture*)

Water reducing and retarding admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda, yaitu mengurangi jumlah air yang diperlukan campuran beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

e. Tipe E (*Water Reducing and Accelerating Admixture*)

Water reduvcing and accelerating admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda, yaitu mengurangi jumlah air untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan awal.

f. Tipe F (*Water Reducing High Range Admixtures*)

Water reducing high range admixture adalah bahan tambah berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Pengurangan kadar air dalam bahan ini lebih tinggi, bertujuan agar kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan air yang sedikit tetapi tingkat kemudahan pengerjaannya lebih tinggi. Jenis bahan tambah ini adalah *Superplasticizer*, dosis yang disarankan adalah sekitar 1-2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan akan menyebabkan menurunnya kuat tekan beton.

g. Tipe G (*Water Reducing High Range Retarding Admixture*)

Water reducing high range retarding admixture adalah bahan tambah berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang digunakan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertenti, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan

beton. Jenis bahan tambah ini merupakan gabungan *Superplasticizer* dengan penunda waktu pengikatan.

2.2.5 Superplasticizer

Superplasticizer adalah bahan tambah yang digunakan sebagai salah satu cara meningkatkan kemudahan pelaksanaan pekerjaan pengecoran atau *Workability* beton dengan menggunakan sesedikit mungkin. Penggunaan *Superplasticizer* mulai dikembangkan di Jepang dan Jerman pada tahun 1960-an dan menyusul kemudia di Amerika Serikat pada 1970-an (Pangloy dkk., 2018).

Superplasticizer atau *high range water reducer admixtures* sangat meningkatkan kelecakan campuran. Campuran dengan slump sebesar 7,5 cm akan menjadi 20 cm. Digunakan terutama untuk beton mutu tinggi, karena dapat mengurangi air sampai 30 %. Pada prinsipnya mekanisme kerja dari *superplasticizer* sama, yaitu dengan menghasilkan gaya tolak menolak yang cukup antara partikel semen agar tidak terjadi penggumpalan partikel semen atau *flocculate* yang dapat menyebabkan terjadinya rongga udara di dalam beton, yang akhirnya akan mengurangi kekuatan tau mutu beton tersebut (Raja Marpaung).

Superplasticizer dibedakan menjadi 4 jenis :

1. Modifikasi Lignusulfonat tanpa kandungan klorida
2. Kondensasi Sulfonat Nephtalene Formaldehyde (SMF) dengan kandungan klorida sebesar 0,005 %
3. Kondensasi Sulfonat Nephtalene Formaldehyd (SNF) dengan kandungan klorida yang diabaikan.
4. *Carboxyl acrylic ester copolymer* (Azmi dkk, 2019)

2.2.6 Cangkang Kelapa Sawit

Bahan tambahan campuran beton adalah limbah cangkang kelapa sawit sebagai substitusi terhadap agregat kasar. Bahan tambahan yang digunakan dalam

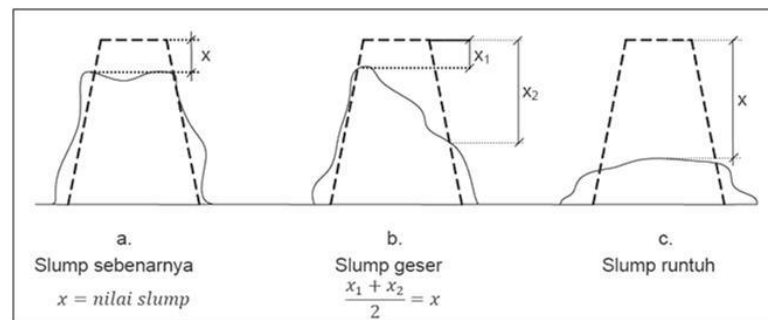
penelitian ini adalah cangkang kelapa sawit yang mempunyai kekerasan yang baik dan tidak mudah rusak di dalam beton.

Penggunaan cangkang kelapa sawit ini dalam campuran beton tidak perlu melakukan penambahan bahan *additive* atau semen *portland* yang sesuai dengan unsur-unsur reaktif alkali, karena cangkang kelapa sawit tidak mengandung unsur-unsur reaktif alkali yang berbahaya terhadap beton. Unsur-unsur kimia yang dikandung cangkang kelapa sawit tidak mempengaruhi sifat beton ringan (Bambang Subyanto, Hasan Basri, Linda Nurmala Sari, Triastuti dan Yetvi Rosalita, 2007). menurut SNI 03-2847-2002 agregat yang dalam keadaan kering dan gembur mempunyai berat isi 1100 kg/m^3 atau kurang dapat digunakan sebagai agregat beton ringan, dan menghasilkan berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m^3 . cangkang kelapa sawit mempunyai berat jenis sekitar $500\text{-}600 \text{ Kg/m}^3$. ini termasuk dalam klasifikasi beton ringan (Teo, Abdul Mannan dan John V, Kurian, 2006).

2.3 *Slump Test*

Menurut SNI-03-2834-2000, *slump* adalah satu ukuran kekentalan adukan beton dinyatakan dalam mm ditentukan dengan alat kerucut abram. *Slump* merupakan besarnya nilai keruntuhan beton secara vertikal yang diakibatkan karena beton belum memiliki batas *yield stress* yang cukup untuk menahan berat sendiri karena ikatan antar partikelnya masih lemah sehingga tidak mampu untuk mempertahankan ikata semulanya.

Pemeriksaan *slump* dimaksud untuk mengetahui konsistensi beton dan sifat mudah dikerjakan (*workability*) sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan. Pengujian ini berdasarkan SNI 03-1972-1990 tentang Metode Pengujian *Slump* Beton Semen Portland.

Gambar 2.7 Jenis-jenis *Slump*

Dari gambar 2.9 *Slump* dibedakan menjadi tiga jenis yaitu *slump* sebenarnya, *slump* geser dan *slump* runtuh.

1. *Slump* sejati merupakan penurunan umum dan seragam tanpa ada adukan beton yang pecah, oleh karena itu dapat disebut *slump* yang sebenarnya. Pengambilan nilai *slump* sebenarnya dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut.
2. *Slump* geser terjadi bila separuh puncaknya tergeser atau tergelincir ke bawah pada bidang miring. Pengambilan nilai *slump* geser ini ada dua yaitu dengan mengukur penurunan minimum dan penurunan rata-rata dari puncak kerucut.
3. *Slump* runtuh terjadi pada kerucut adukan beton yang runtuh seluruhnya akibat adukan beton yang terlalu cair. Pengambilan nilai *slump* ini dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut.

Nilai-nilai *slump* untuk berbagai pekerjaan beton dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut ini.

Tabel 2.6 Nilai-nilai *slump* untuk berbagai pekerjaan

Jenis Pekerjaan	<i>Slump</i> (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, plat pondasi,	125	50

dan pondasi tapak tulang		
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan konstruksi dibawah tanah	90	25
Plat, balok kolom, dan dinding	150	50
Perkerasan jalan	75	50
Pembetonan missal	75	25

(Sumber: PBB1 1971)

Adapun unsur-unsur yang mempengaruhi nilai *slump* antara lain (Tri Mulyono, 2003) :

1. Jumlah air pencampuran
2. Kandungan semen
3. Gradasi campuran pasir-kerikil
4. Bentuk butiran agregat kasar
5. Butiran maksimum
6. Cara pemadatan dan alat pematat

2.4 Uji Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990). Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin tekan. Benda uji diletakkan pada bidang tekan pada mesin secara sentris. Pembebanan dilakukakn secara perlahan sampai beton mengalami kehancuran.

2.5 Penelitian-penelitian terdahulu

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam menghasilkan penggunaan cangkang kelapa sawit sebagai pengganti agregat kasar pada beton, diantaranya adalah :

- 1) Muhammad Reja Palepy, (2020), dengan judul : Pengaruh Penambahan Limbah Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tarik Pada Beton Dengan Penambahan *Superplasticizer*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh cangkang kelapa sawit sebagai substitusi agregat halus dengan bahan tambah zat kimia *superplasticizer* 0,8 % mengalami kenaikan sebesar 2,95 % terdapat pada variasi abu cangkang 10 % yaitu dengan nilai kuat tarik sebesar 4,74 Mpa dengan selisih 0,14 Mpa dari beton normal yang memiliki nilai kuat tarik sebesar 4,60 Mpa. Dan peningkatan kuat tarik optimum terjadi pada variasi abu cangkang kelapa sawit 10 % pada 28 hari dan 0,8 % *superplasticizer* dari berat semen.
- 2) Raja Marpaung, dkk., (2012), dengan judul : Pengaruh Limbah Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Dan Berat Beton. Hasil pengujian ini menunjukkan kuat tekan beton, kuat tarik beton yang dihasilkan campuran substitusi cangkang kelapa sawit (CKS) dengan agregat kasar mengalami penurunan sebesar 29,31 % - 69,39 % dan kuat tarik rata-rata beton sebesar 30,55 % - 99,66 % , akan tetapi berat volume rata-rata beton yang dihasilkan juga berkurang sebesar 1,70% -23,03%. beton yang dihasilkan dengan substitusi cangkang kelapa sawit (OPS) dengan agregat kasar dengan komposisi 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dan 50 % , belum masuk dalam klasifikasi beton ringan seperti yang dirumuskan oleh Dobrowolski.
- 3) Mukhlis, dkk., (2020), dengan judul : Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Beton Perkerasan Kaku Untuk Jalan Lintas Rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan persentase nilai substitusi cangkang kelapa sawit (CKS) optimum terhadap agregat kasar pada campuran beton adalah sebesar 5 %. dimana nilai kuat tekan beton (f'_c) maksimum yang didapat adalah sebesar 23,33 Mpa dan kuat tarik lentur (f_{cf}) sebesar 3,62 Mpa. Beton dengan menggunakan cangkang sawit (CKS-5%) sebagai substitusi agregat dapat digunakan untuk lalu lintas rendah (f'_{cf} ;21,8 Mpa, f_{cf} ;3,5 Mpa).

- 4) Johan Oberlyn Simajuntak, dkk., (2020), dengan judul : Beton Dan Ramah Lingkungan Dengan Memanfaatkan Limbah Abu Cangkang Sawit. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa kehalusan didapat butiran abu cangkang sawit lebih kasar dibandingkan dengan butiran semen. Nilai slump beton semakin besar persentase penambahan abu cangkang sawit yang ditambahkan pada campuran beton maka semakin kecil penurunan nilai slump yang terjadi. Penambahan abu cangkang sawit mengakibatkan berat benda uji semakin meningkat. Perhitungan kuat tekan beton didapat pada tabel akhir diperoleh hasil kuat tekan meningkat seiring dengan besar persentase penambahan abu cangkang sawit hingga 6 % dengan kuat tekan sebesar 27,84 Mpa dan hasil kuat tekan menurun pada persentase penambahan abu cangkang sawit pada 9 % dengan kuat tekan sebesar 20,25 Mpa.
- 5) Thompson Kwan, (2016), dengan judul : Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Agregat Kasar Beton. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan dengan substitusi kelapa sawit 0 %, 5 %, 10 % dan 15 % rata-rata pada umur 28 hari berturut-turut adalah 27,8 Mpa, 25,9 Mpa, 22,3 Mpa, dan 13,5 Mpa. Semakin besar substitusi cangkang kelapa sawit maka semakin tinggi nilai absorpsi. Hal ini dikarenakan cangkang kelapa sawit menyerap air. Berdasarkan analisis secara teoritis, kemampuan balok beton substitusi cangkang kelapa sawit dalam memikul lentur menurun sebanyak 0,111 kali dari balok beton normal. Perbandingan hasil pengujian untuk beton normal adalah 1,471 kali hasil teoritis. Perbandingan hasil pengujian untuk balok beton substitusi cangkang kelapa sawit adalah 1,318 kali hasil teoritis.
- 6) Ade Usra Berli, (2019), dengan judul : Penentuan Kuat Tekan Beton Ringan Mutu K-225 Dengan Substitusi Cangkang Sawit Memakai Semen Portland Tipe 1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa adanya pengaruh substitusi cangkang sawit terhadap nilai kuat tekan yaitu hubungan berbanding terbalik, semakin kecil persentase penambahan cangkang sawit maka semakin besar nilai kuat tekan beton dan sebaliknya substitusi cangkang sawit juga mempengaruhi berat beton, semakin besar persentase substitusi cangkang sawit maka semakin ringan beton dan sebaliknya.

