BAB II

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1 Beton Normal

Ditinjau dari berat isi beton, beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg /m^3 yang menggunakan agregat alam yang di pecah atau tanpa di pecah yang tidak menggunakan bahan tambahan [SNI 03-2834-1992].

Bila di tinjau dari kuat tekan beton, beton normal adalah beton yang mempunyai nilai kuat tekan 17,5-40 Mpa. Seiring dengan peningkatan kekuatan tekan beton maka kinerja dari beton tersebut juga akan meningkat, diantaranya adalah: durabilitas, modolus elastisitas, permeabilitas, rangkak, dan daya tahan terhadap panas dan korosi.

2.2 Semen

Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air, disebut hidrasi, sehingga membentuk material batu padat. Pada umumnya, semen untuk bahan bangunan adalah tipe semen Portland*. Semen ini dibuat dengan cara menghaluskan silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan dicampur bahan gips. Beberapa tipe semen yang diproduksi di Indonesia antara lain, semen Portland tipe I, II, III, dan V.

Semen tipe I dapat dikatakan yang paling banyak dimanfaatkan untuk bangunan, dan tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus sebagaimana jenis lainnya.

Semen tipe II merupakan modifikasi semen tipe I dengan maksud untuk meningkatkan ketahanan terhadap sulfat dan menghasilkan panas hidrasi yang lebih

rendah. Semen jenis ini terutama dimanfaatkan untuk bangunan yang terletak di daerah dengan tanah berkadar sulfat rendah.

Semen tipe III merupakan semen yang cepat mengeras. Beton yang dibuat dengan semen tipe III akan mengeras cukup cepat, dan kekuatan yang dicapainya dalam 24 jam akan sama dengan kekuatan beton dari kekuatan semen biasa alam 7 hari. Hanya sekitar 3 hari kekuatan tekannya setara dengan kekuatan tekan 28 hari beton dari semen biasa.

Semen tipe V terutama ditujukan untuk memberikan pelindungan terhadap bahaya korosi akibat pengaruh air laut, air danau, air tambang, maupun pengaruh garam sulfat yang terdapat dalam air tanah. Semen tipe V ini memiliki daya resistensi terhadap sulfat yang lebih baik dibandingkan semen tipe II.

Jenis semen lainnya semen Portland-pozzolan sering dipakai untuk konstruksi beton masif sperti dam atau bendungan karena menghasilkan panas hidrasi yang rendah, dan karena semen ini juga tahan terhadap sulfat, sering dimanfaatkan pula untuk kontruksi bangunan limbah.

Dalam praktek, material yang dipakai disyaratkan harus melewati pengujian terhadap spesifkasi yang berlaku. Pengaruh ini berdasarkan Standar Industri Indonesia (SII), atau American Standard for Testing Meterial (ASTM), atau standar lain yang setaraf, misalnya Japanese Industrial Standard (JIS). Dalam Tabel 2.1 berikut ini disajikan data hasil pengujian semen tipe I yang digunakan untuk suatu proyek gedung. Pada lajur kanan tabel ini dicantumkan nilai maksimum atau minimum yang disyaratkan dalam ASTM C150 dan SII-13.

Tabel 2.1 Data Hasil Pengujian Semen Tipe I.

		ASTM-C150	SII-113
A Komposisi kimia	**%**		
Silikon diaoksida (SiO_2)	20,9		
Aluminium oksida (Al_2O_3)	6,3		
Ferri oksida (Fe_2O_3)	3,2		
Kalsium oksida (CaO)	65,5		
Magnesium oksida (MgO)	1,1	6,0	5,0 maks
Sulfur troksida (SO_3)	1,99	3,5	3,0 maks
Alkali	0,39		
Free lime (CaO)	0,9		
Hilang pijar	1,0	3,0	3,0 maks
Bagian tak larut (insoluble residu)	0,14	0,75	1,5 maks
Trikalsium Silikat (C_3S)	56,0		
Dikalsium Silikat (C_2S)	18,0		
Trikalsium Aluminat (C_3A)	11,01		
Trikalsium Alumino Ferrate (C_4AF)	10,0		
B Sifat Fisik			
1. *Specific Surface*	cm^2/g		
(dengan alat Blaine)	3100	2800	2800 min
2. *Soundenss* (Kekekalan)	%		
Pemuaian dalam *autoclave*	0,115	0,80	2800 min
3. waktu peningkatan (*Setting time*)	Jam		
Awal (*initial set*) dengan alat Gilmore	3	1	1 min
Akhir (*final set*) dengan alat Gilmore	6	10	10 maks
4. Kekuatan tekan (*Compressive strength*)	kg/cm^2		
1 hari	73		
3 hari	165	124	125 min
7 hari	254	193	200 min
28 hari	341		

Sumber "Struktur Beton Bertulang, Standar Baru SNI T-15-1991-o3, L. Wahyudi, syahril A. Rahim".

2.3 Agregat

Agregat umumnya menempati 70 - 80% dari isi beton total. Karena itu, meskipun agregat tidak ikut bereaksi dengan pasta semen, agregat mempunyai pengaruh penting pada sifat-sifat beton segar maupun beton-beton keras. Agregat merupakan bahan berbutir yang umumnya berasal dari batu alam bentuk batu pecah atau koral dan pasir.

Dalam SNI T-15-1991-03 agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media penggingkat untuk membentuk beton semen hidrolik atau adukan. Berdasarkan ukurannya, agregat ini dapat dibedakan menjadi:

1. Agregat halus diameter 0-5 mm disebut pasir, yang dapat dibedakan lagi menjadi:
   - Pasir halus: diameter 0-1 mm
   - Pasir kasar: diameter 1-5 mm
2. Agregat kasar diameter ≥ 5 mm, biasanya berukuran antara 5 hingga 40 mm, disebut kerikil.

Material ini merupakan hasil disintegrasi “alami” batuan atau hasil dari industri pemecah batu.

Agregat untuk beton harus memenuhi ketentuan dari mutu dan cara uji agregat beton dalam SII 0052-80 ataupun persyaratan dari ASTM C330 tentang *Specification for Concrete Agregate.* Agregat ringan merupakan agregat yang dalam keadaan kering dan gembur mempunyai berat 1100 kg/m^3 atau kurang.

Ukuran nominal butir agregat terbesar tidak boleh melebihi nilai berikut ini:

1. seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan
2. sepertiga tebal pelat

3. tiga perempat jarak bersih minimum antara batang tulangan, berkas batang tulangan, ataupun kabel prategang atau tendon prategang.

Sebagaimana dinyatakan dalam Pasal 3.4(7)PBI-71, maupun dalam ACI-Code Pasal 3.3.3.

Kekuatan beton dipengaruhi oleh kualitas agregat, proporsi campuran, serta kebersihan air dan agregatnya. Oleh karena itu, selain harus memiliki kekuatan dan daya tahan baik, butir agregat disyaratkan harus bersih dari lumpur atau material organis lainnya yang dapat mengurangi kekuatan beton. Diameter lumpur atau material organis ini adalah kurang dari 0,063mm. Bila banyaknya lumpur atau material yang di kandung dalam agregat lebih dari 1 % berat kering , agregat tersebut harus di cuci.

Agregat selain digunakan sebagai bahan pengisi (filler) supaya beton lebih ekonomis juga bertujuan supaya memiliki ketahanan pakai dan stabilitas dimensi yang baik.

Untuk dapat merencanakan perbandingan campuran beton yang baik, perlu diketahui sifat-sifat agregat diantaranya:

- Bentuk dan tekstur (shape dan tekstur)
- Gradasi (gradiation)
- Kadar air (Water content)
- Berat jenis relatif (specific gravity)
- Berat isi (bulk unit weight)

Tabel 2.2 Sifat Beton Keras Yang Berkaitan Dengan Sifat Agregat

Sifat Beban	Sifat agregat yang berkaitan
Keawetan	
..Ketahanan terhadap pempekuan dan pencairan	..Kekekalan bentuk, porositas, struktur pori, permeabilitas, dengan kejenuhan, kuat tarik, tekstur & mineral-mineral pori
..Ketahanan terhadap basah dan kering	..Struktur pori, modulus elastisitas.
..Ketahanan terhadap pemanasan dan pendinginan	..Koefisien muai panjang.
..Ketahanan terhadap abrasi	..Kekasaran
..Reaksi Alkali agregat	..Mengandung silika relatif
..KEKUATAN (Strength)	..Kekeuatan, tekstur permukaan, bentuk butiran, kebersihan, ukuran butiran maksimal
..SUSUT DAN RANGKAK	..Modulus elastisitas, bentuk butiran, gradasi, kebersihan, ukuran butiran maksimal, minerar-mineral lempung
..Koefisien muai panjang	..Koefisien muai panjang, modulus elastisitas.
..Konuktifitas panas	..Konduktifitas panas
..Panas Jenis	..Panas Jenis
..Berat isi	..Berat Jenis relatif, bentuk butiran, gradasi, ukuran butiran maksimum
..Modulus Elastisitas	..Modulus elastisitas, poisson's ratio
..Kelicinan (slipperiness)	..Kecenderungan untuk terpoles
..Ekonomi	..Betuk butiran, gradasi, ukuran butiran maksimum, kebutuhan penanganan khusus, kemudahan didapat

Sumber "Deddy, 2004 Perilaku Mekanik beton Yang Menggunakan Terak Baja Sebagai Agregat Halus, Bandung Skripsi Jurusan teknik sipil, Itenas".

2.3.1 Bentuk dan Tekstur

Bentuk butiran agregat di bedakan atas dua golongan; membulat (rounded) dan bersudut (angular), yang masing-masing dibedakan lagi secara bertingkat dari bentuk paling ideal (bola dan kubus) sampai kebentuk yang paling tidak ideal memanjang (runcing dan prismatis).

Tabel 2.3 Klasifikasi Bentuk Agregat (BS. 812 Part, 1975)

Klasifikasi	Uraian	Contoh
membulat	terbentuk oleh air	kerikil sungai/laut, pasir garam/pantai
tak teratur (irregular)	alami tak teratur, atau sebagian terbentuk oleh pengaruh erosi	kerikil lain, pasir atau dug Flint
bersudut (angular)	memiliki sudut yang jelas pada perpotongan bidang-bidang yang kasar	semua tipe batu pecah, talus, slag yang dipecah
pipih (flaky)	tebalnya relatif kecil jika dibandingkan dengan panjang dan lebarnya	batuan berlapis
memanjang (elongated)	bahan yang biasanya bersudut dimana panjangnya jauh lebih besar dari lebar dan tebalnya	
pipih dan memanjang	bahan yang panjangnya jauh lebih besar dari lebarnya, dan lebar jauh lebih besar dari tebalnya	

Bentuk dan tekstur agregat, mempengaruhi kelacakan (work ability) beton segar, karena pasta semen harus cukup untuk meliputi seluruh permukaan agregat dan supaya dapat berfungsi sebagai pelumas untuk mengurangi gesekan antara butiran agregat selama campuran diaduk (lihat tabel 2.3).

Betuk dan tekstur agregat halus hanya mempengaruhi kelacakan, tetapi karakteristik agregat kasar dapat mempengaruhi sifat-sifat mekanis beton karena mempengaruhi lekatan antara agregat kasar (interlocking) dan pasta semen (bonding).

Bentuk butiran mempengaruhi kekuatan beton, karena menentukan luas permukaan agregat yang melekat pada pasta semen. Akan tetapi, bentuk butiran yang ekstrim dapat menyebabkan konsetrasi tegangan internal, yang dapat menghancurkan lekatan, tekstur permukaan yang kasar meningkatkan kekuatan lekat.

Karakteristik mineral agregat dapat mempengaruhi kekuatan lekat pada agregat, karena interaksi kimiawi antara agregat dan pasta semen dapat terjadi dipermukaan butiran agregat dari jenis batuan tertentu.

2.3.2 Agregat kasar

Agregat disebut agregat kasar jika butiran ukurannya sudah melebihi 4,75 mm (No.4 ASTM Sieve). Dalam merancang proporsi campuran beton, agregat kasar perlu diperhatikan secara khusus karena agregat kasar sangat mempengaruhi sifat mekanis beton dibandingkan dengan material lainnya, agregat kasar menempati volume terbesar di dalam beton. Oleh karena itu, agregat kasar yang digunakan harus cukup keras, bebas dari retakan, bersih dan permukaan tidak tertutup lapisan.

Sifat-sifat fisik agregat kasar juga mempengaruhi karakteristik lekatan antara agregat dan mortar serta kebutuhan air pencampur. Lekatan yang lebih kuat dihasilkan bila luas permukaan material semakin luas dan heterogen

Pemeriksaan karakteristik agregat kasar [ASTM, 1993], yaitu:

- Gradasi (ASTM C33-92a)
- Spesific gravity dan absorpsi (ASTM, C127-88)
- Unit weight (ASTM, C92-91a)
- Kadar air (ASTM, C566-89)

2.3.3 Agregat Halus

Agregat disebut agregat halus jika butirannya kurang dari sama dengan 4,75mm (No.4 ASTM, Sieve) seperti halnya agregat kasar, bentuk butiran dan tekstur permukaan agregat halus sangat mempengaruhi kebutuhan permukaan air dan sifat-sifat mekanik beton.

Pemerikasaan karakteristik agregat halus [ASTM, 1993], yaitu:

- Gradasi (ASTM C33-92a)
- Spesific gravity dan absorpsi (ASTM, C127-88)
- Unit weight (ASTM, C92-91a)

- Kadar air (ASTM, C566-89)
- Finess Modulus (ASTM C33-92a)

2.3.4 Marmer (Marble)

Marmer (Marble) adalah batu gamping yang mengalami perubahan bentuk dari perubahan asalnya, karena pengaruh tekanan dan temperatur. Komposisi mineral adalah minereal karbonat, yaitu kalsit dan dolomit yang telah mengalami perubahan fisik akibat proses metamorfosa.

Marmer yang baik adalah marmer yang memenuhi syarat sesuai dengan SII – 0379-89 seperti tercantum dalam tabel 2.4 dibawah ini.

Tabel 2.4 Syarat Marmer Menurut SII-0379-89

No.	Pengujian	Marmer Lantai		Marmer Dinding	
		q11> 250/kg/m3	q11< 250/kg/m3	konstruksi luar	konstruksi dalam
1	kuat tekan minimal (kg/cm2)	800	800	600	500
2	ketahanan vas maksimum (mm/mt)	0.13	0.16	-	-
3	penyerapan air maksimum (%) 0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
4	kekekalan bentuk	tidak cacat	tidak cacat	tidak cacat	tidak cacat

Marmer yang mempunyai prospek yang baik di kabupaten bandung yaitu di daerah Citatah Tagog Apu Padalarang, dengan komposisi CaO; 53,36%, MgO; 1,0% dengan cadangan puluhan juta ton [Tushadi, 1990]. dan untuk harga 1 truk marmer Rp. 350.000, sedangkan harga 1 truk batu pecah Rp. 600.000.

2.4 Air

Air yang digunakan dalam proses pembuatan beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, zat organik atau bahan-bahan lain

yang bersifat merusak beton. Sebaiknya dipakai air tawar bersih yang bisa diminum. selain itu proporsi air yang digunakan akan mempengaruhi kekuatan beton dan proses pengerjaannya.

2.5 Perencanaan Dan Penelitian Beton Menurut SK SNI-15-1990-30

Perencanaan campuran beton bertujuan untuk menentukan komposisi bahan-bahan pembentukan beton yaitu agregat kasar, agregat halus, semen dan air. Dalam perencanaan ini menggunakan beberapa korelasi-korelasi antara lain: kuat tekan dan kuat lentur beton yang direncanakan, kekuatan semen, faktor granular, jumlah semen yang digunakan, nilai Slump dan jenis pemadatan yang akan dilaksanakan.

Dua hal utama yang dialami suatu balok adalah kondisi tekan dan tarik, yang antara lain karena adanya pengaruh lentur ataupun gaya lateral. Padahal dari data percobaan diketahui bahwa kuat tarik beton sangatlah kecil, kira-kira 10%, dibandingkan kekuatan tekannya. Bahkan dalam problema lentur, kuat tarik sering tidak diperhitungkan, sehinnga timbul usaha untuk memasang baja tulangan pada bagian tarik guna mengatasi kelemahan beton tersebut, menghasilkan *beton bertulang.*

Gaya luar yang bekerja pada strukur beton bertulang akan ditahan oleh beton dan baja tulangan secara bersama-sama melalui gaya internal. Tidak ada slip atau gelincir antara beton dan tulangannya, sehingga regangan yang terjadi pada suatu serat beton akan sama dengan yang terjadi pada serat tulangan. Kondisi ini tidak saja berlaku selama beton belum mengalami retak, tetapi juga terbukti akan tetap berlaku walaupun telah terjadi beberapa retak pada bagian tarik. Keadaan ini terutama dapat dipenuhi bila digunakan tulangan ulir, karena daya lekatnya yang tinggi terhadap permukaan beton.

Langkah-langkah dalam pembuatan campuran beton adalah sebagai berikut:

1. Analisis ayakan agregat halus
2. Analisis ayakan agregat kasar
3. Penentuan berat isi gembur agregat halus
4. Penentuan berat isi padat agregat halus
5. Penentuan berat isi gembur agregat kasar
6. Penentuan berat isi padat agregat kasar
7. Penentuan berat jenis dan penyerapan air agregat halus
8. Penentuan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
9. Rancangan campuran beton
10. Pengujian kuat tekan
11. Pengujian Kuat lentur.

Penelitian beton dilaboratorium adalah sebagai berikut:

1. Tentukan kuat tekan beton yang disyaratkan pada umur tertentu
2. Hitung deviasi standar
3. Hitung nilai tambah
4. Hitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan
5. Tetapkan jenis semen
6. Tentukan jenis agregat kasar dan agregat halus
7. Tentukan faktor air semen bebas
8. Tentukan faktor air semen maksimum
9. Tetapkan slump
10. Tentukan ukuran agregat maksimum
11. Tentukan kadar air bebas

12. Hitung besarnya air semen yang besarnya adalah kadar air bebas dibagi faktor air seman
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan bisa diabaikan
14. Tentukan jumlah semen minimum
15. Menentukan faktor semen yang disesuaikan
16. Tentukan susunan besar agregat halus
17. Tentuakan persentase pasir
18. Tentukan berat jenis relatif agregat
19. Hitung berat jenis beton
20. Hitung kadar agregat gabungan
21. Hitung kadar agregat halus
22. Hitung kadar agregat kasar

2.6 Pengujian Sifat Beton.

2.6.1 Pengujian beton segar

Ada beberapa sifat-sifat beton yang perlu diketahui secara detail antara lain: kemudahan pengerjaan / *workability* pada beton segar, homogenitas, kekuatan beton, keawetan beton, dan stabilitas bentuk beton.

Seperti yang telah diketahui sifat-sifat beton keras seperti : kekakuan *(strength),* stabilitas volume *(volume stability)*, durabilitas *(durability)* sangat dipengaruhi oleh derajat pemadatan beton.

Ditetapkannya nilai slump supaya adukan yang akan dijadikan beton nantinya memenuhi nilai kuat tekan yang di syaratkan.

2.6.2 Pengujian Beton Keras

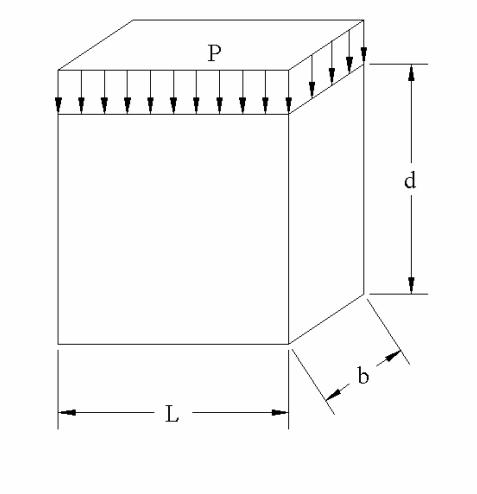
Sifat-siat beton yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah kuat tekan dan kuat lentur beton. Kekuatan merupakan sifat terpenting dari beton, meskipun demikian dalam beberapa hal sifat-sifat durabilitas / ketahanan, impermeabilitas / kekedapan, dan stabilitas volume lebih penting. Kekuatan beton merupakan parameter yang dapat memberikan gambaran secara umum mengenai kualitas beton itu sendiri, karena kekuatan berkaitan langsung dengan kondisi struktur dalam pasta semen.

Faktor utama yang berkaitan dengan kekuatan beton adalah porositas *(porosity)*, yaitu volume relative pori-pori atau rongga dalam pasta semen. Faktor lain dapat berasal dari agregat yang dapat mengandung cacat dan dapat menjadi pemicu timbulnya retak pada bidang kontak antara agregat dan pasta semen.

2.6.2.1 Kuat Tekan Beton

Pengujian kekuatan tekan menggunakan standar ASTM C39-86 “Standard Test Mehod For Compressive Cylindrical Concrete Spesimens” [ASTM, 1993].

2.1 Gambar Pemodelan Pembebanan Kuat Tekan Beton



Kuat tekan beton pada umur tertentu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\sigma tk = \frac{p}{A} \quad \text{..... (2.1)}$$

Dimana:

σ tk = kuat tekan beton pada umur tertentu (kg/cm^2)

P = beton tekan maksimum (kg)

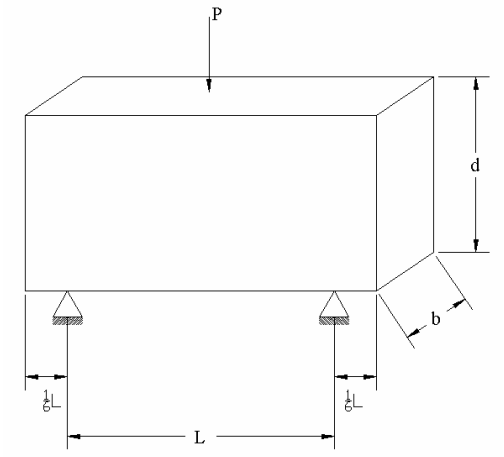
A = luas penampang (cm^2)

2.6.2.2 Kuat Lentur Beton

Prosedur pengujian kekuatan lentur beton dilakukan dengan mengikuti standar SNI 03-1027-2006, Benda uji ditekan pada tengah-tengah jarak tumpu dengan menggunakan sebuah batang pelentur berbentuk sama dengan batang penumpu. Salah satu batang penumpu harus terpasang kokoh pada tempat pengujian. Batang kedua dan batang pelentur berengsel di tengah-tengah sehingga dapat bergerak dibidang vertikal (lihat Gambar 2.2).

. Kuat lentur rencana berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 adalah 9-15% dari kuat tekan rencana 275 kg/cm^2 sebesar 41 kg/cm^2. Pengujian dilakukan sampai balok mengalami keruntuhan, pada beban tertentu (P maksimal), balok runtuh didahului oleh retakan, dan balok patah pada bagian tengah yaitu pada bagian dengan momen maksimal.

2.2 Gambar Pemodelan Pembebanan Kuat Lentur Beton



Kuat lentur beton dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma_{lt} = \frac{3PL}{2db^2} \quad \text{..... (2.2)}$$

Dimana:

σ_{lt} = Kuat lentur beton pada umur tertentu (kg/cm^2)

P = Beban maksimal

L = Panjang bentang balok (cm)

b = Tebal balok (cm)

d = Tinggi balok (cm)