

2.1. Kuat Desak Beton

Pengertian kuat desak beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Rumus desak beton dapat ditulis sebagai berikut ini.

$$\text{Kuat desak beton} = f_c = \frac{P}{A} \text{ (Kg/cm}^2\text{) (2.1)}$$

Dengan:

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

Variasi kekuatan kubus dalam pengujian beton padat disebabkan antara lain: [3]

1. Ketidak tepatan didalam mengadakan proporsi kerikil, pasir dan semen.
2. Variasi pada faktor air atau semanya, variasi f.a.s lebih baik untuk keperluan menyebar, jika menggunakan suatu campuran yang proporsinya kerikil, pasir dan semen sangat bervariasi.
3. Variasi gradasi agregat yang memerlukan perubahan f.a.s. jika sewaktu workabilitas yang dikehendaki seragam.



4. Pemadatan benda uji beton kurang karena adanya gelembung udara yang sangat kecil presentasinya menyebabkan reduksi kekuatannya sangat besar.
5. Perawatan benda uji beton kurang memuaskan. Jika kubus beton dibiarkan mengering selama 24 jam yang pertama akan kehilangan kekuatan mungkin mencapai 50% , yang tak akan mencapai kembali sepenuhnya dengan membasahi pada periode yang berikutnya.
6. Variasi suhu ini pengaruhnya paling kentara pada umur beton muda.
7. Variasi kualitas semen yang dipakai dalam campuran beton.

2.2. Bahan-bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian laboratorium bahan tambah additon H.E terhadap kuat desak beton antara lain sebagai berikut ini.

- Air
- Semen portland
- Agregat (bahan batuan)
- Bahan tambah Additon H.E

~~2.2.1.~~ Air

Air pada campuran adukan beton berpengaruh antara lain sebagai berikut ini

1. Pembentukan pasta semen.

2. Kelangsungan reaksi dengan semen portland

3. Perawatan keras adukan beton

Air untuk pembentukan pasta semen akan berpengaruh terhadap sifat dapat dikerjakan (workability), kekuatan, susut dan keawetan beton. Air berpengaruh terhadap kelangsungan reaksi dengan semen portland, sehingga dapat dihasilkan kekerasan dan kekuatan beton setelah selang beberapa waktu. Air juga berpengaruh pada rawatan keras adukan beton yang berguna untuk menjamin kekerasan beton sempurna. [4]

Persyaratan air untuk campuran beton menurut S.K.B.I 1.4.53.1989. [1]

- Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih tidak mengandung minyak, asam, alkali, garam, zat organik atau bahan lain yang dapat merusak beton atau tulangan.
 - Air yang digunakan beton prategang dan beton yang didalamnya akan tertanam barang/alat yang terbuat dari aluminium, termasuk air yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion chlorida dalam jumlah yang membahayakan.
 - Air yang tidak dapat diminum tidak boleh dipakai untuk pembuatan beton kecuali bila ketentuan ini dipenuhi.
1. Pemilihan campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber

yang sama.

2. Hasil pengujian umur 7 dan 28 hari dari kubus adukan yang dibuat dengan air pencampuran tersebut paling tidak harus mencapai 90% dari kekuatan spesimen serupa yang dibuat dengan air pencampuran yang dapat diminum. Perbandingan uji kuat desak harus dilakukan untuk adukan serupa, kecuali penggunaan air pencampurannya, yang dibuat berdasarkan kuat tekan mortar SII.0013-81 "Mutu dan cara uji semen portland" atau berdasarkan "Test Method for Compressive Strength of Hidroulic Cement Mortars (using 50 mm) Cube Specimens" (ASTM C109).

3.2.2. Semen Portland

Penggunaan semen portland pada campuran beton harus memenuhi ketentuan pada SKBI - 1.4.53. 1989.[1]

- Semen portland yang boleh digunakan untuk beton harus jenis semen yang dibakukan dalam SII-0013-81" atau standard umum bahan bangunan 1986 dan harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dalam standard tersebut.
- Jika menggunakan semen portland pozolan (campuran semen portland dan bahan pozolan) maka semen tersebut harus memenuhi: SII-0013-81" . Mutu dan cara uji semen portland pozolan atau ASTM -C595"

spesification for blended Hydraulic cements.

- Di dalam syarat pelaksanaan pekerjaan beton harus dicantumkan dengan jelas jenis semen yang boleh digunakan dalam menentukan rancangan campuran adukan beton ketentuan pasal 5 (SKBI - 1.4.53-1989).[1]

Di Indonesia ada 5 type cement portland antara lain sebagai berikut ini.[4]

1. "Type I Normal Portland Cement"

"Type I Normal Portland Cement" adalah jenis semen untuk penggunaan biasa, yang dalam penggunaannya tidak memerlukan sifat-sifat khusus, misalnya untuk trotoar, gedung, jembatan, reservoir, saluran, urung-urung dan pasangan batu bata.

2. "Type II Modified Portland Cement " adalah jenis semen portland yang panas hidrasinya lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat dibandingkan dengan type I Semen type II digunakan untuk bangunan yang tebal, contohnya untuk pilar, tumpuan atau percontakan dan dinding penahan tanah serta untuk bangunan-bangunan drainasi ditempat dengan kandungan konsentrarsi sulfat agak tinggi.

3. " Type III , high - early - strength Portland Cement"

" Type III ,high- early - strength Portland

Cement" adalah jenis semen yang memiliki sifat memperoleh kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan-bangunan beton yang segera digunakan atau untuk beton yang acuannya segera dilepas.

4. "Type IV low heat Portland Cement "

"Type IV low heat Portland Cement " adalah jenis semen portland yang khusus, dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang serendah-rendahnya. Pada semen Portland type jenis ini digunakan untuk bangunan beton masa seperti bendungan-bendungan gravitasi besar dari beton.

5. "Type V Sulfat Resisting Portland Cement"

"Type V Sulfat Resisting Portland Cement" adalah jenis sement portland khusus yang pada penggunaannya untuk bangunan-bangunan yang kena sulfat, seperti pada tanah atau air yang mengandung sulfat, pada semen portland type V pengerasnya berjalan lambat bila dibandingkan dengan jenis semen portland type I.

~~2.2.3.~~ Agregat (Bahan Batuan)

Agregat (bahan batuan) adalah butiran mineral alami yang didalam campuran beton berfungsi sebagai bahan pengisi campuran tersebut, sedangkan volume agregat dalam campuran beton \pm 70% dari volume beton. Agregat dalam adukan beton ukuran 4,8 mm disebut agregat halus (pasir),

sedangkan agregat dengan ukuran lebih besar 4,8 mm disebut agregat kasar (kerikil). Untuk agregat yang besar butirnya lebih kecil dari 1,20 mm disebut pasir halus, untuk agregat yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut silt, sedangkan agregat yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut clay.

Agregat dalam praktek pada umumnya dibedakan menjadi 3 kelompok sebagai berikut ini.[2]

1. Batuan

Batu untuk ukuran besar butiran, lebih dari 40 mm.

2. Kerikil

Kerikil untuk ukuran besar butiran antara 5 mm sampai 40 mm.

3. Pasir untuk ukuran butiran antara 0,15 sampai 5 mm.

Agregat dapat diperoleh dari sumber daya alami atau dapat dibuat atau tiruan yang pada umumnya dibuat pecahan bata/genteng atau kerak dingin dari tanur tinggi sedangkan agregat buatan lainnya antara lainnya : expanded shale, expanded slag dan cinder.

Berdasarkan berat jenisnya agregat dibedakan menjadi 3 jenis sebagai berikut ini.[2]

1. Agregat Normal

Agregat normal ialah agregat yang memiliki berat jenis antara 2,5 sampai 2,3.

2. Agregat Berat

Agregat berat ialah agregat yang memiliki berat

jenis lebih dari 2,8.

3. Agregat Ringan

Agregat ringan ialah agregat yang memiliki berat jenis kurang dari 2,0.

2.2.3.1. Berat Satuan dan Kepadatan Agregat

Berat satuan dan kepadatan agregat dipengaruhi oleh volume butiran zat padatnya, volume pori tertutup. Berat jenis agregat adalah ratio antara masa padat agregat dan massa air dengan volume sama dan pada suhu sama, karena pada butiran agregat umumnya mengandung pori-pori yang berada dalam butiran dan tertutup /tidak saling berhubungan, sehingga berat jenis agregat dapat dibedakan sebagai berikut ini.[2]

1. Berat jenis mutlak yaitu apabila volume benda padat agregat tidak terdapat pori-pori.
2. Berat jenis semua (berat jenis tampak) yaitu apabila volume benda padat agregat termasuk pori-pori tertutup.

Untuk agregat tertentu apabila pori tertutupnya kecil, kedua berat jenis tersebut dianggap sama dan disebut berat jenis saja dan dinyatakan dalam kg/m^3 . Berat satuan agregat dihitung berdasarkan pada berat agregat dalam suatu tempat tertentu, sedangkan volumenya ditunjukkan pada volume padat (meliputi pori tertutup) dan volume pori terbuka.[2]

Rumus perhitungan volume agregat secara matematika sebagai berikut ini.

$$V_t = V_b + V_p \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

V_T = Volume total

V_b = Volume butiran termasuk pori tertutup

V_p = Volume pori terbuka

Rumus perhitungan angka pori (porositas) adalah sebagai berikut ini.

$$\text{Porositas : } P = \frac{V \text{ pori}}{V \text{ total}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Rumus perhitungan kepadatan /kemampatan agregat adalah sebagai berikut ini.

$$\text{Kepadatan (kemampatan) : } K = \frac{V \text{ butir}}{V \text{ total}} \times 100\% \dots\dots(2.4)$$

Rumus hubungan antara kepadatan dan porositas adalah sebagai berikut ini

$$K = 100 - P \dots\dots\dots(2.5)$$

Jika suatu agregat kering mempunyai berat 10, maka diperoleh :

$$\text{Berat jenis b.j} = w/V_b$$

$$\text{Berat satuan} = w/V_t$$

2.2.3.2. Ukuran Maksimum Butir Agregat

Ukuran maksimum butir agregat dalam adukan beton yang digunakan, dimaksudkan untuk mengurangi jumlah semen portland dan pengaruh pengurangan semen portland pada adukan beton dapat mengurangi panas hidrasi, sehingga dapat mengurangi kemungkinan beton menjadi retak akibat susut atau perbedaan panas yang besar. [2] Besar butir maksimum agregat (dapat diartikan besar, karena ada ketentuan-ketentuan yang membatasi). Yaitu [1] :

1. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{3}{4}$ kali jarak antara baja tulangan atau baja tulangan dengan cetakan.
2. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{3}$ kali tebal plat.

Ukuran besar maksimum butir agregat biasanya yang digunakan dalam adukan beton adalah 10 mm, 20 mm, 30 mm dan 40 mm, pada beton yang digunakan untuk pondasi sumuran, ukuran besar butir maksimum agregat dapat dipakai sebesar 150 mm.

2.2.3.3. Gradasi

Gradasi agregat adalah distribusi butiran dari agregat, untuk ukuran butir-butir agregat yang sama (seragam) akan menyebabkan volume pori akan besar.

Sebaliknya untuk agregat yang butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori kecil dan kemampatannya tinggi, hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori antara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit. Agregat yang kemampatannya tinggi sangat diinginkan untuk pembuatan beton, karena volume porinya pada beton sedikit, hal ini juga berpengaruh terhadap kebutuhan bahan ikat semen portland sedikit. Semakin sedikit penggunaan pasta semen (pada penggunaan agregat bergradasi baik) semakin kurang susut pengerasannya beton, karena bahan agregat tidak menyebabkan susut beton.[2]

Syarat gradasi agregat menurut peraturan di Inggris (British Standart) menurut gradasinya . Seperti pada tabel 2.1. dan pada tabel 2.2.[2]

Tabel 2.1. Gradasi Pasir Menurut British Standart

Lubang (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	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	60-70	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Tabel 2.2. Gradasi Kerikil Menurut British Standart

Lubang (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan Beras Butir Maksimum		
	40mm	20 mm	12,5 mm
40	95-100	100	100
20	30-70	95-100	100
12,5	-	-	90-100
10	10-35	25-35	40-85
4,8	0-5	0-10	0-10

2.2.3.4. Modulus Halus Butir ("Fineness Modulus")

Modulus halus adalah suatu indek yang dipakai untuk menjadi ukuran dari kehalusan atau kekasaran, butir-butir agregat. Definisi modulus halus butir (mhb) adalah merupakan jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal di atas suatu ayakan dan kemudian dibagi seratus, sedangkan susunan lubang ayakan itu adalah sebagai berikut : 38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,60 mm, 0,30 mm dan 0,15 mm. Semakin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa semakin besar butir-butir agregatnya. Untuk modulus halus butir pasir sekitar 1,5 sampai 3,8, sedangkan modulus halus butir kerikil adalah sekitar 5 sampai 8.[2]

2.2.3.5. Serapan Air Dalam Agregat

Serapan air dalam agregat adalah persentase berat air yang mampu diserap oleh suatu agregat jika direndam dalam air.[2] Rumus untuk kadar air kering tungku (oven) pada

suhu 105 derajat adalah : [2]

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

W_b = Berat agregat basah

W_k = Berat agregat kering oven (105°)

Untuk agregat saturated surface dry (SSD) (pori-porinya penuh terisi air) tetapi permukaannya kering, sehingga tidak mengganggu air bebas pada permukaannya dan disebut agregat jenuh kering muka (SSD), rumus kadar air jenuh kering muka adalah :[2]

$$\text{Kadar air jenuh kering muka} = \frac{W_{jkm} - W_k}{W_k} \times 100\% \dots(2.7)$$

Catatan :

W_{jkm} = Berat agregat jenuh kering muka

W_k = Berat agregat kering (masuk oven 105°)

2.2.3.6. Kadar Air Agregat

Keadaan kandungan air didalam suatu agregat dapat dibedakan sebagai berikut ini. [2]

1. Kering tungku : agregat dalam keadaan benar-benar tidak berair yang berarti agregat dapat secara penuh menyerap air.
2. Kering udara : agregat dalam keadaan kering muka tetapi didalam pori agregat masih mengandung sedikit air, dalam keadaan ini agregat masih dapat sedikit

mengisap air.

3. Jenuh kering muka : agregat dalam keadaan kering permukaannya tetapi butir-butirnya berisi penuh air sejumlah yang dapat diserap, dalam keadaan ini tidak menyerap dan tidak menambah jumlah air, jika dipakai dalam campuran adukan beton.
4. Basah : agregat dalam keadaan mengandung banyak air pada permukaannya maupun didalam butiran, sehingga pada keadaan ini dipakai untuk campuran akan memberi air.

Sebagai dasar untuk perhitungan campuran yang sering dipakai adalah keadaan kering tungku dan jenuh kering muka, karena konstan untuk suatu agregat tertentu, sedangkan agregat pada keadaan (kering udara dan basah) sangat bervariasi, hal ini dipengaruhi oleh lingkungan, dan merupakan keadaan yang sebenarnya terjadi di lapangan.[2]

Keadaan jenuh kering muka (saturated surface dry, SSD) paling disukai untuk digunakan sebagai standard, karena merupakan keadaan kebasahan agregat hampir sama dengan agregat dalam beton sehingga tidak akan menambah ataupun mengurangi air dari pastinya, selain itu juga karena kadar air dilapangan lebih banyak yang mendekati SSD dari pada yang kering tungku.[2]

Resapan efektif adalah jumlah air yang diperlukan oleh agregat dalam kondisi kering udara menjadi SSD, untuk rumusnya adalah sebagai berikut ini. [2]

$$\text{Ref} = \frac{\text{Wssd} - \text{Wku}}{\text{Wssd}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

Wssd = Berat agregat (SSD)

Wku = Berat agregat kering udara

Resapan efektif tersebut di atas dipakai untuk menghitung jumlah berat air yang akan diserap (Wsr) oleh agregat (Wag) dalam adukan beton dan rumusnya adalah sebagai berikut ini : [2]

$$\text{Wsr} = \text{Ref} \cdot \text{Wag} \dots\dots\dots(2.9)$$

Akan tetapi bila keadaan agregat di lapangan basah, jumlah air kelebihan dalam adukan beton dari agregatnya besarnya dapat ditulis dengan rumus : [2]

$$\text{A kel} = \frac{\text{Wbs} - \text{Wssd}}{\text{Wssd}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

Untuk menghitung berat air tambahan (W tamb) terhadap adukan beton menggunakan air kelebihan tersebut di atas sehingga diperoleh rumus sebagai berikut ini. [2]

$$\text{W tamb} = \text{A kel} \cdot \text{Wag} \dots\dots\dots(2.11)$$



Dari rumus keempat di atas dapat dipakai secara umum untuk perhitungan dalam campuran adukan beton, karena kedua keadaan seperti kering udara maupun basah pada agregat adalah keadaan yang mungkin sekali terjadi di lapangan. Kandungan air dalam agregat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut ini. [2]

$$K_{air} = \frac{W_{agr} - W_{ssd}}{W_{ssd}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

K_{air} = kelebihan /kekurangan air dari agregat

W_{agr} = Berat agregat yang dipakai

W_{ssd} = Berat agregat SSD

Pada perhitungan campuran adukan beton dipakai berat satuan pasir dalam keadaan jenuh kering muka (SSD). Untuk perhitungan biasanya dipakai "berat jenis" pasir jenuh kering muka dan rumusnya adalah sebagai berikut ini.[2]

$$"B.j" = A/(A - B) \dots\dots\dots(2.13)$$

Catatan :

A = Berat pasir jenuh kering muka di udara

B = Berat pasir tersebut didalam air

2.2.4. Bahan Tambah Additon H.E.

Bahan tambah Additon H.E. didalam ketentuan ASTM C494 - 81 termasuk jenis type A, yaitu water reducer dan sebagai platisator. Bahan tambah Additon H.E. dapat mempercepat waktu pengerasan beton dan membuat beton kedap air.

Bahan tambah Additon H,E. sebagai campuran adukan beton memiliki efek terhadap beton sebagai berikut ini.

1. Menghambat proses pengikatan awal dari 3 jam menjadi 4,5 jam , sehingga waktu mampu tuang dan penurunan nilai slump menjadi lama dan beton terhindar dari keretakan .
2. Meningkatkan kekuatan tekan akhir sampai 25% , sehingga dapat dibuat rancang campur yang lebih ekonomis. sebagai water reducer dapat mengurangi jumlah air adukan sampai 20% , sehingga diperoleh beton menjadi lebih bermutu tinggi dan kedap air.
3. Sebagai plastisator dapat meningkatkan nilai slump tanpa menambah air adukan sehingga memudahkan penuangan atau pengerjaan .
4. Untuk membuat beton kedap air ditentukan dosis besar 150cc/perzak (40kg) semen, sehingga mampu mencegah terciptanya gaya-gaya kapiler dan akan diperoleh beton kedap air secara permanen, usia beton menjadi lebih lama karena terhindar dari pengaruh agresif dari luar yang menjadi sebab timbulnya karat pada

penulangan.

2.3. Faktor air semen (F.A.S)

Menurut Duff Abrams (1919) hubungan antara faktor air semen (f.a.s) dengan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dalam rumus : [2]

$$f_c = \frac{A}{B \cdot 1,5 \cdot X} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

f_c = Kuat tekan beton

x = f.a.s. (yang semula dalam proporsi volume)

A,B = Konstante

Dari rumus di atas maka semakin besar faktor dari air semen (f.a.s) semakin rendah kuat betonnya dan semakin rendah f.a.s kekuatan tekan beton semakin tinggi. Meskipun semakin rendah f.a.s semakin kuat tekan beton, tetapi pada f.a.s dibawah 0,40 kekuatan beton akan lebih rendah, hal ini disebabkan karena kesulitan dalam pemadatan adukan beton, sehingga beton menjadi kurang padat. [2]

Untuk mengatasi kesulitan pemadatan pada f.a.s dibawah 0,40 dapat dilakukan dengan menggunakan alat pemadatan getar (vibrator) atau dengan menggunakan bahan tambah kimia pembantu (chemical admixture) yang bersifat dapat menambah kemudahan pengerjaan (keenceran) adukan

beton. [2]

2.4. Workabilitas (sifat dapat dikerjakan)

Workabilitas (sifat dapat dikerjakan) menurut Newman didefinisikan pada sekurang-kurangnya mempunyai tiga buah sifat yang terpisah sebagai berikut ini : [3]

1. Kompakabilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga diudara diambil.
2. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir kedalam cetakan disekitar baja dan dituang kembali
3. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai masa yang homogen; koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi segregasi / pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya.

Pada hal ini dapat ditambahkan kemudahan dimana tercapaai penyelesaian akhir yang baik, terutama untuk permukaan vertikal yang dicetak dengan acuan dan plat lantai, dimana dibutuhkan tenaga untuk menambalnya. [3]

Pengujian slump merupakan cara pemeriksaan konsistensi beton yang paling banyak digunakan di lapangan.

Cara pengujian slump menurut british standard (BS. 1881. 1970) yaitu dengan menggunakan kerucut yang tingginya 300 mm, diameter dasar 200 mm dan diameter atas 100 mm; cara pelaksanaan pengujian slump ; kerucut ditempatkan diatas bidang datar, licin dan tidak menyerap air. Seseo-

rang memegang pegangan pada kerucut dan ditekan kebawah dengan kuat, kemudian cetakan diisi dengan campuran adukan beton setinggi seperempat tinggi kerucut, dan ditusuk sebanyak 25 kali dengan tongkat besi berdiameter 16 mm, panjang 600 mm serta tongkat yang ujung bulat. Pengisian dilakukan dengan tiga lapis dan tiap lapis ditusuk 25 kali. Setelah lapisan paling atas selesai ditusuk kemudian permukaan atas kerucut dibersihkan, selanjutnya kerucut diangkat perlahan-lahan dan kerucut diletakkan disebelahnya, kemudian diukur tinggi penurunan benda uji beton. [3] Nilai tersebut adalah nilai slump.

Pengaruh hubungan slump dan kuat desak beton adalah semakin tinggi slump akan semakin rendah kuat desak beton dan semakin rendah slump akan semakin tinggi kuat desak beton. [3]

Check to pd 5 (check to ...)