

# **STANDAR**

**SK SNI T-03-3449-2002**  
**SNI 03-3449-2002**

**TATA CARA  
RENCANA PEMBUATAN CAMPURAN  
BETON RINGAN DENGAN  
AGREGAT RINGAN**



**DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM**

**Diterbitkan oleh Yayasan LPMB, Bandung**  
DAFTAR ISI

Dafatr Isi .....	i
BAB I    DESKRIPSI .....	1
1.1    Maksud dan Tujuan .....	1
1.2    Ruang Lingkup .....	1
1.3    Pengertian .....	1
BAB II    PERSYARATAN-PERSYARATAN .....	3
2.1    Proposi Campuran.....	3
2.2    Perencanaan Campuran.....	3
2.3    Petugas dan Penanggung Jawab Pembuatan Rencana Campuran Beton Ringan.....	3
BAB III    KETENTUAN-KETENTUAN.....	4
3.1    Bahan .....	4
3.2    Pemilihan Proposi Campuran Beton Ringan .....	4
3.3    Perhitungan Proposi Campuran .....	5
BAB IV    CARA Pengerjaan .....	9
LAMPIRAN    A    :    Daftar Istilah .....	11
LAMPIRAN    B    :    Lain - lain.....	12
LAMPIRAN    C    :    Dafatar Nama dan Lembaga .....	29

## **BAB I**

### **DESKRIPSI**

#### **1.1 Maksud dan Tujuan**

##### **1.1.1 Maksud**

Tata Cara Rencana Pembuatan Beton Ringan dengan Agregat Ringan ini dimaksudkan untuk digunakan sebagai salah satu acuan bagi para perencana dan pelaksana dalam merencanakan proposi campuran beton dengan agregat ringan.

##### **1.1.2 Tujuan**

Tujuan tata cara ini adalah untuk mendapatkan proposi campuran yang dapat menghasilkan beton ringan sesuai dengan rencana untuk konstruksi struktural, struktural ringan dan sangat ringan.

#### **1.2 Ruang Lingkup**

Tata cara ini meliputi persyaratan, kektentuan bahan, pemilihan dan perhitungan proporsi beton ringan seta cara pengerjaan rencana campuran beton ringan dengan agregat ringan tanpa menggunakan bahan tambahan.

#### **1.3 Pengertian**

Yang dimaksud dengan :

- 1) **agregat ringan** adalah agregat dengan berat isi kering oven gembur maksimum  $1100\text{kg/m}^3$ ;
- 2) **agregat ringan alami** adalah agregat yang diperoleh dari bahan-bahan alami seperti batu apung, skoria, atau tufa;
- 3) **agregat ringan buatan** adalah agregat yang dibuat dengan membekahkan melalui proses pemanasan bahan-bahan, seperti terak dari peleburan besi, tanah liat, diatome, abu terang, abu sabak, batu serpih, batu lempung, perlit dan vermikulit;

- 4) **beton ringan struktural** adalah beton yang memiliki agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m<sup>3</sup> dan harus memenuhi ketentuan kuat tekanan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural;
- 5) **beton isolasi** adalah beton ringan yang mempunyai berat isi kering overn maksimum 140 kg/m<sup>3</sup>;
- 6) **diatome** adalah bahan yang menyerupai tanah bersala dari tumbuhan laut yang disebut diatom;
- 7) **skoria** adalah batuan hasil letusan gunung berapi berwarna gelap berukuran butiran antara 4-32mm yang mempunyai pori-pori berbentuk memanjang;
- 8) **lempung bekah** adalah hasil pembekahan melalui proses pemanasan dengan temperatur tinggi dari batu lempung atau batu serpih;
- 9) **batu serpih** adalah batu alihan alami dari lempung berbutir halus yang terbentuk karena tekanan dan temperatur sedang;
- 10) **perlit** adalah hasil batuan gunung berapi yang menyerupai gelas, dan mempunyai kandungan air antara 2-5%, dan akan mengembang menjadi asap gelembung gelas bila dipanaskan secara cepat;
- 11) **vermikulit** adalah suatu mineral yang berbentuk pipih dan mempunyai sifat mengelupas akibat pemanasan;
- 12) **abu terbang** adalah butiran halus limbah hasil pembakaran batu bara;
- 13) **batu obsidian** adalah batuan hasil letusan gunung api yang menyerupai gelas yang tersusun oleh unsur silika dan mempunyai kandungan air lebih kecil dari 2%, dan akan mengembang menjadi masa gelembung gelas bila dipanaskan secara cepat;
- 14) **batu sabak** adalah batu alihan alami dari lempung berbutir halus yang berbentuk karena tekanan dan temperatur tinggi;
- 15) **perlit bekah** adalah hasil pembekahan melalui hasil proses pemanasan dengan temperatur tinggi dari batu obsidian;

## **BAB II**

### **PERSYARATAN-PERSYARATAN**

#### **2.1 Proposi Campuran**

Proposi campuran beton harus menghasilkan beton ringan yang memenuhi persyaratan :

- 1) kecelakaan;
- 2) berat isi;
- 3) kekuatan;
- 4) keawetan;
- 5) ekonomis;

#### **2.2 Perencanaan Campuran**

Dalam perencanaan campuran beton ringan harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut :

- 1) pada bagian pekerjaan kontruksi yang berbeda jika digunakan bahan yang berbeda maka setiap proposi campuran yang akan digunakan harus direncanakan secara terpisah;
- 2) perhitungan perencanaan campuran beton ringan harus didasarkan pada dasar sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton ringan;
- 3) susunan campuran beton ringan yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukkan bahwa proposi tersebut dapat memenuhi kekuatan dan berat isi beton ringan yang disyaratkan;
- 4) bahan untuk campuran coba harus mewakili bahan yang akan digunakan dalam produksi beton ringan.

#### **2.3 Petugas dan Penanggung Jawab Pembuatan Rencana Campuran Beton Ringan**

Nama-nama petugas pembuat, pengawas dan penanggung jawab hasil pembuatan rencana beton ringan harus tertulis dengan jelas, dan dibubuhi paraf atau tanda tangan beserta tanggalnya.

### **BAB III**

#### **KETENTUAN-KETENTUAN**

#### **3.1 Bahan**

##### **3.1.1 Air**

Air harus memenuhi ketentuan SK SNI S-04-1989-F tentang spesifikasi Bahan Bangunan bukan Logam

##### **3.1.2 Semen**

Semen harus memenuhi SII 0013-81 tentang Mutu dan Cara Uji Semen Portland

##### **3.1.3 Agregat**

Agregat harus memenuhi ketentuan berikut:

- 1) agregat halus alami atau oasir alam memenuhi ketentuan SII 052-80 tentang mutu dan Cara Uj Agregat Beton dan ketentuan dalam SK SNI S-04-1989-F tentang Spesifikasi Bahan Bangunan bukan logam;
- 2) agregat ringan untuk pemuatan beton struktual harus memenuhi ketentuan SNI 023461-1991 tentang Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Struktual;
- 3) agregat ringan untuk pembuatan beton ringan isolasi harus memenuhi ketentuan yang berlaku atau SK SNI S -..... tentang Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Isolasi.

#### **3.2 Pemilihan Proposi Campuran Beton Ringan**

pemilihan proposi campuran beton ringan harus dilaksanakan menurut ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

- 1) rencana campuran beton ringan ditentukan berdasarkan hubungan antara
  - (1) kuata tekan beton ringan terhadap berat jenis;
  - (2) berat jeis terhadap jumlah fraksi agregat ringan;
- 2) kuat hancur agregat ( $f_c',A$ ) tidak boleh lebih besar dari kuat tekan adukan ( $f_c',M$ ).

### 3.3 Perhitungan Proporsi Campuran

#### 3.3.1 Kuat Tekan Rata-rata yang Ditargetkan

Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dihitung dari”

- 1) deviasi standar yang didapat dari pengalaman di lapangan selama produksi beton ringan menurut rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(1)$$

S = deviasi standar

X<sub>i</sub> = kuat tekan beton ringan yang didapat dari masing-masing benda uji

x = kuat tekan beton rata-rata menurut rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

n = jumlah nilai hasil uji yang harus diambil minimum 30 buah yang setiap nilainya diambil minimum rata-rata dari 2 buah benda uji yang dibuat dari contoh beton yang sama pada umur 28 hari

Data hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus mengikuti ketentuan seperti yang berlaku untuk beton normal SK SNI T – 151990 – 03 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.

- 2) nilai tambah dihitung menurut rumu:

M = M=k x s .....2)

Dimana:

M = nilai tambah

K = tetapan statistik yang nilainya tergantung pada persenase hasil uji yang lebih rendah dari f<sub>c</sub>,c. Dalam hal ini diambil 5% dan nilai k = 1,64

s = deviasi standar

3) rumus kuat tekan rata-rata sebagai berikut:

$$f'_{c', Br} = f'_{c', B} + M \dots\dots\dots 3)$$

dimana kuat tekan beton ringan rata-rata yang ditargetkan harus memenuhi:

$$f'_{c', Br} = (f'_{c', A})nf + f'_{c', M}(1-nf) \dots\dots\dots 4)$$

$$\text{atau } nf = \frac{\log (f'_{c', B}/f'_{c', M})}{\log (f'_{c', A}/f'_{c', M})}$$

Untuk :

$$nf < 0,50 \text{ dan } 15 \times f'_{c', A} > f'_{c', M} > 2 \times f'_{c', A}$$

secara grafis, dapat dilihat gambar 1 pada lampiran B butir 3 sub butir 1.

### 3.3.2 Berat Isi beton ringan yang Syaratkan

Berat isi beton yang disyaratkan harus memenuhi rumus berikut:

$$BIB = nf \times pa + (1-nf) \times BIM \dots\dots\dots 5)$$

dimana :

BIB = berat isi beton ringan

PA = berat jenis agregat ringan

BIM = berat isi mortar

nf = fraksi volume agregat kasar ringan

Secara grafis dapat dilihat gambar 2 pada lampiran B butir 3 sub butir 2.

### 3.3.3 Pemilihan Agregat Ringan

Pemilihan agregat ringan harus mengikuti ketentuan sebagai berikut:

- 1) agregat ringan dipilih berdasarkan kuat tekan atau berat isi beton ringan yang disyaratkan, sehingga hasil perhitungan jumlah fraksi agregat kasar menurut ayat 3.3.1 Butir 3 persamaan 4 dan Ayat 3.3.2 persamaan 5 menghasilkan harga :  $0,35 < nf, 0,5$ .



### 3.3.4 Poposi campuran beton ringan

Proposi campuran (semen, air, agregat halus dan kasar), nilainya harus dinyatakan dalam kg/m<sup>3</sup>

### 3.3.5 Koreksi proposi campuran

Jika agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan, proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat.

- 1) air =  $B - (Ck - Ca) \times C/100 - (Dk - Da) \times D/100$
- 2) agregat ringan halus =  $C + (Ck - Ca) \times C/100$
- 3) agregat ringan kasar =  $D + (Dk - Da) \times D/100$

dimana :

- B = jumlah air (kg/m<sup>3</sup>)
- C = jumlah agregat ringan halus (kg/m<sup>3</sup>)
- D = jumlah (kg/m<sup>3</sup>)
- Ca = absorpsi air pada agregat ringan halus (%)
- Da = absorpsi agregat ringan kasar (%)
- Ck = kandungan air dalam agregat ringan kasar (%)
- Dk = kandungan air dalam agregat ringan kasar (%)

## **BAB IV CARA Pengerjaan**

Langkah-langkah pembuatan rencana campuran beton ringan adalah sebagai berikut:

- 1) ambil kuat tekan beton ringan yang disyaratkan,  $f'_{c,B}$  pada umur 28 hari;
- 2) hitung deviasi standar menurut ketentuan ayat 3.3.1 butir 1;
- 3) hitung nilai tambah menurut 3.3.1. butir 2
- 4) hitung kuat beto ringan rata-rata yang ditargetkan ( $f'_{c,Br}$ ) menurut ayat 3.3.1. butir 2;
- 5) pilih agregat ringan kasar dan halus sesuai dengan rencana kuat tekan dan berat isi beton ringan yang akan dibuat dengan ketentuan menurut ayat 3.3.3;
- 6) tentukan kuat hancur agregat,  $f'_{c,A}$ ;
- 7) hitung jumlah fraksi agregat  $n_f$ , dalam beton menurut rumus 4 ayat 3.3.1 butir 3 atau rumus 5 ayat 3.3.2; dimana kuat tekan adukan  $f'_{c,M}$  dan berat isi adukan BIM ditentukan atau dicaridari hasil percobaan laboraorium (lihat lampiran);
  - (1) bila  $n_f > 0,50$  atau  $n_f < 0,35$  pilih agregat kasar atau halus lainnya menurut ayat 3.3.3. butir 2;
  - (2) bila  $f'_{c,A} < (1/15) \times f'_{c,M}$  atau  $f'_{c,A} (1/2) f'_{c,M}$ , tambah kuat tekan adukan, kemudian hitung kembali harga  $n_f$ ;
- 8) tentukan kuat tekan dan berat isi adukan yang dipilih menurut butir 7 diatas;
- 9) tentukan susunan campuran adukan dari hasil percobaan laboraorium per  $m^3$  dari menurut butir 7 diatas;
- 10) tentukan susunan campuran beton ringan dengan proposi yang sesuai dengan harga fraksi agregat kasar;
- 11) hitung kadar, agregat kasar, semen, air dan agregat halus yang digunakan;
- 12) jumlahkan beratnya = berat isi beton ringannya;
- 13) koreksi proposi campuran menurut perhitungan pada ayat 3.3.5;
- 14) buatlah campuran uji, ukur dan catatlah besarnya slump dan kekuatan tekan yang sesungguhnya seperti pada beton normal, perhatikan hal berikut:

- (1) lakukan penyesuaian berat isi dan kuat dengan mengubah fraksi agregat ringan;
- (2) jika kuat tekan beton didapatkan terlalu rendah, kuat tekan adukan dapat dipertinggi sementara jumlah fraksi volume dijaga konstan, atau dengan menjaga kuat tekan adukan tetap tak kembali sementara jumlah fraksi volume agregat kasar dikurangi;
- (3) jika penyimpangan terlalu besar pilih bahan-bahan lain; agregat yang lebih kuat atau jenis semen lainnya.

**LAMPIRAN A**  
**DAFTAR ISTILAH**

Rencana campuran	=	<i>mix design</i>
Campuran cobra	=	<i>trial mix</i>
Perlit	=	<i>perlite</i>
Vermikulit	=	<i>vermiculite</i>
Batu apung	=	<i>pumice</i>
Skoria	=	<i>scoria</i>
Abu terbang	=	<i>fly ash</i>
Terak	=	<i>slag</i>
Batui lempung	=	<i>clay stone</i>
Serpih	=	<i>shale</i>
Sabak	=	<i>slate</i>
Lempung bekah	=	<i>bloaded</i>
Tufa	=	<i>tuff</i>
Kecelakaan	=	<i>workability</i>
Kering permukaan jenuh	=	<i>saturated surface dry</i>

**LAMPIRAN B**  
**LAIN – LAIN**

1) Notasi :

$f_c'$	=	kuat tekanan beton yang disyaratkan
$f_c', Br$	=	kuat tekanan beton ringan rata-rata yang ditargetkan
$s$	=	deviasi standar
$M$	=	margin
$k$	=	ketetapan statistic yang tergantung pada banyak bagian yang cacat
$s.s,d$	=	kering permukaan jenuh
$BIB$	=	berat isi beton ringan
$PA$	=	berat isi atau spesifikasi gravity agregat ringan
$BIM$	=	berat isi mortar
$nf$	=	fraksi agregat ringan kasar
$f_{c,A}$	=	kuata hancur agregat ringan
$f_{c',M}$	=	kuat tekan mortar

2) DAFTAR ISI RANCANGAN CAMPURAN BETON YANG MEMAKAI  
AGREGAT RINGAN

1. kuat tekan yang disyaratkan  $f'_{c,B}$  untuk umur 28 hari dan .....% cacad, disyaratkan..... MPa.
2. Deviasi standar,  $s$ , ditargetkan atau Ayat 3.3.1 butir 1..... MPa.
3. Harga kuat tekanan rata-rata yang harus di tambah (margin) =  $k \times s = 1,64 \times \dots$
4. Kuat rata-rata yang ditargetkan,  $f'_{c,Br}$ ,  $B + (kxs)$ .....MPa.
5. Jenis semen, disyaratkan : Semen Portland Normal S 550/475
6. Jenis agregat, disyaratkan untuk :
  - agregat kasar .....
  - agregat halus .....
7. Kuat hancur agregat kasar,  $f'_{c,A}$  diketahui atau dari Gambar 3 .... Mpa.
8. Berat jenis agregat, diketahui untukl :
  - agregat kasar, PA ..... g/cc
  - agregat kasar, PS ..... g/cc
9. Bobot maksimum beton, BIM, disyaratkan.....kg/cm<sup>3</sup>
10. Jumlah fraksi agregat kasar,  $n_f$  .....
 
$$0,35 < (n_f = \frac{BIM - BIM}{BIM - PA} = \frac{\log(f'_{c,B}/f'_{c,M})}{\log(f'_{c,B}/f'_{c,M})} = ) < 0,50$$
 dimana : BIM dan  $f'_{c,M}$  didapat dari Gambar 4,5,6 atau 7.
11. Apakah harga  $n_f < 0,35$  ? YA/TIDAK, jika YA, maka kuat tekanan aduk harus di tambah.
12. Apakah  $f'_{c,A} < (1/15) \times f'_{c,A}$  atau  $f'_{c,A} > (1/2) \times f'_{c,M}$  ? YA/TIDAK
13. Kuat tekanan aduk  $f'_{c,M}$ , dipilih (dari no.10) .....MPa
14. bobot isi adukan, BIM, dipilih (dari no.10).....kg/m
15. susunan campuran adukan ( dari gb. 4,5,6, atau 7) :
  - semen ..... kg/m<sup>3</sup>
  - air ..... kg/m<sup>3</sup>
  - pasir ..... kg/m<sup>3</sup>
  - Jumlah = Bobot Isi Total Adukan ..... kg/m<sup>3</sup>

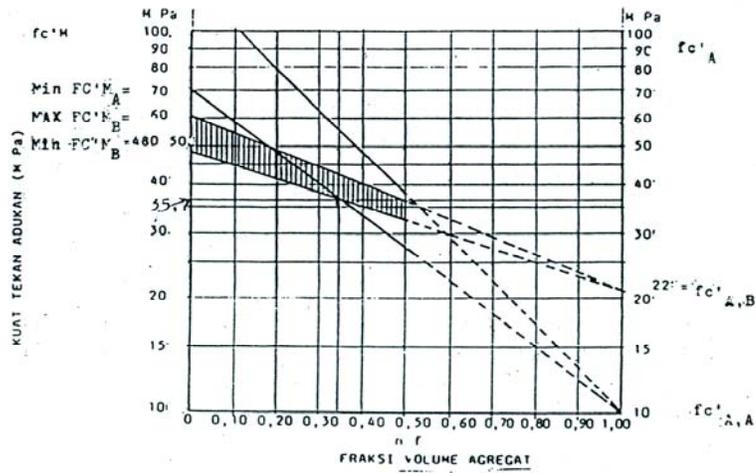
16. Susunan Campuran Beton :

$$\begin{aligned}
 - \text{ Agregat kasar} &= PA \times nf \times 1000 &= \dots\dots\dots \text{ Kg/m}^3 \\
 - \text{ Semen} &= (1 \times nf) \times \dots\dots\dots &= \dots\dots\dots \text{ Kg/m}^3 \\
 - \text{ Air} &= (1 \times nf) \times \dots\dots\dots &= \dots\dots\dots \text{ Kg/m}^3 \\
 \underline{\text{ Agregat halus}} &= (1 \times nf) \times \dots\dots\dots &= \dots\dots\dots \text{ Kg/m}^3 \\
 \text{ Bobot isi beton} &= \text{jumlah} &\dots\dots\dots \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

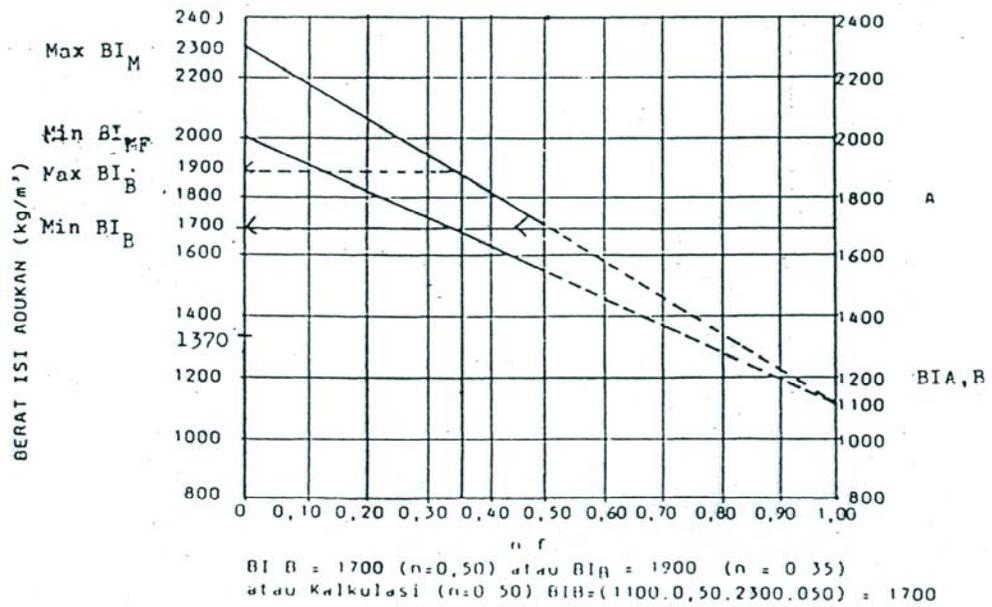
	Semen Kg	Air kg	Pasir kg	Agregat kasar kg
Tiap 1 m <sup>3</sup> agregat kasar (kering permukaan)				
Tiap 1 m <sup>3</sup> (kering oven)				
Tiap 0, .....m <sup>3</sup> (kering oven)				

3) Gambar – gambar grafik

(1) Gambar grafik hubungan antara kuat tekan beton ringan dan fraksi agregat ringan kasar.

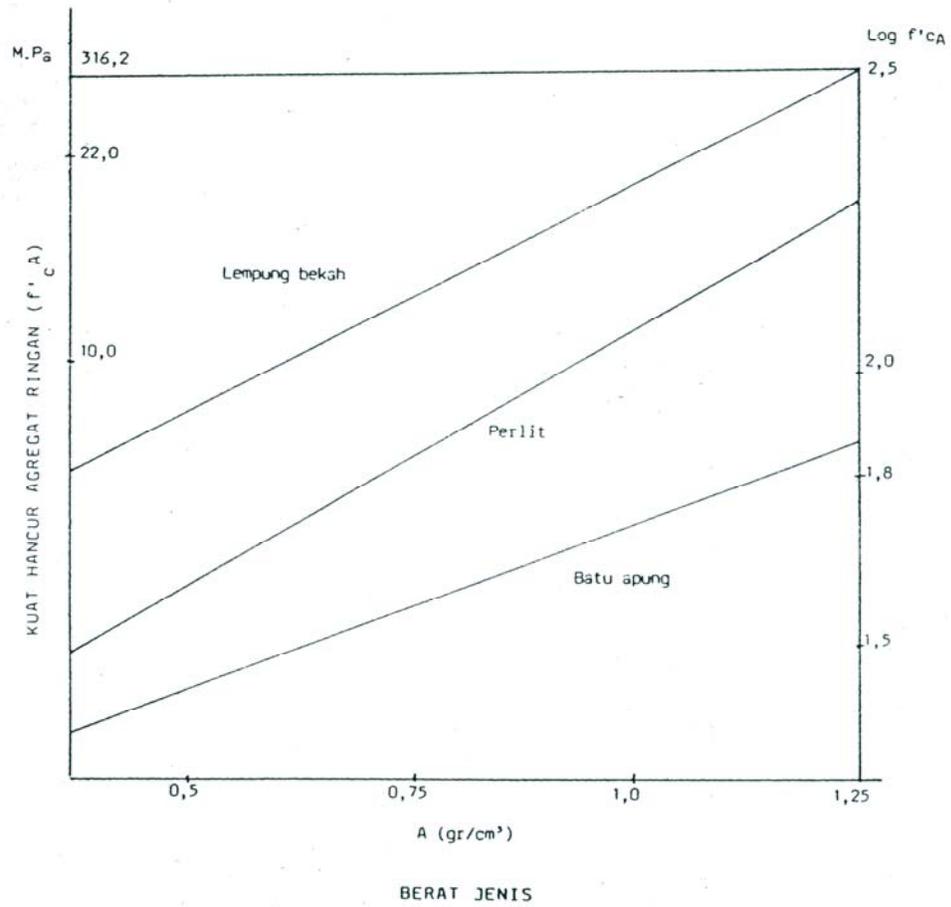


(2) Gambar grafik antara berat isi beton mortar, agregat dan fraksi agregat ringan kasar.



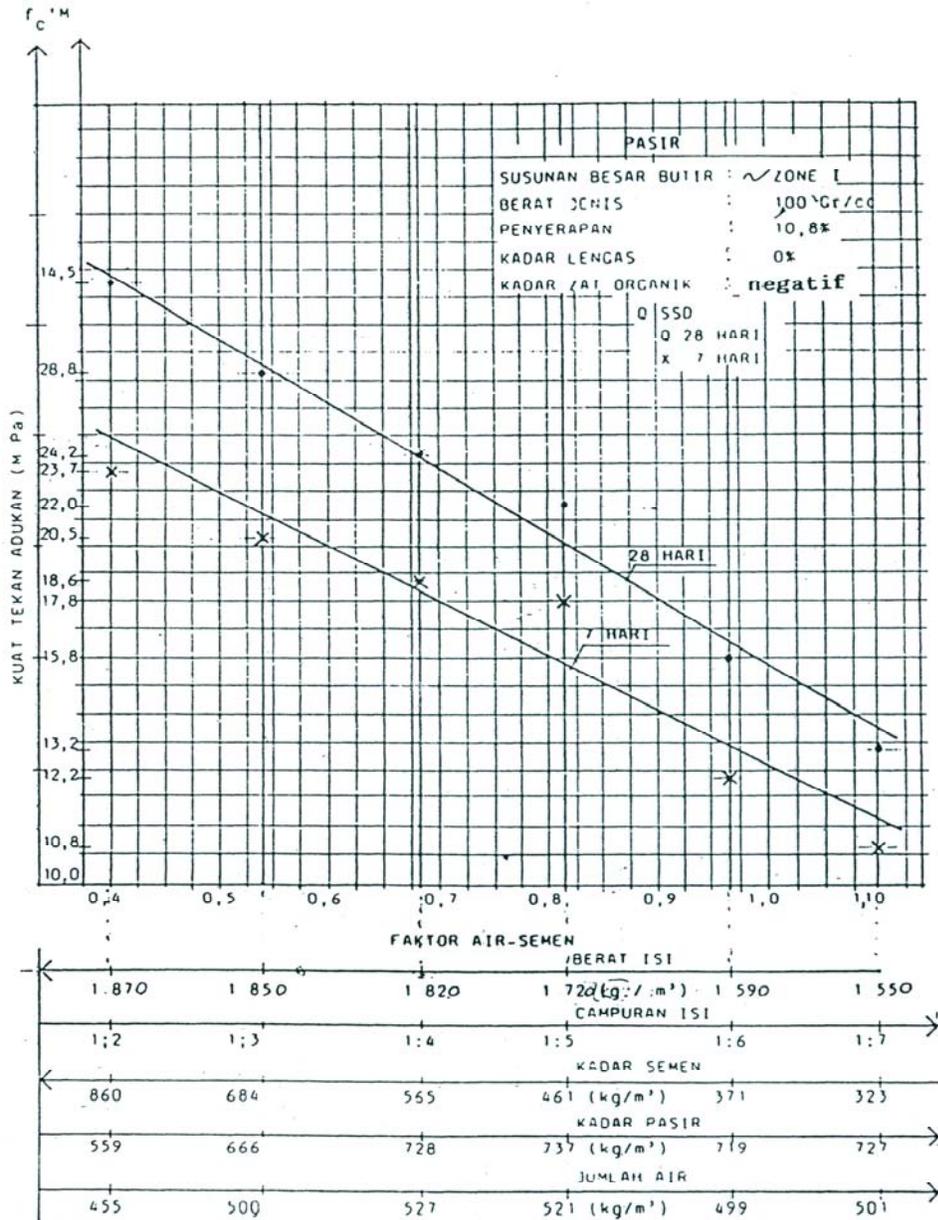
15

- (3) GAMBAR GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KUAT HANCUR, AGREGAT DENGAN BERAT LEMPENG BEKAH BATU APUNG.

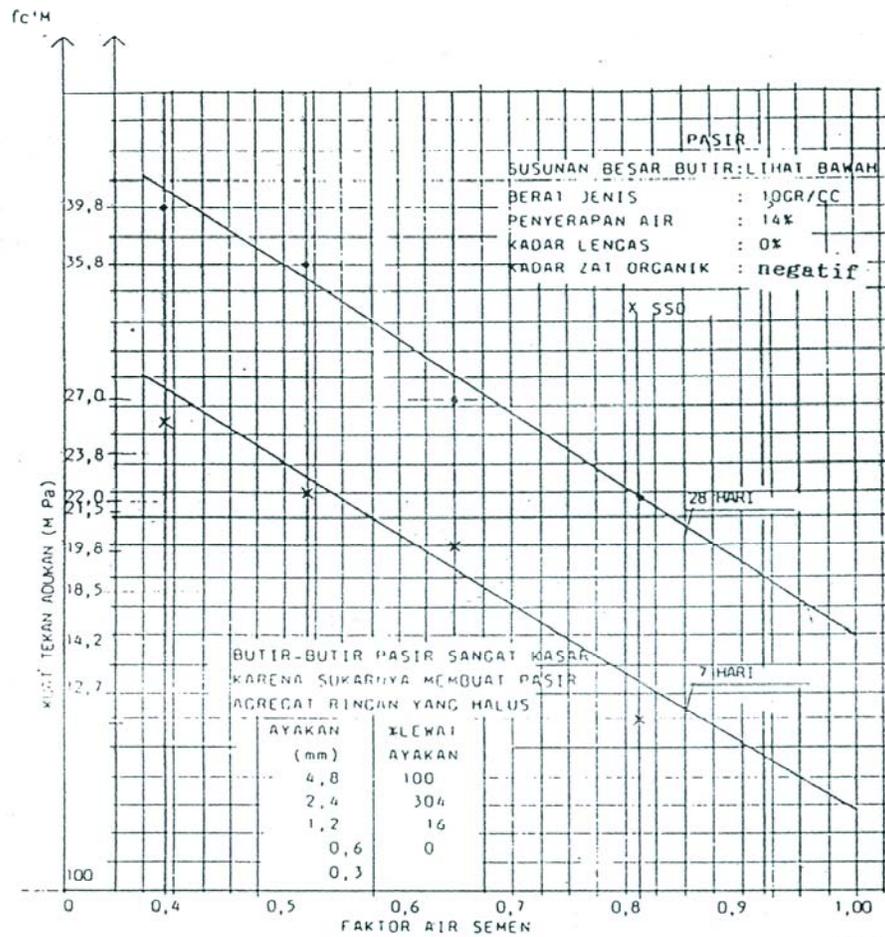


prc-bet/han/06021993

- (4) Gambar grafik hubungan antara kuat tekan adukan yang memakai agregat batu apung susunan campuran adukan.

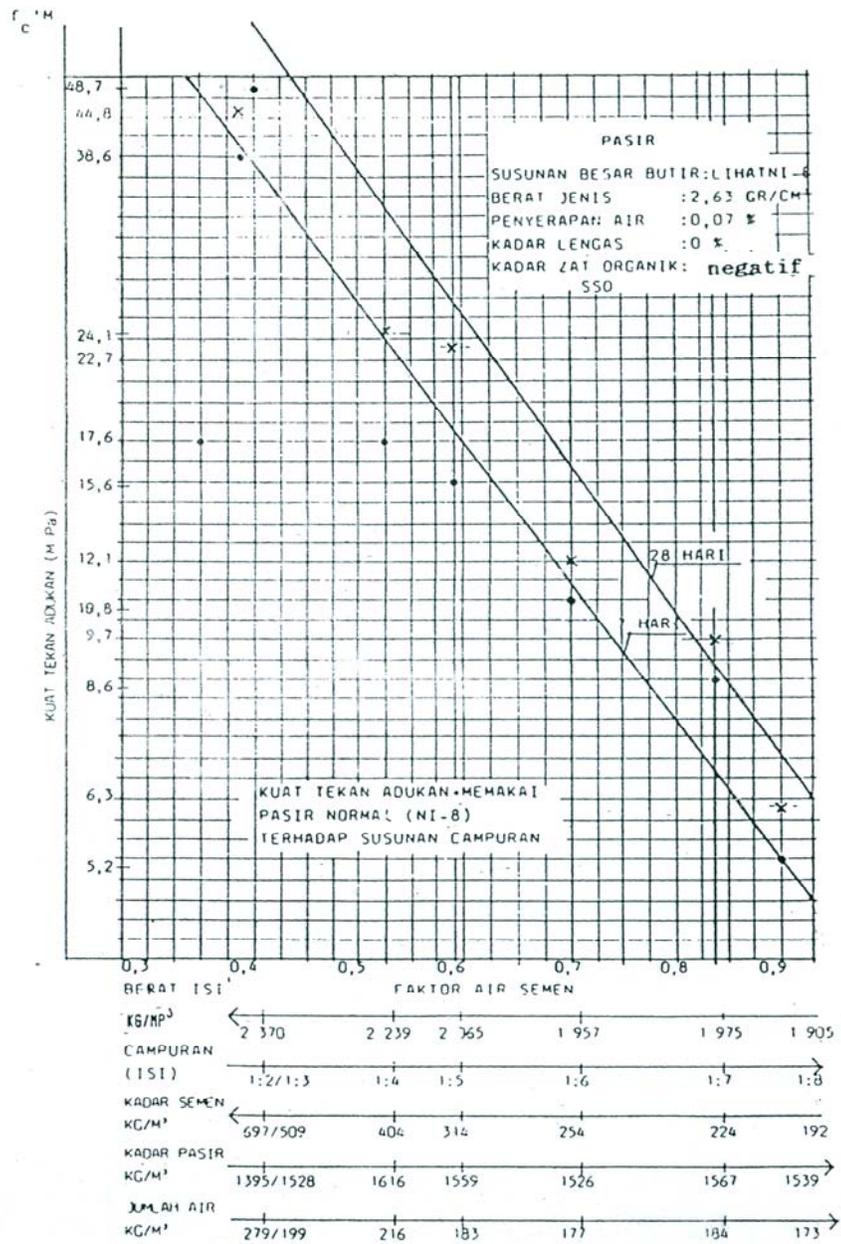


(5) Gambar grafik hubungan antara kuat tekan adukan yang memakai agregat lempeng bekah dan susunan campuran adukan.

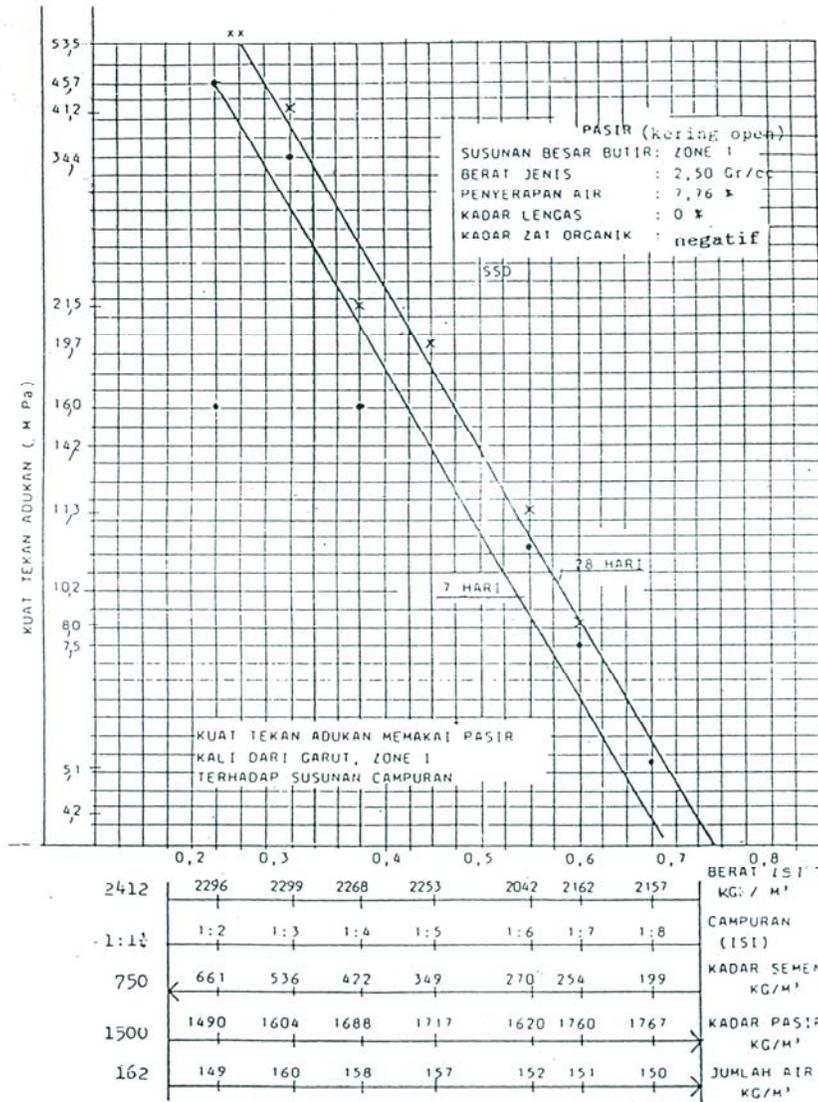


FAKTOR AIR SEMEN	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
BERAT ISI	1550	1480	1430	1370	1270
BERAT ISI	1220				
CAMPURAN (ISI)					
KADAR SEMEN KG/M <sup>3</sup>	730	567	459	400	358
KADAR PASIR KG/M <sup>3</sup>	471	546	590	590	594
JUMLAH AIR KG/M <sup>3</sup>	348	370	381	376	368

(6) Gambar hubungan antara kuat tekan adukan yang dipakai pasir kwarsa dan susunan campurannya.



(7) Gambar grafik hubungan kuat tekan adukan yang memakai pasir beton dan susunan campuran adukan.



4) Contoh – contoh soal  
 Soal nomor 1.

Rancangan suatu campuran beton memakai agregat ringan dengan ketentuan sebagai berikut.

Kuat tekan yang disyaratkan beton = 25 M.Pa  
 Devisi Standar = 6,5 M.Pa  
 Berat isi beton, maksimum = 1700 kg/cm<sup>3</sup>  
 Semen yang dipakai = s 550

Agregat kasar yang tersedia adalah lempeng bekah A dan B dengan sifat – sifat sebagai berikut

	A	B
Berat jenis kering permukaan, 9/cc	0,80	1,10
Penyedap air (per permukaan), %	15,20	4,85
Kadar legas, %	11,15	2,30
Kuat hancur, kg/cm <sup>2</sup>	100,00	220,00

Agregat halus yang dipakai :

Berat jenis (kering permukaan), 9/cc : 2,50  
 Penyedap air (per permukaan), % : 7,76  
 Kadar legas, % : 0,00

Jawab

1. a) dan b) :

dengan membuat diagram hubungan antara kekuatan jumlah refleksi agregat kasar, gambar 1 lampiran B dan menggambar pada diagram tersebut suatu daerah untuk harga  $n = 0,35 - 0,50$  kekuatan tekan beton  $f'_{cB} = 357 \text{ kg/cm}^2$ , kuat hancur agregat kasar = 100 kg/cm<sup>2</sup> (agregat A) dan = 220 kg/cm<sup>2</sup> (agregat B), didapatkan bahwa apabila dipakai agregat kasar A, maka dibutuhkan adukan dengan kuat tekan yang sangat tinggi ( $f'_{cM,A} \geq 700 \text{ kg/cm}^2$ ) untuk mencapai kuat tekan beton seperti yang disyaratkan ( $nf = 0,35$ ).

Sebaliknya bila agregat B yang dipakai, maka kuat tekan adukan yang dibutuhkan adalah 480 kg/cm<sup>2</sup> ( $nf = 35$  atau 600 kg/cm<sup>2</sup>) ( $nf = 0,05$ ). Oleh sebab itu maka dipilih agregat B.

Sekarang Berat Isi beton, BIB dapat diperoleh secara grafis (gambar 2 Lampiran B) atau secara analitis, karena  $BIM = 1700$  ( $n = 0,050$ ) atau  $BIB = 1900$  ( $n = 0,35$ ) atau dihitung untuk  $nf = 0,50$   $BIB = (1100 \times 0,50 + 230 \times 0,05) = 1700 \text{ kg/cm}^2$

2. Susunan Campuran Percobaan

Campuran percobaan dilakukan untuk suatu nilai  $n$  sebagai berikut :

$$0,35 \leq n_n < 0,50$$

Hal ini memungkinkan kita untuk menyesuaikan baik kekuatan maupun bobot isinya (jika diperlukan). Dalam contoh ini dipilih nilai  $n_f = 0,05$  kedalam gambar 3 Lampiran B dimasukan harga – harga  $f_{eB} = 220 \text{ kg/cm}^2$ ,  $n_f = 0,50$  dan  $f_{eB} = 357 \text{ kg/cm}^2$ , ini memberikan harga kuat tekan adukan yang diinginkan, yaitu sebesar  $600 \text{ kg/cm}^2$ . Perhitungan harga perbandingan (ratio)  $f'_{c,A}/f_{c,M} = 220/500 = 0,35 < 0,50$ .

Model tersebut masih tetap berlaku.

Dari gambar ...8 diketahui bahwa untuk tekan adukan  $600 \text{ kg/cm}^2$  maka susunan campurannya tiap  $1 \text{ cm}^3$  adalah sebagai berikut :

- Semen	750 kg/ cm <sup>3</sup>
- Air	162 kg
- Pasir	1.500 kg
Jumlah	= 2.412 kg dan ini = bobot isi adukan

Harga ini lalu digunakan untuk menghitung susunan campuran beton. Oleh karena itu sudah diketahui bahwa volume agregat kasar ringan harus = 0,50 dan dengan demikian volume adukanpun = 0,50, maka susunan campuran beton tiap  $\text{cm}^3$  adalah sebagai berikut :

- Semen	=	750 x 0,05 = 357 kg
- Air	=	162 x 0,05 = 81 kg
- Pasir	=	1.500 x 0,05 = 750 kg
- Agregat ringan kasar	=	1,1 x 0,05 = 550 kg
J u m l a h	=	berat isi 1.756 kg

Jumlah air yang diperlukan dihitung berdasarkan anggaran bahwa pasir ada dalam keadaan kering oven dan agregat kasar ringan berada dalam keadaan kering permukaan. Cara yang termudah untuk mencampur agregat dalam keadaan oven biasanya ialah dengan terlebih dahulu mencampurkan agregat tersebut dengan setengah dari jumlah air yang dibutuhkan dan membiarkannya selama 20 menit sehingga semen dan sisa air dicampur.

Demikian maka susunan campuran beton perlu dikoreksi : Air yang mula – mula ditambahkan kepada agregat haruslah sebanyak kapasitas penyerapan agregat ringan untuk mencapai keadaan kering permukaan kasar ringan untuk mencapai keadaan kering permukaan dan berat air ini kemudian dikurangi dari seluruh jumlah air yang dibutuhkan.

Dala contoh ini, kapasitas air dari agregat B adalah :

Susunan campuran beton tiap m<sup>3</sup> sesudah dikoreksi sebagai berikut :

- Semen 375 kg
- Air 95 kg
- Pasir 750 kg
- Agregat ringan kasar 536 kg

Untuk campuran percobaan sebanyak 50 liter susunannya :

- Semen  $375 \times 0,05 = 18,750$  kg
  - Air  $95 \times 0,05 = 4,750$  kg
  - Pasir  $750 \times 0,05 = 37,500$  kg
  - Agregat ringan kasar  $536 \times 0,05 = 26,800$  kg
3. Selama membuat percobaan campuran percobaan, penambahan atau pengurangan air dilakukan sedemikian rupa sehingga didapat harga slump yang diinginkan, dan dengan demikian maka susunan campuran harus disesuaikan.
  4. Kuat tekan beton ditentukan seperti biasa. Jika kuat tekan yang diperoleh ternyata lebih tinggi atau lebih rendah dari yang direncanakan, maka susunan campuran adukan harus disesuaikan untuk kekuatan yang lebih rendah atau lebih tinggi.

**DAFTAR ISIAN DENGAN CAMPURAN BETON YANG MEMAKAI AGREGAT RINGAN**

1. Kuat tekan yang disyaratkan  $f'_{c,B}$  disyaratkan 25 MPa. Untuk umur 28 hari dan 5 % cacad, disyaratkan 25 MPa.
2. Deviasi Standar,  $s$ , disyaratkan atau ayat 3.3.1 butir 1 SK SNI Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung 6,5 Mpa
3. Kuat tekan yang harus ditambahkan. (margin) =  $k \times s = 1,64 \times 6,5 = 10,7$  MPa
4. Kuat tekan rata – rata yang ditargetkan  $f'_{c,Br}$   $f'_{c,B} + (k \times s) = 35,7$  MPa.
5. Jenis semen, disyaratkan : Semen Portland Normal S 550/475
6. Jenis agregat, disyaratkan untuk :
  - Agregat kasar Lempung bekah (A,B)
  - Agregat halus Pasir biasa
7. Kuat hancur agregat kasar,  $f'_{c,A}$  diketahui atau dari gambar 4  
 $A = 10$  MPa.  
 $B = 22$  Mpa.
8. Berat jenis agregat, diketahui untuk :
  - Agregat kasar, PA B = 1,10 kg/cc
  - Agregat halus, PS = 2,50 kg/cc
9. Bobot isi beton maksimum beton BIB, disyaratkan 1700 kg / m<sup>3</sup>
10. Jumlah fraksi agregat kasar  $n_f$ , 0,50

$$0,35 < \left( n_f = \frac{BIM - BIB}{BIM - PA} = \frac{\log\left(\frac{f'_{c,B}}{f'_{c,M}}\right)}{\log\left(\frac{f'_{c,A}}{f'_{c,M}}\right)} \right) < 0,50$$

$$\frac{f'_{c,A}}{f'_{c,M}} = \frac{22}{50} = 0,35 < 0,50$$

Dimana : BIM dan  $f'_{c,M}$  didapat dari gambar 4, 5, 6, atau 7

11. Apakah harga  $n_f > 0,50$  atau  $n_f < 0,35$  ? YA/TIDAK, jika YA, maka kuat tekan adukan harus ditambah.
12. Apakah  $f'_{c,A} < (1/15) \times f'_{c,A}$  atau  $f'_{c,A} > (1/12) \times f'_{c,M}$  ? YA/TIDAK
13. Kuat tekan adukan  $f'_{c,M}$ , dipilih (dari no. 10) 60 MPa.
14. Bobot isi adukan, BIM, dipilih (dari no.10) 2300 MPa.
15. Susunan campuran adukan (dari gambar 4,5,6 atau 7):
  - Semen 750 kg/m<sup>3</sup>
  - Air 162 kg/m<sup>3</sup>
  - Pasir 1500 kg/m<sup>3</sup>
  - Jumlah = bobot isi total adukan 2412 kg/m<sup>3</sup>

16. Susunan campuran beton :

$$\begin{aligned}
 - \text{ Agregat kasar} &= PA \times nf \times 1000 &= 1,1 \times 500 &= 550 \text{ kg/m}^3 \\
 - \text{ Semen} &= (1 - nf) \times 750 &= \underline{357 \text{ kg/m}^3} \\
 - \text{ Air} &= (1 - nf) \times 162 &= \underline{81 \text{ kg/m}^3} \\
 \text{ Agregat halus} &= (1 - nf) \times 1500 &= \underline{750 \text{ kg/m}^3} \\
 \underline{\text{Jumlah}} &= \text{Bobot isi Beton} &= \underline{1756 \text{ kg/m}^3}
 \end{aligned}$$

	Semen Kg	Air kg	Pasir kg	Agregat kasar kg
Tiap 1 m <sup>3</sup> ( agregat kasar kering permukaan)	375	81	750	550
Tiap ( 50 liter )(kering oven)	18,750	4,750	37,500	26,800

Soal nomor 2

Rancangan susunan campuran beton dengan kekuatan minimal rata-rata 15 Mpa. Dan berat isi maksimum  $110 \text{ kg/m}^3$  dengan memakai semen s 550. agregat kasar lempung bekah yang berat jenisnya (kering permukaan)  $0,83 \text{ g/cc}$ , penyerapan  $0,2 \%$  yang terdapat dalam keadaan kering oven.

Agregat halus dipilih secara bebas dari gambar 4,5,6 atau 7.

Keterangan

Lihat nomor urut pada daftar isian sebagai berikut

Nomor (6) dan (8) : segera dapat di ketahui bahwa untuk membuat beton yang bobot isinya rendah  $1100 \text{ kg/m}^3$  harus dipakai yang palihng ringan yang dapat diperoleh, yaitu lempung bekah (gambar 5); nomor (10), (12), (13), (14). Dalam soal ini didapatkan (dari gambar 1) bahwa untuk membuat beton yang kuat tekannya  $150 \text{ kg/cm}^2$  dengan memakai agregat kasar lempung bekah, dibutuhkan MPa. Untuk ini didapatkan bobot isi adukan sebesar  $1,22 \text{ g/cc}$  ( $1220 \text{ kg/m}^3$ ) lihat gambar 5.

Tetapi ratio

$$\frac{f'_{cA}}{f'_{cM}} = \frac{13}{16} = 0,8 \text{ ternyata lebih besar dari}$$

$0,5$  hingga kuat tekanan adukan harus ditambah sampai sekurang-kurangnya  $2x$  lebih besar dari kekuatan hancur agregat ( $2 \times 130 = 260 \text{ MPa}$ ).

Hal ini memberikan (gambar 5) adukan dengan bobot isi beton yang bersangkutan (gambar 2) adalah  $1100 \text{ kg/m}^3$  (berarti beton memenuhi syarat).

Jangan lupa untuk selalu memeriksa apakah penyelesaian soal memenuhi seluruh persyaratan dan madih dalam batas-batas yang ditentukan dalam cara merancang campuran beton.

DAFTAR ISI RANCANGAN CAMPURAN BETON YANG MEMAKAI AGREGAT RINGAN

1. Kuat tekanan yang disyaratkan  $f'_{c,B}$   
Untuk umur 28 hari dan 5 % cacad, disyaratkan ..... MPa.
2. Deviasi standar,  $s$ , disyaratkan atau Ayat 3.3.1 butir 1 .....MPa.
3. Kuat tekanan yang harus ditambahkan.  
(margin) =  $k \times s = 1,64 \times 65 = \dots\dots\dots$  MPa.
4. Kuat tekanan rata-rata yang disyaratkan,  $f'_{c,Br} f'_{c,B} + (k \times s) = 15$  MPa.
5. Jenis semen agregat, disyaratkan untuk : Semen Portland normal S 550/475
6. Jenis agregat, disyaratkan untuk :
  - agregat kasar, PA Lempung bekah
  - agregat halus, PA Pasir biasa
7. kuat hancur agregat kasar,  $f'_{c,A}$  diketahui atau dari gambar 3
8. Berat jenis agregat kasar, diketahui untuk :
  - agregat kasar, PA 0,83 g/cc
  - agregat halus, PS 1,00 g/cc
9. Bobot isi maksimum beton BIB, dinyatakan 1100 kg/cm<sup>3</sup>
10. Jumlah fraksi agregat kasar,  $n_f$ ,

$$0,35 < (n_f = \frac{BIM - BIB}{BIM - PA} = \frac{\log(f'_{c,B}/f'_{c,M})}{\log(f'_{c,B}/f'_{c,M})} = ) < 0,50$$

BIM dan  $f'_{c,M}$  dari gambar 4,5,6 atau 7

11. Apakah harga  $n_f > 0,50$  atau  $n_f < 0,35$  ? YA/TIDAK, jika YA, maka harus dipilih agregat kasar atau halus yang lainnya.
12. Apakah  $f'_{c,A} < (1/15) \times f'_{c,M}$  atau  $f'_{c,A} > (1/2) \times f'_{c,M}$  ? YA/TIDAK, jika YA, maka kuat tekanan adukan harus ditambah.

$$\frac{f'_{c,A}}{f'_{c,M}} = \frac{13}{16} = 0,81$$

13. Kuat tekanan adukan  $f'_{c,M}$ , dipilih (dari no. 10) 26/16 MPa.
14. Bobot isi adukan, BIM, dipilih (dari no. 10) 1300 / 122 kg/m<sup>3</sup>.
15. susunan campuran adukan (dari gb. 5):

- Semen	<u>400</u> kg/m <sup>3</sup>
- Air	<u>376</u> kg/m <sup>3</sup>
- Pasir	<u>590</u> kg/m <sup>3</sup>
Jumlah = Bobot Isi Total Adukan	<u>1366</u> kg/m <sup>3</sup>

16. Susunan Campuran Beton :

$$\begin{aligned}
 - \text{ Agregat kasar} &= P_a \times n_f \times 1000 = \underline{415 \text{ kg/m}^3} \\
 - \text{ Semen} &= (1 - n_f) \times 400 = \underline{200 \text{ kg/m}^3} \\
 - \text{ Air} &= (1 - n_f) \times 376 = \underline{295 \text{ kg/m}^3} \\
 \text{ Agregat halus} &= (1 - n_f) \times 590 = \underline{295 \text{ kg/m}^3} \\
 \hline
 \text{ Jumlah} &= \text{ Bobot Isi Beton} = \underline{1366 \text{ kg/m}^3}
 \end{aligned}$$

	Semen kg	Air kg	Pasir kg	Agregat kasar kg
Tiap 1 m <sup>3</sup> (agregat kasar kering permukaan)	200	188	295	415
Tiap 1 m <sup>3</sup> (kering oven)	200	189	295	414
Tiap 0,025 m <sup>3</sup> (kering oven)	5,000	4,725	7,375	10,350

**LAMPIRAN C**  
**DAFTAR NAMA DAN LEMBAGA**

**1) Pemrakarsa**

- Pusat Litbang Permukiman

**2) penyusunan**

NAMA	LEMBAGA
Ir. Nadhiroh Masturi Drs. zulkarnaen aksa Drs. Nyoman Parka, Dipl .Act Ir. Felisia Simarmata	Pusat Litbang Permukiman Pusat Litbang Permukiman PT. Jaya Ready Mix Pusat Litbang Permukiman

**3) Susunan panitia Tetap Standarisasi**

JABATAN	EX- OFFICIO	NAMA
Ketua merangkap anggota	Kepala badan Litbang PU	Ir. Soenarjono danoedjo
Sekretaris merangkap anggota	Sekretaris Badan Litbang PU	Ir. Soedarmanto Darmonegoro
Anggota	Sekretaris Ditjen Perairan	Ir. Moh. Hardjono
Anggota	Sekretaris Ditjen Bina Marga	Ir. Joko Asmoro
Anggota	Sekretaris Ditjen Cipta Karya	Ir. Soeratmo notodipoero
Anggota	Pusat litbang Pengairan	Dr. ir. Badruddin Machbub
Anggota	Pusat litbang Jalan	Ir. J. Hendro Moelyono
Anggota	Pusat Litbang Pemukiman	Ir. H.R. Sidjabat
Anggota	Biro hokum Dept. PU	Ali Muhammad, SH
Anggota	Biro Bina Sarana Perusahaan	Drs. Ending Sasmita