

PERENCANAAN CAMPURAN ADUKAN BETON NORMAL



FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI PADANG
2012

PERENCANAAN CAMPURAN ADUKAN BETON NORMAL

Pendahuluan.

Pada saat ini dalam bidang pembuatan bangunan banyak digunakan beton mutu tinggi, sehingga kita dituntut untuk dapat merancang perbandingan campuran lebih tepat sesuai dengan teori perencanaan proporsi campuran aduan beton. Pembuatan beton dengan perbandingan volume 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil untuk beton biasa dan 1 semen : 1,5 pasir : 2,5 kerikil untuk beton kedap air rupanya sudah kurang memuaskan lagi karena menghasilkan kuat beton yang sangat beragam.

Perencanaan adukan beton dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang sebaik-baiknya, yang antara lain dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Kuat tekannya tinggi.
- b. Mudah dikerjakan.
- c. Tahan lama (awet).
- d. Mudah.

Untuk merencanakan campuran beton ada empat faktor yang harus diperhatikan :

1. Water cement ratio (w/c)
Yaitu jumlah air (kg) yang dipakai dalam adukan berbanding dengan jumlah semen (kg) yang dipakai.
2. Cement agregat ratio
Yaitu perbandingan jumlah pemakaian semen dan agregat (pasir + agregat kasar)
3. Gradasi
4. Konsistensi adukan

Beberapa metode Mix Design dari campuran beton ada beberapa metode antara lain adalah :

1. Maximum density method
2. Fineness modulud method
3. ACI (American Concrete Institute Method)
4. Grading Curve Method (Road Note No. 4)
5. High Strength Concrete mix design
6. Current British Method atau Metode DOE dari Inggris

Perancangan campuran adukan beton normal.

Perancangan adukan beton cara Inggris (“The British Mix Design Method”) ini tercantum dalam “Design of Normal Concrete Mixes’ telah menggantikan cara “Road No.4.” sejak tahun 1975. Di Indonesia cara ini dikenal dengan cara DOE (“Department of Environment, Building Research Establishment, Britain”). Perencanaan dengan dengan cara DOE ini dipakai sebagai standart perencanaan oleh departemen pekerjaan umum di Indonesia, dan dimuat dalam buku

standar No.SK.SNI.T-15-1990-03 dengan judul bukunya : “Tata cara Pembuatan Rencana Campuram Beton Normal” .

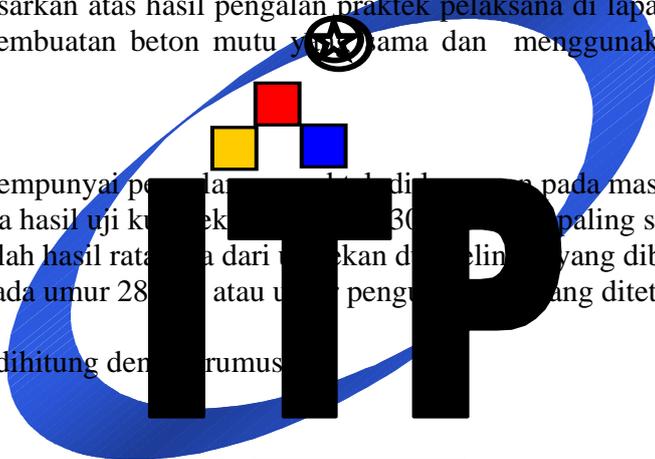
Langkah-langkah pokok cara perencanaan ini ialah:

- (1). Penetapan kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c') pada umur tertentu.
 Kuat tekan beton yang disyaratkan ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanan strukturnya dengan kondisi setempat.
 Kuat tekan beton yang disyaratkan tercantum dalam buku Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS atau Bestek).

- (2). Penetapan nilai deviasi standart (s).
 Deviasi standar ditetapkan. berdasarkan tingkat mutu pelaksanaan pencampuran dilapangan. Makin baik mutu pelaksanaannya makin kecil nilai deviasi standarnya. Penetapan nilai deviasi s ini berdasarkan atas hasil pengalan praktek pelaksana di lapangan pada waktu yang lalu, pada pembuatan beton mutu yang sama dan menggunakan bahan dasar yang sama pula.

Pelaksana dikatakan mempunyai pengalaman di lapangan pada masa yang lalu, jika mempunyai jumlah data hasil uji kompresif ≥ 30 buah paling sedikit 15 buah (satu data hasil uji tekan adalah hasil rata-rata dari tes tekan dan pelin yang dibuat dari contoh beton yang sama dan di uji pada umur 28 hari atau umur pengujian yang ditetapkan).

Nilai deviasi standar s dihitung dengan rumus



$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f_c - f_{c1 rt})^2}{N - 1}}$$

Jika jumlah data hasil uji kurang dari 30 buah maka dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor pengali, seperti pada tabel berikut:

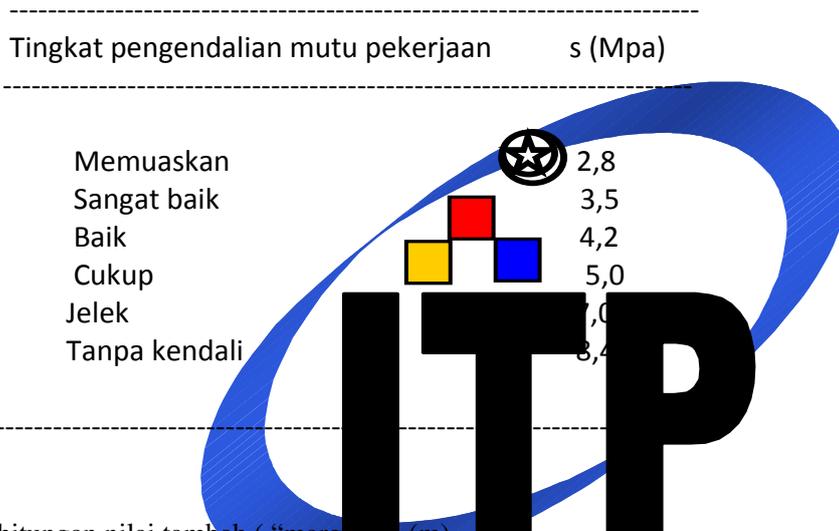
Faktor pengali deviasi standar

Jumlah data	: 30	25	20	15	<15
Faktor pengali	: 1,0	1,03	1,08	1,16	tidak boleh

*) Untuk nilai antara dipakai interpolasi.

- b) Jika pelaksanaan tidak mempunyai catatan/pengalaman hasil pengujian beton pada masa lalu (termaksud data hasil uji kurang dari 15 buah), maka nilai deviasi standar s diambil 7,5 Mpa. Untuk memberikan gambaran bagaimana cara menilai tingkat mutu pekerjaan beton, di sini diberikan pedoman yang dipakai di Inggris, yaitu dilakukan dengan melihat tabel berikut.

Nilai deviasi standar untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan di lapangan



- (3). Perhitungan nilai tambah ("margin"), (m).

Nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar s dengan rumus berikut :

$$m = k \cdot s$$

dimana : m = nilai tambah, MPa.
 $k = 1,64$
 sd = deviasi standar, MPa.

- (4). Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan diperoleh dengan rumus:

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

dimana : f'_{cr} = kuat tekan rata-rata, MPa.
 f'_c = kuat tekan yang disyaratkan, MPa.
 m = nilai tambah, Mpa.

(5). Penetapan jenis semen Portland.

Menurut SII.0013-81 di Indonesia semen portland dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu I, II,III,IV dan V. Jenis I merupakan jenis semen biasa, adapun jenis III merupakan jenis semen yang dipakai untuk struktur yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi, atau dengan kata lain sering disebut semen cepat mengeras.

Pada langkah ini ditetapkan apakah dipakai semen biasa ataukah semen yang cepat mengeras.

(6). Penetapan jenis agregat.

Jenis krikil dan pasir ditetapkan, apakah berupa agregat alami (tak dipecahkan) ataukah agregat jenis batu pecah (crushed aggregate).

(7). Tetapkan faktor air-semen dengan salah satu dari dua cara berikut:

- (a). Cara pertama : Berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu, ditetapkan nilai faktor air-semen dengan melihat gambar .1.
- (b). Cara kedua : Berdasarkan jenis semen yang dipakai, jenis agregat kasar, dan kuat tekan rata-rata yang direncanakan pada umur tertentu, ditetapkan faktor air-semen dengan tabel-1. dan Gb.2. Langkah penetapannya dilakukan sebagai berikut :

1. Lihat tabel 1. Dengan data jenis semen, jenis agregat kasar, dan umur beton yang dikehendaki, dibaca perkiraan kuat tekan silinder yang akan diperoleh jika dipakai faktor air-semen 0,50. Jenis krikil maupun umur beton yang direncanakan, maka dapat diperoleh kuat tekan beton seandainya dipakai fas 0,50.
2. Lihat Gb2. Lukislah titik A pada Gb2,dengan nilai fas 0,50 (sebagai absis) dan kuat tekan beton yang diperoleh dari Tabel1. (sebagai ordinat). Pada titik A tersebut dibuat grafik baru yang bentuknya sama dengan 2 grafik yang sudah ada didekatnya. Selanjutnya ditarik garis mendatar dari sumbu tegak di kiri pada kuat tekan rata-rata yang dikehendaki sampai memotong grafik baru tersebut. Dari titik potong tersebut kemudian ditarik garis kebawah sampai memotong sumbumendatar dan dapatlah dibaca nilai faktor air-semen yang dicari.

(8). Penetapan faktor air-semen maksimum.

Agar beton yang diperoleh tidak cepat rusak misalnya, maka perlu ditetapkan nilai faktor air-semen maksimum. Penetapan nilai faktor air-semen maksimum dilakukan dengan tabel 2. Jika nilai fas maksimum ini lebih rendah dari pada nilai fasdari langkah (7), maka nilai fas maksimum ini yang dipakai untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 1. Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan faktor airsemen 0,50

Jenis semen	Jenis agregat kasar	umur (hari)			
		3	7	28	91
I, II, V	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
III	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

Tabel 2. Persyaratan faktor air-semen maksimum untuk berbagai pembeconandan lingkungan khusus.

Jenis penbetonan	Fas maksimum
Beton didalam ruang bangunan :	
a. keadaan keliling non-korosif	0,60
b. keadaan keliling korosif, disebabkan kondensasi atauap korosif	0.52
Beton diluar ruang bangunan :	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah :	
a. Mengalami keadaan basa dan kering berganti-ganti	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	lihat tabel 2.a.
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar / payau / laut	lihat tabel 2.b.

Tabel 2.a. Faktor air-semen maksimum untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat.

Konsentrasi Sulfat (SO ₃)			Jenis semen	Fas maks
Dalam tanah		SO ₃ dalam air tanah (gr/ltr)		
Total SO ₃ (%)	SO ₃ dalam campuran air: tanah = 2 : 1 (gr/ltr)			
< 0,2	< 1,0	< 0,3	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40 %)	0,50
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	Tipe I tanpa Pozolan	0,5
			Tipe I dengan Pozolan (15 – 40%) atau semen portland Pozolan	0,55
			Tipe II atau V	0,55
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1		Tipe I dengan Pozolan (15 – 40%) atau semen portland Pozolan	0,45
			Tipe II atau V	0,50
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	3,1 – 5,0	Tipe II atau V	0,45
> 2,0	> 5,6	> 5,0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	0,45

Tabel 2.b. Faktor air-semen untuk beton bertulang dalam air

Berhubungan dengan :	Tipe semen	Faktor air-semen
air tawar	semua tipe I -V	0,50
air payau	Tipe I + pozolan (15-40%) atau S.P Pozolan	0,45
	Tipe II atau V	0,50
air laut	Tipe II atau V	0,45

(9). Penetapan nilai slum.

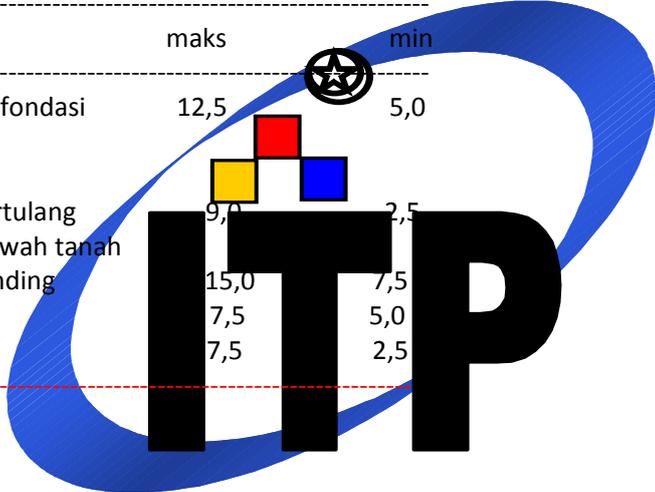
Penetapan nilai slam dilakukan dengan memperhatikan :

- cara pengangkutan
- cara penuangan
- cara pemadatan
- maupun jenis strukturnya

cara pengangkutan adukan beton dengan aliran dalam pipa yang dipompa dengan tekanan membutuhkan nilai slum yang besar, adapun pemadatan dengan alat getar (triller) dapat dilakukan dengan nilai slam yang agak kecil. Nilai slam yang diinginkan dapat diperoleh dari tabel 3.

Tabel 3. Penetapan nilai slum (cm)

Pemakaian beton	maks	min
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang kaison, dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengeras jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5



(10). Penetapan besar butir agregat maksimum

Pada beton normal, ada 3 pilihan besar butir maksimum, yaitu 40 mm, 20 mm, atau 10 mm.

Penetapan besar butir agregat maksimum dilakukan berdasarkan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan sebagai berikut.

- Tiga per empat kali jarak bersih minimum antara baja tulangan, atau berkas baja tulangan, atau tendon pra-tegang atau selongsong.
- Sepertiga kali tebal plat.

(11). Tetapkan jumlah air yang diperlukan per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat, dan slump yang diinginkan, lihat tabel 4.

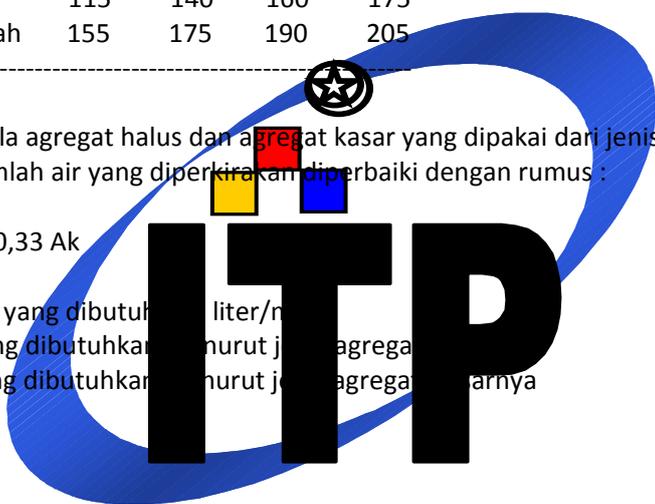
Tabel 4. Perkiraan air per meter kubik beton (liter).

Besarnya ukuran maks. kerikil	jenis batuan	slam (mm)			
		0 - 10	10-30	30-60	60-180
10	alami	150	180	205	225
	batu pecah	180	205	230	250
20	alami	135	160	180	195
	batu pecah	170	190	210	225
40	alami	115	140	160	175
	batu pecah	155	175	190	205

Dalam Tabel 4. apabila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai dari jenis yang berbeda (alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan diperbaiki dengan rumus :

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k$$

dengan : A = jumlah air yang dibutuhkan (liter/m³)
 A_h = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus
 A_k = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya



(12). Hitung berat semen yang diperlukan

Berat semen per meter kubik beto dihitung dengan membagi jumlah air (dari langkah(11)) dengan faktor air-semen yang diperoleah pada langkah (7 dan 8).

(13). Kebutuhan semen minimum.

Kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus, misalnya lingkungan korosif, air payau, air laut.

Kebutuhan semen minimum ditetapkan dengan tabel 5.

Tabel 5 Kebutuhan Semen Minimum untuk berbagai pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Semen minimum (kg/m ³ beton)
Beton didalam ruang bangunan :	
a. keadaan keliling non-korosif	275
b. keadaan keliling korosif, di sebabkan oleh kodensasi atau uap korosif	325
Beton diluar ruang bangunan :	
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk kedalam tanah :	
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	lihat tabel 5.a.
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar / payau / laut	

Tabel 5.a Kandungan semen minimum untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat.

Konsentrasi Sulfat (SO ₃)			Jenis semen	Kandungan semen minimum (kg/m ³ beton)		
Dalam tanah		SO ₃ dalam air tanah (gr/ltr)		Ukuran maks agregat (mm)		
Total SO ₃ (%)	SO ₃ dalam campuran air: tanah = 2 : 1 (gr/ltr)			40	20	10
< 0,2	< 1,0	< 0,3	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40 %)	280	300	350
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	Tipe I tanpa Pozolan	290	330	380
			Tipe I dengan Pozolan (15 – 40%) atau semen portland Pozolan	270	310	360
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 -2,5	Tipe II atau V	250	290	340
			Tipe I dengan Pozolan (15 – 40%) atau semen portland Pozolan	340	380	430
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	Tipe II atau V	290	330	380
			Tipe II atau V	330	370	420
> 2,0	> 5,6	> 5,0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	330	370	420

Tabel 5.b. Kandungan semen minimum untuk beton bertulang dalam air, kg/m³

berhubungan dengan :	Tipe semen	Kandungan semen minimum	
		Ukuran maksimum agregat (mm)	
		40	20
air tawar	semua tipe I - V	280	300
air payau	Tipe I + pozolan (15 - 40 %) atau S.P. Pozolan	340	380
	Tipe II atau V	290	330
air laut	Tipe II atau V	330	370

(14). Penyesuaian kebutuhan semen.

Apabila kebutuhan semen yang diperoleh dari (13) ternyata lebih sedikit dari kebutuhan semen minimum (13) maka kebutuhan semen yang dipakai yang minimum (yang nilainya lebih besar).

(15). Penyesuaian jumlah air atau air-semen.

Jika jumlah semen ada perubahan akibat langkah (14) maka nilai faktor air-semen berubah.

Dalam hal ini, dapat dilakukan dengan dua cara berikut ;

- Cara pertama: faktor air-semen dihitung kembali dengan cara membagi jumlah air dengan jumlah semen minimum.
- Cara kedua: jumlah air disesuaikan dengan mengalikan jumlah semen minimum dengan faktor air-semen.

Perhatian : Cara pertama akan menurunkan faktor air-semen (berarti kuat tekan lebih tinggi), sedangkan jumlah kedua akan menaikkan jumlah air yang diperlukan (berarti adukan menjadi lebih encer).

(16). Penentuan daerah gradasi agregat halus.

Berdasarkan gradasinya (hasil analisis ayakan) agregat halus yang akan dipakai dapat diklasifikasikan menjadi 4 daerah.

Penentuan daerah gradasi itu didasarkan atas grafik gradasi yang diberikan dalam tabel 6. atau Gb 3. Dengan tabel 6. atau Gb 3. tersebut agregat halus dikategorikan menjadi : pasir kasar, agak kasar, agak halus, dan halus, yaitu masuk batas gradasi daerah I, daerah II, daerah III, dan daerah IV.

Tabel 6. Batas Gradasi Agregat Halus.

lubang ayakan (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	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(17). Perbandingan agregat halus dan agregat kasar.

Nilai banding antara berat agregat halus dan agregat kasar diperlukan untuk memperoleh gradasi agregat campuran yang baik. Pada langkah ini dicari nilai banding antara berat agregat halus dan berat agregat campuran. penetapan dilakukan dengan memperhatikan besar butir maksimum agregat kasar, nilai slam, faktor air-semen, dan daerah gradasi agregat halus. Berdasarkan data tersebut dan grafik pada Gb. 4.a atau Gb. 4.b. atau Gb. 4.c. dan tip as berat halus terhadap berat agregat campuran.

(18). Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus :

$$Bj \text{ camp} = \frac{P}{100} \times bj \text{ ag.hls} + \frac{K}{100} \times bj \text{ ag.ksr}$$

dengan : Bj camp : berat jenis agregat campuran

bj ag.hls : berat jenis agregat halus

bj ag.ksr : berat jenis agregat kasar

P : persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran

K : persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran

Berat jenis agregat halus dan agregat kasar di peroleh dari hasil pemeriksaan laburaturim, numun jika tidak ada apat diambil sebesar :

bj = 2,60 untuk agregat tak dipecah / alami

bj = 2,70 untuk agregat pecah.

(19). Penentuan berat jenis beton.

Dengan data berat jenis agregat campuran dari langkah (18) dan kebutuhan air tiap kubik betonnya maka dengan grafik pada gambar 5. dapat diperkirakan berat jenis betonnya.

Caranya adalah sebagai berikut :

- a. Dari berat jenis agregat campuran pada langkah 18 dibuat garis miring berat jenis gabungan yang sesuai dengan garis miring yang paling dekat pada gambar 5.
- b. Kebutuhan air yang di peroleh pada langkah (11) dimasukkan kedalam sumbu horizontal Gb.5. Kemudian dari titik ini ditarik garis vertikal ke atas sampai mencapai garis miring yang dibuat pada a diatas.
- c. Dari titik potong ini kemudian ditarik garis horizontal ke kiri sehingga diperoleh berat jenis beton.

(20). Kebutuhan agregat campuran.

Kebutuhan agregat campuran dihitung dengan cara mengurangi berat beton per meter kubik dengan kebutuhan air dan semen.

(21). Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (17) dan (20).

Kebutuhan agregat halus dengan cara mengalikan kebutuhan agregat campuran dengan persentase berat agregat halusnya.

(22). Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (20) dan (21).

Untuk mempermudah pelaksanaan, maka pada halaman berikut ini diberikan formulir isian.

CATATAN :

Dalam perhitungan diatas, agregat halus dan agregat kasar dianggap dalam keadaan jenuh kering-muka, sehinggalapangan yang pada umumnya keadaan agregat tidak jenuh kering-muka maka harus dilakukan koreksi terhadap kebutuhannya. Koreksi harus dilakukan minimum satu kali per hari.

Hitung koreksi dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

- 1) Air = $A - [(Ah - A1)/100] \times B - [(Ak - A2)/100] \times C$
- 2) Agregat halus = $B + [(Ah - A1)/100] \times B$
- 3) Agregat kasar = $C + [(Ah - A2)/100] \times C$

Dengan :

- A = jumlah kebutuhan air (liter/m³)
- B = jumlah kebutuhan agregat halus (kg/m³)
- C = jumlah kebutuhan agregat kasar (kg/m³)
- Ah = kadar air sesungguhnya dalam agregat halus (%)
- Ak = kadar air sesungguhnya dalam agregat kasar (%)
- A1 = kadar air dalam agregat halus jenuh kering-muka (%)
- A2 = kadar air dalam agregat kasar jenuh kering-muka (%)

CATATAN :

Perlu dicatat bahwa setiap hasil hitungan perencanaan adukan beton perlu di kontrol dengan “ trial mixes “ untuk memastikan hasilnya. Hal ini karena bahan-bahan beton sangat variabel dan banyak dari sifat bahan tersebut tidak dapat diukur secara benar. Jadi sebenarnya, hitungan perencanaan adukan tersebut hanyalah perhitungan awal, untuk membuat “ trial mixes “ yang terarah.

FORMULIR PERANCANGAN ADUKAN BETON NORMAL

No.	Uraian	nilai	satuan
1	Kuat tekan yang disyaratkan, pada umur hari	.....	Mpa
2	Deviasi standar (s)	.....	Mpa
3	Nilai tambah (m)	.....	Mpa
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'_{cr})	.....	Mpa
5	Jenis semen (biasa/cepat kasar)	.....
6	Jenis agregat kasar (alami/batu pecah)	.....
	Jenis agregat halus (alami/pecahan)	.....
7	Faktor air-semen (Gb .1. atau tab .1. dan Gb .2.)	.....
8	Faktor air-semen maksimum (tbl 2.)	.....
	----->> dipakai kebutuhan semen portland	.....
9	Nilai slump (tabel 3.)	.....	cm
10	Ukuran maksimum agregat kasar	.....	mm
11	Kebutuhan air (tabel 3.)	.....	Ltr
12	Kebutuhan semen portland (dari butir 8 & 11)	.....	Kg
13	Kebutuhan semen portland minimum (tbl 5.)	.....	Kg
14	----->> dipakai kebutuhan semen	.....	Kg
15	Penyesuaian jumlah air atau semen	.....
16	Daerah gradasi agregat halus (Gb 6. dan tabel 3.)	.....
17	peren berat agregat halus dan semen (tabel 4.)	.....	%
18	Berat jenis agregat campuran dihitung	.....	t/m ³
19	Berat jenis beton (Gb 5.)	.....	Kg/cm ³
20	Kebutuhan agregat (langkah 17 - 11 - 14 )	.....	Kg/cm ³
21	Kebutuhan agregat halus (langkah 17 x 20 )	.....	Kg/cm ³
22	Kebutuhan agregat kasar (langkah 20 - 21 )	.....	Kg/cm ³

Kesimpulan :

Volume	Berat total	Air	Semen	Agregat halus	Agregat kasar
M ³	..... kg	..... ltr	..... kg	..... kg	..... kg
Adukan	..... kg	..... ltr	..... kg	..... kg	..... kg

1 MPa = 10 kg/cm²

CONTOH PERHITUNGAN PERENCANAAN ADUKAN BETON NORMAL

Diketahui :

Beton untuk bangunan air
Kuat tekan beton yang disyaratkan $f'c = 15 \text{ Mpa} = 150 \text{ kg/cm}^2$
($f'c = 15 \text{ Mpa}$ kira-kira sama dengan K-175)

Jenis semen : biasa
Jenis kerikil : alami
Ukuran maksimum kerikil : 40mm
Nilai slam : 100mm
Jenis pasir : agak halus (gol .3.)

Pertanyaan :

Berapakah kebutuhan air, semen portland, pasir, dan kerikil tiap meter kubik betonnya ?

Penyelesaian :

Perhitungan dengan urutan yang ada dalam formolir Perancangan adukan beton

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari : 15 MPa
2. Deviasi standar $s = 7 \text{ Mpa}$, akan tetapi harus diambil salaman sebelumnya
3. Nilai tambah = 12 Mpa, karena faktor keamanan
4. Kuat tekan rata-rata yang direkomendasikan, $f'cr : 15 + 12 = 27 \text{ MPa}$.
5. Jenis semen : biasa
6. jenis kerikil : alami
7. Faktor air-semen (dari Gb 1.) : 0,54
8. Faktor air-semen (Tabel 2.) : 0,50 (beton untuk bangunan dengan air tawar).
----->> dipakai f.a.s yang rendah : 0,50
9. Nilai slam (tabel 3.) : 100mm (sudah ditentukan)
10. Ukuran maksimum butiran kerikil : 40mm (sudah ditentukan)
11. Kebutuhan air (tabel 4.) : 175 ltr
12. Kebutuhan semen : $175 / 0,50 = 350 \text{ kg}$ (dari butir 8 & 11).
13. Kebutuhan semen minimum (tabel 5.b.) : 280 kg
14. --->> dipakai semen (diambil yang besar) : 350 kg
15. Penyesuaian jumlah air atau faktor air-semen.
Karena pada langkah 14 tidak merubah jumlah kebutuhan semen yang dihitung pada langkah 12 maka tidak perlu ada penyesuaian jumlah air maupun faktor air-semen.
16. Golongan pasir (telah diketahui dari soal) : gol.3.
17. Persentase pasir terhadap campuran (Gb.3.) : 30 %
18. Berat jenis campuran pasir dan kerikil (karena tidak ada data maka diambil yang besar : 2,60
19. Berat beton (Gb.5.) : 2380 kg/m^3 .
20. Kebutuhan berat pasir dan kerikil dihitung dengan rumus :
$$W_{pr} + W_{kr} = W_{bt} - A - S$$
$$= 2380 - 175 - 350$$
$$= 1855 \text{ kg}$$
21. Kebutuhan pasir dihitung dengan rumus :
$$W_{pr} = (P/100) \cdot W_{pr} + W_{kr}$$
$$= (30/100) \cdot 1855$$
$$= 556,5 \text{ kg}$$
22. Kebutuhan kerikil dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 W_{krk} &= W_{psr} - W_{psr} \\
 &= 1855 - 556,5 \\
 &= 1298,5 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Untuk 1m³ beton (berat betonnya 2380 kg) dibutuhkan :

- a. air : 175 liter
- b. semen : 350 kg (8,75 kantong)
- c. pasir : 556,5 kg
- d. kerikil : 1298,5 kg

Untuk 1 adukan (biasanya 1 kanton semen) maka dibutuhkan :

- a. air : (1/8,75) . 175 = 20 liter
 - b. semen : 1 kantong semen = 40 kg
 - c. pasir : (1/8,75) . 556,5 = 63,6 kg
 - d. kerikil : (1/8,75) . 1298,5 = 148,4 kg
- Berat satu adukan = 272 kg

FORMULIR PERENCANAAN BAHAN BAKU NORMAL

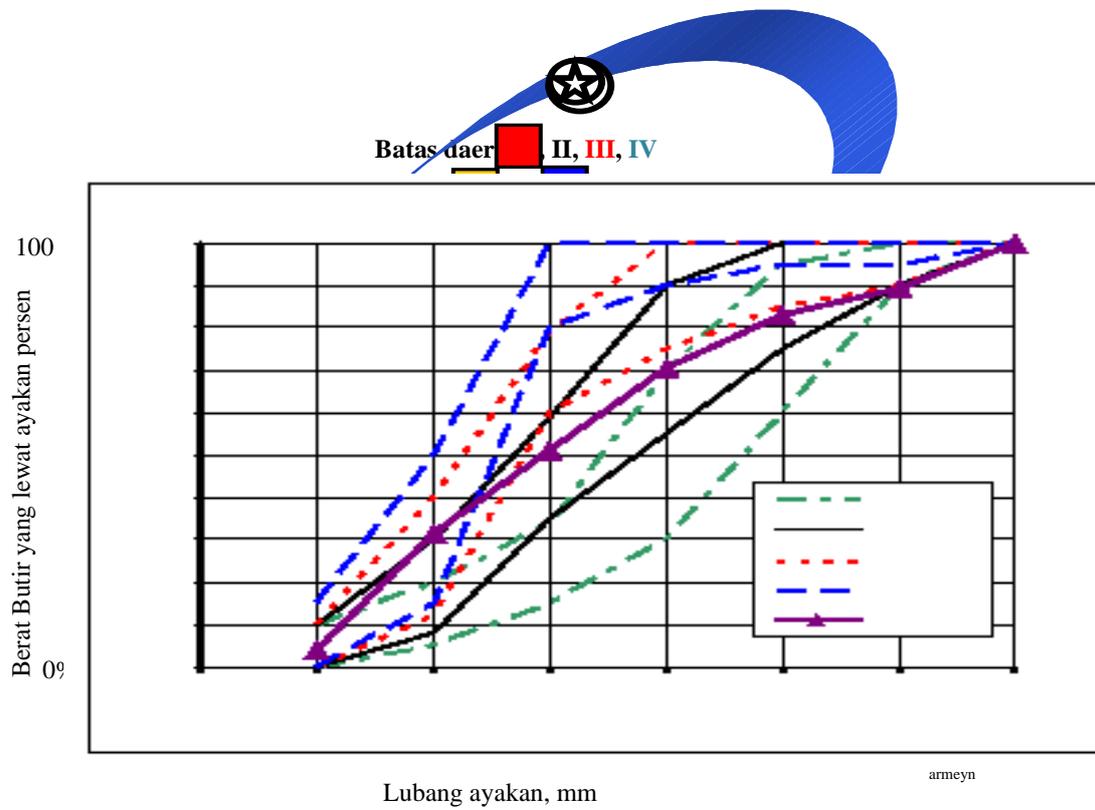


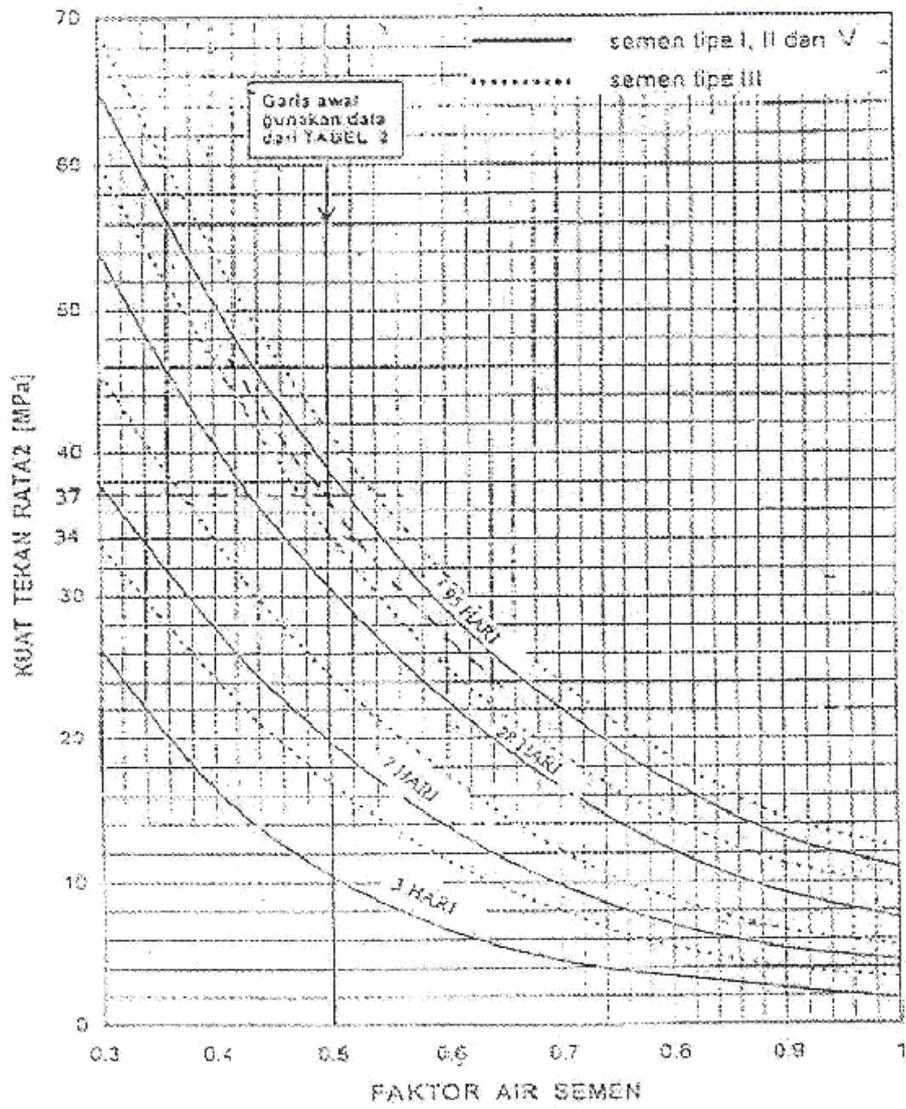
No.	Uraian	nilai	satuan
1	Kuat tekan yang disyaratkan pada umur ...28... hari	15	Mpa
2	Deviasi standar (s)	7,5	Mpa
3	Nilai tambah (m)	12	Mpa
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'cr)	27	Mpa
5	Jenis semen (biasa/cepat kesar)	Biasa	
6	Jenis agregat kasar (alami/batu pecah)	Alami	
	Jenis agregat halus (alami/pecahan)	Alami	
7	Faktor air-semen (Gb .1. atau tab .1. dan Gb .2.)	0,54	
8	Faktor air-semen maksimum (tbl 2.)	0,50 air tawar	
	----->> dipakai kebutuhan semen portland	0,50	
9	Nilai slump (tabel 3.)	100	cm
10	Ukuran maksimum agregat kasar	40	mm
11	Kebutuhan air (tabel 3.)	175	Ltr
12	Kebutuhan semen portland (dari butir 8 & 11)	350	Kg
13	Kebutuhan semen portland minimum (tb 5.)	280	Kg
14	----->> dipakai kebutuhan semen portland	350	Kg
15	Penyesuaian jumlah air atau f.a.s	0,50	
16	Daerah gradasi agregat halus tab 6. dan Gb 3.) :1, 2, 3, 4	Cocok 1,2,8,4	
17	peren berat agregat halus thd campuran(Gb 4.)	30	%
18	Berat jenis agregat campuran (dihitung)	2,60	t/m ³
19	Berat jenis beton (Gb 5.)	2380	Kg/cm ³
20	Kebutuhan agregat (langkah 19 -11 - 14)	1855	Kg/cm ³
21	Kebutuhan agregat halus (langkah 17 x 20)	556,5	Kg/cm ³
22	Kebutuhan agregat kasar (langkah 20 - 21)	1298,5	Kg/cm ³

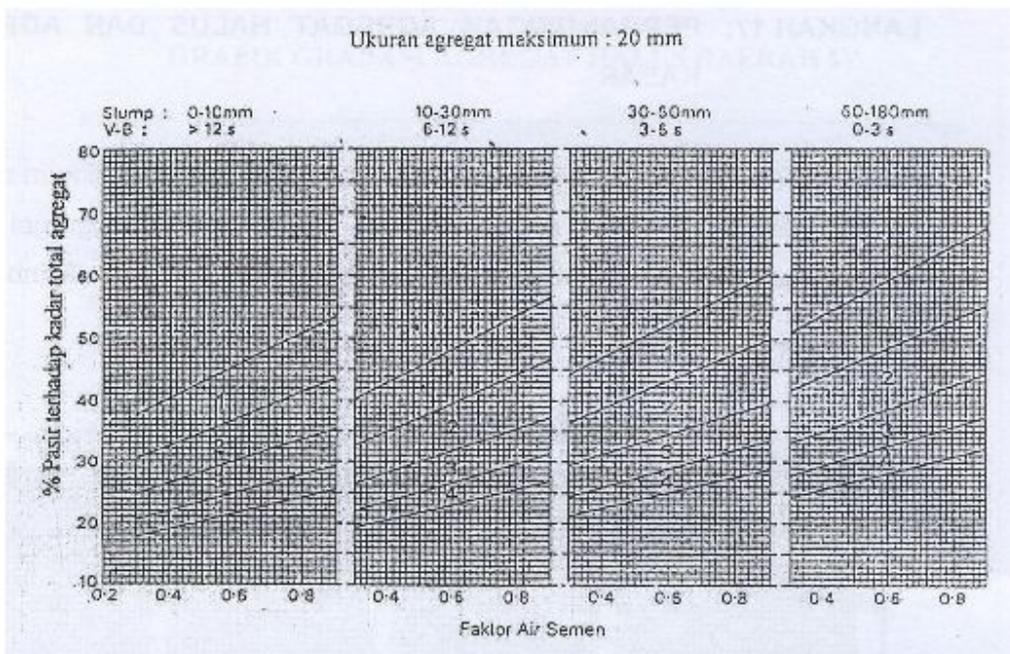
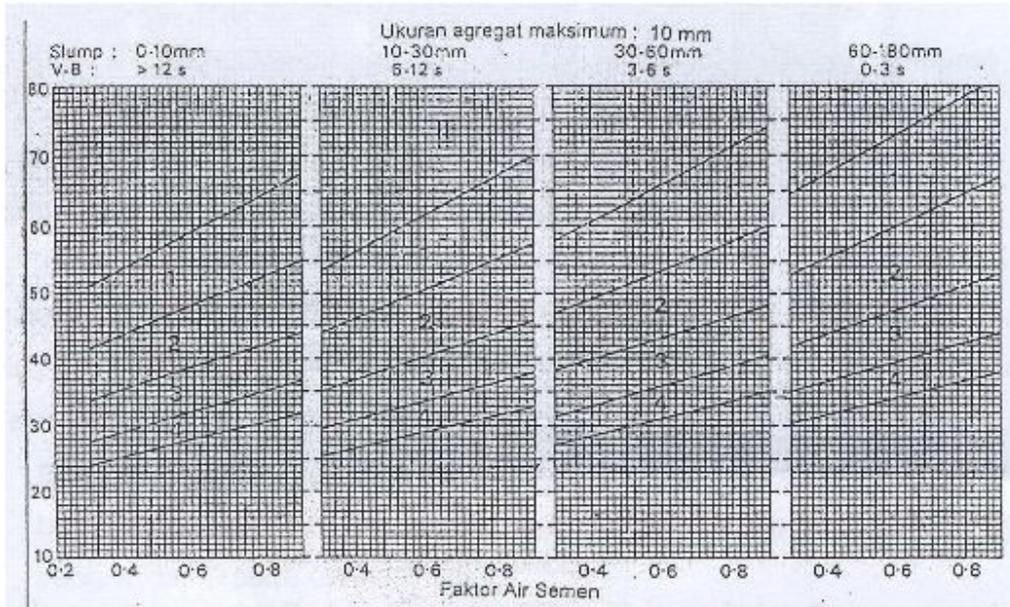
Kesimpulan :

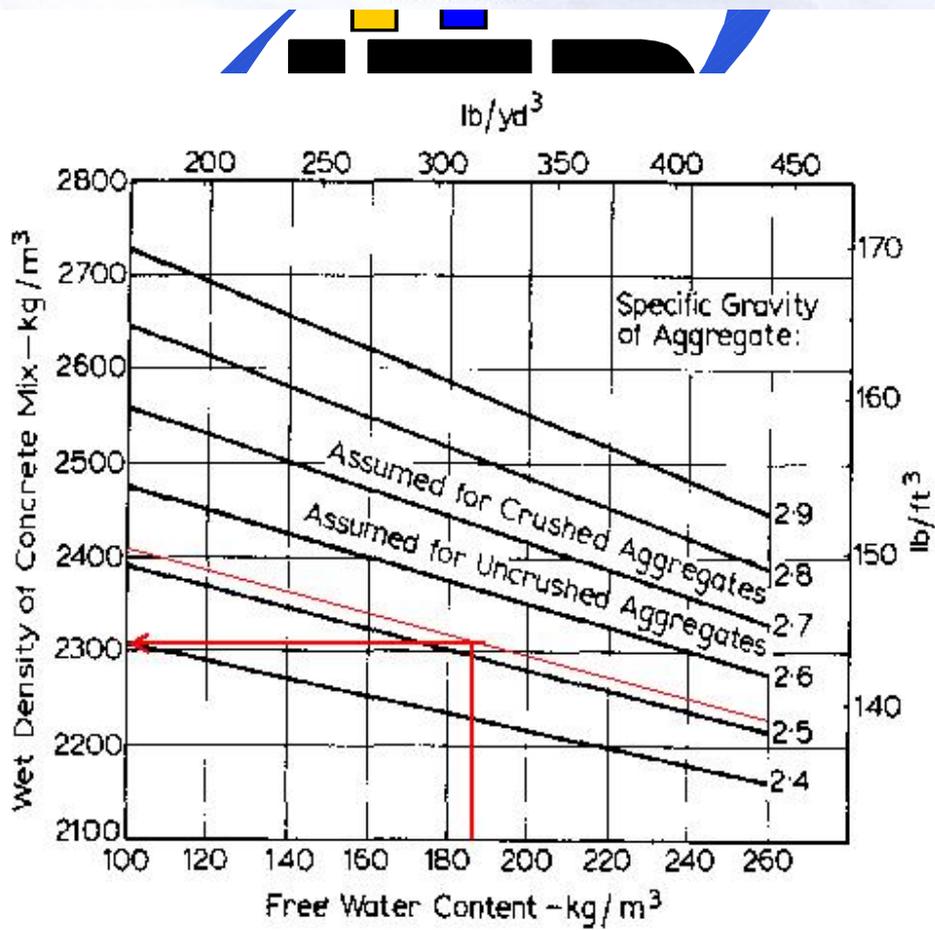
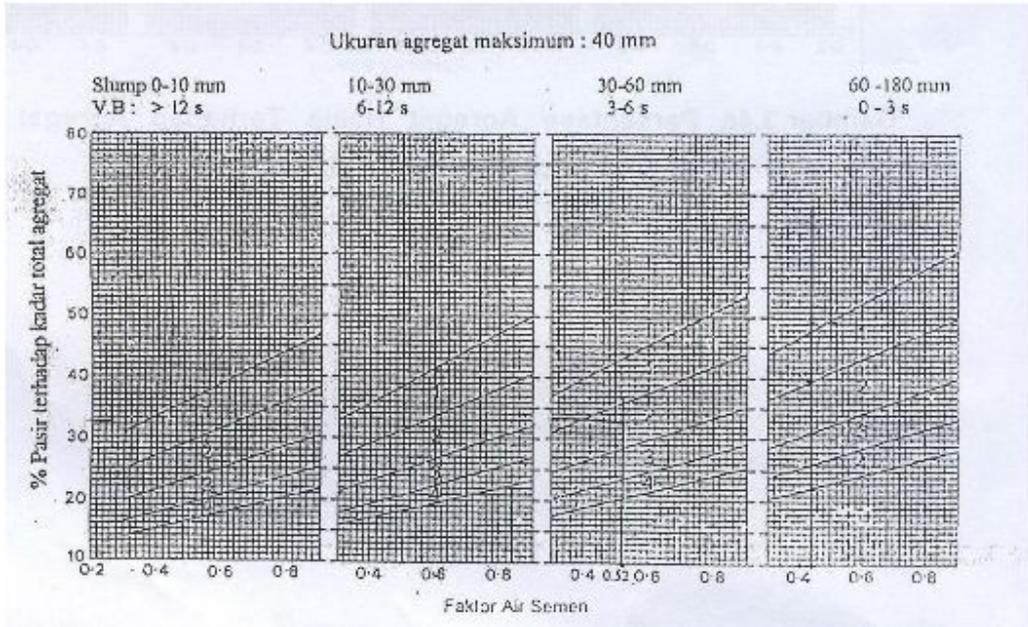
Volume	Berat total	Air	Semen	Agregat halus	Agregat kasar
M ³	2380 kg	175 ltr	350 kg	556,5 kg	1298,5 kg
Adukan	272 kg	20 ltr	40 kg	63,6 kg	148,4 kg

1 MPa = 10 kg/cm²









EVALUASI PEKERJAAN BETON

Pendahuluan

Kekuatan beton yang diproduksi di lapangan mempunyai kecenderungan untuk bervariasi dari adukan ke adukan. Besar variasi itu tergantung pada berbagai faktor, antara lain :

- (1). Variasi mutu bahan (agregat) dari satu adukan ke adukan berikutnya,
- (2). Variasi cara pengadukan,
- (3). Stabilitas pekerjaan.

Atas adanya variasi kekuatan beton itu maka diperlukan pengawasan terhadap mutu (quality control) agar diperoleh kuat tekan beton yang hampir seragam dan memenuhi kuat tekan yang disyaratkan dalam rencana kerja dan syarat (bestek)

Cara pengawasan mutu dilakukan dengan mengambil contoh dari beberapa adukan yang kemudian dibuat benda uji (silinder atau kubus) dari beberapa adukan tersebut (lihat Gambar 1 dan Gambar 2 sebagai contoh) sehingga mencerminkan variasi mutu beton selama proses pembuatan beton berlangsung.

Evaluasi pekerjaan beton.

Setelah proposi campuran bahan adukan beton yang akan dibuat di lapangan dapat dimulai. Pengawasan yang selama ini dilakukan secara umum, yaitu menjaga agar beton yang dibuat di lapangan mempunyai kuat tekan sesuai dengan yang ditentukan sebelumnya, yaitu mempunyai kuat tekan yang tidak kurang dari kuat tekan yang ditentukan dalam RKS.

Pengawasan terhadap mutu beton yang kuat di lapangan dilakukan dengan cara membuat diagram hasil uji kuat tekan beton dari beberapa adukan yang dibuat selama pelaksanaan, sebagaimana tampak pada gambar 1 dan gambar 2.

Diagram hasil uji itu sebaiknya dibuat untuk membantu pengawasan terhadap mutu beton yang sedang dibuat selama pembangunan berlangsung. Pengawasan mutu secara terus-menerus selama pembuatan beton perlu dilakukan untuk mengetahui kuat tekan rata-rata dan besar variasi kuat tekan beton yang dibuat di lapangan secara lebih dini.

Dalam gambar 1. itu dilukiskan :

- (1). Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan, $f_{c,rt}$
- (2). Kuat tekan beton yang disyaratkan, $f_{c'}$
- (3). Delapan puluh lima persen kuat tekan beton yang disyaratkan, $0,85 \cdot f_{c'}$

Dalam melakukan Perencanaan Campuran Adukan Beton tidak selalu sama hal ini disebabkan sifat dari karakteristik dari bahan yang diperoleh dari setiap sumber material memiliki sifat karakteristik yang berbeda oleh sebab itulah kita harus selalu melakukan uji sampel pada setiap pekerjaan yang akan kita kerjakan

Hasil uji (rata-rata dari dua selinder yang dibuat dari satu kali pengambilan contoh adukan) kuat tekan beton dari beton yang telah dibuat di lapangan kemudian diplotkan.

Dalam gambar 2. itu dilukiskan :

- (1). Kuat tekan beton yang disyaratkan ditambah 0,82 deviasi standar, $f_c' + 0,82 \cdot S_d$
- (2). Kuat tekan beton yang disyaratkan, f_c'

Nilai rata-rata dari 4 hasil uji kuat tekan beton kemudian diplotkan

Dengan mengamati dan mencermati hasil penggambaran diagram tersebut kemudian dapat diambil suatu perubahan proposi campuran apabila hasilnya dianggap terlalu rendah atau terlalu tinggi dari kuat tekan yang diharapkan.

Dalam buku “ perencanaan dan pengendalian mutu beton “ tercantum bahwa mutu beton dapat memenuhi syarat (mutu tercapai) jika kedua persyaratan berikut terpenuhi :

- (1). Nilai rata-rata dari semua pasangan hasil uji (yang masing-masing pasangan terdiri dari empat hasil uji kuat tekan) tidak kurang dari $(f_c' + 0,82 \cdot s_d)$.
- (2). Tidak satupun dari hasil uji tekan (rata-rata dari dua selinder) kurang dari $0,85 f_c'$.

Untuk memudahkan perhitungan dapat dibuat tabel sebagai tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil uji kuat tekan selinder selama pelaksanaan proyek Gedung Dinas Peternakan Provinsi Sumatera Barat

No.	Tanggal pembuatan benda uji	Kode	Selinder	Selinder	Uji	Rata-rata dari 4 hasil uji
1	16 Mei 2012	P-1	28	26	27	--
2	16 Mei 2012	P-2	30	26	28	--
3	17 Mei 2012	P-3	27	25	26	--
4	17 Mei 2012	P-4	26	29	27,5	27,125
5	18 Mei 2012	P-5	24	26	25	26,625
6	Dan seterusnya					

Jika salah satu dari dua persyaratan tersebut diatas terpenuhi, maka untuk adukan berikutnya harus diambil langkah-langkah untuk meningkatkan kuat tekan rata-rata betonnya.

Khusus jika persyaratan kedua yang tidak terpenuhi maka selain memperbaiki adukan beton berikutnya, harus pula diambil langkah-langkah untuk memastikan bahwa kapasitas daya dukung struktur terhadap beban yang akan ditahan masih tidak membahayakan. langkah-langkah itu antara lain :

- 1) Analisis ulang struktur berdasarkan kuat tekan beton sesungguhnya (aktual) atau
- 2) Uji tidak merusak (non-destruktivo tests) misalnya dengan schmidt Rebound Hardness, Pull-out Test, Ultrasonic Pulse Velacity, uji bor inti, dan sebagainya.

Evaluasi perawatan beton dilapangan.

Benda uji yang diambil untuk mengambil contoh harus dibuat dan dirawat sesuai dengan cara perawatan dilaboraturiu, misalnya disimpan dalam udara lembab, dalam pasir basah atau direndam dalam air. Hasil dari benda uji ini merupakan gambaran dari hasil dari pembuatan beton, akan tetapi belum dapat memeriksa mutu perawatan dan perlindungan beton pada struktur sebenarnya dilapangan.

Untuk memeriksa mutu pelaksanaan dan perawatan dan perlindungan dari beton yang dibuat dilapangan, dilakukan dengan membuat benda uji selinder beton yang dirawat dilapangan yang dicetak pada saat yang

sama dan diambil dari contoh yang sama dari benda uji yang dirawat dilaboraturium. Perawatan benda uji dilapangan harus sama dengan perawatan beton yang sebenarnya dilapangan.

Cara perawatan dilapangan harus ditingkatkan apabila kuat tekan benda uji yang dirawat dilapangan kurang dari 85% dari pada kuat tekan benda uji yang dirawat di laboraturium, kecuali jika kuat tekan benda uji yang dirawat dilapangan masih lebih tinggi dari $f_c' + 4$ (MPa).

Langkah-langkah yang harus diambil jika hasil uji beton kurang memuaskan.

Apabila hasil pemeriksaan benda uji yang dirawat dilaboraturium menunjukkan bahwa ada salah satu hasil uji (rata-rata dari dua benda uji yang diambil dari beton pada saat yang sama) yang kuat tekannya kurang dari 85% kuat tekan yang disyaratkan, atau apabila hasil uji kuat tekan pasangan benda uji yang dirawat di lapangan menunjukkan kurang dari 85% dari hasil uji benda yang dirawat dilaboraturium, maka harus diambil langkah untuk memastikan bahwa struktur beton masih mempunyai kapasitas daya dukung beban yang cukup, artinya tidak membahayakan.

Langkah pertama yang dapat diambil antara lain melakukan analisis ulang struktur berdasarkan kuat tekan beton yang aktual atau uji tidak merusak (non-destructive tests).

Jika langkah pertama telah menunjukkan bahwa struktur tidak akan mampu menahan beban yang terjadi maka langkah kedua ialah uji bor inti. Uji bor inti dilakukan untuk memastikan apakah beton yang ada kurang memenuhi syarat. Di daerah yang kuat tekannya diragukan untuk dilakukan uji bor inti.

Selanjutnya kuat tekan beton dapat dianggap tidak membahayakan jika hasil uji bor inti memenuhi dua syarat berikut :

- 1) Kuat tekan rata-rata dari hasil uji bor inti (dari satu titik diambil 3 benda uji) mempunyai kuat tekan tidak kurang dari 0,85 f_c' .
- 2) Kuat tekan masing masing benda uji hasil bor inti tidak ada satupun yang kurang dari 0,75 f_c' .

Jika hasil uji bor inti ternyata menunjukkan beton tidak memenuhi syarat maka langkah berikut dapat berupa uji beban untuk menguji bagian struktur yang diragukan atau langkah-langkah lain yang dianggap tepat oleh penanggung jawab proyek.

Semoga bermanfaat bagi pengembangan teknologi bahan beton khususnya dan mari kita terus berprestasi, berinovasi dan berkreasi

CONTOH CARA EVALUASI PEKERJAAN BETON

Hasil uji kuat tekan selinder beton
selama pelaksanaan penbetonan pada proyek Dinas Peternakan Provinsi Sumatera Barat.
(dari RKS ditetapkan $f_c' = 25 \text{ MPa}$; direncanakan $s = 4 \text{ MPa}$)

No	Waktu pembuatan		Kode	Kuat tekan selinder beton (MPa)			
	Tanggal	Pukul		sil.A	sil.B	Hasil uji	Rerata dari 4 hasil uji
1.	21-6-2012	10.00	H-1	29	33	27,5	-----
2.	21-6-2012	10.00	H-2	30	24	27	-----
3.	22-6-2012	11.00	H-3	27	25	26	-----
4.	23-6-2012	10.00	H-4	24	30	27	28,50
5.	23-6-2012	12.00	H-5	24	31	27,5	27,75
6.	23-6-2012	08.00	H-1	28	26	27	27,875
7.	23-6-2012	09.00	H-2	31	29	30	26,875
8.	24-6-2012	11.00	H-3	26	24	25	27,375
9.	24-6-2012	10.00	H-4	25	29	27	-----
10.	24-6-2012	12.00	A-5	29	31	28	-----
11.	24-6-2012	10.00	D-1	26	27	27	27,-----
12.	25-6-2012	10.00	D-2	30	26	27	27,-----
13.	25-6-2012	11.00	D-3	28	32	30	28,-----
14.	26-6-2012	10.00	E-1	30	32	28	28,-----
15.	26-6-2012	12.00	E-2	22	26	28	28,-----
16.	26-6-2012	08.00	O-1	24	27	25,5	27,625
17.	26-6-2012	09.00	O-2	29	25	27	25,625
18.	26-6-2012	11.00	O-3	26	31	28,5	26,25
19.	27-6-2012	10.00	O-4	32	30	31	28,00
20.	28-6-2012	12.00	O-5	24	26	25	27,875
21.	28-6-2012	08.00	O-6	32	28	30	28,625
22.	28-6-2012	09.00	O-7	26	30	28	28,5
23.	28-6-2012	11.00	N-1	26	28	27	27,5
24.	28-6-2012	10.00	N-2	25	28	26,5	27,875
25.	28-6-2012	12.00	N-3	27	23	25	26,625
26.	29-6-2012	09.00	B-1	26	28	27	26,375
27.	29-6-2012	09.00	B-2	31	26	28	26,75
28.	29-6-2012	11.00	B-3	27	23	25	26,375
29.	29-6-2012	10.00	B-4	22	26	24	26,125
30.	29-6-2012	12.00	B-5	24	26	25	25,625
31.	29-6-2012	09.00	T-1	32	30	31	26,25
32.	29-6-2012	09.00	T-2	27	29	28	27,00
33.	30-6-2012	11.00	T-3	27	28	27,5	27,875
34.	30-6-2012	10.00	T-4	26	29	31	27,750

1 MPa = 10 kg/cm²

Nilai deviasi standar yang direncanakan : 4 MPa

Dari hasil pengujian tersebut diatas maka dapat dilihat bahwa :

- a) Tidak satupun dari hasil uji (yaitu rata-rata dari dua selinder yang dibuat dari satu kali pengambilan adukan beton) yang kurang dari $0,85 f'c = 0,85 \cdot 25 = 2125 \text{ MPa}$, jadi kurang memenuhi $f'c = 25 \text{ MPa}$
- b) Nilai rata-rata dari empat hasil uji yang berurutan ada yang kurang dari $(f'c + 0,82 s) = (25 + 0,82 \cdot 4) = 28,28 \text{ MPa}$ maka beton yang buat berikutnya harus ditingkatkan kuat tekannya.

RIWAYAT HIDUP.

Nama	: Ir. H. A r m e y n, MT
Tempat dan tanggal lahir	: Medan, 16 Agustus 1952
Pekerjaan	: Dosen tetap Jurusan teknik Sipil Kopertis Wilayah X dpk di ITP.
Jabatan	: Lector Kepala
Pangkat/Golongan Ruang	: Penata ; III/d
Alamat rumah	: Komplek Jondul IV Blok TT 20 Parupuk Tabing Padang
Pendidikan	: SD Taman Harapan Medan SMP Yosua Medan : SMA Yosua Medan S1 Fakultas Teknik Jurusan Sipil USU Medan S2 Magister Teknik Sipil Kosentrasi Struktur USU Medan
Riwayat Pekerjaan	: Staf Pengajar Institut Teknologi Padang Ketua Jurusan Teknik Sipil ITP Ketua Jurusan Teknik Sipil ITP Kepala Laboratorium Teknik Sipil ITP Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITP

Padang, 31 Oktober 2012

(Ir. H. Armeyn, MT)