



UJIAN AKHIR SEMESTER - Semester Gasal 2016/2017
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO

Mata Ujian	: TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI	Waktu	: 100 menit
Hari/Tanggal	: Kamis, 8 Desember 2016	Sifat Ujian	: Buka Buku
Jam	: 13.00 – 14.30	Ruang	: A.101, B.204, B.205, B.301, C.201, C.202, C.203, C.204
Dosen Penguji	: Dr. Ir. Han Ay Lie, M.Eng; Ir. Purwanto, MT, MEng Ir. Moga Narayudha, SP1, Ir. Frida Kistiani, MT		

Ketentuan :

- Baca soal dengan seksama dan jawablah sesuai dengan yang ditanyakan saja ! Cermat, Teliti, Efisien !
- Berikan identitas saudara pada kertas buram yang dibagikan, dan sertakan bersama lembar jawaban saat pekerjaan dikumpulkan.
- Data yang kurang dapat ditentukan sendiri

SOAL-1 : **Han Ay Lie**

Bobot soal : **25 %**

Sebuah silinder beton berukuran 150 x 300 mm diuji pada usia 90 hari. Perilaku tegangan-regangan pada usia tersebut tampak pada Gambar 1. Fungsi tegangan-regangan dapat dirumuskan sebagai:

$$f_{c(90)} = -(9,2 \times 10^6) \varepsilon^2 + (46 \times 10^3) \varepsilon$$

Dimana:

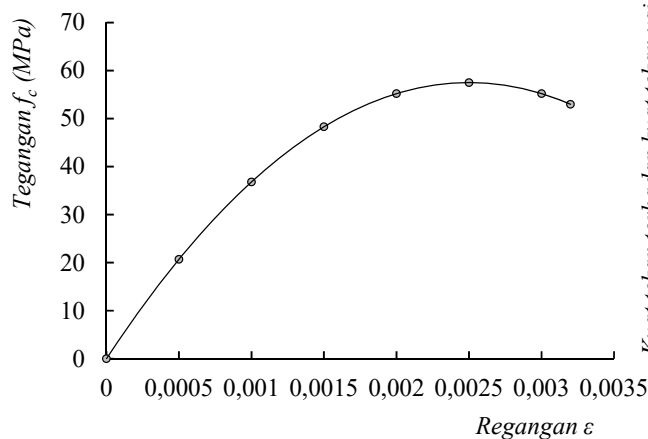
$f_{c(90)}$: kuat tekan beton dalam MPa
 ε : regangan beton tekan

- Pada pada silinder bekerja gaya yang menimbulkan regangan $\varepsilon_{beban} = 0.0025$

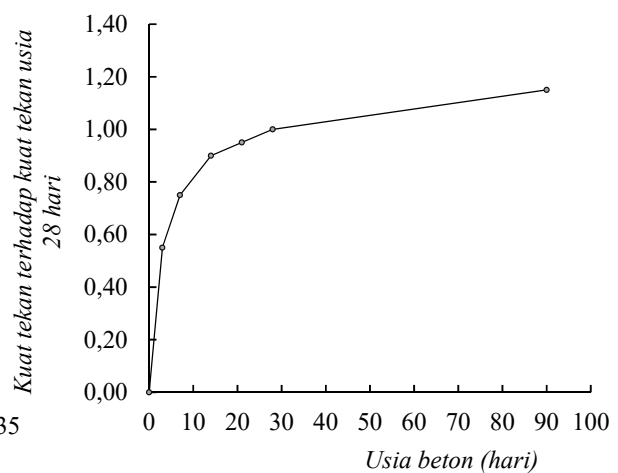
Berapa beban (dalam kN) yang mengakibatkan regangan tersebut?

Tentukan besar *Modulus Elastisitas Tangensial* ($E_{tangensial}$) dan *Sekan* (E_{sekan}) secara grafis dan secara analitis.

- Berapakah kuat tekan karakteristik f'_c pada usia 28 hari? Perilaku beton sebagai fungsi waktu tampak pada Gambar 2.



Gambar 1. Perilaku f - ε



Gambar 2. Peningkatan kuat tekan beton sebagai fungsi usia

SOAL-2 : Purwanto

Bobot soal : 25 %

Rencanakan campuran beton (Mix Design) dengan ketentuan sbb : **(Bobot : 40)**

- Mutu Beton $f_c' = 30 \text{ Mpa}$ (**K-361**) dan konstruksi digunakan untuk bangunan yang dicor di dalam air laut dan rencana beton digunakan untuk tembok pelabuhan, balok penahan, kolom. Jenis beton yang digunakan adalah beton biasa tanpa menggunakan **zat additive air entrained concrete**.
- Rencana proses pembetonan untuk **volume beton yang sangat banyak dan massal**.
- Sedang rencana Kontraktor Pelaksana yang mengerjakan proyek tersebut mempunyai pengalaman mengerjakan beton dg data benda uji kuat tekan Kubus (kg/cm^2) sbb :

No	Kuat tekan	No	Kuat tekan	No	Kuat tekan	No	Kuat tekan	No	Kuat tekan	No	Kuat tekan	No	Kuat tekan	No	Kuat tekan
1	355	5	330	9	365	13	350	17	350	21	350	25	365	29	360
2	365	6	345	10	360	14	360	18	360	22	350	26	350	30	360
3	345	7	350	11	355	15	365	19	365	23	355	27	345	31	350
4	365	8	355	12	345	16	340	20	360	24	350	28	340	32	355

- Dari hasil uji Lab, diketahui Berat Jenis Semen = **3,11**.
- Berdasarkan hasil Uji Lab untuk material Split & Pasir diketahui data sbb :
 - Berat Jenis Pasir Alam kondisi SSD = **2,52**
 - Berat Jenis Split kondisi SSD = **2,68**
 - Kemampuan pasir mengabsorpsi Air = **2.25%**
 - Kemampuan Split mengabsorpsi Air = **1.25%**
 - Kadar Air di lapangan utk pasir = **3,18 %**
 - Kadar Air di lapangan utk Split = **0.65 %**
- Berdasarkan hasil Uji Analisa Saringan di Lab, didapatkan data sbb :

Diameter Saringan (mm)	Sisa pada saringan masing-masing		Spesifikasi Teknis dari British Standard (%)
	Pasir (gram)	Split (gram)	
38,10(40)	0,00	0,00	95 - 100
25,40	0,00	0,00	80 - 95
19,60(20)	0,00	0,00	70 - 90
12,70	0,00	320,00	55 - 85
9,60 (10)	0,00	3929,50	40 - 75
4,80	37,60	649,58	28 - 48
2,40	60,46	65,13	20 - 44
1,20	145,00	10,68	15 - 35
0,60	273,08	8,78	8 - 27
0,30	263,50	4,55	2 - 12
0,15	139,56	4,28	0 - 8
0,074	60,00	3,00	
0,000	20,80	4.50	

Susunan butir gabungan berdasarkan **Lolos / Tembus Kumulatif** pada masing-masing ayakan berdasarkan Spesifikasi dari British Standard.

Penyelesaian:

Modulus elastisitas tangensial dicari dari garis singgung pada fungsi tegangan-regangan dan merupakan turunan pertama dari fungsi tersebut terhadap sumbu datar (ϵ).

$$f_{c(90)} = -(9,2 \times 10^6) \epsilon^2 + (46 \times 10^3) \epsilon$$

$$E_{tangensial} = \frac{df_c}{d\epsilon} = -2 \times 9,2 \times 10^6 \epsilon + 46 \times 10^3$$

Modulus elastisitas sekan dihitung langsung sebagai:

$$E_{sekan} = \frac{f_c}{\epsilon}$$

1. Pada silinder bekerja gaya tekan yang mengakibatkan regangan 0.0025

$$f_{c(beban)} = -(9,2 \times 10^6) \epsilon^2 + (46 \times 10^3) \epsilon$$

$$f_{c(beban)} = -(9,2 \times 10^6) 0.0025^2 + (46 \times 10^3) 0.0025 = 57.5 \text{ MPa}$$

Maka beban yang mengakibatkan tegangan tersebut dapat dihitung:

$$f_c = \frac{P}{A} \text{ sehingga}$$

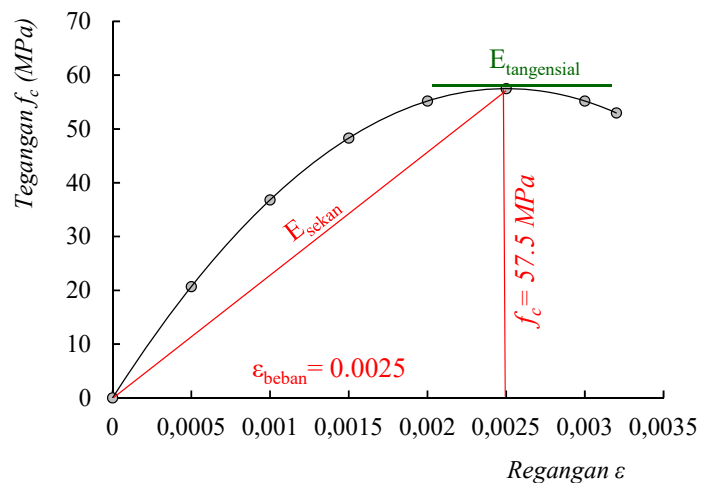
$$P = f_c A = 57.5 \left(\frac{1}{4} \pi D^2 \right) = 57.5 \left(\frac{1}{4} \pi 150^2 \right) = 1016517 \text{ N} = 1016.52 \text{ kN}$$

Modulus Elastisitas

$$E_{tangensial} = \frac{df_c}{d\epsilon} = -2 \times 9,2 \times 10^6 \epsilon + 46 \times 10^3 \text{ utk } \epsilon = 0.0025$$

$$E_{tangensial} = -2 \times 9,2 \times 10^6 (0.0025) + 46 \times 10^3 = 0 \text{ MPa}$$

$$E_{sekan} = \frac{f_c}{\epsilon} = \frac{1016517}{0.0025} = 23000 \text{ MPa}$$



Rumusan yang diberikan dalam BS-EN atau ACI hanya bisa digunakan untuk modulus elastisitas awal, dan tak dapat dipakai pada modulus elastisitas bahan yang sudah menderita tegangan.

“Standard BS-EN (British Standard - European Code) dan FIB-CEB menentukan modulus elastisitas awal beton sebagai fungsi kuat tekan batas f'_c . Nilai modulus elastisitas awal juga dikenal dengan modulus elastisitas Young (*Young's modulus*).

$$E_{ci} = E_{c0} \alpha_E \left(\frac{f'_c}{10} \right)$$

Dimana

α_E adalah koefisien yang tergantung jenis agregat

f'_c adalah kuat tekan batas beton dalam MPa

$$E_{c0} = 20.5 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

Standard ACI 318 menentukan modulus elastisitas sekan beton sebagai fungsi kuat tekan batas f'_c dan massa jenis beton. Sekan modulus ini terukur pada 45% dari tegangan batas (*ultimate strength*).

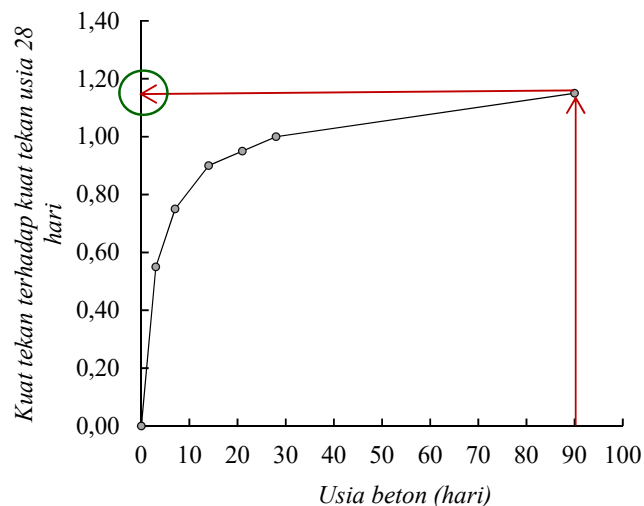
$$E_c = 0.043 w_c^{1.5} \sqrt{f'_c}$$

Dimana

w_c massa jenis beton dalam kg/m^3

f'_c adalah kuat tekan batas beton silinder 150 x 300 dalam MPa“

2. Kuat tekan pada usia 28 hari dicari dari koefisien kuat tekan sebagai fungsi waktu.



Sehingga disimpulkan beton telah mencapai kuat tekan 115% terhadap kuat tekan beton karakteristik f'_c usia 28 hari.

Untuk $f_{(c)beban} = 57.5 \text{ MPa}$ diperoleh $E_{tangensial} = 0$, sehingga ini adalah kuat tekan tertinggi yang dapat dipikul beton, dan merupakan kuat tekan karakteristik 90 hari.

$$\text{Kuat tekan karakteristik 28 dihitung: } f'_c = \frac{f_{c(90)}}{1.15} = \frac{57.5}{1.15} = 50$$

SOLUSI SOAL UJIAN (UAS) TEKNOLOGI BAHAN - Periode Desember 2016

Portland Cement merk :

Pasir berasal dari : (Pasir ex Muntilan)

Split berasal dari : Split

Mix Design Beton dengan cara DOE dengan ketentuan sebagai berikut :

# Target mutu	K =	361	kg/cm ²	fc' = 30 MPa
# Deviasi standart	s =	8,73	kg/cm ²	
# Faktor Air Semen max	=	0,52		(tabel-5)
# Kadar semen minimum	=	375	kg/m ³	(tabel-5)
# Berat jenis Semen	=	3,11	ton/m ³	
# Slump beton antara		25-75	mm	(tabel-4)
# BJ SSD Pasir	=	2,52		
# BJ SSD batu pecah		2,68		
# Kadar air SSD (Pasir)	=	2,25	%	
# Kadar air SSD (batu Pecah)=		1,25	%	
# Kadar air asli (Pasir)=		3,18	%	
# Kadar air asli (batu Pecah)	=	0,65	%	
# Berat isi asli semen	=	1,31	kg/dm ³	
# Berat isi asli Pasir =		1,44	kg/dm ³	
# Berat isi asli batu Pecah =		1,42	kg/dm ³	
# Data analisa ayakan terlampir				

Langkah perhitungan Mix Design beton cara DOE :

1). Mencari Deviasi Standar (Sd) & Tegangan tekan beton rata-rata (σ_{bm})

No	Kuat tekan	$X_i - X_{rata}$	$(X_i - X_{rata})^2$
1	355	1,41	1,98
2	365	11,41	130,10
3	345	-8,59	73,85
4	365	11,41	130,10
5	330	-23,59	556,67
6	345	-8,59	73,85
7	350	-3,59	12,92
8	355	1,41	1,98
9	365	11,41	130,10
10	360	6,41	41,04
11	355	1,41	1,98
12	345	-8,59	73,85
13	350	-3,59	12,92
14	360	6,41	41,04
15	365	11,41	130,10
16	340	-13,59	184,79

17	350	-3,59	12,92
18	360	6,41	41,04
19	365	11,41	130,10
20	360	6,41	41,04
21	350	-3,59	12,92
22	350	-3,59	12,92
23	355	1,41	1,98
24	350	-3,59	12,92
25	365	11,41	130,10
26	350	-3,59	12,92
27	345	-8,59	73,85
28	340	-13,59	184,79
29	360	6,41	41,04
30	360	6,41	41,04
31	350	-3,59	12,92
32	355	1,41	1,98
$\Sigma X =$	11315	$\Sigma(Xi-Xrata)^2 =$	2361,72
$Xra =$	353,6	$Sd = \{[(\Sigma Xi - Xrata)^2 / (N-1)]^{0,5}$	8,73 kg/cm ²
		$Sd = \{[(\Sigma Xi - Xrata)^2 / N]^{0,5}$	8,59 kg/cm ²

$$Sd = 8,73 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tegangan tekan beton rata-rata } (\sigma_{bm}) = \sigma_{bk} + 1,645 * s$$

$$\text{Tegangan tekan beton rata-rata } (\sigma_{bm}) = 361 + 1,645 * 8,73 = 375,3609 \text{ kg/cm}^2$$

2). Mencari prosentase Agregat Gabungan :

Lubang	Berat	Berat	Berat	Lubang	Lolos	Berat	Berat	Berat	Lolos	Spec
Ayakan	tertinggal	tertinggal	tertinggal	Ayakan	Pasir	tertinggal	tertinggal	tertinggal	Kerikil	
(mm)	(gram)	(%)	kumulatif (%)	(mm)	(%)	(gram)	(%)	kumulatif (%)	(%)	
0	0	0	0	0	100	0	0	0	3	
20	0	0	0	20	100	0	0	0	100	
10	0	0	0	10	100	4249,5	84,99	84,99	100	40 - 75
4,8	37,6	3,76	3,76	4,8	96,24	649,58	12,9916	97,9816	15,01	28 - 48
2,4	60,46	6,046	9,806	2,4	90,194	65,13	1,3026	99,2842	2,0184	20 - 44
1,2	145	14,5	24,306	1,2	75,694	10,68	0,2136	99,4978	0,7158	15 - 35
0,6	273,08	27,308	51,614	0,6	48,386	8,78	0,1756	99,6734	0,5022	8 - 27
0,3	263,5	26,35	77,964	0,3	22,036	4,55	0,091	99,7644	0,3266	2 - 12
0,15	139,56	13,956	91,92	0,15	8,08	4,28	0,0856	99,85	0,2356	0 - 8
Sisa	80,8	8,08	-	Sisa		7,5	0,15	-	0,15	
Jumlah	1000	1	259,37	Jumlah		5000	1	681,0414		

Ayakan #4,8 :

$$Y = 38$$

$$Ya = 96,24$$

$$Yb = 15,01$$

$$a = 28,30 \%$$

$$b = 71,70 \%$$

Ayakan #0,6 :

$$\begin{array}{lcl}
 Y = & 17,5 & a = 35,50 \% \\
 Y_a = & 48,386 & b = 64,50 \% \\
 Y_b = & 0,5022 &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl}
 \text{arata} = & & \mathbf{31,90 \%} \\
 \text{brata} = & & \mathbf{68,10 \%}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl}
 \text{prosentase agregat halus} & = & \mathbf{32 \%} \\
 \text{prosentase agregat kasar} & = & \mathbf{68 \%}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl}
 \text{BJ SSD pasir alam} = & & 2,52 \\
 \text{BJ SSD batu pecah} = & & 2,68
 \end{array}$$

$$\text{BJ gabungan} = (0,32 \times 2,52) + (0,68 \times 2,68) = \mathbf{2,63}$$

3). Mencari faktor air semen (fas) :

Faktor air semen dicari dari tabel no.2 dan grafik II

Dari tabel 2 diperoleh : pada umur beton 28 hari diperkirakan kuat tekan beton : 450 kg/cm^2

Dari grafik II diperoleh fas : = $0,57$ f a s max. = $0,52$

diambil fas terkecil yaitu fas : = $0,52$

4). Menghitung Kadar semen :

Untuk memperkirakan jumlah air pengaduk di pakai tabel 3 terlampir :

$$\begin{array}{lcl}
 \text{Butir agregat maksimum} = & \mathbf{10} & \text{mm} \\
 \text{Nilai slump} = & 25 - 75 & \text{mm} \\
 \text{Jumlah air pengaduk} = & 205 - 230 & \text{liter}
 \end{array}$$

direvisi :

$$\frac{2}{3} \times 205 + \frac{1}{3} \times 230 = \mathbf{213,3333} \text{ liter/m}^3$$

$$\text{Kadar semen dihitung : air/ fas} = 410,2564 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Semen} = \text{air / fas} = 213,333 / 0,52 = 410,26 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ditetapkan jumlah semen max} = \mathbf{410,26} \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah air disesuaikan} = 0,52 * 410,26 = 213,33 \text{ kg/m}^3$$

Kadar semen minimum = 375 kg/m^3 (tabel-5)

Pilih kadar semen terbesar = $410,26 \text{ kg/m}^3$

5). Mencari berat beton segar

$$\text{BJ gabungan} = 2,63$$

$$\text{Air pengaduk} = 213,33$$

Besarnya berat beton segar dapat diperkirakan dengan bantuan grafik III didapat :

$$= 2350 \text{ kg/m}^3$$

Sehingga berat masing-masing agregat dapat dihitung sbb :

$$= 2.350,00 - 410,26 - 213,33 = 1.726,41 \text{ kg}$$

$$\text{Berat agregat halus : } \left(\frac{32}{100} \right) \times 1.726,41 = 550,7281 \text{ kg}$$

$$\text{Berat agregat kasar : } \left(\frac{68}{100} \right) \times 1.726,41 = 1175,682 \text{ kg}$$

6). Koreksi berat agregat terhadap kadar air dan penyerapan

Pada Agregat Halus (Pasir) :

$$\# \text{ Penyerapan air SSD (pasir)} = 2,25 \%$$

$$\# \text{ Kadar air di lapangan (pasir)} = 3,18 \%$$

$$\text{Koreksi : } 3,18 - 2,25 = 0,93 \% \text{ (kelebihan Air)}$$

$$\text{Berat pasir terkoreksi} = 550,7281 + \left(\frac{0,93}{100} \right) \times 550,7281 = 555,85 \text{ kg}$$

Pada Agregat kasar (batu) :

$$\# \text{ Penyerapan air SSD (batu)} = 1,25 \%$$

$$\# \text{ Kadar air di lapangan (batu)} = 0,65 \%$$

$$\text{Koreksi : } 0,65 - 1,25 = -0,60 \% \text{ (kekurangan Air)}$$

$$\text{Berat batu terkoreksi} = 1.175,68 + \left(\frac{-0,60}{100} \right) \times 1175,682 = 1.168,63 \text{ kg}$$

$$\text{Berat air terkoreksi} = 213,333 - \left(\frac{0,93}{100} \right) \times 550,7281 - \left(\frac{-0,60}{100} \right) \times 1175,682 = 215,27 \text{ kg}$$

Kebutuhan bahan untuk satu meter kubik beton (berat)

$$\begin{aligned} \text{air} &= 215,27 \text{ kg} &= 215 & \text{ kg} \\ \text{Semen} &= 410,26 \text{ kg} &= 410 & \text{ kg} \\ \text{Pasir} &= 555,85 \text{ kg} &= 556 & \text{ kg} \\ \text{Batu} &= 1.168,63 \text{ kg} &= 1169 & \text{ kg} \end{aligned}$$

Jadi perbandingan Berat :

Semen : Pasir : Kerikil =	1,00	:	1,35	:	2,85
---------------------------	-------------	---	-------------	---	-------------