

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian, analisis data dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan zeolit sebagai bahan pengganti semen tidak berpengaruh pada berat jenis beton. Berat jenis beton yang didapat sesuai variasi substitusi zeolit 0%, 10%, 15%, 20% dan 25% berturut-turut yaitu 1812,720 kg/m³, 1825,890 kg/m³, 1743,100 kg/m³, 1792,670 kg/m³ dan 179,7660 kg/m³.
2. Kuat tekan beton yang didapatkan berdasarkan kadar substitusi zeolit 0%, 10%, 15%, 20% dan 25% yaitu 11,231 MPa, 8,128 MPa, 9,826 MPa, 9,385 MPa, 7,174 MPa.
3. Nilai Modulus elastisitas beton yang diperoleh sesuai kadar substitusi zeolit 0%, 10%, 15%, 20% dan 25% berturut-turut 9882,130 MPa, 10052,980 MPa, 10642,539 MPa, 10555,283 MPa, 8578,917 MPa.
4. Dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat lentur balok beton berdasarkan kadar substitusi zeolit 0%, 10%, 15%, 20% dan 25% yaitu 2,97 MPa, 2,54 MPa, 2,61 MPa, 2,25 MPa, 2,52 MPa.

4.2 Saran

Untuk menindaklanjuti penelitian ini, diperlukan beberapa koreksi untuk dijadikan acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya agar lebih baik dan maksimal. Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Penggunaan agregat kasar ringan diharapkan menggunakan agregat dengan mutu yang baik.
2. Proses aktivasi zeolit diharapkan pada suhu diatas 315° C dan waktu lebih dari 3 jam.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan tambahanbahan kimia untuk menjaga workability campuran mengingat batua pung dan zeolite memiliki sifat daya serap air yang cukup tinggi.
4. Penelitian selanjutnya diharapkan umur beton yang direncanakan 56 hari karena zeolit mempunyai sifat mengingat lebih lama dan masih dapat mningkatkan kuat tekan diatas umur 24 hari.
5. Penelitian selanjutnya zeolite yang digunakan berasal dari daerah lain diharapkan memiliki kandungan silika yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Material. 1995. *Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04-02 : Concrete and Aggregates*. Philadelphia.
- Andriana, D., 2001, Studi Eksploratif Pengaruh Zeolit Halus Pada Sifat-Sifat Mekanis Beton Ringan, *Laporan Tugas Akhir Institut Teknologi Bandung*, Bandung.
- Asmono, A.H.W., 2015, Pengaruh Komposisi Batu Apung Dan Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanis Beton. *Laporan Tugas Akhir Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Febrianto, I, 2011, Tinjauan Kuat Lentur Dan Porositas Beton Dengan Zeolit Sebagai Bahan Tambah Dibanding Zeolit Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton. *Laporan Tugas Akhir Universitas Sebelas Maret Surakarta*, Surakarta
- Hidayat, A.N., 2012, Pengaruh Komposisi Agregat Kasar (Breksi Batu Apung Dan Batu Pecah) Terhadap Berat Jenis Dan Kuat Tekan. *Laporan Tugas Akhir Universitas Negeri Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Nugroho, A. Z, 2013, Efek Perbedaan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Breksi Batu Apung. *Laporan Tugas Akhir Universitas Negeri Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Nugroho, B.P., 2013, Tinjauan Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Balok Tanpa Tulangan Beton ringan Menggunakan Batu Apung Sebagai Agregat Kasar Dengan Bahan Tambah Kapur Dan Aluminium Pasta, *Laporan Tugas Akhir Universitas Muhamadiyah Surakarta*, Surakarta.
- Panitia Teknik Konstruksi dan Bangunan, 2002, *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan (SNI 03-03449-2002)*, Badan Standarnisasi Nasional.
- Panitia Teknik Konstruksi dan Bangunan, 2011, *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan (SNI 03-4431-2011)*, Badan Standarnisasi Nasional.
- Poerwadi, M.R., 2014, Pengaruh Penggunaan Mineral Lokal Zeolit Alam Terhadap Karakteristik *Self-Compacting Concrete (SCC)*, *Laporan Tugas Akhir Universitas Brawijaya*, Malang.
- Prasetyo, S., 2012, Efek Penambahan Campuran Serat Baja Dan Serat *Polyprorylene* Dengan Agregat Kasar Breksi Batu Apung Terhadap Kuat

Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Ringan, *Laporan Proyek Akhir Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.*

Putra, W.A.P., 2015, Perbedaan Kuat Tekan Dan Tegangan-Regangan Bata Beton Ringan Dengan Penambahan Mineral Alami Zeolit Alam Tertahan Saringan No. 80 (0,180 mm) Dan Tertahan Saringan No. 200 (0,075 mm), *Laporan Tugas Akhir Universitas Brawijaya, Malang.*

Riono, 2012, Pengaruh Variasi Penambahan *Filler* Zeolit Pada Kuat Lentur Balok Memadat Mandiri (*Self-Compacting Concrete*) Dengan *Viscocrete-10*, *Laporan Tugas Akhir Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.*

Setiawan, D.B., 2012, Pemanfaatan Beton Ringan Dengan Agregat *Pumice* Dengan Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Beton Biasa Untuk Struktr Bangunan, *Jurnal Ilmiah Politeknik Negeri Semarang* vol. 177, no. 2, pp 69-76.

Suyarsono, dan Husaini (1990), Tinjauan terhadap kegiatan Penelitian Karakteristik dan Pemanfaatan Zeolit Indonesia yang dilakukan PPTM periode 1980-1990.

Sutrisno, A., 2013, Analisis Variasi Kandungan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Agregat *Pumice*. *Laporan Tugas Akhir Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.*

Raka G.P., 2010, Beton Agregat Ringan Dengan Subtitusi Parsial Batu Apung Sebagai Agregat Kasar, *Laporan Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.*

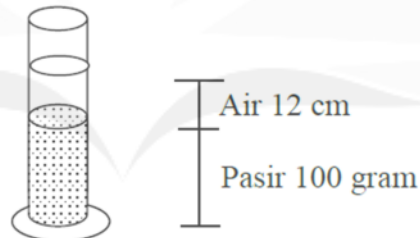
Tjokrodinuljo, 1996, *Teknologi Beton*, Bahan Ajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Univeritas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Widodo, Slamet., 2013, Kapasitas Geser *Interface* Antara Beton Ringan Berserat Sebagai *Stay-In Place Formwork* Dengan *Self-Compating Concrete Topping* Untuk Konstruksi elat Lantai, *Laporan Akhir Penelitian Disertasi Doktor Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.*

Xiaopeng, L., (2005), *Structural Lightweight with Pumice Agregate*, National University of Singapore: Master Thesis.

A.1 PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR

- I. Waktu Pemeriksaan: 5 November 2016
- II. Bahan
 - a Pasir kering tungku, Asal : Kali Progo, Berat: 100 gram
 - b Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
 - a Gelas ukur, ukuran: 250 cc
 - b Timbangan
 - c Tungku (*oven*), suhu dibuat antara 105^0 - 110^0 C
 - d Air tetap jernih setelah 8 kali pengocokan
 - e Pasir + piring masuk tungku tanggal 5 November 2015 jam 11.30 WIB
- IV. Sketsa



- V. Hasil

Setelah pasir keluar tungku tanggal 6 November 2015 jam 11.30 WIB

 - a Berat piring + pasir = 167,87 gram
 - b Berat piring kosong = 70,37 gram
 - c Berat pasir = 97,5 gram

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= \frac{\text{Berat pasir}}{\text{Berat piring + pasir}} \times 100\% \\ &= 2,5\% \end{aligned}$$

A.2 PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR

I. Waktu Pemeriksaan: 5 November 2015

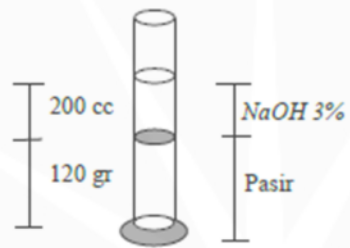
II. Bahan

- a Pasir kering tungku, Asal: Kali Progo, Volume: 120 gram
- b Larutan NaOH 3%

III. Alat

Gelas ukur, ukuran: 250cc

IV. Sketsa



V. Hasil

Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan warna *Gardner Standard Color* No. 8.

A.3 PEMERIKSAAN GRADASI BUTIR PASIR

I. Waktu Pemeriksaan: 5 November 2015

II. Bahan

Pasir kering tungku, Asal: Kali Progo

III. Alat

1 set ayakan dan vibrator

IV. Hasil

Lubang Ayakan (mm)	Berat Ayakan (gr)	Berat ayakan + pasir (gr)	Berat pasir tertahan (gr)	Sisa Ayakan (%)	Jumlah Sisa Ayakan (%)	Jumlah yang Melalui ayakan	Syarat ASTM
50	-	-	-	-	-	-	-
37,5	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-
12,5	-	-	-	-	-	-	-
9,5	545,8	545,8	0	0,000	0,000	100	100
4,75	413,46	414,91	1,45	0,290	0,290	99,710	95 - 100
2,36	477,21	481,32	4,11	0,822	1,112	98,888	80 - 100
1,18	324,56	402,1	77,54	15,508	16,620	83,380	50 - 85
0,6	403,86	567,78	163,92	32,784	49,404	50,596	25 - 60
0,3	293,21	443,88	150,67	30,134	79,538	20,462	20 - 30
0,15	225,27	311,09	85,82	17,164	96,702	3,298	2 - 10
0,075	338,4	351,11	12,71	2,542	99,244	0,756	-
0	139,87	143,65	3,78	0,756	100,00	0,000	-
Jumlah Pasir Yang Tertahan =			500	-	243,666	-	-

$$M_{hb} = \frac{\sum d}{100} = \frac{243,67}{100} = 2,437$$

A.4 PENGUJIAN BERAT JENIS PASIR

Bahan : Pasir
 Asal : Kali Progo
 Diperiksa : 5 November 2015

Keterangan	A	B	Rata-Rata
Berat pasir jenuh permukaan (V)	500	500	-
Berat Pasir Kering (A)	490,89	486,08	
$Bulk\ Specific\ Grafity = \frac{A}{V-W}$	2,838	2,746	2,792
$Bulk\ Specific\ Grafity\ SSD = \frac{500}{V-W}$	2,890	2,825	2,858
$Apparent\ Specific\ Grafity = \frac{A}{(V-W)-(500-A)}$	2,995	2,981	2,988
$Absopton = \frac{(500-A)}{A} \times 100\%$	1,86	2,86	2,360

A.5 PENGUJIAN BERAT JENIS BATU APUNG

Bahan : Batu Apung
 Asal : -
 Diperiksa : 9 November 2015

Nama Pemeriksaan	I	II
Berat Sampel Batu Apung (W)	14,81 gram	5,63 gram
Berat Cawan (A)	13,49 gram	1005,51 gram
Berat Cawan + Air Raksa (B)	363,11 gram	230,73 gram
Berat Air Raksa (B-A)	0,3496 kg	0,130 kg
Volume Batu Apung (V) = $\frac{B-A}{13600}$	$2,57 \times 10^{-5} \text{ m}^3$	$9,57 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
Berat Jenis Batu Apung = $\frac{W}{V}$	$576,1 \text{ kg/m}^3$	$587,789 \text{ kg/m}^3$
Berat Jenis Rata- Rata	0,581 gram/cm ³	

A.6 PEMERIKSAAN GRADASI BUTIR BATU APUNG

Bahan : Batu Apung

Asal : -

Diperiksa : 5 November 2015

Lubang Ayakan (mm)	Berat Ayakan (gr)	Berat ayakan + pasir (gr)	Berat pasir tertahan (gr)	Sisa Ayakan (%)	Jumlah Sisa Ayakan (%)	Jumlah yang Melalui ayakan (%)	Syarat ASTM
38,1	481,964	481,964	0	0,000	0,000	100	95-100
19,1	503,26	524,96	21,7	7,209	7,209	92,791	35-70
9,52	545,8	824,55	278,75	92,608	99,817	0,183	30-Okt
4,75	533,2	533,42	0,22	0,073	99,890	0,110	0-5
Pan	139,09	139,42	0,33	0,110	99,927	0,073	-
Total		-	301	-	306,844	-	-

B.1 BERAT JENIS BETON SILINDER

Pembuatan Benda Uji : 16 November 2015

Pengujian Benda Uji : 14 November 2015

Umur Benda Uji : 28 hari

Variasi Zeolit	Berat Benda Uji (kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Volume (cm ³)	Berat Volume (kg/m ³)
0%	9818	30,29	15,09	5416,16	1812,72
10%	10068	30,24	15,24	5514,03	1825,89
15%	9514	30,33	15,14	5458,10	1743,10
20%	9799	30,78	15,04	5466,14	1792,67
25%	9699	30,13	15,13	5416,14	1790,76

Perhitungan :

1. Beton Zeolit 0%

- Berat beton = 9818 gram
- Diameter silinder (d) = 15,09 cm
- Tinggi silinder (t) = 30,29 cm
- Berat Jenis Beton = $\frac{Berat}{Volume} = \frac{9818}{5,416} = 1812,72 \text{ kg/m}^3$

2. Beton Zeoli 10%

- Berat beton = 10068 gram
- Diameter silinder (d) = 15,24 cm
- Tinggi silinder (t) = 30,24 cm
- Berat Jenis Beton = $\frac{Berat}{Volume} = \frac{10068}{5,514} = 1825,89 \text{ kg/m}^3$

3. Beton Zeolit 15%

- Berat beton = 9514 gram
- Diameter silinder (d) = 15,04 cm
- Tinggi silinder (t) = 30,33 cm
- Berat Jenis Beton = $\frac{Berat}{Volume} = \frac{9514}{5,458} = 1743,10 \text{ kg/m}^3$

4. Beton Zeolit 20%

- Berat beton Variasi zeolit 0% = 9799 gram
- Diameter silinder (d) = 15,04 cm
- Tinggi silinder (t) = 30,78 cm
- Berat Jenis Beton = $\frac{Berat}{Volume} = \frac{9799}{5,466} = 1792,67 \text{ kg/m}^3$

5. Beton Zeolit 25%

- Berat beton = 9699 gram
- Diameter silinder (d) = 15,13 cm
- Tinggi silinder (t) = 30,13 cm
- Berat Jenis Beton = $\frac{Berat}{Volume} = \frac{9699}{5,416} = 1790,796 \text{ kg/m}^3$

B.2 PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Pembuatan Benda Uji : 16 November 2015

Pengujian Benda Uji : 14 November 2015

Umur Benda Uji : 28 hari

Variasi Zeolit		Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luasan (cm ²)	Kuat Tekan (Kgf)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
0%	A	30,29	15,09	178,83	20100	11,02	11,23
	B	30,30	15,04	177,57	21728	12	
	C	30,03	15,11	179,22	19500	10,67	
10%	A	30,34	15,07	178,20	13400	7,37	8,13
	B	30,24	15,24	182,32	16510	8,88	
15%	A	30,03	15,14	179,94	20000	10,90	9,83
	B	30,12	15,15	180,10	17300	9,42	
	C	30,33	15,14	179,94	16800	9,16	
20%	A	30,35	15,17	180,57	18300	9,94	9,38
	B	30,05	15,13	179,70	18400	10,04	
	C	30,78	15,04	177,57	14800	8,17	
25%	A	30,26	15,10	179,07	17000	9,31	7,17
	B	30,13	15,13	179,78	11800	6,44	
	C	30,55	15,07	178,28	10500	5,78	

Contoh Perhitungan :

1. Baton Variasi Zeolit 0% A

- Diameter silinder (d) = 15,09 cm
- Tinggi silinder (t) = 30,29 cm
- Beban Kuat Tekan = 20100 kgf
(1 kgf = 9,807 N)
- Kuat Tekan = $\frac{\text{Beban}}{\text{Luasan}} = \frac{20100 \times 9,807}{178,83 \times 100} = 11,03 \text{ MPa}$

2. Baton Variasi Zeolit 0% A

- Diameter silinder (d) = 15,09 cm
- Tinggi silinder (t) = 30,29 cm
- Beban Kuat Tekan = 20100 kgf
(1 kgf = 9,807 N)
- Kuat Tekan = $\frac{\text{Beban}}{\text{Luasan}} = \frac{20100 \times 9,807}{178,83 \times 100} = 11,03 \text{ MP}$

3. Baton Variasi Zeolit 10% A

- Diameter silinder (d) = 15,07 cm
- Tinggi silinder (t) = 30,34 cm
- Beban Kuat Tekan = 13400 kgf
(1 kgf = 9,807 N)
- Kuat Tekan = $\frac{\text{Beban}}{\text{Luasan}} = \frac{13400 \times 9,807}{178,2 \times 100} = 7,37 \text{ MPa}$

4. Baton Variasi Zeolit 15% A

- Diameter silinder (d) = 15,14 cm
- Tinggi silinder (t) = 30,03 cm
- Beban Kuat Tekan = 20000 kgf
(1 kgf = 9,807 N)
- Kuat Tekan = $\frac{\text{Beban}}{\text{Luasan}} = \frac{20000 \times 9,807}{179,94 \times 100} = 10,9 \text{ MPa}$

5. Baton Variasi Zeolit 25% A

- Diameter silinder (d) = 15,10 cm
- Tinggi silinder (t) = 30,26 cm
- Beban Kuat Tekan = 17000 kgf
(1 kgf = 9,807 N)
- Kuat Tekan = $\frac{\text{Beban}}{\text{Luasan}} = \frac{17000 \times 9,807}{179,07 \times 100} = 9,31 \text{ MPa}$

B2. PERHITUNGAN MODULUS ELASTIS BETON

Pembuatan Benda Uji : 16 November 2015

Pengujian Benda Uji : 14 November 2015

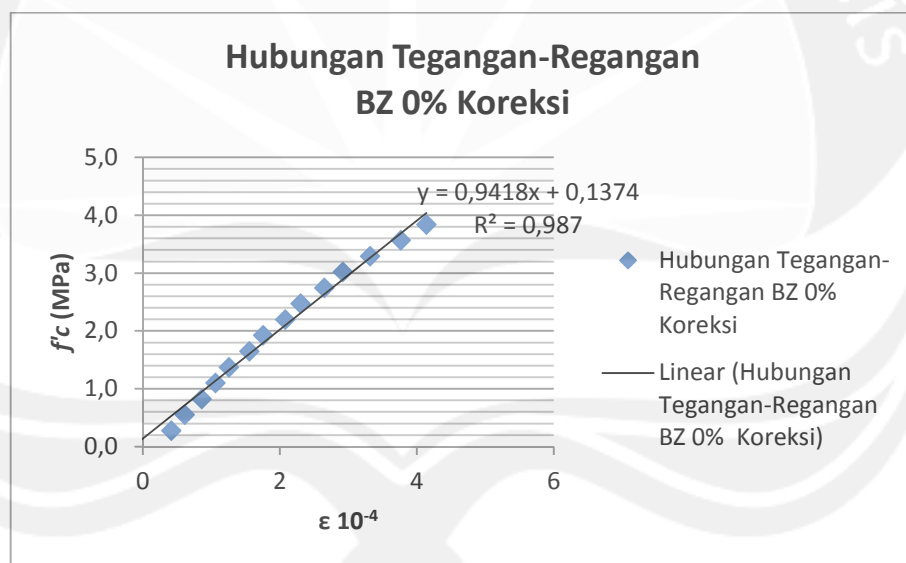
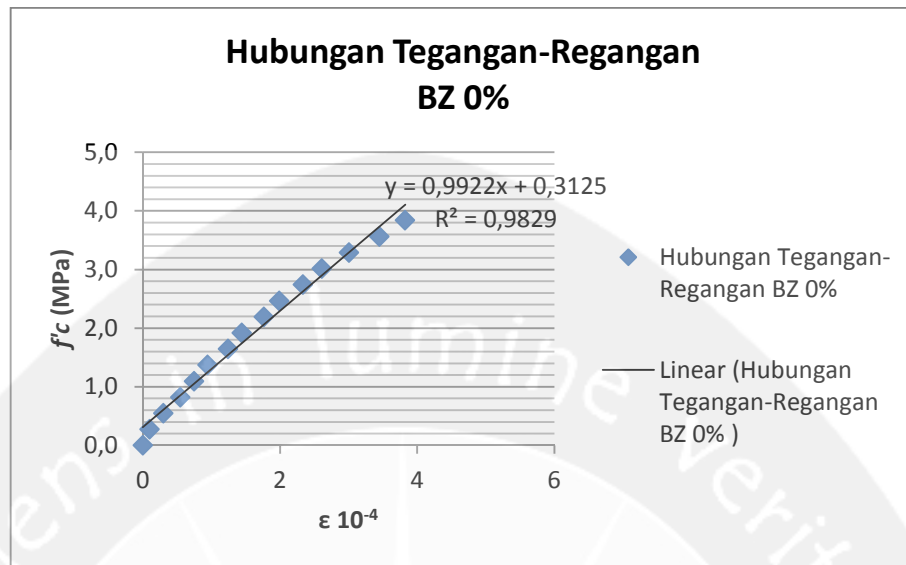
Umur Benda Uji : 28 hari

- **Beton BZ 0%**

Beban (kgf)	Δp (10^{-3})	$0,5 \Delta p$ (10^{-3})	W_c	Luasan (cm^2)	$f'c$ (MPa)	ϵ (10^{-4})	ϵ Koreksi (10^{-4})
500	4	2	1812,72	178,83	0,27	0,10	0,414
1000	12	6	1812,72	178,83	0,55	0,30	0,613
1500	22	11	1812,72	178,83	0,82	0,55	0,861
2000	30	15	1812,72	178,83	1,10	0,75	1,060
2500	38	19	1812,72	178,83	1,37	0,94	1,258
3000	50	25	1812,72	178,83	1,65	1,24	1,556
3500	58	29	1812,72	178,83	1,92	1,44	1,755
4000	71	35,5	1812,72	178,83	2,19	1,76	2,078
4500	80	40	1812,72	178,83	2,47	1,99	2,302
5000	94	47	1812,72	178,83	2,74	2,33	2,649
5500	105	52,5	1812,72	178,83	3,02	2,61	2,923
6000	121	60,5	1812,72	178,83	3,29	3,01	3,320
6500	139	69,5	1812,72	178,83	3,56	3,45	3,767
7000	154	77	1812,72	178,83	3,84	3,83	4,140

Perhitungan :

- $f'c$ max = 11,02 MPa
- 30% $f'c$ = 3,31 MPa
- P_0 = 201,3 mm
- W_c = 1812,72 kg/m³
- ϵ = 3,031 x 10⁻⁴
- $E_c = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Regangan}} = \frac{3,031}{2,782 \times 10^{-4}} = 9882,130 \text{ MPa}$
- $E_c = 0,043 \times (W_c)^{1,5} \times \sqrt{f'c} = 0,043 \times 1812,72^{1,5} \times \sqrt{11,02}$
- = 11016,83 MPa

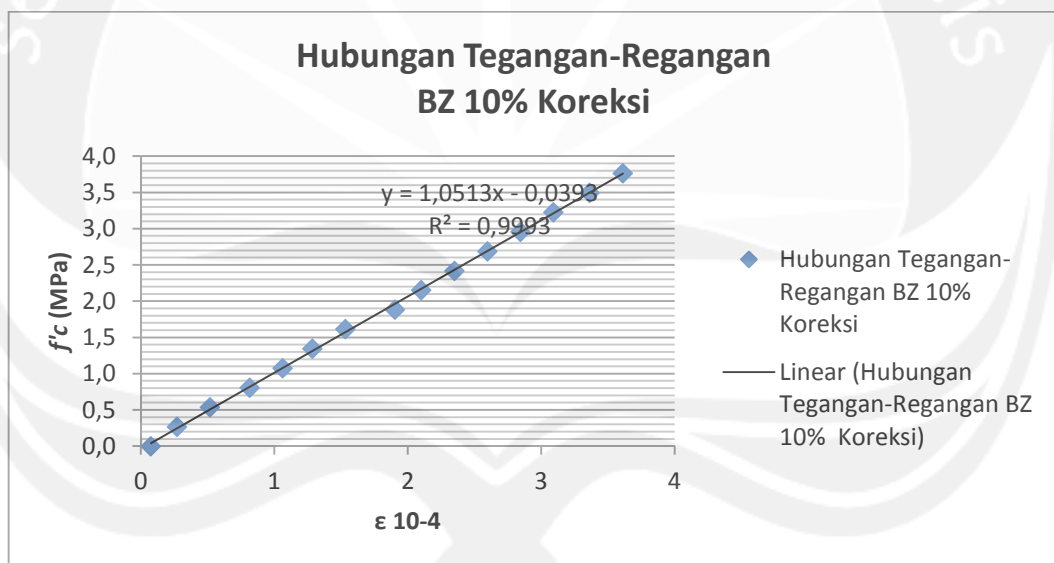
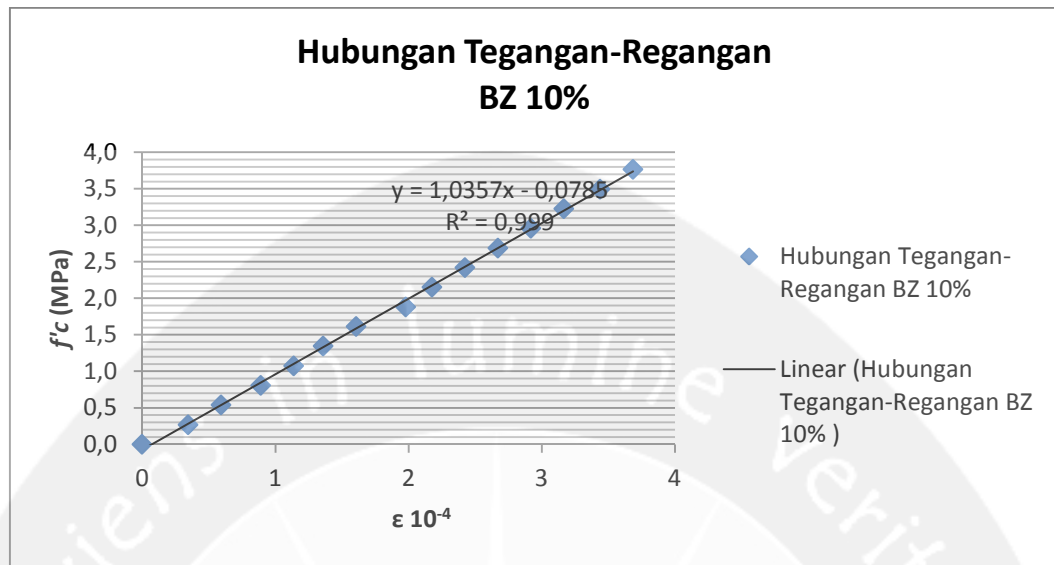


- **Beton BZ 10%**

Beban (kgf)	Δp (10^{-3})	$0,5 \Delta p$ (10^{-3})	W_c	Luasan (cm^2)	f'_c (MPa)	ε (10^{-4})	ε Koreksi (10^{-4})
500	14	7	1825,89	182,32	0,27	0,346	0,271
1000	24	12	1825,89	182,32	0,54	0,594	0,518
1500	36	18	1825,89	182,32	0,81	0,891	0,815
2000	46	23	1825,89	182,32	1,08	1,138	1,063
2500	55	27,5	1825,89	182,32	1,34	1,361	1,285
3000	65	32,5	1825,89	182,32	1,61	1,608	1,533
3500	80	40	1825,89	182,32	1,88	1,979	1,904
4000	88	44	1825,89	182,32	2,15	2,177	2,102
4500	98	49	1825,89	182,32	2,42	2,425	2,349
5000	108	54	1825,89	182,32	2,69	2,672	2,597
5500	118	59	1825,89	182,32	2,96	2,919	2,844
6000	128	64	1825,89	182,32	3,23	3,167	3,091
6500	139	69,5	1825,89	182,32	3,50	3,439	3,364
7000	149	74,5	1825,89	182,32	3,77	3,686	3,611

Perhitungan :

- f'_c max = 8,8 MPa
- $30\% f'_c$ = 2,64 MPa
- P_0 = 201,1 mm
- W_c = 1825,89 kg/m^3
- ε = $2,626 \times 10^{-4}$
- $E_c = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Regangan}} = \frac{2,64}{2,626 \times 10^{-4}} = 10052,980 \text{ MPa}$
- $E_c = 0,043 \times (W_c)^{1,5} \times \sqrt{f'_c} = 0,043 \times 1825,89^{1,5} \times \sqrt{8,8}$
= 9952,238 MPa

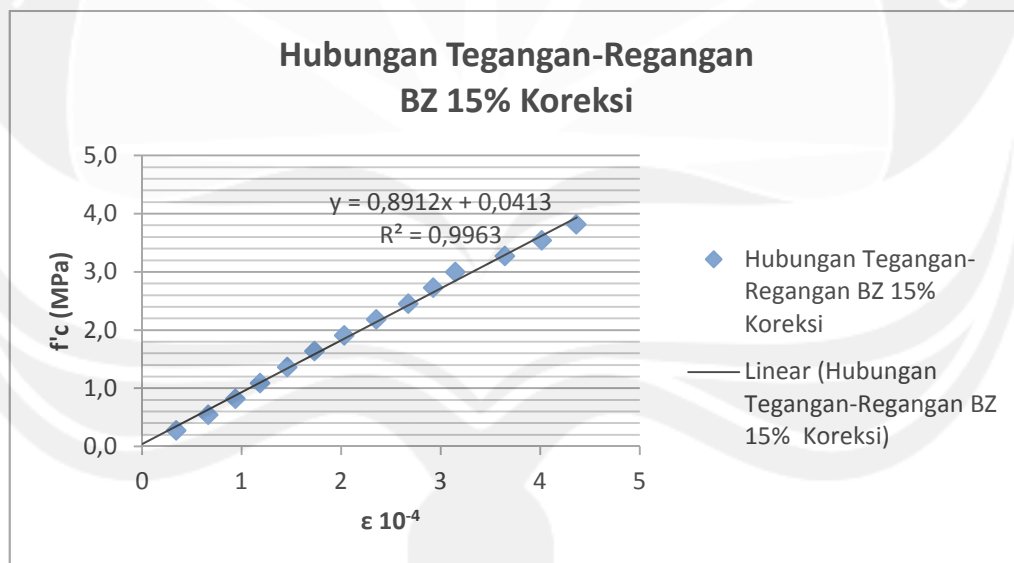
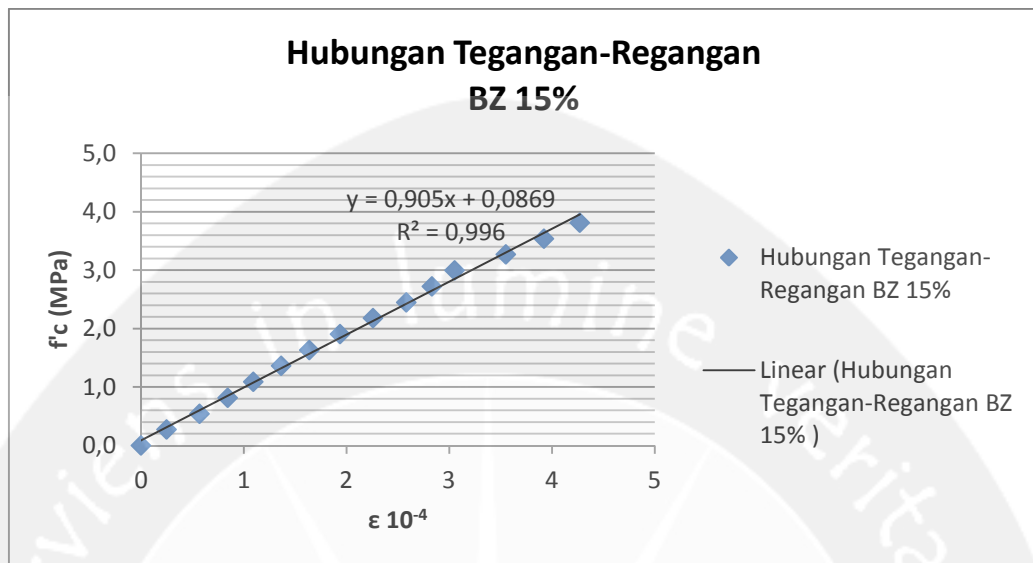


- **Beton BZ 15%**

Beban (kgf)	Δp (10^{-3})	$0,5 \Delta p$ (10^{-3})	W_c	Luasan (cm^2)	f'_c (MPa)	ϵ (10^{-4})	ϵ Koreksi (10^{-4})
500	13	6,5	1781,62	179,94	0,27	0,322	0,125
1000	28	14	1781,62	179,94	0,55	0,694	0,497
1500	38	19	1781,62	179,94	0,82	0,942	0,745
2000	52	26	1781,62	179,94	1,09	1,290	1,092
2500	65	32,5	1781,62	179,94	1,36	1,612	1,415
3000	79	39,5	1781,62	179,94	1,64	1,959	1,762
3500	96	48	1781,62	179,94	1,91	2,381	2,184
4000	117	58,5	1781,62	179,94	2,18	2,902	2,704
4500	129	64,5	1781,62	179,94	2,45	3,199	3,002
5000	147	73,5	1781,62	179,94	2,73	3,646	3,448
5500	166	83	1781,62	179,94	3,00	4,117	3,920
6000	183	91,5	1781,62	179,94	3,27	4,539	4,341
6500	200	100	1781,62	179,94	3,54	4,960	4,763
7000	217	108,5	1781,62	179,94	3,82	5,382	5,185

Perhitungan :

- $f'_c \text{ max} = 9,16 \text{ MPa}$
- $30\% f'_c = 2,748 \text{ MPa}$
- $P_0 = 201,3 \text{ mm}$
- $W_c = 1743,10 \text{ kg/m}^3$
- $\epsilon = 3,073 \times 10^{-4}$
- $E_c = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Regangan}} = \frac{2,748}{3,073 \times 10^{-4}} = 10642,539 \text{ MPa}$
- $E_c = 0,043 \times (W_c)^{1,5} \times \sqrt{f'_c} = 0,043 \times 1824,87^{1,5} \times \sqrt{9,42} = 10675,865 \text{ MPa}$

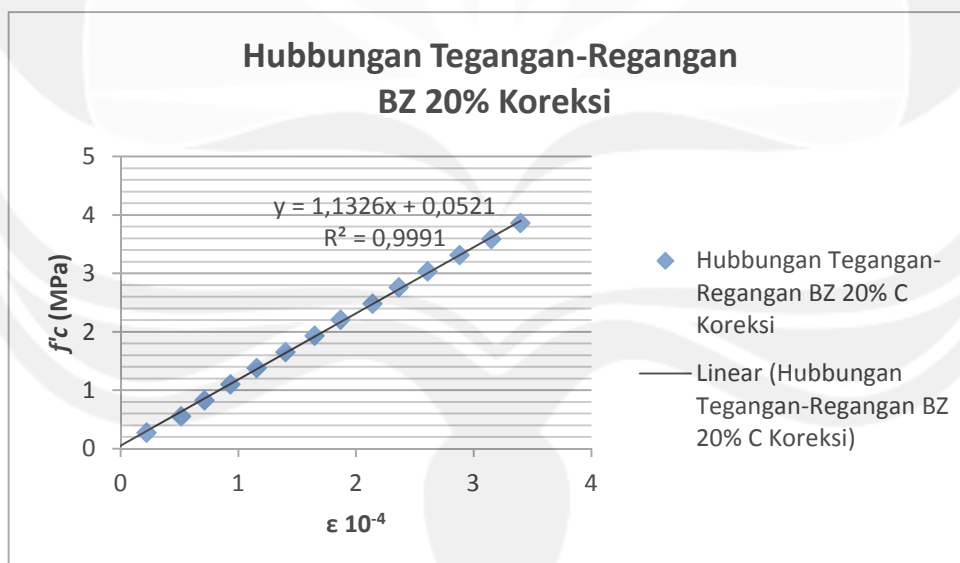
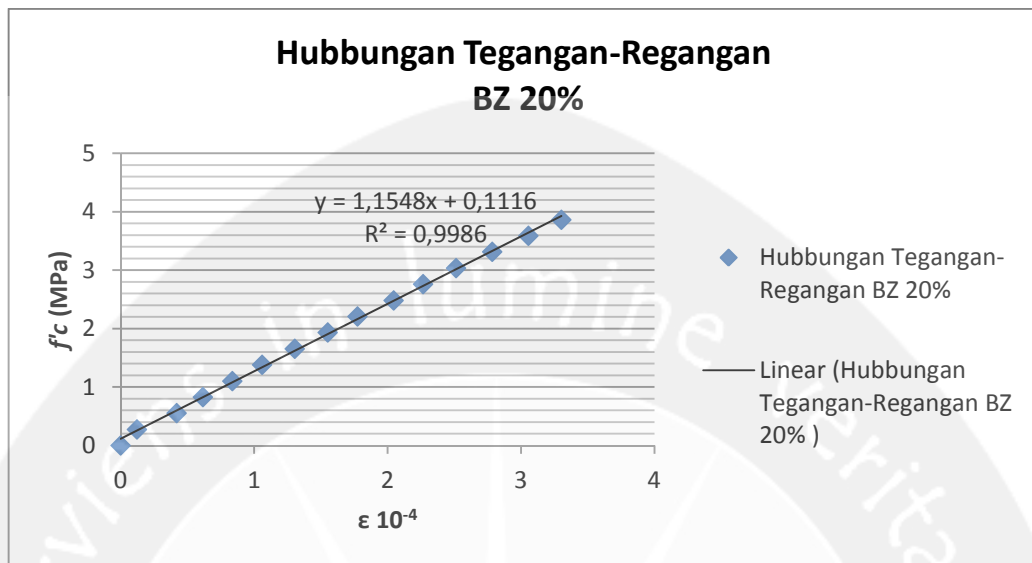


- **Beton BZ 20%**

Beban (kgf)	Δp (10^{-3})	$0,5 \Delta p$ (10^{-3})	W_c	Luasan (cm^2)	$f'c$ (MPa)	ϵ (10^{-4})	ϵ Koreksi (10^{-4})
500	14	7	1814,47	179,70	0,27	0,346	0,271
1000	24	12	1814,47	179,70	0,55	0,594	0,519
1500	36	18	1814,47	179,70	0,82	0,891	0,815
2000	46	23	1814,47	179,70	1,09	1,138	1,063
2500	55	27,5	1814,47	179,70	1,36	1,361	1,285
3000	65	32,5	1814,47	179,70	1,64	1,608	1,533
3500	80	40	1814,47	179,70	1,91	1,979	1,904
4000	88	44	1814,47	179,70	2,18	2,177	2,102
4500	98	49	1814,47	179,70	2,46	2,425	2,349
5000	108	54	1814,47	179,70	2,73	2,672	2,597
5500	118	59	1814,47	179,70	3,00	2,919	2,844
6000	128	64	1814,47	179,70	3,27	3,167	3,092
6500	139	69,5	1814,47	179,70	3,55	3,439	3,364
7000	149	74,5	1814,47	179,70	3,82	3,686	3,611

Perhitungan :

- $f'c$ max = 8,17 MPa
- 30% $f'c$ = 2,452 MPa
- P_0 = 202,8 mm
- W_c = 1792,67 kg/m³
- ϵ = 2,854 x 10⁻⁴
- $E_c = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Regangan}} = \frac{2,452}{2,854 \times 10^{-4}} = 10555,2835 \text{MPa}$
- $E_c = 0,043 \times (W_c)^{1,5} \times \sqrt{f'c} = 0,043 \times 1792,67^{1,5} \times \sqrt{8,17} = 10530,749 \text{MPa}$

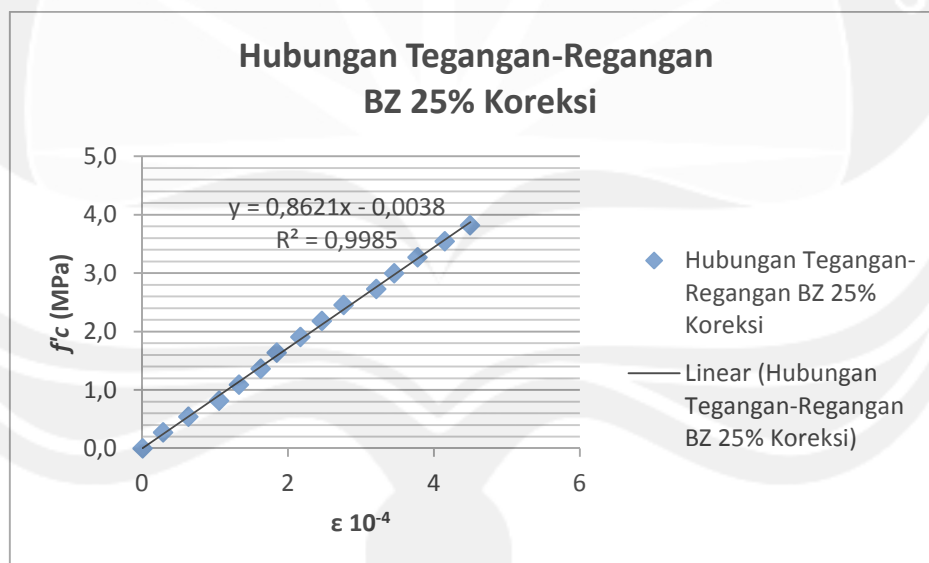
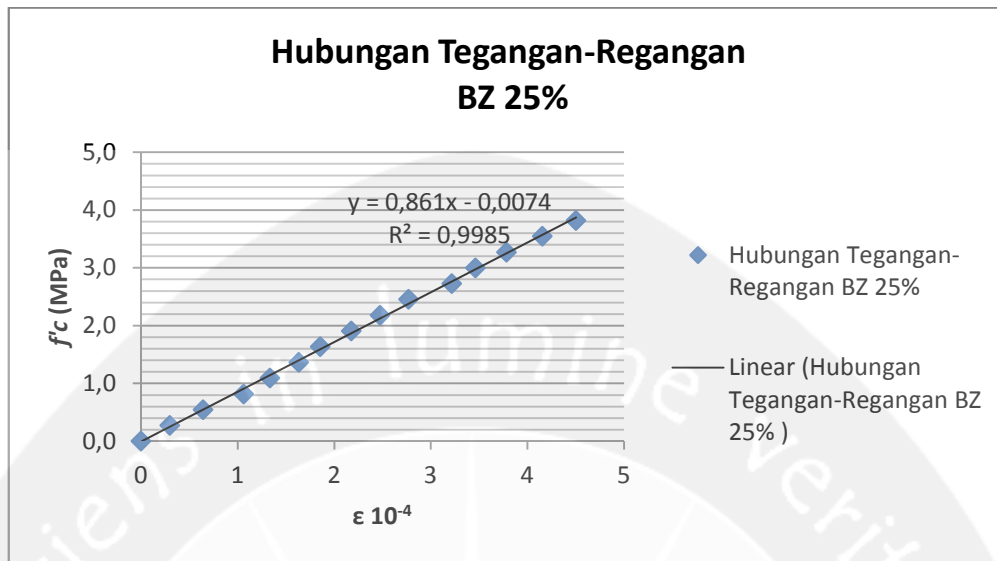


- **Beton BZ 25%**

Beban (kgf)	Δp (10^{-3})	$0,5 \Delta p$ (10^{-3})	W_c	Luasan (cm^2)	$f'c$ (MPa)	ϵ (10^{-4})	ϵ Koreksi (10^{-4})
500	12	6	1790,76	179,78	0,27	0,297	0,289
1000	26	13	1790,76	179,78	0,55	0,644	0,635
1500	43	21,5	1790,76	179,78	0,82	1,064	1,056
2000	54	27	1790,76	179,78	1,09	1,337	1,329
2500	66	33	1790,76	179,78	1,36	1,634	1,626
3000	75	37,5	1790,76	179,78	1,64	1,856	1,848
3500	88	44	1790,76	179,78	1,91	2,178	2,170
4000	100	50	1790,76	179,78	2,18	2,475	2,467
4500	112	56	1790,76	179,78	2,45	2,772	2,764
5000	130	65	1790,76	179,78	2,73	3,218	3,210
5500	140	70	1790,76	179,78	3,00	3,465	3,457
6000	153	76,5	1790,76	179,78	3,27	3,787	3,779
6500	168	84	1790,76	179,78	3,55	4,158	4,150
7000	182	91	1790,76	179,78	3,82	4,505	4,497

Perhitungan :

- $f'c$ max = 6,44 MPa
- 30% $f'c$ = 1,932 MPa
- P_0 = 202 mm
- W_c = 1790,76 kg/m³
- ϵ = 2,252 x 10⁻⁴
- $E_c = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Regangan}} = \frac{1,932}{2,252 \times 10^{-4}} = 8578,917 \text{ MPa}$
- $E_c = 0,043 \times (W_c)^{1,5} \times \sqrt{f'c} = 0,043 \times 1820,06^{1,5} \times \sqrt{9,31}$
= 8269,2653 MPa



B.3 PENGUJIAN KUAT LENTUR BALOK

Variasi		Beban Maksimum (kgf)	Beban Maksimum (KN)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)
0%	A	400	3,92	1,77	2,97
	B	930,00	9,12	4,10	
	C	690	6,77	3,05	
10%	A	555	5,44	2,45	2,54
	B	615	6,03	2,71	
	C	560	5,49	2,47	
15%	A	560	5,49	2,47	2,61
	B	585	5,74	2,58	
	C	630	6,18	2,78	
20%	A	520	5,10	2,29	2,25
	B	530	5,20	2,34	
	C	480	4,71	2,12	
25%	A	590	5,79	2,60	2,52
	B	640	6,28	2,82	
	C	480	4,71	2,12	

Contoh Hitungan :

1. Balok dengan variasi zeolit 0% A

$$\text{Beban maksimum} = 3920 \text{ N}$$

$$\text{Panjang balok} = 45 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar balok} = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi balok} = 10 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Lentur} &= \frac{\text{Beban} \times \text{Panjang}}{\text{Tinggi} \times \text{Lebar}^2} = \frac{3920 \times 450}{100 \times 100^2} \\ &= 1,77 \text{ MPa} \end{aligned}$$

2. Balok dengan variasi zeolit 10% A

$$\text{Beban maksimum} = 9120 \text{ N}$$

$$\text{Panjang balok} = 45 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar balok} = 10 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi balok} &= 10 \text{ cm} \\ \text{Kuat Lentur} &= \frac{\text{Beban} \times \text{Panjang}}{\text{Tinggi} \times \text{Lebar}^2} = \frac{9120 \times 450}{100 \times 100^2} \\ &= 2,45 \text{ MPa} \end{aligned}$$

3. Balok dengan variasi zeolit 15% A

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimum} &= 5490 \text{ N} \\ \text{Panjang balok} &= 45 \text{ cm} \\ \text{Lebar balok} &= 10 \text{ cm} \\ \text{Tinggi balok} &= 10 \text{ cm} \\ \text{Kuat Lentur} &= \frac{\text{Beban} \times \text{Panjang}}{\text{Tinggi} \times \text{Lebar}^2} = \frac{5490 \times 450}{100 \times 100^2} \\ &= 2,47 \text{ MPa} \end{aligned}$$

4. Balok dengan variasi zeolit 20% A

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimum} &= 5100 \text{ N} \\ \text{Panjang balok} &= 45 \text{ cm} \\ \text{Lebar balok} &= 10 \text{ cm} \\ \text{Tinggi balok} &= 10 \text{ cm} \\ \text{Kuat Lentur} &= \frac{\text{Beban} \times \text{Panjang}}{\text{Tinggi} \times \text{Lebar}^2} = \frac{5100 \times 450}{100 \times 100^2} \\ &= 2,29 \text{ MPa} \end{aligned}$$

5. Balok dengan variasi zeolit 25% A

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimum} &= 5790 \text{ KN} \\ \text{Panjang balok} &= 45 \text{ cm} \\ \text{Lebar balok} &= 10 \text{ cm} \\ \text{Tinggi balok} &= 10 \text{ cm} \\ \text{Kuat Lentur} &= \frac{\text{Beban} \times \text{Panjang}}{\text{Tinggi} \times \text{Lebar}^2} = \frac{5790 \times 450}{100 \times 100^2} \\ &= 2,6 \text{ MPa} \end{aligned}$$

C. CARA PERHITUNGAN *MIX DESIGN*
(SNI 03-3449-2002)

Diketahui :

$$\text{Bj batu apung} = 0,58 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Faktor air semen (FAS)} = 0.4$$

$$\text{Deviasi Standar (S)} = 65 \text{ kg/cm}^2$$

1. Menentukan kuat tekan yang ditargetkan

$$(f'c_B) = 1500 \text{ kg/cm}^2 = 15 \text{ MPa}$$

2. Menentukan nilai tambah /Margin

$$\begin{aligned} (M) &= K \times S \\ &= 1,64 \times 65 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 107 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 10,7 \text{ MPa} \end{aligned}$$

dengan :

M = nilai tambah

K = tetapan statistik (1,64)

S = deviasi standar (65 kg/cm^2)

3. Menentukan kuat tekan beton ringan yang ditargetkan ($f'c_{BR}$) menurut SNI 03-3449-2002 Pasal 7.1.3 adalah

$$\begin{aligned} (f'c_{BR}) &= (f'c_B) + (M) \\ &= 15 \text{ MPa} + 10,7 \text{ MPa} \\ &= 25,7 \text{ MPa} \end{aligned}$$

4. Menentukan fraksi agregat kasar (nf) dengan cara *trial and error* terhadap perhitungan kadar campuran agar mendekati kadar proporsional. Hasil yang didapat yaitu :

$$\text{Nf} = 0,5 \text{ (nf maksimum)}$$

5. Menentukan nilai faktor air semen (Fas)

Untuk mendapatkan f_{sp} , maka digunakan grafik hubungan antara kuat tekan adukan (f'_{cm}) dengan f_{sp} (Gambar 7 SNI 03-3449-2002). Dari grafik tersebut diperoleh nilai f_{sp} adalah 0,4 sehingga susunan campuran adukan dapat diperoleh dari tabel pada (Gambar 7 SNI 03-3449-2002).

6. Melakukan susunan campuran adukan

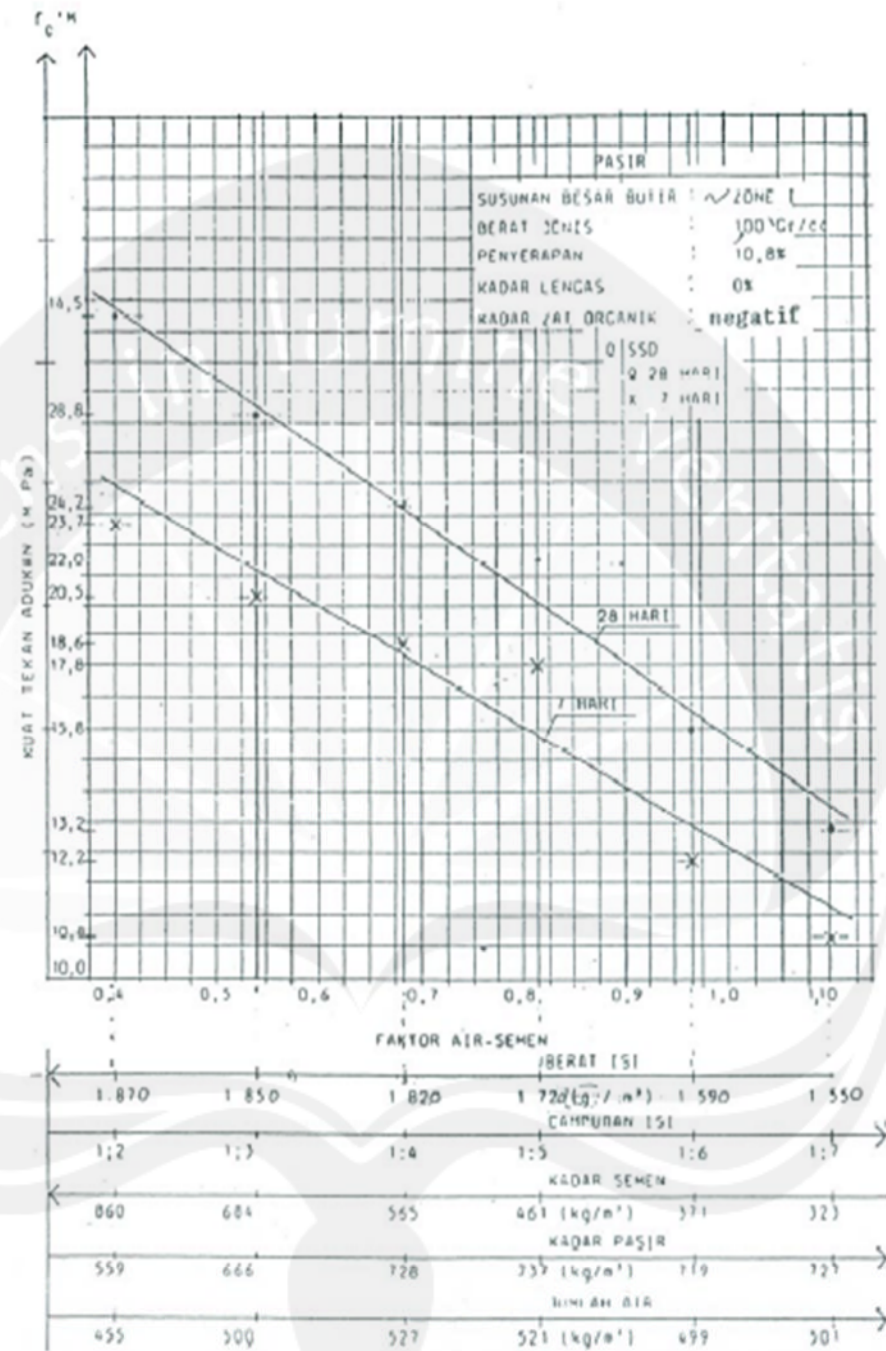
Berdasarkan nilai f_{sp} yang didapatkan dari grafik sebelumnya, maka didapatkan susunan campuran adukan beton ringan sebagai berikut :

$$\text{Semen} = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Air} = 455 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir} = 1500 \text{ kg/m}^3$$

Harga ini digunakan untuk menghitung susunan campuran beton berdasarkan grafik dibawah ini



7. Menghitung susunan campuran beton per m³

Oleh karena telah ditetapkan pada perhitungan sebelumnya bahwa fraksi agregat kasar yang digunakan adalah 0,35, maka volume adukannya pun

harus 0,35. Dengan demikian susunan susunan campuran beton per m³ adalah sebagai berikut:

Semen	= (1-nf) x 800	= 400 kg/m ³
Air	= (1-nf) x 455	= 227,5 kg/m ³
Pasir	= (1-nf) x 1500	= 750 kg/m ³
Agregat kasar	= ρA x nf x 1000	= 290kg/m ³
Total		= 1667,5 kg/m ³

8. Menghitung volume silinder dan balok

$$\begin{aligned}
 V_s &= \frac{1}{4} \pi d^2 t \\
 &= \frac{1}{4} \pi 0,15^2 \cdot 0,30 \\
 &= 0,0053036 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_b &= p \times l \times t \\
 &= 50 \times 10 \times 10 \\
 &= 0,005 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

9. Susunan Campuran beton setelah dikali volume cetakan silinder dan balok

Safety factor (sf) = 1,3

- Silinder

Semen	= 400 kg/m ³ x 0,0053036 x 1,3	= 2,76 kg
Air	= 227,5 kg/m ³ x 0,0053036 x 1,3	= 1,57 kg
Pasir	= 750 kg/m ³ x 0,0053036 x 1,3	= 5,17 kg
Agregat kasar	= 290kg/m ³ x 0,0053036 x 1,3	= 2,00 kg

- Balok

Semen	= 400 kg/m ³ x 0,00500 x 1,3	= 2,6 kg
Air	= 227,5 kg/m ³ x 0,00500 x 1,3	= 1,148 kg
Pasir	= 750 kg/m ³ x 0,00500 x 1,3	= 4,88kg
Agregat kasar	= 290kg/m ³ x 0,00500 x 1,3	= 1,89kg

Proporsi susunan campuran beton ringan dengan varian zeolit (tiap varian terdiri dari 3 silinder dan 3 balok).

Kadar Zeolit	Batu Apung (Kg)	Pasir (Kg)	Semen (Kg)	Zeolit (Kg)	Air (Kg)
0%	11,65	30,12	16,07	0,00	9,14
10%	11,65	30,12	14,56	1,51	9,14
15%	11,65	30,12	13,81	2,26	9,14
20%	11,65	30,12	13,05	3,01	9,14
25%	11,65	30,12	12,30	3,77	9,14

D. DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar 1. Pengujian Kandungan Zat Organik pada Pasir



Gambar2. Analisis Gradasi Butir Pasir



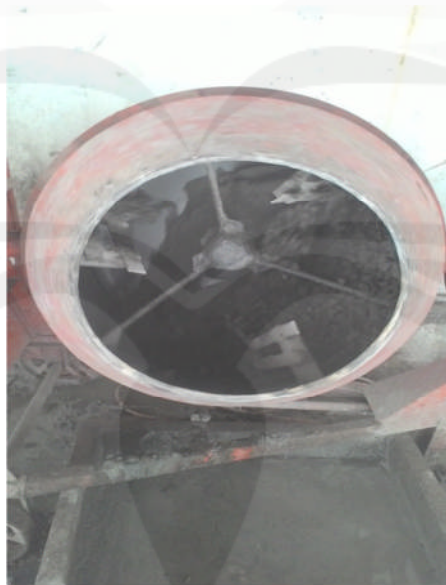
Gambar 3. Pengujian Berat Jenis Pasir



Gambar 4. Contoh Batu Apung untuk Analisis Saringan



Gambar 5. Pembakaran Zeolit



Gambar 5. Proses Pencampuran Material Beton



Gambar 7. Proses Pembuatan Benda Uji



Gambar 8. Pengujian Kuat Tekan Beton



Gambar 8. Prngujian Kuat Lentur Beton



Gambar 9. Patahan Hasil Pengujian Kuat Lentur



Gambar 10. Benda Uji setelah Proses Pengujian