

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan Abu sekam padi yang tidak melalui proses pembakaran dengan suhu 500 °C – 700 °C menghasilkan kuat tekan beton dibawah kuat tekan beton geopolimer yang tanpa menggunakan abu terbang.
2. Penambahan *plasticizer* sikamen NN membuat kuat tekan beton geopolimer menurun sebesar 60% - 70 %.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh nilai kuat tekan geopolimer menggunakan *plasticizer* rata-rata pada 28 hari dengan perbandingan komposisi dalam beton 100:0, 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, 75:25 berturut-turut adalah 9,71 MPa, 1,69 MPa, 4,38 MPa, 4,73 MPa, 1,21 MPa, 3,37 MPa Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, tekan geopolimer tanpa menggunakan *plasticizer* rata-rata pada 28 hari dengan perbandingan komposisi dalam beton 100:0, 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, 75:25 berturut-turut adalah adalah 17,44 MPa, 3,57 MPa, 6,94 MPa, 7,09 MPa, 3,05 MPa, 2,96 MPa.
4. Kuat tekan beton maksimum terjadi pada beton geopolimer dengan komposisi tanpa penambahan abu sekam padi

6.1. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat diberikan saran yang diharapkan dapat bermanfaat. Saran yang dapat diberikan sebagai berikut.

1. Untuk penggunaan abu sekam padi pada beton geopolimer diharuskan abu sekam padi tersebut melewati proses pembakaran dengan suhu 500 °C – 700 °C.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dicoba menggunakan bahan tambah non kimia pada komposisi beton geopolimer.
3. Perlu penelitian lanjut beton geopolimer menggunakan bahan dengan komposisi silika dan alumina yang tinggi serta adanya kandungan kapur yang tinggi
4. Perlunya analisis pada reaksi kimia yang terjadi pada beton geopolimer dengan penambahan *plasticizer* sikamen NN.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM Committee C90. ASTM C618, *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan For Use in Concrete*. ASTM International, 2002
- Davidovits, 2005, *Green Chemistry and Sustainable Development Solutions*, Perancis: Geopolymer Institute.
- Dipohusodo, 1996, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Ekaputri, J.J dan Triwulan (2011). Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash, Trass dan Lumpur Sidoarjo. *Journal of Civil Engineering* vol.31 no.2. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Garcia-Loreido, I., Palomo, A. & Fernandez-Jimenez, A. Alkali-aggregate reaction in activated fly ash systems. *Cement & Concrete Research*. 2007. 37: 175-183.
- Houston. 1972, Rice Hulls, p. 301-52. In: *Rice Chemistry and Technology American Association of Cereal Chemists, inc.*, St Paul, MN.
- Lisantono, Gladies , 2009, Pengaruh Penggunaan Plasticizer pada Self Compacting Geopolymer Concrete dengan atau Tanpa Penambahan Kapur Padam. *Media Teknik Sipil*, Vol. IX, No.2, Hal 76 – 83
- Malhotra. 1999. *Making Concrete 'Greener' with Fly Ash*. *ACI Concrete International*, 21 , pp. 61-66
- Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*, penerbit Andi, Yogyakarta.
- Olivia, dkk . 2008. *Water Penetrability of Low Calcium Fly Ash Ash Geopolymer Concrete*. *International Conference On Construction and Building Technology* : Australia.
- Palomo, M.W. Grutzeck, dan M.T. Blanco. 1999. "*Alkali-Activated Fly Ash Cement for Future*". *Cement and Concrete Research*, 29(8); pp.1323-1329.
- Priyosulistyo, dkk, 1999, *Pemanfaatan limbah abu sekam padi untuk meningkatkan mutu beton*, laporan penelitian hibah bersaing VI/2 perguruan tinggi

- Pugar Septia. 2011. *Studi Literatur Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Rasio NaOH:Na₂SiO₃, Rasio Air/Prekursor, Suhu Curing, dan Jenis Prekursor Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer.*
- Simatupang dkk., 2011, Karakterisasi Mineral pada Pasta Geopolimer Berbahan Dasar Abu Batubara Kelas F dan Kelas C, Jurnal SEMINAR NASIONAL – 1 BMPTTSSI - KonTekS 5, hal M-35.
- SNI 06-6867-2002, 2002, *Spesifikasi Abu terbang Sebagai Bahan Tambah Untuk Campuran Beton*, Badan Standarisasi Nasional.
- Tjokrodimuljo, 2007, *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta
- Triwulan, dkk, 2007, Analisa Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan *fly ash* dan Lumpur Porong Kering sebagai Pengisi, *TORSI Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil*, 27(3),hal. 33-46
- Troxell and Davis (1956). *Composition and properties of concrete*, Mc Graw Hill, New York
- Van Chanh., dkk . 2008. *Recent Research Geopolymer Concrete*. The 3rd ACF International Conference- ACF/VCA Faculty of Civil Engineering University of technology HCM City : Vietnam.



A. PENGUJIAN BAHAN

A.1. PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Clereng
Diperiksa : 7 April 2014

DAFTAR AYAKAN

No. saringan	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	Berat Tertahan (gram)	Σ berat tertahan (gram)	persentase berat tertahan (%)	persentase lolos (%)
3/4"	553	553	0	0	0	100
1/2"	459	461	2	2	0.2	99.8
3/8"	450	455	5	7	0.7	99.3
4	414	430	16	23	2.3	97.7
8	326	364	38	61	6.1	93.9
30	295	616	321	382	38.2	61.8
50	294	673	379	761	76.1	23.9
100	283	511	228	989	98.9	1.1
200	338	346	8	997	99.7	0.3
pan	378	381	3	1000	100	0
total			1000		322.2	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{322,2}{100} = 3,222$$

Kesimpulan : MHB pasir $1,5 \leq 3,222 \leq 3,8$, syarat terpenuhi (OK).



A.2. PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN AGREGAT KASAR

Bahan : Krikil (*split*)

Asal : Clereng

Diperiksa : 7 April 2014

DAFTAR AYAKAN

No. saringan	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	Berat Tertahan (gram)	Σ berat tertahan (gram)	persentase berat tertahan (%)	persentase lolos (%)
3/4"	558	558	0	0	0	100
1/2"	460	513	53	53	5.3	94.7
3/8"	476	890	414	467	46.7	53.3
4	416	927	511	978	97.8	2.2
8	328	336	8	986	98.6	1.4
30	292	296	4	990	99	1
50	292	294	2	992	99.2	0.8
100	286	289	3	995	99.5	0.5
200	338	341	3	998	99.8	0.2
pan	378	380	2	1000	100	0
total			1000		645.9	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{645,9}{100} = 6,459$$

Kesimpulan : MHB *split* $5 \leq 6,459 \leq 8$, syarat terpenuhi (OK).



A.3. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Clereng
Diperiksa : 8 April 2014

No.	Keterangan	Hasil
A	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD- 500)	500 gram
B	Berat contoh kering	488 gram
C	Berat labu + air, temperature 25 °C	717 gram
D	Berat labu + contoh (SSD) + air, temperatur 25 °C	1027
E	Berat jenis BULK= $\frac{A}{(C + 500 - D)}$	2,6316
F	BJ. Jenuh kering permukaan (SSD) = $\frac{B}{(C + 500 - D)}$	2,5684
G	Berat jenis semu (apparent) = $\frac{B}{(C + B - D)}$	2,7416
H	Penyerapan (Absorption) = $\frac{500 - B}{B} \times 100\%$	2,4590%



A.4. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

Bahan : Krikil (*split*)

Asal : Clereng

Diperiksa : 8 April 2014

No.	Keterangan	Hasil
A	Berat contoh kering	924 gram
B	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD)	965 gram
C	Berat contoh dalam air	592 gram
D	Berat jenis <i>bulk</i> = $\frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,477
E	BJ jenuh kering permukaan (SSD) = $\frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,587
F	Berat jenis semu (<i>apparent</i>) = $\frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,783
G	Penyerapan (<i>absorption</i>) = $\frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	4,37%
H	Berat jenis agregat kasar = $\frac{(D) + (F)}{(2)}$	2,65



A.5. PEMERIKSAAN KADAR AIR DALAM PASIR

Bahan : Pasir

Asal : Clereng

Diperiksa : 8 April 2014

No.	Pemeriksaan	H1	H2
1	berat pasir basah	63,218	64,336
2	berat pasir kering	62,117	63,432
3	Berat air = (1)-(2)	1,101	904
4	kadar air(w) = (3)/(2)X100%	1.7725	1.4251
Rata-rata		1.5988	



A.6. PEMERIKSAAN KADAR AIR DALAM AGREGAT KASAR

Bahan : Krikil (*split*)

Asal : Clereng

Diperiksa : 8 April 2014

No.	Pemeriksaan	H1	H2
1	berat pasir basah	72,336	74,873
2	berat pasir kering	71,459	73,971
3	Berat air = (1)-(2)	877	902
4	kadar air(w) = (3)/(2)X100%	1.2273	1.2194
Rata-rata		1.2233	



A.7. PEMERIKSAAN LOS ANGELES ABRASION TEST

Bahan : Krikil (*split*)

Asal : Clereng

Diperiksa : 7 April 2014

Gradasi Saringan		Nomor Contoh
		I
<i>Lolos</i>	<i>Tertahan</i>	<i>Berat Masing-Masing Agregat</i>
$\frac{3}{8}$ "	4	2500 gram
4	8	2500 gram

Keterangan	Hasil
Berat sebelumnya (A)	5000 gram
Berat sesudah diayak saringan No. 12 (B)	3291 gram
Berat sesudah = (A)-(B)	1709 gram
$Keausan = \frac{(A)-(B)}{(A)} \times 100\%$	34,18%
Keausan Rata-rata	34,18%



A.8. PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

- I. Waktu pemeriksaan : 9 April 2014
- II. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, asal : Clereng, 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 antara 105-110°C
 - d. Pasir + piring masuk tungku tanggal 9 April 2014 jam 11.20 WIB
- IV. Hasil
Pasir + piring keluar tungku tanggal 10 April 2014 jam 11.15 WIB
 - a. Berat pasir = 99,56 gram
$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{100 - 99,56}{100} \times 100\% = 0,44 \%$$

Kesimpulan : Kandungan lumpur 0,3 % < 5%, syarat terpenuhi (OK)



A.9. PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM AGREGAT KASAR

- I. Waktu pemeriksaan : 9 April 2014
- II. Bahan
 - a. Krikil kering tungku, asal : Clereng, berat : 100 gram
 - b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
 - a. Pan
 - b. Timbangan
 - c. Tungku (*oven*), suhu antara 105-110°C
 - d. *Split* + pan masuk tungku tanggal 9 April 2014 jam 11.30 WIB
- IV. Hasil
Split + pan keluar tungku tanggal 10 April 2014 jam 11.35 WIB
 - a. Berat Krikil = 99,2 gram

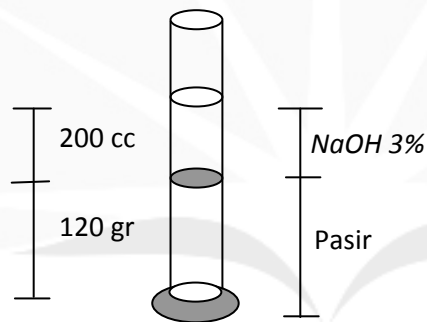
$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{100 - 99,2}{100} \times 100\% = 0,8\%$$

Kesimpulan : Kandungan lumpur $\leq 1\%$, syarat terpenuhi (OK).



A.10. PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR

- I. Waktu pemeriksaan : 9 April 2014
- II. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, asal : Clereng, berat : 120 gram
 - b. Larutan NaOH 3%
- III. Alat
Gelas ukur, ukuran : 250 cc
- IV. Sketsa



- V. Hasil
Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan warna *Gardner Standard Color* No. 11.

Kesimpulan : Warna *Gardner Standard Color* No. 11, kurang baik untuk digunakan.



B. PERHITUNGAN MIX DESIGN

Perhitungan Kebutuhan Bahan

- Silinder Benda Uji :
 - Diameter = 70 mm
 - Tinggi = 140 mm
- Perhitungan Volume Silinder :

$$V = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot t$$

$$V = \frac{1}{4} \pi \cdot (70)^2 \cdot 140 = 539000 \text{ mm}^3$$

$$= 0,000539 \text{ m}^3$$

- Menentukan berat jenis beton dalam keadaan basah
 $B_j = 2320 \text{ kg/m}^3$ (asumsi)

- Menentukan berat jenis beton geopolimer

$$B_{j_{\text{polimer}}} = V \cdot B_j$$

$$B_{j_{\text{polimer}}} = 0,000539 \cdot 2320 = 1,25048$$

Perbandingan agregat dengan aktivator = 3:1

- Menentukan berat agregat

$$\text{Berat agregat} = \frac{3}{4} \cdot 1,25048 = 0,93786 \text{ Kg}$$

- Menentukan berat aktivator

$$\text{Berat aktivator} = \frac{1}{4} \cdot 1,25048 = 0,31262 \text{ Kg}$$

Menentukan Berat agregat per 1 sampel

- Perbandingan agregat halus dan agregat kasar (1:2)

$$\text{Agregat halus} = \frac{1}{3} \cdot \text{Berat agregat}$$

$$\text{Agregat halus} = \frac{1}{3} \cdot 0,93786 = 0,31262 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregat halus} = \frac{2}{3} \cdot \text{Berat agregat}$$

$$\text{Agregat halus} = \frac{2}{3} \cdot 0,93786 = 0,62524 \text{ Kg}$$



Menentukan kebutuhan activator

- Perbandingan NaOH 12M dengan Na₂SiO₄ = 2:1

$$\text{NaOH } 12 \text{ M} = \frac{2}{3} \cdot \text{berat aktivator}$$

$$\text{NaOH } 12 \text{ M} = \frac{2}{3} \cdot 0,31262 = 0,06947111 \text{ Kg}$$

$$\text{Na}_2\text{SiO}_4 12 \text{ M} = \frac{1}{3} \cdot \text{berat aktivator}$$

$$\text{NaOH } 12 \text{ M} = \frac{2}{3} \cdot 0,31262 = 0,0347255 \text{ Kg}$$

Kebutuhan untuk membuat 1 mol larutan NaOH dibutuhkan 40 g NaOH, sehingga untuk membuat 12 mol larutan NaOH dibutuhkan 480 gr NaOH dengan penambahan aquades sebesar 760 gr.

- Perbandingan NaOH dengan aquades = 0.48:0.760

$$\text{NaOH} = \frac{0,48}{1,24} \cdot \text{NaOH } 12 \text{ M}$$

$$\text{NaOH} = \frac{0,48}{1,24} \cdot 0,069711 = 0,02689 \text{ Kg}$$

$$\text{Aquades} = \frac{0,76}{1,24} \cdot \text{NaOH } 12 \text{ M}$$

$$\text{NaOH} = \frac{0,48}{1,24} \cdot 0,069711 = 0,0425790 \text{ Kg}$$

- Menentukan besarnya precursor (abu terbang dan abu sekam padi)

$$\text{Prekursor} = \frac{2}{3} \cdot \text{berat aktivator}$$

$$\text{Prekursor} = \frac{2}{3} \cdot 0,31262 = 0,2084133 \text{ Kg}$$



Proporsi bahan untuk 1 silinder dan 54 silinder

	per 1 silinder		per 54 silinder
Agregat kasar	0.62524 kg		33.76296 kg
Agregat Halus	0.31262 kg		16.88148 kg
NaOH	0.026892043 kg		1.45217 kg
Na ₂ SiO ₃	0.034735556 kg		1.87572 kg
Aquades	0.042579068 kg		2.29927 kg
Abu terbang	0.104206667 kg		5.62716 kg
Abu sekam padi	0.104206667 kg		5.62716 kg
Kebutuhan prekursor			
Prekursor = 0,2084133 Kg			
100:0	Abu terbang =		0.208413 kg
	Abu sekam padi =		0 kg
95:5	Abu terbang =		0.197993 kg
	Abu sekam padi =		0.010421 kg
90:10	Abu terbang =		0.187572 kg
	Abu sekam padi =		0.020841 kg
85:15	Abu terbang =		0.177151 kg
	Abu sekam padi =		0.031262 kg
80:20	Abu terbang =		0.166731 kg
	Abu sekam padi =		0.041683 kg
75:25	Abu terbang =		0.15631 kg
	Abu sekam padi =		0.052103 kg



C. BERAT JENIS

Berat jenis beton umur 7 hari :

Nama	Berat jenis	Berat jenis rata-rata
100:0	2.1852	2.1921
	2.2047	
	2.1864	
95:5	2.1968	2.2727
	2.1635	
	2.4579	
90:10	2.1851	2.1386
	2.1253	
	2.1053	
85:15	2.1639	2.1576
	2.1462	
	2.1628	
80:20	2.4281	2.4503
	2.5081	
	2.4146	
75:5	2.1842	2.1298
	2.0889	
	2.1163	



Berat jenis beton umur 14 hari :

Nama	Berat jenis	Berat jenis rata-rata
100:0	2.1168	2.1408
	2.1798	
	2.1256	
95:5	2.1694	2.2051
	2.2104	
	2.2355	
90:10	2.1806	2.1608
	2.0875	
	2.2142	
85:15	2.0902	2.1025
	2.1058	
	2.1116	
80:20	1.9993	2.0001
	2.0144	
	1.9867	
75:5	2.1189	2.1551
	2.1718	
	2.1745	



Berat jenis beton umur 28 hari :

Nama	Berat jenis	Berat jenis rata-rata
100:0	2.1810	2.1748
	2.1770	
	2.1663	
95:5	2.3117	2.2284
	2.2444	
	2.1292	
90:10	2.1772	2.1713
	2.1961	
	2.1405	
85:15	2.1363	2.1389
	2.1772	
	2.10344	
80:20	1.9822	2.0029
	2.0257	
	2.0009	
75:5	2.1808	2.1553
	2.1609	
	2.1243	



D. KUAT TEKAN BETON

Perkursor		7 Hari		14 Hari		28 Hari	
Abu terbang	Abu Sekam Padi						
100%	0%	7.86	8.15	9.86	10.39	10.35	8.81
		7.59		9.39		10.55	
		9.01		11.92		5.54	
95%	5%	1.46	1.57	0.66	1.60	1.93	1.86
		1.92		2.09		1.92	
		1.31		2.03		1.72	
90%	10%	2.64	2.53	4.32	4.30	4.12	4.80
		2.64		4.22		4.73	
		2.31		4.36		5.54	
85%	15%	3.56	4.00	4.74	4.83	4.96	5.19
		4.52		4.76		4.84	
		3.94		4.98		5.76	
80%	20%	1.07	1.31	1.15	1.33	1.40	1.33
		1.48		1.48		1.22	
		1.37		1.37		1.37	
75%	25%	3.02	2.83	3.02	2.83	3.59	3.70
		2.63		2.63		3.72	
		2.85		2.85		3.77	