

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa:

1. Perbedaan besarnya nilai *slump* disebabkan oleh kondisi dari agregat kasar dan agregat halus yang digunakan. Apabila kondisinya *SSD*, maka nilai *slump* yang dihasilkan adalah 0 cm.
2. Besarnya nilai berat jenis beton ditentukan oleh proses pembuatannya, dalam hal ini proses pemadatan.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, nilai kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari dengan perbandingan prekursor (abu terbang:abu sekam padi) 100:0, 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, 75:25 berturut-turut adalah 17.43834 MPa, 3.571159 MPa, 6.940354 MPa, 7.093094 MPa, 3.051927 MPa, 2.960489 MPa.
4. Kuat tekan beton maksimum terjadi pada beton geopolimer dengan komposisi abu terbang 100%.
5. Beton geopolimer dengan komposisi abu terbang 100% dapat digunakan sebagai beton struktural apabila proses pengerjaannya dilakukan dengan benar. Dalam penelitian ini diperoleh kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari sebesar 21,20305 MPa.

6. Penggantian sebagian proporsi abu terbang dengan abu sekam padi dalam prekursor dapat menurunkan kuat tekan beton geopolimer cukup signifikan.

6.1. Saran

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

1. Usahakan kondisi agregat yang digunakan benar-benar *SSD*.
2. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dicoba dengan menambahkan kapur (CaO) dalam komposisi prekursor agar reaksi antara Ca(OH)_2 dengan SiO_2 yang terdapat dalam abu terbang dan abu sekam padi dapat menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH) yang berfungsi sebagai perekat.
3. Usahakan proses pemadatan dari setiap sampelnya dilakukan secara konsisten agar *trend* dari besarnya nilai berat jenis yang dihasilkan dapat lebih terlihat perbedaannya.
4. Abu sekam padi harus dibakar terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai prekursor beton geopolimer, agar kandungan silika yang dihasilkan dapat lebih optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 232.2R-03., 2003, *Use of Fly Ash in Concrete*, dilaporkan oleh ACI Committee 232, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
- Anam dan Trianto., 2013, Pengaruh Penggunaan Bone Ash dan Rice Husk Ash terhadap Sifat Mekanis Pasta Semen, *Jurnal SEMINAR NASIONAL – 1 BMPTTSSI - KonTekS 7*, hal M-79.
- Davidovits, J., 1999, *Chemistry of Geopolymer Systems terminology*, In *Proceedings of Geopolymer '99 International Conferences, France*.
- Dipohusodo, Istimawan, 1996, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Garcia-Loreido, I dkk., 2007, *Alkali-aggregate reaction in activated fly ash systems*, *Cement & Concrete Research*, 37: 175-183.
- Katsuki, H., Furuta, S., Watari, T., dan Komarneni., 2005, *Zeolit/Porous Carbon Composit: Conventional and Microwave-Hydrothermal Synthesis from Carbonizer Rice Husk*, *Microporous and Mesoporous Material*, 145-151.
- Metha, P. K., 2001, *Reducing The Environmental Impact of Concrete*, *ACI Concrete International*, 23(10); pp. 61-66.
- Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*, penerbit Andi, Yogyakarta.
- Neville, A. M. 2002. *Properties of Concrete*. England : Prentice Hall.
- Pujianto As'at, Anzila NA, Martyana DC2, dan Hendra., 2013, Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan Bahan Utama Bubuk Lumpur Lapindo dan Kapur, *Jurnal SEMINAR NASIONAL – 1 BMPTTSSI - KonTekS 7*, hal M-130.
- Shalahuddin, Muhammad. 2009. *Pengaruh Penambahan Fly Ash Batubara Campur Kayu Pada Kuat Tekan Beton*. Pekanbaru: Jurnal Universitas Riau.
- Septia, P., 2011, Studi Literatur Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Rasio NaOH:Na₂SiO₃, Rasio Air/Prekursor, Suhu Curing, dan Jenis Prekursor terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Simatupang Partogi H, Iswandi Imran, Ivindra Pane dan Bambang Sunendar., 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, K., 2007, *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.





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>
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

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

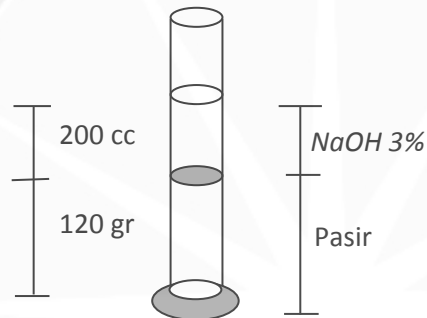
Kesimpulan : Kandungan lumpur $\leq 1\%$, syarat terpenuhi (OK).



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 :

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 activator

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

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 :

Prekursor	Berat Jenis (gr/cm ³)	Berat Jenis Rata-rata (gr/cm ³)
Abu Terbang:Abu Sekam Padi 100:0	2.2266	2.2332
	2.2306	
	2.2424	
95:5	2.1317	2.2270
	2.4099	
	2.1394	
90:10	2.2189	2.2395
	2.2716	
	2.2280	
85:15	2.3782	2.4542
	2.4926	
	2.4918	
80:20	2.3316	2.2982
	2.3644	
	2.1987	
75:25	2.2321	2.3332
	2.3261	
	2.4413	



Berat jenis beton umur 14 hari :

Prekursor	Berat Jenis (gr/cm ³)	Berat Jenis Rata-rata (gr/cm ³)
100:0	2.3049	2.2443
	2.1558	
	2.2722	
95:5	2.2671	2.2290
	2.2215	
	2.1985	
90:10	2.2974	2.2576
	2.2978	
	2.1777	
85:15	2.3971	2.3350
	2.3638	
	2.2441	
80:20	2.1517	2.2619
	2.2291	
	2.4048	
75:25	2.3321	2.2903
	2.3105	
	2.2282	



Berat jenis beton umur 28 hari :

Prekursor	Berat Jenis (gr/cm ³)	Berat Jenis Rata-rata (gr/cm ³)
100:0	2.2234	2.2727
	2.2505	
	2.3444	
95:5	2.1977	2.2456
	2.2681	
	2.2711	
90:10	2.2554	2.3708
	2.4276	
	2.4293	
85:15	2.4933	2.4228
	2.4753	
	2.2999	
80:20	2.3608	2.4040
	2.4280	
	2.4232	
75:25	2.3448	2.3026
	2.3250	
	2.2379	



D. KUAT TEKAN BETON

Prekursor		Kuat Tekan (Mpa)					
Abu terbang	Abu Sekam Padi	7 hari		14 hari		28 hari	
100%	0%	13.12972	12.1401	17.91255	16.64612	14.60893	17.43834
		12.31029		14.2406		16.50305	
		10.98029		17.78522		21.20305	
95%	5%	1.952987	2.249027	2.672209	2.244021	3.723378	3.571159
		2.618614		2.030933		4.078025	
		2.175479		2.028921		2.912072	
90%	10%	6.055363	4.787708	4.860234	3.775358	5.238222	6.940354
		5.708935		3.844407		5.259526	
		2.598825		2.621431		10.32331	
85%	15%	4.923061	3.878002	3.851071	4.436519	6.460254	7.093094
		3.598917		4.122962		7.157961	
		3.112029		5.335524		7.661066	
80%	20%	2.490154	2.565244	2.387972	3.39484	3.138499	3.051927
		2.843029		4.006811		2.926329	
		2.362549		3.789736		3.090952	
75%	25%	2.31444	2.572146	3.447211	2.857127	3.234438	2.960489
		2.901039		3.040207		2.658766	
		2.500958		2.083963		2.988263	