

PEMANFAATAN TRAS DARI SAMIGALUH KULON PROGO SEBAGAI BAHAN POZOLAN UNTUK CAMPURAN MORTAR

Ari Dwi Hariyanto¹⁾, Iman Satyarno²⁾, Widiasmoro³⁾

¹⁾ Dinas Kimpraswilhub Kab. Sleman, Jl. Pramuka Beran Tridadi Sleman

²⁾ Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta

³⁾ Jurusan Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada,
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta

ABSTRACT

Cement is one of mortar components with significant influence to mortar quality and production cost. It is necessary to use alternative material as cement substitution material to reduce production cost without reducing the mortar quality. One of materials used as cement substitution is pozzolan. One type of pozzolan is Trass which is available in Kulon Progo Regency but has not been utilized optimally. The objective of this research is to obtain the mix ratio of lime-trass used as cement substitution in mortar production.

This research used sand from Boyong, lime from Gunung Kidul, and trass from Samigaluh Kulon Progo. The chemical composition consisted of active silica and trass petrography was used as secondary data. The primary data was the experiment result carried out in Construction Material Laboratory of Gadjah Mada University. The first step of experiment was to identify the mortar material characteristics. Then a paste mix in 4 ratios variation of mix lime-trass (1:4, 2:3, 3:2, and 4:1) was made. Lime – trass mix ratio that produced the highest compression strength mortar (through compression test after 7 days) was used as cement substitution. Mortar mix ratio of cement (and cement substitution) and sand was 1 : 4. The Variations of cement : lime-trass were 1:0, 1:4, 2:3, 3:2, 4:1, and 0:1.

Result of the research showed that paste mix ratio of lime and trass of 2: 3 had the highest compression strength, which was used in the mortar mixes design. Results of mortar compression strength testing showed that the lower the compression strength, the larger the amount of the cement substitution. The mix of lime and trass taken from Pagerharjo can be used as cement substitution material for producing mortar type S to type O or concrete brick quality I to quality IV. Mix of lime and trass taken from Purwoharjo can be used as cement substitution material for producing mortar type N to type O or concrete brick quality I to quality III. Mortar tensile strength testing showed that the lower the tensile strength, the larger the cement substitution amount was. On the other hand, the larger the mortar permeability, the larger cement substitution amount was. Cement substitution can reduce the cement amount in mortar production but increase mortar production cost because trass production cost was more expensive than cement price.

Keywords: lime, trass, cement, paste, mortel.

PENDAHULUAN

Semen sebagai salah satu bahan penyusun mortar merupakan bahan yang sangat menentukan ataupun dominan, baik dari segi kualitas ataupun biaya pembuatan mortar. Oleh karena itu perlu dicarikan bahan sebagai substitusi semen untuk menekan biaya pembuatan mortar tanpa mengorbankan segi kualitas (kekuatan). Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai substitusi semen adalah pozzolan. Salah satu bahan pozzolan

adalah tras. Tras adalah bahan hasil letusan gunung api, berbutir halus yang mengandung oksida silika (SiO_2) yang telah mengalami pelapukan hingga derajat tertentu. Untuk itu perlu dilakukan penelitian penggunaan tras (ditambah kapur) sebagai bahan pozzolan untuk membuat mortar. Tras yang digunakan ada dua macam, yaitu: tras dari desa Pagerharjo (kode WASMPO0705C) dan tras dari desa Purwoharjo (kode WASM0703B) kecamatan Samigaluh kabupaten Kulon Progo.

TINJAUAN PUSTAKA

Dari hasil penelitian tras yang telah dilakukan, yaitu tras dari Nagrek berupa tufa terlapukkan memiliki kandungan SiO_2 sebesar 62,85% berat dan obsidian pumisian memiliki kandungan SiO_2 sebesar 72,85% berat serta tras dari Muriah dengan kandungan SiO_2 sebesar 50,13% berat (van Bemmelen 1970). Tras dari desa Kedundang kecamatan Temon Kulon Progo, dari hasil pengukuran SiO_2 aktif didapatkan bahwa SiO_2 aktif tras dari Kedundang adalah sebesar 29,94% berat (Sumardi, 2002, vide Widiasmoro, 2002).

Kuat tekan mortar sangat dipengaruhi oleh perbandingan pasir terhadap semen. Kenaikan rasio pasir terhadap semen mengakibatkan penurunan kuat tekan mortar (Shidiqi, 2005 dan Yulianingsih, vide Tjokrodimulyo, 2007) seperti yang terlihat pada tabel 1.

Penambahan tras sebagai bahan penyusun mortar telah mempengaruhi kuat tekan, kuat tarik dan serapan mortar. Semakin banyak tras dalam campuran mortar mengakibatkan penurunan kuat tekan dan kuat tarik, sedangkan serapan air menjadi semakin besar (Wibowo, 2007).

LANDASAN TEORI

Pozolan adalah bahan alam atau buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika (SiO_2) dan atau Alumina (Al_2O_3) yang reaktif (Tjokrodimuljo, 2007). Bahan pozolan pada semen portland dapat mengikat Ca(OH)_2 sisa hidrasi semen yang akan membentuk komponen $\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ atau *tobermorite* yang sama dengan hasil hidrasi semen. Proses kimia tersebut secara sederhana dapat ditulis sebagai berikut (Tjokrodimuljo, 2007):



dan



Alumina (Al_2O_3) yang biasanya terkandung dalam *clay*, merupakan salah satu komponen bahan yang diperlukan dalam pembuatan semen portland. Alumina aktif dapat bereaksi dengan air membentuk gel yang agak kuat. Semen portland yang memiliki kadar alumina tinggi akan memiliki kekuatan awal yang tinggi tetapi panas hidrasi yang dihasilkan juga tinggi (Amri, 2005).

Menurut SNI 03-6882-2002, berdasarkan kuat tekannya mortar pasangan dibedakan menjadi beberapa tipe sebagai berikut:

- Mortar tipe M, adalah mortar yang mempunyai kuat tekan minimum 17,2 MPa.
- Mortar tipe S, adalah mortar yang mempunyai kuat tekan minimum 12,4 MPa.
- Mortar tipe N, adalah mortar yang mempunyai kuat tekan minimum 5,25 MPa.
- Mortar tipe O, adalah mortar yang mempunyai kuat tekan minimum 2,45 MPa.

Bata beton atau sering disebut sebagai batako dapat diklasifikasikan menurut pemakaiannya (SNI 03-6881.1-2002) sebagai berikut:

- bata beton pejal mutu I, adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindung. Kuat tekan minimumnya adalah sebesar 10 MPa.
- bata beton pejal mutu II, adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban tetapi digunakan untuk konstruksi yang terlindung. Kuat tekan minimumnya adalah sebesar 7 MPa.

Tabel 1. Kebutuhan bahan per meter kubik dan kuat tekan mortar

Perbandingan volume Semen : pasir	Penelitian Shidiqi			Penelitian Yulianingsih		
	Kebutuhan bahan (kg)		Kuat tekan Mpa	Kebutuhan bahan (kg)		Kuat tekan Mpa
	Semen	Pasir		Semen	Pasir	
1:4	315	1577	14,88	341,76	1.848,24	18
1:5	256	1602	8,38	275,77	1.864,23	10
1:6	213	1600	6,72	230,47	1.869,53	8
1:7	180	1583	4,78	194,48	1.840,52	5

- c. bata beton pejal mutu III, adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban tetapi konstruksi tersebut tidak boleh dipilester. Kuat tekan minimumnya adalah sebesar 4 MPa
- d. bata beton pejal mutu IV, adalah bata beton pejal yang hanya digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat, dan lain-lain yang terlindung dari cuaca luar. Kuat tekan minimumnya adalah sebesar 2,5 MPa

Tras yang digunakan harus memenuhi syarat fisik seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Syarat-syarat fisik bahan pozolan (SNI 06-6867-2002)

Fraksi yang larut dalam air, max, %	10,0%
Kehalusan, jumlah yang tertahan bila diayak basah dengan:	
▪ ayakan no.30 (600- μ), max,%	2,0
▪ ayakan no.200 (75- μ), max,%	30,0
Kekuatan kapur-pozolan, kuat tekan minimum, MPa	
▪ umur 7 hari, (54 \pm 2) $^{\circ}$ C	4,1
▪ umur 28 hari (23 \pm 2) $^{\circ}$ C	4,1

METODA PENELITIAN

A. Umum

Penelitian dilakukan dengan pengumpulan dan analisa data primer maupun data sekunder. Data primer berasal dari penelitian di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil yang berupa:

1. Karakteristik bahan campuran pasta dan mortar (pasir, kapur, tras dan air)
2. Kuat tekan pada pasta (campuran tras dan kapur) pada berbagai variasi campuran yang telah direncanakan.
3. Kuat tekan, kuat tarik dan nilai serapan air pada mortar dengan campuran pasir, semen dan atau bahan substitusinya (tras dan kapur) pada berbagai variasi campuran yang telah direncanakan.

Data sekunder berupa komposisi mineral dan petrografi tras didapatkan dari pengujian yang

dilakukan di Jurusan Geologi, serta komposisi unsur kimia utama dan kandungan silika aktif pada tras yang didapatkan dari pengujian yang dilakukan di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.

B. Bahan dan alat penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir alami yang berasal dari sungai Boyong, air bersih dari Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, tras yang berasal dari desa Pagerharjo dan Purwoharjo, kecamatan Samigaluh kabupaten Kulon Progo propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, dan kapur padam dari Kabupaten Gunung Kidul. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah ayakan, alat tumbuk, mesin getar ayakan (*sieve shaker*), timbangan, gelas ukur, kerucut Konic, jangka Sorong, oven, piknometer, meja sebar, cetok, talam, cetakan benda uji, alat pemadat, *Universal Testing Machine*, dan bak air

C. Pelaksanaan penelitian

Penelitian dilakukan dengan tahapan seperti pada Gambar 1.

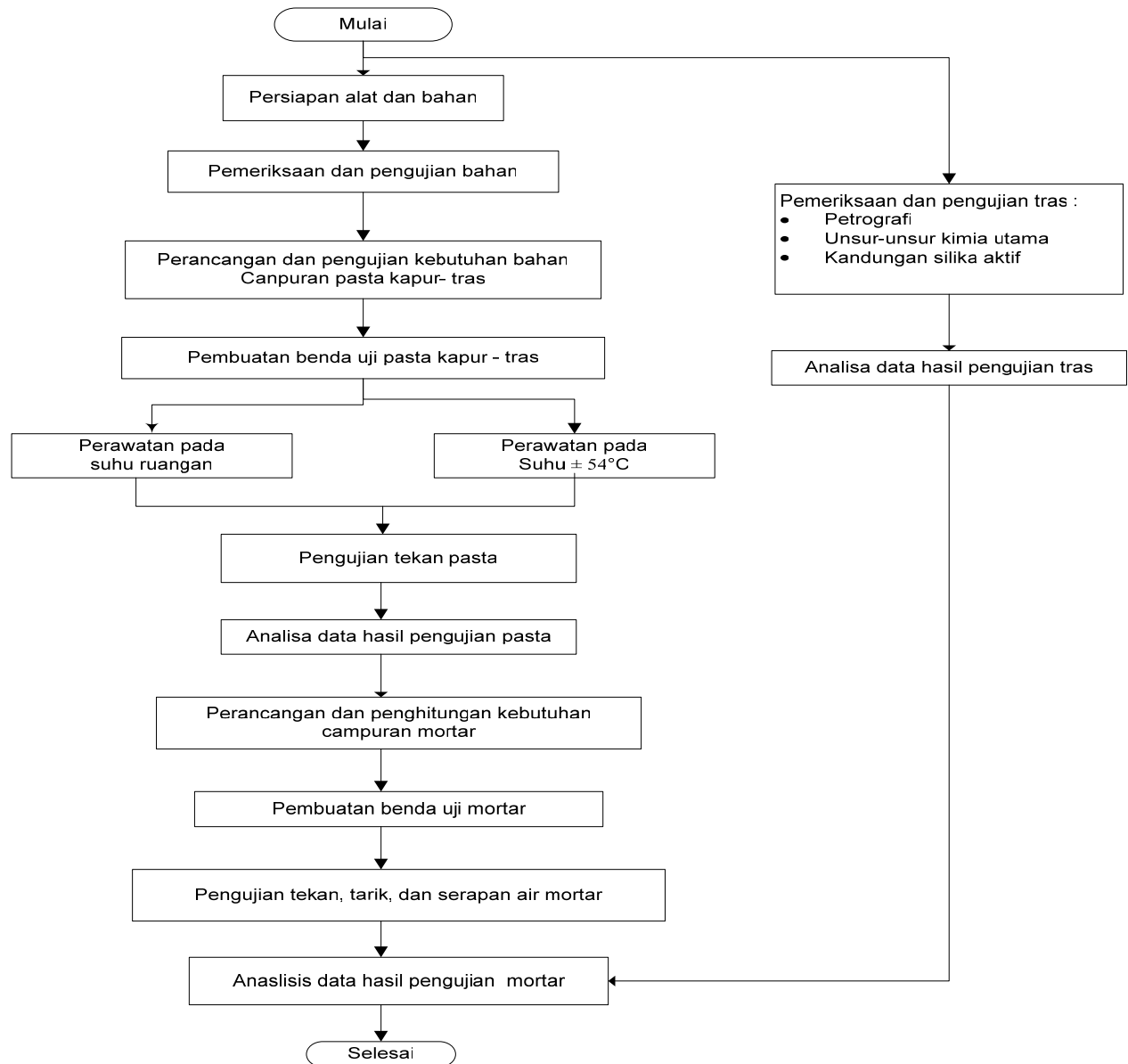
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan air

Air yang akan digunakan memenuhi syarat sebagai bahan campuran pasta dan mortar karena dari hasil pemeriksaan air terlihat jernih dan tidak berwarna, tidak terlihat mengandung lumpur, minyak dan benda terapung.

B. Pemeriksaan semen

Hasil pemeriksaan terhadap semen yang digunakan (semen Serbaguna Holcim) didapatkan bahwa kemasan dalam keadaan tertutup rapat, dan butir-butir partikel semen tidak ada yang menggumpal.



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan penelitian

C. Pemeriksaan pasir

Hasil pemeriksaan terhadap pasir yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Berat satuan pasir yang digunakan sebesar $1,616 \text{ gram/cm}^3$ atau 1616 kg/m^3
2. Berat jenis pasir sebesar 2,63475 sehingga masih termasuk berat jenis agregat normal (berat jenis 2,5 – 2,7).
3. Dari hasil pemeriksaan kandungan lumpur terlihat bahwa pasir yang digunakan masih memenuhi syarat (kurang dari 5%).

4. Berdasarkan gradasi pasir didapatkan bahwa pasir yang digunakan dalam penelitian ini termasuk agregat halus berbutir agak kasar (Tabel 3 dan Gambar 2).

D. Pemeriksaan Tras

1. Dari hasil *petrografi* terlihat bahwa WASMPO0705C merupakan tufa kristal gelas yang bersifat andesit, terutama tersusun oleh plagioklas, kuarsa, biotit, augit, montmorilonit, kaolin, dan gelas gunung api. Juga terdapat magnetit dalam jumlah kecil. WASM0703B asalnya adalah tufa kristal gelas dengan sifat

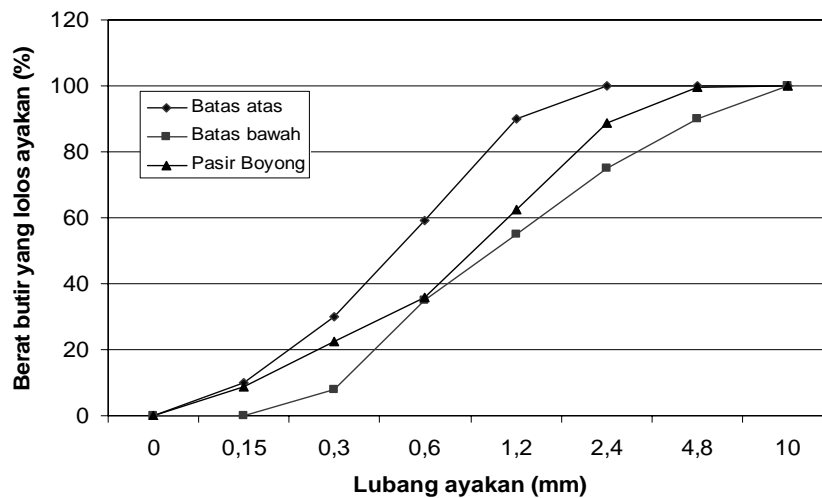
tufa-andesit, tersusun oleh serisit, montmorilonit, kaolinit, gelas gunungapi, litik, piroksen, dan magnetit. WASMPO0705C mengandung lempung (*clay*) yang lebih sedikit yaitu sekitar 11% dibandingkan WASM0703B yang mengandung lempung (berupa montmorilonit, serisit, dan kaolinit) yang lebih dari 26%

2. Pemeriksaan unsur-unsur kimia

Dari pemeriksaan secara kimiawi didapatkan komposisi unsur-unsur kimia utama (Tabel 4) dan kandungan silika aktif (Tabel 5).

Tabel 3. Hasil pemeriksaan gradasi pasir

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal		Berat kumulatif (persen)	Berat kumulatif lewat ayakan (persen)
	(gram)	(persen)		
4,8	10	0,5231	0,5231	99,4769
2,4	207,5	10,8553	11,3785	88,6215
1,2	497	26,0005	37,3790	62,6210
0,6	515	26,9422	64,3212	35,6788
0,3	255	13,3403	77,6615	22,3385
0,15	260	13,6019	91,2634	8,7366
sisa	167	8,7366	-	-
Jumlah	1911,5	100,	282,5268	



Gambar 2. Grafik gradasi pasir

Tabel 4. Komposisi unsur-unsur kimia utama dalam tras

Unsur- unsur	WASMPO0705C (% berat)	WASM0703B (% berat)
SiO ₂	74,9054	61,0498
Al ₂ O ₃	11,8532	22,1390
Fe ₂ O ₃	9,0513	11,7670
CaO	3,0024	0,1774
Na ₂ O	0,1021	0,0278
K ₂ O	0,4506	0,7698

Tabel 5. Kandungan silika aktif pada tras

Unsur-unsur	WASMPO0705C (% berat)	WASM0703B (% berat)
SiO ₂ aktif	29,898	29,934

3. Dari pemeriksaan ukuran butiran tras memenuhi syarat SNI 06-6867-2002 (tertahan saringan 200 maksimum 30%) karena tras yang digunakan semua lolos saringan 0,075 mm (saringan no. 200).
4. Dari hasil pengujian fraksi yang larut terlihat bahwa kedua tras memenuhi syarat karena fraksi yang larut dalam air masih kurang dari 10% (SNI 06-6867-2002), yaitu 1,5% untuk WASMPO0705C dan 2,5% untuk WASM0703B.
5. Dari pemeriksaan berat satuan didapatkan WASMPO0705C memiliki berat satuan 1,232 gram/cm³ dan WASM0703B memiliki berat satuan 1,006 gram/cm³.
6. Dari hasil pemeriksaan berat jenis didapatkan bahwa berat jenis WASMPO0705C sebesar 2,553 dan WASM0703B sebesar 1,778

E. Pemeriksaan Kapur

Hasil pemeriksaan terhadap kapur yang digunakan, didapatkan bahwa kemasan dalam keadaan tertutup rapat, dan butir-butir partikel kapur tidak ada yang menggumpal. Berat satuan kapur sebesar 0,649 gram/cm³

F. Rencana adukan (*mix design*) pasta tras-kapur

Rencana adukan pasta tras dan kapur dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

G. Hasil pengujian kuat tekan pasta

Hasil pengujian kuat tekan pasta menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi pasta (dengan perawatan pada suhu ruangan) terjadi pada campuran 2 kapur : 3 tras baik pada pasta 05 C maupun pasta 03B (Tabel 8). Berbeda pada pasta dengan perawatan pada suhu ±54°C, kuat tekan tertinggi pasta 03B terjadi pada campuran 3 kapur : 2 tras (Tabel 9). Akan tetapi yang menjadi catatan atau perhatian adalah bahwa benda uji pasta 03B yang mendapat perawatan pada suhu ± 54°C terjadi retak-retak. Semakin banyak WASM0703B digunakan dalam campuran, semakin banyak atau besar pula retak yang terjadi.

Tabel 6 Rencana adukan pasta 05C per m³

Perbandingan Kapur : Tras	KAPUR			WASMPO0705C			Berat total (kg)	Air (kg) f.a.s = 0,5
	Volume (m ³)	Berat Satuan (kg/m ³)	Berat (kg)	Volume (m ³)	Berat Satuan (kg/m ³)	Berat (kg)		
1:4	0,275	649	178,475	1,100	1.232	1.355,200	1.533,675	766,838
2:3	0,550	649	356,950	0,825	1.232	1.016,400	1.373,350	686,675
3:2	0,825	649	535,425	0,550	1.232	677,600	1.213,025	606,513
4:1	1,100	649	713,900	0,275	1.232	338,800	1.052,700	526,350

Tabel 7 Rencana adukan pasta 03B per m³

Perbandingan Kapur : Tras	KAPUR			TRAS0 WASMPO0705C			Berat total (kg)	Air (kg) f.a.s = 0,5
	Volume (m ³)	Berat Satuan (kg/m ³)	Berat (kg)	Volume (m ³)	Berat Satuan (kg/m ³)	Berat (kg)		
1:4	0,275	649	178,475	1,100	1.006	1.106,60	1.285,075	642,538
2:3	0,550	649	356,950	0,825	1.006	829,95	1.186,900	593,450
3:2	0,825	649	535,425	0,550	1.006	553,300	1.088,725	544,364
4:1	1,100	649	713,900	0,275	1006	276,650	990,550	495,275

Tabel 8 Hasil pengujian tekan pasta dengan perawatan pada suhu ruangan

Perbandingan volume kapur : tras	Kuat tekan rata-rata (MPa)	
	Pasta 05C	Pasta 03B
1 : 4	0,3422	0,6868
2 : 3	0,4177	0,8579
3 : 2	0,3297	0,5133
4 : 1	0,3201	0,2655

Tabel 9. Hasil kuat tekan pasta dengan perawatan pada suhu $\pm 54^{\circ}\text{C}$

Perbandingan volume kapur : tras	Kuat tekan rata-rata (MPa)	
	Pasta 05C	Pasta 03B
1 : 4	0,573	1,2471
2 : 3	2,245	3,6662
3 : 2	2,094	5,1453
4 : 1	0,751	1,2576

Hal ini karena pasta dengan perawatan pada suhu $\pm 54^{\circ}\text{C}$ dilakukan dengan oven sehingga terjadi penguapan air yang cukup cepat dan mengakibatkan retak-retak. Untuk itu sebagai acuan *mix design* mortar adalah hasil uji kuat tekan benda uji yang mendapat perawatan pada suhu ruangan, yaitu pada perbandingan campuran 2 kapur : 3 tras.

H. Rencana adukan (*mix design*) mortar

Berdasarkan hasil uji kuat tekan terbesar pada pasta dengan bahan kapur dan dua macam tras, yaitu campuran dengan perbandingan kapur : tras = 2:3, maka dibuat *mix design* (Tabel 10 dan Tabel 11)

I. Hasil pengujian tekan mortar

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada benda uji umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13.

J. Hasil pengujian kuat tarik mortar

Kuat tarik mortar semakin kecil seiring dengan penambahan bahan substitusi semen seperti terlihat pada Tabel 14.

K. Hasil pengujian serapan air

Nilai serapan air semakin bertambah seiring bertambahnya jumlah bahan kapur dan tras (Tabel 15 dan Gambar 3).

Tabel 10 Kebutuhan bahan tiap m^3 mortar 05C

Perbandingan volume s : k : t : p	faktor air semen	Kebutuhan bahan (kg)				
		semen	kapur	tras	pasir	air
1 : 0 : 0 : 4	0,50	1.250	0	0	6.464	625
0,8 : 0,08 : 0,12 : 4	0,50	1.000	51,92	147,84	6.464	600
0,6 : 0,16 : 0,24 : 4	0,50	750	103,84	295,68	6.464	575
0,4 : 0,24 : 0,36 : 4	0,50	500	155,76	443,52	6.464	550
0,2 : 0,32 : 0,48 : 4	0,50	250	207,68	591,36	6.464	525
0 : 0,4 : 0,6 : 4	0,50	-	259,60	739,20	6.464	499

Tabel 11 Kebutuhan bahan tiap m^3 mortar 03B

Perbandingan volume s : k : t : p	faktor air semen	Kebutuhan bahan (kg)				
		pasir	semen	kapur	tras	air
1 : 0 : 0 : 4	0,50	6.464	1.250	-	-	625
0,8 : 0,08 : 0,12 : 4	0,50	6.464	1.000	519,20	120,72	820
0,6 : 0,16 : 0,24 : 4	0,50	6.464	750	103,84	241,44	548
0,4 : 0,24 : 0,36 : 4	0,50	6.464	500	155,76	362,16	509
0,2 : 0,32 : 0,48 : 4	0,50	6.464	250	207,68	482,88	470
0 : 0,4 : 0,6 : 4	0,50	6.464	-	259,60	603,60	432

Keterangan :

k = kapur p = pasir
t = tras s = semen

Tabel 12. Hasil pengujian tekan mortar 05C dan potensi penggunaannya

Perbandingan volume s : k : t : p	Kuat tekan rata-rata MPa	Potensi penggunaan	
		mortar pasangan	bata beton pejal
1 : 0 : 0 : 4	16,2800	M	mutu I
0,8 : 0,08 : 0,12 : 4	15,0837	S	mutu I
0,6 : 0,16 : 0,24 : 4	8,8538	N	mutu II
0,4 : 0,24 : 0,36 : 4	4,3771	O	mutu III
0,2 : 0,32 : 0,48 : 4	3,8532	O	mutu IV
0 : 0,4 : 0,6 : 4	0,6618	-	-

Tabel 13. Hasil kuat tekan mortar 03B dan potensi penggunaannya

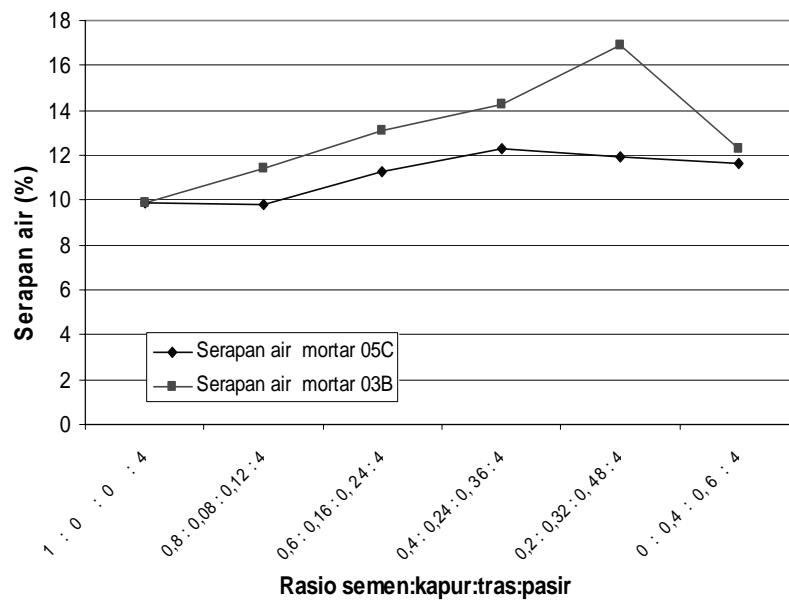
Perbandingan volume s : k : t : p	Kuat tekan rata-rata MPa	Potensi penggunaan	
		mortar pasangan	bata beton pejal
1 : 0 : 0 : 4	16,2800	M	mutu I
0,8 : 0,08 : 0,12 : 4	12,2830	N	mutu I
0,6 : 0,16 : 0,24 : 4	7,6262	N	mutu II
0,4 : 0,24 : 0,36 : 4	4,0107	O	mutu III
0,2 : 0,32 : 0,48 : 4	1,1809	-	-
0 : 0,4 : 0,6 : 4	0,7106	-	-

Tabel 14. Hasil pengujian tarik mortar

Perbandingan volume s : k : t : p	Kuat tarik (MPa)	
	mortar 05C	mortar 03B
1 : 0 : 0 : 4	2,2622	2,2622
0,8 : 0,08 : 0,12 : 4	2,3149	1,4861
0,6 : 0,16 : 0,24 : 4	1,2592	1,1524
0,4 : 0,24 : 0,36 : 4	0,7006	0,5078
0,2 : 0,32 : 0,48 : 4	0,4052	0,1862
0 : 0,4 : 0,6 : 4	0,2335	0,2147

Tabel 15. Hasil pengujian serapan air mortar

Perbandingan volume s : k : t : p	Serapan air (%)	
	mortar 05C	mortar 03B
1 : 0 : 0 : 4	9,85922	9,85922
0,8 : 0,08 : 0,12 : 4	9,78657	11,3875
0,6 : 0,16 : 0,24 : 4	11,2899	13,1283
0,4 : 0,24 : 0,36 : 4	12,2797	14,2516
0,2 : 0,32 : 0,48 : 4	11,9434	16,9024
0 : 0,4 : 0,6 : 4	11,6605	12,2977



Gambar 3. Hubungan antara serapan air mortar dan rasio semen-:(tras+ kapur)

L. Hasil pemeriksaan berat jenis mortar

Hasil pemeriksaan berat jenis merupakan rata-rata dari ketiga mortar pada masing-masing variasi campuran dan diukur pada benda uji umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 16.

M. Kebutuhan Bahan dalam Satu Meter Kubik Mortar

Kebutuhan bahan campuran mortar tiap meter kubik dapat dilihat pada Tabel 17. Apabila

dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Shidiqi (2005) dan Yulianingsih (vide Tjokrodimulyo,2005) terlihat bahwa pada kuat tekan yang sama, kebutuhan semen pada penelitian ini dapat dikurangi (Tabel 18 dan Gambar 4).

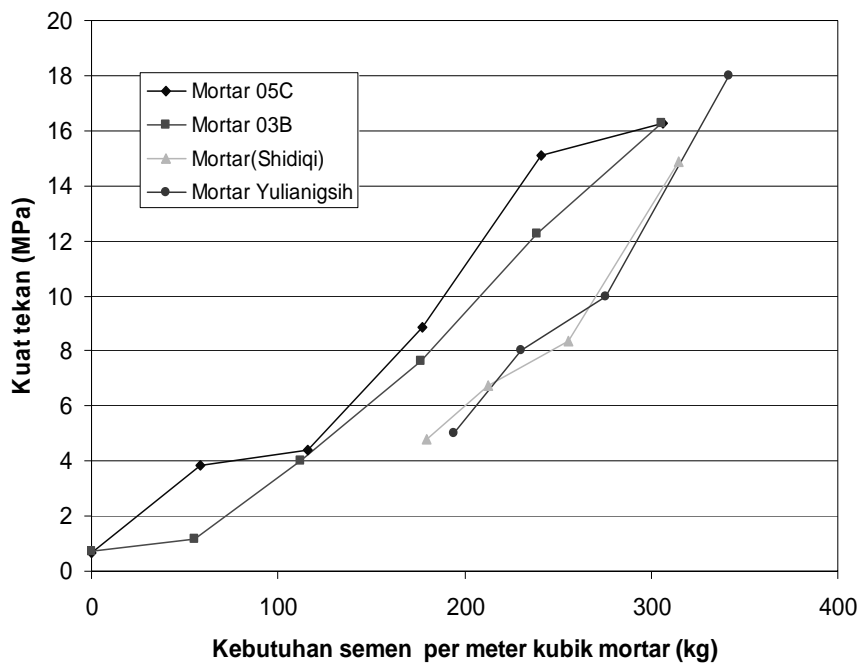
Pengurangan jumlah semen yang dipakai (akibat pemakaian bahan substitusi) ternyata tidak mengurangi harga bahan penyusun mortar (Tabel 19 dan Gambar 5) karena harga produksi tras jauh lebih mahal daripada harga semen.

Tabel 16. Hasil pengujian berat jenis mortar

Perbandingan volume		Berat jenis rata-rata (gram/cm ³)	
Semen	Kapur +Tras	mortar 05C	mortar 03B
0	1	1,9889	2,0251
1	4	1,9939	1,9698
2	3	1,9959	1,9563
3	2	2,0389	2,0346
4	1	2,0935	2,0889
1	0	2,1239	2,1239

Tabel 17. Kebutuhan bahan per meter kubik mortar

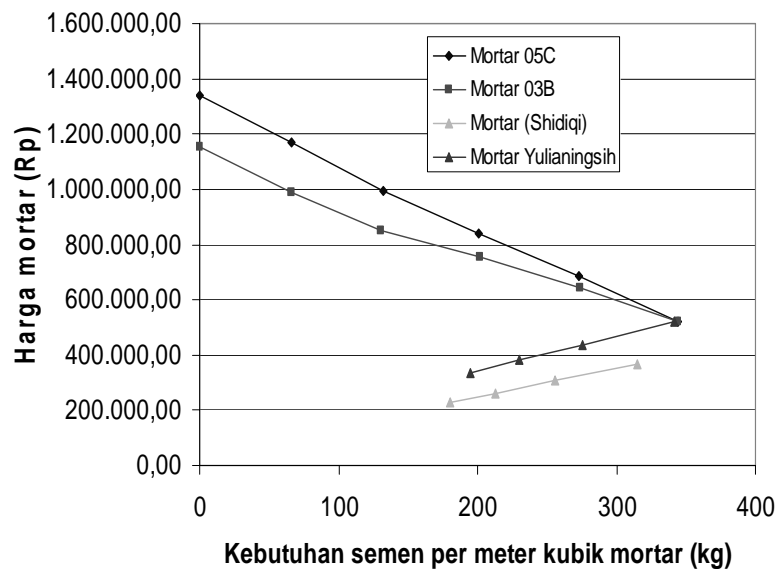
Kode	Perbandingan volume Semen:pasir	f.a.s	bj	Kebutuhan bahan (kg)				
				pasir	s	k	t	air
Mortar 5C	1 : 0 : 0 : 4	0,78	2,124	1580	306	0	0	239
	0,8 : 0,08 : 0,12 : 4	0,85	2,094	1559	241	13	36	245
	0,6 : 0,16 : 0,24 : 4	0,89	2,039	1526	177	25	70	242
	0,4 : 0,24 : 0,36 : 4	0,97	1,996	1494	116	36	103	248
	0,2 : 0,32 : 0,48 : 4	1,01	1,994	1504	58	48	138	246
	0 : 0,4 : 0,6 : 4	1,17	1,989	1490	0	60	170	269
Mortar 03B	1 : 0 : 0 : 4	0,78	2,124	1.579,80	305,50	0,00	0,00	238,60
	0,8 : 0,08 : 0,12 : 4	0,94	2,094	1.545,32	239,07	12,412	28,86	263,24
	0,6 : 0,16 : 0,24 : 4	1,00	2,039	1.519,62	176,32	24,412	56,76	257,49
	0,4 : 0,24 : 0,36 : 4	1,23	1,996	1.447,18	111,94	34,872	81,08	281,22
	0,2 : 0,32 : 0,48 : 4	1,54	1,994	1.438,55	55,637	46,219	107,46	321,93
	0 : 0,4 : 0,6 : 4	1,34	1,989	1.542,33	0,00	61,941	144,02	276,81



Gambar 4. Perbandingan kebutuhan semen per kubik dengan kuat tekan mortar

Tabel 18. Perbandingan kebutuhan pasir dan semen per meter kubik mortar

Peneliti	Perbandingan volume Semen: pasir	f.a.s	bj	Kebutuhan bahan		kuat tekan Mpa
				pasir (kg)	semen (kg)	
Hariyanto,2008 (Mortar 5C)	1 : 0 : 0 : 4	0,78	2,124	1580	306	16,28
	0,8 : 0,08 : 0,12 : 4	0,85	2,094	1559	241	15,08
	0,6 : 0,16 : 0,24 : 4	0,89	2,039	1526	177	8,85
	0,4 : 0,24 : 0,36 : 4	0,97	1,996	1494	116	4,38
	0,2 : 0,32 : 0,48 : 4	1,01	1,994	1504	58	3,85
	0 : 0,4 : 0,6 : 4	1,17	1,989	1490	0	0,66
Hariyanto,2008 (Mortar 03B)	1 : 0 : 0 : 4	0,78	2,124	1.579,80	305,50	16,28
	0,8 : 0,08 : 0,12 : 4	0,94	2,094	1.545,32	239,07	12,28
	0,6 : 0,16 : 0,24 : 4	1,00	2,039	1.519,62	176,32	7,63
	0,4 : 0,24 : 0,36 : 4	1,23	1,996	1.447,18	111,94	4,01
	0,2 : 0,32 : 0,48 : 4	1,54	1,994	1.438,55	55,637	1,18
	0 : 0,4 : 0,6 : 4	1,34	1,989	1.542,33	0,00	0,71
Shidiqi, 2005	1 : 0 : 0 : 4	0,84	2,16	1.577	315	14,88
	1 : 0 : 0 : 5	0,96	2,11	1.602	256	8,38
	1 : 0 : 0 : 6	1,20	2,07	1.600	213	6,72
	1 : 0 : 0 : 7	1,50	2,04	1.583	180	4,78
Yulianingsih, 2005	1 : 0 : 0 : 4	0,72	2,19	1.848	342	18,00
	1 : 0 : 0 : 5	0,90	2,14	1.864	276	10,00
	1 : 0 : 0 : 6	1,10	2,10	1.870	230	8,00
	1 : 0 : 0 : 7	1,48	2,04	1.841	194	5,00



Gambar 5. Perbandingan kebutuhan semen per meter kubik mortar dengan harga

Tabel 19 Perbandingan harga bahan susun tiap meter kubik mortar kapur- tras (Hariyanto,2008) dengan mortar semen (Shidiqi,2005 dan Yulianingsih,2005)

Peneliti	Perbandingan volume s : k : t : pasir	Berat bahan (kg)				Harga bahan (Rp)				Jumlah (Rp)
		pasir	semen	kapur	tras	pasir	semen	kapur	tras	
Hariyanto, 2008 (Mortar 05C)	1 : 0 : 0 : 4	1.779,74	344,16	0,00	0,00	88.096,97	430.204,01	0,00	0,00	518.300,98
	0,8 : 0,08 : 0,12 : 4	1.765,76	273,17	14,18	40,39	87.405,27	341.460,98	3485,595	254.090,81	686.442,66
	0,6 : 0,16 : 0,24 : 4	1.731,06	200,85	27,81	79,18	85.687,40	251.062,42	6834,178	498.193,80	841.777,80
	0,4 : 0,24 : 0,36 : 4	1.705,81	131,95	41,10	117,04	84.437,46	164.933,40	10101,730	736.389,77	995.862,35
	0,2 : 0,32 : 0,48 : 4	1.715,49	66,35	55,12	156,94	84.916,92	82.934,97	13545,453	987.428,26	1.168.825,60
	0 : 0,4 : 0,6 : 4	1.722,71	0,00	69,19	197,00	85.274,21	0,00	17003,058	1.239.478,62	1.341.755,88
Hariyanto, 2008 (Mortar 03B)	1 : 0 : 0 : 4	1.779,74	344,16	0,00	0,00	88.096,97	430.204,01	0,00	0,00	518.300,98
	0,8 : 0,08 : 0,12 : 4	1.768,14	273,54	14,20	33,02	87.522,94	341.920,66	3490,29	207.759,31	640.693,20
	0,6 : 0,16 : 0,24 : 4	1.739,80	201,86	27,95	64,98	86.120,22	252.330,58	6868,70	408.859,19	754.178,69
	0,4 : 0,24 : 0,36 : 4	1.690,14	130,74	40,73	94,69	83.662,13	163.418,95	10008,97	595.783,97	852.874,02
	0,2 : 0,32 : 0,48 : 4	1.719,59	66,51	55,25	128,46	85.119,57	83.132,89	13577,78	808.217,09	990.047,34
	0 : 0,4 : 0,6 : 4	1.786,53	0,00	71,75	166,82	88.433,13	0,00	17632,92	1.049.599,45	1.155.665,50
Shidiqi, 2005	1 : 0 : 0 : 4	1.577	315			49.281,25	315.000,00			364.281,25
	1 : 0 : 0 : 5	1.602	256			50.062,50	256.000,00			306.062,50
	1 : 0 : 0 : 6	1.600	213			50.000,00	213.000,00			263.000,00
	1 : 0 : 0 : 7	1.583	180			49.468,75	180.000,00			229.468,75
Yulianingsih, 2005	1 : 0 : 0 : 4	1.848,24	341,76			91.487,87	427.200,37			518.688,24
	1 : 0 : 0 : 5	1.864,23	275,77			92.279,23	344.716,49			436.995,72
	1 : 0 : 0 : 6	1.869,53	230,47			92.541,97	288.081,65			380.623,62
	1 : 0 : 0 : 7	1.840,52	194,48			91.105,92	243.095,37			334.201,30

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Hasil pemeriksaan pasir memenuhi syarat sebagai bahan penyusun mortar dimana berat satuan, berat jenis, kandungan lumpur, dan modulus halus menunjukkan sebagai agregat normal. Hasil pemeriksaan *petrografi* tras menunjukkan bahwa tras dari Pagerharjo mengandung lempung yang lebih sedikit yaitu sekitar 11% dibandingkan tras dari Purwoharjo yang mengandung lempung (berupa montmorilonit, dan kaolinit) yang lebih banyak sekitar 26%. Hasil pemeriksaan kimia didapatkan kadar unsur-unsur kimia yang terkandung dalam tras berupa SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , Na_2O , dan K_2O . Kandungan silika aktif pada kedua tras hampir sama, yaitu: 29,898% untuk WASMPO0705C dan 29,934% untuk WASM0703B.
2. Hasil pemeriksaan kuat tekan pasta tras-kapur umur 7 hari menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi sebesar 0,4177 MPa untuk pasta yang menggunakan tras dari pagerharjo dan kuat tekan sebesar 0,8579 MPa untuk pasta yang menggunakan tras dari Purwoharjo didapatkan pada campuran dengan perbandingan 2 kapur : 3 tras.
3. Hasil pemeriksaan kuat tekan mortar menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah bahan substitusi semen yang digunakan, kuat tekan menjadi semakin kecil. Campuran kapur dan tras dari Pagerharjo dapat digunakan sebagai bahan substitusi semen untuk pembuatan berbagai tipe mortar pasangan ataupun berbagai mutu bata beton pejal. Dari hasil pemeriksaan kuat tarik mortar terlihat bahwa penggunaan bahan substitusi yang semakin banyak akan memberikan kuat tarik yang semakin kecil, kecuali pada bahan substitusi berupa kapur dan tras dari Pagerharjo sebanyak 20% menghasilkan kuat tarik mortar yang lebih besar dibandingkan dengan mortar yang menggunakan semen 100% (tanpa bahan substitusi). Dari pengujian serapan air terlihat bahwa nilai serapan air semakin bertambah seiring bertambahnya jumlah bahan substitusi semen. Nilai serapan

air mortar yang menggunakan tras dari Pagerharjo berkisar antara 9,7% hingga 12,3% sedangkan mortar yang menggunakan tras dari Purwoharjo, nilai serapan air berkisar antara 11,3% hingga 16,9%.

4. Penggunaan tras dan kapur sebagai bahan pengganti semen tidak ekonomis karena biaya pengolahan tras yang lebih mahal daripada harga semen.

B. Saran

1. Tras yang akan digunakan sebaiknya diayak dahulu untuk memisahkan antara yang sudah mengalami pelapukan dengan yang masih berupa batuan.
2. Untuk benda uji pasta campuran kapur dan tras yang akan digunakan untuk pengujian pada umur 7 hari sebaiknya dilakukan perawatan menggunakan tungku uap atau pengujian dilakukan pada benda uji umur 28 hari agar diketahui kuat tekan optimum pasta campuran kapur dan tras yang diteliti.
3. Perlu dilakukan penelitian pembuatan mortar dengan menggunakan semen merk lain (bukan semen serbaguna Holcim).
4. Diperlukan alat atau mesin untuk menghaluskan dan mengayak tras agar dapat mengurangi biaya pengolahan tras.
5. Perlu penelitian untuk penggunaan tras dengan butiran yang lebih kasar (lolos ayakan dengan ukuran lubang yang mudah didapat di pasaran) agar lebih mudah dilaksanakan dan lebih murah.
6. Perlu penelitian lanjutan untuk digunakan dalam bidang konstruksi, misalnya pengembangan penggunaan tras untuk pembuatan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri,S., 2005, *Teknologi Beton A-Z*, Yayasan John Hi-Tech Idetama, Jakarta,.
- Angraini,B,2008, *Tugas Mata Kuliah Geologi Mineral Non Logam*, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, tidak dipublikasikan

- Anonim, 2007, Dinas Perindagkoptamb, Kabupaten Kulon Progo, *Data Potensi Galian Kabupaten Kulon Progo*.
- Riyanto dan Harsodo, 1990, *Bahan Galian Industri, Tras*, Departemen Pertambangan dan Energi, Pusat Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.
- Shidiqi, 2005, *Pengaruh Semen dan Pasir terhadap Sifat-sifat Mortar dengan Pasir Agak Kasar*, Tugas Akhir, Universitas Gadjah Mada.
- SNI 03-6861.1-2002, *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*, Balitbang Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- SNI 03-6882-2002, *Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Pasangan*, Balitbang Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 06-6887-2002, *Spesifikasi Abu Terbang dan Pozolan Lainnya untuk Digunakan Dengan Kapur*, Balitbang Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 15-7064-2004, *Semen Portland Komposit*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Tjokrodinuljo K., 2007, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- van Bemmelen R.W., M., 1970, *Geology of Indonesia Vol. II Economic Geology*, The Hague Manismus Nijhoff, Den Haag.
- Wibowo, 2007, *Pengaruh Penambahan Tras Muria Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Serapan Air Pada Mortar*, Tugas Akhir, Universitas Negeri Semarang, tidak dipublikasikan.