

PENAMBAHAN CaCO_3 , CaO DAN CaOH_2 PADA LUMPUR LAPINDO AGAR BERFUNGSI SEBAGAI BAHAN PENGIKAT

Abdul Halim, M. Cakrawala dan Naif Fuhaid

Jurusan Teknik Sipil^{1,2)}, Jurusan Teknik Mesin³⁾, Fak. Teknik, Universitas Widyagama
abah.ef7@gmail.com, C4kr4w4l4@gmail.com, naif.fuhaid@gmail.com

ABSTRAK

Lumpur lapindo merupakan bencana alam, namun dibalik itu ada beberapa manfaat yang digunakan dari lumpur lapindo, seperti beberapa penelitian yang memanfaatkannya dalam pembuatan batu bata, genteng beton, beton pejal, sebagai pengganti semen dan sebagainya. Penelitian ini memanfaatkan lumpur lapindo sebagai pengganti semen. Sebagai Variabel bebas adalah lumpur lapindo (LL) yang dikeringkan dengan cara dibakar kemudian dihaluskan dan ditambahkan 0%, 10% dan 20% kapur jenis CaCO_3 , CaO dan CaOH_2 . Sebagai variabel terikat adalah kuat tekan dan penyerapan air dari mortar dengan komposisi 8 Ps : 1 LL dan 8 Ps : 2 LL. Didapat kuat tekan yang tertinggi pada komposisi 8 Ps : 1 LL dengan ditambah 10% CaO yaitu sebesar $5,176 \text{ kg/cm}^2$ atau 3,1 kali tanpa diberi kapur. Sedangkan pada komposisi 8 PS : 2 LL kuat tekan tertinggi adalah ditambah 20% CaOH_2 dengan nilai $6,065 \text{ kg/cm}^2$ atau 3,24 kali lebih besar tanpa diberi kapur. Tetapi secara rata-rata lumpur lapindo mempunyai sifat pengikat lebih baik bila ditambah dengan CaOH_2 . Nilai penyerapan air yang diperoleh melalui penelitian ini penambahan CaO menghasilkan penyerapan terbesar yaitu 34,74 % sedangkan penyerapan terkecil adalah . lumpur lapindo ditambahkan dengan CaOH_2 dengan nilai 30,76 %. Komposisi 8 Ps : 2 LL mempunyai prosentase penyerapan yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi 8 Ps : 1 LL.

Kata kunci : Lumpur Lapindo, Kapur, Kuat Tekan, Penyerapan Air, Mortar

PENDAHULUAN

Hasil penelitian Rosanti, W.M., (2016) menunjukkan bahwa semakin besar bagian lumpur Lapindo dan semakin sedikit *fly ash* dapat meningkatkan kuat tekan pada bata beton ringan. Bata beton ringan hasil penelitian ini termasuk dalam kelas III berdasarkan SNI 03-0349-1989 yaitu kuat tekan rata-rata pada umur 7,14, dan 28 hari secara berturut-turut sebesar 2,16; 3,04; dan 4,28 MPa dengan rata-rata penyerapan air sebesar 0,159%. Menurut Pujianto, *et al* (2013) semakin banyak kapur ditambahkan pada lumpur lapindo kuat tekan beton geopolimer semakin naik, kuat tekan maksimal didapat pada penambahan 30 % kapur dengan nilai 10,324 MPa.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang mana lumpur lapindo dapat digunakan mengganti sebagian jumlah semen sebagai pengikat maka pada penelitian ini lumpur lapindo difungsikan 100 % sebagai bahan pengikat. Untuk menambah daya pengikat, lumpur lapindo ditambah dengan tiga (3) jenis kapur, yaitu CaCO_3 (kalsium karbonat) atau kapur mentah, CaO (kalsium oksida atau yang biasa dikenal kapur tohor/kapur api) dan CaOH_2 (kalsium hidroksida atau kapur padam)

Lumpur Lapindo

Dari tabel 1. Berdasarkan sumber Wiryasa dan Sudarsana, (2009) kandungan kimia semen dan lumpur lapindo hampir sama. Lumpur Lapindo memiliki

kandungan kapur (CaO) lebih rendah dari semen sedangkan kandungan silikat (SiO_2) lebih tinggi dari semen. Kandungan kapur berfungsi dalam proses pengikatan dan silikat berfungsi sebagai material pengisi (*filler*),

Tabel 1. Kandungan Kimia Lumpur Lapindo dan Semen

Nama Material	Kandungan Kimia (%)										
	SiO_2	CaO	Fe_2O_3	Al_2O_3	TiO_2	MgO	Na_2O	K_2O	SO_2	SO_3	Hilang Pijar
Lumpur Lapindo	53,1	2,07	5,6	18,27	0,57	2,89	2,97	1,44	2,96	-	10,15
Semen	20,8	65,3	3,0	6,9	-	Max 2	-	-	-	1,6	Max 1,5

Sumber : Karimah, R. (2008)

Kapur

Kapur merupakan senyawa kimia yang pada suhu kamar berbentuk serbuk kristal putih. Bahan dasar untuk pembuatan kapur adalah batu kapur, kulit kerang maupun sedimentasi dari cangkang siput fosil kecil, karang ataupun marmer. Batu kapur atau kapur mentah merupakan senyawa kalsium karbonat (CaCO_3), sebagai bahan utama kapur sebagai bahan bangunan. Kapur Tohor (CaO) merupakan hasil pembakaran batu kapur pada suhu tertentu. Sedangkan

kapur padam (CaOH₂) adalah hasil perendaman kapur tohor dengan air. Kapur jenis inilah yang biasanya digunakan sebagai bahan bangunan. Sifat kapur adalah plastis, mudah mengeras dengan cepat, mudah dikerjakan dan mempunyai sifat rekatan yang baik

Pada penelitian ini dilakukan penambahan kapur sebagai aktivator pada lumpur lapindo dengan menggunakan tiga (3) jenis kapur, yaitu kapur mentah CaCO₃ (kalsium karbonat), Kapur tohor CaO (kalsium oksida) dan kapur padam (CaOH₂)

METODE PENELITIAN

A. Variabel Bebas

Seperti dalam Wiryawan dan Sudarsana (2009) bahwa dalam pembuatan beton pejal perbandingan semen PC : Pasir adalah 1 : 8 , didapat hasil yang optimum dengan substitusi 25 % semen PC digantikan dengan Lumpur Lapindo. Pada penelitian ini dicoba menggantikan 1 bagian semen (100%) dengan 1 dan 2 bagian lumpur lapindo. Untuk meningkatkan daya rekat lumpur lapindo dicoba ditambahkan dengan 0,1 dan 0,2 CaCO₃, CaO dan CaOH₂, seperti tabel 2i.

B. Variabel Terikat

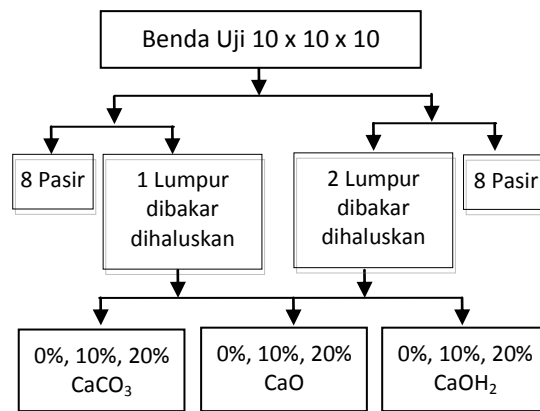
Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu: Kuat tekan mortar ukuran 10 x 10 x 10 cm³ dan daya serap air.

Tabel 2. Komposisi Pencampuran Mortar

No	Komposisi 1	Komposisi 2	Komposisi 3
1	8 Ps : 1 LL : 0 CaCO ₃	8 Ps : 1 LL : 0 CaO	8 Ps : 1 LL : 0 CaOH ₂
3	8 Ps : 1 LL : 0,1 CaCO ₃	8 Ps : 1 LL : 0,1 CaO	8 Ps : 1 LL : 0,1 CaOH ₂
5	8 Ps : 1 LL : 0,2 CaCO ₃	8 Ps : 1 LL : 0,2 CaO	8 Ps : 1 LL : 0,2 CaOH ₂
2	8 Ps : 2 LL : 0 CaCO ₃	8 Ps : 2 LL : 0 CaO	8 Ps : 2 LL : 0 CaOH ₂
4	8 Ps : 2 LL : 0,1 CaCO ₃	8 Ps : 2 LL : 0,1 CaO	8 Ps : 2 LL : 0,1 CaOH ₂
6	8 Ps : 2 LL : 0,2 CaCO ₃	8 Ps : 2 LL : 0,2 CaO	8 Ps : 2 LL : 0,2 CaOH ₂

Dalam penelitian yang telah dilakukan, cetakan benda uji yang dibuat adalah berbentuk kubus dengan ukuran 10 x 10 x 10 cm. Pembuatan, pengujian dan perawatan akan dilakukan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Widyagama Malang. Adapun beberapa tahapan yang akan dilakukan diantaranya :

- Mengumpulkan lumpur lapindo, di Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.
- Lumpur lapindo dibakar sekitar ± 6 jam, setelah itu lumpur dihaluskan.
- Dibuat campuran mortar sesuai komposisi yang ada (Tabel 3.1)
- Tambahkan Kapur dengan perbandingan persentase, yaitu 0%, 10% dan 20%.



Gambar 1. Komposisi Campuran

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Kualitas Bahan

1. Semen Portland

Semen yang digunakan adalah semen portland tipe I produksi PT.Gresik Indonesia Semen

2. Pasir

Adapun pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis pasir Wlingi Hasil pengujian agregat halus (pasir) dapat dilihat dalam Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3 Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian Agregat Halus	Hasil Pengujian	ASTM
1.	Kadar Air (%)	16,25	-
2.	Penyerapan Air (%)	0,96	1 - 2
3.	Berat Jenis	2,7	2,5 - 2,7
4.	Angka Kehalusan (%)	1,71	-

Sumber : Hasil Pengujian, 2017

3. Lumpur Lapindo

Lumpur lapindo diambil kemudian dibakar selama ± 6 setelah itu dihaluskan menjadi serbuk lumpur.



Gambar 2 Pengeringan Lumpur Lapindo Dengan Proses Pembakaran

Tabel 4. Komposisi Lumpur yang Dibakar

Bahan	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO
Lusi Kering	53,1	18,3	5,6	2,1
Lusi Bakar	46	14	25,5	5,6

Dari Ekaputri, J.J., (2013), didapat senyawa kimia lumpur lapindo seperti pada tabel 4, lusi kering didapat dari lumpur yang dioven dengan 100° C sedangkan lusi bakar adalah lumpur kering yang dibakar dengan suhu 800 °C - 850 °C selama minimal 2 jam. Lumpur lapindo yang dibakar mengakibatkan kadar senyawa SiO₂ berkurang dan kadar CaO menaik. Kandungan CaO yang memiliki fungsi dalam proses perekatan/ pengikatan, sedangkan SiO₂ berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*). Pada semen SiO₂ dan CaO memiliki peranan dalam menentukan kekuatan, Al₂O₃ berfungsi mempercepat proses pengerasan, sedangkan Fe₂O₃ bukan merupakan unsur yang aktif dalam semen.

Menurut Samudro (2016) pengujian pada lumpur lapindo didapati nilai kadar airnya sebesar 18,91%, Porositas 49,1 %, berat jenis 2,58 kg/cm³ dan Berat Isi 7,7 kg/cm³.

b. Dimensi dan Komposisi Mortar

Dalam pengujian yang telah dilakukan, dibuat cetakan mortar ukuran 10x10x10 cm³. Ada 2 komposisi mortar, yaitu 8 Ps : 1 LL dan 8 Ps : 2 LL yang keduanya merupakan perbandingan volume. Sedangkan penambahan kapur (CaCO₃, CaO dan CaOH₂) jumlahnya 0 %, 10% dan 20 % terhadap jumlah lumpur lapindo dalam campuran. Masing-masing komposisi akan dibuat 8 benda uji.

c. Hasil Pengujian

Adapun hasil pengujian penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kuat Tekan

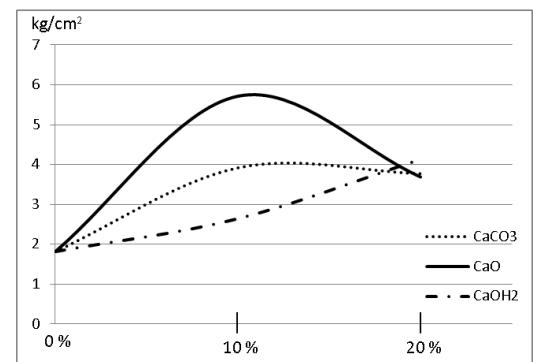
Pengujian kuat tekan mortar dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Widyagama Malang. Pengujian kuat tekan ini . dilakukan pada saat mortar berumur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan, seperti pada tabel 5, didapat kuat tekan untuk komposisi 8 ps : 1 LL dan komposisi 8 Ps : 2 LL (lumpur lapindo 2 x lebih banyak dibandingkan komposisi 1)

Pada komposisi OPC:8PS:1LL dengan penambahan 10% dan 20 % kapur, didapat pada penambahan 10 % CaCO₃ dan CaO kuat tekannya mengalami kenaikan namun mengalami penurunan

pada penambahan 20 % CaCO₃ dan CaO. Sedangkan penambahan CaOH₂ pada lumpur lapindo, kuat tekan mortar mengalami kenaikan.

Tabel 5. Hasil Kuat Tekan

No	Komposisi	Kuat Tekan Kg/cm ²
1	8 Ps : 1 LL : 0% CaCO ₃	1,817
2	8 Ps : 1 LL : 10% CaCO ₃	3,918
3	8 Ps : 1 LL : 20% CaCO ₃	3,771
4	8 Ps : 1 LL : 0% CaO	1,817
5	8 Ps : 1 LL : 10% CaO	5,176
6	8 Ps : 1 LL : 20% CaO	3,689
7	8 Ps : 1 LL : 0% CaOH ₂	1,817
8	8 Ps : 1 LL : 10% CaOH ₂	2,643
9	8 Ps : 1 LL : 20% CaOH ₂	4,13
10	8 Ps : 2 LL : 0% CaCO ₃	1,872
11	8 Ps : 2 LL : 10% CaCO ₃	3,359
12	8 Ps : 2 LL : 20% CaCO ₃	3,773
13	8 Ps : 2 LL : 0% CaO	1,872
14	8 Ps : 2 LL : 10% CaO	2,643
15	8 Ps : 2 LL : 20% CaO	3,029
16	8 Ps : 2 LL : 0% CaOH ₂	1,872
17	8 Ps : 2 LL : 10% CaOH ₂	5,822
18	8 Ps : 2 LL : 20% CaOH ₂	6,065

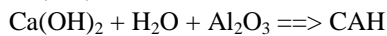
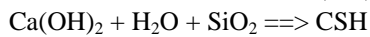
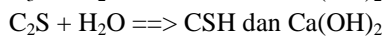
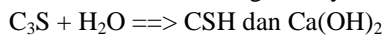


Gambar 3 Perbandingan Kuat Tekan pada Komposisi 8 Ps : 1 LL

Walaupun nilai kuat tekan terbesar terdapat pada penambahan 10% CaO sebesar 5,176 kg/cm², namun pada penambahan 20 % CaO mengalami penurunan.

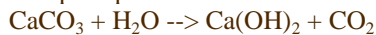
Lain halnya dengan penambahan CaOH_2 mempunyai trend terus menaik.

Bahan-bahan yang mengandung senyawa silika dan alumina disebut sebagai bahan yang bersifat pozzolan dan bahan tersebut tidak memiliki sifat seperti semen. Bahan-bahan tersebut dapat dibuat menjadi semen dengan digiling hingga halus dan dicampur dengan klinker lalu di finish mill. Bila semen tersebut bereaksi dengan air maka akan membentuk senyawa CSH dan CAH, yang membuat bahan pozzolan tersebut akan mempunyai sifat seperti semen. Senyawa CSH dan CAH terbentuk dari reaksi senyawa silika dan alumina dengan senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

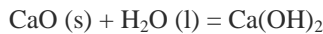


Bahan pozzolan terbagi menjadi 2 yaitu pozzolan alam dan pozzolan buatan. Bahan pozzolan alam contohnya yaitu trass, sedangkan bahan pozzolan buatan contohnya yaitu fly ash. (Neville, 1998),

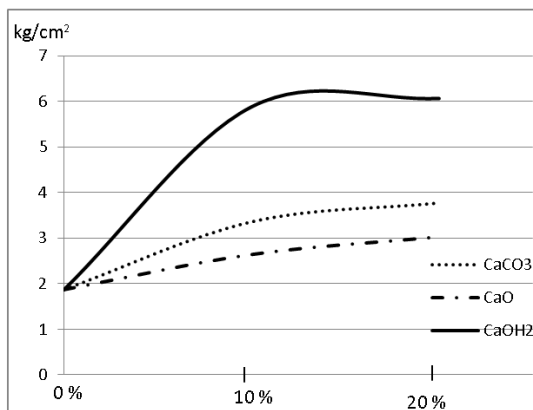
Kapur kalsium karbonat CaCO_3 bila diberi air (H_2O) yang akan membentuk kalsium hidroksida, zat yang lunak seperti pasta.



Begitu juga dengan kapur tohor CaO bila diberi air akan terbentuk kalsium hidroksida

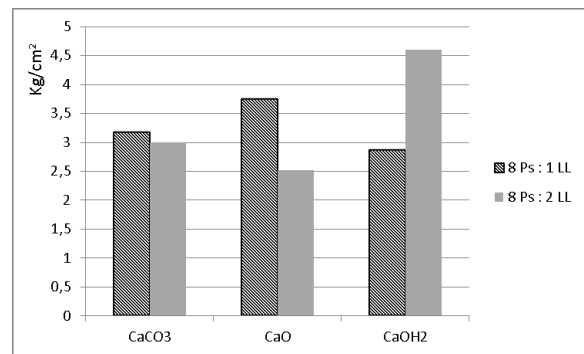


Senyawa SiO_2 dan Al_2O_3 pada lumpur lapindo bereaksi dengan CaOH_2 , menjadikan lumpur lapindo bersifat mengikat seperti semen. Nilai kuat tekan pada komposisi 8 Ps : 1 LL ditambah kapur belum masuk dalam klasifikasi kekuatan mortar yang disyaratkan dalam ASTM C 270 dimana untuk tipe terkecil yaitu tipe K nilai kuat minimum yang disyaratkan sebesar $5,25 \text{ kg/cm}^2$.



Gambar 4 Perbandingan Kuat Tekan pada Komposisi 8 Ps : 2 LL

Berdasarkan grafik di atas terlihat setiap penambahan kapur jenis CaCO_3 , CaO dan CaOH_2 dengan prosentase 0 %, 10% dan 20 % kuat tekannya mempunyai trend naik. Kuat tekan yang tertinggi didapat pada lumpur lapindo dengan penambahan 20% CaOH_2 dengan nilai $6,065 \text{ kg/cm}^2$. Komposisi 8 Ps : 2 LL + 20 % CaOH_2 memenuhi klasifikasi ASTM C 270 tipe K yaitu adukan dengan kuat tekan rendah, dipakai untuk pasangan dinding telindung dan tidak menahan beban, serta tidak ada persyaratan mengenai kekuatan.



Gambar 5 Perbandingan Kuat Tekan pada Komposisi 8 Ps : 1 LL dan 8 Ps : 2 LL

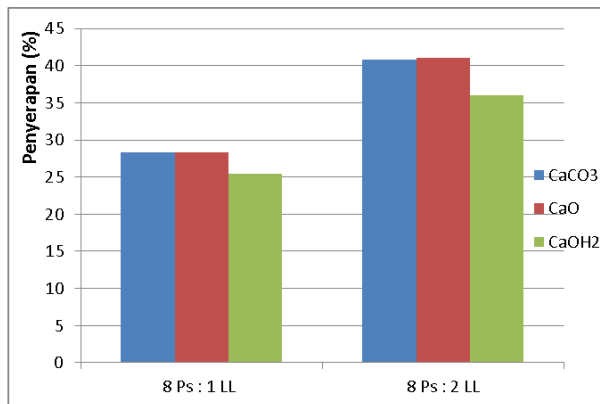
Penambahan CaCO_3 dan CaO pada komposisi 8 Ps : 1 LL kuat tekannya lebih tinggi dibandingkan pada komposisi 8 Ps : 2 LL, sedangkan penambahan CaOH_2 kuat tekan komposisi 8 Ps : 2 LL lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi 8 ps : 1 LL. Banyaknya jumlah CaOH_2 yang berasal dari penambahan 20 % CaOH_2 dan reaksi kimia CaO dan H_2O yang berasal dari 2 bagian lumpur (8 Ps : 2 LL) , bereaksi dengan SiO_2 akan menghasilkan Senyawa CSH dan CAH yang banyak pula, sehingga jumlah dan kekuatan pengikatnya semakin meningkat..

2. Penyerapan Air

Hasil pengujian daya serap air dari benda uji mortar ditunjukkan pada tabel 6. Dari Tabel 6 dan Gambar 6 ini terlihat bahwa penyerapan air yang terbesar terdapat pada komposisi campuran dengan penambahan CaO , setelah itu dengan penambahan CaCO_3 dan yang terkecil dengan penambahan CaOH_2 . Kapur CaOH_2 merupakan kapur padam yang dibuat dari kapur CaCO_3 dan CaO yang diberi air jadi CaOH_2 sudah jenuh air. Penyerapan air pada komposisi 8 Ps : 2 LL nilainya lebih besar dibandingkan penyerapan air pada komposisi 8 PS : 1 LL, hal ini dikarenakan penyerapan lumpur lapindo cukup tinggi yaitu 42,03 %.

Tabel 6 Hasil Pengujian Penyerapan

No	Komposisi	Penyerapan	Rata
1	8 Ps : 1 LL : 0% CaCO ₃	28,57	28,37
2	8 Ps : 1 LL : 10% CaCO ₃	28,75	
3	8 Ps : 1 LL : 20% CaCO ₃	27,79	
4	8 Ps : 1 LL : 0% CaO	28,57	28,38
5	8 Ps : 1 LL : 10% CaO	27,16	
6	8 Ps : 1 LL : 20% CaO	29,41	
7	8 Ps : 1 LL : 0% CaOH ₂	28,57	25,48667
8	8 Ps : 1 LL : 10% CaOH ₂	24,18	
9	8 Ps : 1 LL : 20% CaOH ₂	23,71	
10	8 Ps : 2 LL : 0% CaCO ₃	40,28	40,81
11	8 Ps : 2 LL : 10% CaCO ₃	44,72	
12	8 Ps : 2 LL : 20% CaCO ₃	37,43	
13	8 Ps : 2 LL : 0% CaO	40,28	41,10333
14	8 Ps : 2 LL : 10% CaO	45,12	
15	8 Ps : 2 LL : 20% CaO	37,91	
16	8 Ps : 2 LL : 0% CaOH ₂	40,28	36,02667
17	8 Ps : 2 LL : 10% CaOH ₂	34,65	
18	8 Ps : 2 LL : 20% CaOH ₂	33,15	



Gambar 6 Penyerapan Air Mortar

Simpulan

- Pemanfaatan lumpur lapindo sebagai bahan pengikat dapat digunakan dengan ditambahkan kapur padam CaOH₂ dan kaput tohor CaO, tetapi secara rata-rata kuat tekan CaOH₂ lebih baik dibandingkan CaO .
- Untuk komposisi 8 Ps : 1 LL nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada penambahan 10 % CaO yaitu sebesar 5,176 kg/cm².
- Untuk komposisi 8 Ps : 2 LL nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada penambahan 20 % CaOH₂ yaitu sebesar 6,065 kg/cm².
- Nilai penyerapan air yang diperoleh melalui penelitian ini penambahan CaO menghasilkan penyerapan terbesar yaitu 34,74 % sedangkan

- penyerapan terkecil adalah . lumpur lapindo ditambahkan dengan CaOH₂ dengan nilai 30,76 %
- Penambahan CaO dan CaCO₃ mempunyai nilai penyerapan air yang hampir sama besarnya.
 - Untuk nilai penyerapan air pada komposisi 8 PS : 1 LL rata-rata dari ketiga penambahan jenis kapur didapat nilai penyerapan sebesar 27,42 % dan penyerapan air terbesar terdapat pada komposisi 8 PS : 2 LL dengan nilai penyerapan air sebesar 39,31%.
 - Untuk pemanfaatan lumpur lapindo sebagai bahan pengikat yang terbaik adalah ditambahkan dengan CaOH₂ karena kuat tekan lebih tinggi dan penyerapannya paling rendah.

DAFTAR PUSTAKA

Andoyo, 2006, *Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air pada Mortar*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Anonim. 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia 1982 (PUBI-1982)*. Bandung : Pusat Penelitiandan Pengembangan Permukiman, Balitbang Dep. PU.

Anonim. 2002. *Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan*. Bandung : Pusat Penelitiandan Pengembangan Permukiman, Balitbang PU.

Pujianto As’at, dkk.2013. *Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan Bahan Utama Bubuk Lumpur Lapindo dan Kapur*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah.

Ekaputri J.J. dan Triwulan, 2013. Sodium sebagai Aktivator *Fly Ash*, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam Beton Geopolimer, *Jurnal Teknik Sipil* Vol. 20 No. 1 April 2013

Rofikatul Karimah, 2008. *Potensi Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Baku Tambahan Pembuatan Batu Bata*.Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.

Rosanti W.M. dan Winanti E.T., 2016. Pemanfaatan Lumpur Lapindo Dan Fly Ash Sebagai Bahan Campuran Pada Pembuatan Bata Beton Ringan. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil* Vol 2 Nomer 2/rekat/16 (2016), 01-07

Samudro G., dkk, 2016. Penentuan Campuran Lumpur Lapindo Sebagai Substitusi Pasir Dan Semen Dalam Pembuatan Paving Block Ramah Lingkungan. *Jurnal PRESIPITASI* Vol. 13 No.1 Maret 2016

Wirya N.M.A dan Sudarsana, I.W., 2009. Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Substitusi Semen Dalam Pembuatan Bata Beton Pejal. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Vol. 13, No. 1, Januari 2009

