

PENGARUH CaO PADA AKTIVASI LUMPUR LAPINDO UNTUK SUBSTITUSI SEMEN DALAM PEMBUATAN MORTAR GEOPOLIMER

Abdul Halim¹⁾, Mohammad Cakrawala²⁾Delvia Maria D.³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil, Universitas Widyagama, Malang
Email: abah.ef7@gmail.com

²⁾Jurusan Teknik Sipil, Universitas Widyagama, Malang
Email: c4kra.w414@yahoo.co.id

³⁾Jurusan Teknik Sipil, Universitas Widyagama, Malang
Email: delviamaria91@gmail.com

Abstrak

Lumpur Lapindo mempunyai potensi yang besar untuk diteliti karena senyawanya dan jumlahnya yang sangat melimpah. Karenanya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lumpur lapindo yang diaktivasi dengan senyawa NaOH dan Na₂SiO₃ dan diberi penambahan CaO dalam upaya mengurangi pemakaian semen. Didapat hasil penambahan CaO berpengaruh terhadap kuat tekan mortargeo polimer, penambahan CaO berkisar antara 20 % - 29,28 % dari berat NaOH. Penggantian semen dengan lumpur lapindo mempunyai kecenderungan menurunnya kuat tekan mortar. Pemakaian lumpur teraktivasi sebagai pengganti semen dapat digunakan sebanyak 16,96 % - 25 %, Komposisi mortar yang terbaik adalah 0,75 PC + 0,25 LA : 6 Ps, dan lumpurnya diaktivasi dengan senyawa NaOH, Na₂SiO₃ dan ditambah CaO sebanyak 20% dari berat NaOH. Pada komposisi ini didapat kuat tekan mortar sebesar 4,53 MPa.

Kata kunci: Mortar Geopolimer, Lumpur lapindo, CaO, Semen, Aktivasi

Abstract

Lapindo mud has great potential to be researched because of its compounds and the amount is very abundant. Therefore this research aims to determine the effect of lapindo mud activated with NaOH and Na₂SiO₃ compounds and given the addition of CaO in an effort to reduce the use of cement. The results of the addition of CaO were found to affect the compressive strength of geopolymer mortar, the addition of CaO ranged between 20% - 29.28% of the weight of NaOH. The replacement of cement with lapindo mud has a tendency to decrease the compressive strength of mortar. The use of activated sludge as a substitute for cement can be used as much as 16.96% - 25%. The best composition of mortar is 0.75 PC + 0.25 LA: 6 Ps, and the sludge is activated with NaOH, Na₂SiO₃ and 20% of CaO NaOH weight. In this composition obtained mortar compressive strength of 4.53 MPa.

Keywords: Mortar Geopolymer.

Key word :Lapindo Mud, CaO, Cement, Activation

PENDAHULUAN

Material Lumpur lapindo sidoarjo (Lusi) sangat berlimpah jumlahnya dan dapat digunakan sebagai material bahan bangunan, baik sebagai bahan tambahan maupun bahan utamanya. Berdasarkan penelitian Wiryasa dan Sudarsana, (2009) kandungan kimia lumpur lapindo hampir sama dengan kandungan kimia semen.

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

Dari penelitian Ekaputri (2013) bahwa pemanfaatan Fly ash dan lumpur yang dibakar dapat digunakan sebagai binder dalam pembuatan beton geopolimer. Sebelum digunakan binder harus diaktivasi terlebih dahulu dengan larutan NaOH 12 M - 14 M yang dicampurkan dengan Na_2SiO_3 , dengan perbandingan sebesar 2,5. Beton polimer dengan komposisi 50 % agregat kasar, 25 % agregat halus dan 25 % binder yang telah diaktivasi didapat kuat tekan sebesar 22,3 MPa. Untuk menambah daya pengikat lumpur lapindo Halim, dkk (2017) memanfaatkan tiga (3) jenis kapur, yaitu CaCO_3 , CaO dan CaOH_2 dalam pembuatan mortar dengan komposisi 2 Lumpur : 8 Pasir dan 1 Lumpur : 8 Pasir. Pada komposisi 1 Lumpur : 8 pasir dengan ditambah 10% CaO (terhadap lumpur) didapat kuat tekan mortar sebesar 5,176 kg/cm^2 atau 3,1 kali tanpa diberi kapur. Sedangkan pada komposisi 2 lumpur : 8 pasir ditambah 20% CaOH_2 didapat kuat tekan mortar 6,065 kg/cm^2 atau 3,24 kali lebih besar tanpa diberi kapur.

Pada penelitian ini bermaksud untuk mengetahui pengaruh pemberian CaO pada lumpur lapindo yang diaktivasi dengan NaOH dan Na_2SiO_3 . Lumpur yang telah diaktivasi lalu dibakar dan digiling halus sampai lolos saringan No. 200 dan dimanfaatkan sebagai pengganti semen dalam pembuatan mortar geopolimer.

METODE PENELITIAN

A. Variabel Bebas

Pada penelitian ini ada 2 (dua) perlakuan sekaligus yaitu pemberian CaO untuk mengaktivasi lumpur lapindo dengan variasi 0%, 20 %, 40 %, 60 % dan 80 % terhadap berat NaOH , dan penggantian semen (PC) dengan lumpur lapindo (LA) yang telah diaktivasi sebanyak 25 %, 50 %, 75 % dan 100%.

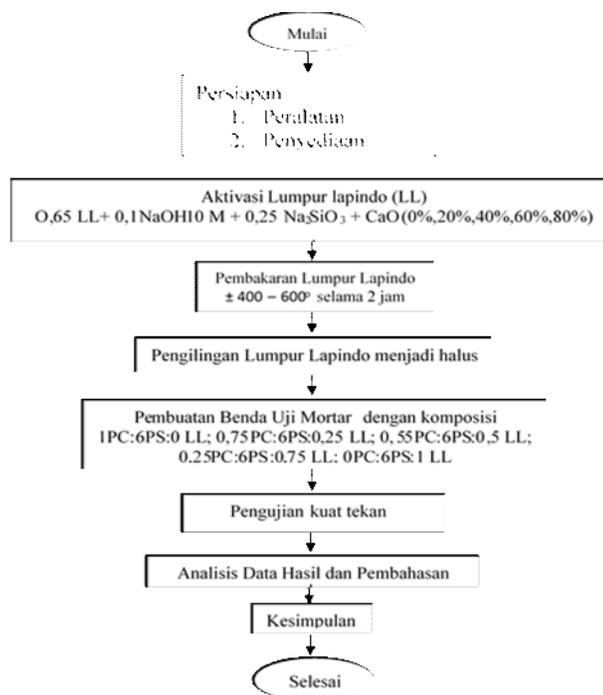
B. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat tekan mortar ukuran 5 x 5 x 5 cm^3 pada umur 28 hari dengan komposisi control adalah 1 PC : 6 Pasir (Ps). Pada penelitian ini akan dibuat 26 komposisi yang setiap komposisi dibuat 5 buah benda uji. Komposisi kontrol 1 PC : 6 Ps, selanjutnya dilakukan pengurangan 25%, 50%, 75% dan 100 % semen dengan Lumpur Lapindo. Lumpur yang digunakan diaktivasi

dengan NaOH, Na₂SiO₃ dan CaO dengan variasi 0%, 20%, 40%, 60 % dan 80% dari berat NaOH. Komposisi penelitian dapat dilihat seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Rancangan perlakuan dan jumlah benda uji

Perlakuan Komposisi Mortar	Aktivator + 0% CaO (A1)	Aktivator +20% CaO (A2)	Aktivator +40% CaO (A3)	Aktivator +60% CaO (A4)	Aktivator +80% CaO (A5)
1 PC : 6 Ps (control, K)	5				
0,75 PC +0,25 LA _i : 6 Ps (K1)	5	5	5	5	5
0,50 PC +0,50 LA _i : 6 Ps (K2)	5	5	5	5	5
0,25 PC +0,75 LA _i : 6 Ps (K3)	5	5	5	5	5
0 PC + 1 LA _i : 6 Ps(K4)	5	5	5	5	5



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Pada penelitian ini dibuat benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm. Pembuatan, pengujian dan perawatan akan dilakukan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Widyagama Malang. Adapun beberapa tahapan yang akan dilakukan diantaranya :

A. Aktivasi Lumpur lapindo

1. Mengambil lumpur lapindo ke Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.
2. Membuat konsentrasi larutan NaOH 10 M dengan melarutkan 400 gr NaOH kedalam 1000 ml air. Banyaknya NaOH 10 M dibuat sesuai dengan keperluan.
3. Membuat senyawa aktivator dengan perbandingan berat 1 NaOH : 2,5 Na₂SiO₃

4. Menambahkan CaO ke dalam senyawa aktivator dengan 5 variasi yaitu sebanyak 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% dari berat NaOH. Sebut saja senyawa A yang terdiri dari A₁, A₂, A₃, A₄ dan A₅
5. Mencampurkan lumpur lapindo dengan senyawa A, dengan perbandingan 0,65 lumpur dan 0,35 senyawa A. Jadi akan didapat 5 campuran lumpur lapindo yang telah diaktivasi yaitu LA₁, LA₂, LA₃, LA₄ dan LA₅.
6. Lumpur lapindo yang telah diberi senyawa aktivator, lalu dibakar selama 2 jam dengan suhu berkisar antara 400 – 600 °C.
7. Dinginkan Lumpur lapindo lalu digiling halus sampai lolos saringan No. 200.

B. Pembuatan benda uji

1. Penyiapan bahan dan peralatan, digunakan pasir hitam dari Lumajang dan semen PCC 40 kg/zak.
2. Dibuat 5 buah benda uji mortar sebagai kontrol dengan komposisi 1 PC : 6 Ps berdasarkan perbandingan volume.
3. Dibuat benda uji mortar dengan mengurangi volume semen sebanyak 25 % dan diganti dengan lumpur lapindo teraktivasi dengan jumlah yang sama, jadi perbandingan komposisinya adalah 0,75 PC + 0,25 LA_i : 6 Ps, dengan 5 macam lumpur lapindo teraktivasi yaitu LA₁, LA₂, LA₃, LA₄ dan LA₅. Benda uji yang dibuat masing-masing 5 buah, jadi didapat total benda uji sebanyak 25 buah.
4. Lakukan seperti butir 3, tetapi semennya dikurangi dan diganti dengan lumpur teraktivasi dengan variasi 50 %, 75 % dan 100 %.
5. Benda uji disimpan ditempat yang teduh dan terlindung dari panas dan hujan.

C. Pengujian benda uji

Pengujian kuat tekan pada benda uji mortar dilakukan pada saat usia mortar sudah mencapai 28 hari. Alat yang digunakan adalah test tekan merk Tatonas, dilakukan pencatatan dan dokumentasi pada setiap kali dilakukan tes tekan.

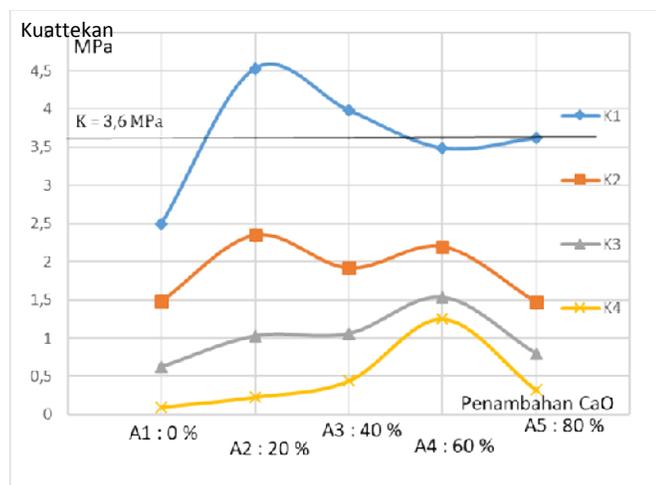
PEMBAHASAN

Data yang didapat disajikan dalam bentuk tabel, lalu dihitung kuat tekan rata-ratanya, digrafikkan lalu dibuatkan persamaan regresinya. Dari grafik dan persamaan regresi pada masing-masing komposisi dilakukan pembahasan untuk mendapatkan kesimpulan.

Dari hasil pengujian kuat tekan dari 5 buah benda uji pada masing-masing komposisi, didapat hasil kuat tekan rata-rata seperti tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Kuat Tekan Rata-rata pada berbagai komposisi (MPa)

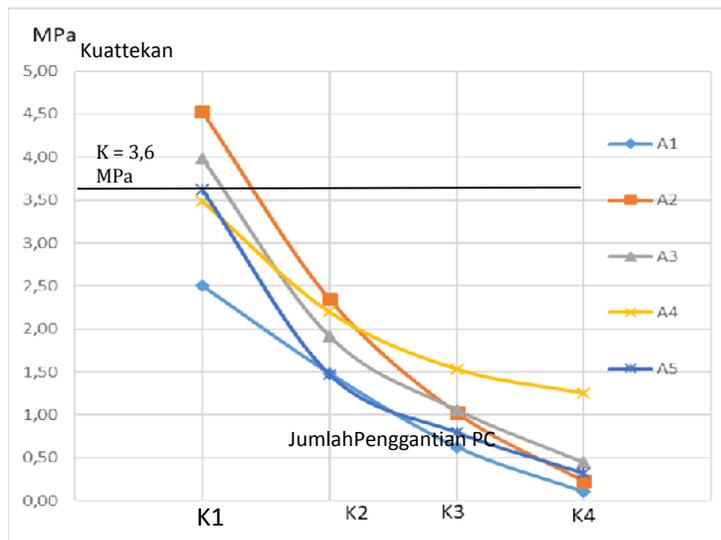
Perlakuan pada Komposisi		Penambahan CaO pada Aktivasi Lumpur				
		A1	A2	A3	A4	A5
Penggantian Semen Dengan Lumpur Lapindo Teraktivasi	K	3,63				
	K1	2,50	4,53	3,98	3,49	3,62
	K2	1,48	2,35	1,92	2,20	1,47
	K3	0,63	1,03	1,06	1,53	0,80
	K4	0,10	0,23	0,44	1,25	0,32



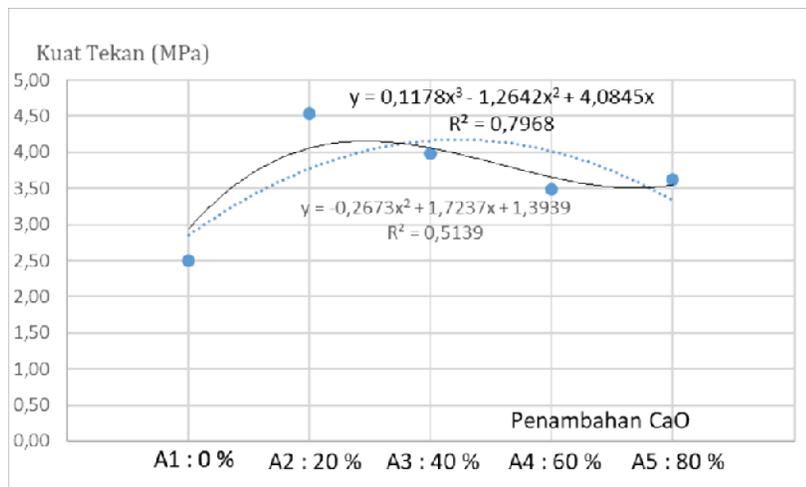
Gambar 2. Hubungan Kuat Tekan Mortar dengan Penambahan CaO

Berdasarkan gambar 2 hubungan kuat tekan mortar dengan penambahan CaO didapat adanya kenaikan kuat tekan. Pada komposisi K1 (penggantian 25 % semen dengan lumpur) terjadi kenaikan kuat tekan dengan bertambahnya CaO. Kuat tekan tertinggi yaitu 4,53 MPa terjadi pada penambahan CaO sebanyak 20%, dan terjadi penurunan kuat tekan dengan bertambahnya CaO, namun kuat tekan rata-rata dengan adanya penambahan CaO masih lebih tinggi dari pada kuat tekan mortar kontrol (K) yaitu sebesar 3,91 MPa. Pada komposisi K2 (penggantian 50 % semen dengan lumpur), komposisi K3 (penggantian 75 % semen dengan lumpur) dan komposisi K4 (penggantian 100 % semen dengan lumpur) terdapat adanya kenaikan kuat tekan dengan adanya penambahan CaO, namun kuat tekan yang dihasilkan masih berada di bawah kuat tekan control K1. Rata-rata kenaikan kuat tekan mortar dengan adanya penambahan CaO adalah sebesar 12,88 %.

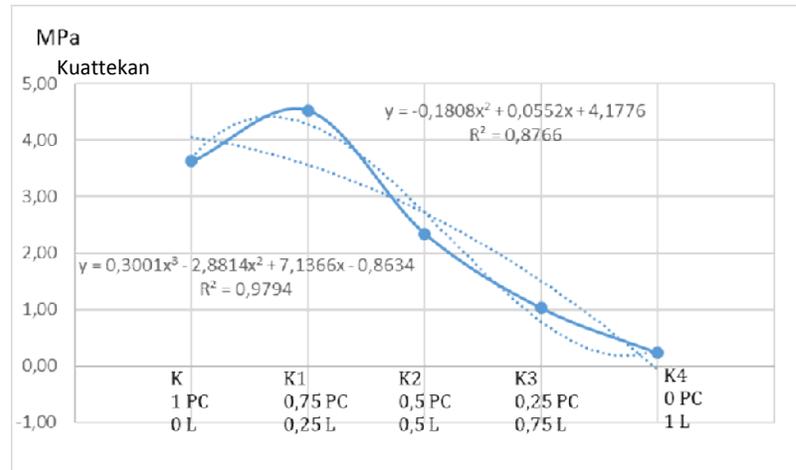
Mengacu gambar 3 yaitu hubungan kuat tekan mortar dengan jumlah penggantian semen dengan lumpur lapindo. Secara umum semakin banyak semen digantikan dengan lumpur lapindo maka kekuatannya akan berkurang, Rata-rata penurunan kuat tekan mortar akibat penggantian semen dengan lumpur adalah sebesar 47,54 %. Kuat tekan yang berada di atas kuat tekan mortar control adalah pada komposisi K1 penggantian 25 % semen dengan lumpur yang aktifnya ditambah 20% CaO (A2) dan 40% (A3) CaO).



Gambar 3. Hubungan Kuat Tekan Mortar dengan Penggantian PC dengan Lumpur



Gambar 4. Hubungan Kuat Tekan Mortar dengan Penambahan CaO pada komposisi 0,75 PC + 0,25 LA : 6 Ps



Gambar 5. Hubungan Kuat Tekan Mortar dengan Penggantian Semen dengan Lumpur pada penambahan 20% CaO

Dari analisa sebelumnya dapat ditetapkan bahwa semen dapat diganti dengan lumpur yang telah diaktivasi sebanyak 25 %, bila dibuat grafik pada gambar 4 yaitu hubungan kuat tekan dengan penambahan CaO pada komposisi 0,75 PC + 0,25 % LA : 6 Ps, didapat persamaan regresi $Y = 0,1178 X^3 - 1,2642 X^2 + 4,0845 X$ dengan $R^2 = 0,7968$. Berdasarkan persamaan regresi didapat kuat tekan optimum pada komposisi 0,75 PC + 0,25 % LA : 6 Ps dengan penambahan 29,28 % CaO pada senyawa activator NaOH dan Na₂SiO₃.

Dari analisa sebelumnya dapat ditetapkan bahwa CaO dapat ditambahkan pada senyawa activator NaOH dan Na₂SiO₃ sebanyak 20 % dari berat NaOH, bila dibuat grafik pada gambar 5 yaitu hubungan kuat tekan dengan penggantian semen dengan lumpur lapindo yang diaktivasi dengan ditambahkan CaO sebanyak 20%, didapat persamaan regresi $Y = 0,3001 X^3 - 2,881 X^2 + 7,1366 X - 0,8634$ dengan $R^2 = 0,9794$. Berdasarkan persamaan regresi didapat kuat tekan optimum pada penggantian semen sebanyak 16,96 % atau komposisi 0,8304 PC + 0,1696 % LA : 6 Ps yang mana lumpur lapindo diaktivasi dengan ditambahkan 20 % CaO pada senyawa activator NaOH dan Na₂SiO₃. Menurut As'at,dkk (2013) kuat tekan beton geopolimer dapat semakin naik dengan semakin banyak kapur ditambahkan pada lumpur lapindo, pada penambahan 30 % kapur dihasilkan kuat tekan dengan nilai 10,324 MPa.

Berdasarkan dari rancangan komposisi dan persamaan regresi bahwa semen dapat diganti oleh lumpur teraktivasi sebanyak 16,96 % - 25 %, sedangkan penambahan CaO dapat diberikan sebanyak 20 % - 29,28 % dari berat NaOH.

Relevansi hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya seperti hasil penelitian Wiryasadan Sudarsana (2008) pada Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Substitusi Semen Dalam Pembuatan Paving Block, didapat hasil semen bias diganti kandungan lumpur sebanyak 24,23 %. Pada penelitian pemanfaatan lumpur lapindo sebagai bahan Substitusi semen dalam pembuatan bata beton pejal oleh Wiryasadan Sudarsana (2009) didapat substitusi semen dengan lumpur lapindo sebanyak 24,56 % akan menghasilkan kuat tekan bata pejal sebesar 71,25 kg/cm² (mutubeton B1), sedangkan substitusi sebesar 7,25 % akan menghasilkan kuat tekan sebesar 100,1 kg/cm² (mutu beton B2). Hasil penelitian As'at (2013) menunjukkan bahwa kuat tekan optimum beton geo polimer sebesar 10,324 MPa akan tercapai dengan penambahan 30% kapur padam (CaOH₂) pada lumpur yang diaktivasi senyawa NaOH dan Na₂SiO₃ dengan perbandingan 30,7 : 69,3.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat pengaruh penambahan CaO pada senyawa aktivator NaOH dan Na₂SiO₃ untuk mengaktivasi lumpur lapindo, terlihat dengan meningkatnya kuat tekan mortar.
2. Penambahan CaO pada senyawa aktivator dapat berkisar 20 % - 29,28 % dari berat NaOH
3. Penggantian semen dengan lumpur lapindo mempunyai kecenderungan menurunnya kuat tekan mortar.
4. Kuat tekan mortar tertinggi sebesar 4,53 MPa terdapat pada komposisi 0,75 PC + 0,25 LA : 6 Ps dengan penambahan CaO sebanyak 20%.
5. Pemakaian lumpur teraktivasi sebagai pengganti semen dapat digunakan sebanyak 16,96 % - 25 %,

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pertama-tama kepada Dekan Fakultas Teknik dan Ketua LPPM Universitas Widyagama atas perhatiannya sehingga didapatnya Hibah Penelitian Strategis Nasional. Selanjutnya terima kasih disampaikan kepada laboran dan mahasiswa Prodi Teknik Sipil Universitas Widyagama yang telah membantu dalam pembuatan dan pengujian benda uji.

REFERENSI

- As'atPujianto, Anzila NA, Martyana dan Hendra, (2013). Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Bahan Utama Bubuk Lumpur Lapindo Dan Kapur. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7). Universitas Sebelas Maret (UNS) - Surakarta, 24-26 Oktober 2013
- Ekaputri, J.J.(2013). Sodium sebagai Aktivator *Fly Ash*, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam Beton Geopolimer, Jurnal Teknik Sipil, Vol. 20 No. 1 April 2013, 1-10
- Halim, A., Cakrawala, M., dan Fuhaid, N., (2017). Penambahan CaCO_3 , CaO Dan CaOH_2 Pada Lumpur Lapindo Agar Berfungsi Sebagai BahanPengikat. Prosiding SENTIA 2017 – Politeknik Negeri Malang Volume 9 – ISSN: 2085-2347., II 29 - 33
- Wiryasa N.M.A, Sugita I.N. dan Wedasana A.S., 2008. Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Substitusi Semen Dalam Pembuatan Paving Block. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 12, No. 1, Januari 2008, 29-36
- Wiryasa 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, 39-46