

STUDI AWAL PEMBUATAN HIGH VOLUME LIGHT WEIGHT SIDOARJO MUD CONCRETE BRICK

R. Susanto¹, A. S. Goey², D. Hardjito³, Antoni⁴

ABSTRAK : Penelitian ini menggunakan kadar lumpur Sidoarjo yang tinggi dan bertujuan untuk menganalisa perbandingan dari penggunaan pasir dan semen dalam pembuatan batako. Untuk mengetahui kandungan lumpur dilakukan tes XRF (*X-Ray Fluorescence*). Lumpur yang digunakan diproses terlebih dahulu dengan memasukkan lumpur ke dalam oven selama 1 hari dan kemudian dibakar selama 5,5 jam dengan suhu 680 °C, kemudian digiling dengan Bar-Mill selama 8 jam agar lolos ayakan 63 µm. Penelitian ini menggunakan persentase kadar lumpur 65%, 70% dan 75% dengan perbandingan semen pasir 1:7, 1:8, dan 1:9. Selain itu juga digunakan *foaming agent* untuk mencapai densitas yang ringan. Pembuatan sampel tanpa *foaming agent* dicetak dengan bekisting 5x5x5 cm³, sedangkan untuk sampel dengan *foaming agent* dengan ukuran 10x10x10 cm³ dan menggunakan variasi *pozzolan* 50%-65%. Kadar 65% dengan perbandingan semen pasir 1:7 menghasilkan kuat tekan 3,72 MPa pada umur 28 hari. Untuk penggunaan *foaming agent*, kadar 50% dengan perbandingan semen pasir 1:7 menghasilkan kuat tekan 3,51 MPa dan densitas 1692 Kg/m³.

KATA KUNCI : densitas, lumpur sidoarjo, *foaming agent*, perbandingan semen pasir, kuat tekan.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan akan bahan bangunan semakin meningkat. Tidak terkecuali dengan beton yang selama ini menjadi material yang paling dominan digunakan sebagai bahan konstruksi. Hal ini dikarenakan nilai ekonomis, kemudahan dibentuk dan kekuatan yang tinggi. Lumpur Sidoarjo memiliki kandungan SiO₂ sebesar 53.08% dan Al₂O₃ sebesar 18.27% sehingga dimungkinkan untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan beton geopolimer (Triwulan, Ekaputri, & Adiningtyas, 2007)

Antoni, Geman, Tjondro, Anggono, & Hardjito, (2012) menyimpulkan bahwa penggunaan lumpur Sidoarjo sebagai bahan *pozzolan* dapat digunakan hanya jika lumpur sudah diolah melalui proses pembakaran antara suhu 500-800C selama 2 jam. Selanjutnya Hardjito, Antoni, Wibowo, & Christianto, (2012) juga menyatakan bahwa lumpur Sidoarjo dapat digunakan sebagai material *pozzolan*. Menurut karakteristiknya lumpur Sidoarjo dapat dikategorikan sebagai material pengganti semen (Nuruddin, Bayuaji, Masilamani, & Biyanto, 2013).

Penelitian sebelumnya oleh Hardjito, Antoni, Setiawan, & Hartoto, (2013) telah membuat concrete brick sampai kadar *pozzolan* lumpur Sidoarjo 60%. Penelitian ini memusatkan pada penggunaan *pozzolan* lumpur Sidoarjo kadar tinggi untuk mengurangi penggunaan semen secara signifikan. Penelitian ini menggunakan kadar *pozzolan* lumpur sidoarjo 65%, 70% dan 75%, serta penggunaan *foaming agent*.

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, vegetroy@gmail.com

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, andrewstephengoey@gmail.com

³Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, djwantoro.h@petra.ac.id

⁴Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, antoni@petra.ac.id

2. METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian ini diawali dengan mempersiapkan material lumpur Sidoarjo. Proses *treatment* awal adalah pengeringan dengan memasukkan lumpur Sidoarjo ke dalam oven pada suhu 110°C selama 1 hari. Pengeringan ini bertujuan untuk mengurangi asap yang timbul saat pembakaran dan mencegah terjadinya susut yang berlebihan. Kemudian lumpur yang telah kering dibakar di dalam mesin *incinerator* selama 5,5 jam dengan suhu $\pm 680^\circ\text{C}$, untuk kemudian dilakukan penggilingan dengan *bar mill* selama 8 jam. Proses penggilingan ini didasarkan pada penelitian Hardjito, Antoni, Chandra, & Widodo, (2013) yang menyatakan bahwa semakin kecil kehalusan dari butiran lumpur maka akan didapatkan hasil paling optimum.

Pengujian material dilakukan terhadap lumpur Sidoarjo berupa *Particle Size Analysis* (PSA), dan analisa *X-Ray Fluorescence* (XRF). Sedangkan terhadap pasir dilakukan pengujian analisa saringan dan *specific gravity*. Setelah pengujian material dilakukan, maka dilanjutkan ke tahap berikutnya, yaitu pembuatan sampel.

Tahap kedua adalah pembuatan sampel mortar batako dengan bentuk kubus berukuran 5x5x5 cm³. Batako dibuat dengan variasi perbandingan perubahan volume untuk massa material pengikat dan pasir 1:7, 1:8, dan 1:9, kemudian dilakukan variasi kadar penggantian sebagian semen dengan lumpur Sidoarjo sebagai berikut 65%, 70%, dan 75% dari berat total material pengikat. Kombinasi dari semen dan lumpur Sidoarjo ini untuk selanjutnya disebut sebagai material pengikat. Untuk komposisi lengkap material yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Komposisi Sampel Batako

Komposisi Material Pengikat Pasir	Kadar <i>Pozzolan</i> (%)	Semen (kg/m ³)	<i>Pozzolan</i> (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Air (liter/m ³)
1:7	-	125.00	0.00	875.00	100.0
	65	43.75	81.25	875.00	100.0
	70	37.50	87.50	875.00	100.0
	75	31.25	93.75	875.00	100.0
1:8	-	111.10	0.00	888.90	100.0
	65	38.88	72.22	888.90	100.0
	70	33.40	77.70	888.90	100.0
	75	27.85	83.25	888.90	100.0
1:9	-	100.0	0.00	900.00	100.0
	65	35.00	65.00	900.00	100.0
	70	30.00	70.00	900.00	100.0
	75	25.00	75.00	900.00	100.0

Kadar air yang digunakan 10% dari berat total sampel, ini didasarkan pada penelitian Antoni, et al.(2011). Penggunaan *Foaming Agent* pada sampel 1:7 dengan variasi *pozzolan* 50%, 55%, 60%, dan 65% digunakan mendapatkan batako dengan berat yang ringan. Pada sampel 1:7 dengan variasi kadar lumpur 50%, 55%, 60%, dan 65% dengan *Foaming Agent*, air yang digunakan hanya 7% dari berat total sampel. *Foaming agent* yang digunakan adalah SLF 20.

3. ANALISA DAN HASIL

3.1 Analisa XRF

Analisa material lumpur Sidoarjo menggunakan metode XRF untuk mengetahui kandungan dari lumpur Sidoarjo. Berdasarkan analisa XRF kandungan yang dilakukan didapat hasil seperti dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Analisa dilakukan di laboratorium Sucofindo, Surabaya. Analisa XRF dilakukan setelah lumpur melalui serangkaian hasil *treatment* (pengeringan, pembakaran, dan penggilingan).

Tabel 2. Kandungan Senyawa Lumpur Sidoarjo

Senyawa	Kadar (% berat)	Senyawa	Kadar (% berat)
SiO ₂	56.75	SO ₃	0.96
Al ₂ O ₃	23.31	TiO ₂	0.38
Fe ₂ O ₃	7.37	MnO	0.14
CaO	2.13	Cr ₂ O ₃	0.01
K ₂ O	1.04	Na ₂ O	2.7
MgO	2.95	LOI	1.2

Sumber : (Hardjito, Antoni, Takarendehang, & Suryawangi, 2013)

3.2 Hubungan Perbandingan Semen dan Pasir dengan Kuat Tekan

Berdasarkan penelitian awal tanpa penggunaan lumpur, perbandingan semen dan pasir menunjukkan bahwa dengan penggunaan perbandingan semen dan pasir yang semakin besar didapat kekuatan yang paling maksimum. Dalam penelitian ini digunakan perbandingan massa semen dan pasir 1:7, 1:8 dan 1:9. Dapat dilihat bahwa kekuatan yang paling baik didapat ketika perbandingan semen dan pasir pada 1:7 (**Tabel 3**).

Tabel 3. Hubungan Kuat Tekan Batako dengan Perbandingan Semen dan Pasir

Umur	7 Hari	14 Hari	28 Hari	
Perbandingan Massa Semen : Pasir	Kuat Tekan (MPa)			
1:7	8.12	8.67	8.94	
1:8	3.83	4.23	7.27	
1:9	3.43	3.87	5.93	

Sampel 1:7 pada umur awal, yaitu 7 hari, menunjukkan kekuatan tekan yang sangat mencolok jika dibandingkan dengan sampel yang lain, dimana kuat tekan lebih dari 5 MPa. Sampel 1:8 dan 1:9 terlihat memiliki kekuatan tekan yang tidak jauh berbeda untuk masing-masing sampel, keduanya tidak mencapai kuat tekan mutu ke II (5 MPa) SNI 03-0349-1989. Dengan kuat tekan mencapai 8 MPa maka pada umur 7 hari batako dengan perbandingan semen pasir 1:7 dapat digolongkan dalam kuat tekan mutu I (7 MPa) SNI 03-0349-1989, sedangkan perbandingan dengan semen pasir 1:8 dan 1:9 hanya mencapai mutu III (3,5 MPa). Selain itu kekuatan untuk masing masing benda uji pada

perbandingan 1:7 juga seragam memenuhi mutu I (6,5 MPa), untuk perbandingan 1:8 dan 1:9 juga memenuhi kualitas mutu III (3 MPa) untuk setiap sampel.

Pada umur 28 hari, terjadi peningkatan kekuatan pada sampel dengan perbandingan semen pasir 1:8 dan 1:9. Sampel 1:8 dapat mencapai mutu I (7 MPa), syarat rata-rata untuk tiap sampel (6,5 MPa) juga sudah terpenuhi. Sampel 1:9 dapat mencapai mutu II (5 MPa), dengan memenuhi setiap syarat kuat tekan. Dapat dilihat perbandingan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Hardjito et al., (2013).

3.3 Pengaruh Kuat Tekan Sampel Batako dengan Variasi *Pozzolan* Lumpur Sidoarjo (Semen : Pasir = 1 : 7)

Tabel 4 menunjukkan pengaruh variasi kadar lumpur yang menggantikan semen. Berdasarkan **Tabel 4** diperoleh data yang menunjukkan penggunaan *pozzolan* lumpur Sidoarjo dari umur 7 hari sampai dengan umur 14 hari masih belum memberikan hasil yang maksimal untuk mencapai kekuatan batako mutu III (3,5 MPa), kecuali pada sampel *pozzolan* 65% pada umur 28 hari bisa mencapai kekuatan batako mutu III (3,5 MPa).

Pada sampel dengan kadar lumpur 70% dan 75% dapat dilihat bahwa kuat tekan tidak dapat memenuhi kekuatan batako mutu III (3,5 MPa) walaupun sampai dengan umur 28 hari. Sedangkan untuk persentase peningkatan kekuatan tekan terbesar terjadi di sampel dengan kadar lumpur 75% pada umur 7 hari ke umur 14 hari dan peningkatan terkecil terjadi di sampel 65% pada umur 14 hari ke umur 28 hari.

Tabel 4. Kuat Tekan dan *Strength Activity Index* (SAI) Batako dengan Lumpur Sidoarjo

Umur	7 Hari		14 Hari		28 Hari	
	Kuat Tekan (MPa)	SAI (%)	Kuat Tekan (MPa)	SAI (%)	Kuat Tekan (MPa)	SAI (%)
No Mud	8,12	100	8,67	100	8,94	100
65	2,53	31,16	3,41	39,33	3,72	41,61
70	1,87	23,03	2,44	28,14	2,67	29,87
75	1,24	15,27	2,01	23,18	2,24	25,06

3.4 Pengaruh Kuat Tekan Sampel Batako dengan Variasi *Pozzolan* Lumpur Sidoarjo (Semen : Pasir = 1 : 8)

Untuk pembuatan sampel variasi *pozzolan* dengan perbandingan 1:8 kuat tekan tidak memenuhi syarat SNI karena pada umur 7 hari dilakukan tes kuat tekan, sampel sudah hancur terlebih dahulu karena kuat tekan yang terlalu rendah. Sampel yang hancur terjadi pada semua variasi, yaitu 65%, 70% dan 75%. Oleh karena itu untuk pengujian 14 hari dan 28 hari tidak dilanjutkan karena kuat tekan yang terlalu rendah dan tidak memenuhi syarat SNI.

3.5 Pengaruh Kuat Tekan Sampel Batako dengan Variasi *Pozzolan* Lumpur Sidoarjo (Semen : Pasir = 1 : 9)

Sampel dengan variasi *pozzolan* dengan perbandingan 1:9 mempunyai permukaan yang tidak seberapa bagus karena kandungan pasir yang terlalu banyak. Pada saat dilakukan tes kuat tekan, terjadi hal yang serupa seperti sampel variasi *pozzolan* dengan perbandingan 1:8. Sampel variasi *pozzolan* 65%, 70%

dan 75% hancur karena *strength* yang terlalu rendah. Pengujian untuk 14 hari dan 28 hari juga tidak dilakukan karena tidak memenuhi syarat SNI.

3.6 Pengaruh Kuat Tekan dan Berat Jenis Sampel Batako dengan Foaming Agent

Pembuatan sampel batako dilakukan dengan mencampur pasir, lumpur Sidoarjo, semen dan ditambahkan dengan *foaming agent* tipe SLF 20. Pembuatan menggunakan sampel variasi *pozzolan* dengan perbandingan 1:7 dengan variasi kadar lumpur 50%, 55%, 60% dan 65%, karena variasi sampel tersebut yang mempunyai kekuatan dan stabilitas yang memenuhi syarat SNI. Untuk pembuatan sampel dengan menggunakan *foaming agent* menggunakan bekisting ukuran 10x10x10 cm³ untuk mencapai kuat tekan yang valid.

Penggunaan air dikurangi menjadi 7% dari berat total sampel, karena penggunaan *foaming agent* juga menambah kadar air. Penggunaan *foaming agent* menggunakan perbandingan 1:25. *Foaming agent* dicampur air dan kemudian dimixer sampai menghasilkan busa yang putih dan agak padat. Kemudian dicampurkan kedalam adonan batako dan diaduk sampai rata dan di cetak ke bekisting 10x10x10 cm³.

Pada **Tabel 5** dapat terlihat hasil kuat tekan yang didapatkan dengan penggunaan *foaming agent*. Penggunaan *foaming agent* ini menurunkan kuat tekan dibandingkan dengan sampel yang tidak menggunakan *foaming agent*. Sampel menggunakan *foaming agent* di sebut WF dan tidak menggunakan *foaming agent* disebut NF.

Tabel 5. Perbandingan Kuat Tekan dengan Penggunaan *Foaming Agent*

Umur	7 Hari		14 Hari		28 Hari	
Kadar (%)	Kuat Tekan (Mpa)		Kuat Tekan (Mpa)		Kuat Tekan (Mpa)	
	NF	WF	NF	WF	NF	WF
50%	5,4	2,75	6,54	3,51	7,36	
55%	4,67	2,05	5,04	2,67	5,87	
60%	3,43	1,80	4,12	2,32	4,43	
65%	2,53	1,56	3,41	1,85	3,72	

Tabel 6. Berat Jenis Sampel Batako dengan *Foaming Agent*.

Umur	7 Hari			14 Hari			28 Hari		
Kadar (%)	Berat (gr)	Kuat Tekan (MPa)	Berat Jenis (Kg/m ³)	Berat (gr)	Kuat Tekan (MPa)	Berat Jenis (Kg/m ³)	Berat (gr)	Kuat Tekan (MPa)	Berat Jenis (Kg/m ³)
50%	1719	2,75	1719	1692	3,51	1692			
55%	1730	2,05	1730	1673	2,67	1673			
60%	1483	1,8	1483	1492	2,32	1492			
65%	1470	1,56	1470	1513	1,85	1513			

4. KESIMPULAN

Setelah menganalisa dan membandingkan data dengan studi literatur lainnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sampel yang berhasil memenuhi syarat SNI 03-0349-1989 adalah sampel dengan perbandingan semen pasir 1:7 dengan variasi kadar lumpur 65%. Kuat tekan yang dicapai sampai dengan mutu III (3,5 MPa). Sedangkan pada perbandingan semen pasir 1:8 dan 1:9 kuat tekan tidak memenuhi syarat SNI 03-0349-1989.
2. Semakin banyak penggunaan pasir dan *pozzolan* maka rongga sampel akan semakin banyak sehingga kuat tekan akan semakin rendah.
3. Penggunaan *foaming agent* masih kurang maksimal karena berat jenis batako yang dihasilkan masih berat dan tidak dapat mengapung di air. Hal ini kemungkinan besar disebabkan rongga yang masih banyak dan alat yang digunakan untuk membuat busa masih terbatas.
4. Penggunaan *foaming agent* membuat kuat tekan sampel menjadi lebih rendah dibandingkan dengan sampel yang tidak memakai *foaming agent*.
5. Pada penggunaan *foaming agent*, sampel perbandingan semen pasir 1:7 dengan variasi kadar lumpur 50% menghasilkan kuat tekan yang paling baik.
6. Berat jenis yang hasilkan sekitar $1450 \text{ kg/m}^3 - 1750 \text{ kg/m}^3$ dan masih memenuhi kategori *light weight concrete brick* walaupun masih tidak bisa mencapai berat jenis dibawah 1000 kg/m^3 .

5. DAFTAR REFERENSI

- Antoni, Geman, R., Tjondro, R., Anggono, J., & Hardjito, D. (2012). *Effects of Calcination Temperature of LUSI Mud on the Compressive Strength of Geopolymer Mortar*. *Advanced Materials Research (Vol. 626.)*. doi:<http://www.scientific.net/AMR.626.224>
- Hardjito, D., Antoni, Chandra, L., & Widodo, T. H. (2013). On The Developmet Of High Volume Volcanic Mud. In *Proceeding Of The Thirteenth East Asia Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC 13)*. Sapporo , Japan.
- Hartoto, A. S., Setiawan, D., Antoni, Hardjito, D. (2013). Studi Awal Pembuatan High-Volume Sidoarjo Mud Concrete Brick. Retrieved from <http://studentjournal.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/1187>
- Hardjito, D., Antoni, Takarendehang, Y., & Suryawangi, E. (2013). Development of Volcanic Mud-based Geopolymer Artificial Aggregate. In *The 6th Civil Engineering Conference in Asia Region (CECAR 6)*. Jakarta.
- Hardjito, D., Antoni, Wibowo, G. M., & Christianto, D. (2012). Pozzolanic Activity Assessment of LUSI (Lumpur Sidoarjo) Mud in Semi High Volume Pozzolanic Mortar. *Materials*, 5 (12), 1654–1660. doi:10.3390/ma5091654
- Nuruddin, M. F., Bayuaji, R., Masilamani, M. B., & Biyanto, T. R. (2013). Sidoarjo Mud: A Potential Cement Replacement Material. *Civil Engineering Dimension*, Vol. 12, No. 1 Retrieved from <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/civ/search/results>
- Triwulan, Ekaputri, J. J., & Adiningtyas, T. (2007). Analisa Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash dan Lumpur Porong Kering sebagai Pengisi. *Jurnal TORSI*, Nopember. doi:http://scholar.google.com/scholar?q=related:KjcC6sOngW0J:scholar.google.com/&hl=id&as_sdt=0,5#0