

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG SIMPING DAN 30% LUMPUR LAPINDO SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS DALAM CAMPURAN MORTAR

Angga Satriya Dwi Putra

Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya
E-mail: anggasatriya65@gmail.com

Mochamad Firmansyah S, S.T., M.T., M.Sc.

Dosen Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Cangkang simping sebagian dimanfaatkan untuk bahan kerajinan yang memiliki kualitas dan bentuk yang bagus, sedangkan yang memiliki kualitas dan bentuk tidak bagus tidak dimanfaatkan untuk kerajinan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah cangkang simping dan lumpur lapindo sebagai substitusi pasir (agregat halus). Penelitian dilaksanakan untuk mengetahui nilai kuat tekan, porositas, dan kuat lekat dengan penggunaan 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% limbah cangkang simping dari berat pasir dan 30% lumpur lapindo dari berat pasir menggunakan rasio w/c 1,1 untuk mendapatkan nilai rasio optimum penambahan cangkang simping terhadap lumpur lapindo sebagai substitusi agregat halus (pasir) pada mortar dengan bahan dasar cangkang simping, lumpur lapindo, pasir, semen, dan air. Penelitian ini mengukur hasil dari eksperimen yang dibuat dengan uji kuat tekan, porositas, dan kuat lekat. Hasil nilai kuat tekan *mix design* 1 sebesar 17,32 MPa, *mix design* 2 sebesar 14,54 MPa, *mix design* 3 sebesar 14,12 MPa, *mix design* 4 sebesar 13,83 MPa, *mix design* 5 sebesar 13,54 MPa, *mix design* 6 sebesar 12,98 MPa, *mix design* 7 sebesar 13,09 MPa, *mix design* 8 sebesar 13,31 MPa. Adanya penurunan secara terus menerus pada nilai kuat tekan pada *mix design* 2 sampai *mix design* 6.

Kata Kunci: Limbah Cangkang Simpung, Lumpur Lapindo, Agregat Halus, Mortar.

Abstract

Scallop shells are partially utilized for craft materials that have good quality and shape, while those that have quality and form are not good are not utilized for handicrafts. This research was conducted to determine the effect of the use of scallop shell waste and lapindo mud as a refined aggregate substitution (sand). The research was conducted experimentally to determine the strong value of press, porosity, and with the use of 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% waste scallop shell the weight of sand and 30% lapindo mud the weight of sand uses a ratio w/c 1,1 to get the optimum ratio value of adding scallop shell to lapindo mud as fine aggregate substitution (sand) on mortar with scallop shell base material, lapindo mud, sand, cement, and water. The study measured the results of experiments created with strong press, porosity, and firm lys tests. Strong value result compressive strength mix design 1 by 17.32 Mpa, mix design 2 by 14.54 Mpa, mix design 3 by 14.12 Mpa, mix design 4 of 13.83 Mpa, mix design 5 by 13.54 Mpa, mix design 6 by 12.98 Mpa, mix design 7 of 13.09 Mpa, mix design 8 by 13.31 Mpa. There is a continuous decrease in the strong value press on mix design 2 to mix design 6.

Keywords: Waste Scallop Shell, Mud Lapindo, Refined Aggregate, Mortar.

PENDAHULUAN

Pada jaman ini banyak inovasi-inovasi yang bermunculan untuk pengganti atau mengurangi pasir (agregat halus), mortar salah satunya. Hasil dari mortar terdapat campuran pasir, *Portland Cement*, dan air. Material yang digunakan untuk mengurangi ataupun bisa menggantikan pasir (agregat halus) yaitu limbah cangkang kerang simping dan lumpur lapindo Sidoarjo, dan material ini sudah ada yang meneliti dan hasilnya menunjukkan hasil yang optimum dan bisa mengurangi pasir. Limbah cangkang kerang simping dan lumpur lapindo untuk pengganti pasir (agregat halus) bisa dijadikan terobosan untuk menghentikan penggunaan pasir dan mempergunakan limbah yang tergolong melimpah (Lasino dkk, 2017).

Mortar merupakan campuran semen, pasir dan air dengan proporsi tertentu sebagai bahan perekat dalam pasangan batu bata, pondasi batu kali, dan plesteran penutup beton. Mortar harus kuat, tahan

lama, dan mampu menjadi pelindung beton (struktur) terhadap air. Dari fungsi mortar sebagai pendukung konstruksi struktural yang menerima beban penting untuk mengetahui proporsi campuran yang digunakan agar menghasilkan mortar yang mempunyai kuat tekan baik (Sianturi dkk, 2016).

Cangkang simping yang sebagian dimanfaatkan untuk bahan kerajinan memiliki kualitas dan bentuknya yang baik atau bagus. Cangkang simping yang memiliki kualitas dan bentuk tidak bagus tidak dimanfaatkan untuk kerajinan (Agustini dkk, 2011).

Pada variasi tanpa penambahan lumpur lapindo sebagai substitusi pasir dalam mortar sebesar 0% kuat tekannya adalah 307 kg/cm² dengan daya serap air 5,58%, sedangkan penambahan lumpur lapindo sebagai substitusi pasir dalam mortar sebesar 30% kuat tekannya adalah 358 kg/cm² dengan daya serap air 8,51%, mengalami peningkatan kuat tekan yang

cukup signifikan dari kuat tekan 307 kg/cm² menjadi 358 kg/cm², dan mengalami peningkatan sebesar 51 kg/cm² (samudro dkk, 2016).

Luas kolam penampungan lumpur lapindo pada tahun 2015 mencapai 640 hektar, dan ketinggian rata-rata 10 m. Volume material semburan lumpur lapindo tahun 2006 hingga 2009 rata-rata 60-100 ribu m³ per hari, dan mengalami penurunan rata-rata 30-60 ribu m³ (Roisdetiknews, 2015).

Kandungan kimia dalam lumpur lapindo Sidoarjo didominasi oleh silika, alumina, dan besi, ketiganya berjumlah lebih dari 87 %, sehingga cukup baik sebagai bahan baku agregat halus. Lumpur lapindo dapat menjadi salah satu alternatif pembuatan mortar dan membantu mengatasi permasalahan limbah lumpur Sidoarjo (Lasino dkk, 2017). 5.000 hingga 50 ribu m³ perhari (setara dengan muatan penuh 690 truk peti kemas berukuran besar). Akibatnya, semburan lumpur ini membawa dampak yang luar biasa menyusahakan bagi masyarakat sekitar maupun bagi aktivitas perekonomian (Elika dkk, 2017).

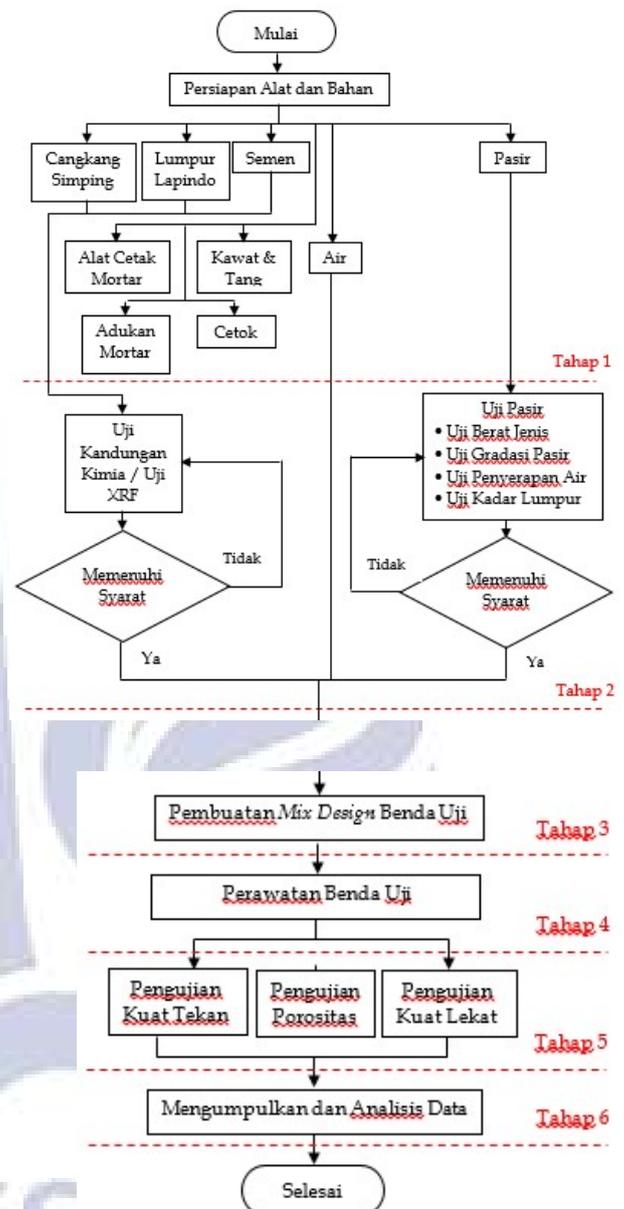
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah cangkang simping dan lumpur lapindo sebagai substitusi pasir (agregat halus). Penelitian dilaksanakan secara eksperimental untuk mengetahui nilai kuat tekan, porositas, dan kuat lekat dengan penggunaan 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% limbah cangkang simping dan 30% lumpur lapindo menggunakan rasio (*w/c*) sebesar 1,1 untuk mendapatkan nilai rasio optimum penambahan cangkang simping terhadap lumpur lapindo sebagai substitusi agregat halus (pasir) pada mortar dengan bahan dasar cangkang simping, lumpur lapindo, pasir, semen, dan air.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan cara eksperimen, karena diambil dari jurnal ilmiah terdahulu untuk referensi, kemudian merancang dan melakukan pengembangan dengan water-cement ratio (*w/c*) sebesar 1,1 untuk mendapatkan nilai rasio optimum penambahan cangkang simping terhadap lumpur lapindo pada mortar dengan bahan dasar cangkang simping, lumpur lapindo, dan air. Penelitian ini mengukur hasil dari eksperimen yang dibuat dengan uji kuat tekan, uji porositas, dan uji kuat lekat mortar kubus (Sugiyono, 2009).

Pada penelitian ini sasaran yang diteliti pada penelitian ini adalah pemanfaatan limbah cangkang simping dan lumpur lapindo sebagai substitusi agregat halus dalam pembuatan mortar.

Tahapan dan prosedur yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Rancangan tahapan diagram alur dapat diuraikan prosedur penelitian sebagai berikut:

1. Tahap 1 mempersiapkan alat cetakan mortar 5cmx5cmx5cm, kawat bendrat, tang, adukan mortar, dan cetok bangunan. Mempersiapkan bahan cangkang simping, lumpur lapindo, pasir, semen, dan air.
2. Tahap 2 sebelum pelaksanaan pembuatan benda uji, bahan-bahan penyusun mortar diuji terlebih dahulu. Uji bahan yang digunakan memakai uji *XRF* (Panalytical, 2009) dan uji gradasi pasir.
3. Tahap 3 sebelum masuk ke tahap membuat benda uji, dilakukan perhitungan *mix design* untuk mendapatkan rasio dan kebutuhan bahan yang direncanakan, setelah itu dilaksanakan pembuatan benda uji.

Adapun hasil rasio dan kebutuhan mix design yang telah dilakukan perhitungan yaitu, pada *mix design* 1 menggunakan rasio 1 semen : 2,75 (100%) pasir (agregat halus) : 1,1 air, *mix design* 2 menggunakan rasio 1 semen : (30% lusi + 70% pasir) : 1,1 air, *mix design* 3 menggunakan rasio 1 semen : (30% lusi + 65% pasir + 5% simping) : 1,1 air, *mix design* 4 menggunakan rasio 1 semen : (30% lusi + 60% pasir + 10% simping) : 1,1 air, *mix design* 5 menggunakan rasio 1 semen : (30% lusi + 55% pasir + 15% simping) : 1,1 air, *mix design* 6 menggunakan rasio 1 semen : (30% lusi + 50% pasir + 20% simping) : 1,1 air, *mix design* 7 menggunakan rasio 1 semen : (30% lusi + 45% pasir + 25% simping) : 1,1 air, *mix design* 8 menggunakan rasio 1 semen : (30% lusi + 40% pasir + 30% simping) : 1,1 air.

Tabel 1. Rasio *Mix Design*

Mix Design Benda Uji dengan Lusi 30%, W/C = 1,1					
Mix design	Semen	Lusi	Pasir	Simping	Water
1	1	0	2,75	0	1,1
2	1	0,825	1,925	0	1,1
3	1	0,825	1,7875	0,1375	1,1
4	1	0,825	1,65	0,275	1,1
5	1	0,825	1,5125	0,4125	1,1
6	1	0,825	1,375	0,55	1,1
7	1	0,825	1,2375	0,6875	1,1
8	1	0,825	1,1	0,825	1,1

Sumber: Hasil Penelitian Sendiri

Tabel 2. Kebutuhan Bahan *Mix Design*

Kebutuhan Bahan Mix Design dengan Lusi 30% dan W/C = 1,1					
Variasi	Semen (Gram)	Lusi (Gram)	Pasir (Gram)	Simping (Gram)	Water (Gram)
1) Pasir 100%, Lusi 0%, Simpung 0%	1185,4	0	3817,1	0	867,5
2) Pasir 70%, Lusi 30%, Simpung 0%	1185,4	688,1	2672	0	867,5
3) Pasir 65%, Lusi 30%, Simpung 5%	1185,4	688,1	2481,1	114,7	867,5
4) Pasir 60%, Lusi 30%, Simpung 10%	1185,4	688,1	2290,3	229,4	867,5
5) Pasir 55%, Lusi 30%, Simpung 15%	1185,4	688,1	2099,4	344,1	867,5
6) Pasir 50%, Lusi 30%, Simpung 20%	1185,4	688,1	1908,6	458,8	867,5
7) Pasir 45%, Lusi 30%, Simpung 25%	1185,4	688,1	1717,7	573,5	867,5
8) Pasir 40%, Lusi 30%, Simpung 30%	1185,4	688,1	1526,8	688,1	867,5

Sumber: Hasil Penelitian Sendiri

- Tahap 4 melakukan perawatan dengan baik dan menyimpan benda uji yang terlindung dari sinar matahari dan hujan.
- Tahap 5 melakukan 3 proses jenis pengujian yang dibuat pada benda uji yaitu uji kuat tekan, porositas, dan kuat lekat.

- Tahap 6 melakukan pengumpulan data-data yang akan digunakan dalam penelitian dan dilaksanakan dengan metode pengamatan langsung kemudian dianalisis dan dijabarkan dalam tabel dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melakukan pengujian material untuk mengetahui hasil properties material yang akan digunakan, yaitu PC, cangkang simping, dan lumpur lapindo. Rancangan komposisi campuran dilakukan berdasarkan analisa saringan menggunakan saringan agregat dari ukuran saringan 4 sampai dengan 100, dimana akan menghasilkan gradasi untuk pencampuran agregat halus dalam mortar.

Hasil penentuan mix design dengan perbandingan variasi rasio w/c dan kuat tekannya dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Penentuan *Mix Design*

W/C	Semen	Lusi 30%	Pasir 70%	Umur (Hari)	Hasil Uji Kuat Tekan	
					(KN)	(Mpa)
0,6	1	0,825	1,925	7	30	11,289
1,3	1	0,825	1,925	7	28	10,98
1,1	1	0,825	1,925	7	41	15,922

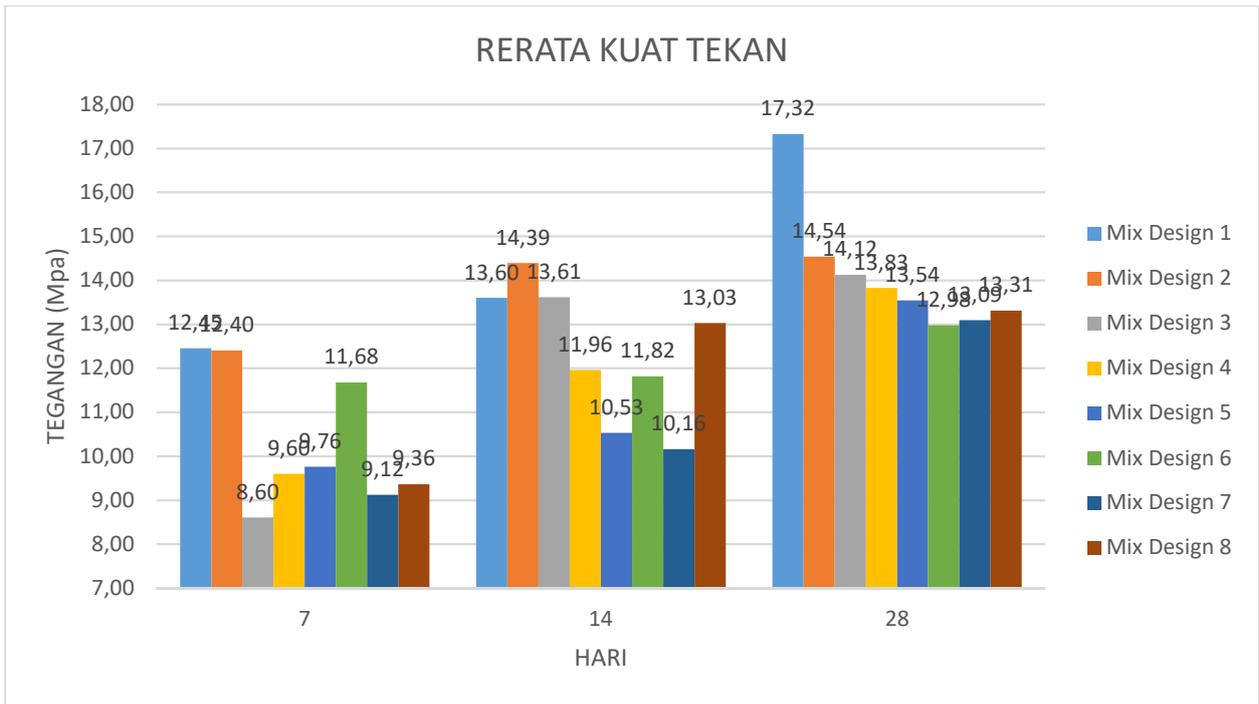
Sumber: Hasil pengujian sendiri

Dari ketiga penentuan *mix design* ditarik kesimpulan untuk penelitian yang akan dilaksanakan memakai rasio w/c sebesar 1,1 dalam substitusi lumpur lapindo dan agregat halus (pasir).

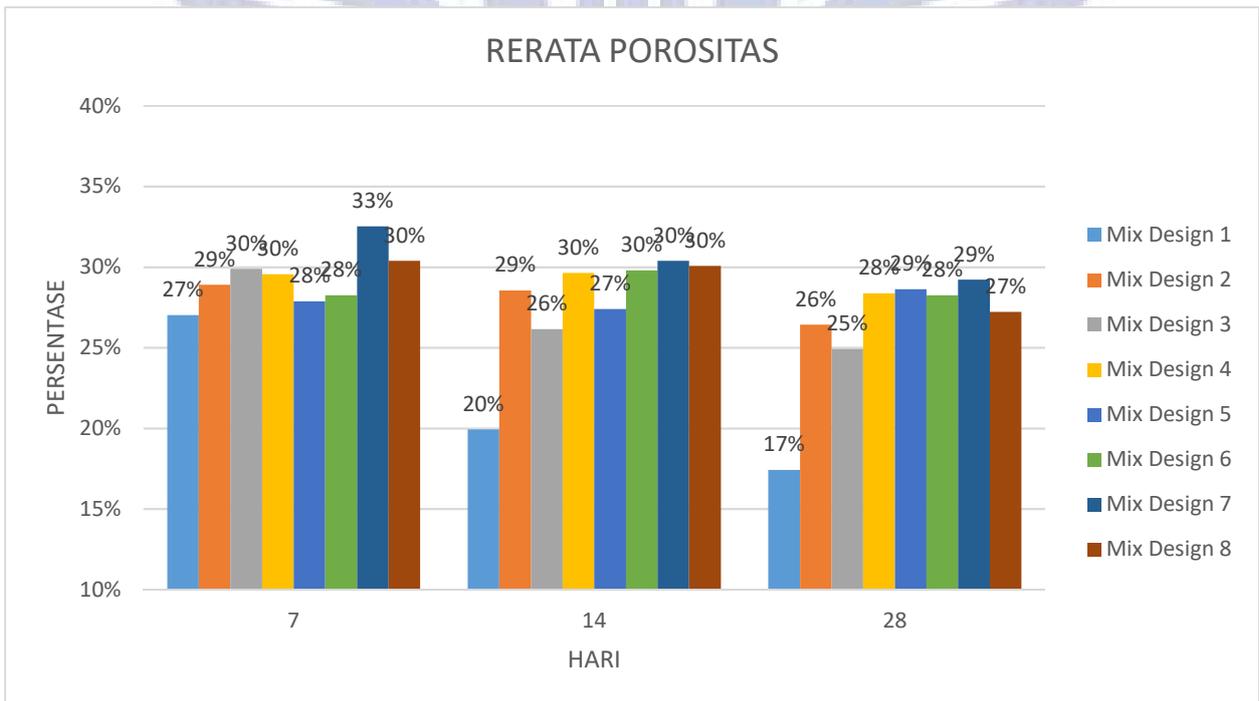
Dilakukan 3 pengujian untuk benda uji yang diteliti yaitu uji kuat lekat untuk mengetahui seberapa kuat lekat pada pasangan bata merah, uji kuat tekan untuk mutu tekan dari benda uji, dan uji porositas untuk mengetahui persentase pori dari benda uji. Adapun hasil pengujian pada setiap *mix design* disajikan dalam Tabel 4. sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian

Mix	Hari ke	HASIL UJI												
		Kuat Tekan						Porositas			Kuat Lekat			
		Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	Benda Uji 4	Benda Uji 5	RERATA	Benda Uji 1	Benda Uji 2	RERATA	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	RERATA
1	7	13,72	11,92	11,42	13,57	11,63	12,45	27%	27%	27%				
	14	14,98	13,48	13,07	13,46	13,03	13,60	20%	20%	20%				
	28	16,81	17,88	18,37	16,66	16,89	17,32	16%	19%	17%	3,53	3,30	3,43	3,42
2	7	12,66	12,86	14,70	11,66	10,14	12,40	30%	28%	29%				
	14	13,98	14,69	15,77	14,45	13,07	14,39	28%	30%	29%				
	28	12,16	15,04	15,42	15,82	14,24	14,54	27%	26%	26%	2,91	3,27	2,77	2,98
3	7	11,28	8,25	7,14	8,17	8,18	8,60	31%	29%	30%				
	14	13,52	15,39	12,96	12,86	13,33	13,61	26%	26%	26%				
	28	14,11	13,58	14,70	15,25	12,98	14,12	26%	24%	25%	2,55	2,70	2,57	2,61
4	7	10,33	9,26	7,96	10,19	10,25	9,60	30%	29%	30%				
	14	10,37	12,32	13,95	10,56	12,59	11,96	29%	30%	30%				
	28	12,94	15,16	13,54	13,16	14,33	13,83	28%	29%	28%	2,55	2,52	2,43	2,50
5	7	10,72	10,29	8,43	10,00	9,35	9,76	28%	30%	29%				
	14	12,97	9,29	11,36	11,03	8,00	10,53	28%	28%	28%				
	28	15,25	11,91	11,79	15,01	13,76	13,54	29%	26%	27%	2,40	2,50	2,38	2,43
6	7	9,24	13,01	13,04	10,83	12,26	11,68	28%	32%	30%				
	14	13,26	11,67	9,82	12,45	11,88	11,82	29%	28%	29%				
	28	13,14	12,68	12,09	14,79	12,18	12,98	28%	29%	28%	2,04	2,42	2,42	2,30
7	7	9,10	9,32	9,24	8,32	9,61	9,12	30%	29%	29%				
	14	11,75	10,18	11,51	8,44	8,90	10,16	31%	30%	30%				
	28	13,95	11,48	14,57	12,69	12,76	13,09	32%	33%	33%	1,90	1,89	2,23	2,01
8	7	9,48	8,52	10,51	8,09	10,19	9,36	27%	27%	27%				
	14	13,11	13,08	12,71	12,59	13,65	13,03	30%	30%	30%				
	28	12,72	14,00	13,54	14,17	12,11	13,31	28%	32%	30%	1,98	1,75	1,63	1,79



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Porositas

Pengukuran kuat tekan mortar bertujuan untuk mengetahui besar kuat tekan mortar yang diperoleh dari hasil benda uji penelitian. Untuk hasil dari kuat tekan mortar pada Tabel 4. didapat hasil kuat tekannya menurun dari *mix* 1 (kontrol) sampai dengan *mix* 6 (lusi 30% dan simping 20%), yang nilai *mix* 1 sebesar 17,32 Mpa dan nilai *mix* 6 sebesar 12,98 Mpa. Untuk *mix* 7 dan *mix* 8 hasilnya berubah menjadi naik, dengan hasil *mix* 7 sebesar 13,09 Mpa dan *mix* 8 sebesar 13,31 Mpa, hasilnya berubah menjadi naik bisa disebabkan adanya kesalahan pada waktu pembuatan benda uji mortar dan pada waktu mencetak mortar ke bekisting kubus 5cm x 5cm x 5cm.

Analisa hubungan umur benda uji dan kuat tekan merupakan durasi waktu dalam hari yang terhitung saat mencetak adonan mortar dalam cetakan dengan waktu sampai pada pengujian kuat tekan. Pada penelitian ini direncanakan usia pengujian benda uji yaitu saat benda uji ber-usia 7, 14, dan 28 hari.

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan dengan Usia

Mix Design	Kuat Tekan (Mpa)		
	7 hari	14 hari	28 hari
I	12,45	13,60	17,32
II	12,40	14,39	14,54
III	8,60	13,61	14,12
IV	9,60	11,96	13,83
V	9,76	10,53	13,54
VI	11,68	11,82	12,98
VII	9,12	10,16	13,09
VIII	9,36	13,03	13,31

Sumber: Hasil Penelitian Sendiri



Gambar 4. Hubungan Umur *Mix Design* I-VIII dan Tegangan

Pada Gambar 21. menunjukkan bahwa kuat tekan pada setiap *mix design* dari benda uji menurun seiring bertambahnya usia benda uji. Menurunnya kuat tekan dikarenakan benda uji pada saat ber-usia 7 hari, kandungan kimia pada mortar belum sepenuhnya bereaksi dan mengeras secara sempurna, juga benda uji campuran substitusi lusi dan cangkang simping banyak menyerap air, dan kuat tekan mortar ber-usia 28 hari akan mencapai 99% pada kekuatan akhir.

Pada hasil kuat tekan mortar pada penelitian ini mengalami penurunan kuat tekan mortar pada *mix* 1 sampai dengan *mix* 6 disebabkan 2 bahan substitusi pada penelitian ini yaitu, cangkang simping yang mengandung zat kapur yang sangat tinggi yang dapat mempercepat pengeringan saat pencampuran dan lumpur lapindo yang memiliki daya serap air yang sangat tinggi menyebabkan campuran benda uji tersebut menjadi sedikit berpasir atau kadar air menurun.

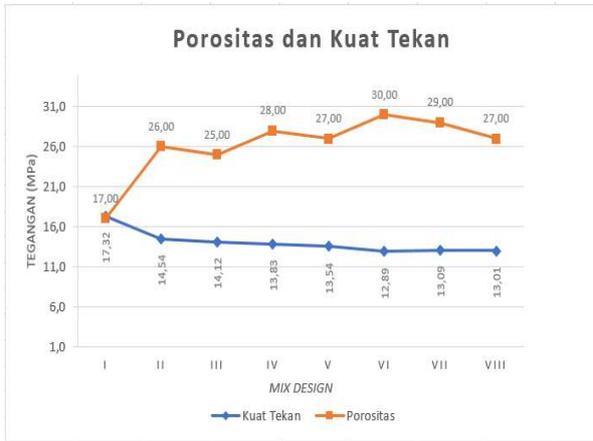
Pengujian porositas mortar bertujuan untuk mengetahui besarnya persentase ruang kosong atau besarnya kadar pori. Untuk hasil dari porositas mortar pada Tabel 4. didapat hasil porositas mortar dari *mix* 1 sampai *mix* 8 mengalami penurunan persentase dari minimum porositas mortar.

Pada hasil porositas mortar yang terlalu tinggi dikarenakan kondisi benda uji sedikit berpasir atau kadar air menurun yang menyebabkan semen sebagai bahan perekat atau pengisi tidak bisa menutupi pori-pori secara maksimal dan lumpur lapindo yang memiliki daya serap air yang sangat tinggi biasanya berkisar 30-60%.

Pengujian hasil kuat lekat bertujuan untuk mengetahui besarnya kuat lekat mortar pada pasangan bata merah. Untuk hasil dari kuat lekat pasangan bata merah pada Tabel 4. didapat hasil kuat lekat dari *mix* 1 sampai *mix* 8 mengalami penurunan dari nilai *mix* 1 sebesar 3,42 Mpa menurun secara terus menerus sampai *mix* 8 sebesar 1,79 Mpa.

Pada hasil kuat lekat pasangan bata merah penelitian ini mengalami penurunan secara terus menerus disebabkan 2 bahan substitusi pada penelitian ini yaitu, cangkang simping yang mengandung zat kapur yang sangat tinggi yang dapat mempercepat pengeringan saat pencampuran dan lumpur lapindo yang memiliki daya serap air yang sangat tinggi menyebabkan campuran mortar pada pasangan bata merah tersebut menjadi kurang lekat.

Analisa hubungan kuat tekan dan porositas benda uji ialah besaran pori pada benda uji, dimana terdapat rongga yang mengakibatkan kurang padatnya benda uji.



Gambar 5. Hubungan Porositas *Mix Design* I-VIII dan Tegangan

Grafik pada Gambar 18. didapatkan nilai kuat tekan terbesar *mix design* 1 dengan presentase bahan agregat halus (pasir) sebesar 100% yaitu mendapatkan nilai kuat tekan sebesar 17,32 Mpa dengan porositas paling kecil yaitu mendapatkan sebesar 17%, dan nilai kuat tekan terendah ditunjukkan oleh *mix design* 6 dengan presentase bahan substitusi agregat halus (pasir) 50%, lusi 30%, dan cangkang simping 20% yaitu memiliki nilai kuat tekan sebesar 12,89 Mpa dengan porositas paling besar yaitu 30%

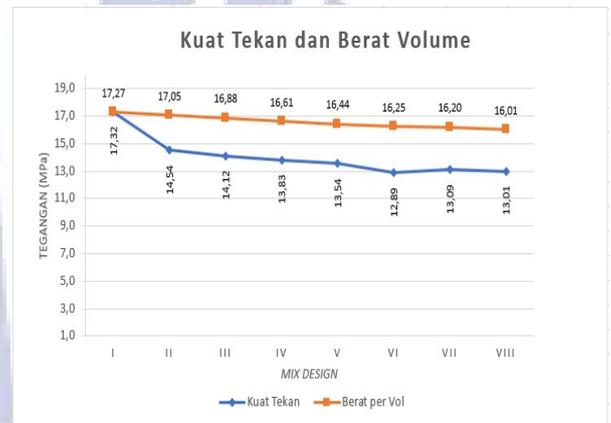
Analisa hubungan kuat lekat dan kuat tekan benda uji merupakan lekatan pada pasangan bata dimana mengetahui seberapa kuat daya lekat mortar pada pasangan bata.



Gambar 6. Hubungan Kuat Lekat *Mix Design* I-VIII dan Tegangan

Grafik pada Gambar 19. didapatkan nilai kuat tekan terbesar *mix design* 1 dengan dengan presentase bahan agregat halus (pasir) sebesar 100% yaitu memiliki nilai kuat tekan sebesar 17,32 Mpa dengan kuat lekat sebesar 3,42 Mpa, dan nilai kuat tekan terendah ditunjukkan oleh *mix design* 6 dengan presentase bahan substitusi agregat halus (pasir) 50%, lusi 30% dan cangkang simping 20% yaitu memiliki nilai kuat tekan sebesar 12,89 Mpa, dengan kuat lekat terendah ditunjukkan oleh *mix design* 8 dengan presentase bahan substitusi agregat halus (pasir) 40%, lusi 30%, dan cangkang simping 30% yaitu memiliki nilai kuat lekat sebesar 1,79 Mpa

Analisa hubungan berat per-volume dan kuat tekan benda uji ialah satuan berat pada tiap volume benda uji, semakin besar berat benda uji maka semakin padat susunan partikel dari benda uji tersebut.



Gambar 7. Hubungan Berat Volume *Mix Design* I-VIII dan Tegangan

Grafik pada Gambar 20. didapatkan nilai kuat tekan *mix design* 1 terbesar dengan presentase bahan agregat halus (pasir) sebesar 100% yaitu mendapatkan nilai kuat tekan sebesar 17,32 Mpa dengan berat per-volume sebesar 17,27 gram/cm³, dan nilai kuat tekan terendah ditunjukkan oleh *mix design* 6 dengan presentase bahan substitusi agregat halus (pasir) 50%, lusi 30% dan cangkang simping 20% yaitu mendapatkan hasil nilai kuat tekan sebesar 12,89 Mpa, dengan berat per-volume sebesar 16,25 gram/cm³.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa adanya penurunan substitusi agregat halus (pasir) menggunakan lumpur lapindo dan cangkang simping pada mortar dengan rasio *w/c* sebesar 1,1. Nilai kuat tekan pada *mix design* 2 dan seterusnya mengalami penurunan secara terus-menerus sampai *mix design* 6 dengan nilai kuat tekan *mix design* 1 sebesar 17,32 Mpa, *mix design* 2 sebesar 14,54 Mpa, *mix design* 3 sebesar 14,12 Mpa, *mix design* 4 sebesar 13,83 Mpa, *mix design* 5 sebesar 13,54 Mpa, *mix design* 6 sebesar 12,98 Mpa.

Kadar optimum penggunaan lumpur lapindo dan cangkang simping sebagai bahan substitusi agregat halus (pasir) dengan rasio *w/c* sebesar 1,1, adalah 0% melainkan tanpa menggunakan lumpur lapindo dan cangkang simping sebagai bahan substitusi. Hal ini dikarenakan hasil penelitian kuat tekan yang nilainya paling tinggi adalah *mix design* 1 dengan presentase agregat halus (pasir) 100% sebesar 17,32 Mpa, serta dengan nilai porositas terkecil sebesar 17%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, Tri Winarni, Fahmi, A, Suhaeli, Widowati, Ita, Sarwono, Agus. 2011. *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Simpang (Amusium Pleuronectes) Dalam Pembuatan Cookies Kaya Kalsium*. Universitas Diponegoro.
- Elika Putri, Elmaghira, Resnawaty, Risna, Gutama, Arie Surya. 2017. *Bencana Sosial Kasus Lumpur PT. Lapindo Brantas Sidoarjo, Jawa Timur*. Universitas Padjadjaran.
- Jajeli Rois, Detik News. 2015. *Kolam Penampungan Lumpur Lapindo Mencapai Luas 640 Hektar*.
- Lasino, Setiati Retno, N. 2017. *Pengembangan Lumpur Sidoarjo Sebagai Agregat Ringan Untuk Beton Non Struktural (The Development Of Sidoarjo Mud As Light Weight Aggregate For Non Structural Concrete)*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Martin Sianturi, Michel Jhon, Supriyadi Asep, Sutandar Erwin. 2016. *Studi Penggunaan Cangkang Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Mortar*. Teknik Sipil Universitas Tanjungpura.
- Panalytical, B.V. 2009. *X-Ray Fluorescence Spectrometry*.
- Samudro, Ganjar, Hadiwidodo, Mochtar, Aji, R, Fakhrian. 2016. *Penentuan Campuran Lumpur Lapindo Sebagai Substitusi Pasir dan Semen Dalam Pembuatan Paving Block Ramah Lingkungan*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung Alfabeta.