

PEMANFAATAN ABU DASAR INSINERATOR SEBAGAI BAHAN BANGUNAN

Wilda Khairuna¹, Suhendrayatna², Muhammad Zaki²

¹Magister Teknik Kimia, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

²Jurusan Teknik Kimia, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

korespondensi : winathaleb@gmail.com

ABSTRACT

This research is purposed to study the mixture ratio that can be used to produce mortar which meets SNI standard, by substituting a part of sand with bottom ash collected from RSUD Dr.Zainoel Abidin incinerator in the mixture. The mixture planning was done according to practical instruction ASTM C 305, and compressive strenght test on the mortar produced was performed. The mixture ratio of cement: sand: ash that was used was 1:3:1, 1:2:2, and 1:1:3. The testing materials were 63 cubes with dimension 5 cm × 5 cm × 5 cm. The compressive strenght test result after 28 days of mortar curing time showed that the mortar in every mixture ratio has met SNI 03-6882-2002, which is a specification of mortar for masonry work. The highest result of compressive strenght test is 18.71 MPa, which was obtained from mixture ratio 1:3:1, with addition of incinerator bootom ash by 25% of volume of sand used, but the value was decreasing as the increasing amount of incinerator bottom ash added in the mixture. The result of compression test on mortar with incinerator bottom ash addition was bigger and characteristically seemed more compact compared to mortar without ash.

Keyword: hospital waste, incineration, mortar, compressive strenght test

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengkaji rasio campuran, yang dapat digunakan untuk menghasilkan mortar sesuai standard SNI, yaitu dengan mensubstitusi sebagian pasir dengan abu pembakaran yang diperoleh dari incinerator RSUD Dr. Zainoel Abidin dalam campuran. Perencanaan campuran dilakukan berdasarkan petunjuk praktis ASTM C 305 dan dilakukan uji kuat tekan pada mortar yang dihasilkan. Rasio campuran semen : pasir : abu yang digunakan adalah 1 : 3 :1, 1 : 2 : 2 dan 1 : 1 : 3. Benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm sebanyak 63 buah. Hasil pengujian kuat tekan setelah masa curing mortar selama 28 hari menunjukkan bahwa mortar dengan semua rasio campuran memenuhi SNI 03-6882-2002 yaitu spesifikasi mortar untuk pekerjaan pasangan. Hasil uji tekan tertinggi sebesar 18,71 MPa diperoleh dari rasio campuran 1 : 3 : 1 yaitu terdapat penambahan abu incinerator sebanyak 25 % dari volume pasir yang digunakan namun nilai tersebut makin menurun sebanding dengan makin meningkatnya abu incinerator yang ditambahkan dalam campuran. Hasil uji tekan terhadap mortar dengan penambahan abu incinerator lebih besar bila dibandingkan mortar tanpa penambahan abu. Secara karakteristik mortar dengan penambahan abu terlihat lebih kompak dibandingkan mortar tanpa abu incinerator.

Kata kunci: Limbah rumah sakit, insinerasi, mortar, Uji kuat tekan

Pendahuluan

Fasilitas kesehatan menghasilkan limbah medis yang bersifat infeksius dan berbahaya bagi lingkungan. Limbah tersebut dapat menimbulkan dampak yang serius bagi lingkungan dan membutuhkan pengelolaan khusus mulai dari dihasilkan sampai kepada pembuangannya (Hasan et.al 2008).

Pengelolaan limbah medis di Provinsi Aceh umumnya dilakukan secara termal

dengan menggunakan insinerator. Insinerator menggunakan prinsip insinerasi yaitu proses oksidasi kering bersuhu tinggi yang dapat mengurangi limbah organik dan limbah yang mudah terbakar menjadi bahan anorganik. Insinerasi menjadi metode yang paling banyak digunakan dalam melakukan pemusnahan limbah medis. Pembakaran limbah medis yang terdiri dari senyawa organik dan anorganik dapat menghasilkan emisi gas, termasuk uap, karbon dioksida, nitrogen oksida, dan beberapa zat toksik (misalnya logam dan

asam halogenik), dan materi partikulat juga residu padat dalam bentuk abu (Bakkali et al 2013; Gidarakos et.al 2012; Pruss et.al 1990). Kandungan kimia dalam abu insinerator dapat dilihat pada Tabel 1 (Darmayanti 2012).

Hasil pembakaran limbah medis dengan insinerator dapat menghasilkan emisi dan abu pembakaran yang mengandung kontaminan logam berat yang dapat mencemari lingkungan. Abu pembakaran tidak dapat dibuang langsung ke landfill karena masih mengandung zat berbahaya beracun. Pemanfaatan limbah abu pembakaran sebagai bahan bangunan menjadi salah satu solusi dalam mengatasi timbulnya abu pembakaran yang semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan mengkaji rasio campuran, yang dapat digunakan untuk menghasilkan mortar sesuai standard SNI, yaitu dengan mensubstitusi sebagian pasir dengan abu pembakaran yang diperoleh dari insinerator RSUD Dr. Zainoel Abidin Banda Aceh dalam campuran mortar.

Penelitian-penelitian sebelumnya melaporkan bahwa abu insinerator dapat digunakan kembali sebagai material bangunan (fine agregat) dan dibuat menjadi mortar atau bahan campuran beton dan batako, agregat dalam pembuatan aspal dan jalan, dapat pula dijadikan beton/barrier di tepi pantai. Anamul et.al (2012) menemukan bahwa abu pembakaran insinerator medis dapat dimanfaatkan kembali menjadi bahan konstruksi bangunan sebagai agregat halus dan dapat digunakan dalam pembuatan mortar /beton ringan seperti cincin sumur untuk septick tank, paving blok atau keramik dinding, dan sebagainya. Selain

itu abu insinerator pun dapat digunakan sebagai bahan geopolimer.

Elinwa et.al (2016) menguji penggantian 10 % semen dengan abu insinerator untuk menghasilkan beton yang dapat diklasifikasikan sebagai beton normal, namun sebanding dengan penambahan abu maka kuat tekan beton makin menurun. Demikian pula dengan hasil yang diperoleh Singh et.all (2016) yang menggunakan abu insinerator sebagai bahan pengganti semen dalam pembuatan beton. Penggantian 10 % semen dengan abu insinerator menghasilkan beton dengan ketahanan yang sama seperti beton normal dan penggunaan 7,5 % uji tekan beton diatas beton normal. Selanjutnya Anastasidou et.al (2012) mengevaluasi sifat mekanis abu insinerator dalam jumlah bervariasi dengan semen jenis OPC sebagai pengikat. Hasilnya menunjukkan bahwa kuat tekan beton menurun sebanding dengan penurunan persentase semen yang digunakan. Agamuthu et.al (2009) mempelajari solidifikasi/stabilisasi fly ash insinerator medis dengan tiga jenis semen OPC, MSC dan GGBS sebagai bahan pengikat. Ditambahkan karbon aktif dan sekam padi sebagai bahan aditif. Dari hasil penelitian diketahui bahwa semua tipe semen dan penambahan aditif mampu mengikat logam berat dalam fly ash.

Mortar sebagai produk bahan bangunan dibuat dari agregat halus, bahan perekat serta air. Adukan mortar dibuat kelecikannya cukup baik sehingga mudah dikerjakan. Mortar sebagai bahan bangunan, biasa diukur sifat-sifatnya, misalnya kuat tekan, berat jenis, kuat tarik, daya serap air, kuat rekat dengan bata

merah, susutan, dan sebagainya (Tjokrodinuljo 2004).

Mortar semen dibuat dari campuran air, semen Portland, dan agregat halus dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan volume agregat halus berkisar antara 1 : 2 dan 1 : 8. Mortar ini lebih besar daripada mortar lumpur atau mortar kapur, oleh karena itu biasa dipakai untuk tembok, pilar, kolom, atau bagian bangunan lain yang menahan beban.

Faktor yang Mempengaruhi Ketahanan Mortar

a. Kuat tekan mortar

Kekuatan tekan adalah kemampuan pasta dan mortar menerima gaya tekan persatuan luas. Seperti pada beton, kekuatan pasta dan mortar ditentukan oleh kandungan semen dan faktor air semen dari campuran. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan pasta dan mortar diantaranya adalah faktor air semen, jumlah semen, umur mortar, dan sifat agregat. Kekuatan mortar akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur dimana pada umur 28 hari pasta dan mortar akan memperoleh kekuatan yang diinginkan.

b. Faktor air semen (f a s)

Faktor air semen adalah angka perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran pasta atau mortar. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai f.a.s maka semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai f.a.s. yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai f.a.s. yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam

pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

c. Sifat Agregat

Sifat agregat yang berpengaruh terhadap kekuatan ialah bentuk, kekasaran permukaan, kekerasan dan ukuran maksimum butir agregat. Bentuk dari agregat akan berpengaruh terhadap interlocking antar agregat.

Mortar semen dibuat dari campuran air, semen Portland, dan agregat halus dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan volume agregat halus berkisar antara 1 : 2 dan 1 : 8. Mortar ini lebih besar daripada mortar lumpur atau mortar kapur, oleh karena itu biasa dipakai untuk tembok, pilar, kolom, atau bagian bangunan lain yang menahan beban.

Penelitian yang dilakukan terhadap limbah medis padat yang dihasilkan fasilitas kesehatan di Provinsi Aceh umumnya mengevaluasi tentang manajemen penanganan, pengelolaan, dan pembuangan limbah medis sehingga penanganan abu pembakaran kurang mendapat perhatian. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan abu incinerator sebagai bahan campuran mortar dan mempelajari rasio campuran yang dapat digunakan untuk menghasilkan mortar sesuai standard SNI, yaitu dengan mensubstitusi sebagian pasir dengan abu dasar dalam campuran.

Bahan dan Metodologi

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel abu dasar hasil pembakaran limbah medis (*bottom ash*)

yang berasal dari Rumah Sakit Umum Zainoel Abidin Banda Aceh yang lolos ayakan nomor 4, semen jenis OPC (*Ordinary Portland Cement*), dan pasir lolos ayakan nomor 4.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut :

- a. Tahap persiapan abu dasar
Sampel abu pembakaran diperoleh dari Insinerator medis Rumah Sakit Dr. Zainoel Abidin kota Banda Aceh. Tekstur abu dasar insinerator masih kasar sehingga harus dihancurkan sampai berukuran 4 mm.
- b. Tahap persiapan mortar
Dilakukan persiapan pembuatan mortar berdasarkan perencanaan campuran mortar pada Tabel.2.
Pencampuran material mortar dilakukan berdasarkan petunjuk praktis pencampuran mortar menurut ASTM C 305. Pencampuran menggunakan pencampur mekanis/molen agar campuran menjadi homogen. Pencetakan mortar sesuai dengan SNI 03 – 6825 – 2002 untuk pengujian kekuatan mortar semen yaitu menggunakan cetakan benda uji berbentuk kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Untuk masing-masing pencampuran disiapkan 63 buah cetakan sampel. Selanjutnya mortar di curing selama 28 hari yaitu dengan membungkus sampel dengan karung goni basah dan meletakkannya pada tempat lembab dan terlindung cahaya matahari dibiarkan dalam masa curing selama 28 hari.

- c. Tahap Pengujian Kuat Tekan Mortar (SNI 03-0349-1989) sebagai berikut :
Sampel diletakkan pada mesin tekan sesuai dengan arah tekanan beban dalam pemakaian, Selanjutnya menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan mencatat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji. Terakhir dilakukan penghitungan kuat tekan benda uji dengan membagi beban maksimum pada waktu benda hancur dengan luas bidang tekan bruto yang dinyatakan dalam kg/cm².

Hasil dan Pembahasan

Preparasi Sampel Mortar

Sampel mortar yang dihasilkan dari campuran dengan penambahan abu dasar menghasilkan sampel mortar dalam bentuk yang lebih kompak dan padat dibandingkan dengan sampel mortar tanpa penambahan abu dasar insinerator. Hasil tersebut didukung dengan pengukuran berat volume mortar yang ditabulasikan pada Tabel 3 dan ditunjukkan grafik pada Gambar 1. Tabel 3 menunjukkan volume rata-rata mortar dengan komposisi penggunaan semen : pasir yaitu 1 : 4 diperoleh mortar dengan volume 2036,88 kg/m³ , bila dibandingkan berat volume mortar dengan penambahan abu dasar dengan semakin banyak penggunaan abu dasar sebagai pengganti pasir dalam campuran maka volume sampel mortar makin ringan.

Hasil Uji Kuat Tekan Mortar

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama mortar. Kekuatan tekan adalah kemampuan mortar untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Nilai kekuatan tekan yang diperoleh dari setiap sampel akan berbeda, karena mortar merupakan material heterogen, yang kekuatan tekannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan, dan oleh kondisi lingkungan pada saat pengujian.

Grafik pada Gambar. 2 dan Tabel. 4 menunjukkan bahwa penambahan komposisi abu dasar insinerator sebanyak 25 %, 50 % dan 75 % dari berat pasir dalam rasio campuran menghasilkan kuat tekan setiap sampel bervariasi. Pada penambahan abu dasar sebanyak 25 %, didapat hasil uji kuat tekan rata-rata 18,71 MPa, dengan penambahan abu dasar sebanyak 50 % menunjukkan hasil kuat tekan rata-rata 14,09 MPa dan penambahan 75 % abu dasar menghasilkan kuat tekan rata-rata 12,06 MPa. Bila dibandingkan dengan hasil uji tekan rata-rata sampel batako normal (tanpa penambahan abu dasar) yaitu 10,52, penambahan abu dasar 25 – 75 % dari berat pasir menghasilkan kekuatan tekan yang meningkat. Namun penambahan abu dasar lebih besar dari 50 % dari berat agregat halus menurunkan kekuatan tekan mortar.

Sesuai dengan SNI 03-6882-2002 yaitu spesifikasi mortar untuk pekerjaan pasangan menyatakan bahwa kuat tekan mortar tipe M adalah sebesar 17,2 MPa, mortar tipe S 12,5 MPa dan Mortar Tipe N 5,2 MPa, sehingga bila dibandingkan dengan SNI, semua sampel mortar dari penelitian telah memenuhi standar SNI.

Kekuatan mortar akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur dimana pada umur 28 hari pasta dan mortar akan memperoleh kekuatan yang diinginkan. Selain itu, abu insinerator diketahui mengandung CaO sekitar 47 %, karakteristik yang mirip karakteristik semen, yaitu bersifat seperti pozzolan di alam (Elinwa et. al 2016).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa pemanfaatan limbah abu dasar insinerator (*bottom ash*) dapat digunakan sebagai bahan campuran pembuatan mortar. Penambahan abu dasar 25 % - 75 % sebagai pengganti pasir dalam campuran mortar menghasilkan mortar dengan berat volume lebih ringan dibandingkan berat volume mortar normal. Mortar yang diperoleh dari hasil penelitian sudah memenuhi standar SNI 03-6882-2002 yaitu spesifikasi mortar untuk pekerjaan pasangan. Namun penambahan abu dasar lebih besar dari 50 % dari berat agregat halus menurunkan kekuatan tekan mortar .

DAFTAR PUSTAKA

- Anamul, H. M., J. Rahman, and M. Tanvir . 2012. Zn and Ni of Bottom Ash as a Potential Diffuse Pollutant and their Application as Fine Aggregate . *Journal of Civil Engineering Research*, 2(6), 64-72.
- Agamuthu, P. and S. Chitra. 2009. Solidification/Stabilization Disposal of Medical Waste Incinerator Fly ash Using

- Cement. *Malaysian Journal of Science*, 28 (3), 241– 255 .
- Anastasiadou, K., K. Cristopoulus, E. Mousious, and E. Gidarakos . 2012. Solidification/stabilization of fly and bottom ash from medical waste incineration facility. *Journal of Hazardous Materials*, 207 – 208, 165 -170.
- Bakkali, E. M. et.al. 2013. Characterization of bottom ash from two hospital waste incinerators in Rabat, Morocco. *Waste Management & Research*, 31(12), 1229-1236.
- Darmayanti, L., A Kurniawandy, dan B.N Rahim. 2012 . Pengaruh Pemakaian Abu Insinerator Rumah Sakit Terhadap Kuat Tekan, Absorpsi, Porositas dan Rembesan Beton. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 11 (2), 66-71.
- Elinwa, A.U. 2016. Hospital Ash Waste-Ordinary Portland Cement Concrete. *Science Research*. 4 (3), 72-78.
- Gidarakos, E., M. Petrantonaki, K. Anastasiadou, and K. Schramm. 2012. Characterization and hazard evaluation of bottom ash produced from incinerated hospital waste. *Journal of Hazardous Materials*, 172 (2), 935 -942.
- Hassan, M.M., S.A Ahmed, K. Anisurahman, and T.K Biswas. 2008. Pattern of medical waste management: existing scenario in Dhaka City, Bangladesh. *BMC Public Health*, 8 : 1- 10
- Pruss, A. E. Giroult, P. Rushbrook. 1990. *Safe Management of Waste from Health-Care Activities*. World Health Organization, Geneva.
- Singh, A. K. V. Srivastav, and U. Kumar. 2016. Biomedical Waste Ash in Concrete: An Experimental Investigation. *International Journal of Innovative Research in Science. Engineering and Technology*, 5 (6), 11547 – 11552.
- Tjokrodimulyo K. 2004. Teknologi Bahan Konstruksi, *Buku Ajar*. Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan. Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Tabel 1. Kandungan Kimia dalam Abu Insinerator

No.	Jenis Unsur Oksida	Persentase
1.	SiO ₂	16,21
2.	Al ₂ O ₃	6.47
3.	Fe ₂ O ₃	0.93
4.	CaO	15.36
5.	MgO	1.91
6.	Na ₂ O	3.62
7.	K ₂ O	1.12
8.	TiO ₂	7.57
9.	P ₂ O ₅	5.37
10.	H ₂ O	7.87
11.	HD	33.46

Sumber :

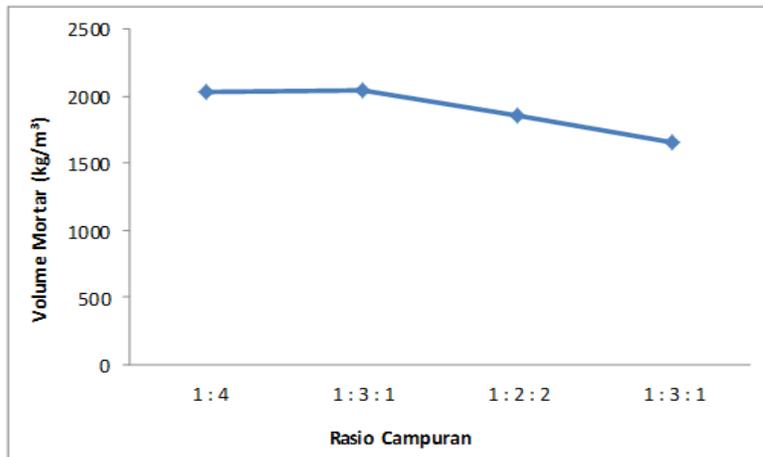
Tabel 2. Perencanaan Campuran Mortar

Perbandingan semen : (pasir + abu dasar)	Kebutuhan per pengecoran (Kg)		
	Semen	Pasir	abu dasar
1 : 4	2,30	11,66	-
1 : 1 : 3	2,30	2,91	3,36
1 : 2 : 2	2,30	5,83	2,24
1 : 3 : 1	2,30	8,74	1,12

Tabel 3. Berat Jenis Mortar

Ratio	No. Sample	Dimensi (cm)			Berat (gr)	Berat Jenis (kg/m ³)	Rerata Berat Jenis (kg/m ³)
		Panjang	Lebar	Tinggi			
1 : 4	A	5.10	5.00	5.20	265.50	2002.26	2036.88
	B	5.10	4.90	5.10	259.00	2032.19	
	C	5.10	5.10	5.10	264.00	1990.18	
	D	5.00	5.00	5.00	255.50	2044.00	
	E	5.00	4.90	4.90	254.00	2115.79	
1 : 3 : 1	A	4.90	5.10	5.10	263.40	2066.71	2046.18
	B	5.00	5.00	5.00	260.60	2084.80	
	C	5.10	5.00	5.00	257.60	2020.39	
	D	5.00	5.00	5.10	264.50	2074.51	
	E	5.20	5.00	5.20	268.30	1984.47	
1 : 2 : 2	A	5.10	5.10	5.10	248.00	1869.57	1854.74
	B	5.00	5.20	5.10	244.10	1840.87	
	C	5.10	5.10	5.00	244.10	1876.97	
	D	5.10	5.20	5.00	250.10	1886.12	

	E	5.20	5.00	5.10	238.70	1800.15	
1 : 1 : 3	A	5.00	5.00	5.20	214.30	1648.46	1654.43
	B	5.10	5.30	5.00	221.80	1641.14	
	C	5.00	5.10	5.00	202.70	1589.80	
	D	5.20	5.10	5.10	227.50	1682.05	
	E	5.00	5.30	5.10	231.20	1710.69	

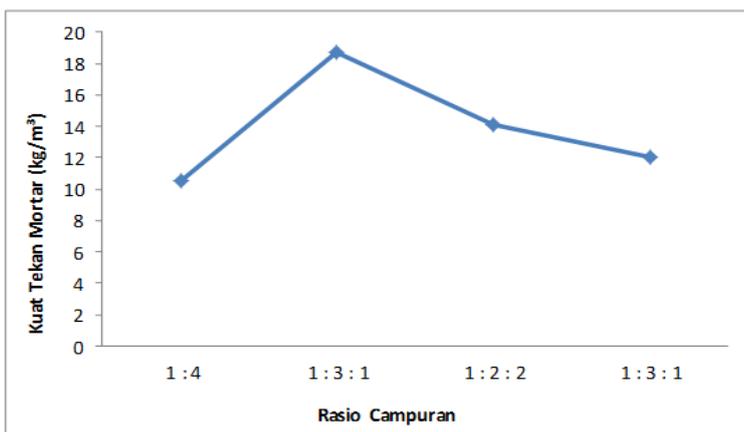


Gambar 1. Berat jenis mortar

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar

Ratio	No. Sample	Dimensi (cm)			Beban (kg)	Kuat Tekan		Rerata Kuat Tekan	
		Panjang	Lebar	Tinggi		(kg/cm ²)	(MPa)	(kg/cm ²)	(MPa)
1 : 4	A	5.10	5.00	5.20	2620	102.75	10.08	107.22	10.52
	B	5.10	4.90	5.10	2600	104.04	10.21		
	C	5.10	5.10	5.10	3040	116.88	11.47		
	D	5.00	5.00	5.00	2760	110.40	10.83		
	E	5.00	4.90	4.90	2500	102.04	10.01		
1 : 3 : 1	A	4.90	5.10	5.10	5800	232.09	22.77	190.76	18.71
	B	5.00	5.00	5.00	4800	192.00	18.84		
	C	5.10	5.00	5.00	3500	137.25	13.46		
	D	5.00	5.00	5.10	5080	203.20	19.93		
	E	5.20	5.00	5.20	4920	189.23	18.56		
1 : 2 : 2	A	5.10	5.10	5.10	3600	138.41	13.58	143.64	14.09
	B	5.00	5.20	5.10	4300	165.38	16.22		
	C	5.10	5.10	5.00	3600	138.41	13.58		
	D	5.10	5.20	5.00	4260	160.63	15.76		

Ratio	No. Sample	Dimensi (cm)			Beban (kg)	Kuat Tekan		Rerata Kuat Tekan	
		Panjang	Lebar	Tinggi		(kg/cm ²)	(MPa)	(kg/cm ²)	(MPa)
	E	5.20	5.00	5.10	3000	115.38	11.32		
1 : 1 : 3	A	5.00	5.00	5.20	3320	132.80	13.03	122.93	12.06
	B	5.10	5.30	5.00	3400	125.79	12.34		
	C	5.00	5.10	5.00	2500	98.04	9.62		
	D	5.20	5.10	5.10	3340	125.94	12.35		
	E	5.00	5.30	5.10	3500	132.08	12.96		



Gambar 2. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar