

# Pengaruh Variasi Penambahan Abu Ketel (*Ash Boiler*) Terhadap Nilai Kuat Tekan Mortar

Ahmad Shofi<sup>1</sup>, Arqowi Pribadi<sup>2\*</sup>, Dian Rizky Adinda<sup>3</sup>

Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya<sup>1,2,3</sup>

Koresponden\*, Email: [arqowi.pribadi@uinsby.ac.id](mailto:arqowi.pribadi@uinsby.ac.id)

Info Artikel	Abstract
<p>Diajukan : 07 April 2022 Diperbaiki : 10 April - 22 Mei 2022 Disetujui : 25 Mei 2022</p> <p><i>Keywords: Ash Boiler, Compressive Strength, Mortar</i></p>	<p><i>Kettle ash is the solid waste left over from burning bagasse. Boiler ash which can be used as a substitute for cement is planned to reduce pollution and greenhouse gas emissions such as CO<sub>2</sub> from the cement industry. Due to the high SiO<sub>2</sub> content of the boiler ash, it is expected that the ash will improve the quality of the mortar mix. Mortar composition with cement 1:4 using kettle ash instead of cement. This study aims to replace cement in the manufacture of mortar in the amount of 0%, 5%, 15% and 25%. Because it is equivalent to mortar that does not contain boiler ash, the compressive strength test results on a mixture containing 5% boiler ash are the best. The average compressive strength of mortar without boiler ash was 84.73 kg/cm<sup>2</sup>, while the average compressive strength of mortar with 5% mixture was 81.50 kg/cm<sup>2</sup>.</i></p>

Kata kunci: *Abu Ketel, Kuat Tekan, Mortar*

## Abstrak

Abu ketel merupakan limbah padat sisa hasil pembakaran ampas tebu. Abu ketel yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti semen direncanakan untuk mengurangi polusi dan emisi gas rumah kaca seperti CO<sub>2</sub> dari industri semen. Karena kandungan SiO<sub>2</sub> abu ketel yang tinggi, diharapkan abu tersebut akan meningkatkan kualitas campuran mortar. Komposisi mortar dengan semen 1:4 yang menggunakan abu ketel sebagai pengganti semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengganti semen dalam pembuatan mortar dalam jumlah 0%, 5%, 15%, dan 25%. Karena setara dengan mortar yang tidak mengandung abu boiler, maka hasil uji kuat tekan pada campuran yang mengandung 5% abu boiler adalah yang terbaik. Kuat tekan rata-rata mortar tanpa abu boiler adalah 84,73 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan kuat tekan rata-rata mortar dengan campuran 5% adalah 81,50 kg/cm<sup>2</sup>.

## 1. Pendahuluan

Usaha produksi gula merupakan salah satu usaha yang memenuhi kebutuhan pangan pokok penduduk Indonesia. Sumber utama gula pasir adalah gula tebu. Pertumbuhan usaha produksi gula memberikan

dampak khusus terhadap masalah limbah usaha produksi gula. Limbah yang dihasilkan pada industri gula dapat berupa limbah cair, padat dan gas. Limbah cair dapat berupa air limbah pabrik, kondensat uap

nira, dan tetes tebu. Untuk limbah padat berupa ampas, blotong dan abu.

Pemanfaatan dan pemanfaatan kembali limbah padat dari proses produksi gula belum dikelola secara optimal, namun ketersediaan limbah padat terus meningkat seiring berjalannya proses pembuatan. Bottom ash merupakan limbah padat yang terus bertambah selama proses produksi. (Hutasoit, F, 2011)

Pihak ketiga bertugas mengelola penanganan limbah abu ketel Pabrik Gula Kremboong. Jumlah abu boiler yang dihasilkan oleh PG, ditentukan dari perhitungan yang dilakukan. Kremboong adalah 18 m<sup>3</sup> per hari atau 115,38 kwintal per hari. (Data Primer, 2018).

Dari segi ekonomi, abu ketel disebut juga *ash boiler* merupakan bahan alternatif pengganti semen. Lebih murah dan mudah didapat karena abu ketel dihasilkan pada setiap periode penggilingan pabrik gula. Sisa pembakaran, yang menghasilkan limbah tahunan sekitar 9.000 ton abu ketel. Abu ketel ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas campuran mortar karena kandungan silikanya yang tinggi, sehingga menjadi pengikat agregat yang efektif. Material yang telah berumur 7, 14 dan 28 hari akan menjalani uji kuat tekan untuk menentukan proporsi ideal abu ketel dalam campuran pengganti semen.

## 2. Metode Penelitian

Metode kuantitatif digunakan dalam bab ini tentang metode penelitian. Data diambil dari PG menggunakan sampel limbah abu ketel (*ash boiler*). Kremboong, Sidoarjo untuk mengolah limbah menjadi bahan pereduksi semen. Setelah itu, campurkan air, pasir, dan semen untuk membuat bahan dari bahan uji penelitian. Empat sampel berbeda ditambahkan abu ketel (*ash boiler*). Sampel pertama tidak ditambahkan abu ketel (*non abu*), sedangkan sampel kedua 5%, sampel ketiga 15%, dan sampel keempat 25%. Sampel berbentuk kubus berukuran 5 x 5 x 5 cm.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil uji kuat tekan mortar dengan variasi 0%, terlihat bahwa mortar tanpa abu ketel (*boiler ash*) dengan kode uji M.0 terdapat pada sampel berumur 7 hari 1, 2, dan 3. Masing-masing sampel mortar memiliki kapasitas beban masing-masing 15 KN/kg, 15 KN/kg, dan 16 KN/kg. Dengan kuat tekan 28 hari, maka nilai rata-rata kuat tekan yang dihasilkan pada umur 7 hari adalah 96,25 Kg/cm<sup>2</sup>. Pada contoh berikut untuk umur cukup 14 hari, maka timbunan yang dapat di tekan untuk setiap pengujian mortar adalah 11 KN/kg, 15 KN/kg dan 18 KN/kg. Hasil pengujian kuat tekan mortar 0% disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kuat Tekan Mortar 0%

No	Berat (gram)	Berat isi Kg/cm <sup>3</sup> Gr/cm <sup>3</sup>	Umur (hari)	Beban KN/Kg	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan 28 Hari
1	242,02	1,94	7	15,00		

No	Berat (gram)	Berat isi Kg/cm <sup>3</sup> Gr/cm <sup>3</sup>	Umur (hari)	Beban KN/Kg	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan 28 Hari
				1530,00	61,20	94,15
2	231,07	1,85	7	15,00		
				1530,00	61,20	94,15
3	235,72	1,89	7	16,00		
				1632,00	65,28	100,43
<b>Rata-rata</b>						<b>96,25</b>
1	228,61	1,83	14	11,00		
				1122,00	44,88	58,29
2	229,78	1,84	14	15,00		
				1530,00	61,20	79,48
3	231,75	1,85	14	18,00		
				1836,00	73,44	95,38
<b>Rata-rata</b>						<b>77,71</b>
1	225,25	1,80	28	16,00		
				1632,00	65,28	65,28
2	231,64	1,85	28	20,00		
				2040,00	81,60	81,60
3	235,78	1,89	28	23,00		
				2346,00	93,84	93,84
<b>Rata-rata</b>						<b>80,24</b>

Sumber: (Hasil Analisis, 2019)

Mortar dengan kode uji M.5 ditemukan pada sampel 1, 2, dan 3 berumur tujuh hari berdasarkan hasil uji kuat tekan dengan variasi 5%. Setiap sampel mortar memiliki kapasitas beban 14 KN/kg, 14 KN/kg, dan 15 KN/kg. Dengan kuat tekan 28 hari, maka nilai rata-rata kuat tekan yang dihasilkan pada umur 7 hari adalah 89,97 Kg/cm<sup>2</sup>. Beban yang dapat ditekan oleh masing-masing sampel mortar pada sampel berikutnya selama 14 hari berturut-turut adalah 15 KN/kg, 16 KN/kg, dan 18 KN/kg. Dengan

kuat tekan 28 hari, maka nilai rata-rata kuat tekan yang dihasilkan pada umur 14 hari adalah 86,55 Kg/cm<sup>2</sup>. Kemudian setiap sampel mortar dapat menekan beban sebesar 14 KN/kg, 16 KN/kg, atau 20 KN/kg selama 28 hari. Kemudian pada umur 28 hari kuat tekan rata-rata adalah 68,00 Kg/cm<sup>2</sup>. Hasil pengujian kuat tekan mortar 5% disajikan pada tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Kuat Tekan Mortar 5%

No	Berat (gram)	Berat isi Kg/cm <sup>3</sup> Gr/cm <sup>3</sup>	Umur (hari)	Beban KN/Kg	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan 28 Hari
1	231,37	1,85	7	14,00		
				1428,00	57,12	87,88
2	233,14	1,87	7	14,00		
				1428,00	57,12	87,88
3	234,02	1,87	7	15,00		
				1530,00	61,20	94,15
<b>Rata-rata</b>						<b>89,97</b>
1	225,34	1,80	14	15,00		
				530,00	61,20	79,48
2	227,85	1,82	14	16,00		
				1632,00	65,28	84,78
3	230,76	1,85	14	18,00		
				1836,00	73,44	95,38
<b>Rata-rata</b>						<b>86,55</b>
1	228,26	1,83	28	14,00		
				1428,00	57,12	57,12
2	229,02	1,83	28	16,00		
				1632,00	65,28	65,28
3	231,23	1,85	28	20,00		
				2040,00	81,60	81,60
<b>Rata-rata</b>						<b>68,00</b>

Sumber: (Data primer, 2019)

Hasil pengujian sebagaimana tercantum dalam SNI 03-0349-1989 memenuhi persyaratan mutu bata beton pejal tingkat II dan bata beton berlubang tingkat I serta menunjukkan nilai layak pakai (cocok untuk bangunan pasangan bata). SNI-6825-2002 dipenuhi dengan

Metode Uji Kuat Tekan Mortar. Hasil pengujian kuat tekan mortar 15% disajikan pada tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Kuat Tekan Mortar 15%

No	Berat (gram)	Berat isi Kg/cm <sup>3</sup> Gr/cm <sup>3</sup>	Umur (hari)	Beban KN/Kg	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan 28 Hari
1	220,77	1,77	7	9,00		
				918,00	36,72	56,49
2	224,67	1,80	7	9,00		
				918,00	36,72	56,49
3	226,24	1,81	7	10,00		
				1020,00	40,8	62,77
<b>Rata-rata</b>						<b>58,58</b>
1	220,21	1,76	14	9,00		
				918,00	36,72	47,69
2	222,14	1,78	14	10,00		
				1020,00	40,80	52,99
3	223,60	1,79	14	11,00		
				1122,00	44,88	58,29
<b>Rata-rata</b>						<b>52,99</b>
1	226,31	1,81	28	10,00		
				1020,00	40,8	40,8
2	228,92	1,83	28	13,00		
				1326,00	53,04	53,04
3	230,28	1,84	28	14,00		
				1428,00	57,12	57,12
<b>Rata-rata</b>						<b>50,32</b>

Sumber: (Data primer, 2019)

Berdasarkan hasil uji kuat tekan mortar yang menunjukkan variasi 25%, mortar dengan kode uji M.25 ditemukan pada sampel 1, 2, dan 3 yang semuanya berumur tujuh hari. Setiap sampel mortar memiliki beban yang dapat ditekan sebesar 8 KN/kg, 8 KN/kg, dan 8 KN/kg. Dengan kuat tekan 28 hari, maka nilai rata-rata kuat tekan yang dihasilkan pada umur 7 hari adalah 50,22 Kg/cm<sup>2</sup>. Beban yang dapat

ditekan oleh masing-masing sampel mortar pada sampel berikutnya selama 14 hari berturut-turut adalah 7 KN/kg, 7 KN/kg, dan 8 KN/kg. Dengan kuat tekan 28 hari, maka nilai rata-rata kuat tekan yang dihasilkan pada umur 14 hari adalah 38,86 Kg/cm<sup>2</sup>. Kemudian masing-masing sampel mortar dapat menekan beban sebesar 7 KN/kg, 8 KN/kg, dan 8 KN/kg selama 28 hari. Kemudian pada umur 28 hari kuat tekan rata-rata

adalah 31,28 Kg/cm<sup>2</sup>. Hasil pengujian kuat tekan mortar 25% disajikan pada tabel 4 berikut.

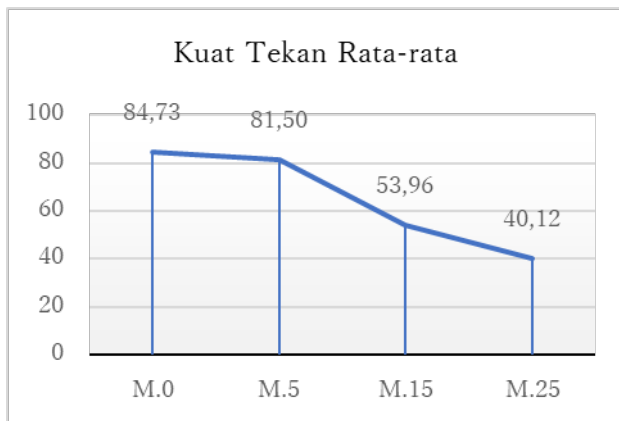
**Tabel 4.** Kuat Tekan Mortar 25%

No	Berat (gram)	Berat isi Kg/cm <sup>3</sup> Gr/cm <sup>3</sup>	Umur (hari)	Beban KN/Kg	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan 28 Hari
1	209,65	1,68	7	8,00		
				816,00	32,64	50,22
2	215,36	1,72	7	8,00		
				816,00	32,64	50,22
3	215,73	1,73	7	8,00		
				816,00	32,64	50,22
<b>Rata-rata</b>						<b>50,22</b>
1	211,67	1,69	14	7,00		
				714,00	28,56	37,09
2	213,71	1,71	14	7,00		
				714,00	28,56	37,09
3	214,56	1,72	14	8,00		
				816,00	32,64	42,39
<b>Rata-rata</b>						<b>38,86</b>
1	212,83	1,70	28	7,00		
				714,00	28,56	28,56
2	213,33	1,71	28	8,00		
				816,00	32,64	32,64
3	213,80	1,71	28	8,00		
				816,00	32,64	32,64
<b>Rata-rata</b>						<b>31,28</b>

*Sumber: (Data Primer, 2019)*

Pada gambar 1, (Ahmad Shofi, 2019) merupakan hasil pengujian kuat tekan mortar dengan variasi 0%, 5%, 15%, dan 25%. Benda uji ini memiliki empat kode uji mortar. Rata-rata kuat tekan benda uji pada umur 28 hari untuk mortar dengan kode M.0 (tanpa abu) adalah 84,73 Kg/cm<sup>2</sup>. Dengan baku mutu minimal 70 kg/cm<sup>2</sup>, hasil tersebut memenuhi syarat untuk

digunakan sebagai bata beton pejal pada mutu II, dan untuk bata beton berlubang pada mutu I, dengan baku mutu minimal 70 kg/cm<sup>2</sup>. (SNI-03-0349-1989)



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

Nilai uji rata-rata mortar dengan kode uji M.5 adalah 81,50 Kg/cm<sup>2</sup>. Hasil ini juga memenuhi SNI 03-0349-1989, yang menempatkannya pada kategori mutu II untuk bata beton pejal dan kategori mutu I untuk bata beton berlubang. Bahan terbaik untuk mortar adalah campuran 5% abu ketel dan mortar, yang menghasilkan hasil yang sama dengan mortar tanpa abu ketel. Kuat tekan mortar dengan kode uji M.15 dan M.25 mengalami penurunan. Tingkat daya rekat mortar menurun sehingga menyebabkan penurunan. Kuat tekan mortar akan dipengaruhi oleh semakin tingginya reduksi semen. Karena kandungan kapur abu ketel yang rendah, kandungan silika tidak dapat sepenuhnya menggantikan semen. Namun dalam SNI 03-0349-1989, mortar yang mengandung campuran 15% dan 25% abu boiler termasuk kategori mutu III untuk batako padat.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Rizki Angelina Naibaho et al., 2015), yang berjudul Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Untuk Mengurangi Pemakaian Semen Pada Pembuatan Batako, perlakuan A3 memiliki nilai kuat tekan

tertinggi yaitu 5,167 MPa, sedangkan perlakuan A1 memiliki nilai kuat tekan terendah yaitu 2,146 MPa. Bata bata ini termasuk dalam kategori mutu III dan IV dengan kuat tekan minimal masing-masing 3,7 MPa dan 2 MPa dibandingkan dengan persyaratan bata padat. Tinjauan ini memperoleh konsekuensi penurunan beton dengan perluasan puing-puing evaporator dan dipasang pada tingkat kualitas III dan IV.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap hasil uji kuat tekan mortar, maka di peroleh beberapa kesimpulan sebagai berikut, pada umur 28 hari, kuat tekan rata-rata mortar dengan kode M.0 (tanpa abu) adalah 84,73 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan nilai uji rata-rata mortar dengan kode uji M.5 adalah 81,50 kg/cm<sup>2</sup>, nilai rata-rata uji mortar dengan kode uji M.15 adalah 53,96 kg/cm<sup>2</sup>, dan rata-rata nilai uji mortar dengan kode uji M.25 adalah 40,12 kg/cm<sup>2</sup>.

Persyaratan untuk digunakan sebagai bata beton pejal tingkat mutu II (dengan baku mutu minimal 70 kg/cm<sup>2</sup>) dan bata beton berlubang tingkat mutu I (dengan baku mutu minimal 70 kg/cm<sup>2</sup>) telah dipenuhi oleh produk mortar dengan kode M.0 dan M.5. sesuai SNI-03-0349-1989. Sementara itu, mortar dengan kode uji M.15 dan M.25 menunjukkan penurunan kuat tekan. Tingkat daya rekat mortar menurun sehingga menyebabkan penurunan. Namun dalam SNI 03-0349-1989, mortar yang mengandung campuran 15 persen dan 25 persen abu ketel termasuk dalam kategori mutu III untuk batako

padat. Karena setara dengan mortar tanpa abu boiler, maka hasil uji kuat tekan mortar yang terbaik adalah pada campuran yang mengandung 5% abu boiler. Kuat tekan rata-rata mortar tanpa abu boiler adalah  $84,73 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan kuat tekan rata-rata mortar dengan campuran 5% adalah  $81,50 \text{ kg/cm}^2$ .

#### Daftar Pustaka

- Ahmad Shofi. (2019). *Pemanfaatan Limbah Abu Ketel (Ash Boiler) Untuk Dinding Rumah Ramah Lingkungan*. Digilib UIN Sunan Ampel Surabaya. [http://digilib.uinsby.ac.id/34186/2/Ahmad%20Shofi\\_H75215011.pdf](http://digilib.uinsby.ac.id/34186/2/Ahmad%20Shofi_H75215011.pdf)
- ASTM C.494. 2001. Standard Specification for Chemical Admixtures for concrete. ASTM Standards : Concrete and Aggregates. Vol.04.01.United States.
- Christine, Anita, Sembiring. Jetri, Juli, Saruksuk. 2017. Uji Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Paving Block dengan Bahan Pasir Kasar, Batu Kacang, dan Pasir Halus. JURITI PRIMA (Jurnal Ilmiah Teknik Industri Prima) Vol. 1, No. 1
- Dian, Yunita, Simanullang. 2014. Kajian Kuat Tekan Mortar Menggunakan Pasir Sungai Dan Pasir Apung Dengan Bahan Tambah Fly Ash Dan Conplast Dengan Perawatan (Curing). Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 2, No. 4
- Hutasoit, F. (2011). *Pembuatan Dan Karakterisasi Batako Ringan Dengan Memanfaatkan Limbah Padat Pulp Biosludge Dari PT TPL Porsea*. Skripsi. Departemen Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rizki Angelina Naibaho, Ainun Rohanah, & Sulastri Pangabean. (2015). Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Untuk Mengurangi Pemakaian Semen Pada Pembuatan Batako. *Jurnal Permukiman, 12*.
- Mulyono, Tri. 2004. Teknologi Beton. Andi Offset. Yogyakarta
- Prasetiyo, Ari. 2009 Perbandingan Kuat Tekan Mortar Menggunakan campuran Pasir Alam dengan Sisa Pecahan Batu.
- Sihotang Emelda, 2009. Pemanfaatan Abu Ampas Tebu pada Pembuatan Mortar. Laporan Skripsi Sarjana (S1) Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara.
- SNI-03-0349-1989 Bata Beton Untuk Pasangan dinding.pdf*. (n.d.). Retrieved December 22, 2022, from <https://yogoz.files.wordpress.com/2013/12/sni03-0349-1989-bata-beton-untuk-pasangan-dinding.pdf>