

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH ABU KERAK BOILER TERHADAP KUALITAS BATA BETON

Satriani¹, Sylvina Permatasari^{2,3}, Sri Agustina³

Prodi Teknik Sipil Politeknik Kotabaru^{1,2,3}

E-mail : satriani170883@gmail.com¹, sylvinapermatasari@gmail.com²,
titinaagustinnn@gmail.com³

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui manfaat dari limbah abu kerak boiler yang dihasilkan dari sisa pembakaran cangkang dan fiber kelapa sawit yang merupakan biomassa dengan kandungan kandungan silica (SiO_2) yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton. Pengaplikasian benda uji adalah untuk bata beton yang digunakan sebagai pasangan dinding.

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai penyerapan air terendah adalah benda uji S2 dengan peresentasi penambahan abu kerak boiler sebanyak 5% dari berat semen yaitu lebih rendah 15,6% dari kondisi 0%. Penambahan abu kerak boiler dapat menurunkan nilai kuat tarik belah bata beton.

Nilai kuat tekan pada beton meningkat dengan adanya penambahan abu boiler, nilai kuat tekan optimum ada pada penambahan abu kerak boiler sebesar 10%, dengan pendekatan persamaan $y = 34300x^3 - 12816x^2 + 1400.3x + 50.916$.

Kata Kunci : Limbah, Abu Kerak Boiler, Kuat Tekan, Penyerapan Air, Kuat Tarik Belah.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi menuntut kita untuk melakukan inovasi agar bisa menghasilkan hal-hal baru. Seperti halnya pemanfaatan limbah-limbah industri seperti fly ash, abu sekam padi, abu ampas tebu, abu kulit kerang, dan tempurung kelapa sebagai bahan tambah campuran beton.

Kalimantan merupakan pulau dengan hasil produksi kelapa sawit terbesar di Indonesia yaitu 8,12 juta ton/tahun. Dengan besarnya hasil produksi, tentunya menghasilkan limbah yang banyak pula, yaitu berupa tandan buah segar dan cangkang kelapa sawit. Cangkang kelapa sawit ini dimanfaatkan oleh industri sebagai bahan bakar boiler untuk mesin penggilingan minyak sawit. Namun dari proses pembakaran tersebut, menyisakan abu yang kemudian dibuang didekat pabrik, hal ini mengakibatkan

penumpukan. Abu kerak boiler dari cangkang dan fiber kelapa sawit merupakan biomassa dengan kandungan silica (SiO_2) yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton.

Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian dengan memanfaatkan limbah abu kerak boiler tersebut sebagai bahan campuran dalam pembuatan bata beton, apakah dapat meningkatkan mutu bata beton atau tidak. Bata beton digunakan sebagai bahan untuk dinding bangunan non struktural. Bata beton yang baik adalah mempunyai kuat tekan yang tinggi. Agar didapat mutu bata beton yang berkualitas, banyak faktor yang mempengaruhi yaitu air semen, umur, kepadatan, bentuk tekstur batuan, ukuran agregat, kekuatan agregat, dan lain-lain.



Gambar 1. Limbah Abu Boiler (Dokumentasi Penelitian, 2022)

TINJAUAN PUSTAKA

Bata Beton

Menurut SNI 03-0349-1989, bata beton merupakan suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen portland, air, dan agregat yang dipergunakan untuk pasangan dinding.

Klasifikasi bata beton pejal maupun berlubang menurut SNI 03-0349-1989 dibedakan menurut tingkat mutunya, yaitu:

- a. Tingkat Mutu I, adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan pula untuk konstruksi yang tidak terlindung (diluar atap).
- b. Tingkat Mutu II, adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memiliki beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (dibawah atap).
- c. Tingkat Mutu III, adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindung dari hujan dan terik matahari, tetapi permukaan dinding dari bata tersebut boleh tidak diplester (dibawah atap).
- d. Tingkat Mutu IV, adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya

yang selalu terlindung dari hujan dan terik matahari (harus diplester dan dibawah atap).

Tabel 1. Syarat Fisis Mutu Bata Beton

Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton berlubang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto rata-rata	Kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
2. Kuat tekan masing-masing benda uji min.	Kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17
3. Penyerapan air rata-rata maks.	%	25	35	-	-	25	35	-	-

(SNI 03-0349-1989)

Mortar

Berdasarkan SNI 03-6825-2002 mortar dapat didefinisikan sebagai campuran antara gergat halus (pasir) air dan bahan perekat (semen portland) dengan komposisi tertentu.

Berdasarkan SNI 03-6882-2002, mortar terdiri dari beberapa tipe antara lain:

- a. Mortar tipe M adalah mortar yang mempunyai kekuatan 17,2 Mpa
- b. Mortar tipe S adalah mortar yang mempunyai kekuatan 12,5 MPa
- c. Mortar tipe N adalah mortar yang mempunyai kekuatan 5,2 Mpa
- d. Mortar tipe O adalah mortar yang mempunyai kekuatan 2,4 MPa

Metode pengujian kekuatan tekan mortar dapat menggunakan acuan SNI 03-6825-2002. Pengujian kekuatan mortar semen Portland menggunakan benda uji khusus berbentuk kubus dengan ukuran sisi 5 cm, kekuatan tekan mortar semen Portland adalah gaya maksimum per satuan luas yang bekerja ada benda uji mortar semen Portland berbentuk kubus dengan ukuran tertentu serta berumur tertentu dan gaya maksimum merupakan gaya yang bekerja pada saat benda uji kubus pecah.

Pengujian Berat Isi Pasir

Menghitung berat isi adalah sebagai berikut :

$$D = \frac{M_c - M_n}{V_m}$$

Dimana:

D = Berat isi agregat (kg/m³)

M_c = Berat cawan+agregat (kg)

M_m = Berat kosong cawan (kg)

V_m = Volume cawan (m³)

Pengujian Berat Jenis Pasir

Menghitung berat jenis pasir yang digunakan, dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{W_4}{(W_5+W_2+W_3)}$$

Dimana :

W1 = Berat Piknometer

W2 = Berat Piknometer + Pasir

W3 = Berat Piknometer + Pasir + Air

W4 = Berat Piknometer + Pasir (kering oven)

W5 = Berat Piknometer + Air

Kebutuhan Bahan

Kebutuhan bahan bata beton dengan campuran 1:4 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

1. Menghitung Kebutuhan Awal

a. Semen = $\frac{1}{1+4} \times B_{S_{\text{semen}}}$

b. Agregat = $\frac{1}{1+4} \times B_{S_{\text{pasir}}}$

c. Air = $B_{S_{\text{air}}} \times \frac{1/4 \times \text{Volume Pasir}}{4+1}$

2. Menghitung Volume Absolut

a. Semen = $\frac{W_{\text{semen}}}{B_{j_{\text{semen}}} \times B_{S_{\text{pasir}}}}$

b. Agregat = $\frac{W_{\text{air}}}{B_{j_{\text{pasir}}} \times B_{S_{\text{air}}}}$

c. Air = $\frac{W_{\text{air}}}{B_{j_{\text{air}}} \times B_{S_{\text{air}}}}$

3. Menghitung kebutuhan sebenarnya

a. Air = $\frac{W_{\text{semen}}}{V_{\text{total absolute}}}$

b. Agregat = $\frac{W_{\text{pasir}}}{V_{\text{total absolute}}}$

c. Air = $\frac{W_{\text{air}}}{V_{\text{total absolute}}}$

Dimana:

B_s = Berat Satuan

B_j = Berat Jenis

Kuat Tekan

Kekuatan tekan mortar adalah kekuatan tekan mortar adalah gaya maksimum per satuan luas yang bekerja pada benda uji mortar. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan berdasarkan SNI 03-6825-2002 benda uji diletakkan diatas mesin penekan kemudian benda uji ditekan sampai benda uji pecah. Pada saat pecah, dicatat besarnya gaya tekan maksimum yang bekerja. Kuat tekan mortar diperoleh rumus:

$$\sigma_m = \frac{p_{maks}}{A}$$

Dimana:

σ_m = kekuatan tekan mortar, MPa

P_{maks} = gaya tekan maksimum, N

A = luas penampang benda uji, mm²

Penyerapan Air

Penyerapan air adalah perbandingan berat air yang mampu diserap pori terhadap berat kering benda uji, dinyatakan dalam persen. Besar atau kecilnya penyerapan air sangat dipengaruhi pori atau rongga yang terdapat pada bata beton. Semakin banyak pori yang terkandung dalam benda uji maka semakin besar penyerapan sehingga ketahannya akan berkurang. Pori yang terdapat pada benda uji terjadi karena kurangnya kualitas dan komposisi material penyusunnya. Pengaruh rasio yang terlalu besar dapat menyebabkan rongga (pori), karena terdapat air yang tidak bereaksi dan kemudian menguap dan meninggalkan rongga.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Dimana:

A = berat benda uji dalam keadaan basah (kg)

B = berat benda uji dalam keadaan kering (kg)

Kuat Tarik Belah

Kekuatan tarik beton rekatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan bata beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan. Pengujian kuat tarik belah bata beton menggunakan metode pengujian kuat tarik belah bata beton SNI 03-2491-2002. Perhitungan kuat tarik belah bata beton menggunakan rumus:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L}$$

Dimana:

F_{ct} = kuat tarik belah (MPa)

P = beban pada waktu belah (N)

d = diameter benda uji (mm)

L = panjang benda uji (mm)

π = Phi

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboraturum Teknik Sipil Politeknik Kotabaru, Jalan Raya Stagen KM 8,2 dan KM 9,1.

Variasi Benda Uji

Variasi benda uji adalah dengan penambahan abu kerak boiler sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat volume semen, dimana masing-masing diberi symbol S1, S2, S3, S4 dan S5.

Metode Pengujian Benda Uji

1. Pengujian kuat tekan mortar menggunakan benda uji kubus dengan ukuran panjang 5 cm, lebar 5 cm, dan tinggi 5 cm. Pengujian diawali dengan menimbang benda uji yang sebelumnya telah direndam sampai umur yang telah ditentukan,

setelah itu benda uji diletakan pada mesin penekan, kemudian benda uji ditekan dengan penambahan besarnya gaya tetap sampai benda uji pecah, pada saat pecah, dicatat besarnya gaya tekan maksimum.

2. Benda uji berupa batako atau bata beton berlubang berukuran (p x l x t) 36 x 9 x 16 cm. Bahan-bahan pencampur batako terdiri atas semen, pasir, dan air, dengan komposisi 1:4 (dalam perbandingan volume).
3. Jumlah benda uji adalah 3 buah untuk masing-masing pengujian daya serap air, kuat tekan dan kuat tarik belah sebanyak 1 buah.

HASIL PENELITIAN

Hasil Pengujian Daya Serap Air

Pengujian dilakukan untuk mengetahui berapa besar presentase air yang diserap oleh sampel yang diuji dengan perendaman 24 jam. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Penyerapan air (%)

Presentasi Penambahan Abu kerak boiler Pada Benda Uji	Rata-rata berat benda uji dalam keadaan basah (kg)	Rata-rata berat benda uji dalam keadaan kering (kg)	Penyerapan Air (%)
0%	7,9 20	6,5 45	0,173
5%	8,0 40	6,8 65	0,146
10%	8,1 35	6,8 05	0,163
15%	8,3 20	7,0 40	0,153
20%	8,5 15	7,1 40	0,161

(Hasil Pengujian, 2022)

Dari pengujian penyerapan air batako diperoleh hasil 0,173% untuk batako tanpa kadar abu kerak boiler kelapa sawit, sedangkan untuk batako dengan kadar abu 5%, 10%, 15%, dan 20% diperoleh hasil berturut turut sebesar 0,146%, 0,163%, 0,153%, dan 0,161%. Jadi, penyerapan air terendah terjadi pada presentase 5% dengan nilai 0,146% dibanding dengan batako tanpa penambahan bahan tambah abu kerak boiler sebesar 0,173%, kemudian terjadi peningkatan penyerapan air pada batako variasi 10% kemudian pada variasi 15% mengalami penurunan dan pada variasi 20% mengalami peningkatan lagi sebesar 0,161 %. Hal ini menunjukkan bahwa penyerapan air yang tidak teratur. Penyerapan air yang tidak teratur ini kemungkinan disebabkan oleh proses pemadatan yang tidak seragam meskipun proses perendaman dan pengeringan relatif sama/seragam.

Dari tabel 1 diatas, diketahui bahwa penyerapan air terendah adalah benda uji S2 dengan peresentasi penambahan abu kerak boiler sebanyak 5% dari berat semen yaitu lebih rendah 15,6% dari kondisi 0%.

Hasil Pengujian Kuat Tekan

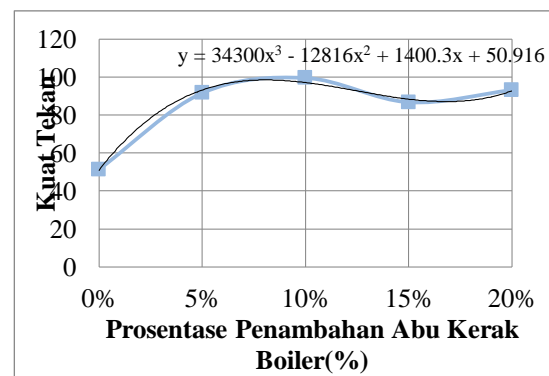
Berdasarkan perhitungan kuat tekan beton diperoleh rekapitulasi hasil seperti dalam tabel 2 berikut. Dari grafik 1 diketahui bahwa penambahan abu kerak boiler bahan tambah agregat halus dapat meningkatkan kuat tekan pada beton. Komposisi campuran optimum ada pada S3 dengan presentasi penambahan abu kerak boiler sebesar 10%, dengan pendekatan persamaan $y = 34300x^3 - 12816x^2 + 1400.3x + 50.916$.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kuat Tekan Beton

Presentasi Penambahan Abu kerak boiler Pada Benda Uji	Tekanan Pengujian (MPa)	Rata-Rata	Konversi Mutu Beton MPa ke Kg/cm ²
0%	5,2	4,26	51,32
	3,6		
	4,0		
5%	10,0	7,60	91,56
	6,4		
	6,4		
10%	3,6	8,26	99,51
	10,4		
	10,8		
15%	7,6	7,20	86,74
	6,8		
	7,2		
20%	6,4	7,73	93,13
	7,2		
	9,6		

(Hasil Perhitungan, 2022)

Data dari tabel 2 diatas dapat disajikan dalam grafik berikut.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kuat Tekan Batako terhadap Prosentasi Penambahan Abu Kerak Boiler (Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian dilakukan untuk mengetahui berapa besar kuat tarik belah beton yang dihasilkan oleh sampel yang di uji. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Tarik Belah Beton

Ben da Uji	Umur (Hari)	Berat (kg)	Tekanan Pengujian (KN)	Kuat tarik belah (MPa)
0 %	14	9, 9	64	0,9
5 %	14	1 1,8	36	0,5
1 0%	14	1 1,5	48	0,6
1 5%	14	1 1,1	51	0,7
2 0%	14	1 1,1	43	0,6

(Hasil Pengujian, 2022)

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan adanya penggunaan abu kerak boiler terjadi penurunan kuat tarik belah. Kadar abu kemudian mengalami penurunan di kadar abu 5%, dan mengalami peningkatan di kadar abu kerak boiler 10%, 15%, dan 20%.

KESIMPULAN

1. Besarnya hasil produksi kelapa sawit akan menghasilkan limbah yang besar pula. Salah satunya berupa limbah abu boiler. Abu kerak boiler berasal dari cangkang dan fiber kelapa sawit merupakan biomassa dengan kandungan silica (SiO_2) yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton.
2. Nilai penyerapan air terendah adalah benda uji S2 dengan peresentasi penambahan abu kerak boiler sebanyak 5% dari berat semen yaitu lebih rendah 15,6% dari kondisi 0%.
3. Penambahan abu kerak boiler bahan tambah agregat halus dapat meningkatkan kuat tekan pada beton. Komposisi campuran optimum ada pada S3 dengan presentasi penambahan abu kerak boiler sebesar 10%, dengan pendekatan

persamaan $y = 34300x^3 - 12816x^2 + 1400.3x + 50.916$.

4. Penambahan abu kerak boiler dapat menurunkan nilai kuat tarik belah bata beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 1989. SNI 03-0349-1989. Bata Beton Untuk Pasangan Dinding.
- Badan Standarisasi Nasional. 1970. SNI 1970:2008 "cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus".
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1982. Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia. Depdikbud Jakarta.
- Ghandi, C.K. 2010. Pengaruh Penggunaan Pecahan Keramik Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. Universitas Negeri Semarang.
- Henz, Frik dan CH. Koesmartdi. 1999. Penggunaan Bata Beton Untuk Dinding.
- Karlina, Titik. 2010. Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Keramik Sebagai Agregat Kasar Pada Pembuatan Bata Beton Pejal Ditinjau Dari Kuat Tekan, Serap Air, dan Nilai Ekonomisnya. Universitas Semarang.
- Mulyono, 2003. Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta.
- Tjokrodiljo. 2007. Teknologi Beton. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.
- Wang, C.K dan Salmon, C.G. 1990. Desain Beton Bertulang. Jakarta: Penerbit Erlangga, *Edisi Ke 4* Jilid 1.
- Zainuri, Zargustin, dkk. (2019). Pengurangan Emisi CO₂ dari Pemanfaatan Limbah Pelempah Kelapa Sawit pada Produksi Batako Serat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 20, No.1, 37-44.
- Zhang, S.P dan Zong, L. 2014, *Evaluation of Relationship*

*between Water Absorption and
Durability of Concrete Materials.*
Hindawi. China

Zuliyanto, Soni Tri. 2010. Pengaruh
Penambahan Potongan Kertas
Koran Pada Bata Beton Berlubang.
Universitas Negeri Semarang.