

ARTIKEL RISET

Studi Properti Fisis dan Mekanis Bata Bakar Merah dengan Aditif Limbah *Vinyl* dan Abu Sekam Padi

Rifqi Ikhwanuddin* and Okky Fajar Tri Maryana

Received: June 23, 2020 | Accepted: Aug. 05, 2020 | Published: Dec. 21, 2020 | DOI: 10.22146/jfi.v24i3.57187

Ringkasan

Bata diproses dengan campuran tanah liat dan air kemudian dibakar pada temperatur dan durasi tertentu. Adapun mencampur tanah liat dengan bahan limbah atau sampah diduga dapat mengubah sifat produk bata, khususnya terhadap daya serap air dan kekuatan mekanis. Bahan sampah yang potensial dapat dijumpai mudah dari bahan periklanan (spanduk *vinyl*). Tujuan studi ini untuk menginvestigasi potensi dan pengaruh yang ditimbulkan dari campuran bata dengan limbah spanduk berbahan vinyl serta abu sekam padi. Purwarupa bata merah bakar (B1 dan B2) dibentuk secara manual menggunakan cetakan. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui daya serap air, kerapatan semu, serta kekuatannya. Hasilnya, bata yang mengandung limbah menyerap terlalu banyak air dibandingkan yang direkomendasikan oleh SNI 15-2094-2000, seluruh model menyerap air lebih dari 20%. Durasi uji daya serap air divariasikan dengan 1 menit, 5 menit, dan 24 jam untuk menonjolkan saturasi. Kerapatan semu model B1 dan B2 masing-masing ialah 0,80 dan 0,69 gr/cm³ yang berada di bawah standar (1,2 gr/cm³). Hasil uji kekuatan untuk seluruh model kurang memuaskan yaitu B1_{strength}=31,86 kg/cm² dan B2_{strength}=25,51 kg/cm², sementara standar kekuatan yang direkomendasikan sebaiknya bernilai di atas 60 kg/cm².

Kata Kunci : limbah; *vinyl*; abu sekam padi; bata; tanah liat, SNI 15-2094-2000

Abstract

Clay brick is processed by mixing clay and water then burnt under certain temperature and duration. Mixing clay with waste materials hypothetically could change its property, particularly in terms of water absorbability and mechanical strength. Potential waste material can be easily found from advertising media (vinyl banners). The aim of this study is to investigate the potential and effects of bricks mixtures along with vinyl banner waste and rice husk ash. Brick prototypes (B1 and B2) were shaped manually using a mould box. Measurement has done by employing water absorption, density, and strength tests. Waste-added bricks absorb too much water than the recommended one based on SNI 15-2094-2000 as of all models can absorb water more than 20%. Water absorption duration is varied by 1 minute, 5 minutes, and 24 hours to enhance the saturation. The density of model B1 and B2 respectively are 0,80 and 0,69 gr/cm³ which are below the required standard (1,2 gr/cm³). The strength result for all models are under-performed, B1_{strength}=31,86 kg/cm² and B2_{strength}=25,51 kg/cm², while the strength standard should be above 60 kg/cm².

Keywords: waste; vinyl; rice husk ash; brick; clay; SNI 15-2094-2000

PENDAHULUAN

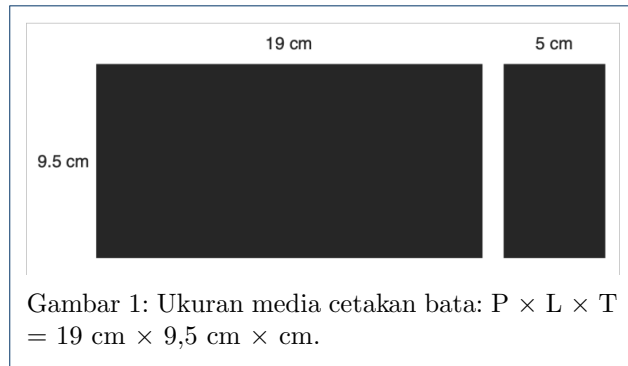
*Correspondence: rifqi.ikhwanuddin@tf.itera.ac.id

DProgram Studi Teknik Fisika, Institut Teknologi Sumatera, Lampung, Indonesia

Full list of author information is available at the end of the article

†Equal contributor

Bahan bangunan ramah lingkungan belakangan ini menerima perhatian tinggi dari masyarakat dan lini bisnis di bidang ini tidak diragukan lagi terus tumbuh diminati di Indonesia. Isu bahan bangunan ramah lingkungan mencapai momentumnya disebabkan oleh: dukungan regulasi; manfaat bagi lingkungan dan kesehatan; adanya tujuan dekarbonisasi dan



pemenuhan siklus utilitas bahan bangunan [1]. Tanah liat yang dibakar telah dikenal sebagai salah satu material tertua yang pernah ada diciptakan manusia. Beberapa studi menunjukkan properti mekanis dari batu bata merah memungkinkan untuk dicampur dengan limbah untuk menghasilkan produk dengan kualitas baru [1, 2].

Aktivitas manusia tak lepas dari menghasilkan sampah atau produk sisa di samping aktivitas utamanya. Sebagai contoh kegiatan kampanye partai politik menggunakan spanduk/banner berbahan *vinyl* sebagai media komunikasi tercetak. Media tercetak berbahan populer dan sering digunakan sehingga pada skala besar memunculkan masalah lingkungan. Meski media daring tersedia, tetap saja masyarakat menyukai penggunaan media komunikasi tercetak berupa spanduk *vinyl*. Konsekuensinya, setiap usai perhelatan kampanye politik di daerah-daerah akan tersedia dalam jumlah besar limbah spanduk tersebut. Kaitannya dengan bahan bangunan berupa batu bata merah, beberapa studi dari [2, 3, 4] telah menunjukkan adanya kemungkinan menyempurnakan campuran limbah ke dalam batu bata merah untuk menjadikannya bahan bangunan berkelanjutan.

Tabel 1: Dimensi batu bata yang direkomendasikan SNI 15-2094-2000.

Model	Dimensi (cm)		
	Tebal	Lebar	Panjang
M - 5a	6,5	9	19
M - 5b	6,5	10	19

Penambahan abu sekam padi pada produksi batu bata bakar telah dipelajari setidaknya oleh De Silva [3] dan Munasih [4]. Potensi campuran abu sekam padi meningkatkan properti mekanik dan menurunkan daya serap terhadap air [4]. Pada studi [1], adonan tanah liat dikembangkan dengan limbah lain untuk meningkatkan siklus-hidup bahan limbah. Adapun studi ini akan melibatkan limbah tak terpakai sebagai material penyusun batu bata bakar. Pada konteks daur ulang, studi yang berlangsung ini menyoroti

penggunaan abu sekam padi dan media cetak spanduk berbahan *vinyl*. Uji tampilan fisik, tahanan beban, serta daya serap air diperlukan untuk mengetahui seberapa jauh properti mekaniknya dapat diandalkan pada keperluan praktis.

Tabel 2: Kelas kekuatan bata dan simpangan dimensi yang diizinkan.

Kelas	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Maksimum Simpangan (cm)		
		Tebal	Lebar	Panjang
25	25	0,2	0,3	0,5
50	50	0,2	0,3	0,5
100	100	0,2	0,3	0,4
150	150	0,2	0,2	0,4
200	200	0,2	0,2	0,4
250	250	0,2	0,2	0,4

Tujuan utama penelitian ini ialah untuk mengetahui potensi penambahan limbah media cetak berbahan *vinyl* dan abu sekam padi terhadap kualitas hasil batu bata merah bakar. Kualitas yang ingin diamati adalah properti fisis berupa daya serap air dan kerapatan semu, serta properti mekanis berupa kuat tekan.

STUDI PUSTAKA

Tabel 3: Klasifikasi kekuatan bata bakar (SNI 15-2094-1991).

Mutu Batu Bata Bakar	Kuat Tekan Rata-Rata	
	kg/cm ²	N/mm ²
Tingkat I	>100	>10
Tingkat II	80 - 100	8 - 10
Tingkat III	60 - 80	6 - 8

Tanah liat sebagai bahan utama batu bata merupakan material bumi yang lembut dan lembek terdiri dari partikel berukuran kurang dari 4 mikrometer. Tanah liat terbentuk dari perubahan cuaca dan erosi batuan yang mengandung mineral tertentu dalam jangka waktu yang lama [5]. Terdiri dari tanah padatan dan air, adonan tanah liat dapat dicetak menjadi batu bata. Melalui pembentukan, dikeringkan secara alami, serta dipanaskan di bengkel produksi. Dikenal sebagai bahan bangunan tertua dan paling sering digunakan, bata diproduksi dari bengkel-bengkel yang berdekatan dengan aliran sungai atau sawah di mana tanah liat mudah ditemukan [6, 7]. Tanah liat dapat diperoleh secara murah, ramah lingkungan, dan tersedia dalam jumlah besar di alam [8]. Tanah liat pada industri tradisional batu bata di Indonesia diperoleh dari area persawahan. Selain itu ia memiliki karakteristik yang unik seperti lunak dan lemah pada lingkungan basah, mengeras pada kondisi kering, dan menciut-padat setelah dibakar.

Uji tekan dilakukan untuk mengetahui berapa besar kekuatan tekanan bahan yang bisa diterima oleh bata



Gambar 2: Pencampuran limbah ke dalam tanah liat.

merah. Nilai uji tekan berdasarkan SNI dapat dilihat pada Tabel 3, dan persamaan yang mendasarinya adalah:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Kuat tekan (σ) merupakan rasio antara Gaya Tekan (F) dengan Luas Penampang Tekan (A). Unit satuan kuat tekan yang digunakan adalah kg/cm^2 .

Bata juga diuji daya serap airnya berdasarkan standar ASTM 67-07 [9]. Bata ditenamkan ke dalam air untuk membandingkan antara bobot bata saat kering (M_{kering}) dan saat basah (M_{basah}). Jumlah

air yang terserap disimbolkan dengan $M_{penyerapan}$ dan formulasi lengkapnya adalah sebagai berikut:

$$M_{penyerapan} = \frac{M_{basah} - M_{kering}}{M_{kering}} \times 100 \quad (2)$$

$$Kerapatan\ Semu = \frac{M_{kering}\ gram}{V_{kering}\ cm^3} \quad (3)$$

Standardisasi pada industri diperlukan untuk memastikan konsistensi dan kualitas pada sebuah produk. Aspek penting yang harus dimiliki batu bata bakar misalnya adalah bentuk visual, dimensi, dan hasil uji tekan. Berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor SNI 15-2094-2000 [10] tentang Standar Batu Bata, mengatur rekomendasi agar menjadi panduan nasional, lihat Tabel 1 dan Tabel 2.

Model 5a dan 5b ditampilkan sebab paling mendekati dengan produksi bata bakar tradisional di wilayah studi ini terselenggara. Simpangan ukuran yang diperkenankan SNI ditunjukkan pada Tabel 2.

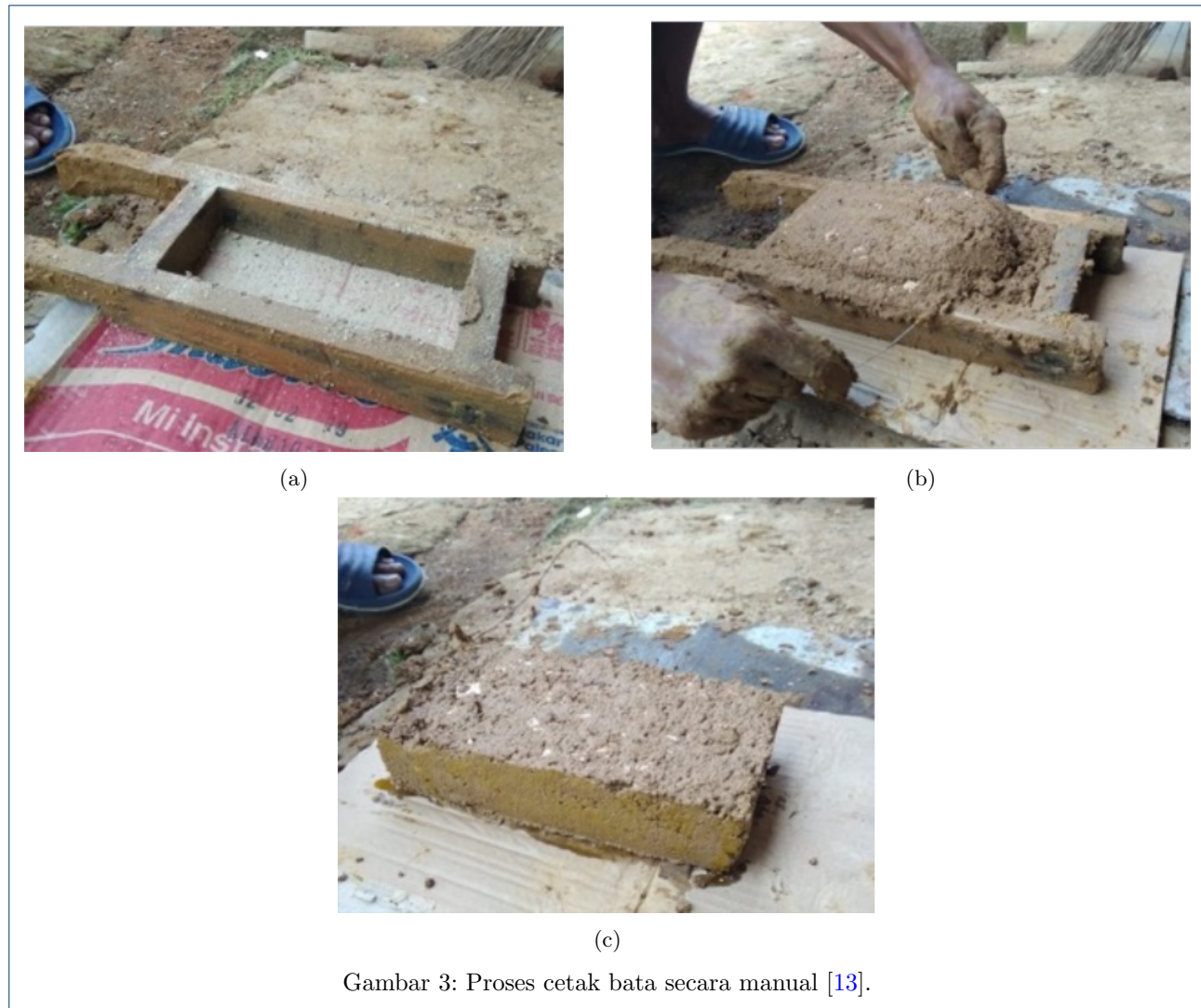
Kode Kelas sebanding dengan nilai kuat uji tekan dengan satuan kg/cm^2 , kelas yang direkomendasikan adalah >100 dan semakin besar nilainya akan semakin baik. Mutu bata bakar dapat diklasifikasikan berdasar kuat uji tekannya sebagaimana Tabel 3.

Tabel 4: Kode eksperimen dan komposisi bahan pembuatan batu bata.

Model	Tanah (kg)	Abu Sekam (gr)	Campuran Lain
B1	10	2	Tidak ada
B2	10	2	Spanduk 2 gram

Uji tekan diperlukan pada studi ini dan juga mengacu pada standar nasional demi mendorong kesadaran adanya diferensiasi kelas bata kepada masyarakat. Ketahanan batu bata di pasaran menjadi nilai lebih yang dapat dipromosikan. Di antara kualitas lain yang penting dan dapat diungkap ialah kemampuannya menyerap air. Peneliti [11] berpendapat bahwa kemampuan bata menyerap air perlu dikendalikan untuk menghindari terserap habisnya air pada adonan semen. Aplikasi penembokan dinding dapat mengalami pecah-pecah sebagai akibat dari daya serap bata terhadap air yang tidak merata. Bata bakar tidak boleh rapuh apabila terendam air dalam waktu lebih dari 24 jam, sebab aplikasi konstruksi bisa saja diterapkan pada lingkungan basah dan berair seperti tembok bendungan atau jembatan sungai.

Tujuan dari rekomendasi spesifikasi bata ini ialah agar ketentuannya diikuti oleh bengkel-bengkel



produksi di Indonesia. Apabila bata berukuran terlalu kecil, maka akan membuat boros adonan perekat di antara pasangan bata. Apabila bata berukuran terlalu besar, maka hasil pasangan dinding bata akan lebih lemah dalam hal kekuatan.

Meski BSN (Badan Standar Nasional) Indonesia telah menetapkan spesifikasi yang direkomendasikan tersebut, pada eksperimen ini penduduk lokal memiliki alat cetak tradisional yang sudah turun-temurun dan belum merujuk pada SNI. Dimensi bata yang dicetak secara tradisional pada studi ini ditunjukkan pada Gambar 1. Apabila dibandingkan dengan rekomendasi SNI, maka ukuran cetakan ini mendekati model M-5a berdasar SNI 15-2094-2000.

Hasil teknik cetak manual ini terkadang kurang memuaskan, teknik ini terbilang lambat dan proses pembentukannya sering tidak konsisten. Oleh karena

itu, pengrajin batu bata bakar tradisional kini sudah beralih menggunakan mesin cetak bertenaga diesel.

METODE PENELITIAN

Tabel 5: Rerata dan Standar Deviasi hasil eksperimen model B1

Durasi	1	2	3	Mean	St Dev
1 menit	13.74%	9.25%	14.28%	12.42%	0.03
5 menit	21.26%	17.67%	25.41%	21.45%	0.04
24 jam	29.11%	22.44%	31.31%	27.62%	0.05

Eksperimen terlaksana dengan menggunakan alat dan bahan sebagai berikut: tanah lokal, cangkul, spanduk berbahan *vinyl*, air mengalir, abu sekam padi, mesin pencetak batu bata, mesin pengaduk adonan tanah, bahan bakar untuk mesin, karung tanah, dan gunting.



Gambar 4: Pengrajin bekerja dengan mesin pencetak bata.

Limbah vinyl dipisah ke dalam dua grup perlakuan: (1) *vinyl* dipotong-potong kecil; (2) *vinyl* dipotong memanjang seperti serabut. Limbah spanduk *vinyl* terdiri dari dua jenis yaitu 440 gram/meter² dan 280 gram/meter², perbedaannya ialah ketebalan dan massa jenis.

Kemudian tanah liat disiapkan menggunakan sejumlah air dan dicampur dengan potongan *vinyl*. Masing-masing campuran diatur dengan komposisi sesuai Tabel 4, lalu dimasukkan ke dalam kantong berukuran besar. Kantong-kantong ini didiamkan selama 3-4 hari untuk mencapai pemerataan kelembaban.

Pada eksperimen ini jumlah tanah liat yang digunakan tidak sebanyak dibandingkan dengan produksi sebenarnya, sebab tahap ini merupakan percobaan untuk mendapatkan purwarupa. Dengan demikian batu bata dicetak secara manual menggunakan kotak cetakan dan benang kabel, lihat Gambar 3.

Tampak pada Gambar 2c bahwa hasil cetakan tidak mulus sempurna sebab dalam adonan tanah liat terkandung potongan limbah vinyl yang membuat



Gambar 5: Bata dikeringkan secara alami.

tekstur tidak rata saat ditarik dengan kabel. Produk dengan teknik ini kurang konsisten dan belum memuaskan. Pada umumnya pengrajin batu bata menyewa mesin otomatis dan bukan mengerjakannya secara manual.

Secara terpisah bata merah yang biasa digunakan untuk produksi tampak pada Gambar 4, dibentuk menggunakan mesin otomatis secara cepat dan lebih konsisten. Seluruh bata kemudian dikeringkan secara alami di bawah sinar matahari selama sepekan (lihat Gambar 5) lalu disusun dengan pola tumpukan tertentu untuk dibakar bersama-sama.

Proses pembakaran pada dapur produksi memerlukan waktu dari 3 sampai 5 hari. Teknik ini menerapkan pembakaran perlahan untuk memastikan pemerataan panas pada tumpukan hingga berhari-hari. Pembakaran ini akan membuang kandungan air pada bata agar ia mengeras sempurna.

Bata ditumpuk sedemikian sehingga udara untuk pembakaran dapat mengalir, namun tetap menjaga agar bata tidak patah dan hancur (lihat Gambar 6). Jeda antara bata diisi dengan sekam padi sebagai bahan bakar pada proses ini. Setiap hari pengrajin akan memeriksa dan menambahkan sekam padi untuk mempertahankan temperaturnya.

Tabel 6: Rerata dan Standar Deviasi hasil eksperimen model B2

Durasi	1	2	3	Mean	St Dev
1 menit	10.63%	4.45%	18.02%	11.03%	0.07
5 menit	17.55%	11.71%	27.11%	18.79%	0.08
24 jam	24.72%	15.45%	31.26%	23.81%	0.08

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seluruh bata yang tercetak ditimbang menggunakan alat timbang elektrik dengan ketelitian 0,1 gram. Kemudian diukur dimensinya dengan penggaris. Beberapa sampel bata merah lalu diberi label B1.(1-3) dan B2.(1-3). Dua model (B1 dan B2) campuran tanah tercetak menjadi bata yang tidak mengalami keretakan. Masing-masing model dibuat secukupnya untuk kepentingan uji daya serap air, uji kerapatan semu, dan uji kuat tekan.

Selanjutnya bata merah diuji daya serap air, prosedur awalnya adalah dikeringkan di bawah matahari selama 5 hari kemudian ditimbang berat keringnya. Uji daya serap air divariasikan dengan durasi 1 menit, 5 menit, hingga 24 jam untuk mengetahui kemampuan saturasi bata merah terhadap air dalam waktu sesaat hingga lama. Hasil rerata dapat dilihat pada Gambar 7, B1.x merujuk pada model bata dengan campuran sekam adapun B2.x merujuk pada model bata dengan campuran sekam dan limbah *vinyl*.

Tampak pada Gambar 7, pada kedua model bata memiliki tren penambahan jumlah air terserap yang linier dari waktu ke waktu. Kedua hasil bata B1.1 dan B2.1 ini menunjukkan masih tersedianya pori-pori pada material yang memungkinkan diisi air, melalui pengamatan rendaman air selama 1 menit, 5 menit, dan 24 jam.

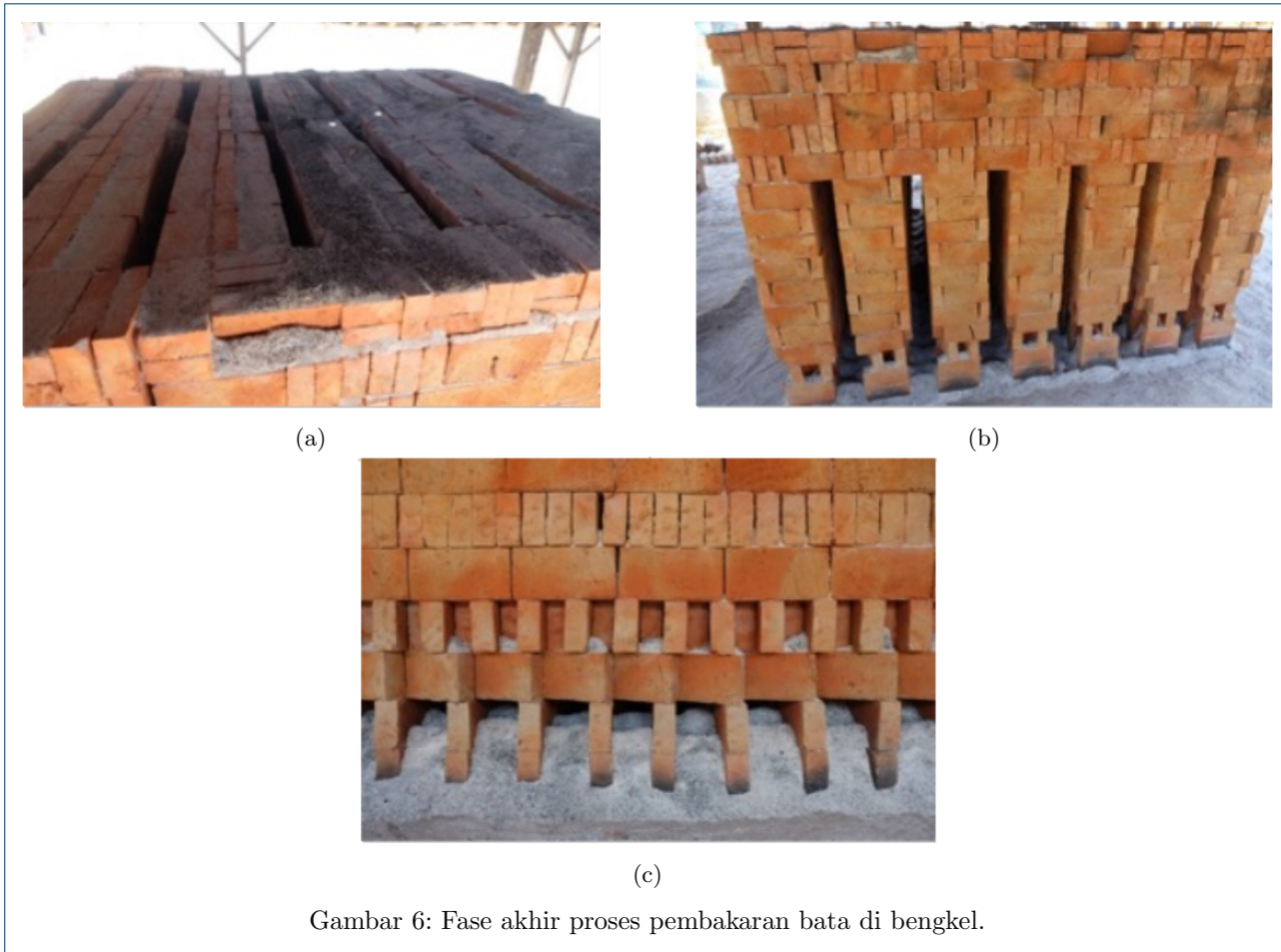
Berdasarkan SNI 15-2094-2000 [10], nilai maksimal penyerapan air pada bata merah pejal pasangan dinding yang diizinkan adalah sebesar 20%. Pada Gambar 7, nilai serap pada model B1.1 dan B2.1 masing-masing mencapai 24,72% dan 29,11%. Angka tersebut merupakan hasil rendaman di dalam air selama 24 jam penuh, sehingga hasil ini bisa digunakan sebagai acuan maksimal apabila bata merah pejal akan diaplikasikan pada lingkungan yang sangat basah. Batas minimal serap air untuk waktu yang tak terlalu lama (1 menit) pada model B1 dan B2 masing-masing adalah 10,63% dan 13,74%. Hasil bata tidak memenuhi rekomendasi SNI sehingga tidak disarankan untuk aplikasi pasangan dinding di lingkungan yang basah dalam durasi lama.

Pada Gambar 8 dan Gambar 9 hasilnya konsisten dengan eksperimen Gambar 7 yang memiliki tren linier terkait penambahan persentase air terserap. Namun perbedaannya yaitu pada batas atas dan bawahnya. Persentase daya serap air pada B1.2 dan B2.2 memiliki batas bawah masing-masing 9,25% dan 4,45%, kemudian batas atas masing-masing 22,44% dan 15,45%. Dan persentase daya serap air pada B1.3 dan B2.3 memiliki batas bawah masing-masing 14,28% dan 18,02%, kemudian batas atas masing-masing 31,31% dan 31,26%.

Dari Tabel 5 dan Tabel 6, dapat dibandingkan juga seberapa signifikan perbandingan persentase air terserap antara model B1 dan B2 dengan uji t satu arah. H_0 dinyatakan sebagai rerata persentase $B1 > B2$ atau $B1-B2 > 0$. Ditetapkan tingkat kepercayaan sebesar 99% dan derajat kebebasan 4. Disajikan pada Tabel 7, terbukti rerata persentase air terserap lebih besar model B1 dibandingkan B2. Dengan kata lain, bata tanah liat dengan campuran sekam memiliki daya serap air lebih besar dari bata tanah liat campuran sekam dan *vinyl*. Semakin rendah daya serap air berarti semakin baik.

Standar Nasional Indonesia terhadap kerapatan semu minimum bata merah pejal untuk pasangan dinding ialah sebesar 1,2 gram/cm³. Adapun hasil perhitungan kerapatan semu menggunakan Persamaan 3 ditampilkan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Hasil kerapatan semu model B1 maupun B2 berada di bawah rekomendasi SNI, dengan kata lain produk bata merah terlalu ringan dan kurang padat. Pada Tabel 10 meringkaskan uji statistik dengan tingkat



Tabel 7: Uji statistik hubungan rerata persentase air terserap pada model B1 > B2.

Durasi	$t_{99\%,4}$	t_{hitung}	Kesimpulan H_0
1 menit	3,75	0,66	$t_{99\%,4} > t_{hitung}$; maka benar bahwa rerata persentase air terserap model B1 > B2 dengan tingkat kepercayaan 99%.
5 menit	3,75	1,06	$t_{99\%,4} > t_{hitung}$; maka benar bahwa rerata persentase air terserap model B1 > B2 dengan tingkat kepercayaan 99%.
24 jam	3,75	1,44	$t_{99\%,4} > t_{hitung}$; maka benar bahwa rerata persentase air terserap model B1 > B2 dengan tingkat kepercayaan 99%.

Tabel 8: Hasil perhitungan Kerapatan Semu model B1.

Label	Massa Kering (gr)	Volume Kering (cm ³)	Kerapatan Semu (gr/cm ³)	Mean	St Dev
B1.1	877	707	0,806	0,800	0,074
B1.2	926	670	0,723		
B1.3	856	745	0,870		

Tabel 9: Hasil perhitungan Kerapatan Semu model B2.

Label	Massa Kering (gr)	Volume Kering (cm ³)	Kerapatan Semu (gr/cm ³)	Mean	St Dev
B2.1	890	615	0,692	0,689	0,032
B2.2	933	612	0,656		
B2.3	826	595	0,720		

Tabel 10: Uji statistik hubungan rerata kerapatan semu pada model B1 > B2.

Uji	$t_{99\%,4}$	t_{hitung}	Kesimpulan H_0
B1 > B2	3,75	2,38	$t_{99\%,4} > t_{hitung}$; maka benar bahwa rerata kerapatan semu model B1 > B2 dengan tingkat kepercayaan 99%.

Tabel 11: Uji statistik hubungan rerata kuat tekan pada model B1 > B2.

Uji	$t_{99\%,4}$	t_{hitung}	Kesimpulan H_0
B1 > B2	3,75	2,58	$t_{99\%,4} > t_{hitung}$; maka benar bahwa rerata kerapatan semu model B1 > B2 dengan tingkat kepercayaan 99%.

Tabel 12: Hasil uji kuat tekan untuk model bata merah bakar B1 dan B2.

Label	Dimensi (cm)	Massa (kg)	Beban Maks (kg)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan
B1.1	17 × 9,2 × 15,8	4,13	5117,23	156,40	32,72	31,86 kg/cm ²
B1.2	17 × 9,3 × 15,8	4,28	5290,52	158,10	33,46	
B1.3	17 × 9,4 × 15,8	4,14	4699,29	159,80	29,41	
B2.1	17,2 × 9,3 × 15,0	3,98	4740,06	159,96	29,36	25,51 kg/cm ²
B2.2	17 × 9,3 × 15,1	3,97	3465,85	158,10	21,92	
B2.3	17,1 × 9,4 × 15,5	4,20	4016,31	160,74	24,99	

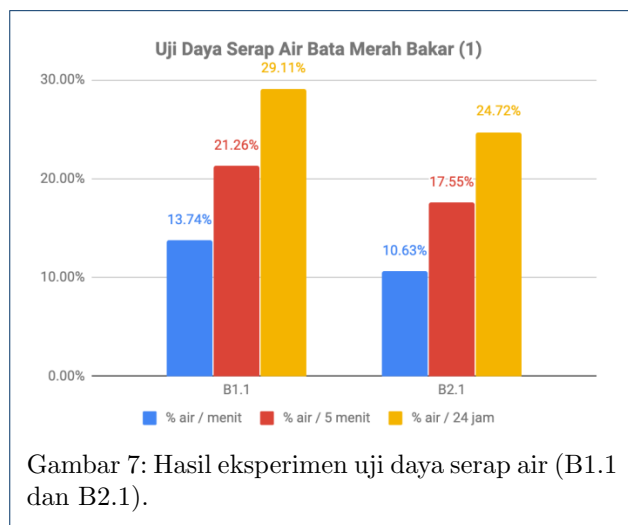
Tabel 13: (*) Batu bata yang diuji seluruhnya berusia ± 28 hari.

Tabel 14: Ringkasan daya serap air bata model B1 dan B2 terhadap SNI.

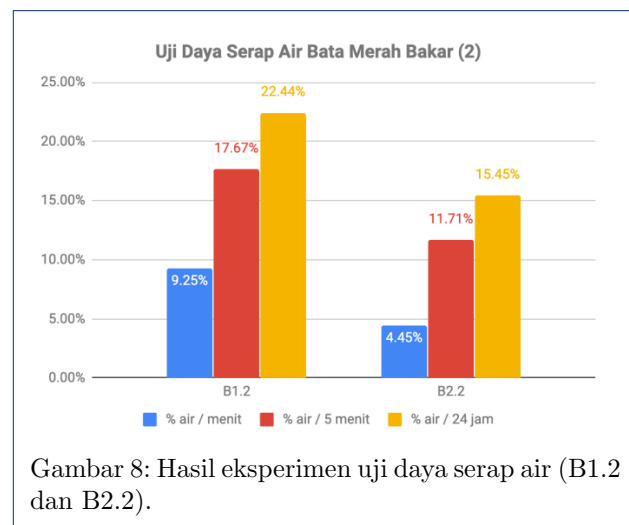
Model	Daya Serap Air 1 Menit	Daya Serap Air 5 Menit	Daya Serap Air 24 Jam	SNI
B1	11,42%	21,45%	27,61%	± 20%
B2	11,03%	18,79%	23,81%	± 20%

Tabel 15: Ringkasan uji kerapatan semu dan kuat tekan bata model B1 dan B2 terhadap SNI.

Model	Kerapatan Semu (gr/cm ³)		Kuat Tekan (kg/cm ²)	
	Uji	SNI	Uji	SNI
B1	0,80	> 1,2	31,86	± 60
B2	0,69	> 1,2	25,51	± 60



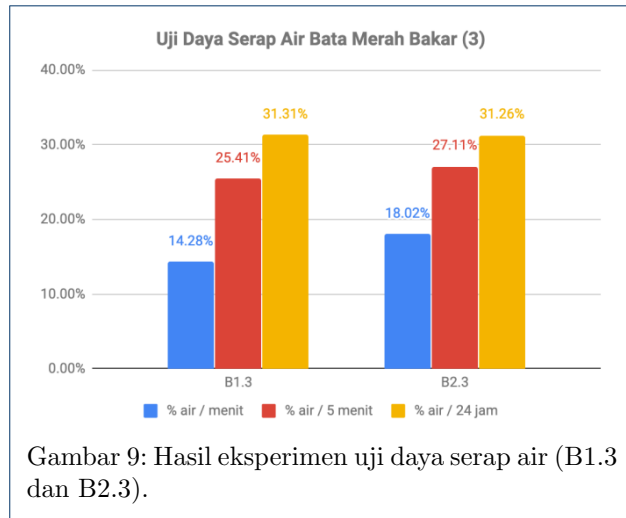
Gambar 7: Hasil eksperimen uji daya serap air (B1.1 dan B2.1).



Gambar 8: Hasil eksperimen uji daya serap air (B1.2 dan B2.2).

kepercayaan 99% dan derajat kebebasan 4, bahwa hubungan rerata kerapatan semu pada model B1 adalah lebih dari B2. Semakin tinggi nilai rapat semu berarti semakin baik.

Data uji tekan pada Tabel 11 diperoleh dari pengujian di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Universitas Lampung. Sebagaimana pada Tabel 3, tingkat III yang merupakan klasifikasi kekuatan bata terendah bernilai sebesar 60 kg/cm². Apabila



dibandingkan dengan hasil uji maka model bata B1 maupun B2 belum memenuhi standar tingkat III tersebut. Semakin tinggi kuat tekan berarti semakin baik.

Secara statistik dapat dibandingkan kekuatan tekan antara model B1 dan B2. Diatur H_0 berupa pernyataan kuat tekan pada model B1 > B2. Ditetapkan tingkat kepercayaan 99% dengan derajat kebebasan 4. Studi lain [12] mengonfirmasi bahwa penambahan campuran limbah abu sekam padi menyebabkan menurunnya properti kuat tekan bata merah bakar dibandingkan dengan tanpa campuran.

Pada akhirnya dapat diringkas hasil studi ini sebagai berikut Tabel 14 dan Tabel 15.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasar uji daya serap air sesuai SNI, bata model B1 dan B2 memiliki persentase serap air berlebih di atas standar yang diatur. Berdasar uji kerapatan semu sesuai SNI, bata model B1 dan B2 memiliki nilai di bawah standar minimum. Berdasar uji kuat tekan sesuai SNI, bata model B1 dan B2 memiliki kuat tekan di bawah standar yang direkomendasikan. Studi ini menemukan potensi penambahan limbah *vinyl* dan abu sekam padi masih perlu diteliti lebih lanjut untuk mencapai Standar Nasional Indonesia yang direkomendasikan.

Adapun variasi ukuran potongan *vinyl* yang lebih kecil, jumlah massa limbah, analisis SEM (*Scanning Electron Microscopy*), dan modifikasi teknik produksi

massal adalah beberapa dari potensi pengembangan yang dapat diteliti.

PENGHARGAAN

Penelitian ini didanai oleh Hibah Mandiri LP3 Institut Teknologi Sumatera (ITERA) Tahun 2018 (No. 205/IT9.C1/PP/2018).

PENULIS

1 Rifqi Ikhwanuddin

Dari :

(1) Program Studi Teknik Fisika, Institut Teknologi Sumatera

2 Okky Fajar Tri Maryana

Dari :

(1) Program Studi Fisika, Institut Teknologi Sumatera

Pustaka

- Kizinievič O, Kizinievič V, Pundiene I, Molotokas D. Eco-friendly fired clay brick manufactured with agricultural solid waste. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. 2018;18:1156–1165.
- Muñoz Velasco P, Morales Ortíz MP, Mendivil Giró MA, Muñoz Velasco L. Fired clay bricks manufactured by adding wastes as sustainable construction material - A review. *Construction and Building Materials*. 2014;63:97–107.
- De Silva GHMJS, Perera BVA. Effect of waste rice husk ash (RHA) on structural, thermal and acoustic properties of fired clay bricks. *Journal of Building Engineering*. 2018;18:252–259.
- Munasih M, Priyasmanu T. BATU BATA DENGAN CAMPURAN ABU SEKAM PADI DI DESA SAPTORENGGO, KECAMATAN PAKIS, KABUPATEN MALANG. *INDUSTRI INOVATIF JURNAL TEKNIK INDUSTRI*. 2016;6.
- Science Learning Hub Nd. What is clay?;. Available from: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1771-what-is-clay>.
- Ward-Perkins JB. *Roman imperial architecture*. Yale University Press; 1994.
- Fernandes FM, Lourenço PB, Castro F. Ancient Clay Bricks: Manufacture and Properties, in: Dan, M.B., Přikryl, R., Török, Á. (Eds.), *Materials, Technologies and Practice in Historic Heritage Structures*. Dordrecht: Springer Netherlands; 2010.
- Ren KB, Kagi DA. Upgrading the durability of mud bricks by impregnation. *Building and Environment*. 1995;30:433–440.
- ASTM Nd. *Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile*. ASTM International;.
- Badan Standardisasi Nasional Nd. SNI 15-2094-2000;. Available from: <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/2449>.
- Rochadi MT, Irianta FG. Kualitas Bata Merah dari Pemanfaatan Tanah Bantaran Sungai Banjir Kanal Timur. *Wahana Teknik Sipil*. 2007;12:42–50.
- Prakoso B, Elhusna E, Wahyuni AS. Pengaruh Penambahan Fly Ash (Abu Terbang) dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Bata Merah Pejal Konvensional. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*. 2018;10:39–44.
- Ikhwanuddin R, Maryana OFT, Darmawan MY, Anggini S, Lailani A, Ipmawan VL. Possibility and Effects of Recycling Vinyl-Banner Waste into Fired-Clay Bricks for Home Industry in Lampung. *Journal of Science and Applicative Technology*. 2019;2:126–134.