



Terbit *online* pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

SAINSTEK

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Kajian Kuat Tekan Bata *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) dengan Tambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit

Beny Setiawan^a, Ahmad Hamidi^b, Septri Naldi^c

^{a,c}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pahlawan, Jl. Tuanku Tambusai No. 23 Bangkinang, Indonesia

^bProgram Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Jl. Dirgantara No. 4 Pekanbaru, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 23 Desember 2024
 Revisi Akhir: 30 Desember 2024
 Diterbitkan *Online*: 31 Desember 2024

KATA KUNCI

Abu cangkang kelapa sawit, kuat tekan, bata CLC

KORESPONDENSI

Telepon: 082170005617
 E-mail: benysetiawan@universitaspahlawan.ac.id

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit (ACKS) terhadap kuat tekan bata ringan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). ACKS digunakan sebagai bahan tambah dengan variasi 4%, 6%, dan 8% dari bobot semen. Pengujian dilakukan terhadap benda uji berbentuk balok berukuran 15x20x60 cm pada umur 7, 14, dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa agregat halus yang digunakan memenuhi spesifikasi teknis dengan kadar lumpur, kadar organik, analisis saringan, modulus kehalusan, dan berat jenis sesuai standar nasional Indonesia. Penambahan ACKS memberikan kontribusi terhadap peningkatan kuat tekan bata ringan CLC dengan variasi tertentu, sehingga berpotensi mendukung efisiensi dan keberlanjutan dalam industri konstruksi.

1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi di Indonesia berkembang dengan inovasi, salah satunya adalah penggunaan bata ringan, kuat, dan presisi dibandingkan dengan bata merah. Bata ringan memiliki dua jenis utama, yaitu *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) dan *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC), yang dibedakan berdasarkan proses pengeringannya. Sementara itu, Indonesia sebagai penghasil kelapa sawit terbesar di dunia menghasilkan limbah biomassa yang signifikan termasuk Abu Cangkang Kelapa Sawit (ACKS). Pada tahun 2023, luas perkebunan kelapasawit mencapai 15,4 juta hektar, dengan Provinsi Riau sebagai salah satu penyumbang terbesar dengan 2,8 juta hektar[1]. Limbah kelapa sawit, seperti ACKS, dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan konstruksi karena mengandung senyawa *pozzolanic* seperti SiO_2 dan Al_2O_3 yang berkontribusi dalam meningkatkan kualitas material[2]. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kuat tekan bata ringan CLC dengan tambahan ACKS, memanfaatkan limbah kelapa

sawit untuk mendukung keberlanjutan dan efisiensi dalam industri konstruksi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bata Ringan CLC

Bata ringan CLC adalah jenis bata ringan yang dibuat dengan memasukkan gelembung udara ke dalam campuran mortar bata. Gelembung udara yang dimasukkan bersifat stabil sehingga dapat mempertahankan struktur bata ringan saat proses *curing* dan tanpa terjadinya reaksi kimia. Bata ringan CLC terbuat dari campuran semen, air, agregat halus, dan *foaming agent*. Penambahan *foaming agent* bertujuan untuk membungkus gelembung – gelembung udara agar tertahan dalam bata ringan. Bata ringan CLC memiliki densitas antara 400 sampai 1800 kg/m³[3]. Bata ringan CLC ini identik dengan beton biasa, yakni kekuatannya semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Walaupun bata ringan jenis ini tidak sering jenis

AAC. CLC jenis ini tetap mampu mengurangi bobot secara signifikan dibandingkan beton pada umumnya.

2.2. Abu Cangkang Kelapa Sawit

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan selain penyusun utama beton yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk mengubah sifat-sifat beton. Fungsi bahan-bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifatnya agar cocok untuk pekerjaan tertentu, ekonomis atau untuk tujuan lain seperti menghemat energi[4]. cangkang kelapa sawit ini merupakan bahan agregat alam yang ramah lingkungan sebagai campuran beton dan telah memenuhi prinsip teknologi ramah lingkungan yaitu *reuse* (penggunaan kembali bahan yang tidak terpakai atau limbah pembuangan dan diolah dengan cara yang berbeda) dan *recovery* (menggunakan material dari limbah untuk diolah demi kepentingan lain). Cangkang kelapa sawit di sini digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton normal[5].

Senyawa SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, dan CaO yang terkandung dalam abu cangkang kelapa sawit yang dibutuhkan untuk pembuatan beton, seperti terlihat pada tabel berikut, abu cangkang sawit dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam produksi beton karena mengandung senyawa yang berperan dalam produksi beton[6].

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen[7] untuk mengkaji pengaruh ACKS pada bata ringan terhadap kuat tekan. Variasi persentase penambahan ACKS adalah 4%, 6% dan 8% dari bobot semen. Benda uji berbentuk balok berukuran 15x20x60 cm diuji di Laboratorium Teknik Universitas Pahlawan. Benda uji akan diuji tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari[8], selain pengujian kuat tekan agregat halus akan melalui pemeriksaan agregat yang meliputi pemeriksaan kadar lumpur[9], pemeriksaan kadar organik[10], analisa saringan[11] dan pemeriksaan berat jenis[12].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus dilakukan untuk memastikan kualitas material yang memenuhi spesifikasi teknis sebagai bahan pembuatan bata ringan.

Tabel 1. Pemeriksaan Agregat Halus

Indikator Pengujian	Metode	Hasil Pengujian	Spesifikasi
Kadar Lumpur	SNI 03-4428-1997	1,77%	Maks. 5%
Kadar Organik	SNI 2816-2014	Plate No. 2	Plate No. 3

Analisa Saringan	SNI ASTM C136-2012	Zone II	-
Modulus Kehalusan	SNI 03-4428-1997	2,94%	1,5%-3,8%
Berat Jenis	SNI 1970-2016	2,52 gr/cm ³	Min. 1,2 gr/cm ³

Berdasarkan hasil pengujian agregat halus, semua parameter yang diuji menunjukkan kualitas yang memenuhi spesifikasi untuk digunakan dalam pembuatan bata ringan. Kadar lumpur diperoleh sebesar 1,77%, masih berada di bawah batas maksimum 5% sesuai SNI 03-4428-1997, yang berarti agregat halus yang digunakan memiliki tingkat kebersihan yang baik. Kadar organik berada pada plate No. 2, lebih rendah dari batas maksimum plate No. 3 menurut SNI 2816-2014, yang mengidentifikasi bahwa agregat halus yang digunakan bebas dari bahan organik berlebih yang dapat mengganggu kualitas bata ringan.

Analisis saringan menunjukkan bahwa agregat berada pada Zona II berdasarkan SNI ASTM C136-2012, yang cocok untuk bahan konstruksi, khususnya pembuatan bata ringan. Modulus kehalusan sebesar 2,94% juga berada dalam rentang spesifikasi 1,5%-3,8% sesuai SNI 03-4428-1997, menunjukkan distribusi ukuran butiran yang baik. Berat jenis agregat sebesar 2,53 gr/cm³ lebih tinggi dari batas minimum 1,2 gr/cm³ berdasarkan SNI 1970-2016, yang menunjukkan agregat memiliki densitas yang cukup untuk menghasilkan bata ringan dengan karakteristik yang diinginkan. Secara keseluruhan, hasil ini mengonfirmasi bahwa agregat halus memenuhi standar teknis yang dibutuhkan untuk penelitian ini.

4.2. Perencanaan Campuran (Mix Design)

Perencanaan campuran mengacu kepada Kementerian Pekerjaan Umum tahun 2014 yang dilakukan oleh Suryanita[13], komposisi campuran bata ringan adalah sebagai berikut:

Berat jenis bata ringan rencana	: 1100,000 kg/m ³
Faktor air semen	: 50,000 %
Berat semen rencana	: 300,000 kg
Berat air rencana	: 150,000 kg
Bj. foam	: 75,000 kg/m ³

Jumlah Semen

Berat semen (rencana)	: 300,000 kg
Berat jenis semen	: 3150,000 kg/m ³
Kebutuhan semen dan air dalam 1m ³ campuran:	
$\frac{\text{Berat semen}}{\text{Berat jenis semen}}$	(1)

$$300/3150 = 0,095m^3$$

Jumlah Air

Kebutuhan volume air:	
$\frac{\text{berat semen} \times \text{faktor air semen}}{\text{Berat jenis air}}$	(2)

$$(300 \times 50\%) / 1000 = 0,15m^3$$

Volume Campuran Pasir Dan Foam

Kebutuhan campuran pasir dan busa dalam 1m³ campuran:
 $1m^3 - V. \text{semen} - V. \text{air}$ (3)
 $1 - 0,095 - 0,15 = 0,755 m^3$

Kebutuhan pasir rencana dengan asumsi 31,41% dari 0,755m³:

$$\text{Asumsi pasir} \times \text{SSD} \times 0,755 \times 1000$$
 (4)
 $31,41 \times 2,52 \times 0,755 \times 1000 = 597,607 \text{ kg}$

Kebutuhan foam:

$$(100 - \text{Asumsi pasir}) \times \text{Bj. Foam} \times 0,755$$
 (5)
 $(100 - 31,41) \times 75 \times 0,755 = 38,839 \text{ kg}$

Kebutuhan material untuk benda uji:

Volume untuk 10 sampel penelitian:
 $10 \times 0,15 \times 0,2 \times 0,6 = 0,18 m^3$
 Faktor keamanan 20% dari volume benda uji, sehingga volume rencana menjadi 0,216 m³.

Kebutuhan semen:

$$0,216 \times 300 = 64,8 \text{ kg}$$

Kebutuhan air:

$$0,216 \times (300 \times 50\%) = 32,4 \text{ kg}$$

Kebutuhan pasir:

$$0,216 \times 597,607 = 129,083 \text{ kg}$$

Kebutuhan foam:

$$0,216 \times 38,839 = 8,389 \text{ kg}$$

Kebutuhan ACKS 4%:

$$64,8 \times 4\% = 2,592 \text{ kg}$$

Kebutuhan ACKS 6%:

$$64,8 \times 6\% = 3,888 \text{ kg}$$

Kebutuhan ACKS 8%:

$$64,8 \times 8\% = 5,184 \text{ kg}$$

Tabel 2. Komposisi Campuran Benda uji Bata Ringan CLC

Material	Benda Uji I (ACKS 4%)	Benda Uji II (ACKS 6%)	Benda Uji III (ACKS 8%)
Semen (kg)	64,80	64,80	64,80
Pasir (kg)	129,08	129,08	129,08
Foam (kg)	9,39	9,39	9,39
ACKS (kg)	2,59	3,89	5,18
Air (kg)	32,40	32,40	32,40

Komposisi di atas merupakan hasil perhitungan untuk mengkaji pengaruh penambahan ACKS terhadap kuat tekan bata ringan. Penggunaan foam agent yang konstan sebesar 9,39 kg di semua campuran bertujuan untuk memastikan struktur pori yang seragam pada bata ringan.

4.3. Perawatan Benda Uji

Setelah komposisi disiapkan, campur komposisi sesuai tabel 2 kemudian benda uji dicetak dan dilakukan

perawatan. Perawatan benda uji bertujuan untuk mencegah air menguap dari beton sebelum mengeras. Perawatan sampel dapat dilakukan dengan merendamnya dalam air atau menyimpannya dalam ruangan kelembapannya tinggi sesuai pedoman AASTHO M 201[14]. Perawatan benda uji ini disiram menggunakan air selama 3 hari berturut-turut dan benda uji disimpan dalam suhu ruangan[13].

4.4. Pemeriksaan Bobot Isi

Benda uji diperiksa bobot isi dan penyerapan airnya sesuai dengan umur pengujian yakni 7, 14, dan 28 hari sesuai SNI 8640-2018. Setiap benda uji akan diambil data bobot awal (BA), bobot jenuh air (SSD), bobot kering oven (BKO) untuk mendapatkan bobot isi nominal (BI) bobot isi kering oven (BI_o), dan bobot isi jenuh air (BI_A). Menghitung BI, BI_o, BI_A menggunakan persamaan berikut[8]:

$$BI = \frac{BA}{V} \times 10^6$$
 (6)

$$BI_o = \frac{BK_o}{V} \times 10^6$$
 (7)

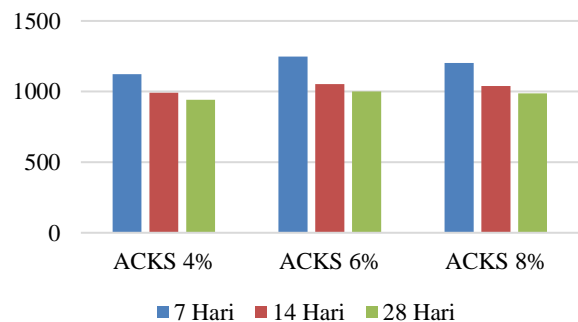
$$BI_A = \frac{SSD}{V} \times 10^6$$
 (8)

$$\text{Penyerapan air} = \frac{BK_o - SSD}{BK_o} \times 100$$
 (9)

Berikut hasil dari pemeriksaan ini:

Tabel 3. Data Rata-rata Benda Uji Umur 28 Hari

Indikator	Benda Uji I (ACKS 4%)	Benda Uji II (ACKS 6%)	Benda Uji III (ACKS 8%)
BA (g)	6465,23	7392,66	7189,60
BKo (gr)	5524,23	5926,34	5843,93
SSD (gr)	6880,72	7409,31	7114,48
BI (kg/m ³)	1102,23	1247,74	1213,48
BI _o (kg/m ³)	941,81	1000,55	986,27
Penyerapan air	24,57%	25,03%	21,75%



Gambar 1. Grafik Bobot Isi Kering Oven Benda Uji

Tabel 3 memberikan gambaran dari benda uji pada umur 28 hari, bobot isi kering oven rata-rata paling ringan ada pada benda uji dengan penambahan ACKS 4% sebesar 941,81 kg/m³ namun penyerapan air terkecil adalah benda uji dengan penambahan ACKS 8% sebesar 21,75%. Berdasarkan Gambar 1 dapat ditarik kesimpulan bahwa

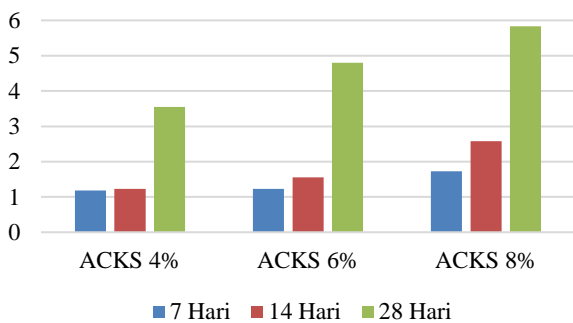
semakin bertambah umur benda uji bobot isi kering ovennya semakin menurun. Dari hasil pemeriksaan ini benda uji sudah memenuhi standar bata ringan sesuai SNI 8640-2018.

4.5. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan pada benda uji berumur 7, 14 dan 28 hari, setiap varian menggunakan 4 (empat) benda uji dengan ukuran 150x150x150 mm[8]. Prosedur pengujian sesuai dengan SNI 8640-2018. Berikut hasil pengujian kuat tekan benda uji rata pada sesuai dengan umur pengujian:

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji

Umur Pengujian	Benda Uji I (ACKS 4%)	Benda Uji II (ACKS 6%)	Benda Uji III (ACKS 8%)
7 Hari	1,18 MPa	1,23 MPa	1,73 MPa
14 Hari	1,23 MPa	1,55 MPa	2,58 MPa
28 Hari	3,55 MPa	4,80 MPa	5,83 MPa



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan rata-rata benda uji dengan variasi kadar abu cangkang kelapa sawit (ACKS) sebesar 4%, 6%, dan 8% pada umur 7, 14, dan 28 hari. Pada umur 28 hari, semua variasi telah memenuhi spesifikasi SNI 8640-2018 ($\geq 2,00$ MPa). Kadar ACKS 4% mencapai kuat tekan 3,55 MPa, sedangkan ACKS 6% dan 8% menghasilkan kuat tekan masing-masing sebesar 4,80 MPa dan 5,83 MPa. ACKS 8% menunjukkan performa terbaik dengan kuat tekan tertinggi di semua umur pengujian, sedangkan ACKS 6% dianggap optimal karena memenuhi spesifikasi lebih awal (14 hari) dengan efisiensi material yang lebih baik. Secara keseluruhan, peningkatan kadar ACKS meningkatkan kuat tekan, dengan tren peningkatan signifikan seiring bertambahnya umur pengujian.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan ACKS sebagai bahan tambah dalam bata ringan CLC mampu meningkatkan kualitas material secara signifikan. Agregat halus yang digunakan memenuhi seluruh parameter spesifikasi teknis, menjamin kualitas hasil akhir. Variasi penambahan ACKS memberikan pengaruh positif

terhadap kuat tekan bata ringan, khususnya pada proporsi optimal. Penelitian ini menggarisbawahi potensi pemanfaatan limbah kelapa sawit untuk mendukung praktik konstruksi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, “Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi,” *Badan Pusat Statistik*, 2023. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTMxIzI=/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi--ribu-hektar.html> (accessed Sep. 10, 2024).
- [2] I. Budhi Rahardja, V. C. Nia Surbakti, and A. L. Siregar, “Empowering Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Bata Beton Ringan (Light-Weight Concrete),” *J. Teknol.*, vol. 14, no. 1, pp. 119–126, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/view/11050>
- [3] I. Mustafa, R. Suryanita, and H. Maizir, “SAINSTEK (e-Journal) Attribution-NonCommercial 4.0 International. Some rights reserved Analisis Sifat Mekanik Bata Ringan yang Terpapar Suhu Tinggi,” *Jl Dirgant.*, vol. 5, no. 4, pp. 11–17, 2020, [Online]. Available: <http://www.ejournal-sttp.com/index.php/js/article/view/25>
- [4] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 7656-2012: Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa,” 2012 [Online]. Available: <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/5047>
- [5] G. Vitri and H. Herman, “Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Material Tambahan Beton,” *J. Tek. Sipil ITP*, vol. 6, no. 2, pp. 78–87, 2019, doi: 10.21063/jts.2019.v602.06.
- [6] E. F. R. Siahaan, “Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi,” Universitas Sumatera Utara, 2020.
- [7] R. Agustianti *et al.*, *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Makasar: CV. Tohar Media, 2022. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=giKkEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&d>

q=buku%3B+metode+penelitian+eksperimen
+laboratorium&ots=8TOaQatrEz&sig=CDFx
IRKGxV2DDEx4yuCB_oEMhuw&redir_esc
=#v=onepage&q&f=false

- [8] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 8640-2018: Spesifikasi Bata Ringan untuk Pasangan Dinding,” 2018 [Online]. Available: <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/8677>
- [9] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 03-4428-1997: Metode Pengujian Agregat Halus atau Pasir yang Mengandung Bahan Plastik dengan Cara Setara Pasir,” 1997
- [10] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 2816-2014: Metode Uji Bahan Organik dalam Agregat Halus untuk Beton,” 2014 [Online]. Available: <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/5759>
- [11] Badan Standardisasi Nasional, “SNI ASTM C 136-2012: Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar,” 2012 [Online]. Available: <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/9112-sniastmc1362012>
- [12] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 1970-2016: Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus,” 2016 [Online]. Available: <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/6644>
- [13] R. Suryanita, *Perilaku Mekanik Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete (CLC) dengan Campuran Silica Fume*, 1st ed. Pekanbaru: UR Press, 2020.
- [14] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 2493-2011: Tata Cara Pembuatan Benda Uji Beton di Laboratorium,” 2011 [Online]. Available: <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/4597>