

EMPOWERING ABU CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP KUALITAS BATA BETON RINGAN (*LIGHT-WEIGHT CONCRETE*)

Istianto Budhi Rahardja¹, Vianda Nia C. Surbakti^{2,*}, Ahdiat L Siregar³

^{1,2,3}Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Jl. Gapura No.8, Rawa Banteng, Cibuntu, Cibitung, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

*E-mail: viandachrstn5@gmail.com

Diterima: 10 Oktober 2021

Direvisi: 23 November 2021

Disetujui: 30 Desember 2021

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu cangkang kelapa sawit terhadap kualitas bata beton ringan yang dihasilkan. Berdasarkan SNI 03-2847-2002, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan berat satuan antara 800-1900 kg/m³. Pembuatan bata beton ringan diperlukan bahan lain dalam proses pencampuran, diantaranya pasir silika. Pasir Silika adalah komponen struktural utama dalam produk bangunan dan konstruksi, memiliki rumus kimia SiO₂ (silicon dioksida) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati, dan sintesis. Abu sawit memiliki sifat pozzolan dan mengandung unsur silika berkisar 31,45%, sehingga unsur ini dapat dicampurkan dengan semen serta menghasilkan kekuatan mortar lebih tinggi. Pada penelitian ini komposisi abu cangkang yang digunakan adalah 15%, 30% dan 45%, dengan variasi komposisi bahan lainnya. Hasil perhitungan dan pengujian, penambahan abu cangkang kelapa memberikan kualitas bata beton ringan pada komposisi 30%, dengan kuat tekan : 13,43 MPa, densitas : 1.112,3 kg/m³ dan daya serap air : 28,7%.

Kata kunci: *Bata Beton Ringan, Abu Cangkang, Silika*

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of adding oil palm shell ash on the quality of the resulting lightweight concrete bricks. Based on SNI 03-2847-2002, lightweight concrete is concrete containing light aggregate and unit weight between 800-1900 kg / m³. Making lightweight concrete bricks requires other materials in the mixing process, including silica sand. Silica sand is a major structural component in building and construction products, has the chemical formula SiO₂ (silicon dioxides) which can be obtained from mineral, vegetable, and synthetic silica. Palm ash has pozzolanic properties and contains silica elements ranging from 31.45%, so that this element can be mixed with cement and produce higher mortar strength. In this research, the composition of the shell ash used was 15%, 30% and 45%, with variations in the composition of other ingredients. The results of calculations and testing, the addition of palm shell ash gave the quality of lightweight concrete bricks at 30% composition, with compressive strength: 13.43 MPa, density: 1.112.3 kg / m³ and water absorption capacity: 28.7%.

Keywords: *Lightweight Concrete Brick, Shell Ash, Silica*

PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan infrastruktur dan gedung-gedung di Indonesia mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan bahan bangunan, terutama kebutuhan bata beton. Penggunaan bata beton dalam struktur bangunan seperti gedung-gedung, rumah-rumah dan infrastruktur lainnya mulai dianggap sebagai sesuatu yang dibutuhkan, salah satu contohnya bata beton ringan (*light-weight concrete*) (Ola dan Doly, 2018). Bata beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Saat ini teknologi bata ringan sedang berkembang dengan pesat akibat adanya kelemahan bata yang relatif berat, sehingga bangunan yang berat akan menjadi lebih rentan terhadap bahaya gempa (Mulyati dan Reza, 2018). Selain mengurangi risiko bencana gempa, penggunaan material ringan, misalnya bata ringan, juga dapat dipasang lebih cepat, ukurannya yang lebih lebar dan lebih tipis sehingga pekerjaannya dapat diselesaikan lebih cepat dibandingkan menggunakan material berat (Tedja, 2014).

Menurut Permadi dan Lava, 2017 bahwa Bata beton ringan pada umumnya dibagi menjadi dua jenis, yaitu CLC (*Cellular Lightweight Concrete*) dan ACC (*Autoclaved Aerated Concrete*). Pada pembuatan bata beton ringan tersebut diperlukan tidak hanya satu bahan dalam proses pengerjaannya, yaitu salah satunya adalah pasir silika. Pasir silika adalah komponen struktural utama dalam berbagai macam produk bangunan dan konstruksi (Sujatmiko dkk, 2018). Silika digunakan untuk campuran produksi lantai, mortar, semen khusus, plesteran, sirap atap, permukaan anti selip, dan campuran aspal untuk memberikan kerapatan dan kekuatan (Nur, 2020). Silika berfungsi sebagai ekstender fungsional untuk menambah daya tahan dan sifat anti-korosi serta anti pelapukan (Vricilia dkk, 2020).

Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul SiO₂ (*silicon dioksida*) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati, dan sintesis Kristal. Silika mineral adalah senyawa yang banyak ditemui dalam bahan

tambang/galian yang berupa mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan feldspar yang mengandung kristal-kristal silika (SiO₂) (Ukhtiyani dkk, 2017). Saat ini, kandungan silika dapat ditemukan dari berbagai sumber salah satunya adalah cangkang kelapa sawit. Hasil pembakaran cangkang sawit berupa abu memiliki unsur yang bermanfaat untuk meningkatkan kekuatan mortar. Mortar merupakan campuran dari semen, pasir, dan air, yang merupakan perekat utama dalam campuran beton. Abu sawit memiliki sifat pozzolan dan mengandung unsur silika yang cukup banyak berkisar 31,45%, sehingga bila unsur ini dicampur dengan semen akan menghasilkan kekuatan mortar yang lebih tinggi. Abu cangkang sawit juga merupakan salah satu bahan/material sisa dari proses pengolahan sawit yang selama ini dianggap sebagai limbah/waste (Aziz dkk, 2019). Limbah terus mengalami penumpukan seiring perkembangan zaman di era globalisasi ini, sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan semakin meningkat. Penambahan abu cangkang sawit pada bata beton ringan yang dilaksanakan dalam penelitian ini dapat dijadikan sebagai inovasi dalam menambah nilai dan fungsi dari abu cangkang kelapa sawit sekaligus mengurangi dampak pencemaran terhadap lingkungan serta ini merupakan penelitian terobosan terbaru dalam pemanfaatan abu cangkang kelapa sawit dalam bentuk bata beton ringan.

Bata Beton Ringan

Berdasarkan SNI 03-2847-2002, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³.

Ada 2 jenis bata ringan yang sering digunakan pada dinding bangunan, yaitu:

a. *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC)

b. *Cellular Lightweight Concrete* (CLC)

Perbedaan antara bata ringan AAC dan CLC adalah Bata ringan AAC membutuhkan pabrikasi, tim ahli yang berpengalaman untuk mengoperasikan pabrik dan peralatan canggih, hasil produksi pun jauh lebih banyak dalam per hari. Sedangkan Bata ringan CLC menggunakan proses *curing* secara alami, peralatan yang digunakan standar. Selain itu

tipe AAC gelembung udara pada bata dibuat dengan cara memberikan tepung alumina, sedangkan pada tipe CLC, gelembung udara dibuat dengan cara memberikan *foaming agent* (Widiyatmoko dkk, 2016).

Abu Cangkang Kelapa Sawit

Abu hasil pembakaran ini biasanya dibuang dekat pabrik sebagai limbah padat dan tidak dimanfaatkan. Jika unsur silika (SiO₂) ditambahkan dengan campuran beton, maka unsur silika tersebut akan bereaksi dengan kapur bebas Ca(OH)₂. Gel CSH (*Calcium Silicate Hydrate*) merupakan unsur utama yang mempengaruhi kekuatan pasta semen dan kekuatan beton. Hasil uji komposisi hasil pembakaran abu cangkang kelapa sawit yang telah dilakukan oleh **Lab. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2011** dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Komposisi Hasil Pembakaran Abu Cangkang

Unsur Kimia	Presentase (%)
K ₂ O(Kalium)	7,40
MgO(Magnesium)	3,19
CaO(Calcium)	5,32
SiO ₂ (Silika)	52,2

Sumber : Laboratorium Pusat Penelitian Kelapa sawit (PPKS) Jl. Brigjen Katamso

Portland Cement (PC)

Berdasarkan SNI – 15 – 2049 - 2015 tentang spesifikasi semen Portland, *Portl Composite Cement* (PCC) merupakan persentase dari campuran bahan anorganik seperti pozzolan, senyawa silika, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6-35% dari massa semen.

Pasir

Pasir merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan semen untuk membuat adukan. Selain itu juga pasir berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan dan kekerasan pada batako atau produk bahan bangunan campuran semen lainnya.

Foam Agent

Foam agent adalah suatu larutan pekat dari bahan surfaktan, dimana apabila hendak

digunakan harus dilarutkan dengan air. Surfaktan adalah zat yang cenderung terkonsentrasi antar muka dan mengaktifkan antar muka. Dengan kata lain *foaming agent* adalah suatu larutan yang jika dilarutkan dengan air akan menghasilkan gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen. Dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara didalam bata beton ringan (Taufik dkk, 2017).

Gypsum

Gypsum merupakan bahan galian yang terbentuk dari air tanah yang mengandung ion-ion sulfat dan sulfida. *Gypsum* (CaSO₄·2H₂O) adalah bahan yang biasa ditambahkan pada proses pembuatan semen. Penggunaan bahan tambah berwarna putih ini diharapkan dapat menambah daya kuat tekan campuran dalam batako (Nugroho, 2014).

Air

Air adalah bahan yang digunakan untuk mendapatkan kelayakan yang perlu untuk penguangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kekecekan tertentu, tergantung pada sifat material yang digunakan. Air merupakan bahan dasar dalam pembuatan beton yang penting dan juga paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen Portland dan menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar dapat mudah dikerjakan (diaduk, dituang dan dipadatkan)(Putra dkk, 2017). Tabel presentasi komposisi bahan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Persentasi Komposisi Bahan

No	Bahan	Komposisi (%)		
1	Abu cangkang	15	30	45
1	Pasir	40	25	10
3	Semen Portland	19	19	19
4	<i>Foaming agent</i>	0,3	03	0,3
5	<i>Gypsum</i>	2,7	2,7	2,7
6	Air	23	23	23

Pada komposisi di atas, untuk mendapatkan nilai berat (gram) dari masing-masing persentasi komposisi bahan adalah dengan cara mengukur penuh satu cetakan dengan abu cangkang kelapa sawit. Dari pengukuran yang dilakukan, bahwa satu cetakan dapat

menampung kira-kira 1000 gram abu cangkang sampai cetakan penuh. Sehingga untuk mengkalibrasi semua nilai % ke gram maka tinggal dikalikan saja dengan 1000 gram dan berat masing-masing komposisi dapat dengan mudah diketahui.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode pirolisis, yang mana cangkang akan dibakar terlebih dahulu menggunakan alat pirolisis untuk mendapatkan arang atau residu yang akan digunakan. Dilanjutkan dengan pengujian dengan skala laboratorium untuk mendapatkan nilai kuat tekan dari bata beton ringan di PT. SUFOCO, Jakarta Selatan serta pengujian daya serap air yang dilakukan secara manual dengan rumus yang sudah ditetapkan.

1. Tahap Pembuatan

- a. Alat dan bahan untuk pembuatan bata beton ringan disiapkan.
- b. Sampel cangkang dimasukan kedalam alat pirolisis sebanyak 3 kg untuk melakukan proses pembakaran.
- c. Pembakaran dilakukan lebih kurang selama 3 jam dengan suhu terjaga.
- d. Residu arang yang dihasilkan dikumpulkan ke dalam wadah untuk selanjutnya di haluskan
- e. Saring sampel arang yang sudah dihaluskan dengan saringan atau ayakan.
- f. Campurkan abu cangkang yang sudah disaring dengan semen dan gypsum ke dalam wadah sesuai dengan jumlah yang digunakan.
- g. Selanjutnya *foaming agent* dimasukan ke dalam wadah yang berbeda dengan air, lalu di aduk *mixer* muncul *foam* pada adonan.
- h. Kemudian campuran abu, semen, dan *gypsum* dimasukkan ke dalam wadah *foam agent* dan di aduk sampai homogen
- i. Aduk selama lebih kurang 5 menit sampai homogen kemudian masukkan adonan ke dalam cetakan ukuran 20 cm x 10 cm x 3,5 cm.

- j. Diamkan selama 24 jam kemudian cetakan dapat dibuka dan bata beton ringan dikeringkan secara alami.
- k. Uji daya tekan dan daya serap air nya

2. Tahap Pengujian

a. Pengujian kuat daya tekan

Pengujian kuat tekan adalah kemampuan bata ringan untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Besarnya kuat tekan dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum pada saat benda uji hancur dengan luas penampang benda uji. Pengujian yang dilakukan mengacu pada (SNI 03-6825-2002) dengan prosedur pengujian sebagai berikut:

1. Sampel ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat nya.
2. Letakkan sampel yang akan diuji pada mesin uji tekan dengan posisi mendarat.
3. Mesin dinyalakan hingga didapat pembebanan maksimum sampai benda yang uji hancur.
4. Menghitung nilai kuat tekan bata ringan dengan membandingkan beban maksimum dan luas permukaan benda uji.

Menurut SNI 03-0691-1996, perhitungan untuk pengujian kuat daya tekan dapat dilihat pada Persamaan 1 berikut :

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

Dimana :

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

σ = Kuat tekan bata beton ringan (Mpa)

b. Densitas

Berdasarkan SNI 03 - 2874 -2002, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³ dan tidak kurang dari 800 kg/m³. Densitas diperlukan sebagai salah satu syarat dari bata beton ringan. Prosedur pengujian dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Bata beton ringan di timbang terlebih dahulu untuk mendapatkan massanya
2. Hitung volume dari bata beton ringan
3. Hitung densitas

Perhitungan untuk menghitung densitas bata beton ringan dapat dilihat pada Persamaan 2 berikut :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

Dimana :

ρ = densitas dari bata beton ringan (gr/cm³)

m = massa dari bata beton ringan (gr)

v = volume dari bata beton ringan (cm³)

c. Daya serap air

Penyerapan air adalah kemampuan bata beton untuk menyerap air, dimana perendaman dilakukan selama 24 jam. Tujuannya adalah untuk mengetahui peruntukan penggunaan bata ringan untuk konstruksi. Berdasarkan **SNI 03 – 0349 - 1989** bata beton dibagi menjadi beberapa menurut tingkat mutunya. Berdasarkan mutu tersebut, nilai maksimum untuk daya serap air dapat dibedakan menjadi berikut :

- Tingkat mutu I : 25 % maks
- Tingkat mutu II : 35% maks

Prosedur pengujian dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Timbang berat kering dari bata beton ringan
2. Siapkan wadah berisi air
3. Rendam bata beton ringan ke dalam wadah berisi air dan diamkan selama 24 jam
4. Timbang berat basah bata beton ringan jika sudah di rendam selama 24 jam

Menurut **SNI 03-0691-1996**, untuk menghitung daya serap air dapat menggunakan Persamaan 3 sebagai berikut:

$$\text{Daya serap air} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \% \quad (3)$$

Dimana :

W1 = berat kering bata beton ringan (gr)

W2 = berat basah bata beton ringan setelah direndam (gr)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti melakukan pengujian untuk mengetahui kekuatan tekan, daya serap air dan massa jenis beton.

a. Pengujian kuat tekan

Adapun hasil pengujian daya tekan dan rata-rata daya tekan dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4 berikut.

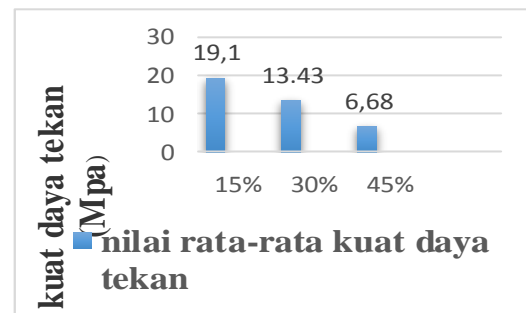
Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Komposisi Abu (%)	Berat Sampel (gr)			Kuat Daya Tekan (kg/cm ²)		
	I	II	III	I	II	III
15	754,8	734	710,8	106	79	15,4
30	819,8	783,8	748,5	214	154	15,4
45	792,2	776	603,4	363,5	186	15,4

Tabel 4. Hasil Pengujian Rata-Rata Kuat Tekan

No	Abu cangkang (%)	Berat rata-rata (gr)	Ukuran (cm)	Rata-rata kuat tekan (kg/cm ²)	Rata-rata kuat tekan (Mpa)	Ket
1	15	733,2	20x10x3,5	192,1	19,1	Hancur
2	30	784	20x10x3,5	134,3	13,43	Hancur
3	45	723,8	20x10x3,5	66,8	6,68	Hancur

Menurut SNI 03-3449-2002 tentang tata cara rencana pembuatan bata beton ringan dengan agregat halus, daya kuat tekan minimum pada bata beton ringan adalah 6,89 MPa dan maksimum 17,24 MPa.



Gambar 1. Grafik Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan **SNI 03-3449-2002** maka nilai kuat daya tekan yang memenuhi standar untuk golongan bata beton ringan adalah bata yang memiliki persentase kandungan abu sebesar 30%. Untuk bata dengan persentase 15% memiliki nilai kuat daya tekan yang melebihi batas maksimum dari standar yang ditetapkan yaitu 19,2 MPa dan perolehan kuat daya tekan terendah diperoleh dari bata dengan persentase abu sebesar 45% dengan kuat daya tekan 6,67 MPa. Untuk bata yang memiliki kuat daya tekan >17,43 MPa bata tersebut dapat dikelompokkan ke dalam golongan bata ringan structural atau *structural lightweight concrete* (Simanjuntak, 2011). Sedangkan untuk nilai kuat daya tekan di bawah batas minimum belum dapat dikategorikan sebagai bata beton ringan.

b. Pengujian daya serap air

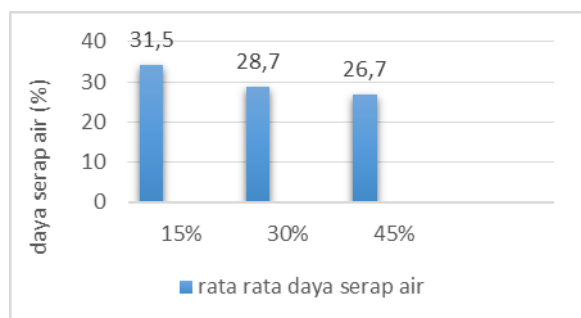
Peneliti melakukan pengujian daya serap air dan rata-rata daya serap air pada sampel beton yang dapat ditunjukkan pada Tabel 5 & 6.

Tabel 5. Hasil Pengujian Daya Serap Air

Komposisi Abu (%)	Berat Sampel Kering (gr)			Berat Sampel Basah (gr)		
	I	II	III	I	II	III
15	755	734	718	996	965	943
30	792	776	752	1012	1001	974
45	640	628	607	797	791	788

Tabel 6. Hasil Pengujian Daya Serap Air

No	Abu cangkang (%)	Ukuran (cm)	Berat rata-rata kering (gr)	Berat rata-rata basah (gr)	Rata-rata daya serap air (%)
1	15	20x10x3,5	756,6	968	31,5
2	30	20x10x3,5	773,3	995,6	28,7
3	45	20x10x3,5	625	792	26,7



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Daya Serap Air

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 bata beton dibagi menjadi beberapa menurut tingkat mutunya. Berdasar mutu tersebut, nilai maksimum untuk daya serap air dapat dibedakan menjadi berikut :

- Tingkat mutu I : 25 % maks
- Tingkat mutu II : 35% maks

Berdasarkan pengujian dan perhitungan daya serap air yang dilakukan, penambahan abu cangkang kelapa sawit untuk pembuatan bata beton ringan sesuai dengan standar dan ketentuan yang telah ditetapkan dalam SNI 03-0349-1989. Pada persentase 15%, 30 % dan 45%, hasil yang didapat dari pengujian dan perhitungan daya serap air, maka komposisi

tersebut termasuk dalam golongan bata dengan tingkat mutu II. Biasanya bata dengan tingkat mutu II digunakan untuk konstruksi yang memikul beban tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar dan untuk konstruksi di bawah atap, misalnya dinding atau tembok bagian dalam.

c. Pengujian densitas

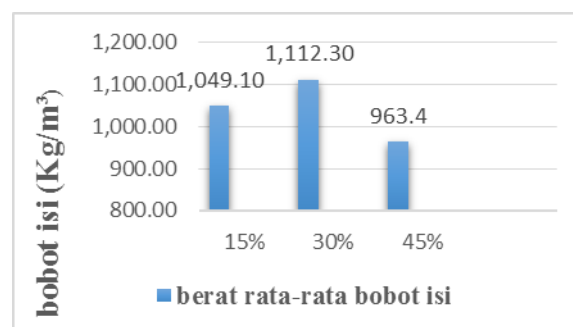
Peneliti juga melakukan pengujian densitas dan rata-rata densitas beton yang dapat diperlihatkan pada Tabel 7 dan 8 berikut ini.

Tabel 7. Hasil Pengujian Densitas

Komposisi Abu (%)	Berat Sampel Uji Kuat Tekan (gr)			Berat Sampel Uji Daya Serap Air (gr)		
	I	II	III	I	II	III
15	754,8	743	710,8	755	734	718
30	819,8	783,8	748,5	792	776	752
45	792	776	603	640	628	607

Tabel 8. Hasil Pengujian Rata-Rata Densitas

No	Abu cangkang (%)	Ukuran (cm)	Berat rata-rata (gr)	Volume (cm ³)	Rata-rata densitas (Kg/m ³)
1	15	20x10x3,5	734,4	700	1.049,10
2	30	20x10x3,5	778,6	700	1.112,30
3	45	20x10x3,5	674,4	700	963,4



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Densitas

Berdasarkan SNI 03 -2847 -2002, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³ dan tidak kurang dari 800 kg/m³. Dari pengujian yang telah dilakukan, semua sampel bata beton ringan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan yaitu tidak kurang dari

batas minimum dan tidak lebih dari batas maksimum.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dalam penelitian ini adalah : Penambahan abu cangkang kelapa sawit ke dalam komposisi bata beton ringan sebanyak 15%, 30% dan 45% mempengaruhi kuat tekan, densitas dan daya serap air bata ringan tersebut. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, densitas dan daya serap air yang dilakukan dengan masing-masing komposisi abu cangkang 15%, 30% dan 45%, perolehan yang paling sesuai dengan standar yang ada ialah pada komposisi 30% dengan kuat tekan mencapai nilai 13,43 MPa, densitas sebesar 1.112,3 kg/m³ dan daya serap air sebesar 28,7%. Penambahan abu cangkang kelapa sawit dapat dijadikan inovasi untuk pembuatan bata beton ringan menggantikan penggunaan pasir silika yang biasanya didapat dari mineral alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, M. Rifqi, Ahdiat Leksi Siregar, Azhar Basyir Rantawi, Istianto Budhi Rahardja, (2019). Pengaruh Jenis Perekat Pada Briket Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, p. 1-10.
- Badan Standarisasi Nasional, (2002). "Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil", SNI 03-6825-2002, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional.(2015). Standar Nasional Indonesia (SNI)15-2049-2015.
- Mulyati dan Reza Asrillina, (2018). Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Pengganti Pasir Dan Zat Additive Sikament Terhadap Kuat Tekan Bata Beton Ringan, Jurnal Momentum Teknik Geodasi, Institut Teknik Padang, Vol. 20 No. 2, 2018, 110-116.
- Nugroho, Ari Setyo (2014) Tinjauan Kualitas Batako Dengan Pemakaian Bahan Tambah Limbah Gypsum. Skripsi Thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nur, Muhammad, (2020). Analisis Kinerja Screening Pada Pengolahan Tambang Pasir Silika PT. Mitra Prima Sulawesi, Jurnal Geomining, Vol.1 No.1, 2020, 1-9
- Ola, Alexius Luther dan Doly Prima Silaban, (2018). Komposit Bata Beton Ringan Dari Fly Ash Dan Bottom Ash Limbah Batubara Pabrik Minyak Nabati, Jurnal Riset Teknologi Industri, Vol. 12 No 1, Juni 2018, 47-55.
- Permadi, Gangsar dan Lava Himawan, (2017). Studi Pembuatan Beton Ringan Non Aac (Non Autoclaved Aerated Concrete) Dengan Bahan Tambah Hidrogen Peroksida, Mill Dan Flyash 1 Bagi 1, Tugas Akhir, D3 Teknik Sipil SV, Universitas Gadjah Mada.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit, (2011). Indonesian Oil Palm Research Institute", Jalan Brigjen Katamso, Medan.
- Putra, Hardiyanto Eka, Dharma Sardjana, Eddy Samsurizal, (2017). Studi Eksperimen Pengaruh Waktu Penuangan Adukan Beton Readymix Ke Dalam Formwork Terhadap Mutu Beton Normal, JeLAST : Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang, Vol.4, No.4 (2017).P. 1-8.
- Simanjuntak, (2011). Pembuatan dan Karakterisasi Batako Ringan dengan Memanfaatkan Sabut Kelapa Sebagai Agregat Untuk Bahan Kedap Suara, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- SNI 03-2847-2002. (2002). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-03-0348, 1989,(2002) Bata Beton Pejal, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- Sujatmiko, Bambang, Safrin Zuraidah , Wisnu Abiarto Nugroho, Elando Rizsa Putra Atmajaya, (2018).Penggunaan Pasir Silika Sebagai Substitusi Agregat Halus Untuk Meningkatkan Performance Bata Ringan, Rekayasa Jurnal Teknik Sipil, Vol.3, No.2 (2018), 5-12
- Taufik, Hendra, Alex Kurniawandy, Deri Arita, (2017). Tinjauan Kuat Tekan Bata Ringan Menggunakan Bahan

- Tambah Foaming Agent, Jurnal Saintis, Vol.17, No.1 (2017), 52-62.
- Tedja, Michael, (2014). Perbandingan Metode Konstruksi Dinding Bata Merah Dengan Dinding Bata Ringan, Comtech: Computer, Mathematics And Engineering Applications, Vol. 5 No. 1, (2014), 272-279.
- Ukhtiyani, Indah, Darwati Darwis, Iqbal, (2017). Purifikasi Dan Karakterisasi Silika (SiO₂) Berbasis Pasir Kuarsa Dari Desa Pasir Putih Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso, Natural Science : Journal Of Science And Technology, Vol.6, No.3, (2017), 270-275.
- Vricilia, Meylinda, Ahmad Ridwan, Agata Iwan Candra, (2020). Kuat Tekan Pelat Beton Menggunakan Pasir Wlingi Dan Wiremesh Diameter 4 Mm, Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, Vol. 3, No. 2 (2020), 219-233.
- Widiyatmoko, Sulistyono, Heru Sukanto, Purwadi Joko Widodo, (2016). Pengaruh Penambahan Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Bata Ringan Jenis Cellular Lightweight Concrete (Clc), Jurnal Teknik Mesin Indonesia, Vol. 11, No. 1, (2016), 31-35.