

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH POPOK BAYI DAN SERBUK KAYU TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BATA RINGAN CLC

Reinkar Tian Allarang^{*1}, Bagas Wahyu Adhi², Andri Kurniawan³
^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Batik Surakarta
email: ^{*1}Reigaul1945@gmail.com, ²Bagaswahyu54@gmail.com,
³andrimartinez1991@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi konstruksi saat ini berkembang pesat, salah satunya adalah bata ringan. Di sisi lain, limbah popok bayi dan serbuk kayu menjadi permasalahan lingkungan yang belum tertangani secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan limbah popok bayi dan serbuk kayu terhadap kuat tekan dan kuat lentur bata ringan jenis Cellular Lightweight Concrete (CLC). Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen, menggunakan variasi campuran limbah popok bayi (gel dan tanpa gel), serta serbuk kayu sebesar 0%, 1%, 2%, dan 3% dari berat semen. Pengujian kuat tekan menggunakan cetakan silinder dan kuat lentur menggunakan cetakan balok dilakukan masing-masing pada umur 7 dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan limbah popok bayi gel 1% dan serbuk kayu 1% memberikan kuat tekan tertinggi yaitu 12,51 Mpa dan kuat lentur tertinggi pada penambahan popok bayi tanpa gel 1% dan serbuk kayu 1% yaitu 2,16 Mpa. Penelitian ini membuktikan pada beberapa variasi tertentu, kuat tekan dan kuat lentur mengalami peningkatan, namun pada variasi dengan kadar tinggi, justru terjadi penurunan.

Kata kunci: Bata Ringan CLC, Serbuk kayu, Limbah Popok bayi, Kuat tekan, Kuat lentur

Abstract

The rapid advancement of construction technology has led to innovations such as lightweight concrete blocks. Meanwhile, baby diaper waste and sawdust remain pressing environmental issues that have not been optimally addressed. This study aims to examine the effect of adding baby diaper waste and sawdust on the compressive and flexural strength of Cellular Lightweight Concrete (CLC) blocks. The research was conducted using an experimental method, applying various mixture compositions with baby diaper waste (with and without gel) and sawdust at 0%, 1%, 2%, and 3% of the cement weight. Compressive strength tests were performed using cylindrical molds, and flexural strength tests using beam molds, both at curing ages of 7 and 28 days. The results showed that the addition of 1% gel-based baby diaper waste and 1% sawdust produced the highest compressive strength of 12.51 MPa, while the highest flexural strength of 2.16 MPa was obtained with 1% gel-free baby diaper waste and 1% sawdust. The study demonstrates that certain mixture variations lead to improvements in compressive and flexural strength; however, higher proportions tend to decrease the overall mechanical performance.

Keywords: CLC Lightweight Concrete, Sawdust, Baby Diaper Waste, Compressive Strength, Flexural Strength

1. PENDAHULUAN

Perkembangan infrastruktur di Indonesia menunjukkan peningkatan signifikan, inovasi material konstruksi pun terus berkembang, salah satunya penggunaan bata ringan sebagai alternatif bata merah. Bata ringan lebih ringan, ukurannya lebih besar, pemasangannya cepat, serta memiliki isolasi termal dan akustik yang baik (Saktika, 2021).

Di sisi lain, permasalahan limbah semakin kompleks. Salah satunya adalah limbah popok bayi sekali pakai yang belum dimanfaatkan secara optimal. Popok bayi mengandung plastik dan selulosa yang sulit terurai, menyumbang sekitar 2–3% dari total sampah domestik (KLHK., 2021), dan membutuhkan waktu ratusan tahun untuk terurai (Alfiah & Ratnawati, 2021). Penjualan popok bayi terus meningkat, diperkirakan mencapai Rp33,5 triliun pada 2023 (Ahdiat, 2022), yang berarti limbahnya juga semakin banyak.

Selain itu, industri pengolahan kayu juga menghasilkan limbah serbuk kayu dalam jumlah besar. Serbuk kayu merupakan limbah industri yang sering kali tidak dimanfaatkan dan justru menjadi pencemar lingkungan (KLHK, 2020). Limbah ini biasanya dibuang atau dibakar, sehingga menimbulkan pencemaran (Sari et al., 2022). Padahal, serbuk kayu mengandung senyawa seperti selulosa dan hemiselulosa yang dapat meningkatkan kekuatan ikatan partikel dalam campuran beton, serta menghambat difusi air karena sifat hidrofobiknya (Gargulak, 2001).

Berdasarkan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah popok bayi dan serbuk kayu sebagai bahan tambahan dalam pembuatan bata ringan. Diharapkan dapat memberikan solusi lingkungan sekaligus meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur bata ringan jenis Cellular Lightweight Concrete (CLC).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah popok bayi dan fly ash sebagai bahan campuran dalam proses pembuatan bata ringan. Secara khusus, penelitian ini juga ditujukan untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah popok bayi dan fly ash terhadap kuat tekan serta kuat lentur dari bata ringan yang dihasilkan. Selain itu, penelitian ini ingin mengevaluasi perbedaan karakteristik mekanik, khususnya nilai kuat tekan dan kuat lentur, antara bata ringan yang ditambahkan gel popok bayi dengan yang ditambahkan popok bayi tanpa gel. Dengan mengkaji aspek-aspek tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah yang kuat dalam mengembangkan alternatif material bangunan yang ramah lingkungan.

Hasil dari penelitian ini memberikan sejumlah manfaat strategis, antara lain membantu mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah popok bayi dan serbuk kayu melalui pemanfaatannya sebagai bahan tambahan dalam pembuatan bata ringan. Selain itu, penelitian ini berkontribusi terhadap pengembangan inovasi dalam bidang material konstruksi, khususnya yang berbasis limbah non-konvensional yang selama ini kurang dimanfaatkan. Di samping itu, temuan dari penelitian ini dapat menjadi referensi akademik dan teknis yang relevan bagi penelitian lanjutan di bidang eksperimen material bangunan, serta dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa, akademisi, dan praktisi teknik sipil dalam pengembangan teknologi konstruksi berkelanjutan.

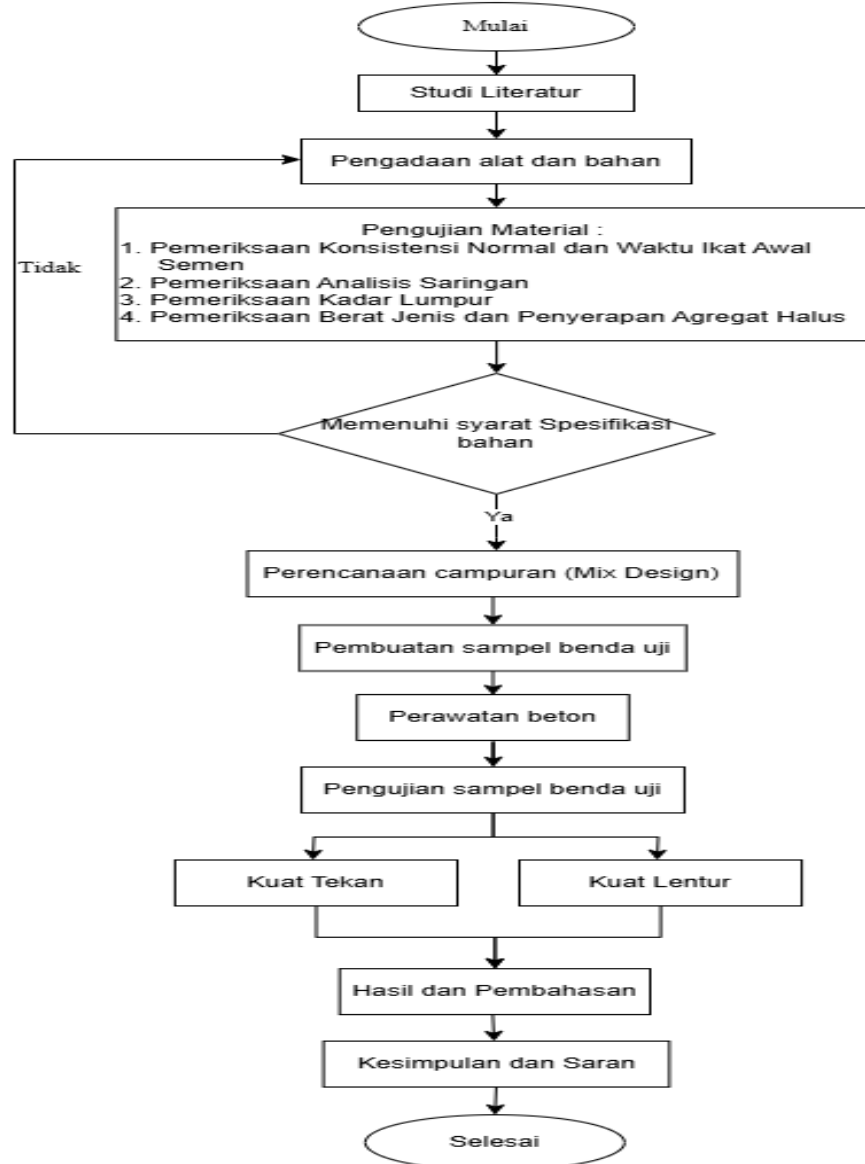
2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium untuk melihat pengaruh limbah popok bayi dan serbuk kayu terhadap kuat tekan dan lentur bata ringan tipe Cellular Lightweight Concrete (CLC). Data yang digunakan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui pengujian langsung di laboratorium, meliputi uji konsistensi normal, waktu ikat awal, berat jenis semen dan fly ash, analisis saringan, kadar lumpur, penyerapan agregat halus, serta volume limbah popok bayi. Sementara itu, data sekunder berasal dari referensi seperti SNI, ASTM, dan penelitian sebelumnya yang mendukung perancangan campuran dan prosedur pengujian.

Bahan baku bata ringan terdiri dari semen, pasir, air, dan foam agent, dengan penambahan limbah popok bayi dan serbuk kayu sebesar 0%, 1%, 2%, dan 3% dari berat semen untuk masing-masing variasi. Campuran dicetak dalam cetakan silinder dan balok kemudian

diamkan selama 24 jam, lalu dilakukan curing dengan penyiraman sekali sehari. Pengujian dilakukan pada umur 7 dan 28 hari, masing-masing menggunakan 3 sampel untuk uji tekan dan sampel untuk uji lentur. Setelah masa curing, sampel diuji menggunakan mesin untuk mengetahui nilai kuat tekan dan lenturnya.

Data dianalisis dengan membandingkan hasil uji kuat tekan dan kuat lentur bata ringan. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk grafik, tabel, dan ilustrasi pendukung untuk menunjukkan perbedaan nilai pada setiap variasi campuran. Analisis ini bertujuan mengetahui kualitas bata ringan yang dipengaruhi oleh penambahan limbah popok bayi dan serbuk kayu.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berikut ini beberapa tinjauan Pustaka yang digunakan dalam penelitian ini:

2.1 Bata Ringan

Bata ringan dibuat dengan mencampurkan semen, pasir, air, dan foam hingga membentuk mortar, lalu dicetak sesuai ukuran yang diinginkan. Tujuan utama perancangannya adalah menghasilkan material bangunan yang ringan dan efisien tanpa mengurangi kekuatannya (Mustafa et al., 2020). Jenis bata ini termasuk beton berpori dengan berat jenis antara 600–1600 kg/m³, tergantung pada campuran bahan yang digunakan (SNI 8640, 2018). Rata-rata kuat tekan

bata ringan berada di atas 1,4 MPa, sedangkan kuat lenturnya melebihi 0,17 MPa sesuai standar (ASTM C 869-91, 1991).

Bata ringan berbasis foam terbagi menjadi dua jenis, yaitu Autoclaved Aerated Concrete (AAC) dan Cellular Lightweight Concrete (CLC). AAC terbentuk melalui reaksi kimia yang menghasilkan gelembung udara dalam adukan beton, menggunakan bahan seperti aluminium (Al), zinc (Zn), atau hidrogen peroksida (H_2O_2) yang bereaksi dengan alkali (Harjanto et al., 2018). Sementara itu, CLC dibuat dengan menambahkan foam langsung ke dalam campuran mortar tanpa reaksi kimia. Gelembung udara pada CLC bersifat stabil dan menjaga struktur beton selama proses pengeringan. Namun, apabila curing dilakukan di bawah sinar matahari langsung, gelembung bisa pecah dan menurunkan kuat tekan bata (Suryani & Munasir, 2015).

2.2 Semen Portland

Semen Portland adalah bahan pengikat hidrolis yang paling sering digunakan dalam konstruksi. Material ini dihasilkan dari penggilingan terak semen (clinker) dengan gipsum dan bahan tambahan lainnya sesuai jenisnya. Saat dicampur air, semen mengalami hidrasi yang membuatnya mengeras dan menyatukan agregat menjadi struktur yang kuat (SNI 15-2049-, 2004).

2.3 Agregat Halus

Menurut (SNI 03-6820-2002), agregat halus atau pasir adalah agregat dengan ukuran butir maksimum 4,76 mm yang berasal dari alam atau proses pengolahan.

2.4 Air

Air merupakan bahan penting dalam campuran bata ringan karena berfungsi untuk memberikan reaksi semen hingga menjadi pelumas antar butir-butir agregat, sehingga mempermudah proses pengolahan dan pemadatan. Kebutuhan air guna mereaksi dengan semen hanya berkisar 30% dari berat semen itu sendiri (Tjokrodimuljo, 1992).

2.5 Foaming Agent

Foaming agent ialah bahan yang dapat meningkatkan volume bata beton ringan tanpa menambah beban dari bata ringan tersebut (Oktavianita et al., 2014). *Foam agent* dapat diproduksi dengan mencampurkan bahan kimia yang berfungsi sebagai pengembang, mirip dengan bahan kimia yang digunakan untuk menghasilkan busa pada sabun (Siagian, 2016).

2.6 Limbah Popok Bayi

Limbah popok bayi adalah limbah padat rumah tangga dari penggunaan popok sekali pakai yang sulit terurai secara alami. Popok ini mengandung bahan sintesis seperti plastik dan super absorbent polymer (SAP), sehingga memerlukan waktu sangat lama untuk terurai dan berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (KLHK, 2021). Di sisi lain kandungan utama dalam popok bayi adalah hidrogel. *Hidrogel superabsorben* adalah jenis hidrogel yang mampu menyerap air hingga 100 hingga 1000 kali berat keringnya berkat ikatan hidrogen. Dengan daya serap yang tinggi, hidrogel superabsorben (HAS) (Pasaribu et al., 2020).

2.7 Serbuk Kayu

Serbuk kayu merupakan limbah hasil proses pemotongan kayu yang belum dimanfaatkan secara optimal dan dapat mencemari lingkungan jika dibuang sembarangan. Kayu sendiri dikenal sebagai material struktural dengan kekuatan tarik, tekan, dan lentur yang baik (Macdonald, 2001). Limbah kayu mengandung sekitar 70% selulosa serta hemiselulosa

dan lignin dalam jumlah signifikan. Saat dicampurkan ke dalam beton, senyawa-senyawa ini menempel pada partikel semen, meningkatkan daya ikat antar partikel. Selain itu, sifat higroskopisnya membantu beton menjadi lebih padat dan tahan air (Wibowo, 2016).

2.8 Kuat Tekan

Kuat tekan, menurut SNI 03-1974-1990, adalah kemampuan beton menahan beban tekan hingga mengalami kerusakan. Pengujian dilakukan secara aksial dan bertahap pada benda uji silinder atau kubus hingga terjadi retak atau hancur.

Untuk menentukan kuat tekan suatu benda uji menggunakan persamaan matematis menurut SNI 8640, 2018 yaitu:

$$F_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- F_c' = Kuat tekan (MPa)
- P = Beban maksimum (kg)
- A = Luas penampang (cm²)

2.9 Kuat Lentur

Menurut SNI 03-4431-1997, 1997, kuat lentur adalah kemampuan bata ringan menahan beban tegak lurus pada balok yang ditopang di dua titik, hingga terjadi patahan. Nilainya dinyatakan dalam satuan MPa per luas penampang.

Besar kuat lentur dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{P \times L}{b \times h^2} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- σ = Kuat lentur (Kg/cm²)
- P = Beban maksimum yang dikenakan pada benda uji (Kg)
- L = Panjang antar tumpuan benda uji (cm)
- b = Lebar benda uji (cm)
- h = Tinggi benda uji (cm)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemeriksaan Material

Sebelum pembuatan sampel benda uji, dilakukan pengujian awal terhadap material yang akan digunakan untuk memastikan kualitas dan kesesuaiannya. Hasil pemeriksaan material di laboratorium disajikan pada Tabel 1. Hasil pemeriksaan material dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Material

No	Pengujian	Spesifikasi	Nilai	Keterangan
1	Konsistensi normal semen	Penurunan jarum 10 mm	27,70%	Memenuhi
2	Waktu ikat awal semen	Penurunan jarum 25 mm	120 menit	Memenuhi
3	Berat jenis semen	3,0 - 3,20 gr/cm ³	3,05 gr/cm ³	Memenuhi
4	Analisa saringan agregat halus	FM 1,5 - 3,8	3,3925	Memenuhi
5	Berat jenis agregat halus	1,6 - 3,3 gr/cm ³	2,64 gr/cm ³	Memenuhi
6	penyerapan agregat halus	Maks 3%	2,72%	Memenuhi
7	Kadar lumpur agregat halus	Maks 5%	0,23%	Memenuhi
8	Volume serbuk kayu			
	Lepas		196,35 gr/ltr	Memenuhi
	Padat		258,36 gr/ltr	Memenuhi

No	Pengujian	Spesifikasi	Nilai	Keterangan
9	Volume popok bayi gel			
	Lepas		79,86 gr/ltr	Memenuhi
	Padat		151,26 gr/ltr	Memenuhi
	Volume popok bayi tanpa gel			
	Lepas		49,79 gr/ltr	Memenuhi
	Padat		87,37 gr/ltr	Memenuhi

Hasil menunjukkan hasil pengujian material masih memenuhi standart yang telah ditentukan.

3.2 Perencanaan Bata Ringan

Hingga kini, belum terdapat standar baku untuk campuran bata ringan tipe CLC (Ahsan, 2023). Oleh karena itu, perancangan komposisi disesuaikan dengan kondisi lapangan karena sangat memengaruhi mutu beton. Penelitian ini mengacu campuran dari Maharani et al., 2022, sebagai acuan *mix design*. Berikut *mix design* :

Tabel 2. *Mix Design* Pabrik Bata Ringan

Material	Jumlah	Satuan
Semen	325	Kg
Pasir	650	Kg
Air	200	ltr
<i>Foam Agent</i>	0,7	ltr
<i>Air Foam Agent</i>	25	ltr

Sumber : (Maharani, R.P., Nazarudin, Bahar, 2022)

Berdasarkan Tabel 2, komposisi campuran disusun dengan rasio semen dan pasir 1:2, mengacu pada standar produsen bata ringan. Dalam penelitian ini, digunakan perbandingan 1:3 dengan penambahan limbah popok bayi dan serbuk kayu. Rincian campuran disajikan pada Tabel 3 hingga Tabel 7.

Tabel 3. *Mix Design* Kuat Tekan Popok Bayi Gel

<i>Mix design</i> bata ringan kuat tekan dengan campuran popok bayi gel dan serbuk kayu							
Variasi	Semen	Agregat Halus	Air	Foam Agent	<i>Air Foam Agent</i>	Serbuk Kayu	Popok Bayi Gel
	Kg	Kg	ltr	ltr	ltr	Kg	Kg
0%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0	0
1%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0,09	0,09
2%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0,17	0,17
3%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0,26	0,26

Tabel 4. *Mix Design* Kuat Tekan Popok Bayi Tanpa Gel

<i>Mix design</i> bata ringan kuat tekan dengan campuran popok bayi tanpa gel dan serbuk kayu							
Variasi	Semen	Agregat Halus	Air	Foam Agent	<i>Air Foam Agent</i>	Serbuk Kayu	Popok Bayi Tanpa Gel
	Kg	Kg	ltr	ltr	ltr	Kg	Kg
0%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0	0
1%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0,09	0,09
2%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0,17	0,17
3%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0,26	0,26

Tabel 5. Mix Design Kuat Lentur Popok Bayi Gel

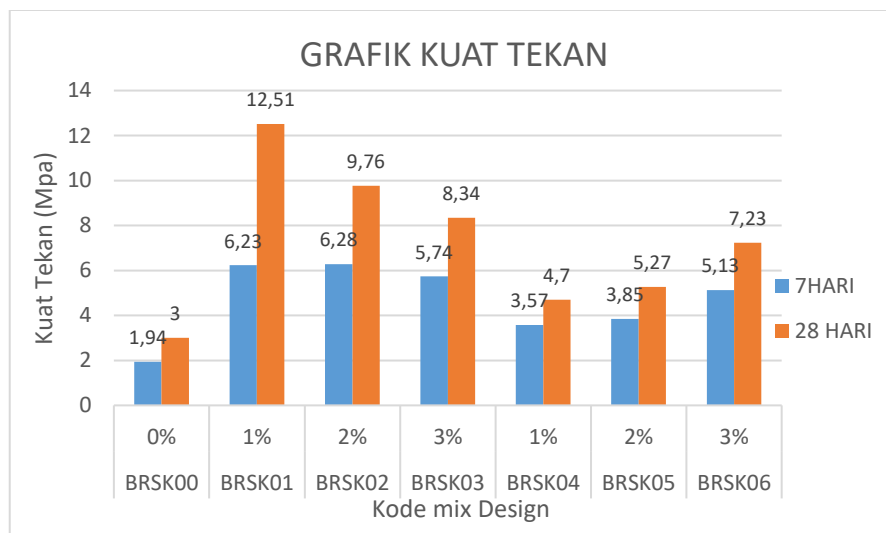
<i>Mix design bata ringan kuat lentur dengan campuran popok bayi gel dan serbuk kayu</i>							
Variasi	Semen	Agregat Halus	Air	Foam Agent	Air Foam Agent	Serbuk Kayu	Popok Bayi Gel
	Kg	Kg	ltr	ltr	ltr	Kg	Kg
0%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	0	0
1%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	0,22	0,22
2%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	0,43	0,43
3%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	0,65	0,65

Tabel 6. Mix Design Kuat Lentur Popok Bayi Tanpa Gel

<i>Mix design bata ringan kuat lentur dengan campuran popok bayi tanpa gel dan serbuk kayu</i>							
Variasi	Semen	Agregat Halus	Air	Foam Agent	Air Foam Agent	Serbuk Kayu	Popok Bayi Tanpa Gel
	Kg	Kg	ltr	ltr	ltr	Kg	Kg
0%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	0	0
1%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	0,22	0,22
2%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	0,43	0,43
3%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	0,65	0,65

3.3 Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil kuat tekan bata ringan. Dapat dilihat pada Grafik 1. Hasil Uji kuat tekan



Gambar 1. Hasil Uji Kuat Tekan

Tabel 7. Matriks Uji Kuat Tekan

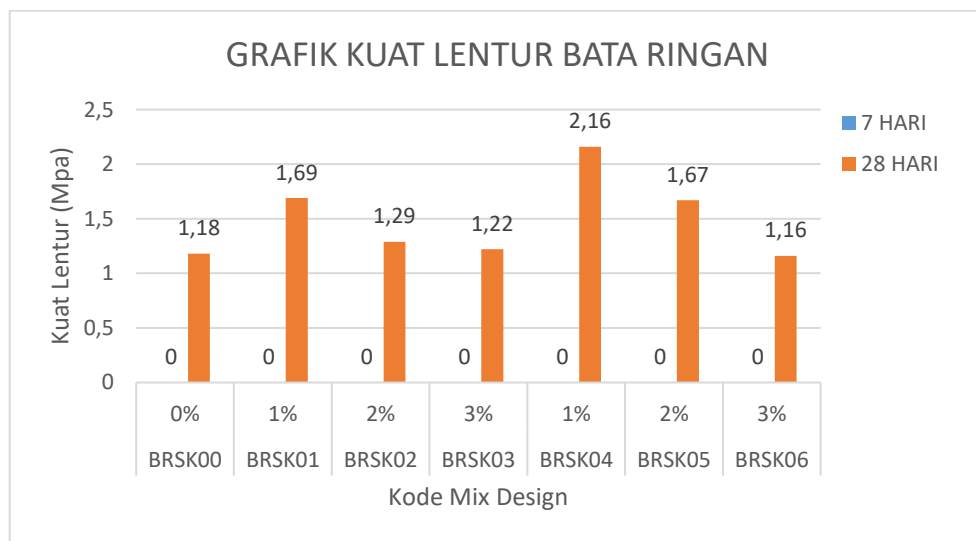
Mix Design	Komposisi Popok Bayi & Serbuk Kayu	Kuat Tekan (Mpa)	
		7 Hari	28 Hari
Varian 1	0% Popok Bayi Gel + 0% Serbuk Kayu	1,94	3,00
Varian 2	1% Popok Bayi Gel + 1% Serbuk Kayu	6,23	12,51
Varian 3	2% Popok Bayi Gel + 2% Serbuk Kayu	6,28	9,76

Mix Design	Komposisi Popok Bayi & Serbuk Kayu	Kuat Tekan (Mpa)	
		7 Hari	28 Hari
Varian 4	3% Popok Bayi Gel + 3% Serbuk Kayu	5,74	8,34
Varian 5	1% Popok Bayi Tanpa Gel + 1% Serbuk Kayu	3,57	4,70
Varian 6	2% Popok Bayi Tanpa Gel + 2% Serbuk Kayu	3,85	5,27
Varian 7	3% Popok Bayi Tanpa Gel + 3% Serbuk Kayu	5,13	7,25

Hasil diatas menunjukkan setiap penambahan popok bayi gel semakin menurun kuat tekan, berbanding terbalik popok bayi tanpa gel semakin banyak penambahan semakin meningkat kuat tekannya.

3.4 Pengujian Kuat lentur

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil kuat lentur bata ringan. Dapat dilihat pada Grafik 2. Hasil Uji kuat lentur



Gambar 2. Hasil Uji Kuat Lentur

Tabel 8. Matriks Uji Kuat Lentur

Mix Design	Komposisi Popok Bayi & Serbuk Kayu	Kuat Lentur (Mpa)	
		7 Hari	28 Hari
Varian 1	0% Popok Bayi Gel + 0% Serbuk Kayu	0,00	1,18
Varian 2	1% Popok Bayi Gel + 1% Serbuk Kayu	0,00	1,69
Varian 3	2% Popok Bayi Gel + 2% Serbuk Kayu	0,00	1,29
Varian 4	3% Popok Bayi Gel + 3% Serbuk Kayu	0,00	1,22
Varian 5	1% Popok Bayi Tanpa Gel + 1% Serbuk Kayu	0,00	2,16
Varian 6	2% Popok Bayi Tanpa Gel + 2% Serbuk Kayu	0,00	1,67
Varian 7	3% Popok Bayi Tanpa Gel + 3% Serbuk Kayu	0,00	1,16

Hasil diatas menunjukkan setiap penambahan popok bayi gel semakin menurun kuat lenturnya, begitu juga popok bayi tanpa gel semakin banyak penambahan semakin menurun kuat lenturnya.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah popok bayi dan serbuk kayu sebagai bahan tambahan dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur bata ringan. Pada komposisi tertentu, kekuatan bata lebih tinggi dibandingkan tanpa penambahan, sehingga kedua limbah tersebut berpotensi dimanfaatkan sebagai material tambahan dalam pembuatan bata ringan.

Pengujian menunjukkan bahwa varian 2, dengan penambahan 1% popok bayi gel dan 1% serbuk kayu, menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 12,51 MPa pada umur 28 hari. Ini membuktikan bahwa penambahan bahan dalam jumlah optimal dapat meningkatkan sifat mekanik bata ringan. Namun, penambahan popok gel di atas 1% justru menurunkan kekuatan tekan, menandakan penggunaan berlebih dapat berdampak negatif. Untuk uji lentur, nilai tertinggi tercapai pada varian 5, yaitu 1% popok tanpa gel dan 1% serbuk kayu, dengan hasil 2,16 MPa. Sama halnya dengan kuat tekan, peningkatan proporsi popok tanpa gel juga menyebabkan penurunan nilai kuat lentur.

Terdapat perbedaan pengaruh antara penggunaan popok bayi gel dan tanpa gel terhadap kekuatan bata ringan. Pada popok bayi dengan gel, peningkatan jumlah gel justru menurunkan kekuatan tekan dan lentur setelah melewati komposisi optimal 1%. Sementara itu, popok bayi tanpa gel menunjukkan peningkatan nilai kuat tekan seiring penambahan komposisi, tetapi nilai kuat lenturnya justru menurun.

Saran untuk penelitian ini yaitu:

1. Untuk peneliti selanjutnya, disarankan agar mengeksplorasi lebih banyak variasi komposisi limbah popok bayi dan serbuk kayu, termasuk dengan metode pengolahan awal (seperti pengeringan dan pencacahan popok) yang lebih optimal, guna meningkatkan homogenitas campuran dan hasil akhir yang lebih stabil.
2. Alangkah baiknya menggunakan alat pembuat foam generator/ busa kompresor, bukan dengan mixer biasa, karena penggunaan mixer cenderung menghasilkan busa yang tidak stabil dan kurang konsisten, supaya mendapatkan hasil bata ringan yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahdiat, A. (2022). *Penjualan Popok Bayi di RI Tembus Triliunan Rupiah Per Tahun*. Katadata. <https://Databoks.Katadata.Co.Id/Produk-Konsumen/Statistik/Fec16d4b7000e99/Penjualan-Popok-Bayi-Di-Ri-Tembus-Triliunan-Rupiah-per-Tahun>.
- Ahsan, M. F. (2023). *Pengaruh penggunaan serbuk kayu dan kapur tohor sebagai bahan substitusi pada campuran bata ringan cellular lightweight concrete*.
- Alfiah, R., & Ratnawati, S. R. (2021). Pemanfaatan Popok Bayi Bekas sebagai Media Tanam Guna Mereduksi Pencemaran Lingkungan di Desa Sambirejo. *Pisces, 1*.
- ASTM C 869-91. (1991). *Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete*.
- Gargulak, J. D. , B. L. L. ,& S. A. K. (2001). *B1 1 AMMOXIDIZED LIGNOSULFONATE CEMENT DISPERSANT BACKGROUND OF THE INVENTION 1. Field of the Invention*.
- Harjanto, S., Sony, P., Suharno, B., & ... (2018). Strukturmikro Dan Sifat Fisik-Mekanik Beton Ringan Tanpa Pematangan Dalam Autoclave (Non Autoclaved Aerated Concrete, Naac). *Jurnal Sains Materi ...*.
- Indra Wibowo, N. (2016). *PENGARUH SERBUK GERGAJI KAYU SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN DAN BAHAN TAMBAH 0,6% BESTMITTEL TERHADAP KARAKTERISTIK BETON*.

- KLHK. (2020). Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2020. *Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan*.
- KLHK. (2021). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan*.
- Macdonald, A. J. (2001). Struktur & Arsitektur (2nd ed.). *Erlangga*.
- Maharani, R. P., Nazarudin, N., & Bahar, F. F. (2022). Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash Batu Bara Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Nilai Kuat Tekan Bata Ringan. *Jurnal KOMPOSITS*, 3(2).
- Maharani, R.P., Nazarudin, Bahar, F. F. (2022). Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash Batu Bara Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Nilai Kuat Tekan Bata Ringan. *Jurnal Komposits*, 3.
- Mustafa, I., Suryanita, R., & Maizir, H. (2020). Analisis Sifat Mekanik Bata Ringan yang Terpapar Suhu Tinggi. *Sainstek (e-Journal)*, 2019.
- Oktavianita, Y., Syamsudin, R., & Zacoeb, A. (2014). *Perbandingan Kuat Tekan dan Tegangan-Regangan Bata Beton Ringan dengan Penambahan Mineral Alami Zeolit Alam Bergradasi Tertentu dengan dan tanpa Perawatan Khusus*. Brawijaya University.
- Pasaribu, A. L. H., Basuki, B., & Darmanijati, M. R. S. (2020). Pemanfaatan Limbah Popok Bayi Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Block. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 20(1).
- Saktika, G. (2021). *Bata Ringan: Pengertian, Kelebihan, dan Cara Pasang. Material Konstruksi Terbaik yang Kokoh!*. <https://www.99.co/blog/indonesia/bata-ringan/>.
- Sari, R. J., Mansyur, S., Malih, M., & Sukandaru, F. B. (2022). Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Dalam Peningkatan Ekonomi Masyarakat Dusun Wonosari Desa Sambirembe Kecamatan Kalijambe. In *LP2M UST Jogja Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat 2022*.
- Siagian, D. P. (2016). *Analisa Penggunaan Foam Agent sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bata Ringan*. Universitas Medan Area.
- SNI 03-1974-1990. (1990). SNI 03-1974-1990: Metode Pengujian Kuat Tekan Beton (1990). https://spada.uns.ac.id/pluginfile.php/107120/mod_resource/content/1/sni-1974-2011_ujinkuat_tekan_beton.pdf.
- SNI 03-4431-1997. (1997). Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan (1997). https://binamarga.pu.go.id/otomasi9/index.php?P=show_detail&id=7572&keywords=.
- SNI 03-6820-2002. (2002). *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan Dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen (2002)*.
- SNI 15-2049-. (2004). SNI 15-2049-2004 : Semen Portland. *Sni 15-2049-2004*.
- SNI 8640. (2018). *SNI 8640:2018 Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional Spesifikasi bata ringan untuk pemasangan dinding*. www.bsn.go.id
- Suryani, N., & Munasir. (2015). Fabrikasi Bata Ringan Tipe Cellular Lightweight Concrete dengan Bahan Dasar Pasir Vulkanik Gunung Kelud Sebagai Pengganti Fly Ash. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, 04(03).
- Tjokrodinuljo, K. (1992). *Buku Ajaran Teknologi Beton*. Biro penerbit KMTS FT.