

Inovasi Campuran Bata Ringan Berbasis Limbah Popok Bayi Dan Fly Ash Sebagai Material Bangunan Ramah Lingkungan

Muhammad Zhafran Rafi Hamdan^{1*}, Ahmad Hidayawan, Bagas Wahyu Adhi

¹ Universitas Islam Batik Surakarta, Jl. K.H. Agus Salim No. 10, Sondakan, Laweyan, kota Surakarta
*zhafranhamdan16@gmail.com, hidayawan11@gmail.com, Bagaswahyu54@gmail.com

ABSTRAK

Dalam industri konstruksi modern, inovasi material terus dilakukan untuk menghasilkan bahan bangunan yang ringan, kuat, hemat biaya, dan ramah lingkungan. Salah satu material yang banyak digunakan adalah bata ringan. Sementara itu, banyaknya limbah popok bayi yang sulit terurai dan limbah fly ash dari pembakaran batu bara yang belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan limbah popok bayi (gel dan tanpa gel) serta fly ash terhadap kuat tekan dan kuat lentur bata ringan Cellular Lightweight Concrete (CLC). Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan variasi penambahan limbah popok bayi dan fly ash sebesar 0%, 4%, dan 5%. Pembuatan sampel bata ringan dilakukan dengan mencampurkan semen, pasir, air, foam agent, serta bahan tambahan sesuai mix design. Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji silinder, sedangkan uji kuat lentur pada benda uji balok pada umur 7 dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan popok bayi gel 5% dan fly ash 5% menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 5,45 MPa, sedangkan kuat lentur tertinggi pada campuran popok bayi tanpa gel 4% dan fly ash 4% yaitu 2,4 MPa. Penelitian ini membuktikan bahwa limbah popok bayi dan fly ash dapat dimanfaatkan sebagai material inovasi yang ramah lingkungan.

Kata kunci: Bata ringan, Fly ash, Popok bayi, Kuat tekan, Kuat lentur

ABSTRACT

In the modern construction industry, material innovation is continuously carried out to produce lightweight, strong, cost-effective, and environmentally friendly building materials. One of the widely used materials is lightweight brick. Meanwhile, the large amount of baby diaper waste that is difficult to decompose and fly ash waste from coal combustion that has not been optimally utilized. This study aims to determine the effect of variations in the addition of baby diaper waste (gel and without gel) and fly ash on the compressive strength and flexural strength of Cellular Lightweight Concrete (CLC) lightweight bricks. The study was conducted using an experimental method using variations in the addition of baby diaper waste and fly ash of 0%, 4%, and 5%. The manufacture of lightweight brick samples was carried out by mixing cement, sand, water, foam agent, and additional materials according to the mix design. Compressive strength testing was carried out on cylindrical test specimens, while flexural strength testing was carried out on beam test specimens at the age of 7 and 28 days. The test results showed that the addition of 5% gel baby diapers and 5% fly ash produced the highest compressive strength of 5,45 MPa, while the highest flexural strength was in the mixture of 4% gel baby diapers and 4% fly ash, namely 2,4 MPa. This research proves that baby diaper waste and fly ash can be used as environmentally friendly innovation materials.

Keywords: Intersection Capacity, Degree of Saturation, Traffic Volume, PKJI 2014

1. PENDAHULUAN

Dalam industri konstruksi modern mendorong terciptanya material bangunan yang tidak hanya ringan dan kuat, tetapi juga ekonomis dan ramah lingkungan. Salah satu material yang kini banyak digunakan adalah bata ringan karena memiliki keunggulan dalam hal bobot yang lebih ringan, kemampuan isolasi termal yang baik, serta pemasangan yang

lebih efisien dibandingkan dengan bata konvensional. Untuk meningkatkan kualitas bata ringan yang ramah lingkungan, diperlukan inovasi bahan tambahan pada bata ringan tanpa menurunkan kualitas beton. Salah satu bentuk inovasi yang dilakukan dengan penambahan bahan material penyusun bata ringan seperti *fly ash* dan limbah popok bayi. *Fly ash* sendiri merupakan hasil pembakaran batu bara dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang kaya kandungan *silicon* dioksida dan *aluminium* oksida, mencapai sekitar 80% (Maulana, 2022). Kandungan tersebut berpotensi meningkatkan kekuatan bata ringan sekaligus mendukung upaya pengurangan limbah industri pembangkit. Sementara itu, limbah popok bayi menjadi persoalan lingkungan serius karena sulit terurai secara alami. Popok bayi umumnya terdiri dari empat lapisan: Lapisan pertama berupa membran *superpermeabel* berbahan dasar *polipropilen*; lapisan kedua berperan dalam menyebarkan urin secara merata dan mencegah kebocoran; lapisan ketiga merupakan penyerap utama yang terdiri dari serat *selulosa* dan bahan *polimer superabsorben*; sedangkan lapisan keempat atau lapisan paling bawah terbuat dari *polietilen* yang berfungsi sebagai pelindung akhir agar cairan tidak merembes keluar (Dey, S., dkk, 2016).

Kemampuan popok bayi dalam menyerap cairan dan memberikan isolasi termal membuka peluang pemanfaatannya sebagai bahan tambah pada bata ringan. Inovasi ini diharapkan dapat membantu mengurangi pencemaran limbah popok bayi serta meningkatkan sifat fisik dan mekanik bata ringan. Bata ringan sendiri terdiri atas dua jenis, yaitu *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Keduanya memiliki prinsip dasar serupa, yakni menciptakan rongga udara dalam campuran mortar untuk mengurangi berat beton (Siagian, D.P., 2016). Perbedaannya terletak pada metode pengeringan AAC dikeringkan dengan tekanan tinggi di *autoclave*, sedangkan CLC cukup melalui proses pengeringan alami (Maulana, 2022).

Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan limbah popok bayi dan *fly ash* sebagai bahan tambahan pada pembuatan bata ringan tipe CLC. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh limbah popok bayi dan *Fly ash* sehingga dapat menambah nilai kuat tekan dan kuat lentur bata ringan, serta dapat membuat bata ringan yang ramah lingkungan

TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh limbah popok bayi dan *fly ash* sebagai bahan campuran untuk pembuatan bata ringan.
2. Mengetahui pengaruh penambahan bahan limbah popok bayi dan *fly ash* terhadap kuat tekan dan kuat lentur.
3. Mengetahui perbedaan nilai kuat tekan dan kuat lentur bata ringan pada penambahan gel popok bayi dan penambahan popok bayi tanpa gel.

MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah :

1. Menambah pengetahuan bagi peneliti tentang hasil kualitas bata ringa pada mortar dengan penambahan limbah popok bayi dan *fly ash*.
2. Mengembangkan inovasi dalam dunia konstruksi dengan menciptakan bata ringan yang memanfaatkan limbah popok bayi dan *fly ash* sebagai bahan tambahan.

3. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa maupun dosen dalam pengajaran, tugas akhir, dan publikasi ilmiah yang berkontribusi pada peningkatan kualitas akademik kampus.

2. STUDI PUSTAKA

BATA RINGAN

Bata ringan merupakan material konstruksi yang populer karena bobotnya ringan, kekuatan cukup tinggi, serta memiliki isolasi termal yang baik (Maulana, 2022). Berdasarkan SNI 8640-2018, berat jenisnya berkisar antara 600–1600 kg/m³, dan menurut ASTM C 869-91, kuat tekannya sebesar 1,4 MPa, sementara kuat lenturnya mencapai 0,17 MPa.

Terdapat dua jenis utama bata ringan, yaitu *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). AAC menggunakan aluminium pasta yang bereaksi menghasilkan gelembung udara dan diproses dalam autoklaf bersuhu 180–200°C dengan tekanan 1,5–1,6 MPa (Eppendie, A., dkk, 2023). Sementara itu, CLC menggunakan foam agent dan dikeringkan secara alami. Bobot jenis CLC dapat diatur antara 350–1800 kg/m³ (Siagian, D.P., 2016).

MATERIAL PENYUSUN BATA RINGAN

Semen portland

Semen merupakan material pengikat yang berfungsi dalam konstruksi untuk mengeras serta menyatukan berbagai bahan menjadi satu kesatuan (Adhi, B.W., dkk, 2024). Semen merupakan bahan perekat utama pada beton, termasuk bata ringan. Berdasarkan cara pengerasannya, semen dibedakan menjadi semen non-hidrolik dan hidrolik. Semen Portland termasuk jenis semen hidrolik yang paling umum digunakan karena semen hidrolik adalah semen yang menggunakan air untuk memulai reaksi kimia, yang akan mengeras campuran (semen dan material lain) dan memiliki daya rekat tinggi (Qomaruddin, 2022). Dalam penelitian ini digunakan *Portland Composite Cement* (PCC) merek Gresik yang mudah diperoleh dengan kualitas baik. Sesuai SNI 15-2049-2004, semen *Portland* dibagi menjadi lima tipe berdasarkan kegunaan dan karakteristiknya.

Air

Air berfungsi melarutkan semen dan *foam agent* sehingga terbentuk adukan yang homogen. Syarat air sesuai SNI 03-2847-2002 adalah harus bebas dari zat-zat yang dapat merusak mutu beton, seperti minyak, asam, alkali, garam, dan bahan organik.

Foam agent

Foam agent adalah bahan pembentuk busa yang menghasilkan rongga udara pada bata ringan. Bahan ini mengandung surfaktan sintesis dengan kepadatan tertentu (Erdiyansyah, 2022). *Foam agent* membantu meningkatkan volume tanpa menaikkan bobot bata ringan (Siagian, D.P., 2016). Reaksi foam agent dengan kalsium hidroksida menghasilkan gas hidrogen yang membentuk rongga udara, sehingga bata menjadi ringan (ASTM C 796-87A).

Pasir

Pasir adalah material butiran halus yang terdiri dari partikel mineral dan batuan yang terurai secara alami akibat proses pelapukan dan erosi. Pasir umumnya berukuran 0,063 mm hingga 2 mm, batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecahan batu dan mempunyai ukuran butiran terbesar 5,0 mm atau pada saringan No.4 (Adhi, B.W., dkk, 2022). Dalam penelitian ini digunakan pasir alam dari kawasan Gunung Merapi yang memiliki tekstur keras dan tajam, sehingga cocok untuk campuran beton.

Limbah popok bayi

Limbah popok bayi merupakan salah satu sumber pencemar lingkungan karena sulit terurai dan dapat mencemari tanah maupun udara. Upaya pengelolaan dilakukan dengan mengurangi penggunaan, memilih alternatif ramah lingkungan, dan mendukung inovasi daur ulang (Firmansyah, T., dkk, 2020). Popok bayi sendiri terdiri dari beberapa lapisan, yaitu membran polipropilena, lapisan distribusi, bahan superabsorben dari serat selulosa dan polimer, serta lapisan polietilena penahan bocor. Pada penelitian ini, limbah popok diperoleh dari Kampung Kitiran dan beberapa rumah tangga, kemudian dibersihkan, dikeringkan, dan dicacah sebelum dimanfaatkan sebagai bahan tambahan, guna menekan volume sampah dan mendukung pengelolaan limbah yang ramah lingkungan.

Fly ash

Fly ash merupakan residu pembakaran batu bara di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), yang berbentuk partikel halus berwarna abu kehitaman. Berdasarkan ACI Committee 266, sekitar 5–27% partikel *fly ash* lolos ayakan No. 325 dengan berat jenis antara 2,15–2,6. Zat ini mengandung senyawa kimia seperti *silika* (SiO_2), *feroksida* (Fe_2O_3), *alumina* (Al_2O_3), *kalsium oksida* (CaO), *magnesium oksida* (MgO), dan *sulfat* (SO_4) (Maulana, 2022). Pada penelitian ini, *fly ash* yang digunakan berasal dari limbah pembakaran batu bara di Kabupaten Jepara.

PENGUJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR**Kuat tekan**

Kuat tekan adalah kemampuan suatu benda uji beton dalam menahan beban tekan hingga mengalami keretakan atau keruntuhan. Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan dinyatakan sebagai beban maksimum per satuan luas penampang yang menyebabkan benda uji pecah saat diberi tekanan aksial bertahap menggunakan mesin uji tekan. Umumnya, benda uji berbentuk silinder atau kubus. Nilai kuat tekan menunjukkan mutu beton; semakin tinggi nilainya, semakin baik kualitas material tersebut.

Perhitungan kuat tekan dirumuskan sebagai berikut:

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

Dengan F_c' = Kuat tekan (MPa), P = Beban maksimum (kg), A = Luas penampang (cm^2)

Kuat lentur

Kuat lentur adalah kemampuan balok uji beton untuk menahan tegangan akibat momen lentur yang bekerja pada benda uji yang ditumpu pada dua perletakan.

Berdasarkan SNI 03-4431-1997, kuat lentur dinyatakan sebagai besar gaya yang mampu ditahan hingga balok mengalami patah, dengan satuan Mega Pascal (MPa). Nilai ini menunjukkan ketahanan material terhadap retak akibat beban lentur.

Perhitungan kuat lentur dirumuskan sebagai berikut:

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

Dengan 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)

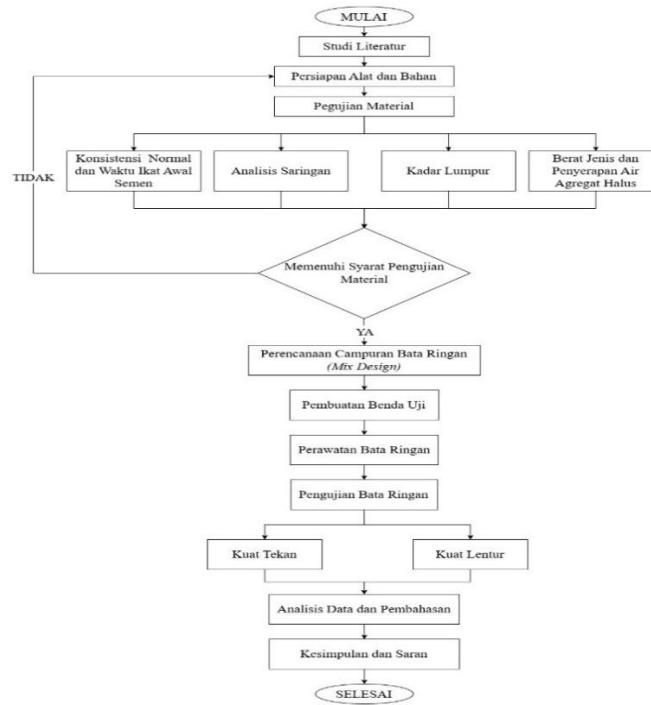
3. METODE PENELITIAN

Model penelitian ini dirancang dengan pendekatan eksperimental, di mana campuran bata ringan dibuat dengan lima variasi persentase bahan tambahan. Variasi tersebut terdiri dari campuran tanpa limbah popok bayi dan *fly ash* sebagai kontrol, kemudian campuran dengan penambahan limbah popok bayi dengan gel dan *fly ash* masing-masing 4% dan 5%, serta campuran dengan penambahan limbah popok bayi tanpa gel dan *fly ash* pada kadar yang sama. Setiap variasi diuji untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat lentur pada umur perawatan 7 hari dan 28 hari, dengan menggunakan sampel silinder untuk uji kuat tekan sedangkan untuk uji kuat lentur menggunakan sampel balok. Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

Variabel bebas rasio penambahan limbah popok. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk menguji pengaruh penambahan limbah popok bayi dan *fly ash* terhadap sifat mekanik bata ringan tipe *Cellular Lightweight Concrete* (CLC), khususnya kuat tekan dan kuat lentur. Pengumpulan data yang digunakan berupa data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui pengujian langsung di laboratorium, yang meliputi pengujian sifat bahan seperti konsistensi normal dan waktu ikat awal semen, berat jenis semen, analisa saringan, berat jenis dan penyerapan agregat halus, kadar lumpur agregat halus, berat jenis *fly ash*, dan volume popok bayi. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari literatur seperti SNI, ASTM, dan hasil penelitian terdahulu yang mendukung penyusunan rancangan campuran serta prosedur uji.

Variabel terikat dalam penelitian ini kuat tekan dan kuat lentur. Kuat tekan bata ringan adalah besarnya kekuatan bata ringan dalam menerima beban persatuan luas hingga mengalami keretakan atau kehancuran. Sedangkan kuat lentur adalah kemampuan balok uji beton untuk menahan tegangan akibat momen lentur yang bekerja pada benda uji yang ditumpu pada dua perletakan.

Analisis data yang dilakukan dengan membandingkan hasil data kuat tekan dan kuat lentur bata ringan. Hasil uji disajikan dalam bentuk grafik, tabel, dan gambar pendukung untuk memperjelas perbedaan nilai kuat tekan dan kuat lentur pada tiap variasi campuran. Dari analisis ini kita dapat mengetahui kualitas bata ringan yang dipengaruhi oleh penambahan limbah popok bayi dan *fly ash*.



Gambar 1. Diagram alur penelitian
 Sumber: Hasil penelitian 2025

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

PEMERIKSAAN MATERIAL

Sebelum memasuki tahap perencanaan mix design dilakukan pemeriksaan material yang akan digunakan dalam pembuatan bata ringan. Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan material di laboratorium dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan material bata ringan

No	Pengujian	Spesifikasi	Nilai	Keterangan
1	Konsistensi normal semen	Penurunan jarum 10 mm	27,7%	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	Max 3%	2,72%	Memenuhi
7	Kadar lumpur agregat halus	Max 5%	0,23%	Memenuhi
8	pemeriksaan berat jenis fly ash	2,15 - 2,6 gr/cm ³	2,28 gr/cm ³	Memenuhi
9	Volume popok bayi gel			
	Lepas		79,86	Memenuhi
	Padat		151,26	Memenuhi
	Volume popok bayi tanpa gel			
	Lepas		49,79	Memenuhi
	Padat		87,37	Memenuhi

Sumber: Hasil penelitian 2025

Dari hasil pengujian material yang akan digunakan dalam pembuatan bata ringan, dapat digunakan karena telah memenuhi standar yang telah ditentukan.

PERENCANAAN CAMPURAN BATA RINGAN

Komposisi campuran bata ringan dirancang dengan mempertimbangkan kondisi lapangan, karena faktor ini berperan penting dalam menentukan mutu beton yang dihasilkan. Mix design untuk bata ringan dalam penelitian ini mengacu pada komposisi campuran dari (Maharani, R.P., dkk, 2022). Rincian campurannya adalah sebagai berikut :

Tabel 2. *Mix design* pabrik bata ringan

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

Sumber: Hasil penelitian 2025

Mengacu pada hasil perencanaan mix design pada tabel 2, komposisi campuran disusun berdasarkan persentase bahan yang diperoleh dari produsen bata ringan. Dengan menggunakan mix design yang telah tersedia, diharapkan hasil akhir bata ringan sesuai dengan yang diinginkan. Komposisi material, dengan penambahan limbah popok bayi dan fly ash pada campuran bata ringan, dapat dilihat dari tabel 3 sampai 6.

Tabel 3. *Mix design* kuat tekan bata ringan PBG

Mix design bata ringan dengan campuran gel popok bayi dan fly ash

Variasi	Semen	Agregat Halus	Air	Foam Agent	Air Foam Agent	Fly Ash	Gel Popok Bayi
	Kg	Kg	ltr	ltr	ltr	Kg	Kg
0%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0	0
4%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0,34	0,34
5%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0,43	0,43

Sumber: Hasil penelitian 2025

Tabel 4. *Mix design* kuat tekan bata ringan PBT

Mix design bata ringan dengan campuran popok bayi Tanpa gel dan fly ash

Variasi	Semen	Agregat Halus	Air	Foam Agent	Air Foam Agent	Fly Ash	Popok Bayi Tanpa Gel
	Kg	Kg	ltr	ltr	ltr	Kg	Kg
0%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0	0
4%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0,34	0,34
5%	8,58	25,74	5,28	0,042	1,69	0,43	0,43

Sumber: Hasil penelitian 2025

Tabel 5. Mix design kuat lentur bata ringan PBG

Mix design bata ringan dengan campuran gel popok bayi dan fly ash

Variasi	Semen	Agregat Halus	Air	Foam Agent	Air Foam Agent	Fly Ash	Gel Popok Bayi
	Kg	Kg	ltr	ltr	ltr	Kg	Kg
0%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	0	0
4%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	0,87	0,87
5%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	1,09	1,09

Sumber: Hasil penelitian 2025

Tabel 6. Mix design kuat tekan bata ringan PBT

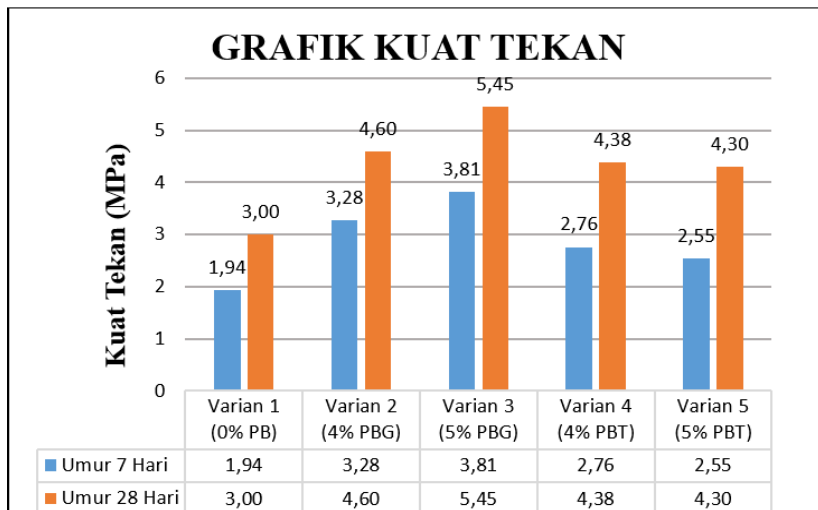
Mix design bata ringan dengan campuran popok bayi tanpa gel dan fly ash

Variasi	Semen	Agregat Halus	Air	Foam Agent	Air Foam Agent	Fly Ash	Popok Bayi Tanpa Gel
	Kg	Kg	ltr	ltr	ltr	Kg	Kg
0%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	0	0
4%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	0,87	0,87
5%	21,72	65,15	13,37	0,11	4,28	1,09	1,09

Sumber: Hasil penelitian 2025

PENGUJIAN KUAT TEKAN

Berdasarkan pengujian kuat lentur bata ringan yang telah dilakukan, didapatkan nilai kuat lentur bata ringan. Berikut ini data hasil pengujian kuat lentur bata ringan dapat dilihat pada grafik 1.



Grafik 1. Hasil uji kuat tekan

Sumber: Hasil penelitian 2025

Tabel 7. Matrik hasil uji kuat tekan

Mix Design	Komposisi Popok Bayi & Fly Ash	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)

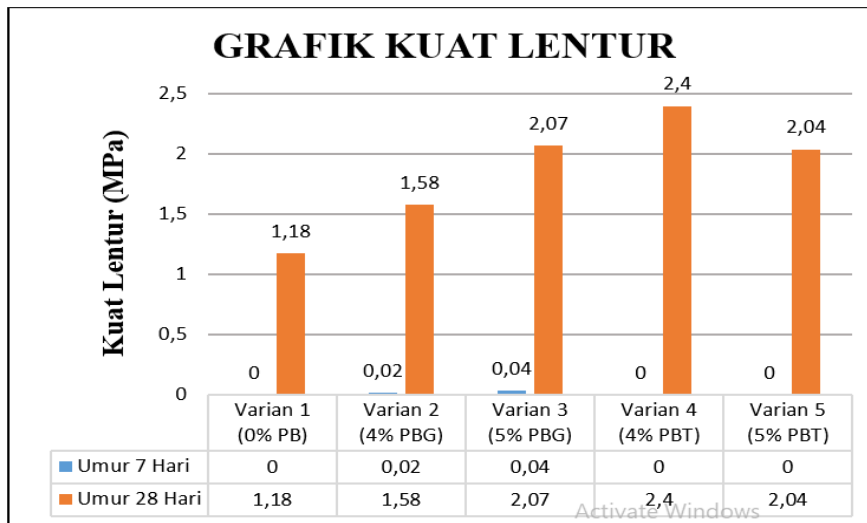
		7 Hari	28 Hari
Varian 1	0% Popok Bayi Gel + 0% Fly Ash	1,94	3,00
Varian 2	4% Popok Bayi Gel + 4% Fly Ash	3,28	4,60
Varian 3	5% Popok Bayi Gel + 5% Fly Ash	3,81	5,45
Varian 4	4% Popok Bayi Tanpa Gel + 4% Fly Ash	2,76	4,38
Varian 5	5% Popok Bayi Tanpa Gel + 5% Fly Ash	2,55	4,30

Sumber: Hasil penelitian 2025

Pada *mix design* di atas mengalami peningkatan kuat tekan jika umur benda uji semakin bertambah. Untuk *mix design* varian 2 dan 3 dapat disimpulkan jika semakin banyak penambahan limbah popok bayi gel maka semakin bertambah nilai kuat tekan yang dihasilkan sedangkan untuk *mix design* varian 4 dan 5 dapat disimpulkan jika semakin banyak penambahan limbah popok bayi tanpa gel maka semakin berkurang nilai kuat tekan yang dihasilkan.

PENGUJIAN KUAT LENTUR

Berdasarkan pengujian kuat lentur bata ringan yang telah dilakukan, didapatkan nilai kuat lentur bata ringan. Berikut ini data hasil pengujian kuat lentur bata ringan dapat dilihat pada grafik 2.



Grafik 2. Hasil uji kuat lentur
Sumber: Hasil penelitian 2025

Tabel 8. Matrik hasil uji kuat lentur

Mix Design	Komposisi Popok Bayi & Fly Ash	Kuat Lentur (Mpa) 7 Hari	Kuat Lentur (Mpa) 28 Hari
Varian 1	0% Popok Bayi Gel + 0% Fly Ash	0,00	1,18
Varian 2	4% Popok Bayi Gel + 4% Fly Ash	0,02	1,58

Varian 3	5% Popok Bayi Gel + 5% Fly Ash	0,04	2,07
Varian 4	4% Popok Bayi Tanpa Gel + 4% Fly Ash	0,00	2,40
Varian 5	5% Popok Bayi Tanpa Gel + 5% Fly Ash	0,00	2,04

Sumber: Hasil penelitian 2025

Pada *mix design* di atas mengalami peningkatan kuat lentur jika umur benda uji semakin bertambah. Untuk *mix design* varian 2 dan 3 dapat disimpulkan jika semakin banyak penambahan limbah popok bayi gel maka semakin bertambah nilai kuat lentur yang dihasilkan sedangkan untuk *mix design* varian 4 dan 5 dapat disimpulkan jika semakin banyak penambahan limbah popok bayi tanpa gel maka semakin berkurang nilai kuat lentur yang dihasilkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Penambahan limbah popok bayi dan *fly ash* terbukti dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran bata ringan, yang berkontribusi meningkatkan nilai kuat tekan dan kuat lentur.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada umur 28 hari, nilai kuat tekan tertinggi sebesar 5,45 MPa diperoleh pada campuran varian 3 dengan penambahan popok bayi gel 5% dan *fly ash* 5%. Sementara itu, nilai kuat lentur tertinggi sebesar 2,4 MPa diperoleh pada varian 4 dengan popok bayi tanpa gel 4% dan *fly ash* 4%. Semakin tinggi persentase popok bayi gel yang digunakan, semakin besar pula peningkatan kuat tekan dan lentur, sedangkan penambahan popok bayi tanpa gel cenderung menurunkan kuat tekan.

Secara umum, penggunaan popok bayi gel menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan popok bayi tanpa gel. Sebaliknya, penambahan popok bayi tanpa gel menghasilkan nilai kuat lentur yang relatif lebih tinggi dibandingkan popok bayi gel.

SARAN

1. Untuk menghasilkan bata ringan dengan kualitas lebih stabil, proses pencampuran foam agent sebaiknya dilakukan menggunakan kompresor pembuat busa, bukan hanya mixer, agar pembentukan busa lebih konsisten.
2. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan zat superplasticizer dalam campuran untuk mempercepat proses pengeringan dan mempersingkat waktu pembuatan sampel.
3. Pengujian kuat lentur sebaiknya dilakukan menggunakan alat hydraulic concrete beam digital agar hasil pengujian lebih presisi dan terdokumentasi secara detail.
4. Penelitian mendatang direkomendasikan untuk mengkaji variasi penambahan limbah popok bayi dan *fly ash* dengan persentase yang lebih besar, seperti 20% dan 25%, untuk melihat pengaruhnya secara lebih luas terhadap sifat mekanik bata ringan.

6. DAFTAR PUSTAKA

ACI Committee 266. (1987). *Report on the Use of Fly Ash in Concrete*.

Adhi, B.W., Hidayawan, A., Setiyanti, B., A. K., Syahputra, H.N., Prastika, A. Y., & , Nurrohim, R.R., Nugroho, S.A.W., Mayasari, S. (2024). Pemanfaatan Limbah Marmer Granit substitusi Agregat Kasar serta Limbah Cangkang Kerang dan Cangkang Telur sebagai

- Substitusi semen dalam Inovasi Beton yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (MoDuluS)*, 6.
- Adhi, B.W., Setiyanto, B., Kurniawan, A. (2022). Pemanfaatan Tempurung Kelapa Dan Serbuk Kayu Dalam Inovasi Self Compacting Concrete. *Proceeding Science and Engineering National Seminar*, 7.
- ASTM C 796-87A. (n.d.). *Standard Test Method for Foaming Agents for Use in Producing Cellular Concrete Using Preformed Foam*.
- ASTM C 869-91. (1991). *Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete*.
- Dey, S., Kenneally, D., Odio, M., Hatzopoulus, L. (2016). *Modern Diaper Performance: Construction, Materials, and Safety Review. International Journal Of Dermatology*, 55.
- Eppendie, A., Kushartomo, W. (2023). Analisis Efektifitas Penggunaan Bata Ringan Sebagai Pengganti Bata Merah Pada Konstruksi Gedung Bertingkat. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 6.
- Erdiyansyah, M. I. (2022). *Studi Eksperimen dan Analisis Kuat Tekan dan Lentur Mortar Bata Ringan Berbahan Dasar Fly Ash dan Bottom Ash (FABA)*.
- Firmansyah, T., Alfiah, T., Caroline, J. (2020). Kualitas Paving Block dengan Campuran Limbah Popok Bayi sebagai Alternatif Pemanfaatan limbah Padat. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 8.
- 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.
- Maulana, D. H. (2022). *Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Desitas Bata Ringan*.
- Qomaruddin, M. (2022). *Pemanfaatan Limbah Batubara Untuk Bahan Konstruksi*.
- Siagian, D.P. (2016). *Analisa Penggunaan Foam Agent Sebagai Bahan dasar pembuatan Bata Ringan*.
- SK SNI 03-2847-2002. (2002). *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung*.
- SNI 03-1974-1990. (1990). *Metode pengujian kuat tekan beton*.
- SNI 03-4431-1997. (1997). *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan*.
- SNI 15-2049-2004. (2004). *Semen portland*.
- SNI 8640-2018. (2018). *Spesifikasi bata ringan untuk pasangan dinding*.