

PEMANFAATAN LIMBAH KONSTRUKSI BANGUNAN SEBAGAI BAHAN TAMBAH PEMBUATAN BATA RINGAN JENIS CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE (CLC)

Mudiono Kasmuri^{1*}, Rinawati²

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil, Prodi Teknik Konstruksi Gedung, Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof.Dr.G.A.Siwabessy, Kampus Universitas Indonesia, Depok 16425.

*Email: mudiono.kasmuri@sipil.pnj.ac.id

Abstrak

Peningkatan aktivitas pembangunan gedung dan infrastruktur menghasilkan volume limbah konstruksi yang tinggi, terutama berupa pecahan beton, batu bata, dan pasir sisa. Limbah tersebut berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah konstruksi bangunan sebagai bahan tambah dalam pembuatan bata ringan jenis Cellular Lightweight Concrete (CLC). Metode yang digunakan meliputi pengumpulan limbah konstruksi yang berasal dari limbah praktek kerja konstruksi batu dan drainase mahasiswa yang menggunakan pasir dan kapur sebagai bahan untuk praktek konstruksi batu dan drainase. Limbah tersebut selanjutnya dilakukan pengayakan dengan menggunakan ayakan no 4 (4,75mm) digunakan untuk mendapatkan partikel-partikel seperti pasir sesuai dengan standar SNI 8323-2016, serta pengujian sifat fisik dan mekanik CLC yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah konstruksi sebesar 0,10,20,30% dapat meningkatkan homogenitas campuran dan menurunkan berat jenis bata ringan hingga 800–900 kg/m³, dengan kuat tekan rata-rata menurun sebesar 3,5; 3,2; 2,8; 2,7 Mpa dengan bertambahnya persentase bahan limbah konstruksi pada campuran CLC berturut. Pemanfaatan limbah konstruksi ini terbukti efektif dalam mendukung konsep green construction sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Kata kunci: limbah konstruksi, bata ringan, Cellular Lightweight Concrete, bahan tambah, daur ulang

1. PENDAHULUAN

Kegiatan konstruksi bangunan merupakan salah satu sektor yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dan perkembangan infrastruktur di Indonesia. Namun demikian, aktivitas konstruksi juga menjadi salah satu penyumbang terbesar timbulan limbah padat, terutama yang berasal dari sisa material seperti beton, batu bata, kayu, dan logam yang tidak terpakai (Widodo & Rahman, 2020). Berdasarkan data Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), volume limbah konstruksi di Indonesia dapat mencapai 10–15% dari total material yang digunakan pada proyek bangunan (PUPR, 2021). Jika tidak dikelola dengan baik, limbah konstruksi dapat menimbulkan permasalahan lingkungan, seperti pencemaran tanah dan air, serta penurunan kualitas estetika kawasan (Hidayat et al., 2019).

Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan untuk mengurangi dampak negatif limbah konstruksi adalah dengan konsep reduce, reuse, recycle atau dikenal dengan prinsip 3R (Sari & Nugroho, 2021). Upaya ini mendorong pemanfaatan kembali limbah konstruksi sebagai bahan substitusi atau bahan tambahan pada material bangunan baru, seperti beton ringan, mortar, dan bata ringan (Gunawan & Prasetyo, 2020). Pemanfaatan limbah beton, misalnya, telah terbukti mampu menggantikan sebagian agregat halus maupun kasar dalam campuran beton tanpa menurunkan kekuatan tekan secara signifikan (Kurniawan et al., 2021).

Bentuk inovasi material yang berpotensi tinggi memanfaatkan limbah konstruksi adalah pembuatan bata ringan jenis Cellular Lightweight Concrete (CLC). Bata ringan CLC merupakan material konstruksi berbasis semen yang mengandung gelembung udara homogen sehingga menghasilkan massa jenis yang rendah, namun tetap memiliki kekuatan struktural yang baik (Susilo

& Hartono, 2019). Penggunaan limbah konstruksi, khususnya limbah beton hancur atau sisa pasangan dinding, dapat berperan sebagai bahan pengisi (filler) atau agregat substitusi dalam pembuatan CLC (Mulyono et al., 2022). Dengan demikian, selain mengurangi kebutuhan bahan alam seperti pasir, inovasi ini juga mendukung upaya pengurangan limbah konstruksi di lingkungan perkotaan.

Dari sisi ekonomi, pemanfaatan limbah konstruksi sebagai bahan tambahan pada bata ringan memberikan peluang efisiensi biaya produksi serta menciptakan nilai tambah dari material yang semula tidak memiliki nilai guna (Putra et al., 2020). Selain itu, secara teknis, campuran limbah konstruksi dapat memperbaiki sifat termal dan akustik bata ringan, sehingga meningkatkan kenyamanan bangunan (Andriani et al., 2021). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah beton daur ulang dengan proporsi tertentu masih dapat memenuhi standar mutu SNI untuk beton ringan struktural (BSN, 2020).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi pemanfaatan limbah konstruksi bangunan sebagai bahan tambah pada pembuatan bata ringan jenis Cellular Lightweight Concrete (CLC). Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan material ramah lingkungan, mendukung prinsip ekonomi sirkular (circular economy), serta menjadi alternatif solusi pengelolaan limbah konstruksi di Indonesia (Yuliana & Setiawan, 2023).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pemanfaatan limbah konstruksi sebagai bahan tambahan dalam pembuatan material bangunan telah menjadi salah satu fokus utama dalam penelitian material ramah lingkungan. Menurut Widodo dan Rahman (2020), limbah konstruksi umumnya terdiri dari sisa-sisa beton, pasangan batu bata, dan campuran mortar yang masih memiliki potensi untuk digunakan kembali sebagai bahan bangunan baru setelah melalui proses pengolahan sederhana seperti penghancuran dan penyaringan. Pemanfaatan kembali limbah tersebut tidak hanya menurunkan volume limbah padat yang dibuang ke lingkungan, tetapi juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan alam seperti pasir dan batu pecah.

Bata ringan jenis *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) merupakan salah satu inovasi bahan bangunan yang memiliki karakteristik ringan, kuat, dan memiliki kemampuan isolasi termal yang baik (Susilo & Hartono, 2019). Material ini dibuat dengan mencampurkan semen, pasir halus, air, dan foaming agent yang menghasilkan gelembung udara homogen di dalam matriks beton. Penambahan bahan tambahan dari limbah konstruksi ke dalam campuran CLC dapat mempengaruhi sifat mekanik, densitas, serta porositas material yang dihasilkan (Mulyono et al., 2022).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan limbah beton sebagai agregat substitusi dapat meningkatkan efisiensi penggunaan material dan mengurangi biaya produksi tanpa menurunkan kekuatan tekan secara signifikan (Gunawan & Prasetyo, 2020). Kurniawan et al. (2021) juga menambahkan bahwa penggantian sebagian agregat halus dengan limbah beton daur ulang sebesar 10–30% masih mampu menghasilkan kuat tekan di atas 4 MPa, sesuai dengan persyaratan SNI 03-3449-2002 untuk bata ringan non-struktural.

Dari sisi keberlanjutan, pemanfaatan limbah konstruksi dalam pembuatan CLC mendukung implementasi prinsip green construction dan circular economy dalam industri konstruksi (Yuliana & Setiawan, 2023). Melalui pendekatan ini, limbah yang semula dianggap tidak berguna dapat diubah menjadi produk bernilai tambah yang ramah lingkungan. Hal ini sejalan dengan arah kebijakan

Kementerian PUPR (2021) dalam pengelolaan limbah konstruksi yang berorientasi pada pengurangan, penggunaan kembali, dan daur ulang material bangunan.

Dengan demikian, pemanfaatan limbah konstruksi pada bata ringan CLC tidak hanya berpotensi meningkatkan efisiensi sumber daya dan mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga dapat memperkuat upaya pengembangan material konstruksi berkelanjutan di Indonesia. Kajian pustaka ini menjadi dasar bagi penelitian untuk menguji secara empiris pengaruh limbah konstruksi terhadap sifat fisik dan mekanik bata ringan jenis CLC.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengkaji potensi pemanfaatan limbah konstruksi bangunan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan bata ringan jenis Cellular Lightweight Concrete (CLC) untuk mengetahui sifat mekanik bata ringan CLC seperti kuat tekan dan daya serap air. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil dengan tahapan kegiatan meliputi pengumpulan bahan, pengujian karakteristik material, pembuatan benda uji, pengujian sifat mekanik, serta analisis hasil.

3.1. Desain Penelitian

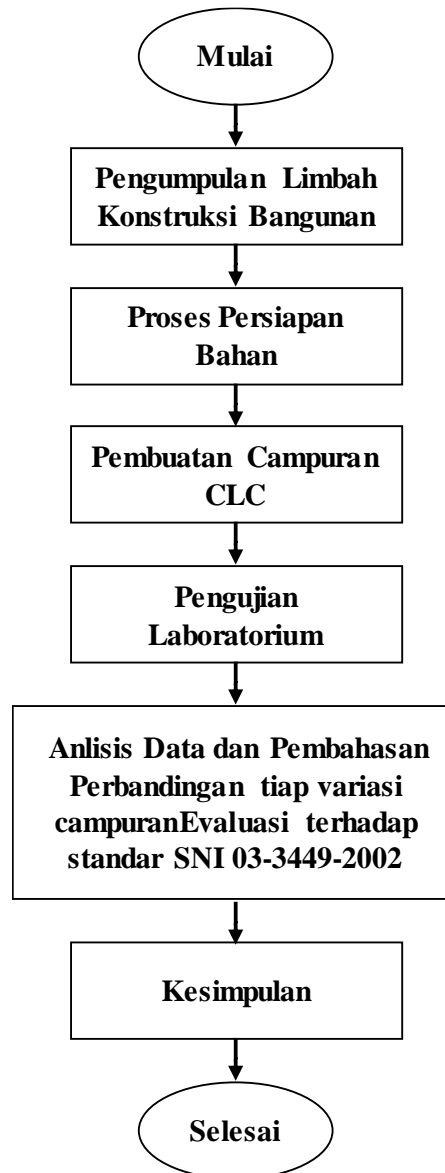
Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium, dengan pendekatan comparative analysis terhadap beberapa variasi campuran limbah konstruksi. Variasi yang diuji terdiri dari proporsi limbah konstruksi sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30% terhadap berat pasir sebagai agregat halus. Setiap variasi dibuat tiga benda uji untuk menjaga validitas data.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan meliputi semen Portland tipe I, pasir halus, foaming agent, air bersih, dan limbah konstruksi hasil kerja praktek mahasiswa yaitu kerja konstruksi batu dan drainase. Selanjutnya limbah tersebut dikeringkan dan disaring menggunakan saringan ukuran 4,75 mm agar homogen sama seperti dilakukan pada bahan pasir. Peralatan yang digunakan meliputi mixer, cetakan bata ringan (dimensi 60×20×10 cm), timbangan digital, alat uji kuat tekan, serta mesin penggetar.

3.3 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah penelitian disusun secara sistematis seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Prosedur Penelitian dimulai dari pengumpulan limbah konstruksi bangunan selanjutnya melakukan proses persiapan bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan campuran CLC. Pada pencetakan dan perawatan bata ringan dilakukan dengan memasukkan campuran CLC kedalam cetakan yang telah disediakan selanjutnya pada umur CLC yang ditetapkan dilaksanakan pengujian Laboratorium teknik Sipil PNJ seterusnya dilakukan analisis data dan pembahasan dengan membandingkan tiap variasi campuran Evaluasi terhadap standar SNI 03-3449-2002 selanjutnya kesimpulan dan penutup.



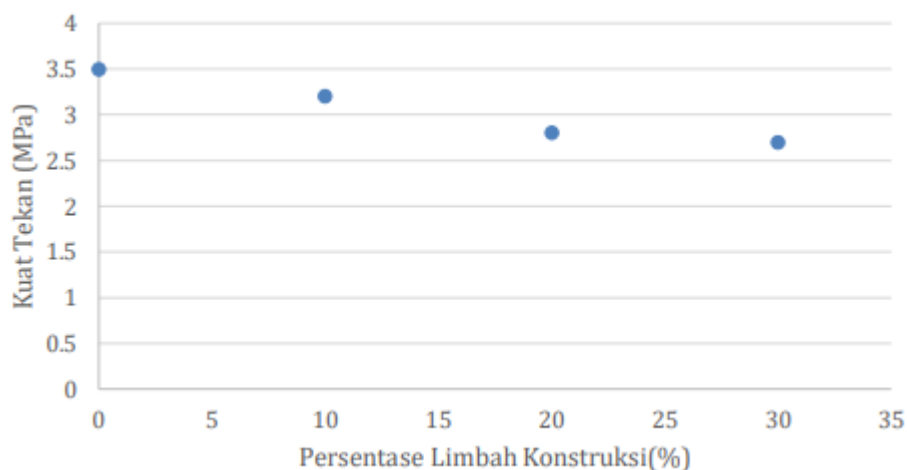
Gambar 1. Flow Chart Tahapan Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan limbah konstruksi berpengaruh signifikan terhadap sifat fisik dan mekanik CLC. Berikut hasil pengujian karakteristik utama pada tabel 1 dibawah ini.

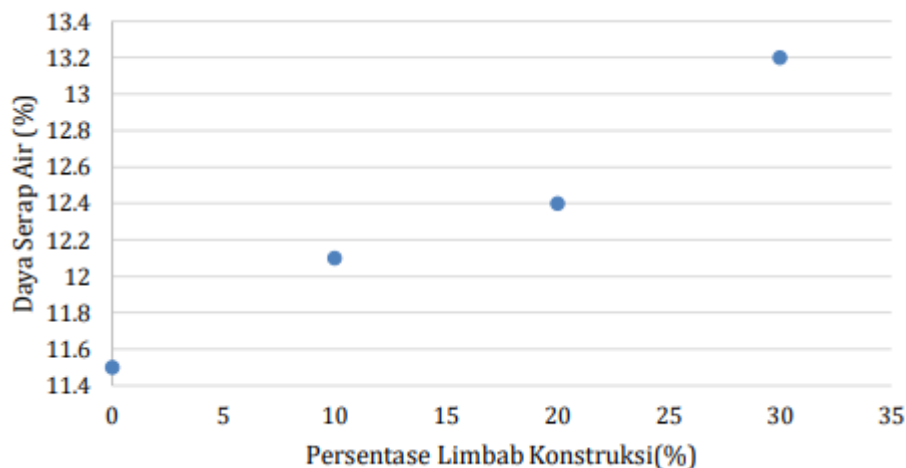
Tabel 1. Hasil Kuat Tekan dan Daya Serap Air

| Persentase Limbah (%) | Berat Jenis (kg/m ³) | Kuat Tekan (MPa) | Daya Serap Air (%) |
|-----------------------|----------------------------------|------------------|--------------------|
| 0 | 940 | 3.5 | 11.5 |
| 10 | 870 | 3.2 | 12.0 |
| 20 | 830 | 2.8 | 12.4 |
| 30 | 800 | 2.7 | 13.2 |



Gambar 2. Hasil kuat tekan terhadap persentase limbah konstruksi (%)

Pada Gambar 2 hasil kuat tekan terhadap penambahan persentase limbah konstruksi pada campuran bata ringan CLC maka hasil yang diperoleh semakin menurun dengan hasil kuat tekan 2,7-3,5 Mpa dengan semakin banyaknya limbah di dalam campuran bata ringan CLC. Ini dikarenakan limbah konstruksi lebih banyak menyerap air terlebih dahulu dan banyak gelembung-gelembung udara yang mengisi pada campuran bata ringan CLC. Namun, penurunan kuat tekan masih dalam batas wajar dan memenuhi standar SNI 6882:2014. Secara visual, bata ringan hasil substitusi 20% memiliki struktur homogen dan permukaan lebih halus. Hasil ini mendukung penerapan konsep konstruksi berkelanjutan dengan pengurangan penggunaan pasir alam



Gambar 3. Hasil Daya Serap Air dengan persentase limbah konstruksi pada campuran CLC

Pada Gambar 3 diatas menunjukan bahawa semakin tinggi proporsi limbah konstruksi, menyebabkan daya serap air semakin tinggi ini dikarenakan pada campuran bata ringan CLC masih ada rongga-rongga yang dapat menyerap air lebih banyak dibandingkan bata ringan CLC menggunakan pasir saja.

5. KESIMPULAN

Pemanfaatan limbah konstruksi sebagai bahan tambah pembuatan bata ringan jenis CLC menunjukkan hasil yang potensial. Penambahan limbah konstruksi dari 0; 10; 20 dan 30% dari berat pasir dapat menurunkan berat jenis bata ringga hingga 800 kg/m³ dari berat jenis 940 kg/m³ menggunakan bahan pasir pada campuran bata ringan CLC. Sedangkan hasil kuat tekan masih di atas rata-rata sebesar 2,7-3.5 Mpa dengan daya serap air sebesar antara 11,5-13,2 %, sesuai standar mutu bata ringan struktural ringan. Inovasi ini berkontribusi terhadap pengurangan limbah konstruksi dan mendukung penerapan prinsip sustainable construction.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada P3M PNJ yang telah mendana internal PNJ untuk mendukung penelitian ini dengan Skema Penelitian 724/PL3./PT.00.06/2025

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, L., Putra, M., & Santosa, D. (2021). Analisis sifat termal bata ringan berbahan limbah konstruksi. *Jurnal Rekayasa Material*, 7(2), 115–122.
- BSN. (2020). SNI 03-3449-2002: Bata ringan untuk konstruksi bangunan. Badan Standardisasi Nasional.
- Gunawan, E., & Prasetyo, D. (2020). Pemanfaatan limbah beton sebagai substitusi agregat halus pada beton ringan struktural. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 8(1), 23–30.
- Hidayat, A., Lestari, F., & Rahmawati, D. (2019). Dampak lingkungan dari limbah konstruksi dan strategi penanganannya. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 5(3), 45– 53.
- Kurniawan, B., Susanti, T., & Darmawan, Y. (2021). Pengaruh penggunaan limbah beton terhadap kuat tekan beton ringan. *Jurnal Teknologi Konstruksi*, 9(1), 33–40.
- Mulyono, A., Wibowo, S., & Pranata, R. (2022). Inovasi bata ringan CLC berbasis limbah konstruksi. *Jurnal Rekayasa dan Inovasi Material*, 10(2), 98–106.
- PUPR. (2021). Laporan Pengelolaan Limbah Konstruksi Nasional 2021. Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PUPR.
- Putra, F., Hapsari, A., & Siregar, M. (2020). Analisis ekonomi penggunaan limbah konstruksi pada produksi bata ringan. *Jurnal Ekoteknik*, 12(1), 51–60.
- Sari, M., & Nugroho, A. (2021). Konsep 3R dalam pengelolaan limbah konstruksi berkelanjutan. *Jurnal Manajemen Infrastruktur*, 6(2), 87–95.
- Widodo, A., & Rahman, F. (2020). Karakteristik dan potensi pemanfaatan limbah konstruksi di Indonesia. *Jurnal Riset Teknologi Sipil*, 14(3), 201–210.
- Susilo, T., & Hartono, P. (2019). Karakteristik fisik dan mekanik bata ringan jenis Cellular Lightweight Concrete (CLC). *Jurnal Bahan Bangunan*, 5(1), 72–79.
- Yuliana, E., & Setiawan, H. (2023). Circular economy dalam pemanfaatan limbah konstruksi untuk bahan bangunan hijau. *Jurnal Teknik dan Lingkungan*, 11(1), 9–18.