

Pengaruh penggunaan bata ringan (CLC) terhadap kuat tekan, berat jenis, dan serapan air dalam konstruksi

Revina Aprilia Efendi

program studi Teknik Sipil, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: *240901110008@student.uin-malang.ac.id

Kata Kunci:

beton ramah lingkungan, limbah material, konstruksi berkelanjutan, daur ulang.

Keywords:

green concrete, waste material, sustainable .construction, recycling.

ABSTRAK

Beton ramah lingkungan atau green concrete merupakan inovasi dalam dunia konstruksi yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan melalui pemanfaatan limbah industri maupun domestik sebagai bahan substitusi dalam campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi pemanfaatan limbah material seperti abu terbang, slag, plastik daur ulang, dan kaca sebagai pengganti sebagian semen atau agregat dalam beton. Metode penelitian yang digunakan adalah kajian literatur (literature review) dari berbagai penelitian sebelumnya, termasuk penelitian dosen UIN Maulana Malik Ibrahim

Malang. Hasil kajian menunjukkan bahwa penggunaan limbah material dapat meningkatkan kinerja beton dalam beberapa aspek mekanik, sekaligus mengurangi emisi karbon dan volume limbah yang terbuang. Artikel ini merekomendasikan penerapan lebih luas beton ramah lingkungan pada proyek konstruksi di Indonesia serta penelitian lebih lanjut pada skala lapangan.

ABSTRACT

Green concrete is an innovation in the construction industry aimed at reducing the negative impact on the environment through the utilization of industrial and domestic waste materials as substitutes in concrete mixtures. This study aims to examine the potential of waste materials such as fly ash, slag, recycled plastic, and glass as partial replacements for cement or aggregates in concrete. The research method used is a literature review from various previous studies, including works by lecturers at UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. The findings show that the use of waste materials can improve the mechanical performance of concrete, while also reducing carbon emissions and the volume of waste disposed. This article recommends the wider application of green concrete in construction projects in Indonesia and further research on field-scale implementation.

Pendahuluan

Industri konstruksi memegang peranan besar dalam penggunaan bahan bangunan dan berdampak pada lingkungan serta aspek teknis struktur. Salah satu tantangan dalam bidang teknik sipil adalah bagaimana mengembangkan material yang lebih ramah lingkungan namun tetap memenuhi persyaratan dasar struktur, seperti kuat tekan, berat jenis, dan daya serap air. Dalam konteks ini, inovasi beton yang memanfaatkan limbah material menjadi sangat relevan. Bahan baku konvensional seperti semen dan agregat berat memang sudah banyak dipakai—sebagaimana ditelaah pada buku “Mekanika Teknik: Struktur Statis Tertentu” yang membahas beban dan struktur statis dalam konstruksi. Sementara, aspek geoteknik seperti sifat tanah dan pengaruh material terhadap struktur bawah juga mempunyai relevansi karena setiap



bahan konstruksi harus mempertimbangkan interaksi dengan tanah dasar; hal ini tercermin pada Modul Praktikum Mekanika Tanah yang membahas prosedur dan parameter-pengujian material tanah. Karena itu, penting untuk mengeksplorasi bagaimana pemanfaatan limbah material dalam beton tidak hanya berdampak positif terhadap lingkungan, tetapi juga memenuhi persyaratan teknis seperti:

1. Kuat tekan yang memadai untuk elemen konstruksi.
2. Berat jenis yang optimal untuk beban mati dan desain struktur.
3. Serapan air yang terkendali untuk durabilitas.

Tujuan artikel ini adalah untuk menjelaskan dan menganalisis bagaimana inovasi beton berbasis limbah material dapat diterapkan dalam konstruksi, serta mengkaji pengaruhnya terhadap sifat-sifat beton utama tersebut.

Sub Pendahuluan

Ruang lingkup material dan konstruksi

Dalam praktik konstruksi, material-utama seperti beton dan bata sering diuji dan dianalisis aspek mekaniknya (Sedayu, 2013). Di sisi geoteknik, modul-praktikum seperti yang disusun syihabuddin menyoroti pentingnya pengujian-material (berat jenis, kadar air, volum tanah) sebagai acuan mutu (Thilal, 2025). Dengan analogi ini, beton yang menggunakan limbah material juga harus melalui pengujian serupa agar dapat diterapkan secara andal.

Definisi dan konsep inovasi beton ramah lingkungan

inovasi beton” di sini merujuk pada penggunaan limbah material sebagai substitusi sebagian bahan konvensional (semen, agregat) dalam campuran beton. “ramah lingkungan” berarti mengurangi penggunaan bahan alam, menurunkan emisi karbon, dan mendaur ulang limbah industri. Konsep ini menjadi penting ketika memperhitungkan berat jenis dan kuat tekan—karena bahan baru bisa mempengaruhi keduanya (Du & Tan, 2014).

Pembahasan

Pemanfaatan limbah material dalam beton menjadi salah satu inovasi penting untuk mendukung konstruksi yang lebih ramah lingkungan. Limbah seperti *fly ash*, *slag*, kaca daur ulang, dan limbah plastik dapat digunakan sebagai bahan substitusi sebagian semen maupun agregat. Pendekatan ini membantu mengurangi eksploitasi bahan alam dan menekan jumlah limbah industri yang berpotensi merusak lingkungan. Dalam prinsip rekayasa struktur, upaya pengurangan beban mati pada bangunan juga menjadi pertimbangan penting sebagaimana dijelaskan pada konsep perencanaan struktur. Oleh karena itu, pemilihan material harus mempertimbangkan dampaknya terhadap kekuatan serta efisiensi struktur (Sedayu, 2012). Pada penerapannya, limbah harus diolah sesuai karakteristik masing-masing. *Fly ash* dan *slag* dapat meningkatkan kerapatan beton melalui reaksi *pozzolanik*, sehingga kuat tekan jangka panjang dapat meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan limbah bukan hanya untuk tujuan keberlanjutan, tetapi juga berpotensi memperbaiki kualitas beton. Sementara itu,

limbah plastik dan agregat ringan lain mampu menurunkan berat jenis beton. Beton dengan berat lebih rendah tentu mengurangi beban total yang diteruskan ke struktur dan tanah dasar, sehingga desain struktur secara keseluruhan bisa direncanakan lebih efisien. Hal ini berkaitan dengan prinsip perhitungan beban dan kesetimbangan struktur serta hubungan beban terhadap tanah sebagai media dukung.

Namun demikian, pemanfaatan limbah juga memiliki tantangan, khususnya pada sifat **porositas** material. Beberapa jenis limbah seperti plastik tidak memiliki adhesi yang baik dengan pasta semen sehingga dapat menimbulkan rongga udara di dalam beton. Kondisi ini dapat menyebabkan serapan air meningkat, berpotensi menurunkan durabilitas dan meningkatkan kerusakan akibat korosi tulangan. Oleh karena itu, perlu adanya upaya seperti penggunaan aditif, modifikasi proses pencampuran, atau perlakuan permukaan material limbah agar meningkatkan daya ikatnya dengan semen. Secara keseluruhan, inovasi beton berbahan limbah menunjukkan bahwa material ini mampu memberikan keuntungan teknis dan lingkungan. Beton dapat tetap memiliki kuat tekan yang baik, berat jenis lebih ringan, dan kontribusi signifikan dalam mengurangi limbah industri. Namun, penerapannya tetap perlu melalui uji laboratorium dan standardisasi untuk memastikan material memenuhi persyaratan konstruksi yang aman dan andal. Dengan dukungan penelitian berkelanjutan dan panduan teknis yang jelas, beton ramah lingkungan ini sangat berpotensi digunakan secara luas pada proyek pembangunan masa depan.

Pemanfaatan limbah dalam beton

Pemanfaatan limbah sebagai bahan campuran beton merupakan upaya penting untuk mendukung konstruksi berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada material alam tetapi juga membantu menekan volume limbah industri yang semakin meningkat. Dalam konteks rekayasa konstruksi, pemilihan material harus mempertimbangkan dampaknya terhadap struktur secara langsung, terutama pada beban yang diteruskan melalui elemen struktural seperti portal dan pelat.

Jenis limbah yang dimanfaatkan

Jenis limbah umum yang digunakan antara lain (Kuri Et Al., 2023):

1. Fly ash dan slag → sebagai substitusi semen karena sifat pozzolanik yang memperkuat struktur semen.
2. Limbah kaca → sebagai agregat halus untuk menambah kekerasan permukaan beton.
3. Plastik daur ulang → digunakan pada beton ringan sebagai pengganti sebagian

agregat kasar.

2. Keuntungan dalam penggunaan limbah (Kuri Et Al., 2023):

1. Menurunkan emisi CO₂ dari industri semen.
2. Mengurangi eksploitasi bahan alam (pasir dan batu pecah).
3. Mempercepat proses daur ulang limbah industry.

Pengaruh limbah terhadap sifat beton

Agar layak diterapkan, beton limbah harus memenuhi standar sifat mekanik dan fisik. Ini sejalan dengan prinsip dasar analisis material yang juga diterapkan dalam pengujian tanah untuk keperluan konstruksi.

Pengaruh terhadap kuat tekan

Fly ash dan slag dapat meningkatkan kuat tekan jangka panjang karena reaksi kimia tambahan yang memperbaiki ikatan antar partikel. Namun, pada umur awal, kuat tekan bisa sedikit lebih rendah karena hidrasi berlangsung lebih lambat. Proporsi limbah yang terlalu tinggi dapat menurunkan kepadatan dan kekuatan material, sehingga optimasi campuran sangat dibutuhkan.

Pengaruh terhadap berat jenis

Penggunaan limbah agregat ringan, terutama plastik, membuat beton lebih ringan. Beton ringan ini menguntungkan saat diterapkan pada bangunan bertingkat karena:

- A) Beban mati struktur lebih rendah. Dimensi struktur dapat direncanakan lebih efisien.
- B) Tekanan terhadap tanah dasar dapat berkurang. Hal ini menjadi nilai tambah dalam perencanaan yang berorientasi biaya dan keselamatan (El-Hassan Et Al., 2023).

Pengaruh terhadap serapan air

Beberapa limbah memiliki pori-pori tinggi sehingga dapat meningkatkan serapan air. Dampaknya:

1. Risiko kerusakan lebih cepat apabila terjadi rembesan.
2. Potensi korosi tulangan lebih tinggi jika beton bertulang.

Solusi yang umum dilakukan:

1. Menambah aditif kedap air.
2. Mengoptimalkan perbandingan air dan semen.
3. Melakukan pelapisan permukaan beton.

4. Implikasi terhadap konstruksi dan lingkungan

Penggunaan limbah pada beton tidak hanya berpengaruh pada kualitas material, tetapi

juga berdampak luas pada perancangan struktur dan lingkungan sekitar.

Efisiensi konstruksi

Dengan berat jenis yang lebih rendah, pemakaian beton limbah dapat menekan biaya struktur terutama pada pondasi dan elemen pendukung beban. Selain itu, beton ringan lebih mudah dikerjakan di lapangan sehingga mempersingkat waktu konstruksi.

Tinjauan keberlanjutan

Beton berbahan limbah turut berperan dalam:

1. Menekan pemanasan global melalui pengurangan produksi semen
2. Menyelamatkan lingkungan dari akumulasi limbah
3. Mendorong pemanfaatan kembali hasil samping industri

Namun, penggunaan material limbah masih memerlukan standarisasi, sertifikasi kualitas, serta validasi melalui uji laboratorium untuk memastikan material aman digunakan secara luas.

Kesimpulan

Pemanfaatan limbah sebagai bahan campuran beton merupakan teknik inovatif dalam mewujudkan konstruksi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penggunaan limbah seperti fly ash, slag, kaca daur ulang, dan teknik dapat membantu mengurangi penggunaan bahan alam sekaligus menekan jumlah limbah teknik yang terbuang. Pengaruhnya terhadap sifat beton menunjukkan bahwa kuat tekan dapat tetap optimal apabila komposisi limbah diatur dengan tepat, sementara penurunan berat jenis menjadi keunggulan dalam efisiensi desain struktur dan beban mati bangunan sebagaimana pentingnya perhitungan beban dalam rekayasa struktur. Namun demikian, peningkatan serapan air pada beton berbahan limbah masih menjadi tantangan sehingga perlu strategi pengendalian agar durabilitas tetap terjaga, selaras dengan prinsip karakterisasi material dalam pengujian Teknik sipil. Dengan demikian, beton limbah berpotensi besar untuk digunakan secara luas apabila tetap memenuhi standar teknis dan kualitas yang telah ditetapkan.

Saran

Untuk mendukung penerapan beton ramah lingkungan secara optimal, diperlukan penelitian lanjutan mengenai proporsi campuran limbah yang ideal agar kuat tekan, berat jenis, dan serapan air tetap sesuai standar konstruksi. Pengujian laboratorium yang lebih mendalam juga harus dilakukan untuk memastikan kualitas material dapat diterima pada berbagai jenis konstruksi, baik struktural maupun non-struktural. Selain itu, perlu adanya perumusan regulasi dan panduan teknis nasional yang mendukung penggunaan material limbah dalam konstruksi sehingga dapat diaplikasikan dengan aman, efisien, dan konsisten di lapangan. Kerja sama antara akademisi, peneliti, dan industri konstruksi sangat diperlukan agar inovasi ini berkembang dan mampu memberikan kontribusi besar bagi lingkungan serta keberlanjutan pembangunan di

masa depan.

Daftar Pustaka

- Du, H., & Tan, K. H. (2014). Concrete with Recycled Glass as Fine Aggregates. *ACI Materials Journal*, January-February. https://www.researchgate.net/profile/Hongjian-Du/publication/283439859_Concrete_with_Recycled_Glass_as_Fine_Aggregates/links/5638575b08ae78d01d3954f7/Concrete-with-Recycled-Glass-as-Fine-Aggregates.pdf
- El-Hassan, H., Kianmehr, P., Tavakoli, D., El-Mir, A., & Dehkordi, R. S. (2023). Synergic effect of recycled aggregates, waste glass, and slag on the properties of pervious concrete. *Developments in the Built Environment*, 15, 100189. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100189>
- Kuri, J., Hosan, A., Shaikh, F., & Biswas, W. (2023). The Effect of Recycled Waste Glass as a Coarse Aggregate on the Properties of Portland Cement Concrete and Geopolymer Concrete. *Buildings*, 13(3), 586. <https://doi.org/10.3390/buildings13030586>
- Sedayu, A. (2012). *Mekanika Teknik Struktur Statis Tertentu (1)* (Vol. 1). UIN Maliki Press. <https://repository.uin-malang.ac.id/4452/1/Buku%20Mekanika%20Teknik%20Jilid-1.pdf>
- Sedayu, A. (2013). *Mekanika Teknik Struktur Statis Tertentu (2)* (Vol. 2). UIN Maliki Press. <https://repository.uin-malang.ac.id/543/>
- Thilal, S. (2025). *Modul Praktikum Mekanika Tanah*. <https://repository.uin-malang.ac.id/24268/2/24268.pdf>