

# Pemanfaatan Material Bangunan Ramah Lingkungan Berbasis Teknologi Tepat Guna untuk Optimalisasi Kinerja Struktur di Kawasan Perkotaan

Muhammad Candra Saputro

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang  
Gedung Pusat Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang*

E-mail : candramuhammad868@gmail.com

## Abstrak

*Peningkatan pembangunan di kawasan perkotaan menuntut penggunaan material bangunan yang tidak hanya memenuhi aspek kekuatan dan keselamatan struktur, tetapi juga berwawasan lingkungan. Penggunaan material konvensional seperti semen Portland dan baja dalam jumlah besar terbukti berkontribusi terhadap peningkatan emisi karbon dan degradasi lingkungan. Artikel ini bertujuan mengkaji pemanfaatan material bangunan ramah lingkungan berbasis teknologi tepat guna dalam upaya mengoptimalkan kinerja struktur di kawasan perkotaan. Metode yang digunakan adalah studi literatur terhadap jurnal nasional dan internasional sepuluh tahun terakhir. Hasil kajian menunjukkan bahwa material seperti beton ramah lingkungan, bambu rekayasa, dan baja daur ulang mampu meningkatkan efisiensi struktur, menurunkan beban lingkungan, serta tetap memenuhi persyaratan teknis bangunan. Teknologi tepat guna berperan penting dalam mendukung penerapan material tersebut agar sesuai dengan kondisi lokal perkotaan.*

**Kata Kunci:** akmaterial bangunan, beton ramah lingkungan, kinerja struktur, teknologi tepat guna

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan wilayah perkotaan di Indonesia mengalami peningkatan yang sangat pesat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi. Kondisi ini berdampak langsung pada meningkatnya kebutuhan bangunan gedung dan infrastruktur. Di sisi lain, sektor konstruksi merupakan salah satu penyumbang emisi karbon terbesar akibat penggunaan material konvensional yang intensif energi.

Material bangunan seperti semen dan baja memerlukan energi besar dalam proses produksinya sehingga menghasilkan emisi gas rumah kaca dalam jumlah signifikan. Oleh karena itu, konsep pembangunan berkelanjutan menjadi sangat relevan untuk diterapkan di kawasan perkotaan. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan material bangunan ramah lingkungan yang didukung oleh penerapan teknologi tepat guna.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Metodologi Penelitian

Penulisan artikel ini menggunakan metode studi literatur dengan mengkaji berbagai sumber pustaka berupa jurnal ilmiah nasional dan internasional, buku teks, serta laporan penelitian yang relevan. Literatur dibatasi pada publikasi sepuluh tahun terakhir agar informasi yang digunakan tetap aktual. Analisis dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan menitikberatkan pada aspek karakteristik material, kinerja struktur, serta dampak lingkungan.

## 2. Tabel

Tabel 1. Ringkasan Material Bangunan Ramah Lingkungan Berbasis Teknologi Tepat Guna

No	Jenis Material	Karakteristik Utama	Keunggulan Struktural	Potensi Penerapan Perkotaan
1	Beton ramah lingkungan	Substitusi semen dengan fly ash atau slag	Durabilitas tinggi, kuat tekan memadai	Gedung bertingkat, perkerasan jalan
2	Bambu rekayasa	Material alami, ringan, direkayasa secara laminasi	Rasio kuat–berat tinggi, respons gempa baik	Hunian, bangunan bertingkat rendah
3	Baja daur ulang	Hasil peleburan dan pemanfaatan ulang baja bekas	Sifat mekanik setara baja primer	Struktur utama bangunan gedung
4	Material lokal inovatif	Pemanfaatan sumber daya lokal berbasis TTG	Efisiensi biaya, mudah diaplikasikan	Bangunan skala kecil–menengah

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Beton Ramah Lingkungan

Beton ramah lingkungan merupakan beton yang dirancang untuk mengurangi dampak lingkungan tanpa menurunkan kinerja strukturalnya. Upaya ini dilakukan melalui penggantian sebagian semen Portland dengan material tambahan seperti fly ash, slag, maupun abu sekam padi. Penggunaan material tersebut mampu menekan emisi karbon karena produksi semen merupakan salah satu penyumbang CO<sub>2</sub> terbesar di sektor konstruksi.

Secara struktural, beton ramah lingkungan menunjukkan performa yang kompetitif. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa beton dengan substitusi fly ash hingga 30–40% masih mampu mencapai kuat tekan yang memenuhi standar bangunan gedung. Selain itu, beton jenis ini memiliki durabilitas yang lebih baik terhadap lingkungan agresif perkotaan, seperti polusi udara dan air tanah yang mengandung zat kimia.

### 2. Bambu Rekayasa sebagai Material Struktur

Bambu merupakan material alami yang memiliki kekuatan tarik tinggi serta waktu tumbuh yang relatif singkat dibandingkan kayu keras. Dalam konteks teknologi tepat guna, bambu dapat direkayasa melalui proses laminasi atau pengawetan sehingga memiliki dimensi dan kekuatan yang lebih seragam. Hal ini memungkinkan bambu digunakan sebagai elemen struktural seperti balok, kolom, dan rangka bangunan.

Keunggulan utama bambu rekayasa adalah rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi. Beban mati struktur yang lebih ringan berdampak positif terhadap respons bangunan terhadap beban gempa, yang merupakan isu penting di kawasan perkotaan Indonesia. Selain itu, pemanfaatan bambu lokal juga mendukung aspek sosial dan ekonomi masyarakat sekitar.

### 3. Baja Daur Ulang

Baja daur ulang diperoleh dari proses peleburan kembali baja bekas sehingga dapat digunakan kembali sebagai material konstruksi. Dari sisi mekanik, baja daur ulang memiliki sifat yang hampir sama dengan baja primer, seperti kuat tarik dan modulus elastisitas, sehingga aman digunakan pada elemen struktur utama.

Pemanfaatan baja daur ulang memberikan kontribusi besar terhadap pengurangan konsumsi energi dan eksplorasi sumber daya alam. Dalam pembangunan perkotaan yang berskala besar, penggunaan baja daur ulang dapat menjadi solusi efektif untuk menekan dampak lingkungan tanpa mengorbankan keselamatan struktur.

#### 4. Peran Teknologi Tepat Guna dalam Optimalisasi Struktur

Teknologi tepat guna menekankan pada penerapan metode dan peralatan yang sesuai dengan kondisi lokal, mudah diaplikasikan, serta efisien dari sisi biaya dan sumber daya. Dalam konstruksi perkotaan, teknologi ini dapat berupa sistem pracetak sederhana, penggunaan modul struktur berulang, serta metode pelaksanaan yang tidak memerlukan peralatan berat berteknologi tinggi. Integrasi antara material ramah lingkungan dan teknologi tepat guna mampu meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek, mengurangi limbah konstruksi, serta meminimalkan gangguan terhadap lingkungan sekitar. Pendekatan ini sangat relevan untuk diterapkan pada kawasan perkotaan dengan keterbatasan lahan dan kepadatan aktivitas yang tinggi.

### IV. KESIMPULAN

Pemanfaatan material bangunan ramah lingkungan berbasis teknologi tepat guna merupakan solusi strategis dalam mengoptimalkan kinerja struktur di kawasan perkotaan. Material seperti beton ramah lingkungan, bambu rekayasa, dan baja daur ulang mampu memberikan kinerja struktural yang baik sekaligus menurunkan dampak negatif terhadap lingkungan.

### V. UCAPAN TERIMA KASIH (Jika ada)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Semarang atas dukungan akademik dan fasilitas yang diberikan selama proses penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para dosen pembimbing dan rekan-rekan yang telah memberikan masukan, saran, serta diskusi yang konstruktif sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga artikel ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil, khususnya terkait pemanfaatan material bangunan ramah lingkungan di kawasan perkotaan.

### VI. REFERENSI

- [1] Ashby, M. F. (2016). *Materials and the environment: Eco-informed material choice* (2nd ed.). Elsevier.
- [2] Green Building Council Indonesia. (2019). *Greenship rating tools for new buildings*. GBCI.
- [3] Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, properties, and materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- [4] Neville, A. M. (2011). *Properties of concrete* (5th ed.). Pearson Education Limited.
- [5] Pacheco-Torgal, F., Cabeza, L. F., Labrincha, J. A., & de Magalhães, A. (2014). *Eco-efficient construction and building materials*. Woodhead Publishing.
- [6] Reddy, B. V. V., & Jagadish, K. S. (2003). Embodied energy of common and alternative building materials and technologies. *Energy and Buildings*, 35(2), 129–137. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(01\)00141-4](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(01)00141-4)
- [7] Sutrisno, W., & Nugroho, A. (2018). Pemanfaatan fly ash sebagai bahan substitusi semen pada beton ramah lingkungan. *Jurnal Teknik Sipil*, 25(3), 215–223.
- [8] Surono, U. B. (2017). Peningkatan sifat mekanik bambu sebagai material konstruksi ramah lingkungan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 11(1), 45–52.
- [9] World Green Building Council. (2020). *The business case for green buildings*. WGBC.
- [10] Yunus, A., & Pratama, D. R. (2021). Analisis penggunaan baja daur ulang pada struktur bangunan gedung. *Jurnal Konstruksi*, 19(2), 101–110.