

R. Gunawan¹

MATERIAL BERKELANJUTAN: KOMPREHENSIF TENTANG REKAYASA DAN APLIKASI

KONSTRUKSI TINJAUAN

Abstrak

Pembangunan infrastruktur dan bangunan merupakan salah satu sektor yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan ekonomi. Namun, sektor ini juga memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, seperti emisi gas rumah kaca, konsumsi sumber daya alam, dan limbah. Material konstruksi merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi dampak lingkungan dari pembangunan infrastruktur dan bangunan. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan tinjauan komprehensif tentang material konstruksi berkelanjutan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah studi literatur yang diperoleh dari Google Scholar. Data yang telah terkumpul kemudian dianalisis menggunakan tiga tahapan yakni reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material konstruksi berkelanjutan memiliki berbagai keunggulan, antara lain mengurangi dampak lingkungan, meningkatkan efisiensi energi, dan meningkatkan kualitas hidup. Material konstruksi berkelanjutan dapat diaplikasikan pada berbagai jenis bangunan, antara lain bangunan gedung, infrastruktur dan konstruksi sipil. Material konstruksi berkelanjutan merupakan solusi yang penting untuk mengurangi dampak negatif dari pembangunan infrastruktur dan bangunan. Material ini memiliki berbagai keunggulan dan dapat diaplikasikan pada berbagai jenis bangunan.

Kata Kunci: Material Konstruksi, Rekayasa, Aplikasi

Abstract

Infrastructure and building development is one of the sectors that has an important role in economic growth. However, this sector also has negative impacts on the environment, such as greenhouse gas emissions, natural resource consumption, and waste. Construction materials are one of the factors that can affect the environmental impact of infrastructure and building development. The purpose of this research is to conduct a comprehensive review of sustainable construction materials. This research uses qualitative research methods. The data collection technique in this research is a literature study obtained from Google Scholar. The data that has been collected is then analyzed using three stages, namely data reduction, data presentation and conclusion drawing. The results showed that sustainable construction materials have various advantages, including reducing environmental impacts, increasing energy efficiency, and improving quality of life. Sustainable construction materials can be applied to various types of buildings, including buildings, infrastructure and civil construction. Sustainable construction materials are an important solution to reduce the negative impacts of infrastructure and building development. These materials have various advantages and can be applied to various types of buildings.

Keywords: Construction Materials, Engineering, Application

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur dan bangunan memegang peranan yang sangat signifikan dalam pertumbuhan ekonomi suatu negara, sebagai sektor yang melibatkan pembangunan jalan, jembatan, fasilitas transportasi, perumahan, serta bangunan komersial dan industri, aktivitas ini

¹ Politeknik Raflesia
email: gunawansabri1@gmail.com

tidak hanya menciptakan lapangan kerja dan menyediakan infrastruktur dasar yang diperlukan untuk kegiatan ekonomi, tetapi juga memicu pertumbuhan sektor-sektor terkait (Iriyena et al., 2019). Investasi dalam infrastruktur dan bangunan tidak hanya meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan menyediakan akses yang lebih baik ke layanan dasar seperti transportasi, air, dan energi, tetapi juga mendukung pengembangan ekonomi regional dan nasional dengan menciptakan peluang investasi baru, meningkatkan produktivitas, dan mendorong pertumbuhan bisnis (Santoso, 2020).

Meskipun memiliki peran yang vital dalam pertumbuhan ekonomi, sektor pembangunan infrastruktur dan bangunan juga membawa dampak negatif terhadap lingkungan. Dampak-dampak ini meliputi emisi gas rumah kaca yang berkontribusi pada perubahan iklim global, konsumsi besar sumber daya alam yang tidak terbarukan, serta volume limbah yang dihasilkan (Giandadewi et al., 2017). Material konstruksi, sebagai salah satu elemen utama dalam proses pembangunan, memiliki peran yang signifikan dalam memengaruhi dampak lingkungan dari sektor ini.

Pemilihan material konstruksi yang tidak ramah lingkungan atau penggunaan sumber daya yang tidak berkelanjutan dapat memperburuk dampak negatif terhadap lingkungan, sehingga penting untuk mempertimbangkan pilihan material yang lebih berkelanjutan dalam upaya meminimalkan dampak lingkungan sektor pembangunan infrastruktur dan bangunan. Material konstruksi berkelanjutan adalah jenis material yang memenuhi persyaratan untuk pembangunan bangunan dengan memperhatikan konsep arsitektur ramah lingkungan. Kelayakan suatu material konstruksi dalam hal keberlanjutan dapat dinilai dari fitur-fitur ramah lingkungan yang dimilikinya dalam siklus hidup material tersebut (Sholeh et al., 2020).

Penelitian terdahulu oleh (Irawati et al., 2021) meneliti peluang aplikasi produk bambu rekayasa dalam pembangunan infrastruktur berkelanjutan, hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa aspek yang dapat mempengaruhi sifat mekanika produk bambu rekayasa meliputi spesies bambu yang digunakan, bahan pengawet dan perekat, metode pengawetan dan perekatan yang digunakan, serta ukuran partikel bambu. Produk bambu rekayasa dapat diaplikasikan untuk berbagai kebutuhan konstruksi, seperti sebagai elemen balok, kolom, maupun struktur rangka atap.

Penelitian lain oleh (Puro et al., 2014) meneliti pemecahan penggunaan konstruksi beton cor pada rekayasa jalan dalam upaya membangun konstruksi jalan yang berkelanjutan, hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan konstruksi paving block dapat digunakan sebagai alternatif perbaikan jalan selain konstruksi beton cor karena materialnya yang ramah lingkungan. Konstruksi paving block dengan strukturnya yang berpori dapat membantu menyerap air dan mengalirkan ke saluran drainase dengan baik.

Kebaharuan penelitian ini adalah dari obyek penelitiannya yakni tinjauan komprehensif tentang material konstruksi berkelanjutan yang belum pernah diteliti sebelumnya. Tinjauan ini dapat memperkuat dasar bagi pengembangan prinsip-prinsip desain yang lebih ramah lingkungan dalam industri konstruksi, mempromosikan pendekatan berkelanjutan dalam merancang bangunan. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan tinjauan komprehensif tentang material konstruksi berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif. Metode kualitatif merupakan suatu bentuk penelitian ilmiah yang bertujuan untuk mendalami pemahaman terhadap fenomena sosial secara alami. Pendekatan ini menekankan interaksi komunikasi yang mendalam antara peneliti dengan fenomena yang sedang diselidiki untuk memahami konteks sosialnya dengan lebih mendalam (Moleong, 2017). Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah studi literatur yang diperoleh dari Google Scholar dengan periode publikasi 2013-2023. Jenis data pada penelitian ini adalah data sekunder. Data yang telah terkumpul telah dianalisis melalui tiga tahapan. Tahapan pertama adalah reduksi data, di mana data mentah disaring, diatur, dan disederhanakan untuk memudahkan analisis lebih lanjut. Kemudian, data disajikan melalui berbagai metode seperti tabel, grafik, atau diagram untuk memperjelas pola atau tren yang teridentifikasi. Terakhir, dari hasil reduksi dan penyajian data, kesimpulan ditarik untuk menggambarkan temuan atau insight yang diperoleh dari analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Definisi dan klasifikasi material konstruksi berkelanjutan

Sektor konstruksi memiliki peran penting dalam menyediakan infrastruktur daerah dan permukiman bagi manusia, serta bertanggung jawab atas sejumlah besar penggunaan sumber daya, baik sumber daya yang terkait langsung dengan kegiatan konstruksi, maupun sumber daya lainnya yang turut terkena dampak kegiatan konstruksi, seperti lingkungan, sosio-ekonomi, dan budaya (Willar & Trigunarsyah, 2020). Konstruksi berkelanjutan merupakan salah satu bagian penting dari pengembangan berkelanjutan, hal ini dikarenakan konstruksi memberikan kontribusi kepada perekonomian juga dampak penting kepada lingkungan dan sosial. Konsep dasar berkelanjutan adalah mengaplikasikan teknik ramah lingkungan dan praktik berkelanjutan ke dalam operasi. Dalam pelaksanaannya konsep berkelanjutan mempertimbangkan bagaimana lingkungan terintegrasi dengan faktor lain seperti biaya, jadwal, operasi, dan pemeliharaan. Beberapa manfaat konstruksi berkelanjutan adalah meminimalkan dampak lingkungan dan menghasilkan lebih sedikit limbah selama konstruksi (Annisa et al, 2023).

Implementasi konstruksi berkelanjutan di Indonesia yang mengacu terhadap Peraturan Menteri PUPR Nomor 9 Tahun 2021 dikaji dalam beberapa tahap antara lain: perencanaan umum, pemograman, pelaksanaan konsultasi konstruksi, dan pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Dalam pengimplementasian konstruksi berkelanjutan di Indonesia terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dengan serius (Marpaung, 2023). Ada tiga jenis material yang biasa digunakan dalam praktik konstruksi berkelanjutan menurut Gharehbaghi & Georgy (2019), yaitu:

1. Baja

Secara konvensional, baja adalah paduan besi dan elemen material lain yang digabungkan. Karena kekuatan tariknya, baja umumnya digunakan dalam konstruksi. Baja dapat dibentuk menjadi berbagai bentuk dan komposisi dengan panas yang cukup. Dalam praktik konstruksi, baja umumnya digunakan tidak hanya untuk komponen penguat tetapi juga untuk membangun balok dan komponen struktural lainnya.

2. Beton

Beton, pada dasarnya, merupakan material komposit yang banyak digunakan di seluruh industri konstruksi di seluruh dunia. Sebagian besar campuran beton menggunakan semen Portland dan berbagai jenis agregat. Baru-baru ini, ada banyak perkembangan baru dalam penggunaan kembali beton daur ulang sebagai agregat material.

3. Kayu

Kayu adalah salah satu bahan tertua yang digunakan di seluruh industri konstruksi. Meskipun penggunaannya perlahan-lahan telah berkurang, khususnya untuk konstruksi bertingkat tinggi, kayu telah diproses menjadi balok dan komponen struktur penahan beban lainnya di masa lalu. Belakangan ini, penggunaan kayu terutama untuk fit-out dan komponen struktur yang tidak menahan beban.

Karakteristik dan sifat material konstruksi berkelanjutan

Konstruksi berkelanjutan bukan hanya tentang melindungi lingkungan alam, tetapi juga mencakup aspek sosial dan ekonomi yang tak kalah penting. Salah satu aspek penting dari konstruksi berkelanjutan adalah penggunaan bahan bangunan yang ramah lingkungan. Penggunaan bahan daur ulang dan bahan bangunan dengan siklus hidup panjang dapat mengurangi limbah konstruksi yang berakhir di tempat pembuangan sampah. Efisiensi energi juga merupakan komponen penting dari konstruksi berkelanjutan. Bangunan yang dirancang dengan baik dapat mengurangi konsumsi energi untuk pemanasan, pendinginan, dan pencahayaan (Berutu, 2023).

Konstruksi berkelanjutan merupakan prinsip pembangunan yang terciptanya konstruksi bangunan mulai dari dari tahap pemanfaatan bahan baku, perencanaan, infrastruktur, pelaksanaan dan pemakaian produk material konstruksi bangunan yang ramah lingkungan serta pengelolaan limbah. Penggunaan bahan material sangat berperan besar dalam pelaksanaan konstruksi bangunan yang ramah lingkungan. Menurut Imran (2018) material ramah lingkungan memiliki kriteria sebagai berikut;

1. tidak beracun, sebelum maupun sesudah digunakan
2. dalam proses pembuatannya tidak memproduksi zat-zat berbahaya bagi lingkungan

3. dapat menghubungkan kita dengan alam, dalam arti kita makin dekat dengan alam karena kesan alami dari material tersebut (misalnya bata mengingatkan kita pada tanah, kayu pada pepohonan)
4. bisa didapatkan dengan mudah dan dekat (tidak memerlukan ongkos atau proses memindahkan yang besar, karena menghemat energi BBM untuk memindahkan material tersebut ke lokasi pembangunan)
5. bahan material yang dapat terurai dengan mudah secara alami

Rekayasa material konstruksi berkelanjutan

Material ramah lingkungan intinya ialah segala material yang tidak membahayakan lingkungan ataupun pengguna bangunan tersebut. Penggunaan material ini juga dapat berdampak baik terhadap tingkat efisiensi penggunaan sumber daya alam. Penilaian material ramah lingkungan dilihat dari proses pembuatan material tersebut terbuat dari apa, gas emisi karbon yang dihasilkan, dan apakah material tersebut mengandung zat berbahaya atau tidak (Ramadhan et al, 2019). Pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan yang tercantum dalam Bab II Pasal 4, bangunan dapat dikategorikan sebagai bangunan ramah lingkungan yang bersifat sustainable design apabila memenuhi kriteria sebagai berikut

1. Menggunakan material yang ramah lingkungan
2. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana untuk konservasi sumber daya air dalam bangunan gedung
3. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana konservasi dan diverifikasi energi
4. Menggunakan bahan yang bukan perusak ozon dalam bangunan gedung
5. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana pengelolaan air limbah domestik pada bangunan gedung
6. Terdapat fasilitas pemilah sampah
7. Memperhatikan aspek kesehatan bagi penghuni bangunan
8. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana pengolahan tapak berkelanjutan
9. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana untuk mengantisipasi bencana

Dengan demikian, aspek material memiliki peran yang utama dalam menentukan suatu bangunan dapat dikatakan ramah lingkungan.

Aplikasi material konstruksi berkelanjutan

Penggunaan material yang ramah terhadap lingkungan dalam sebuah pembangunan menjadi salah satu aspek penting dalam mewujudkan konstruksi berkelanjutan. Hal ini dapat dilihat dari peran material yang terwujud dalam tiga tahap analisis yang berdasarkan pada kriteria atau kategori penilaian sesuai dengan standar yang telah dibuat oleh Green Building Council Indonesia (GBCI). Kriteria tersebut adalah sumber dan siklus material (Material Resources and Cycle- MRC), efisiensi dan konservasi energi (Energy Efficiency and Conservation- EEC) serta kesehatan dan kenyamanan dalam ruang (Indoor Health and Comfort-IHC) (Mahagarmitha & Amaral, 2017).

Menurut Muliani & Munandar (2022) sesuai dengan kebijakan pemerintah yang berlaku suatu material dapat dikatakan masuk kedalam kategori sustainable design apabila memenuhi kriteria berikut:

1. Menggunakan material secara efisien dan cermat untuk mengurangi sisa bahan yang tidak terpakai (zero waste) dan sistem pencetakan
2. Menggunakan material dan bahan baku yang proses produksinya ramah lingkungan
3. Menyiapkan area pemilahan dan menyelenggarakan manajemen sampah untuk tempat material pelaksanaan proyek sebelum digunakan kembali (daur ulang)
4. Mengutamakan penggunaan material lokal yang mudah diperoleh dari bahan alami disekitar proyek pelaksanaan konstruksi
5. Mendorong penggunaan kembali material untuk kantor proyek, bengkel pekerja konstruksi, dan gudang

Pelaksanaan prinsip keberlanjutan material bangunan dan efisiensi energi pada rumah tinggal meliputi siklus dan efisiensi material yang sesuai dengan konsep ramah lingkungan, terdiri atas beberapa tolok ukur, antara lain (GreenShip dalam Lahji & Walaretina, 2018):

1. Pemakaian kembali material bekas baik dari bangunan lama atau dari tempat lain minimum 5-10% atau lebih dari material bangunan secara keseluruhan

2. Pemakaian kembali hasil olahan material proses daur ulang sebagai material bangunan minimal 5-10% dari material bangunan
3. Pengurangan (pemakaian material dengan secara efisien) melalui analisa beban struktur (value engineering), dengan redimintion material bangunan yang tepat, sesuai besaran beban struktur serta kekutan konstruksinya.
4. Penggunaan material dengan bahan baku utama yang berasal dari sumber daya terbarukan dengan masa panen jangka pendek (<10 thn) minimal 2-5% dari material yang digunakan.
5. Penggunaan material lokal atau regional dengan tujuan mengurangi jejak karbon dan konservasi energi yaitu pengangkutan material tidak melebihi jarak 1000 km dan minimal 10%.

SIMPULAN

Material konstruksi berkelanjutan memiliki sejumlah keunggulan yang signifikan, salah satunya adalah kemampuannya dalam mengurangi dampak lingkungan negatif, serta meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan kualitas hidup secara keseluruhan. Material ini memiliki aplikasi yang luas, dapat digunakan pada berbagai jenis bangunan seperti gedung, infrastruktur, dan konstruksi sipil. Pada pembangunan, material konstruksi berkelanjutan dianggap sebagai solusi yang penting untuk mengurangi dampak negatif yang dihasilkan oleh pembangunan infrastruktur dan bangunan. Keunggulan-keunggulan ini memperkuat nilai penting dari penggunaan material konstruksi berkelanjutan dalam berbagai aplikasi bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa., Ilham., & Wiradinata, I. (2023). Perencanaan Berkelanjutan pada Desain Struktur Atap PT. IPK. *Structure Teknik Sipil*. 5(1), 1-6.
- Berutu, B. (2023). Inovasi Konstruksi Berkelanjutan: Menjaga Lingkungan di Era Teknik. *Tugas Mahasiswa Sipil*. 1(1), 1-17.
- Gharehbaghi, K., & Georgy, M. (2019). Sustainable Construction by Means of Improved Material Selection Process. *International Journal on: The Academic Research Community Publication*. (1), 85-94.
- Giandadewi, D. S., Andarani, P., & Nugraha, W. D. (2017). Potensi Dampak Lingkungan Dalam Sistem Produksi Minyak Kelapa Sawit Mentah (Crude Palm Oil-cpo) Dengan Menggunakan Metode Life Cycle Assessment (Eco-indicator 99)(Studi Kasus: PT. Sinar Mas Agro Resources and Technology Tbk) (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Imran, M. (2018). Material Konstruksi Ramah Lingkungan Dengan Penerapan Teknologi Tepat Guna. *RADIAL – juRnal perADaban saInS, rekayAsa dan teknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo*. 6(2). 146-147.
- Irawati, I. S., Wusqo, U., & Arifin, H. Z. (2021, December). Peluang Aplikasi Produk Bambu Rekayasa Dalam Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan. In *Proceedings (Vol. 9, No. 1, pp. 369-383)*.
- Iriyena, P., Naukoko, A. T., & Siwu, H. F. D. (2019). Analisis pengaruh infrastruktur jalan terhadap pertumbuhan ekonomi di kabupaten kaimana 2007-2017. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 19(02).
- Lahji, K., & Walaretina, R. (2019). Keberlanjutan Material Konstruksi Pada Pembangunan Rumah Betawi. *Seminar Nasional Kota Layak Huni ‘Urbanisasi dan Pengembangan Perkotaan’*. 115-124.
- Mahagarmitha, R., & Amaral, R. (2017). Penggunaan Material Yang Bersahabat Dengan Lingkungan Pada Bangunan Rumah Tinggal Di Kota Balikpapan. *Prosiding Seminar Nasional Energi Efficient For Sustainable Living*. 13-27.
- Marpaung, B. (2023). Konstruksi Berkelanjutan Di Konstruksi Indonesia Berdasarkan Permen Pupr No 9 Tahun 2021: A Review. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*. 8(1), 27-35.
- Moleong, L. J. (2017). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Puro, S., Atmiwyastuti, N., & Restina, N. (2014). Kritik dan pemecahan penggunaan konstruksi beton cor pada rekayasa jalan dalam upaya membangun konstruksi jalan yang berkelanjutan. *Media Teknik Sipil*, 12(2).

- Ramadhan, B., & Pribadi, I., & Rosnarti. (2021). Penggunaan Material Ramah Lingkungan Pada Bangunan Terminal Bandar Udara Dewadaru. Prosiding Seminar Intelektual Muda #6, Rekayasa Lingkungan Terbangun Berbasis Teknologi Berkelanjutan. 322-329.
- Santoso, I. R. (2020). Green Sukuk Dan Tujuan Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan: Peran Dalam Meningkatkan Mitigasi Terhadap Perubahan Iklim. LAPORAN PENELITIAN, 6(5076).
- Sholeh, M. N., Wibowo, M. A., & Sari, U. C. (2020). Pengukuran kinerja rantai pasok konstruksi berkelanjutan dengan pendekatan model Supply Chain Operations Reference (SCOR) 12.0. Jurnal Vokasi Indonesia, 8(2), 114-119.
- Willar, D., & Trigunaryah, B. (2020). Hambatan Penerapan Konstruksi Berkelanjutan: Perspektif Pemerintah. Media Komunikasi Teknik Sipil. 27(1), 18-28.