

DARI KEMASAN KE FASADE: PENDAURAN KREATIF MATERIAL SEBAGAI FASADE ARSITEKTUR BERKELANJUTAN

Bramasta Putra Redyantanu¹

¹Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra

e-mail: bramasta@petra.ac.id¹

INFORMASI ARTIKEL

Received : May, 2025
Accepted : October, 2025
Publish online : October, 2025

ABSTRACT

This study aims to explore the potential use of discarded product packaging materials as façade components in architectural design. It responds to the growing demand for sustainability in architecture, where material selection plays a critical role. The research offers a scholarly contribution by proposing a novel approach to façade materiality, highlighting the innovative use of packaging waste as both expressive and functional design elements—distinct from previous studies that primarily emphasize technical or conventional recycling aspects. The study investigates the relationship between waste, material, and design creativity through a qualitative approach using an exploratory case study method, illustrating how product packaging can be repurposed into inventive façade applications. Three case studies located in Indonesia, identified through a review of published design literature, reinforce the local context of recycled material implementation. The packaging materials are evaluated based on their physical characteristics, supporting construction techniques, and their architectural function and role. The findings reveal the significant potential of using discarded packaging materials as architectural façades, particularly in reducing waste, enhancing environmental sustainability, and lowering construction costs. Furthermore, the study underscores the creative challenges and opportunities for architects in exploring and composing recycled materials. Considerations of material, geometry, and character emerge as key aspects of this materiality. The study suggests that the use of discarded packaging materials not only supports sustainability but also paves the way for innovation in design and creative construction within architecture.

Key words : reuse, recycle, façade, design, sustainable

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi potensi penggunaan material bekas kemasan produk sebagai bahan fasade dalam desain arsitektur. Hal ini merespons tuntutan keberlanjutan dalam arsitektur, di mana pemilihan material memegang peranan penting. Studi ini menawarkan kontribusi ilmiah berupa pendekatan baru terhadap materialitas fasade, dengan menyoroti kebaruan dalam pemanfaatan limbah kemasan sebagai elemen desain yang ekspresif dan fungsional—berbeda dari studi sebelumnya yang cenderung menekankan aspek teknis atau daur ulang konvensional. Studi ini memeriksa relasi antara limbah, material, dan kreativitas desain menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus eksploratif, mengilustrasikan bagaimana kemasan produk dapat dimanfaatkan sebagai fasade yang inovatif. Tiga studi kasus yang dianalisis berlokasi di Indonesia, berdasarkan pencarian data literatur publikasi desain, memperkuat konteks lokal dalam penerapan material daur ulang. Material bekas kemasan dievaluasi berdasarkan karakteristiknya, teknik konstruksi yang mendukung penggunaannya, serta fungsi dan perannya dalam bangunan arsitektur. Hasil penelitian menunjukkan potensi signifikan dari penggunaan material bekas kemasan sebagai fasade arsitektur, terutama dalam mengurangi limbah, meningkatkan keberlanjutan lingkungan, dan mengurangi biaya konstruksi. Selain itu, temuan studi ini menekankan tantangan dan peluang kreativitas bagi arsitek dalam mengeksplorasi dan mengkomposisikan material daur ulang. Pertimbangan bahan, geometri dan karakter menjadi aspek utama dari materialitas ini. Studi ini menyarankan bahwa penggunaan material bekas kemasan tidak hanya mendukung keberlanjutan, tetapi juga membuka jalan bagi inovasi dalam desain serta konstruksi kreatif pada arsitektur.

Kata Kunci: reuse, recycle, fasad, desain, berkelanjutan

PENDAHULUAN

Studi ini bertujuan untuk merefleksikan penggunaan material kemasan daur ulang secara kreatif sebagai fasade dalam desain arsitektur, dengan fokus pada pemetaan potensi penggunaannya secara teknis dan mendukung kreativitas desain [1]. Penggunaan material daur ulang dalam konstruksi arsitektur semakin mendapat perhatian karena dampaknya terhadap keberlanjutan lingkungan [2] dan pengurangan limbah [3]. Secara global, pendekatan upcycling telah menjadi strategi desain yang berkembang dalam merespons krisis ekologis dan kelebihan produksi material industri.

Di Indonesia, limbah kemasan—terutama plastik dan kaca—menyumbang proporsi signifikan

dari total limbah domestik dan komersial. Data dari KLHK menunjukkan bahwa lebih dari 60% limbah rumah tangga terdiri dari kemasan sekali pakai yang sulit terurai [4]. Kemasan produk, seperti botol kaca, wadah plastik dan sebagainya, memiliki potensi untuk digunakan kembali sebagai material bangunan [5], [6]. Penggunaan material ini tidak hanya membantu mengurangi limbah, tetapi juga membuka peluang bagi desain kreatif dan inovatif. Pemanfaatan material bekas sebagai fasade menawarkan kemungkinan ekspresi visual yang tidak konvensional, sekaligus memperluas narasi keberlanjutan dalam arsitektur kontemporer. Kreativitas material kemasan dalam fasade dapat memberikan tampilan estetika yang unik dan menarik, sekaligus menambah nilai lingkungan dan ekonomi pada bangunan tersebut [7]. Karakter dari

wadah kemasan sebagai sebuah geometri bervolume, punya potensi besar dalam pemanfaatannya kembali sebagai bagian dari elemen arsitektur.

Aspek teknis dari penggunaan material kemasan daur ulang melibatkan pemetaan karakteristik material, fungsi dalam bangunan, dan teknik konstruksi yang sesuai [8]. Studi ini akan menampilkan studi kasus terkait berbagai jenis material kemasan daur ulang dan bagaimana mereka dapat diolah menjadi elemen fasade yang fungsional dan estetis. Pendekatan ini tidak hanya mempertimbangkan kekuatan dan daya tahan material, tetapi juga bagaimana material tersebut dapat disusun dalam modularitas [9]–[11] dan diintegrasikan dalam desain arsitektur secara keseluruhan. Penggunaan kembali menekankan pada proses tanpa pengolahan berlebih, namun hanya disusun kembali sebagai sebuah material siap pakai.

Selain itu, studi ini akan menyoroti bagaimana proses kreatif berbasis material sisa ini dapat mendukung kreativitas dalam desain arsitektur. Dengan memanfaatkan material yang tidak konvensional, arsitek dapat menciptakan desain yang inovatif dan menantang batasan-batasan tradisional [12]. Kreativitas dalam pengelolaan juga dapat mendorong munculnya solusi desain baru yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan [13]. Salah satu faktor keberlanjutan adalah bagaimana siklus material tidak berakhir sebagai sampah, namun dapat berfungsi berbeda pada tempat yang lain secara kreatif. Hal ini terutama terjadi pada beragam material yang memang sulit terurai dalam siklus di alam.

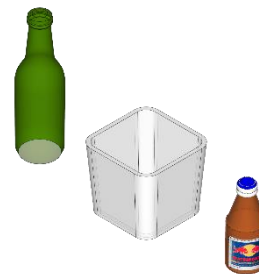
Studi ini menyajikan kasus-kasus penerapan material daur ulang dalam desain fasade yang berhasil, serta analisis tentang keuntungan dan tantangan yang dihadapi. Refleksi kualitatif [14] dibangun melalui pemahaman kembali studi tentang objek desain. Melalui pemetaan potensi teknis dan dukungan terhadap kreativitas desain [15], diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan praktik arsitektur yang lebih berkelanjutan dan inovatif. Secara khusus, penelitian ini menawarkan perspektif pemahaman tentang pendekatan desain berbasis eksplorasi bentuk dan ekspresi material, berbeda dari studi terdahulu yang lebih berfokus pada efisiensi teknis atau proses daur ulang

industri. Selain itu, penelitian ini bertujuan mengisi gap teknis praktis, terutama dalam pengetahuan pemanfaatan dan potensi beragam kemasan tersebut menjadi material kreatif yang eksploratif dan aplikatif.

LITERATUR

Sampah kemasan sebagai material

Pemanfaatan kembali sampah kemasan sebagai material arsitektur tidak hanya menawarkan solusi untuk mengatasi limbah plastik yang menggunung, tetapi juga membuka peluang inovasi dalam desain dan konstruksi bangunan. Sampah kemasan seperti botol plastik, kaleng aluminium, dan karton bekas dapat diubah menjadi bahan bangunan yang tahan lama dan estetis [13]. Sebagai contoh, botol plastik yang diisi dengan pasir dapat digunakan sebagai bahan dinding, menciptakan struktur yang kuat dan berdaya tahan tinggi [16]. Penggunaan kembali sampah kemasan ini tidak hanya mengurangi volume sampah yang berakhir di tempat pembuangan akhir, tetapi juga mengurangi kebutuhan bahan bangunan baru, yang pada gilirannya mengurangi jejak karbon dari proses produksi bahan tersebut. Gambar 1 adalah ilustrasi berbagai material kemasan dengan karakter yang kuat.



*Gambar 1 Sampah kemasan sebagai potensi material
[Sumber: Penulis]*

Dalam konteks arsitektur berkelanjutan, penggunaan kembali sampah kemasan juga memiliki nilai edukatif dan simbolis. Dengan mengadopsi material dari sampah kemasan, arsitek dan desainer dapat mengedukasi masyarakat tentang pentingnya daur ulang dan pengelolaan limbah yang bertanggung jawab. Selain itu, penggunaan material ini juga dapat menjadi simbol komitmen industri konstruksi terhadap lingkungan [17]. Bangunan yang terbuat dari material daur

ulang dapat memberikan pesan kuat tentang keberlanjutan dan kepedulian lingkungan, sekaligus memotivasi lebih banyak pihak untuk berpartisipasi dalam praktik daur ulang.

Argumentasi lain yang mendukung penggunaan kembali sampah kemasan dalam arsitektur adalah manfaat ekonomisnya. Material yang berasal dari sampah kemasan biasanya lebih murah dibandingkan dengan material konvensional, sehingga dapat menekan biaya konstruksi [18]. Selain itu, penggunaan material sampah sisa ini dapat membuka peluang kerja baru dalam industri pengolahan sampah dan produksi material bangunan [3]. Dengan demikian, selain memberikan solusi lingkungan, pendekatan ini juga dapat memberikan dampak positif bagi perekonomian. Dengan kombinasi manfaat lingkungan, edukatif, simbolis, dan ekonomis, penggunaan kembali sampah kemasan sebagai material arsitektur merupakan langkah inovatif dan berkelanjutan yang layak dipertimbangkan.

Arsitektur keberlanjutan melalui sampah

Material arsitektur daur ulang memainkan peran penting dalam mendukung arsitektur berkelanjutan, yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan [19]. Penggunaan sampah sebagai amaterial, seperti kaca daur ulang, beton daur ulang, dan kayu daur ulang, dapat mengurangi kebutuhan akan bahan baku baru yang harus diekstraksi dari alam. Dengan mengurangi eksploitasi sumber daya alam, kita dapat mengurangi kerusakan ekosistem dan mengurangi emisi karbon yang dihasilkan dari proses produksi material baru [20]. Selain itu, material daur ulang sering kali memiliki jejak karbon yang lebih rendah dibandingkan dengan material konvensional, sehingga penggunaannya berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca yang mempercepat perubahan iklim.

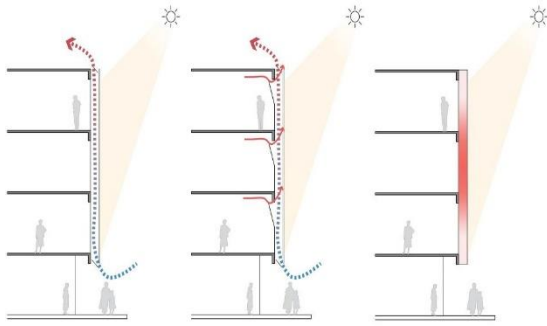
Selain memberikan manfaat lingkungan, material arsitektur daur ulang juga memiliki nilai ekonomi yang signifikan [21]. Penggunaan material ini dapat mengurangi biaya konstruksi, karena material daur ulang sering kali lebih murah dibandingkan dengan material baru. Industri daur ulang juga menciptakan peluang kerja baru, yang dapat membantu meningkatkan perekonomian lokal. Selain itu, inovasi ini dapat mendorong perkembangan teknologi dan metode konstruksi baru yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Dengan demikian, material daur ulang tidak hanya mendukung keberlanjutan lingkungan, tetapi juga berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

Dalam perspektif sosial, upaya kreatif dalam arsitektur dapat meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya daur ulang dan pengelolaan limbah yang bertanggung jawab [3]. Bangunan yang menggunakan material daur ulang dapat menjadi contoh konkret bagi masyarakat tentang bagaimana limbah dapat diubah menjadi sumber daya yang berharga. Selain itu, proyek-proyek arsitektur yang menggunakan material daur ulang dapat mendorong partisipasi masyarakat dalam praktik daur ulang dan konservasi lingkungan. Dengan menggabungkan manfaat lingkungan, ekonomi, dan sosial, material arsitektur daur ulang memiliki posisi yang kuat dalam mendukung arsitektur berkelanjutan dan menciptakan masa depan yang lebih hijau dan berkelanjutan.

Kulit kedua sebagai integrasi daur ulang dan arsitektur

Konsep "second skin" dalam arsitektur merujuk pada penggunaan lapisan tambahan pada permukaan bangunan untuk meningkatkan performa termal [6], akustik, dan estetika. Lapisan ini berfungsi sebagai pelindung tambahan terhadap elemen-elemen eksternal seperti panas, dingin, dan kebisingan, serta dapat memberikan tampilan visual yang menarik [22]. Kulit kedua sering kali berupa fasad ganda atau sistem panel yang dipasang di luar struktur utama bangunan. Tujuannya adalah untuk menciptakan lapisan pelindung yang dapat mengoptimalkan penggunaan energi, meningkatkan kenyamanan penghuni, dan memperpanjang umur bangunan. Gambar 2 adalah ilustrasi peran lapisan fasad kedua dalam arsitektur.



Gambar 2 Kulit kedua pada arsitektur sebagai respon alam [Sumber:

<https://www.archdaily.com/922897/how-do-double-skin-facades-work/5d5162ab284dd1bc4500021b-how-do-double-skin-facades-work-photo>]

Potensi penggunaan material dari sampah pakai kembali dalam implementasi second skin sangat besar. Bahan-bahan seperti plastik bekas, kaca daur ulang, dan logam sisa dapat diolah dan digunakan sebagai panel-panel fasad yang kuat dan tahan lama. Selain mengurangi volume limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir, proses ini juga memberikan kesempatan untuk menciptakan desain yang unik dan inovatif [23]. Panel-panel second skin yang terbuat dari material daur ulang dapat dirancang dengan pola dan tekstur yang menarik, memberikan karakteristik visual yang kuat pada bangunan, serta mencerminkan komitmen terhadap keberlanjutan lingkungan.

Elemen utama dalam implementasi second skin dari material sampah pakai kembali meliputi inovasi desain, teknis konstruksi, dan kesadaran lingkungan. Inovasi desain diperlukan untuk mengolah material daur ulang menjadi elemen fasad yang estetis dan fungsional [24], [25]. Teknis konstruksi harus memastikan bahwa panel-panel second skin mudah dipasang, dirawat, dan diganti [15]. Kesadaran lingkungan menjadi dorongan utama untuk memilih material daur ulang, sebagai upaya mengurangi jejak karbon dan mempromosikan praktik arsitektur yang berkelanjutan. Dengan kombinasi elemen-elemen ini, second skin dari material sampah pakai kembali tidak hanya meningkatkan performa bangunan, tetapi juga menciptakan solusi arsitektur yang berkelanjutan dan inspiratif.

Material arsitektur daur ulang, termasuk sampah kemasan dan material bekas, menawarkan solusi inovatif untuk mengurangi limbah, menekan biaya konstruksi, dan mengurangi jejak karbon,

sekaligus memberikan manfaat estetis dan edukatif [26]. Konsep "second skin" dalam arsitektur memperkuat potensi kreativitasnya sebagai elemen utama yang tidak hanya meningkatkan performa termal dan akustik bangunan [27], tetapi juga menyampaikan pesan keberlanjutan dan kesadaran lingkungan. Namun, studi spesifik yang membahas tentang implementasinya secara praktis belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi aplikatif dari material kemasan sebagai basis dari elemen arsitektur yang berkelanjutan dan eksploratif

METODE

Metode riset kualitatif [28], [29] yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan studi kasus terhadap tiga objek arsitektur yang menggunakan material daur ulang sebagai fasad: Rumah Botol karya Ridwan Kamil, Bima Microlibrary dari SHAU, dan Ozone House dari Akanoma. Pendekatan studi kasus memungkinkan peneliti untuk melakukan analisis mendalam dan komprehensif terhadap setiap proyek, dengan fokus pada aspek material meliputi kekuatan, instalasi, dan estetika material daur ulang yang digunakan [30]. Ketiga proyek ini dipilih berdasarkan kriteria keterwakilan konteks Indonesia, keberhasilan publikasi internasional, dan keberagaman jenis material kemasan yang digunakan—botol plastik, kemasan es krim, dan botol kaca—sehingga memberikan spektrum pendekatan desain yang luas. Data dikumpulkan melalui dokumentasi dan literatur dari laman daring. Pembongkaran kasus dilakukan untuk mengeksplorasi detail teknis dari setiap proyek, termasuk proses pemilihan dan pengolahan material daur ulang, metode instalasi, serta karakter material terhadap konsep desain arsitekturnya.

Penelitian studi kasus kualitatif ini mencakup beberapa tahapan kunci. Penelitian dimulai dengan pengumpulan data sekunder dari berbagai sumber di internet, seperti artikel, laporan, dan dokumentasi proyek [31]. Data ini memberikan konteks awal dan latar belakang yang penting bagi studi kasus. Selanjutnya, analisis dilakukan dengan pendekatan *content analysis* dan *comparative analysis*, mengidentifikasi dan menggambarkan serta mengomparasi karakteristik utama dari setiap kasus, termasuk aspek teknis,

estetika, dan fungsional. Refleksi teoritis kemudian digunakan untuk mengaitkan temuan empiris dengan konsep dan teori yang ada, memperdalam pemahaman mengenai aplikasi material bekas dalam arsitektur. Terakhir, refleksi praktis temuan dilakukan untuk mengidentifikasi implikasi praktis dari hasil penelitian, memberikan pengetahuan desain yang dapat diterapkan dalam proyek-proyek arsitektur selanjutnya [31], serta memperkuat pemahaman mengenai potensi dan tantangan daur kreatif ini.

Untuk meningkatkan validitas temuan, dilakukan triangulasi sumber melalui perbandingan antara kunjungan ke objek terkait, dokumentasi visual dari literatur, publikasi arsitektural, dan ulasan media desain. Analisis dari tiga studi kasus ini menciptakan refleksi yang kaya terhadap kreativitas material dalam arsitektur, yang dapat dijadikan sebagai pengetahuan praktis untuk implementasi di masa mendatang [32]. Rumah Botol menggunakan botol minuman energi sebagai elemen fasad yang kreatif dan efisien, menunjukkan kekuatan dan ketahanan material yang tidak konvensional [33]. Bima Microlibrary menggabungkan material daur ulang kemasan eskrim dari bahan plastik dengan desain yang inovatif untuk menciptakan ruang komunitas yang estetik dan fungsional [34]. Ozone House mengeksplorasi penggunaan material daur ulang dengan pendekatan yang lebih berkelanjutan dan holistik dari material botol kaca kemasan [35]. Melalui refleksi terhadap kekuatan karakter kemasan, proses instalasi menjadi elemen fasade, dan nilai estetika dari setiap proyek, penelitian ini bertujuan memperluas wawasan praktis bagi arsitek dan desainer dalam mengimplementasikan material daur ulang sebagai fasad bangunan secara efektif dan berkelanjutan.

Hasil Pembahasan

Tinjauan literatur menunjukkan bahwa penggunaan material daur ulang dalam arsitektur tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan limbah, tetapi juga membuka peluang bagi pendekatan desain yang lebih reflektif dan kontekstual. Munn dan Soebarto [36] menekankan bahwa pemanfaatan material bekas memiliki implikasi sosial, budaya, dan lingkungan yang sering kali diabaikan dalam praktik arsitektur konvensional, sehingga diperlukan pemahaman yang lebih mendalam oleh arsitek terhadap potensi

dan tantangan material reuse. Selain itu, studi lain menunjukkan bahwa penerapan material daur ulang dalam desain bangunan dan ruang publik semakin efektif dalam mendukung prinsip ekonomi sirkular dan keberlanjutan, terutama ketika dikaitkan dengan strategi desain modular dan adaptif [37]. Kiaček [38] juga menggarisbawahi bahwa praktik daur ulang dalam arsitektur dapat dimaknai tidak hanya sebagai pemanfaatan ulang material, tetapi juga sebagai transformasi ide dan fungsi, yang memperkaya nilai konseptual dan estetika dari suatu karya arsitektur. Dengan merujuk pada teori-teori ini, temuan studi kasus dalam penelitian ini dapat diposisikan sebagai bagian dari wacana arsitektur berkelanjutan yang menekankan kreativitas, kontekstualitas, dan nilai tambah dari material yang sebelumnya dianggap limbah.

Studi kualitatif yang mencakup tiga studi kasus yaitu Rumah Botol oleh Ridwan Kamil, Bima Micro Library oleh SHAU dan Ozone House oleh Akanoma, mengungkapkan pendekatan inovatif dalam penggunaan bahan daur ulang dan desain berkelanjutan. Rumah Botol memanfaatkan botol kaca bekas sebagai elemen struktural dan dekoratif untuk mengurangi limbah dan menciptakan estetika yang unik. Shau Micro Library di Bima menghadirkan perpustakaan berbasis komunitas dengan menggunakan material kemasan eskrim yang ramah lingkungan, menggabungkan fungsi sosial filosofis dengan keberlanjutan. Sedangkan Ozone House oleh Akanoma memfokuskan pada penggunaan material daur ulang, memaksimalkan ventilasi alami, dan pencahayaan untuk menciptakan ruang hunian yang sehat dan efisien energi. Ketiga proyek ini menekankan pentingnya desain yang responsif terhadap lingkungan dan komunitas, sambil tetap mempertahankan nilai estetika dan fungsionalitas.

Rumah botol: estetika warna dan suasana

Rumah Botol karya Ridwan Kamil adalah contoh inovatif dari memikirkan kembali sampah dalam material arsitektur [33], [39]. Proyek ini menggunakan sekitar 30.000 botol bekas minuman energi sebagai elemen utama fasad bangunan. Botol-botol ini disusun dengan rapi, menciptakan pola yang menarik dan memberikan tampilan visual yang unik. Penggunaan botol bekas ini tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga memberikan karakteristik estetika yang kuat pada bangunan.

Efek cahaya yang dihasilkan ketika sinar matahari menembus botol-botol tersebut menciptakan suasana yang hangat dan artistik, mendukung konsep resort yang nyaman dan ramah lingkungan. Gambar 3 merupakan dokumentasi Rumah Botol karya Ridwan Kamil.



Gambar 3 Desain Rumah Botol oleh Ridwan Kamil

[Sumber:

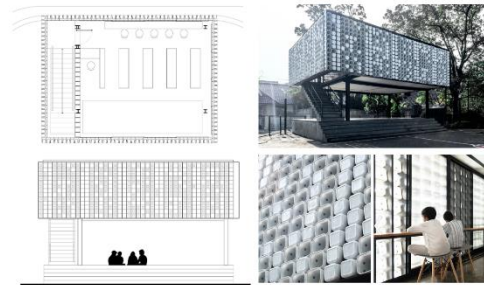
<https://www.pinterest.com/pin/335518240962349574/>]

Dari segi teknis, Rumah Botol ini menggunakan rangkaian konstruksi besi sebagai pendukung utama fasad botol. Botol-botol tersebut ditempatkan dengan jarak tertentu dan disela-sela dengan lem kaca untuk memastikan kekuatan dan kestabilan struktur. Rangka besi ini tidak hanya memberikan dukungan struktural, tetapi juga memungkinkan fleksibilitas dalam desain dan instalasi. Proses instalasi yang teliti memastikan bahwa botol-botol tersebut tetap aman dan tidak mudah rusak oleh faktor eksternal seperti angin dan hujan. Selain itu, penggunaan besi sebagai rangka juga mempermudah perawatan dan penggantian botol jika diperlukan.

Secara singkat, Rumah Botol Ridwan Kamil adalah contoh pembangunan kesadaran dari integrasi estetika dan teknis dalam penggunaan material daur ulang. Proyek ini tidak hanya menunjukkan bagaimana limbah dapat diubah menjadi elemen arsitektur yang fungsional dan indah, tetapi juga memberikan inspirasi bagi arsitek dan desainer untuk mengeksplorasi proses kreatif ini dalam proyek-proyek mereka. Dengan kombinasi estetika yang mendukung konsep resort dan teknik konstruksi yang solid, Rumah Botol ini menjadi bukti nyata bahwa arsitektur berkelanjutan dapat dicapai tanpa mengorbankan keindahan dan kenyamanan.

Bima Microlibrary: filosofi ilmu dan cahaya

Bima Microlibrary di Bandung, karya SHAU, adalah contoh luar biasa dari kekritisan material dalam arsitektur [34], [40]. Proyek ini menggunakan lebih dari 2000 kemasan es krim plastik bekas sebagai elemen utama fasad bangunan. Kemasan-kemasan ini disusun dengan pola tertentu, menciptakan tampilan visual yang menarik dan unik. Penggunaan kemasan es krim ini tidak hanya mengurangi limbah plastik, tetapi juga memberikan karakteristik estetika yang kuat pada bangunan. Pola depan-belakang yang diterapkan pada fasad memungkinkan penciptaan pesan dalam bentuk kode biner, yang dalam hal ini menyampaikan pesan filosofis "buku adalah jendela dunia". Gambar 4 merupakan dokumentasi Bima Microlibrary oleh SHAU.



Gambar 4 Desain Bima Microlibrary oleh SHAU [Sumber: <https://www.archdaily.com/790591/>]

Aspek estetika dari fasad ini sangat mendukung konsep filosofis perpustakaan sebagai tempat belajar dan membaca. Pola kode biner yang terbentuk dari kemasan es krim menciptakan tampilan yang dinamis dan menarik, sekaligus memberikan identitas visual yang kuat bagi perpustakaan. Selain itu, kemasan es krim yang digunakan memiliki sifat tembus cahaya, yang memungkinkan cahaya alami masuk ke dalam bangunan dengan cara yang difilter. Hal ini menciptakan suasana yang nyaman dan terang di dalam perpustakaan, mendukung fungsi baca dan belajar dengan pencahayaan yang optimal.

Dari segi teknis, penggunaan kemasan es krim plastik sebagai fasad didukung oleh struktur rangka besi yang sederhana namun efektif. Kemasan-kemasan ini dipasang dengan cara yang memungkinkan ventilasi silang, sehingga menciptakan iklim dalam ruangan yang nyaman tanpa perlu menggunakan pendingin udara. Proses instalasi yang teliti memastikan bahwa kemasan-

kemasan tersebut tetap aman dan stabil, meskipun terkena faktor eksternal seperti angin dan hujan. Dengan kombinasi aspek estetika dan teknis yang solid, Bima Microlibrary menjadi contoh inspiratif dari bagaimana material daur ulang dapat digunakan secara efektif dalam arsitektur berkelanjutan.

Ozone House: privasi area servis

Proyek Ozone House karya akanoma studio menyoroti penggunaan material daur ulang, khususnya botol kaca bekas, sebagai fasad area servis jemuran. Botol-botol kaca ini disusun dengan pola yang rapi dan artistik, menciptakan tampilan visual yang menarik dan unik. Penggunaan botol kaca sebagai elemen fasad tidak hanya memberikan karakteristik estetika yang kuat, tetapi juga menciptakan efek cahaya dan termal yang menarik ketika sinar matahari menembus botol-botol tersebut. Hal ini memberikan suasana yang hangat dan artistik pada area servis, sekaligus mendukung konsep desain yang ramah lingkungan. Gambar 5 merupakan dokumentasi Ozone House oleh Akanoma.



Gambar 5 Desain Ozone House oleh Akanoma [Sumber: <https://www.arsitag.com/project/umah-kecil-at-ozone-residence>]

Dari segi teknis, penggunaan botol kaca sebagai fasad didukung oleh rangkaian konstruksi besi yang kuat dan stabil. Botol-botol kaca ditempatkan dengan jarak tertentu dan disusun sedemikian rupa untuk memastikan kekuatan dan kestabilan struktur. Rangka besi ini tidak hanya memberikan dukungan struktural, tetapi juga memungkinkan fleksibilitas dalam desain dan instalasi. Proses instalasi yang teliti memastikan bahwa botol-botol kaca tetap aman dan tidak mudah rusak oleh faktor eksternal seperti angin dan hujan. Selain itu, penggunaan besi sebagai

rangka juga mempermudah perawatan dan penggantian botol jika diperlukan.

Kontribusi proyek ini terhadap lingkungan sangat signifikan. Dengan menggunakan botol kaca bekas sebagai material fasad, proyek ini membantu mengurangi volume limbah kaca yang berakhir di tempat pembuangan akhir. Selain itu, daur kreatif akan sampah ini juga mengurangi kebutuhan akan bahan bangunan baru, yang pada gilirannya mengurangi jejak karbon dari proses produksi bahan tersebut. Proyek ini tidak hanya menunjukkan bagaimana limbah dapat diubah menjadi elemen arsitektur yang fungsional dan indah, tetapi juga memberikan inspirasi bagi arsitek dan desainer untuk mengeksplorasi penggunaan material daur ulang dalam proyek-proyek mereka. Dengan kombinasi estetika yang mendukung konsep desain dan kontribusi positif terhadap lingkungan, proyek ini menjadi contoh inspiratif dari arsitektur berkelanjutan.

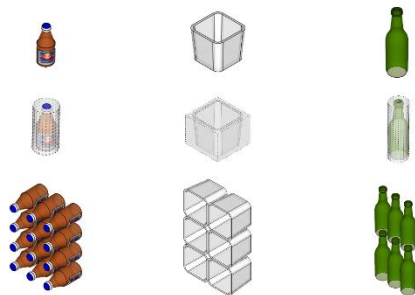
Kekuatan dan Karakter: Volume sebagai pengisi

Penggunaan material bekas kemasan sebagai fasad dalam arsitektur menawarkan beberapa keunggulan dari aspek kekuatan dan karakteristik materialnya. Material kemasan, yang umumnya berbentuk volumetrik, sangat cocok untuk digunakan sebagai elemen tiga dimensi dalam bangunan. Rongga yang ada pada kemasan-kemasan ini memberikan potensi untuk mengurangi berat material, menjadikannya lebih ringan dan mudah dipasang. Selain itu, material kemasan memiliki kekuatan yang cukup baik karena didesain untuk menampung produk dan tahan terhadap tekanan. Karakter kaca dan plastik yang tahan cuaca juga menambah kelebihan material ini dalam menghadapi kondisi lingkungan yang berbeda, menjadikannya pilihan yang tepat untuk elemen fasad bangunan.

Dalam proyek Rumah Botol karya Ridwan Kamil dan Ozone House dari Akanoma, penggunaan botol kaca sebagai fasad menunjukkan bagaimana material daur ulang dapat dimanfaatkan dengan efektif. Botol kaca memiliki kekuatan yang cukup untuk mendukung struktur bangunan dan tahan terhadap cuaca, seperti hujan dan sinar UV. Karakter transparan dari kaca memungkinkan penciptaan efek cahaya yang menarik, menambah nilai estetika dari fasad. Pada Ozone House, botol kaca bekas diolah menjadi elemen desain yang estetik dan fungsional, menciptakan tampilan yang

unik sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan.

Proyek Bima Microlibrary dari SHAU menggunakan kemasan es krim plastik sebagai fasad, yang disusun dengan pola tertentu untuk menciptakan tampilan visual yang menarik. Karakter plastik yang ringan namun kuat membuatnya cocok digunakan sebagai elemen fasad. Plastik es krim juga tahan terhadap cuaca dan memiliki sifat tembus cahaya, yang memungkinkan pencahayaan alami masuk ke dalam bangunan dengan cara yang difilter. Penggunaan kemasan es krim dalam fasad ini tidak hanya mendukung konsep filosofis perpustakaan sebagai jendela dunia, tetapi juga menciptakan iklim dalam ruangan yang nyaman dan terang. Dengan demikian, proyek-proyek ini menunjukkan bahwa material bekas kemasan, baik kaca maupun plastik, dapat digunakan sebagai fasad yang kuat, estetik, dan berkelanjutan dalam arsitektur. Gambar 6 mengilustrasikan bagaimana volume kemasan dapat dikomposisikan sebagai pengisi, dengan kekuatan bahan dasarnya yang berupa plastik dan kaca.



*Gambar 6 Volume dan rongga sebagai geometri
[Sumber: Penulis]*

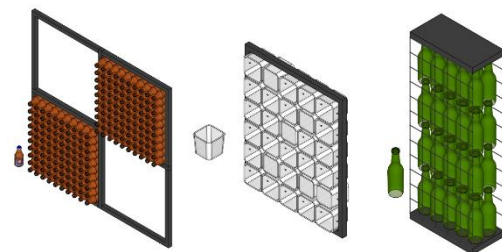
Instalasi: Bingkai sebagai konstruksi

Instalasi material bekas seperti wadah es krim dan botol kaca dalam fasad arsitektur memerlukan teknik yang berbeda-beda untuk memastikan kekuatan dan kestabilan struktur. Pada proyek Bima Microlibrary oleh SHAU, kemasan es krim plastik digunakan sebagai elemen fasad dengan dukungan rangka utama besi. Kemasan-kemasan ini dipasang dengan cara yang hati-hati, menggunakan baut dan lem sebagai pengikat antar kemasan untuk memastikan kekuatan dan kestabilan struktur. Rangka besi utama memberikan dukungan struktural yang kuat, sementara penggunaan lem membantu menjaga

posisi kemasan es krim dan mencegah pergeseran. Instalasi ini memungkinkan terciptanya fasad yang estetik dan fungsional, dengan pola kode biner yang menciptakan pesan filosofis "buku adalah jendela dunia".

Untuk Rumah Botol karya Ridwan Kamil, botol kaca bekas minuman energi digunakan sebagai fasad dengan dukungan frame besi. Botol-botol kaca disusun dengan jarak tertentu dan direkatkan menggunakan lem kaca sebagai perekat. Proses ini memastikan bahwa botol-botol tersebut tetap aman dan tidak mudah rusak oleh faktor eksternal seperti angin dan hujan. Komposisi botol kaca yang disusun secara berjarak menciptakan pola yang rapi dan artistik, memberikan karakteristik estetika yang kuat pada bangunan. Penggunaan frame besi sebagai pendukung juga memberikan fleksibilitas dalam desain dan instalasi, memungkinkan penempatan botol kaca dengan berbagai pola dan sudut yang unik.

Di Ozone House oleh Akanoma, instalasi botol kaca dilakukan dengan cara yang berbeda. Botol-botol kaca ditempatkan dalam bingkai berupa keranjang yang terbuat dari pipa besi, dengan posisi vertikal sehingga tidak memerlukan perekat di antara botol-botol tersebut. Keranjang pipa besi memberikan dukungan struktural yang kuat dan stabil, sementara botol kaca disusun dengan cara yang memungkinkan ventilasi silang dan pencahayaan alami. Teknik instalasi ini tidak hanya mempermudah proses pemasangan, tetapi juga menciptakan tampilan visual yang menarik dan unik. Dengan berbagai pendekatan instalasi, proyek-proyek ini menunjukkan bagaimana material bekas kemasan dapat digunakan secara efektif dan inovatif dalam arsitektur berkelanjutan. Gambar 7 mengilustrasikan bagaimana rangkaian volume disusun sebagai material dengan dukungan rangka dan kuncian besi.



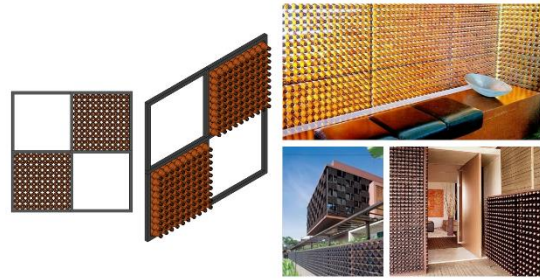
Gambar 7 Material daur ulang sebagai pengisi dan rangkaian ikatan [Sumber : penulis]

Estetika: Cahaya sebagai komposisi

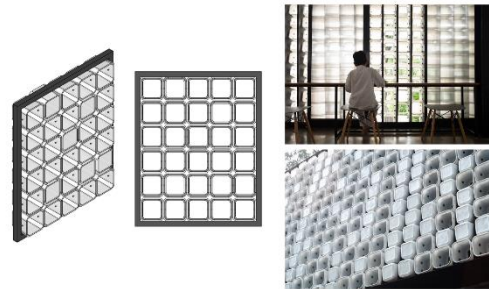
Penggunaan material dari plastik putih dan botol berwarna sebagai fasad dalam arsitektur menciptakan suasana yang berbeda dan unik. Di Bima Microlibrary, penggunaan wadah es krim plastik putih sebagai elemen fasad memberikan efek pemecah cahaya yang tajam menjadi lembut, menciptakan suasana yang nyaman dan kondusif untuk membaca. Plastik putih memiliki sifat tembus cahaya yang membantu mendistribusikan cahaya alami secara merata ke dalam ruangan, mengurangi silau, dan menciptakan pencahayaan yang optimal. Efek ini sangat penting dalam perpustakaan, di mana pencahayaan yang baik diperlukan untuk kenyamanan pengunjung yang membaca dan belajar.

Di sisi lain, penggunaan botol berwarna sebagai material fasad memberikan efek estetis yang menarik dengan memanfaatkan variasi warna yang ada pada botol. Efek cahaya yang dihasilkan ketika sinar matahari menembus botol-botol berwarna ini menciptakan tampilan visual yang dinamis dan artistik. Warna-warna yang dipantulkan dari botol-botol tersebut dapat menciptakan atmosfer tertentu yang mendukung konsep dan tujuan desain bangunan. Selain itu, botol berwarna juga menambah nilai estetika fasad dengan memberikan karakter dan identitas visual yang kuat pada bangunan, sekaligus menunjukkan komitmen terhadap penggunaan material daur ulang.

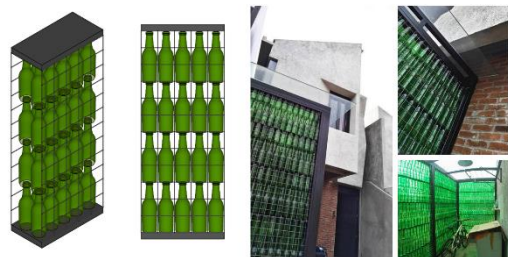
Komposisi material fasad dengan aturan tertentu memberikan keleluasaan bagi arsitek untuk bermain dengan komposisi dan citra karya mereka. Dengan mengatur pola dan penempatan material, arsitek dapat menciptakan desain yang unik dan inovatif, sekaligus mengoptimalkan fungsi dan estetika bangunan. Misalnya, di Bima Microlibrary, pola kode biner dari wadah es krim menciptakan pesan filosofis yang dalam, sementara penggunaan botol berwarna di proyek lain dapat memberikan variasi visual yang menarik. Fleksibilitas ini memungkinkan arsitek untuk mengeksplorasi berbagai konsep desain yang tidak hanya fungsional tetapi juga estetis dan berkelanjutan. Gambar 8,9,10 mengilustrasikan bagaimana karakter material punya efek berbeda dalam suasana ruang dalam dan komposisi tiap desain.



Gambar 8 Estetika dan komposisi Rumah Botol Ridwan Kamil [Sumber: Penulis]



Gambar 9 Estetika dan komposisi Bima Microlibrary SHAU [Sumber: Penulis]

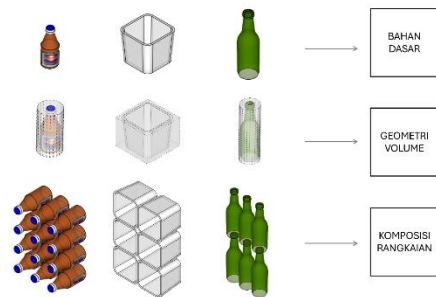


Gambar 10 Estetika dan Komposisi Ozone House Akanoma [Sumber : Penulis]

Refleksi: dari Kemasan ke Penutup Bangunan

Penggunaan material bekas kemasan sebagai bahan arsitektur menghadirkan beberapa pertimbangan penting. Dari segi bahan dasar, material ini sering kali memiliki ketahanan cuaca yang cukup baik, terutama jika dibuat dari plastik atau kaca yang tahan terhadap kelembapan dan sinar UV. Dalam hal bentuk dan volume, kemasan bekas berongga menawarkan fleksibilitas yang menarik untuk komposisi arsitektur, memungkinkan berbagai inovasi dalam desain berkelanjutan. Selain itu, kemudahan mendapatkan material bekas kemasan sangat mendukung praktik ini, mengingat banyaknya limbah kemasan yang tersedia. Yang paling penting,

penggunaan material ini berkontribusi besar dalam mengurangi jumlah sampah tidak terurai di lingkungan, mendukung upaya keberlanjutan dan pengurangan jejak ekologi. Gambar 11 mengilustrasikan aspek pertimbangan material kemasan sebagai material arsitektur.



Gambar 11 Aspek materialitas bahan daur ulang
(Sumber : Penulis)

Penggunaan material fasad dari bahan bekas kemasan menunjukkan potensi besar sebagai elemen arsitektur yang bervolume dan tahan cuaca. Material seperti botol kaca dan wadah es krim plastik memiliki kekuatan struktural yang memadai dan ketahanan terhadap berbagai kondisi lingkungan, menjadikannya pilihan yang efisien untuk fasad bangunan. Penyusunan material-material ini harus dilakukan dengan memperhatikan struktur pendukung yang kuat dan penggunaan perekat yang tepat untuk memastikan stabilitas dan keamanan bangunan. Metode instalasi yang bervariasi, mulai dari penggunaan rangka besi hingga keranjang pipa, memperlihatkan fleksibilitas dan inovasi dalam desain arsitektur yang berkelanjutan.

Aspek estetika juga memainkan peran penting dalam penggunaan material bekas kemasan sebagai fasad. Permainan cahaya yang dihasilkan dari material transparan atau tembus cahaya seperti botol kaca dan plastik dapat menciptakan efek visual yang menarik dan atmosfer yang hangat. Selain itu, komposisi pola dan susunan material ini memberikan identitas visual yang kuat pada bangunan, mencerminkan kreativitas dan komitmen arsitek terhadap keberlanjutan lingkungan. Proyek-proyek seperti Rumah Botol, Bima Microlibrary, dan Ozone House menjadi contoh nyata bagaimana estetika dan fungsi dapat berjalan seiring dalam arsitektur yang inovatif dan ramah lingkungan.

Penggunaan material kemasan bekas dalam arsitektur mencerminkan langkah inovatif yang berfokus pada pengurangan limbah dan efisiensi biaya, sekaligus mendorong kreativitas dalam eksplorasi bentuk dan komposisi. Material bekas kemasan seperti botol kaca dan wadah es krim plastik memberikan solusi yang efektif untuk mengurangi volume limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir, sekaligus mengurangi kebutuhan akan bahan bangunan baru. Dari segi biaya, material ini biasanya lebih murah dibandingkan dengan material konvensional, sehingga dapat menekan anggaran konstruksi. Selain itu, karakteristik material kemasan yang berbentuk volumetrik dan memiliki rongga memberikan fleksibilitas desain yang memungkinkan arsitek untuk menciptakan komposisi visual yang unik dan estetis. Contoh-contoh proyek seperti Rumah Botol, Bima Microlibrary, dan Ozone House menunjukkan bagaimana material bekas kemasan dapat diintegrasikan dengan struktur pendukung yang kuat untuk menciptakan fasad yang fungsional, tahan cuaca, dan memiliki nilai estetika tinggi, menjadikannya pilihan yang layak dan berkelanjutan dalam arsitektur modern.

Proyek-proyek Ozone House, Rumah Botol, dan Bima Microlibrary mencerminkan penerapan teori arsitektur keberlanjutan yang menekankan pada pengurangan dampak lingkungan dan pemanfaatan sumber daya secara efisien. Dalam arsitektur keberlanjutan, penggunaan material daur ulang seperti botol kaca dan kemasan plastik adalah salah satu pendekatan utama untuk mengurangi limbah dan mengurangi ketergantungan pada bahan bangunan baru. Proyek Rumah Botol dan Ozone House menunjukkan bagaimana material daur ulang dapat diintegrasikan dengan struktur pendukung yang kuat untuk menciptakan fasad yang tahan lama dan estetis, sementara Bima Microlibrary menonjolkan bagaimana material plastik dapat digunakan untuk memfasilitasi pencahayaan alami yang efisien.

Selain aspek teknis, ketiga proyek ini juga mengintegrasikan prinsip-prinsip desain pasif yang merupakan inti dari teori arsitektur keberlanjutan. Rumah Botol dan Bima Microlibrary memanfaatkan sifat tembus cahaya dari material daur ulang untuk menciptakan iklim dalam ruangan yang nyaman tanpa perlu pendingin udara tambahan, sehingga mengurangi konsumsi energi. Ozone House

menekankan pada ventilasi alami dengan penggunaan keranjang pipa yang memungkinkan ventilasi silang. Aspek-aspek ini memperlihatkan bagaimana penerapan desain yang cerdas dan pemanfaatan material daur ulang dapat mendukung tujuan arsitektur keberlanjutan, yaitu menciptakan lingkungan binaan yang efisien secara energi, ramah lingkungan, dan memberikan kenyamanan bagi penghuninya.

Penutup

Material kemasan memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai fasad arsitektur berkat sifatnya yang volumetrik, berongga ringan, dan tahan cuaca. Penggunaan material seperti botol kaca dan kemasan plastik tidak hanya memberikan solusi kreatif untuk mengurangi limbah dan menekan biaya konstruksi, tetapi juga memungkinkan penciptaan efek estetika yang menarik melalui permainan cahaya dan komposisi visual. Dengan dukungan struktur pendukung yang kuat dan perekat yang tepat, material kemasan dapat diubah menjadi elemen fasad yang fungsional dan artistik, mendukung konsep desain yang inovatif dan berkelanjutan. Temuan ini juga menunjukkan bahwa pendekatan desain berbasis material kemasan bekas dapat menjadi referensi awal bagi pengembangan fasad arsitektur di wilayah tropis, yang membutuhkan solusi ringan, adaptif, dan tahan terhadap iklim lembap serta intensitas cahaya tinggi.

Namun, meskipun studi berbasis studi kasus memberikan wawasan praktis implementasinya, keterbatasannya terletak pada generalisasi temuan yang terbatas hanya pada contoh-contoh spesifik. Studi kasus seperti Rumah Botol, Bima Microlibrary, dan Ozone House menjadi dasar yang kuat untuk mengeksplorasi penggunaan material bekas dalam arsitektur, tetapi masih dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi efisiensi, kestabilan, dan penerimaan publik terhadap material ini dalam skala yang lebih luas. Dalam konteks arsitektur berkelanjutan, pendekatan ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular, di mana material tidak berakhir sebagai limbah, tetapi dimasukkan kembali ke dalam siklus desain dengan fungsi baru. Selain itu, strategi ini mendukung praktik arsitektur hijau berkelanjutan yang menekankan efisiensi sumber daya, pengurangan jejak karbon, dan inovasi berbasis lokal. Penelitian mendalam dan beragam

metodologi diperlukan untuk mengembangkan pendekatan yang komprehensif dalam memanfaatkan sampah sebagai material fasad, sehingga dapat memberikan solusi yang lebih holistik dan berkelanjutan dalam arsitektur masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rota, V. Lamberti, and F. Fiorito, "Reuse of facade materials across benefits, challenges and potential opportunities," in *International Conference of Ar. Tec.(Scientific Society of Architectural Engineering)*, 2024, pp. 647–664.
- [2] P. Sassi, *Strategies for sustainable architecture*. Taylor & Francis, 2006.
- [3] B. P. Redyantanu, Y. A. Yatmo, and P. Atmodiwirjo, "Virtual waste community: sustainable living in digital era," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022, vol. 1098, no. 1, p. 12070.
- [4] A. Yonatan, "Sampah Rumah Tangga Dominasi Komposisi Sampah Nasional 2024," *Goodstats*, 2024. <https://data.goodstats.id/statistic/sampah-rumah-tangga-dominasi-komposisi-sampah-nasional-2024-sQCwq> (accessed Apr. 01, 2025).
- [5] F. R. Winnerdy and M. Laoda, "Daur ulang plastik untuk bahan bangunan," *J. Strateg. Desain & Inov. Sos.*, 2020.
- [6] R. Material and P. Banner, "Rekayasa Material Plastik Banner Untuk Teknologi Kulit Bangunan (Secondary Facade)," *Media Matrasain*, vol. 16, no. 1, pp. 41–47, 2019.
- [7] R. Hartwell, S. Macmillan, and M. Overend, "Circular economy of façades: Real-world challenges and opportunities," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 175, p. 105827, 2021.
- [8] A. Picon, *The materiality of architecture*. U of Minnesota Press, 2021.
- [9] C. Dharmawan and M. Alviano, "Pre-fabricated Material for Modular House," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 662, no. 4, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/662/4/042020.
- [10] B. P. Redyantanu and R. G. Sunaryo, "Rethinking modularity as contextual design thinking," *Arsnet*, vol. 4, no. 1, pp. 36–53, 2024.

- [11] D. Wallance, *The future of modular architecture*. Routledge, 2021.
- [12] J. Fernandez, *Material architecture*. Routledge, 2012.
- [13] L. Alifahni and M. Halim, "Penerapan arsitektur ekologis dan sustainable pada ruang daur ulang dan rekreasi sampah di dadap," *J. Sains, Teknol. Urban, Perancangan, Arsit.*, vol. 3, no. 2, pp. 10–24912, 2022.
- [14] K. D. Paramita, "Weaving theory and practice: Design discourses, exchanges, and processes," *Arsnet*, vol. 1, no. 1, pp. 2–7, 2021, doi: 10.7454/arsnet.v1i1.8.
- [15] B. P. Redyantanu, "Mapping of residential double skin façade design," *ARTEKS J. Tek. Arsit.*, vol. 8, no. 1, pp. 125–134, 2023.
- [16] K. F. Utami and D. Mutiari, "Inovasi Sampah Botol Kaca sebagai Material Kaca pada Elemen Fasad Cafemoto dengan Pendekatan Arsitektur Berkelanjutan," in *Prosiding (SIAR) Seminar Ilmiah Arsitektur*, 2024, pp. 682–691.
- [17] D. Gumulya, "Rancangan Produk Daur Ulang Melalui Metode Circular Design," *J. PATRA*, vol. 5, no. 1, pp. 7–15, 2023, doi: 10.35886/patra.v5i1.480.
- [18] E. Audrian and R. Surya, "Sampah Dalam Industri Bangunan Arsitektur Sebagai Wujud Revitalisasi Di Kampung Bengek Jakarta," *J. Sains, Teknol. Urban, Perancangan, Arsit.*, vol. 4, no. 2, pp. 2153–2164, 2022.
- [19] M. Dabaieh, D. Maguid, and D. El-Mahdy, "Circularity in the new gravity—Re-thinking vernacular architecture and circularity," *Sustainability*, vol. 14, no. 1, p. 328, 2021.
- [20] N. I. Hambali, A. F. Saputra, B. F. Hasiholan, E. Melino, and B. D. F. Laoli, "Kritik Interpretatif: Efektifitas Penggunaan Material Reuse terhadap Bangunan," *Sinektika J. Arsit.*, vol. 19, no. 1, pp. 74–81, 2022.
- [21] S. N. Irfanda, "Kajian Penerapan Material Reuse pada Rubilang Homestay Yogyakarta," *Lintas Ruang J. Pengetah. dan Peranc. Desain Inter.*, vol. 11, no. 2, pp. 102–109, 2023.
- [22] M. Indraguna, L. Carlos, L. Zulkifli, D. Rohsady, and T. Brunner, "Kajian Manfaat Material Botol Bekas sebagai Elemen Dinding terhadap Kenyamanan Thermal \& Visual Ditinjau dari Aspek Sustainable," *Reka Karsa J. Arsit.*, vol. 2, no. 3, 2014.
- [23] S. Yazdi Bahri, M. Alier Forment, and A. Sanchez Riera, "Thermal comfort improvement by applying parametric design panel as a second skin on the facade in building refurbishment in moderate climate," in *Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'21)*, 2021, pp. 763–767.
- [24] T. Ramadhan *et al.*, "Kesenjangan Konsep Dan Penerapan Gaya Modern Minimalis Pada Bangunan Rumah Tinggal," *Metu J. Fac. Archit.*, vol. 738, no. 1, pp. 181–194, 2017, doi: 10.1088/1757-899X/316/1/012006.
- [25] T. Ramadhan, N. D. Estika, and I. Widiastuti, "The Characteristics of Secondary Skin Facade of Contemporary House by Indonesian Architects," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 738, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/738/1/012022.
- [26] V. Dannapfel, "The plug-n-harvest façade: a second skin with active and passive components," *J. facade Des. Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 101–114, 2019.
- [27] E. P. Dewi, A. Wijaya, S. Sujatini, D. Rahmana, C. Mandela, and F. Gulit, "Penerapan Double Skin Facade Pada Daerah Iklim Tropis," *IKRAITH-TEKNOLOGI VOL 4 No 2 Juli 2020*, vol. 4, no. 2, pp. 1–7, 2020.
- [28] J. Creswell, *Qualitative inquiry & research design : choosing among five approaches*. Thousand Oaks, California: SAGE, 2018.
- [29] L. N. Groat and D. Wang, *Architectural Research Methods*. Wiley, 2013. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=0jAD DQAAQBAJ>
- [30] J. Verbeke, "This is research by design," in *Design research in architecture*, Routledge, 2013, pp. 137–160.
- [31] R. Lucas, *Research methods for architecture*. Hachette UK, 2016.
- [32] D. A. Schon and V. DeSanctis, "The reflective practitioner: How professionals think in action." Taylor \& Francis, 1986.
- [33] M. Nurcahyo, "Karakter Formal Arsitektur

- Dan Desain Interior Karya Ridwan Kamil," Institut Seni Indonesia Yogyakarta, 2013.
- [34] R. A. D. S. Noorzanah, S. K. Laksemi, and K. Utama, "SEMIOTIKA PADA MICROLIBRARY BIMA BANDUNG," *J. Seni dan Reka Ranc. J. Ilm. Magister Desain*, vol. 4, no. 2, pp. 171–186, 2022.
- [35] E. Virdianti, A. A. Syahid, F. Alif, F. Ramadhan, and others, "Proses Perancangan Arsitek Yu Sing di Studio Akanoma, Studi Kasus: Kafe Kupu-kupu," *Reka Karsa J. Arsit.*, vol. 5, no. 2, 2017.
- [36] S. Munn and V. Soebarto, "The issues of using recycled materials in architecture," in *The 38th international conference of architectural science association ANZAScA "Contexts of architecture"*, Launceston, Tasmania, 2004.
- [37] K. Rybak-Niedziółka *et al.*, "Use of Waste Building Materials in Architecture and Urban Planning—A Review of Selected Examples," *Sustainability*, vol. 15, no. 6, p. 5047, Mar. 2023, doi: 10.3390/su15065047.
- [38] M. Kiaček, "Recycling as an Inspiration for Architecture," *Archit. Pap. Fac. Archit. Des. STU*, vol. 26, no. 2, pp. 14–23, Jun. 2021, doi: 10.2478/alfa-2021-0009.
- [39] R. Kamil, *Mengubah dunia bareng-bareng*. Mizan Kaifa, 2015.
- [40] C. Bella and T. E. Darmayanti, "Penerapan Material Ramah Lingkungan pada Microlibrary Bima Kota Bandung," *Waca Cipta Ruang*, vol. 8, no. 1, pp. 37–41, 2022.