

PERBANDINGAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI PENGUNAAN BATU BATA HITAM RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PENGUNAAN BATU BATA MERAH TRADISIONAL

Agung Prapsetyo¹, Kiki Lestari², Luluk Kristanto³, Frangky Silitonga⁴

¹Prodi Tehnik Sipil Pertahanan, Akademi Militer, Jl. Gatot Subroto No. 1 Magelang
Jawa Tengah

kinggoenk@gmail.com¹

²Prodi Arsitektur F Prodi Arsitektur Fak. Sains & Teknologi UNPAB, Jl. Gatot Subroto Km 4,
Tj. Simpang, Kec. Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara

kikilestari569@yahoo.com²

³Prodi Tehnik Sipil Pertahanan, Akademi Militer, Jl. Gatot Subroto No. 1 Magelang
Jawa Tengah

lulukkristanto@niksipilhan.akmil.ac.id³

⁴Politeknik Pariwisata Batam, Jl. Gajah Mada, Tiban Lama, Kec. Sekupang, Kota Batam,
Kepulauan Riau

frangkyka@gmail.com⁴

ABSTRAK

Batu bata hitam dirancang dan diproduksi menggunakan bahan daur ulang serta teknologi produksi ramah lingkungan dan dikenal dengan nama Reklea Brick. Penggunaan batu bata hitam mulai diminati karena bangunan yang dihasilkan lebih nyaman (adem) serta ramah lingkungan, sedangkan batu bata merah tradisional akan memberikan nuansa klasik. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas dan efisiensi penggunaan batu bata hitam ramah lingkungan dengan batu bata merah tradisional. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur dan wawancara untuk menilai karakteristik fisik, daya tahan, biaya produksi. Data diperoleh dari berbagai sumber termasuk jurnal nasional, internasional, dan buku referensi terkait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan faktor efektivitas maka penggunaan reclea brick lebih menguntungkan karena lebih mudah dan cepat dalam pemasangan maupun pemleseran karena lebih presisi dan rapi serta tiap meter jumlahnya lebih sedikit, ditambah tidak perlu direndam atau dibasahi, bisa langsung dipasang. Dan perbandingan efisiensi atau secara ekonomi harga batu bata hitam (reaclea brick) lebih murah dalam hitungan per 1 m², lebih murah dalam biaya pemasangan dan biaya pemeliharaan serta lebih hemat dalam biaya pemeliharaan.

Kata-kunci: batu bata hitam; batu bata merah; efektivitas; efisiensi; ramah lingkungan

ABSTRACT

Black bricks are designed and produced using recycled materials and environmentally friendly production technology and are known as Reklea Brick. The use of black bricks is starting to be in demand because the resulting building is more comfortable (cool) and environmentally friendly, while traditional red bricks will provide a classic feel. This study aims to compare the effectiveness and efficiency of using environmentally friendly black bricks with traditional red bricks. This study uses a qualitative approach with literature study and interview methods to assess physical characteristics, durability, and production costs. Data were obtained from various sources including national and international journals and related reference books. The results of the study indicate that based on the effectiveness factor, the use of reaclea bricks is more profitable because it is easier and faster to install and

plaster because it is more precise and neat and each meter is less, plus it does not need to be soaked or wetted, it can be installed directly. And the comparison of efficiency or economically the price of black bricks (reclea brick) is cheaper per 1 m², cheaper in installation costs and plastering costs and more economical in maintenance costs.

Keywords: black brick; effectiveness; efficiency; environmentally friendly; red brick;

PENDAHULUAN

Kota Medan menerapkan kebijakan pembangunan kota hijau yang berkelanjutan dengan mengadopsi pada konsep green building sebagai salah satu solusi yang tepat untuk mengurangi pemanasan global (El Qorina S et al., 2022). Konsep green building dikembangkan dengan maksud untuk meningkatkan kualitas lingkungan, ekonomi, sosial, kesehatan, dan pemakai bangunan itu sendiri. Pengembangan konsep green building yang merupakan salah satu bentuk pembangunan berwawasan lingkungan dan berkelanjutan (sustainable development), sehingga pada pelaksanaannya perlu mendapat dukungan dari berbagai pihak seperti: pemerintah, swasta, dan masyarakat (Okita, 2023). Real Estate Indonesia Kota Medan selaku organisasi yang bergerak dalam bidang hunian, perkantoran dan perumahan, juga mengeluarkan kebijakan dengan mendukung program green building kota Medan.

Salah satu developer perumahan Kota Medan yaitu PT. Garuda Indonesia Barokah Kota Medan dengan nomor keanggotaan REI adalah NPA : 04-00991, berkomitmen melaksanakan program untuk mengurangi pemanasan global dengan menerapkan konsep green building pada perumahan Garuda Indonesia Residence. Konsep green building pada perumahan Garuda Indonesia Residence dengan desain perumahan

yang memaksimalkan pencahayaan dan penghawaan alami serta melengkapi perumahan tersebut dengan taman baik di tiap rumah maupun taman pusat perumahan sebagai area berkumpul dan bermain, juga dilengkapi dengan sport corner sebagai area bermain dan olah raga bagi penghuni perumahan.

Penerapan konsep green building pada perumahan Garuda Indonesia Residence adalah dengan tidak menggunakan batu bata merah tradisional, yang terbuat dari tanah liat dan dibakar pada suhu tinggi, yang proses produksinya menghasilkan emisi karbon yang signifikan serta mengonsumsi banyak energi (Smith et al., 2021), akan tetapi Garuda Indonesia Residence memanfaatkan bahan material dinding dari bahan daur ulang yang ramah lingkungan, yakni dengan menggunakan batu bata hitam yang ramah lingkungan yang dikenal dengan nama Reclea Brick karena kesadaran akan perubahan iklim dan keberlanjutan, sehingga menggunakan material dinding ramah lingkungan, seperti batu bata hitam yang terbuat dari limbah dan bahan daur ulang (Kim & Lee, 2022).

Sekilas reclea brick adalah merupakan batu bata ramah lingkungan terbuat dari bahan daur ulang atau limbah abu batu bara yang banyak terdapat di Indonesia, reclea brick dibuat di pabrik dengan teknologi modern sehingga harga satuan batu bata hitam ramah lingkungan reclea brick lebih mahal dibandingkan

dengan batu bata merah tradisional. Namun, masih terdapat perdebatan mengenai efektivitas dan efisiensi batu bata hitam dibandingkan dengan batu bata merah tradisional dalam hal kekuatan, daya tahan, dan biaya produksi (Zhang et al., 2023). Dan timbul banyak pertanyaan seperti; bagaimana dengan biaya dan waktu pemasangan, bagaimana dengan kekuatannya, bagaimana faktor lingkungan? Sehingga permasalahan penelitian adalah bagaimana perbandingan efektivitas dan efisiensi penggunaan batu bata hitam ramah lingkungan dengan batu bata merah tradisional guna mendukung pembangunan yang ramah lingkungan?

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, guna menjawab hipotesa (Sugiyono, 2013) dengan pendekatan pembahasan menggunakan metode perbandingan antara batu bata hitam (Reklea Brick) dengan batu bata merah tradisional berdasarkan

pada data-data primer dan sekunder yang diperoleh dari literatur ilmiah yang terkait, hasil penelitian terdahulu, serta pada studi kasus maupun kajian kasus.

Data-data tersebut dianalisis secara kualitatif dibandingkan untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi dari masing-masing jenis bahan bangunan tersebut (Creswel 1, 2014) dan diperkuat dengan literasi dari PT. Garuda Indonesia Barokah selaku pengguna reclea brick dan PT. Surya Jaya Agung selaku produsen batu bata hitam ramah lingkungan tersebut serta CV. Kiram Jaya Abadi sebagai produsen batu bata merah tradisional yang masih eksis di seputaran Medan.

PEMBAHASAN

Data primer perbandingan mengenai batu bata hitam ramah lingkungan, Reclea Brick dan Batu Bata Merah tradisional berdasarkan observasi data pada perusahaan terkait dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Primer Reclea Brick dengan Batu Bata Merah

	Reclea Brick	Batu Bata Merah
1 Nama Produk		
2 Produsen	PT. Surya Jaya Agung	CV. Kiram Jaya Abadi
3 Dimensi	Pxlxt = 21x10x5cm	Pxlxt = 18,2x9,5x4,2cm
4 Komposisi Bahan	Pasir : 30%, Fly Ash : 20%, Bottom Ash : 20%, Semen : 20% dan Air : 10%.	Tanah liat + air
5 Pembuatan	Prabikasi	Semi Pabrikasi
6 Teknologi	Modern/tinggi	Tradisional
7 Gambar		
8 Harga per biji	Rp. 650,-	Rp. 550,-
9 Rerata Tebal Spesi	1,5 cm	2 cm
10 SNI	SNI 15-2094-2000 SNI 03-0349-1989	SNI 15-2094-2000

(Sumber: Analisis Data Primer, 2025)

Berdasarkan **Tabel 1**. Dapat diketahui bahwa harga reclea brick lebih mahal dan ukurannya lebih besar dibandingkan batu bata merah tradisional, akan tetapi membutuhkan ketebalan plesteran yang lebih tipis karena permukaannya lebih rata dan presisi.

Adapun kelebihan reclea brick sebagai bahan dinding bangunan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Reclea brick dibuat dengan teknologi modern sehingga dimensinya presisi dan terukur kekuatannya. Karena presisi, sehingga mudah dalam pengerjaan, rapi serta tidak membutuhkan adonan /adukan yang banyak.
2. Keberlanjutan Lingkungan, karena Reclea Brick dibuat dari bahan daur ulang yang ramah lingkungan, berarti ikut berpartisipasi pada program pengurangan global warming dan pengembangan green building.
3. Kualitas Bangunan, Reclea Brick memiliki daya tahan yang tinggi terhadap cuaca ekstrem dan kelembaban, serta sifat isolasi termal dan akustik yang baik.

Kualitas bangunan akan lebih unggul karena menawarkan ruangan rumah dengan kondisi ruangan yang lebih kedap suara dan panas.

4. Efisiensi Energi, karena Reclea Brick memiliki kemampuan isolasi termal yang baik, sehingga menghasilkan ruangan yang lebih efisien dalam penggunaan energi. Penggunaan AC lebih efisien karena mampu mengisolasi thermal, dan tanpa AC juga akan terasa lebih dingin.
5. Dimensi reclea brick yang lebih besar dari batu bata merah, sehingga pembuatan dinding-dinding akan lebih cepat selesai, berarti hemat biaya ongkos pemasangan.
6. Biaya pembelian material bahan adukan untuk pemasangan dinding tiap/per meter lebih murah karena permukaan bahan batu bata hitam sudah rapi dan terbuat dari campuran semen sehingga hanya membutuhkan adukan yang relatif tipis untuk pemasangan dinding reclea brick maupun pemelesteran.

Tabel 2. Perbandingan Efektivitas Batu Bata Hitam dan Batu Bata Merah

Aspek	Batu Bata Hitam (Reclea Brick)	Batu Bata Merah	Sumber
Kekuatan Tekan	5-15 MPa (bervariasi)	10-20 Mpa	Wang & Zhao (2023)
Daya Tahan	Moderat	Tinggi	Li et al. (2023)
Ketahanan Terhadap Air	Tinggi (dengan perlakuan)	Tinggi	Kumar et al. (2023)
Insulasi Termal	Lebih baik	Kurang baik	Kim & Lee (2022)
Ketahanan Api	Tinggi	Tinggi	Chen et al. (2020)
Densitas	Lebih rendah	Lebih tinggi	Zhang et al. (2023)

(Sumber: Analisis Data Primer, 2025)

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu terdapat pustaka terdahulu sebagaimana pada **Tabel 2**, analisis terhadap perbandingan efektivitas penggunaan batu bata hitam (reclea brick) dengan batu bata merah

tradisional dapat ditarik benang merah bahwa batu bata hitam secara arsitektural memiliki potensi besar sebagai bahan konstruksi yang dapat memberikan tingkat kenyamanan yang lebih, keindahan dan sebagai bahan

bangunan ramah lingkungan serta berkelanjutan, akan tetapi secara struktural kekuatannya, batu bata hitam lebih rendah dibandingkan batu bata merah, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kekuatan mekanis batu bata hitam agar dapat bersaing dengan batu bata merah tradisional.

Batu bata hitam ramah lingkungan (reclea brick) akan lebih efektif bila digunakan sebagai bahan material non struktur, seperti: bahan untuk dinding partisi, dinding non

struktur, dinding ekspos, dan kelebihanannya adalah ruang yang dibangun dengan dinding batu bata hitam akan memberikan efek ruang yang lebih asri, lebih adem/dingin karena dapat menyerap panas/kalor udara sekitar, sehingga dapat menghemat penggunaan AC (air conditioning) dan listrik.

Perbandingan efisiensi antara reclea brick dengan batu bata merah berdasarkan penelitian terdahulu:

Tabel 3. Perbandingan Efisiensi Batu Bata Hitam dan Batu Bata Merah

Aspek	Batu Bata Hitam	Batu Bata Merah	Sumber
Biaya Produksi	Lebih rendah	Lebih tinggi	Kumar et al. (2023)
Emisi Karbon	Lebih rendah	Tinggi	Smith et al. (2021)
Konsumsi Energi	Lebih rendah	Tinggi	Kim & Lee (2022)
Penggunaan Bahan Baku	Bahan daur ulang	Tanah liat	Chen et al. (2020)
Dampak Lingkungan	Rendah	Tinggi	Zhang et al. (2023)
Ketersediaan Bahan	Tinggi (limbah)	Terbatas	Wang & Zhao (2023)

(Sumber: Analisis Data Primer, 2025)

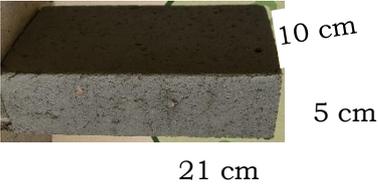
Berdasarkan hasil penelitian terdahulu pada **Tabel 3**, analisis efisiensi terhadap perbandingan penggunaan batu bata hitam ramah lingkungan (reclea brick) dengan batu bata merah tradisional dapat tereduksi dan tersimpulkan bahwa batu bata hitam memiliki potensi besar sebagai bahan konstruksi non struktur dengan argument bahwa batu bata hitam biaya produksi yang lebih murah, dengan tingkat emisi karbon yang lebih rendah, dan dapat mengurangi limbah industri serta dapat diproduksi

berkelanjutan, sehingga menjadi bahan material ramah lingkungan dibandingkan dengan batu bata merah tradisional.

Efektivitas dan efisiensi penggunaan bahan material batu bata hitam dengan batu bata perlu dilaakukan guna mengetahui Hasil perbandingan efektivitas dan efisiensi antara batu bata hitam (reclea brick) dengan batu bata merah tradisisonal dapat dilihat pada analisis pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Analisis Efektivitas dan Efisiensi Reclea Brick Dibandingkan Batu Bata Merah

No	FAKTOR	RECLEA BRICK	BATU BATA MERAH
1	2	3	4
1.	Bahan dasar	Abu Batu Bara Pasir, Fly Ash, Bottom Ash, Semen, dan Air	Tanah Liat + Air
2.	Proses asal bahan dasar	Daur ulang dari abu batu bara, sehingga mengurangi pencemaran sehingga disebut batau bata ramah lingkungan	Diambil langsung dari alam sehingga dalam jumlah besar dapat merusak lingkungan.

1	2	3	4
3.	Pabrik/Lokasi Pembuatan	Pabrikasi dengan teknologi tinggi, sehingga hasilnya presisi dimensinya	Semi Pabrikasi dengan teknologi sederhana, masih manual, sehingga hasilnya tidak bisa presisi.
4.	Dimensi	Rapi, Presisi dan ukuran baik panjang x lebar x tinggi = relatif sama (21x10x5 cm) 	Kurang rapi dan kurang presisi dan ukuran baik panjang x lebar x tinggi pada tiap batu bata merah ($\pm 18,2 \times 9,5 \times 4,2$ cm) 
5.	Pemasangan	Mudah dan cepat dalam pemasangan karena dimensi reclea brick relatif sama dan presisi.	Perlu menambahkan spesi atau plesteran pada dinding agar rapi dikarenakan tidak semua batu bata merah bentuk dan permukaannya sama dan presisi.
6.	Waktu dalam pemasangan	Membutuhkan waktu yang relatif lebih cepat dalam pemasangan dinding karena ukuran batu batanya lebih besar p x l x t = 21x10x5cm dan untuk tiap 1 m ² dinding membutuhkan 68 batu bata hitam <i>reacle brick</i> . <i>Reclea brick</i> dimensinya presisi sehingga lebih mudah dan lebih cepat dalam pemlesteran dinding.	Membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dalam pemasangan dinding karena ukuran batu batanya lebih kecil, p x l x t = 18,2x9,5x4,2cm dan untuk tiap 1 m ² dinding membutuhkan 80 batu bata merah. Dimensi batu bata merah tidak semuanya presisi, dalam proses pemlesteran membutuhkan lebih banyak waktu guna perapian dan perataan permukaan dindingnya.
		<i>Reclea brick</i> tidak perlu direndam air atau dibasahi guna daya rekat dalam pemasangan sehingga lebih hemat waktu.	Batu bata merah harus direndam air atau dibasahi guna daya rekat dalam pemasangan sehingga membutuhkan waktu dan tempat khusus untuk membasahi atau perendaman tersebut.
7.	Efisiensi pemasangan	Karena berbahan dasar abu batu bara dan semen menyebabkan mudah melekat dan bersenyawa dengan plesteran dan spesi sehingga spesi antar bata cukup 1,5 cm. sehingga lebih hemat biayanya. Tidak membutuhkan biaya untuk sarana perendaman <i>reaclea brick</i> dalam pemasangan, sehingga biaya lebih hemat.	Karena berbahan dasar tanah liat, sehingga unuk menyusun agar rapi dan kuat, untuk pasangan spesi dan plesteran rata-rata 2 cm Membutuhkan biaya untuk sarana perendaman, atau minimal sarana dan air untuk membasah batu bata merah tersebut sebelum dipasang.

1	2	3	4
8.	Efisiensi Biaya	Biaya pemasangan reclea brick per m ² lebih hemat 1 zak semen Rp 55.000 : 8 m = Rp 6.875,- Batu bata hitam <i>reclea brick</i> Rp 580 x 68 = Rp 39.440,- Total Rp 46.315,-	Biaya pemasangan batu bata merah per m ² lebih hemat 1 zak semen Rp 55.000 : 4 m = Rp 13.750,- Batu bata hitam <i>reclea brick</i> Rp 500 x 75 = Rp 40.000,- Total Rp 51.250,-
9.	Kepastian hukum terhadap Faktor Lingkungan	Reclea Brick, bata hitam premium yang ramah lingkungan berizin dalam Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun sebagai Industri Batu Bata dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (Kemen LHK RI) nomor SK. 337/Menlhk/Setjen/PLB.3/7/2017. <i>Reclea Brick</i> telah mendapatkan sertifikat level gold <i>Certificate of Green Label Indonesia</i> dari (IAPMO atau Association of Plumbing and Mechanical Officials, merupakan sertifikasi produk yang ramah lingkungan dari International.	Batu bata merah tradisional belum terdaftar, akan tetapi telah ada ijin Perusahaan. Belum ada bukti sertifikasi produk batu bata merah tradisional.
10	SNI	<i>Reclea Brick</i> memenuhi Standart SNI Bata Beton Untuk Pasangan Dinding/SNI 03-0349-1989 dan SNI 15-2094-2000 sebagai batu merah pejal untuk pasangan dinding.	Batu bata merah tradisional terstandarisasi SNI dengan SNI 15-2094-2000 sebagai batu merah pejal untuk pasangan dinding.

(Sumber: Analisis Data Primer, 2025)

Berdasarkan **Tabel 4**, analisis terhadap batu bata hitam ramah lingkungan (*Reclea Brick*) dibandingkan dengan batu bata merah tradisional berdasarkan faktor efektivitas maka penggunaan *reclea brick* lebih menguntungkan karena lebih mudah dan cepat dalam pemasangan maupun pemleseran karena lebih presisi dan permukaan lebih rapi serta tiap meter jumlahnya lebih sedikit (*reclea brick* lebih besar), ditambah tidak perlu direndam atau dibasahi, bisa langsung dipasang sehingga hemat waktu dan tempat serta biaya. Dan secara ekonomi batu bata hitam (*reclea brick*) lebih murah dalam biaya pemasangan dan

pemlesteran serta lebih hemat dalam biaya pemeliharaan.

Keunggulan bata bata hitam juga senada dengan penyampaian Direktris PT. Garuda Indonesia Barokah selaku pengembang, yang menggunakan *reclea brick* sebagai bahan material dinding Perumahan Garuda Indonesia Residence dengan pertimbangan karena *Reclea brick* sesuai Standart SNI yang merupakan Bata Beton dan telah mengantongi Izin dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, dan di dalam rumah menjadi lebih nyaman, lebih sejuk jadi cocok untuk Kota Medan yang panas serta turut serta dalam ushan mengurangi pemanasan global.

KESIMPULAN

Penggunaan batu bata hitam ramah lingkungan dibandingkan dengan batu bata merah tradisional guna mendukung pembangunan yang ramah lingkungan berdasarkan faktor efektivitas maka penggunaan replea brick lebih menguntungkan karena lebih mudah dan cepat dalam pemasangan maupun pemleseran karena lebih presisi dan permukaan lebih rapi serta tiap meter jumlahnya lebih sedikit (replea brick lebih besar), ditambah tidak perlu direndam atau dibasahi, bisa langsung dipasang sehingga hemat waktu dan tempat serta biaya. Dan perbandingan efisiensi atau secara ekonomi harga batu bata hitam (replea brick) lebih murah dalam hitungan per 1 m², lebih murah dalam biaya pemasangan dan biaya pemelesteran serta lebih hemat dalam biaya pemeliharaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini dapat Kami mengucapkan rasa syukur dan ucapan terima kasih kepada pihak Akademi Militer Magelang, Unpab Medandan Poltek Pariwisata Batam yang mendukung, membantu, hingga terselesaikannya artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, L., Zhang, Y., & Wang, H. (2020). *Mechanical Properties of Fly Ash-Based Bricks: A Review*. Construction Materials Science, 8(4), 233-245.
- Creswel 1, J. W. (2014). *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications, Inc. order@sagepub.com
- El Qorina Safitri, S., Trisiana, A., & Ratnaningsih, A. (2022). Evaluasi Green Building Berdasarkan Greenship untuk Bangunan Baru Versi 1.2 (Studi Kasus: Masjid Al-Hikmah Universitas Jember). *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 3(1), 26-33. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v3i1.282>
- Ghosh, S., & Das, S. (2023). *Mechanical and Durability Properties of Bricks Made from Industrial By-products*. Materials Today: Proceedings, 49, 1234-1240.
- Kim, H., & Lee, S. (2022). *Innovations in Eco-Friendly Brick Manufacturing Using Industrial Waste*. International Journal of Green Building Materials, 10(2), 112-125.
- Kumar, R., & Singh, P. (2023). *Utilization of Agricultural Waste in Brick Production: A Sustainable Approach*. Journal of Cleaner Production, 350, 131456.
- Li, X., Chen, M., & Liu, Y. (2023). *Comparative Analysis of Thermal Insulation Properties of Eco-Friendly Bricks*. Energy and Buildings, 250, 111234.
- Okita, I. R. (2023). Strategi Penerapan Green Building di DKI Jakarta. *Jurnal Riset Jakarta*, 16(1), 1-8. https://doi.org/10.37439/jurnal_drd.v16i1.75
- Rahman, A., & Singh, R. (2023). *Environmental Benefits of Using Alternative Materials in Brick Manufacturing*. Sustainable Materials and Technologies, 35, e00245.
- Smith, J. (2020). "Sustainable Building Materials: The Environmental Benefits of Replea Brick." *Journal*

- of Sustainable Construction, 15(2), 45-58.
- Sugiyono, D. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. ALFABETA, CV Bandung, Jawa barat.
- Sustainable Development Institute. (2022). "Environmental Impact Assessment of Brick Manufacturing: A Case Study on Reklea Brick Production."
- Zhang, Y., Li, X., & Zhao, Q. (2023). *Sustainable Construction Materials: The Role of Recycled Components in Brick Production*. Journal of Environmental Engineering, 12(1), 78-89.
- Wang, J., & Zhao, L. (2023). *Cost-Benefit Analysis of Using Recycled Materials in Brick Manufacturing*. Journal of Construction Economics, 14(2), 98-110.