

Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca dan Serat Limbah Mesin Bubut Besi Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada Batako

Fauzi Adi Nugroho¹, Dewi Handayani^{2*}, dan Jajang Priyana³

¹Program Studi D3 Teknik Sipil, Sekolah Vokasi, Universitas Sebelas Maret, Kota Surakarta

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Kota Surakarta

³Program Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Kota Surakarta

Abstrak. Indonesia mengalami lonjakan pembangunan dalam skala masif. Hal tersebut mengakibatkan tingginya permintaan pasar akan bahan material bangunan seperti batako. Seiring dengan hal tersebut jumlah limbah di Indonesia juga meningkat. Penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi potensi limbah kaca dan serat limbah mesin bubut besi sebagai bahan campuran dalam pembuatan batako. Kedua jenis limbah tersebut merupakan bahan anorganik yang bisa merusak lingkungan yang bisa dimanfaatkan sebagai substitusi bahan alam dalam kegiatan konstruksi. Limbah kaca digunakan sebagai substitusi dengan persentase 10% dan serat limbah mesin bubut besi dengan variasi persentase sebesar 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5%. Untuk mengetahui kualitas batako, dilakukan pengujian sesuai SNI 03-0349-1989 yakni melalui pengujian kuat tekan dan uji daya serap air.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa batako dengan campuran 10% serbuk kaca dan 2% serat limbah mesin bubut besi menghasilkan kuat tekan dan daya air optimum. Batako dengan campuran tersebut mendapatkan nilai kuat tekan 97,438 Kg/cm² dan daya serap air 1,033 %. Berdasarkan hasil pengujian, batako tersebut termasuk ke dalam tingkat mutu II menurut SNI 03-0349-1989 yang artinya dapat digunakan sebagai konstruksi yang memikul beban tetapi terlindung dari cuaca. Batako dengan campuran 10% serbuk kaca dan 2% serat limbah mesin bubut besi berpotensi menjadi solusi untuk mengurangi limbah.

Kata kunci— *Batako; daya serap air; kuat tekan; limbah kaca; limbah besi.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia terus mengalami pertumbuhan jumlah penduduk [1], permintaan terhadap perumahan layak huni juga ikut meningkat [2]. Hal tersebut menyebabkan meningkatnya permintaan pasar akan bahan material bangunan seperti batako. Batako adalah bahan bangunan yang umumnya digunakan untuk penyusun dinding [3], [4]. Batako menjadi alternatif pilihan masyarakat karena batako dibanderol dengan harga relatif murah dibanding material penyusun dinding lainnya [4], [5], [6]. Meskipun memiliki harga yang murah, eksploitasi besar bahan penyusun batako seperti pasir akan merusak lingkungan [7]. Oleh karena itu diperlukan pembaruan dan inovasi dalam pembuatan batako, khususnya inovasi dalam komposisi campuran pembuatan batako.

Bertambahnya jumlah penduduk disertai dengan bertambahnya jumlah sampah. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) [8] mengumumkan bahwa terdapat hingga 38 juta ton timbunan sampah nasional pada tahun 2023. Timbunan sampah tersebut terdiri atas beragam material dimana 2,46% di antaranya merupakan sampah kaca dan 3,23% merupakan limbah logam. Limbah kaca dan logam merupakan limbah anorganik [9], [10], [11] yang menimbulkan banyak permasalahan bagi lingkungan.

Penelitian terdahulu mengemukakan potensi kedua limbah tersebut untuk dimanfaatkan di dunia konstruksi. Limbah kaca biasanya dimanfaatkan menjadi kerajinan [12] namun saat ini sudah mulai banyak digunakan sebagai substitusi semen dalam batako [13], [14]. Kaca untuk pembuatan beton dan atau batako terlebih dahulu diproses sehingga menjadi berbentuk serbuk yang menjadi pozzolan yang bermanfaat untuk meningkatkan kekuatan dan durabilitas batako [15], [16]. Serat besi yang dihasilkan dari kegiatan pembubutan bisa berpotensi menjadi substitusi bahan pembuatan batako. Trinugraha [17] dalam penelitiannya memaparkan bahwa

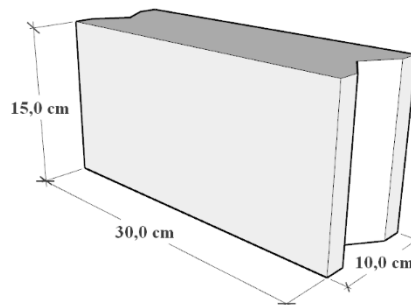
* Corresponding author: dewi@ft.uns.ac.id

penambahan serat besi berdampak positif pada peningkatan kuat tekan batako. Serat besi memiliki modulus yang tinggi yang bermanfaat untuk meningkatkan daktilitas beton [18] .

Penelitian ini bertujuan untuk menggali peluang pengentasan masalah limbah yang terjadi di Indonesia dengan cara memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan batako. Selain itu penelitian ini juga bisa membantu menjawab kebutuhan masyarakat akan rumah layak huni dengan harga yang relatif murah. Tolak ukur kualitas batako yang dihasilkan didasarkan pada SNI 03-0349-1989 yakni melalui nilai kuat tahanan dan kemampuan penyerapan air batako. Diharapkan melalui penelitian ini bisa memberikan dampak yang baik untuk pengurangan volume limbah di lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

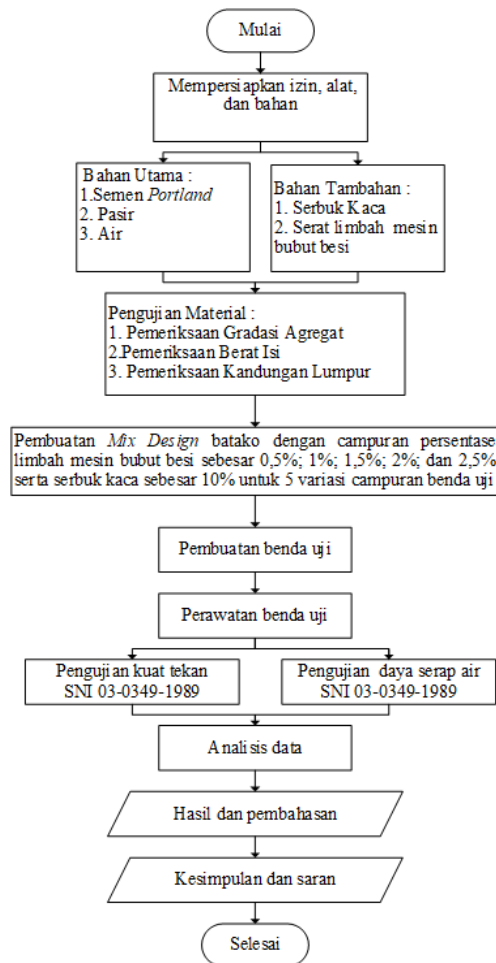
Benda uji batako dalam penelitian ini dibuat dalam bentuk standar yakni dimensi 30x15x10 cm. Batako dibuat dengan campuran semen dan pasir dimana perbandingan kedua material tersebut adalah 1:5. Campuran batako standar diinovasikan dengan penambahan serbuk kaca sebagai substitusi semen dan serat limbah mesin bubut besi untuk substitusi pasir. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, digunakan serbuk kaca dengan persentase 10% dari berat semen dan serat limbah mesin bubut dengan variasi 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5% dari berat pasir. Benda uji batako dalam penelitian ini diilustrasikan dalam gambar berikut.



Gambar 1. Ilustrasi benda uji

Penelitian diawali dengan melakukan persiapan terhadap alat, bahan, serta perizinan yang diperlukan. Selanjutnya, bahan yang telah siap terlebih dahulu diuji gradasi, berat isi, serta kandungan lumpur. Pengujian tersebut digunakan untuk menyusun rencana campuran komposisi batako. Rencana campuran berupa komposisi berat dari setiap jenis material yang digunakan dimana berat semen dan pasir digunakan untuk menentukan berat bahan variasi serbuk kaca dan serat limbah bubuk besi.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian benda uji berupa pengujian kuat tekan dan pengujian daya serap air. Pengujian tersebut diatur dalam SNI 03-0349-1989 yang dijadikan dasar untuk klasifikasi kualitas batako. Dari beberapa variasi campuran, akan dipilih satu yang terbaik untuk tinjauan pengaruh penggunaan batako tersebut untuk pengurangan limbah kaca dan besi di lingkungan. Untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai keberjalanan penelitian yang dilakukan, perhatikan diagram alur penelitian berikut.



Gambar 2 Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Rencana Campuran Batako

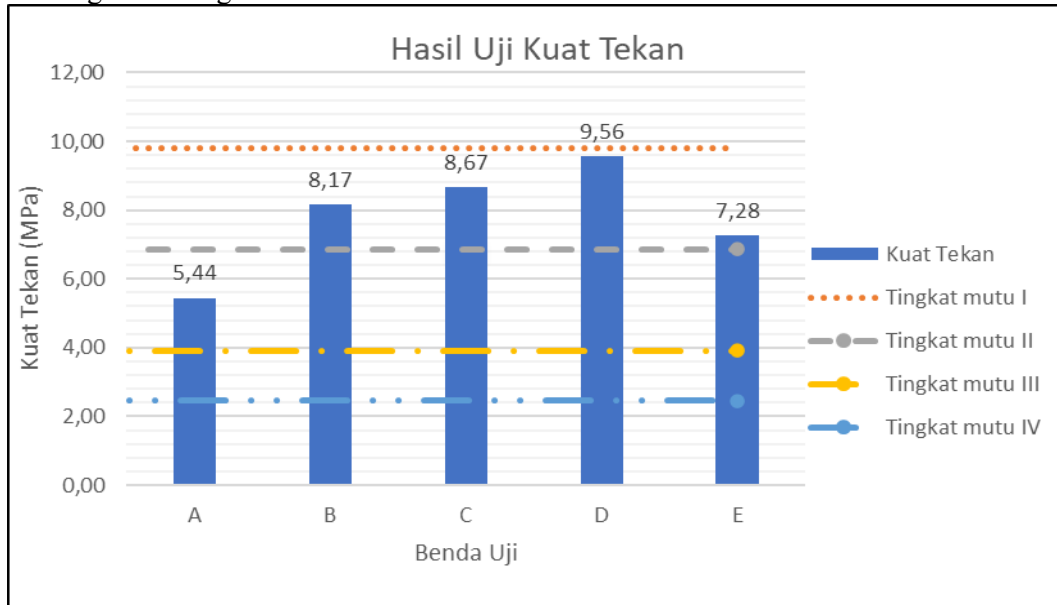
Benda uji dalam penelitian ini dibuat dengan menambahkan 10 % serbuk kaca dengan variasi persentase serat limbah mesin bubut sebagai inovasi untuk pengganti sebagian semen dan pasir. Serat limbah mesin bubut divariasikan dengan persentase dari 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; hingga 2,5%. Komposisi setiap bahan diformulasikan untuk menghasilkan kekuatan yang diinginkan. Rencana komposisi campuran batako pada penelitian ini ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Rencana komposisi batako

Benda Uji	Semen Awal (gr)	Pasir Awal (gr)	Serbuk kaca (gr)	Serat Besi (gr)	Semen (gr) (1-3)	Pasir (gr) (2-4)	Air (gr)
	1	2	3	4	5	6	7
A	1206	7335	120,6	36,7	1085,4	7298	361,8
B	1206	7335	120,6	73,3	1085,4	7262	361,8
C	1206	7335	120,6	110,0	1085,4	7225	361,8
D	1206	7335	120,6	146,7	1085,4	7188	361,8
E	1206	7335	120,6	183,4	1085,4	7152	361,8

b. Uji Kuat Tekan Batako

Uji kuat tekan merupakan pengujian mekanik untuk mengetahui ketahanan suatu benda terhadap beban tekan. Nilai kuat tekan batako digunakan sebagai salah satu parameter klasifikasi tingkat mutu batako. Pengujian dilakukan terhadap benda uji dengan usia perawatan tepat 28 hari. Benda uji terdiri dari 5 variasi campuran dengan jumlah 3 buah benda uji setiap variasinya. Nilai rata-rata pengujian kuat tekan batako disajikan dalam grafik sebagai berikut.



Gambar 3 Nilai rata-rata kuat tekan batako

Berdasarkan data hasil pengujian, benda uji D dengan kandungan 10% serbuk kaca dan 2 % serat limbah mesin bubut memiliki nilai rerata kuat tekan tertinggi sebesar 9,56 MPa. Hasil pengujian kuat tekan setiap benda uji secara berurutan adalah 5,44 MPa; 8,17 MPa; 8,67 MPa; 9,56 MPa; 7,28 MPa. Nilai kuat tekan benda uji naik signifikan dari variasi campuran 0% hingga 2% serat mesin bubut. Namun, nilai kuat tekan menurun pada campuran 2,5% serat limbah mesin bubut. Hasil ini mendukung pernyataan Alwi [19] yang dalam penelitiannya memaparkan nilai kuat tekan batako dengan campuran serat besi tertinggi didapatkan pada persentase 2% serat besi dan semakin menurun seiring pertambahan serat besi.

Meskipun cenderung tidak stabil, semua benda uji pada penelitian ini mendapatkan rata-rata nilai kuat tekan lebih tinggi dibanding benda uji A tanpa campuran serat limbah mesin bubut dan termasuk ke dalam tingkat mutu II. Dapat disimpulkan bahwa serat limbah mesin bubut bisa dikombinasikan dengan serbuk kaca pada campuran batako. Campuran dengan nilai kuat tekan optimum berada pada persentase campuran serat limbah mesin bubut 2%.

c. Uji Daya Serap Air Batako

Pengujian daya serap air merupakan uji untuk memberikan pemahaman tentang seberapa besar air yang diserap oleh suatu benda dalam waktu dan kondisi tertentu. Pada penelitian ini, pengujian daya serap air dilakukan berdasarkan SNI 03-0349-1989 untuk mengklasifikasikan tingkat mutu batako. Pengujian dilakukan terhadap benda uji dengan usia perawatan 28 hari. Benda uji terdiri dari 5 variasi campuran dengan jumlah 3 buah benda uji setiap variasinya. Nilai rata-rata pengujian daya serap air batako disajikan dalam grafik sebagai berikut.



Gambar 4 Nilai rata-rata daya serap air batako

Berdasarkan data hasil pengujian, benda uji D dengan kandungan 10% serbuk kaca dan 2% serat limbah mesin bubut memiliki nilai daya serap air terendah sebesar 1,03%. Nilai daya serap air benda uji secara berurutan adalah 1,05 %; 1,69 %; 1,28 %; 1,03 %; 1,64 %. Nilai daya serap air benda uji pada awalnya turun seiring dengan penambahan serat limbah mesin bubut, namun naik pada kandungan 2,5% serat limbah mesin bubut. Hasil ini mendukung paparan Alwi [19] dimana pada penelitiannya nilai daya serap air batako paling rendah didapatkan pada persentase 2% serat besi dan mengalami kenaikan seiring penambahan serat besi.

Benda uji D memiliki kemampuan penyerapan air yang lebih baik dibanding benda uji A tanpa kandungan serat limbah mesin bubut. Meskipun benda uji B, C, dan D dalam penelitian ini memiliki kemampuan menyerap air di atas benda uji A sebagai kontrol; semua variasi benda uji tersebut menghasilkan nilai daya serap air dibawah 25% yang termasuk ke dalam tingakt mutu I. Batako dengan tingkat mutu I bisa digunakan untuk menahan beban di luar ruangan atau kondisi dimana benda tersebut terpengaruh cuaca.

d. Pengaruh Penggunaan Limbah untuk Campuran Batako

Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengeksplorasi potensi penggunaan limbah kaca dan limbah mesin bubut untuk digunakan pada campuran batako. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapat bahwa benda uji D dengan kandungan 10% serbuk kaca dan 2% serat limbah mesin bubut menghasilkan kuat tekan dan daya serap air paling baik dibanding benda uji lainnya. Benda uji D menghasilkan kuat tekan sebesar 9,56 MPa dan daya serap air 1,03%. Berdasarkan SNI 03-0349-1989 benda uji D dapat diklasifikasikan sebagai batako dengan tingkat mutu II yang dapat digunakan untuk menahan beban yang terlindung cuaca. Penggunaan batako dengan komposisi campuran seperti benda D berpotensi mengurangi limbah di lingkungan.

Selaras dengan meningkatnya kebutuhan akan rumah di Indonesia, pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) menjalankan Program Sejuta Rumah (PSR). Pada program tersebut pemerintah membangun rumah dengan luas lantai 21 m² sampai 36 m². Rumah tersebut dibangun dengan biaya rendah agar bisa dijangkau oleh Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) yang menjadi target pasar utama program ini. Batako menjadi salah satu pilihan material yang tepat untuk pembangunan rumah pada program tersebut karena batako dibanderol denganharga murah khususnya jika dibanding material penyusun dinding yang lain.

Penelitian yang dilakukan oleh Jaya [20] mengemukakan bahwa untuk pembuatan pasangan dinding sebesar 99 m² pada rumah 1 lantai tipe 36, dibutuhkan sekitar 1980 buah batako. Untuk membuat 1 batako dengan komposisi campuran benda uji D dibutuhkan 120,6 gram serbuk kaca dan 146,7 gram serat limbah mesin bubut. Artinya, penggunaan batako inovasi untuk pembuatan rumah 1 lantai tipe 36 bisa mengurangi sebanyak 238,79 kg limbah kaca dan 290,47 kg limbah mesin bubut.

Menurut data yang dihimpun oleh Kementerian PUPR [21], pada tahun 2023 terbangun 1.217.794 unit rumah PSR dimana 1.010.142 unit rumah diperuntukan bagi MBR. Apabila diasumsikan kesemua unit rumah MBR yang dibangun merupakan rumah tipe 36 yang dibangun menggunakan batako dengan komposisi campuran D. Maka program ini bisa ikut membantu mengurangi hingga 241.210 ton sampah kaca dan 293.412 ton sampah mesin bubut. Berdasarkan data SIPSAN [8], timbulan sampah kaca nasional pada tahun 2023 sebanyak 944.717 ton dan sampah logam sebesar 1.240.422 ton. Melalui perhitungan sederhana yang telah dilakukan di atas, PSR bisa membantu mengurangi 26% timbulan sampah kaca dan 24% timbulan sampah logam nasional pada tahun tersebut.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan Serat mesin bubut yang dikombinasikan dengan serbuk kaca bisa meningkatkan nilai kuat tekan batako hingga kandungan serat limbah mesin bubut sebesar 2%. Penambahan serat limbah mesin bubut di atas 2% akan menurunkan nilai kuat tekan batako.
2. Penambahan serat mesin bubut berpengaruh terhadap daya serap air batako. Meskipun cenderung tidak stabil, batako dengan campuran 2% serat mesin bubut dengan 10% serbuk kaca mampu menghasilkan daya serap air yang lebih baik dibandingkan dengan batako yang terbuat dari 10% serbuk kaca tanpa tambahan serat mesin bubut.
3. Benda uji D dengan campuran 10% serbuk kaca dan 2% serat limbah mesin bubut merupakan komposisi dengan hasil pengujian terbaik dibanding komposisi benda uji lain. Benda uji tersebut mendapatkan nilai kuat tekan 9,56 MPa dan daya serap air 1,03%. Benda Uji D dapat dikategorikan sebagai batako dengan tingkat mutu II atau batako yang mampu menahan beban terlindung dari cuaca.
4. Pemanfaatan batako dengan komposisi campuran 10% serbuk kaca dan 2% serat limbah mesin bubut untuk Program Sejuta Rumah (PSR) bisa mengurangi 26% timbulan sampah kaca nasional dan 24% timbulan sampah logam nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fitri, A. M. D. Saragih, A. Silitonga, and S. Frisnoiry, "Pengaruh Pertumbuhan Penduduk terhadap Data Kemiskinan di Indonesia 5 Tahun Terakhir," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 8, no. 1, pp. 15737–15743, 2024.
- [2] A. Nurpita and R. Oktavia, "Analisis Hubungan Jumlah Penduduk, Pertumbuhan Ekonomi dan Inflasi Terhadap Kredit Pemilikan Rumah (KPR) dan Kredit Pemilikan Apartemen (KPA)," *Jurnal Gama Societa*, vol. 5, no. 1, pp. 14–19, 2021.
- [3] L. Ni'mah, I. Syauqiah, A. Mirwan, D. R. Wicakso, and H. Wijayanti, "Batako dari limbah botol plastik: tinjauan kuat tekan," *AL ULUM: JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI*, vol. 5, no. 1, pp. 26–29, 2019.
- [4] S. Harahap, "Analisa perbandingan biaya serta waktu pelaksanaan material dinding batu bata dan batako pada rumah type 36," *Jurnal Education and Development*, vol. 9, no. 3, pp. 20–26, 2021.
- [5] A. Musyafa and I. A. S. Firdaus, "Perbandingan Estimasi Biaya Pekerjaan Dinding Bata Merah, Bata Ringan, Batako dan M Panel: Indonesia," *AJIE (Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship)*, pp. 1–4, 2023.
- [6] I. G. A. A. I. Lestari, I. G. A. Diputera, K. Kurniari, and I. W. W. Prasetya, "Analisis Perbandingan Metode Pelaksanaan pada Pekerjaan Pasangan Dinding Batako dan Bata Ringan," *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, vol. 11, no. 1, pp. 25–30, 2022.
- [7] D. P. Wibowo, "DAMPAK EKSPLOITASI PASIR TRASS TERHADAP PERSEPSI MASYARAKAT MENGENAI EKONOMI, SOSIAL, dan LINGKUNGAN (STUDI KASUS di DESA NGOGUNG, KECAMATAN NGEBEL, KABUPATEN PONOROGO)," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, vol. 4, no. 2, 2016.
- [8] SIPSAN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, "KOMPOSISI SAMPAH."
- [9] H. N. Taruan, R. S. Wijaya, and Y. H. Saputra, "Pengolahan Limbah Kaca Menjadi Produk Seni Kaligrafi Gampong Jalin Kota Jantho," *DESKOVI: Art and Design Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 69–72, 2019.
- [10] N. Marliani, "Pemanfaatan limbah rumah tangga (sampah anorganik) sebagai bentuk implementasi dari pendidikan lingkungan hidup," *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [11] M. R. R. Hasibuan, "Manfaat Daur Ulang Sampah Organik Dan Anorganik Untuk Kesehatan Lingkungan," 2023.
- [12] L. S. Aanggoro, V. Hanggara, A. Prawaningrum, W. S. Prihatin, K. W. Saputra, and A. Wahyudi, "PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL KACA MENJADI ASBAK YANG BERMANFAAT BAGI MASYARAKAT," *KRIDA CENDEKIA*, vol. 3, no. 01, 2024.
- [13] Y. Xin, A. Mohajerani, and J. V. Smith, "Possible recycling of waste glass in sustainable fired clay bricks: A review," *GEOMATE Journal*, vol. 20, no. 78, pp. 57–64, 2021.

-
- [14] M. R. Hasan, A. Siddika, M. P. A. Akanda, and M. R. Islam, "Effects of waste glass addition on the physical and mechanical properties of brick," *Innovative infrastructure solutions*, vol. 6, pp. 1–13, 2021.
- [15] I. Padang, H. Matana, and A. Ganti, "Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca Pada Beton yang Direndam dengan Larutan Asam Sulfat Terhadap Kuat Tekan," *Journal Dynamic Saint*, vol. 7, no. 2, pp. 1–7, 2022.
- [16] A. Omran and A. Tagnit-Hamou, "Performance of glass-powder concrete in field applications," *Constr Build Mater*, vol. 109, pp. 84–95, 2016.
- [17] D. A. Trinugraha, E. Darma, and R. Sylviana, "Penambahan Serutan Besi terhadap Kuat Tekan Batako," *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, vol. 7, no. 1, pp. 37–46, 2019.
- [18] F. Hamdi *et al.*, *Teknologi Beton*. Tohar Media, 2022.
- [19] A. Alwi, F. Lubis, and W. Apriani, "Studi Eksperimental Penambahan Serat Besi Terhadap Kuat Tekan, Kuat Lentur Dan Penyerapan Air Pada Batako," in *SENKIM: Seminar Nasional Karya Ilmiah Multidisiplin*, 2023, pp. 57–65.
- [20] K. S. Jaya, "Analisis Perbandingan Pembangunan Rumah Sederhana Murah Kontruksi Panel EPS Dengan Kontruksi Konvensional," *Buletin Profesi Insinyur*, vol. 3, no. 1, pp. 17–22, 2020.
- [21] K. P. U. dan P. R. Pusat Data dan Teknologi Informasi, "Neraca Program Sejuta Rumah," Portal Open Data PUPR Versi 1.4.0.