

Pengaruh Substitusi Pasir Besi Morotai Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Penyerapan Air Batako

Elfira Resti Mulya*, Anggriyawan Djafar, Fitro Darwis

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pasifik Morotai, Maluku Utara

*Koresponden email: resti.mulya@gmail.com

Diterima: 2 Oktober 2024

Disetujui: 09 Oktober 2024

Abstract

Iron sand, a natural resource found on Morotai Island, has not been fully exploited, unlike beach sand, which is commonly used as a building material for local bricks. However, the exploitation of beach sand may lead to beach erosion on the island. This research aims to investigate the effect of using iron sand as a partial replacement for fine aggregate in bricks on compressive strength, flexural strength and air absorption. The experimental method was carried out in the laboratory with variations in iron sand substitution ranging from 0% to 25% at 5% intervals. The results indicate that iron sand substitution can significantly affect the compressive strength, flexural strength and air absorption of the bricks. Bricks with 25% iron sand substitution showed a 75.23% increase in compressive strength, reaching 9.48 MPa. In addition, the flexural strength of bricks with 25% iron sand substitution increased by 4.66 MPa compared to bricks without substitution, an improvement of 12%. Furthermore, the air absorption test showed that the 25% iron sand substitution reduced the water absorption of the bricks by up to 25.21%. This suggests that a higher percentage of iron sand replacement in the bricks results in a lower water absorption capacity.

Keywords: *iron sand, morotai, brick, compressive strength, flexural strength*

Abstrak

Salah satu material yang merupakan sumberdaya alam yang terdapat di Pulau Morotai adalah pasir besi yang belum secara maksimal dimanfaatkan. Berbanding terbalik dengan pemakaian pasir Pantai sebagai bahan penyusun batako lokal. Eksplorasi pasir Pantai ini dapat berdampak pada abrasi Pantai di Morotai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan pasir besi sebagai pengganti Sebagian agregat halus pada batako terhadap kuat tekan, kuat lentur serta penyerapan air. Metode penelitian ini merupakan metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium. Variasi substitusi pasir besi adalah 0% sampai 25% dengan interval setiap variasi adalah 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan substitusi pasir besi dapat mempengaruhi kuat tekan, kuat lentur dan penyerapan air. Peningkatan kuat tekan batako sebesar 75,23% terdapat pada batako dengan substitusi pasir besi 25% yakni 9,48 MPa. Kuat lentur batako dengan substitusi pasir besi mengalami peningkatan pada substitusi 25% sebesar 4,66 MPa atau 12% dari batako tanpa substitusi. Hasil uji penyerapan air menunjukkan bahwa substitusi pasir besi sebanyak 25% dapat mereduksi penyerapan air batako sampai 25,21%. Semakin besar persentase substitusi pasir besi pada batako maka semakin kecil daya serap airnya.

Kata Kunci: *pasir besi, morotai, batako, kuat tekan, kuat lentur*

1. Pendahuluan

Batako merupakan produk yang di hasilkan oleh masyarakat sebagai pelaku industri bata lokal maupun yang oleh perusahaan pabrikasi bata yang berfungsi sebagai bahan bangunan. Bahan pembentuk batako terdiri dari semen, agregat halus, dan air [1]. Batako pada bangunan gedung dapat difungsikan sebagai elemen non-struktural [2]. Pasangan batako merupakan komponen bangunan yang tidak elastis tetapi juga dapat menahan gaya tekan karena merupakan sifat penting dari pasangan batako [3].

Morotai merupakan suatu Kabupaten yang berada di wilayah Maluku Utara yang secara geografis terletak diantara Samudera Pasifik dan Pulau Halmahera. Luas wilayah Morotai didominasi oleh daratan dengan luas sebesar 2.337,15 km² [4]. Pembuatan batako di Morotai umumnya dibuat menggunakan pasir pantai. Dimana dengan pengambilan pasir pantai secara berlebihan membuat kestabilan dari struktur dan elevasi pantai menjadi lemah, sehingga seringkali mengakibatkan terjadinya abrasi pantai. Selain itu juga dapat memberikan dampak langsung ke beberapa tempat wisata pantai yang berdekatan dengan lokasi *borrow area*.

Salah satu sumberdaya alam yang potensial yang terdapat di Pulau Morotai adalah Pasir besi. Pemanfaatan pasir besi sebagai bahan tambang ini masih terabaikan dan sebagai bahan bangunan belum

secara maksimal dimanfaatkan. Ketersediaan pasir besi di Morotai terdapat di beberapa Desa di Kabupaten Pulau Morotai, salah satu diantaranya Desa Pangeo. Urgensi dari penelitian ini adalah dengan penggunaan pasir besi sebagai material penyusun batako diharapkan dapat mengurangi penggunaan pasir pantai yang berlebihan.

Beberapa penelitian terkait batako dengan berbagai eksperimen dapat dijadikan sebagai pembandingan. Batako dengan penambahan kertas koran bekas sebagai pengganti sebagian agregat halus menghasilkan penurunan nilai kuat tekan dan peningkatan absorpsi [5]. Untuk batako dengan substitusi dolomit 75% terhadap pasir menghasilkan kuat tekan yang lebih baik sehingga dolomit dapat dijadikan substitusi pasir untuk batako [6]. Batako dengan penambahan serutan besi menghasilkan peningkatan kuat tekan sebesar 14,87% sampai 17,90% dari batako normal [7]. Pemanfaatan sekam padi untuk batako juga menghasilkan kuat tekan yang optimal pada campuran 1 semen : 4 Pasir : 1 sekam [8]. Untuk batako dengan bahan dasar pasir apung, pengaruh tekanan pada pembuatan batako dapat mempengaruhi kuat tekannya. Tekanan yang berikan semakin tinggi maka semakin meningkat kuat tekan batako [9]. Pada campuran mortar dengan variasi pasir besi, meningkatnya komposisi pasir besi dapat menurunkan kuat tekan sedangkan penyerapan air meningkat pada 20% dan 40%. Pada substitusi pasir besi lebih dari 40% dapat mereduksi nilai kuat tekannya sampai 35% [10].

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana meminimalisir dampak abrasi dari penggunaan pasir Pantai yang cukup banyak dipakai sebagai material penyusun batako dengan alternatif material campuran dari pasir besi yang mensubstitusikan pasir terhadap kuat tekan, kuat lentur dan serapan air batako. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi pasir besi Morotai terhadap kuat tekan, kuat lentur dan serapan air pada batako.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium. Variabel penelitian terdiri dari pemanfaatan pasir besi sebagai material penyusun Batako. Material pasir besi yang digunakan diambil langsung di Desa Pangeo Kecamatan Morotai Utara sedangkan pasir alami di ambil dari *quarry* lokal Pantai, Kecamatan Morotai Selatan. Pasir besi dari Desa Pangeo, Morotai seperti pada **Gambar 1** berikut ini.



Gambar 1. Pasir besi *quarry* Desa Pangeo Morotai

Pengujian kuat tekan, kuat lentur dan penyerapan air batako dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai. Prosedur Penelitian di Laboratorium sebagai berikut:

1. Pengujian bahan

Untuk mengetahui karakteristik material pasir pantai sagolo dan pasir besi Desa Pangeo dengan jenis pengujian diantaranya:

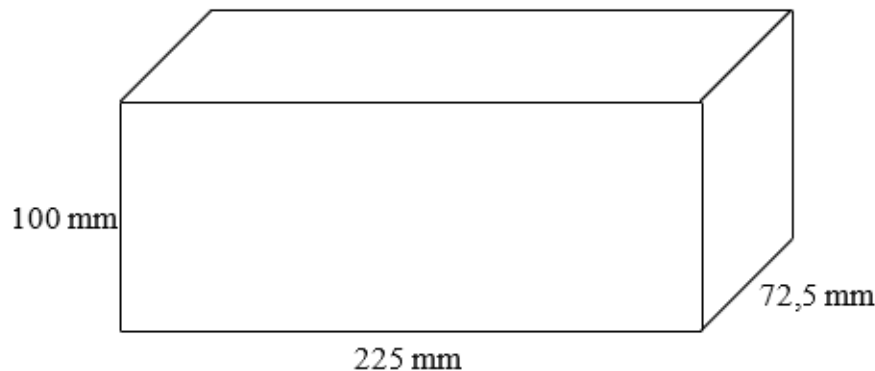
- a. Uji kadar lumpur
- b. Uji berat jenis dan pengerapan agregat
- c. Uji berat volume
- d. Uji modulus kehalusan

2. Analisis rancangan campuran

Campuran batako terdiri dari semen, pasir dan air. Perancangan campuran batako dilakukan dengan komposisi 1 semen : 4 pasir.

3. Pembuatan benda uji batako

Pembuatan benda uji batako lokal dengan dimensi 22,5cm x 10cm x 7,25cm seperti pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Dimensi benda uji batako dengan substitusi pasir besi

Variasi substitusi pasir besi dan jumlah benda uji berdasarkan jenis pengujiannya ditunjukkan pada **Tabel 1** berikut ini.

Tabel 1. Matriks pengujian sampel batako lokal dengan substitusi pasir besi

Variasi	Kode	Kuat Tekan	Kuat Lentur	Penyerapan Air
0% Psr Besi	A	3	3	1
5% Psr Besi	B	3	3	1
10% Psr Besi	C	3	3	1
15% Psr Besi	D	3	3	1
20% Psr Besi	E	3	3	1
25% Psr Besi	F	3	3	1
Total		18	18	6

Sumber: Rancangan penelitian (2024)

Batako adalah bahan konstruksi berupa bata cetak yang terbuat dari bahan utama semen, air dan pasir. Perbandingan komposisi batako adalah 75% pasir, 20% semen dan 5% air [11]. Semen pozzolan adalah semen hidrolis yang campurannya homogen antara semen portlanda dan pozzolan halus [12]. Sedangkan agregat halus adalah agregat dengan ukuran butir maksimum 4,75 mm yang berasal dari alam atau olahan [13]. Meskipun kekuatan batako itu penting, kekuatan pengikat mortarnya sama pentingnya juga [14]. Berbagai jenis mortar seperti mortar campuran semen-pasir dan semen-kapur-pasir dapat mempengaruhi kuat tekan pasangan bata [15],[16]

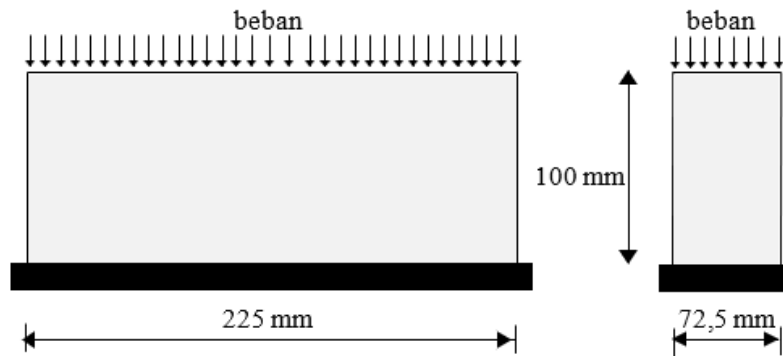
Kuat tekan adalah besarnya beban maksimum yang bekerja pada benda uji per satuan luas sampai menyebabkan benda uji hancur pada pembebanan tertentu oleh mesin uji tekan. Ilustrasi model pengujian kuat tekan seperti pada **Gambar 3**. Besarnya kuat tekan ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A} \tag{1}$$

Dimana :

P = Beban maksimum (kN)

A = luas penampang benda uji (mm²)



Gambar 3. Model pengujian kuat tekan batako

Uji lentur ditentukan pada benda uji ber bentuk balok atau persegi panjang. Ilustrasi model pengujian kuat lentur batako ditunjukkan seperti pada **Gambar 4** berikut. Nilai kuat lentur ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Kuat lentur} = \frac{PL}{bh^2} \quad (2)$$

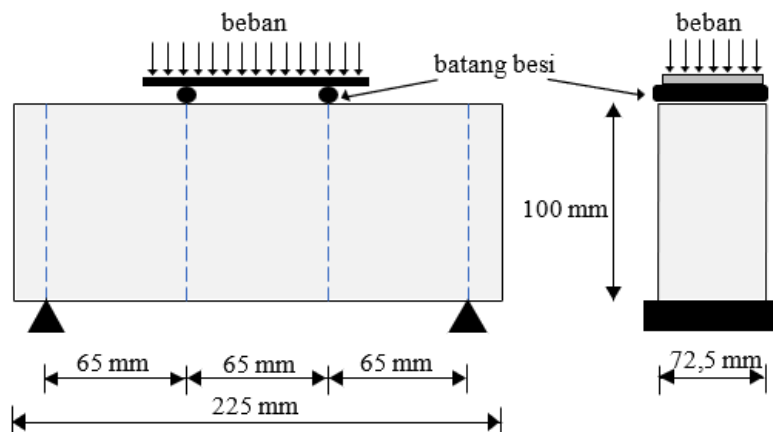
dimana :

P = Beban Maksimum (kN)

L = Jarak antara dua perletakan/tumpuan (mm)

b = Lebar benda uji (mm)

h = Tinggi benda uji (mm)



Gambar 4. Model pengujian kuat lentur batako

Penyerapan air batako untuk setiap variasi campuran pasir besi sebagai agregat halus dapat dianalisis dengan persamaan berikut.

$$\text{Penyerapan Air (\%)} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (3)$$

dimana :

A = Berat batako basah (kg)

B = Berat batako kondisi kering (kg)

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Bahan

Pengujian pendahuluan adalah pengujian properties bahan penyusun batako yakni pasir Pantai Sagolo dan pasir besi dari Desa Pangeo. Pengujian pendahuluan ini untuk mengetahui karakteristik dari bahan-bahan yang dipakai. Hasil pengujian karakteristik pasir Pantai Sagolo dan pasir besi dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil pengujian karakteristik pasir pantai sagolo dan pasir besi

Karakteristik	Agregat Halus		Satuan
	Pasir Pantai	Pasir Besi	
Kadar air	10,22	8,5	%
Berat volume	1,21	1,55	gr/cm ³
<i>Bulk specific gravity dry</i>	2,25	4,0	gr/cm ³
<i>Bulk specific gravity SSD</i>	2,46	4,17	gr/cm ³
Penyerapan air	4,02	3,63	%
Kadar lumpur	10	3	%
Modulus kehalusan	2,20	1,6	-

Sumber: Hasil penelitian (2024)

Hasil pengujian karakteristik pasir Pantai Sagolo dan pasir besi dari Desa Pangeo pada **Tabel 2** diatas menunjukkan bahwa kadar air, berat volume, berat jenis kondisi kering dan SSD, penyerapan air, kadar lumpur dan modulus kehalusan untuk kedua pasir ini memenuhi SNI. Meskipun demikian, secara keseluruhan karakteristik antara dua agregat halus ini terlihat cukup signifikan perbedaannya.

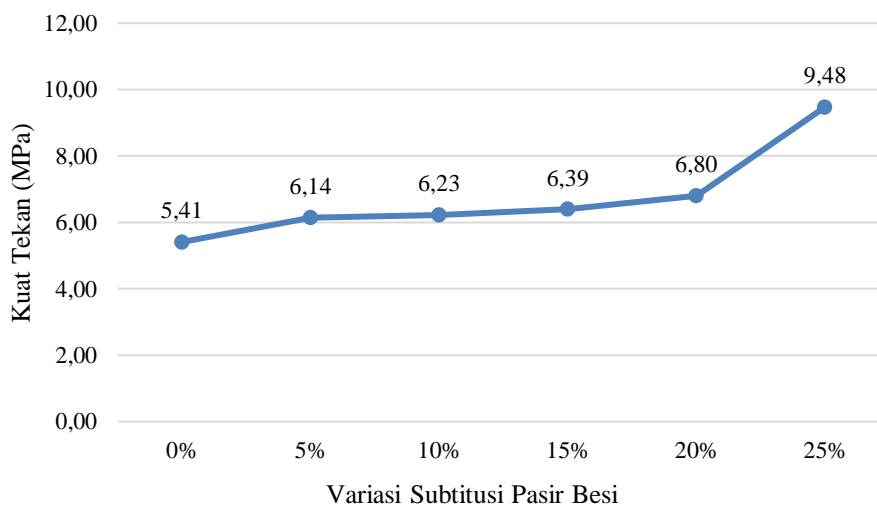
Kuat Tekan Batako

Hasil pengujian kuat tekan batako dengan agregat halus dari pasir putih Pantai Sagolo dan Pasir besi Desa Pangeo ditunjukkan pada **Tabel 3** dan **Gambar 5** berikut ini.

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan batako model tunggal

Variasi Pasir Besi	Kode	Luas Tampang (cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
0%	A	163,125	5,41
5%	B	163,125	6,14
10%	C	163,125	6,23
15%	D	163,125	6,39
20%	E	163,125	6,80
25%	F	163,125	9,48

Sumber: Hasil penelitian (2024)



Gambar 5. Hubungan kuat tekan batako dengan substitusi pasir besi

Berdasarkan **Gambar 5** diatas, kuat tekan batako substitusi pasir besi dengan interval 5% secara berturut-turut memberikan nilai kuat tekan 5,41 MPa, 6,14 MPa, 6,23 MPa, 6,39 MPa, 6,80 MPa, dan 9,48 MPa. Hasil ini menunjukkan dengan substitusi pasir besi dapat meningkatkan kuat tekan batako. Batako dengan substitusi pasir besi 25% terhadap pasir pantai dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 75,23% dari batako pasir putih atau batako normal.

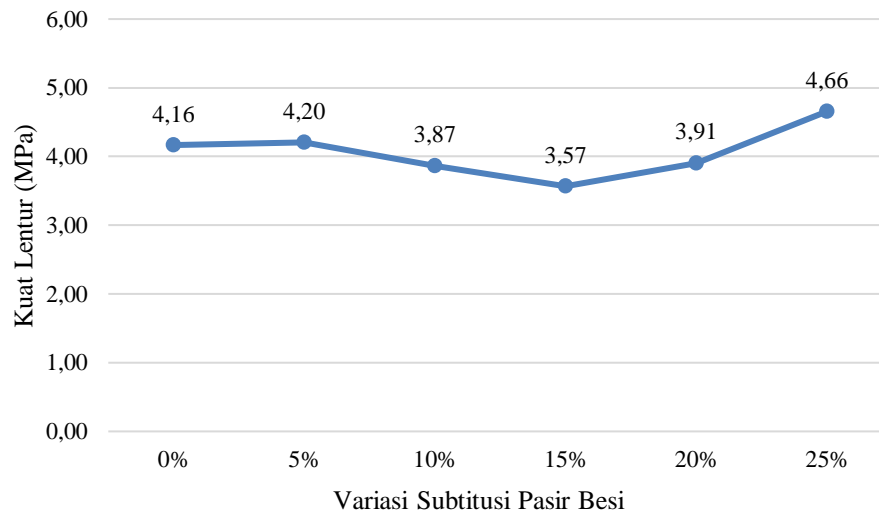
Kuat Lentur Batako

Hasil pengujian kuat lentur batako dapat dilihat pada **Tabel 4** dan **Gambar 6** berikut ini.

Tabel 4. Hasil pengujian kuat lentur batako

Variasi Pasir Besi	Kode	Jarak antar tumpuan (cm)	Kuat Lentur Rata-rata (MPa)
0%	A	19,5	4,16
5%	B	19,5	4,20
10%	C	19,5	3,41
15%	D	19,5	3,40
20%	E	19,5	3,91
25%	F	19,5	4,66

Sumber: Hasil penelitian (2024)



Gambar 6. Hubungan kuat lentur batako terhadap substitusi pasir besi

Berdasarkan Gambar 6 di atas terlihat bahwa kuat lentur batako dengan variasi substitusi pasir besi dengan interval 5% sebesar 4,16 MPa sampai 4,66 MPa. Pada variasi 5% dan 25% pasir besi, nilai kuat lentur meningkat sebanyak 1% dan 12% terhadap variasi tanpa substitusi pasir besi. Sedangkan pada 10%, 15%, dan 20%, kuat lentur cenderung menurun dari tanpa substitusi pasir besi.

Penyerapan Air

Salah satu pengujian sifat fisis batako pada penelitian ini adalah pengujian penyerapan air batako. Hasil pengujian penyerapan air ditampilkan pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Hasil pengujian penyerapan air

Variasi Pasir Besi	Kode	Berat Kering (kg)	Berat Basah (kg)	Penyerapan Air (%)
0%	A	3,135	3,390	8,13
5%	B	3,200	3,430	7,19
10%	C	3,185	3,410	7,06
15%	D	3,235	3,460	6,96
20%	E	3,330	3,550	6,61
25%	F	3,455	3,665	6,08

Sumber: Hasil penelitian (2024)

Berdasarkan Tabel 5 di atas, terlihat bahwa dengan substitusi pasir besi sebagai agregat halus dengan interval 5% dari variasi 0% sampai 25% dapat mengurangi sifat penyerapan air batako. Semakin tinggi persentase substitusi pasir besi pada batako maka semakin kecil daya serap airnya. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan adanya penggantian pasir besi pada batako dapat mengurangi rongga (*void*) pada batako karena sifat atau karakteristik dari pasir besi yang terlihat dari modulus kehalusan penyerapan air agregat. Substitusi pasir besi sebagai agregat halus sebanyak 25% dapat mereduksi penyerapan air batako sampai 25,21%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa agregat halus dengan substitusi pasir besi cukup berpengaruh terhadap kuat tekan, kuat lentur dan daya serap air batako. Kuat tekan batako dengan substitusi pasir besi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% secara berturut-turut adalah 5,41 MPa, 6,14 MPa, 6,23 MPa, 6,39 MPa, 6,80 MPa, dan 9,48 MPa. Peningkatan kuat tekan batako sebesar 75,23% terdapat pada batako dengan substitusi pasir besi 25% yakni 9,48 MPa. Kuat lentur batako dengan substitusi pasir besi pada setiap interval 5% meningkat pada substitusi 25% sebesar 4,66 MPa atau 12% terhadap kuat lentur batako tanpa substitusi pasir besi. Hasil uji penyerapan air menunjukkan bahwa substitusi pasir besi sebagai agregat halus sebanyak 25% dapat mereduksi penyerapan air batako sampai 25,21%. Semakin tinggi persentase substitusi pasir besi pada batako maka semakin kecil daya serap airnya.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Direktorat Riset Teknologi dan Pengabdian Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan pendanaan pada penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- [1] P. Andrian, Pengaruh fly ash pada batako terhadap kuat tekan, penyerapan air dan redaman suhu (The effect of fly ash in brickwork on compressive strength, water absorption and thermal insulation). 2022.
- [2] T. Maksum. "Bahan-bahan konstruksi dalam konteks teknik sipil." *Jurnal Teknik Sipil* 11.2 (2015): 132-154.
- [3] P. Murthi, M. Bhavani, M.S. Musthaq, M.O. Jauhar dan V.R. Devi, "Development of relationship between compressive strength of brick masonry and brick strength", *Materials Today: Proceedings*, 39, 258-262, 2021.
- [4] BPS Kabupaten Pulau Morotai. Kabupaten Pulau Morotai dalam Angka Tahun 2024, 2024.
- [5] D.A. Sina, E. Hunggurami, dan A. Menezes, "Pengaruh penggantian sebagian agregat halus dengan kertas koran bekas pada campuran batako semen portland terhadap kuat tekan dan serapan air", *Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 103-119, 2011.
- [6] I. Maulana, "Pengaruh variasi dolomit material lokal kabupaten bangkalan sebagai substitusi agregat dalam pembuatan batako terhadap kuat tekan dan absorpsi", *Jurnal Sipil*, pp:1-4, 2012.
- [7] D.A. Trinugraha, E. Darma, dan R. Sylviana, "Penambahan serutan besi terhadap kuat tekan batako", *BENTANG: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 7(1), 37-46, 2019.
- [8] S. Budirahardjo, A. Kristiawan, dan A. Wardani, "Pemanfaatan sekam padi pada batako". *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1), 2014.
- [9] M.A. Sultan, dan M.T. Yudasaputra, "Pengaruh tekanan terhadap pembuatan batako semen berbasis pasir apung", *Simposium II UNIID 2017*, 2 (1), 360-364, 2017.
- [10] F. Darwis, M.A. Sultan, dan D. Sidogu, "Variasi penggunaan pasir besi pada campuran mortar", *Journal Of Science And Engineering*, 1(1), 21-30, 2018.
- [11] Anonym, Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PBUI- 1986), Departemen Pekerjaan Umum, 1986.
- [12] Standar Nasional Indonesia, SNI 15-0302-2004 Semen Portland Pozolan. Badan Standar Nasional. Bandung, 2004.
- [13] Standar Nasional Indonesia, SNI 03-6820-2002 Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen. Badan Standar Nasional. Bandung, 2002.
- [14] F. Wu, G. Li, H.N. Li, and J.Q. Jia, "Strength and stress-strain characteristics of traditional adobe block and masonry", *Materials and structures*, 46, 1449-1457, 2013.
- [15] N.A Khan, A. Aloisio, G. Monti, C. Nuti, and B. Briseghella, "Experimental characterization and empirical strength prediction of Pakistani brick masonry walls". *Journal of Building Engineering*, 71, 106451, 2023.
- [16] M. Ramesh, M. Parente, M. Azenha, and P.B. Lourenço, "Influence of lime on strength of structural unreinforced masonry: toward improved sustainability in masonry mortars". *Sustainability*, 15(21), 15320, 2023.