



Perancangan Alat Pembuat Bata Merah Kapasitas 6000 Bata/Hari

Design of a Red Brick Maker with a Capacity of 6000 Bricks/Day

Kemas Muhammad Abdul Fatah¹, Muhammad Yunus², Tobby Jaladara^{3✉}

^{1,2,3}Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai, Lampung, Indonesia

✉Corresponding Address: tobi.ajha01@gmail.com

Article Info

Article history:

Received: Jan 1st, 2023

Accepted: Feb 1st, 2023

Published: Feb 8th, 2023

Keywords:

Bata Merah; Mesin Pembuat Bata Merah; Perancangan Alat

Abstrak

Bata merah sebagai komponen utama penyusun sebuah bangunan, dibuat dari tanah liat dengan / tanpa campuran bahan lain, dibakar pada suhu tinggi hingga tidak hancur lagi bila direndam di dalam air. Bata yang baik sebagian besar terdiri atas tanah liat dengan sedikit kandungan pasir. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancangan alat pencetak batu bata merah secara otomatis agar memudahkan pengrajin batu bata merah untuk memproduksi batu bata merah secara banyak dengan waktu yang singkat. Tempat Pelaksanaan Perancangan alat pembuat bata dilakukan di Desa Margosari kabupaten Pringsewu. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Januari tahun 2022 hingga bulan Juni tahun 2022. Waktu perancangan mulai dilaksanakan pada tanggal 25 Januari 2022. Pengerjaan dilakukan setiap hari sabtu dan minggu dari pukul 13.00 WIB sampai 17.00 WIB. Berdasarkan hasil perancangan alat pencetak batu bata merah ini, ditemukan hasil bahwa untuk diameter poros dengan daya 17,652 kW adalah 30 mm. Nomor nominal sabuk – V menggunakan No 75 L1905 mm. Bahan pasak menggunakan S45C yang dicelup dingin dan dilunakkan, untuk bantalan menggunakan No. 6406 diameter 30 mm dengan diameter lekukan 86 dibulatkan menjadi 90 mm.

Abstract

Red brick as the main component of a building, made of clay with / without a mixture of other materials, fired at high temperatures so that they are no longer destroyed when immersed in water. Good brick consists mostly of clay with a small amount of sand. The purpose of this research is to design a red brick making machine automatically to make it easier for red brick craftsmen to produce red bricks in large quantities in a short time. Place of Implementation The design of the brick making tool was carried out in Margosari Village, Pringsewu District. This research was carried out from January 2022 to June 2022. The design time began on January 25, 2022. Work was carried out every Saturday and Sunday from 13.00 WIB to 17.00 WIB. Based on the design results of this red brick molding tool, it was found that the diameter of the shaft with a power of 17.652 kW is 30 mm. V-belt nominal number uses No 75 L1905 mm. Material of dowel use cold dipped and softened S45C, for bearing use No. 6406 diameter of 30 mm with an indentation diameter of 86 is rounded off to 90 mm.

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan batu bata sangat penting peranannya di bidang bangunan[1]. Pilihan menggunakan batu bata merah untuk pembangun dinding adalah sebuah pilihan yang tepat[2]. Bata dipilih sebagai

bahan alternatif utama penyusun bangunan karena harganya yang relatif murah, memiliki kekuatan yang cukup tinggi, tahan terhadap pengaruh cuaca dan tahan terhadap api[3].

Bata merah sebagai komponen utama penyusun sebuah bangunan dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, dibakar pada suhu tinggi[4] sampai berwarna merah[5] hingga tidak hancur lagi bila direndam di dalam air[6–7]. Bahan baku yang digunakan juga sangat mudah didapatkan yaitu tanah liat dan air yang dicampur dan dibajak sehingga membentuk tekstur yang mudah untuk dicetak[8]. Jenis tanah yang baik untuk percetakan batu bata merah adalah tanah yang berwarna merah tua dan apabila dikepal dengan tangan menggumpal[9]. Mula-mula tanah liat dibuat pada kondisi plastis (mampu bentuk) dan dicetak dalam cetakan kayu. Tanah hasil cetakan itu kemudian dikeringkan, kemudian dibakar sampai suhu tinggi[10].



Gambar 1. Ilustrasi Pembuatan bata

Bata yang baik sebagian besar terdiri atas tanah liat dengan sedikit kandungan pasir, yang dicampur sedemikian rupa sehingga bila diberi sedikit air menjadi bersifat plastis[11]. Sifat plastis ini penting agar tanah dapat dicetak dengan mudah dikeringkan tanpa susut, retak-retak maupun melengkung (SNI-T-15-1990-03)[12–13]. Dalam pembuatan bata merah diperlukan

tanah liat yang berkualitas bagus, akan tetapi Jika terlalu banyak tanah liat (kurang pasir) akan mengakibatkan susunan bata menjadi sangat besar selama proses pengeringan dan pembakaran, juga menyebabkan bata menjadi retak dan melengkung[14].

Pasir menghilangkan sifat buruk tersebut akan tetapi bila terlalu banyak pasir berakibat tidak ada rekatan antar butir-butirnya, dan akibatnya bata menjadi getas dan lemah[15]. Tanah liat yang dipakai para pengrajin dalam pembuatan batu bata merah menggunakan tanah lahan kebun pertanian/kebun yang kurang produktif[16]. Sifat tanah liat tersebut jika dibakar akan mengalami penyusutan dan timbul retak-ratak pada bagian permukaan. Oleh karena itu, dalam pembuatan batu bata merah perlu adanya penambahan bahan campuran, seperti seperti abu sekam padi, pasir kali, maupun semen merah atau ampas tebu yang telah dibakar[17].

Batu bata mempunyai banyak variasinya. Pembuatan bata merah ini umumnya dilakukan secara manual, sehingga ukurannya tidak benar-benar sama persis, tergantung pembuatnya[18]. Ukuran batu bata yang telah diizinkan dalam peraturan SNI 15-2094-2000[19–22] dapat dilihat pada Tabel 1. Pemeriksaan ini merupakan pengukuran pada batu bata dengan menggunakan jangka sorong[19]. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan 15 sampel bata yang diambil secara acak. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah batu bata yang ada sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Tabel 1. Ukuran batu bata SNI-15-2094-2000

Modul	tinggi (mm)	lebar (mm)	panjang (mm)
M-5a	65±2	90±3	190±4
M-5b	65±2	100±3	190±4
M-6a	52±3	110±4	230±4
M-6b	55±3	110±6	230±5
M-6c	70±3	110±6	230±5
M-6d	80±3	110±6	230±5

Pencetakan batu bata manual adalah salah satu cara tradisional yang sudah

dilakukan oleh masyarakat sejak dulu. Proses manual seperti ini hanya menggunakan alat

sederhana dengan alat cetak bata menggunakan papan kayu yang bentuk sesuai dengan ukuran bata yang akan dibuat. Dalam suatu proses pencetakan batu bata bahan baku yang sudah diaduk (adonan) dimasukkan kedalam cetakan, dipadatkan, dan membongkar dari cetakan proses pencetakan secara manual.

Bertolak dari latar belakang masalah di atas, Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancangan alat pencetak batu bata merah secara otomatis dengan kapasitas 6000 bata/ hari agar memudahkan pengrajin batu bata merah untuk memproduksi batu bata merah secara banyak dalam waktu yang singkat.

METODE

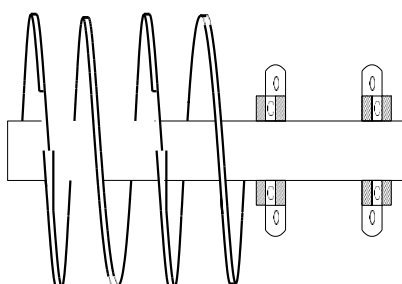
Pelaksanaan perancangan alat pembuat bata ini dilakukan di Desa Margosari, Kabupaten Pringsewu, Lampung. Penelitian mulai dilaksanakan dari bulan Januari 2022 hingga bulan Juni 2022. Perancangan mulai dilaksanakan pada tanggal 25 Januari 2022 s.d. selesai. Pengerjaan dilakukan setiap hari sabtu dan minggu dari pukul 13.00 WIB s.d. 17.00 WIB.

Tabel 2. Jadwal Riset

No	Keterangan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1.	Survey Lokasi						
2.	Pengumpulan Data						
3.	Study Literatur						
4.	Pengolahan Data						
5.	Perancangan						
6.	Hasil						
7.	Kesimpulan						

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan poros



Gambar 2. Ilustrasi Poros

Diketahui:

$$P = 17,652 \text{ (kW)}$$

$$n_1 = 2200 \text{ (rpm)}$$

$$f_c = 1,0$$

$$P_d = 1,0 \times 17,652$$

$$= 17,652 \text{ (kW)}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times 17,652/2200$$

$$= 7815 \text{ (kg.mm)}$$

S30C-D

$$\sigma_B = 58 \text{ (kg/mm}^2\text{)},$$

$$Sf_1 = 6,0, Sf_2 = 2,0$$

$$\tau_a = 58/ (6,0 \times 2,0)$$

$$= 4,83 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$C_b = 2,0$$

$$K_t = 1,5$$

$$d_3 = [\frac{5,1}{4,83} \times 2,0 \times 1,5 \times 7815]^{1/3}$$

$$= 29,2 \text{ (mm)}$$

$$\text{Diameter poros } d_3 = 30 \text{ (mm)}$$

Anggaplah diameter bagian yang menjadi tempat bantalan adalah = 32 (mm)

$$\text{Jari-jari filet} = (31 - 30)/2 = 1,0 \text{ (mm)}$$

$$\text{Alur pasak } 7 \times 4 \times \text{filet } 0,4$$

Konsentrasi tegangan pada poros bertangga

$$\frac{1,0}{30} = 0,033$$

$$\frac{32}{30} = 1,07$$

$$\beta = 1,37$$

Konsentrasi tegangan pada poros dengan alur pasak

$$\frac{0,4}{30} = 0,013$$

$$\alpha = 2,8, \alpha > \beta$$

$$\tau = \frac{5,1 \times 7815}{30^3} = 1,47 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau = \frac{4,83 \times 2,0}{2,8} = 3,45 \text{ kg/mm}^2$$

$$= 1,47 \times 2,0 \times 1,5 = 4,41 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_a \cdot Sf_2 < \tau C_b \cdot K_t$$

Anggaplah diameter poros $d_3 = 30$ (mm)

diameter bagian bantalan adalah = 32 (mm)

Jari-jari filet = $(35 - 32)/2 = 1,5$ (mm)
 Alur pasak 7 x 4 x filet 0,4

Konsentrasi tegangan dari poros bertangga

$$\frac{475}{32} = 14,843$$

$$\frac{35}{32} = 1,09$$

$$\beta = 1,30$$

Konsentrasi tegangan dari poros dengan alur pasak

$$\frac{0,6}{32} = 0,018$$

$$\alpha = 2,7, \alpha > \beta$$

$$\tau = \frac{5,1 \times 7815}{32^3} = 1,22 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau = \frac{4,83 \times 2,0}{2,7} = 3,58 \text{ kg/mm}^2$$

$$= 1,10 \times 2,0 \times 1,5 = 3,3 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_a \cdot Sf_2 / \alpha > C_b \cdot K_t$$

$$d_3 = 32 \text{ (mm)}$$

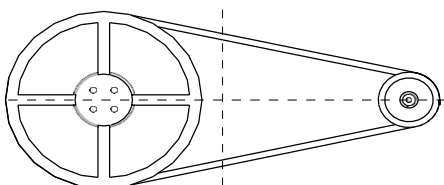
S30C-D diameter poros : $\varnothing 32 \times \varnothing 35$,
 jari jari filet 1,5 (mm)

Pasak 10 x 8

alur pasak : 10 x 4,5 x 0,6

Diameter poros dengan daya
 17,652 (kW) adalah lebih besar dari $\varnothing 30$,
 yaitu $\varnothing 50$.

Perhitungan Pulley



Gambar 3. Ilustrasi Pembuatan bata

$$P = 17,652 \text{ (kW)}$$

$$n_1 = 2200 \text{ (rpm)}$$

$$i \approx \frac{2200}{733} \approx 3,00$$

$$C \approx 300 \text{ (mm)}$$

$$f_c = 1,4$$

$$P_d = 1,4 \times 17,652$$

$$= 24,712 \text{ (kW)}$$

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times (24,712 : 2200)$$

$$= 10,940 \text{ (kg.mm)}$$

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \times (24,712 : 733)$$

$$= 32,836 \text{ (kg.mm)}$$

Bahan poros S30C-D

$$\sigma_B = 58 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$Sf_{1=6},$$

$$Sf_2 = 2 \text{ (dengan alur pasak)}$$

$$T_a = 58 : (6 \times 2)$$

$$= 4,83 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$K_{t=2} \text{ untuk beban tumbukan}$$

$$C_{b=2} \text{ untuk lenturan}$$

$$d_3 1 = \{ (5,1 :$$

$$4,83) \times 2 \times 2 \times 10,940 \}^{\frac{1}{3}}$$

$$= 35,9 \text{ (mm)} \rightarrow$$

$$36 \text{ (mm) , baik}$$

$$d_3 2 = \{ (5,1 :$$

$$4,83) \times 2 \times 2 \times 32,836 \}^{\frac{1}{3}}$$

$$= 51,7 \text{ (mm)} \rightarrow$$

$$52 \text{ (mm) , baik}$$

Penampang sabuk – V : tipe B

$$d_{\min} = 300 \text{ (mm)}$$

$$d_{p=300} \text{ (mm) ,}$$

$$D_p = 300 \times 1,67$$

$$= 501 \text{ (mm)}$$

$$d_k = 300 + 2 \times 5,5$$

$$= 311 \text{ (mm)}$$

$$D_p = 501 + 2 \times 5,5$$

$$= 512 \text{ (mm)}$$

$$\frac{5}{3} d_3 1 + 10 \rightarrow 70 \quad d_B = 70 \text{ (mm)}$$

$$\frac{5}{3} d_3 2 + 10 = 97 \rightarrow d_B = 100 \text{ (mm)}$$

$$v = \frac{3,14 \times 150 \times 2200}{60 \times 1000}$$

$$= 17,3 \text{ (m/s)}$$

$$17,3 \text{ (m/s)} < 30 \text{ (m/s) , baik}$$

$$300 - \frac{311+512}{2} = 111,5 \text{ (mm)}$$

Dipakai tipe standar.

$$P_o = 3,14 + (3,42 - 3,14) \left(\frac{50}{200} \right) + 0,41 + (0,47 - 0,41) \left(\frac{50}{200} \right)$$

$$= 3,22 \text{ (kW)}$$

$$L = 2 \times 300 + 1,57 (501 + 300) + \frac{(501-300)^2}{4 \times 300}$$

$$= 1891 \text{ (mm)}$$

$$\text{Nomor nominal sabuk – V : No.75 L} = 1905 \text{ (mm)}$$

$$h = 2 \times 1905 - 3,14 (501 + 300)$$

$$= 1295 \text{ (mm)}$$

$$C = \frac{1295 + \sqrt{1295^2 - 8(501-300)^2}}{8}$$

$$\begin{aligned}
 &= 307 \text{ (mm)} \\
 \theta &= 180^\circ - \frac{57(501-300)}{300} \\
 &= 142^\circ \rightarrow K_\theta = 0,91 \\
 N &= \frac{24,712}{3,22 \times 0,91} \\
 &= 84,33 \rightarrow 2 \text{ buah} \\
 \Delta C_t &= 36 \text{ (mm)} \\
 \Delta C_t &= 52 \text{ (mm)} \\
 \text{Tipe B, No. 70, 2 buah} \\
 d_k &= 311 \text{ (mm)} \\
 D_k &= 512 \text{ (mm)} \\
 \text{Lubang poros } &25 \text{ (mm)}, 31,5 \text{ (mm)} \\
 \text{Jarak sumbu poros } &302^{+40}_{-25} \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Bantalan

$$\begin{aligned}
 W_o &= 17,652 \text{ (kg)} \\
 N &= 733 \text{ (rpm)} \\
 d_3 &= 30 \text{ (mm)} \\
 f_c &= 1,0 \\
 W &= 17,652 \text{ (kg)} \\
 \text{Poros : Baja lunak, Bantalan :} \\
 \text{Perunggu} \\
 (pv)_a &= 0,1 \text{ [kg.m/(mm}^2 \cdot \text{s)]} \\
 C &= 30000 \times 0,1 = 3000 \text{ [} \\
 &\text{kg.m/(mm}^2 \cdot \text{s)]} \\
 d_1 - d_2 &= 17,652 \times 733/3000 \\
 &= 43,12 \text{ (mm)} \rightarrow 44 \text{ (mm)} \\
 d_2 &= 130 - 44 \\
 &= 86 \text{ (mm)} \\
 P &= 17,652/(\pi/4) \cdot (130^2 - 86^2) \\
 &= 0,003 \text{ (kg/mm}^2 \text{)} \\
 P_a &= 0,3 - 0,4 \text{ (kg/mm}^2 \text{)} \\
 0,003 &< (0,3 - 0,4), \text{ dapat diterima.} \\
 d_m &= (130 + 86)/2 \\
 &= 108 \text{ (mm)} \\
 v_m &= \pi \times 108 \times 733/(60 \times 17,652) \\
 &= 2,34 \text{ (m.s)} \\
 P v_m &= 0,002 \times 2,34 \\
 &= 0,046 \text{ [kg . m/(mm}^2 \cdot \text{s)]} \\
 0,046 &[\text{ kg . m/(mm}^2 \cdot \text{s)}] < 0,1 [\text{ kg .} \\
 &\text{m/(mm}^2 \cdot \text{s)}] \\
 d_2 &= 86 \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

Poros : baja lunak ; bantalan : perunggu
 No. Bantalan 6406 diameter 30 mm
 diameter lekukan 86 \rightarrow 90 mm.
 Housing bearing diameter 30 mm kode
 SE 507-606

SIMPULAN DAN SARAN

Dari perhitungan dalam perancangan alat pencetak batu bata merah ini ditemukan hasil untuk diameter poros dengan daya 17,652 kW adalah 30 mm. Dan untuk nomor nominal sabuk – V menggunakan No 75 L=1905 mm. Bahan pasak menggunakan S45C yang dicelup dingin dan dilunakkan, untuk bantalan menggunakan No. 6406 diameter 30 mm dengan diameter lekukan 86 dibulatkan menjadi 90 mm.

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka saran yang dapat diberikan adalah dalam perancangan alat batu bata merah ini perlu dilakukan perhitungan ulang supaya mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diinginkan. Dan menggunakan pedoman dari beberapa buku untuk menunjang dalam melakukan perhitungan pada komponen yang akan dibutuhkan.

REFERENSI

- [1] F. K. As, O. Novareza, and P. B. Santoso, "Peningkatan Kualitas Produk Batu Bata Merah Dengan Memanfaatkan Limbah Abu Serat Sabut Kelapa Dan Abu Serbuk Gergaji," in *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call For Paper Unisbank ke-3*, 2017, pp. 175–181, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2014.11.1137>.
- [2] H. Zalmadani, J. Santony, and Y. Yunus, "Prediksi Optimal dalam Produksi Bata Merah Menggunakan Metode Monte Carlo," *J. Inform. Ekon. Bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 13–20, 2020, doi: 10.37034/infeb.v2i1.11.
- [3] R. Hartono, Elhusna, and F. Supriani, "Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi (ASP) Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Bata Merah," *J. Inersia*, vol. 7, no. 1, pp. 23–32, 2015.
- [4] K. R. Ratnayanti, E. Desmaliana, and M. F. Izharuddin, "Kajian Perbandingan Biaya dan Waktu pada Bearing Wall dengan Bata Merah dan Bata Ringan," 2019.
- [5] S. Febby Romaadhoni, A. Ridwan, S.

- Winarto, and A. I. Candra, "Studi Experimen Kuat Tekan Beton Dengan Memanfaatkan Limbah Keramik Dan Bata Merah," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 86–95, 2019, doi: 10.30737/jurmateks.v2i1.394.
- [6] S. Permatasari, "Pengaruh Bahan Tambah Batu Bata Merah Terhadap Kuat Tekan Beton Fc'21 Menggunakan Agregat Kasar Pt. AMR Dan Agregat Halus Desa Sunggup Kota Baru," *J. Tapak*, vol. 8, no. 2, pp. 155–161, 2019.
- [7] D. Nugroho, A. A. Saputra, and K. Kuswoyo, "Pengaruh Campuran Abu Sekam Padi Terhadap Kualitas Bata Merah di Desa Tegalombo, Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati," *Wahana Tek.*, vol. 8, no. 2, pp. 10–23, 2019.
- [8] Y. Prayoga, "Peranan Industri Batu Bata Terhadap Tingkat Kemiskinan Di Kecamatan Rantau Selatan Kabupaten Labuhan Batu.," *Ecobisma (Jurnal Ekon. Bisnis Dan Manajemen)*, vol. 5, no. 2, pp. 47–53, 2018, doi: 10.36987/ecobi.v5i2.55.
- [9] I. Rusyd and Y. A. Nugroho, "Analisis Kecacatan Produk Pada Produksi Batu Bata Merah Dengan Metode Plan, Do, Check, Act Pada Dr Group Majenang," *J. TRINISTIK J. Tek. Ind. Bisnis ...*, vol. 2, no. 2, pp. 44–51, 2022, [Online]. Available: <https://journal.ittelkom-pwt.ac.id/index.php/trinistik/article/view/668%0Ahttps://journal.ittelkom-pwt.ac.id/index.php/trinistik/article/download/668/243>.
- [10] E. D. S. Mulyani, D. Rohpandi, S. S. Sundari, and Y. P. Putra, "PKM Usaha Mikro Produksi Bata Merah Berbasis IT," in *SNPMas: Seminar Nasional Pengabdian pada Masyarakat*, 2019, pp. 364–370.
- [11] M. Darsin, S. Junus, and J. F. Irawan, "Rancang Bangun Mesin Pencetak Bata Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Pada Paguyuban Pengrajin Bata Merah Kalisat Jember."
- [12] M. Amin, "Material Innovation On Red-Brick Making Without Burning For Home Industry Prosperity," *Inov. Pembang. J. Kelitbangan*, vol. 2, no. 03, pp. 13–31, 2014.
- [13] M. Ekayadi, S. Rawiana, and J. Joedono, "Pengaruh Abu Jerami Dan Serbuk Jerami Sebagai Komponen Bahan Terhadap Kualitas Bata," *Spektrum Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2014.
- [14] A. W. Ardi, "Uji Kuat Tekan, Daya Serap Air dan Identitas Material Batu Bata dengan Penambahan Agregat Limbah Botol Kaca." Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2016.
- [15] M. Umar, "Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata Dengan Penambahan Agregat Limbah Cangkang Telur." Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2018.
- [16] S. J. Syahland, "Pengaruh Proses Pembuatan Batu Bata Merah Asal Lampung Terhadap Karakteristik Batu Bata yang Dihasilkan," *Inov. Pembang. J. Kelitbangan*, vol. 4, no. 01, pp. 72–82, 2016.
- [17] S. Setyanto, I. Iswan, and H. D. Rahmad, "Studi Kekuatan Batu Bata Pasca Pembakaran Dengan Menggunakan Bahan Additive Serbuk Gergaji Kayu," *J. Rekayasa Tek. Sipil Univ. Lampung*, vol. 19, no. 2, pp. 119–128, 2015.
- [18] M. Tedja, C. Charleshan, and J. Efendi, "Perbandingan Metode Konstruksi Dinding Bata Merah dengan Dinding Bata Ringan," *ComTech Comput. Math. Eng. Appl.*, vol. 5, no. 1, pp. 272–279, 2014, doi: 10.21512/comtech.v5i1.2621.
- [19] H. Prayuda, E. A. Setyawan, and F. Saleh, "Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Batu Bata Merah di Yogyakarta," *J. Ris. Rekayasa Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 94–104, 2018.
- [20] D. A. Noor, "Teknologi Tradisional Pembuatan Batu Bata Sungai Tabuk Kalimantan Selatan," *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 53–64, 2019.

- [21] S. Hasibuan, “Analisis Kinerja Seismik Rumah Pasangan Batu Bata,” in *PROSIDING SNITT POLTEKBA*, 2020, vol. 4, pp. 151–156.
- [22] T. Andayono and E. Juliafad, “Karakteristik Batu Bata Campuran Hasil Sedimentasi Penambangan Batu Gamping Area 412, 3 Ha Bukit Tajarang,” *INVOTEK J. Inov. Vokasional Dan Teknol.*, vol. 19, no. 1, pp. 105–112, 2019.