

TUGAS AKHIR

PENGARUH PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI BAHAN TAMBAH PEMBUATAN BATU BATA TERHADAP KUALITAS BATU BATA

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Sarjana S1 Pada Program Studi Teknik Sipil.



Di susun oleh :

MUH. FADEL AL-BUHARI

(D0120306)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
MAJENE
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI BAHAN
TAMBAH PEMBUATAN BATU BATA TERHADAP KUALITAS BATU
BATA**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST) Pada
Program Strata Satu (S1) Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas
Sulawesi Barat

Oleh :

MUH. FADEL AL-BUHARI

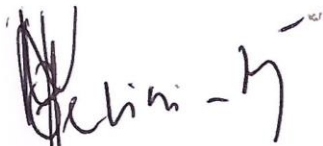
NIM D01 20 306

Telah di periksa dan disetujui Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Sipil (ST)

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Nur Okviyani, S.Si.,M.T

NIP. 19901022 02203 2 012



Ir. Ali Fauzi Mahmuda, S.T.,M.T

NIP. 18870624 202203 1 005

Diketahui Oleh :

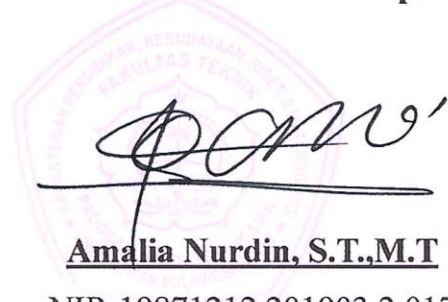
Dekan Fakultas Teknik

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Ir. Hatsah Nirwana, S.T.,M.T

NIP. 19640405 199003 2 002



Amalia Nurdin, S.T.,M.T

NIP. 19871212 201903 2 017

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUH. FADEL AL-BUHARI

Nm : DO1 20 306

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : PENGARUH PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI BAHAN TAMBAH PEMBUATAN BATU BATA TERHADAP KUALITAS BATU BATA

Menjelaskan dengan sebenarnya bahwa :

1. Dengan ini saya menyatakan sesungguhnya bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat keseluruhan atau Sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan ini cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau symbol yang ada menunjukkan gagasan atau pendapat, pemikiran dari penulisan lainnya yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan yang saya salin tiru atau saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberi pengakuan penulis aslinya
2. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar

Majene, Maret 2024

Yang membuat pernyataan

MUH. FADEL AL-BUHARI

D01 20 306

KATA PENGANTAR

Puji Syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan, Tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi salah satu pernyataan memperoleh derajat kesarjanaan Strata-1 pada Program Studi ,Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat, Majene

Tugas akhir ini diberi judul Pengaruh Pemanfaatan Bottom Ash Sebagai Bahan Tambah Pembuatan Batu Bata Terhadap Kualitas Batu Bata.

Penyusunan mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Ucapan tersebut ditunjukkan kepada :

1. Kedua orang tua, ibunda tersayang **Jusmila**, dan adik saya **Nurul Adelia** yang telah memberikan dukungan serta doa yang tidak hentinya kepada penulis.
2. **Ibu Nur Okviyani, S.Si.,M.T** dan **Ir. Ali Fauzi Mahmuda, S.T.,M.T** selaku dosen pembimbing yang senntiasa mendamping saya hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Sulawesi Barat **Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T.**
4. **Amalia Nurdin, ST.,MT** sebagai ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Sulawesi Barat.
5. **Ibu Dr.Eng. Ir. Dahlia Patah, S.T., M. Eng**, bapak **Ir. Apriansyah, S.T., M.T** Dan bapak **Yusman, S.Si.,M.T** selaku dosen penguji
6. Rekan rekan Angkatan 2020 Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Sulawesi Barat yang tidak dapat di sebut satu persatu
7. Rekan tim batu bata : Cici wulandari, Arnita, ikram, Suwandi, yang telah menemani dan memberikan dukungan dalam Menyusun skripsi ini
8. Semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu secara moral dam material dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini

Dengan selesainya skripsi ini tentunya tidak lepas dari kekurangan, untuk itu segala kritik dan saran yang membangun akan membentuk menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis dan pembaca

Majene, Maret 2024

MUH. FADEL AL-BUHARI

D0120306

ABSTRAK

PENGARUH PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI BAHAN TAMBAH PEMBUATAN BATU BATA TERHADAP KUALITAS BATU BATA

Muh. Fadel Al- Buhari

Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas Sulawesi Barat (2024)

muhfadelalbhari@gmail.com

Batu Bata merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah lama dikenal dan digunakan oleh masyarakat di pedesaan maupun perkotaan, berfungsi sebagai bahan konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *bottom ash* terhadap kualitas batu bata dengan variasi tambahan 15%, 30% dan 45% dari berat tanah. Limbah Batu Bara *Bottom Ash* (BA) ialah limbah padat dari konsumsi batu bara di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Variabel penelitian meliputi pengujian kuat tekan, daya serap, kerapatan semu, kadar garam, apparent porosity dan initial rate of suction (IRS) dengan sampel uji sebanyak 90 sampel yang dibuat menggunakan mesin cetak press batu bata.

Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *bottom ash* sebagai bahan tambah pembuatan batu bata mempengaruhi nilai Nilai kuat tekan Batu bata umur 7 Hari mempunyai rata-rata 15% dengan nilai 14,04 Mpa, 30% dengan nilai 8,99 Mpa dan 45% dengan nilai 6,21 Mpa. Sedangkan batu bata umur 28 Hari mempunyai rata-rata kuat tekan 15% dengan nilai 17,51 Mpa, 30% dengan nilai 10,49 Mpa . Pengujian Daya serap menunjukkan peningkatan nilai daya serap melebihi batas toleransi 20% untuk pasangan dinding. Pengujian kerapatan semu 15% sebesar 1,6 %, 30% sebesar 1,2% dan 45% sebesar 1,5%. Pengujian kadar garam memenuhi syarat. Pengujian initial rate of suction (IRS) 15% sebesar 224%, 30% sebesar 318,1% dan 45% sebesar 225,8%. Pengujian apparent porosity 15% sebesar 36,7%, 30% sebesar 47,7%, 45% sebesar 39,1%.

Kata Kunci : Batu Bata, Tanah Liat, Bottom Ash

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batu Bata merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah lama dikenal dan digunakan oleh masyarakat di pedesaan maupun perkotaan, berfungsi sebagai bahan konstruksi. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya pabrik batu bata yang dibangun masyarakat untuk memproduksi batu bata. Batu bata banyak digunakan untuk konstruksi perumahan tembok, gedung, pagar, kanal dan pondasi. Batu bata seringkali berfungsi sebagai material nonstruktural dalam konstruksi bangunan, selain fungsi strukturalnya. Secara fungsi struktural, batu bata digunakan sebagai rak atau untuk menopang beban-beban di atasnya, seperti pada konstruksi rumah sederhana dan pondasi. Sedangkan pada konstruksi bangunan bertingkat, batu bata berfungsi sebagai bangunan non struktural, digunakan sebagai dinding dan estetis tanpa memikul beban. (Zebua, 2018)

Kebutuhan akan batu bata dapat dipenuhi dengan pembuatan batu bata yang memenuhi spesifikasi, mudah didapat, murah, dan mudah dijangkau oleh masyarakat. Mengenai kualitas batu bata yang ada, sebagian besar mudah retak, hancur, permukaannya tidak rata, dan sudutnya tidak beraturan karena batu bata tersebut tidak terjamin mutunya. Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan rendemen yang diperoleh dengan meningkatkan kualitas bahan (tanah lempung atau tanah liat) atau dengan mencampurkan bahan pozzolan seperti *bottom ash* dengan bahan dasar pembuatan batu bata.

Bottom ash merupakan sisa pembakaran batu bara yang selama ini digunakan sebagai sumber energi Melalui Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). *Bottom ash* terlihat seperti pasir sungai alami dan tersedia dalam berbagai tingkatan, seperti pasir halus dan pasir kasar. Oleh karena itu, peneliti mempertimbangkan untuk menggunakan abu dasar sebagai bahan tambahan karena ukuran partikelnya.

Keberadaan *Bottom Ash* selama ini dianggap sebagai limbah yang dapat mencemari lingkungan dan mengganggu masyarakat sekitar. Untuk mengatasi hal tersebut maka dilakukan pengkajian untuk memanfaatkan material sisa tersebut. Mendaur ulang limbah dalam jumlah besar memiliki manfaat yang terbatas dan juga dapat menyebabkan kerusakan lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Oleh karena itu, pemanfaatan *bottom ash* sebagai bahan campuran pembuatan batu bata merah dengan proses yang sederhana merupakan pilihan yang layak untuk dipertimbangkan. Campuran bahan baku terdiri tanah lempung (tanah liat), air dan *bottom ash*. Batu bata yang dihasilkan kemudian diuji setelah berumur minimal 7 dan 28 hari dengan komposisi tertentu dari tanah lempung (tanah liat), air dan *bottom ash*.

Bottom ash dikategorikan menjadi *dry bottom ash* dan *wet bottom ash/boiler slag* berdasarkan jenis tungkunya yaitu *dry bottom boiler* yang menghasilkan *dry bottom ash* dan *slag-tap boiler* serta *cyclone boiler* yang menghasilkan *wet bottom ash (boiler slag)*. Sifat dari *bottom ash* sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh jenis batu bara dan sistem pembakarannya. *Bottom Ash* bersifat pozzolan dan berbentuk dalam partikel kecil. Pozzolan merupakan senyawa silika atau silika alumina yang akan membentuk kalsium hidroksida ketika bercampur dengan air.

Maka dari itu penulis mengangkat judul “ **PENGARUH PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI BAHAN TAMBAH PEMBUATAN BATU BATA TERHADAP KUALITAS BATU BATA**”. Penggunaan *bottom ash* sebagai tambahan material dalam pembuatan batu bata dirahapkan dapat meningkatkan kualitas pada batu bata itu sendiri. Selain itu juga diharapkan dapat mengurangi permasalahan limbah di lingkungan sekitar.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

- 1.2.1 Berapa hasil kuat tekan batu bata dengan penambahan *bottom ash* persentase 15%, 30% dan 45% dari berat tanah sebagai campuran batu bata dengan umur batu bata 7 hari dan 28 hari setelah pembakaran.
- 1.2.2 Berapa hasil daya serap dan kerapatan semu batu bata dengan penambahan *bottom ash* persentase 15%, 30% dan 45% dari berat tanah sebagai campuran batu bata umur batu bata 28.
- 1.2.3 Berapa hasil uji kandungan garam pada batu bata dengan penambahan *bottom ash* persentase 15%, 30% dan 45% dari berat tanah sebagai campuran batu bata dengan umur batu bata 28.
- 1.2.4 Berapa hasil Porositas Semunya (*Apparent Porosity*) batu bata dengan penambahan *bottom ash* persentase 15%, 30% dan 45% dari berat tanah sebagai campuran batu bata dengan umur batu bata 28.
- 1.2.5 Berapa hasil *Initial Rate Of Suction* (IRS) batu bata dengan penambahan *bottom ash* persentase 15%, 30% dan 45% dari berat tanah sebagai campuran batu bata dengan umur batu bata 28.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini antara lain:

- 1.3.1 Untuk mengetahui hasil kuat tekan batu bata dengan penambahan *bottom ash* persentase 15%, 30% dan 45% dari berat tanah sebagai campuran batu bata dengan umur batu bata 7 hari dan 28 hari setelah pembakaran.
- 1.3.2 Untuk mengetahui hasil daya serap dan kerapatan semu batu bata dengan penambahan *bottom ash* persentase 15%, 30% dan 45% dari berat tanah sebagai campuran batu bata umur batu bata 28.
- 1.3.3 Untuk mengetahui hasil uji kandungan garam pada batu bata dengan penambahan *bottom ash* persentase 15%, 30% dan 45% dari berat tanah sebagai campuran batu bata dengan umur batu bata 28.

- 1.3.4 Untuk mengetahui hasil Porositas Semunya (*Apparent Porosity*) batu bata dengan penambahan *bottom ash* persentase 15%, 30% dan 45% dari berat tanah sebagai campuran batu bata dengan umur batu bata 28.
- 1.3.5 Untuk mengetahui hasil *Initial Rate Of Suction* (IRS) batu bata dengan penambahan *bottom ash* persentase 15%, 30% dan 45% dari berat tanah sebagai campuran batu bata dengan umur batu bata 28.

1.4 Batasan masalah

- 1.4.1 Batasan masalah yang ada pada penelitian ini adalah tanah liat yang digunakan yaitu tanah yang berasal dari Baurung, Kec.Baggae Timur, Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat.
- 1.4.2 Pada penelitian ini proporsi persentase *Bottom Ash* yang dipakai yaitu 15%, 30%, 45%, terhadap berat tanah liat yang berasal dari PT.Rekind Daya Mamuju, Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat.
- 1.4.3 Pengujian sifat mekanik batu bata meliputi pengujian porositas, kerapatan semu, kuat tekan dan kadar garam
- 1.4.4 Pengujian mekanik batu bata dilakukan dengan umur 7 hari dan 28 hari setelah pembakaran pada 45 sampel batu bata setiap variasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

- 1.5.1 Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah memberikan masukan pengaruh terhadap sifat mekanik yaitu porositas, kerapatan semu, kuat tekan dan kadar garam batu bata dengan pencampuran *bottom ash* dengan umur batu bata selama 7 hari, dan 28 hari setelah pembakaran.
- 1.5.2 Manfaat praktis dari penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi penelitian selanjutnya khususnya di bidang ketekniksipilan.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum tulisan ini terbagi lima bab yaitu : Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metode Penelitian, Hasil Pengujian dan Pembahasan dan diakhiri oleh Penutup. Berikut ini merupakan rincian secara umum mengenai kandungan dari kelima bab diatas.

BAB I Latar Belakang

Bab ini memuat latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini menguraikan tentang teori-teori yang menyangkut tentang penelitian ini.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini memuat bagan alir penelitian, tahap-tahap yang dilakukan selama penelitian meliputi tempat dan waktu penelitian, material penelitian, alat penelitian, prosedur kerja, metode percobaan, metode pengumpulan data, serta diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Hasil Uji Tampak

- a. Batu bata merah normal BA0 (batu bata normal). Lama pembakaran 3 hari. Dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Hasil Uji Sifat Tampak BA0

Benda Uji	Bentuk	Keadaan Permukaan	Siku	Cacat	Keterangan	
BA0	BN1	Persegi Panjang	Rata	Tidak Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	BN2	Persegi Panjang	Rata	Tidak Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	BN3	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Memenuhi
	BN4	Persegi Panjang	Rata	Tidak Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	BN5	Persegi Panjang	Rata	Tidak Tajam	Tidak Ada	Tidak Memenuhi
	BN6	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Memenuhi
	BN7	Persegi Panjang	Tidak Rata	Tidak Tajam	Tidak Ada	Tidak Memenuhi
	BN8	Persegi Panjang	Tidak Rata	Tajam	Tidak Ada	Memenuhi
	BN9	Persegi Panjang	Tidak Rata	Tajam	Tidak Ada	Memenuhi
	BN10	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Tidak Ada	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian Penulis, 2024



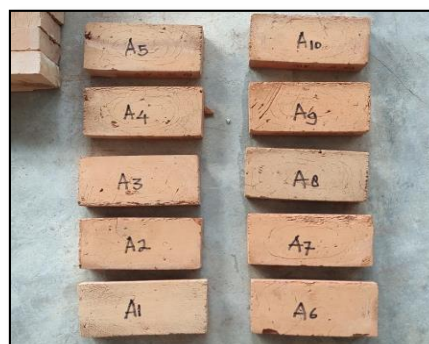
Gambar 4.1 Uji Sifat Tampak
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024)

- b. Batu Bata Merah dengan penambahan *bottom ash* 15% dari berat tanah (BA15). Lama perbakaran 3 hari. Adapun hasil uji sifat tampak batu bata BA15 dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Hasil Uji Sifat Tampak BA15

Benda Uji	Bentuk	Keadaan Permukaan	Siku	Cacat	Keterangan	
BA15	A1	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	A2	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	A3	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	A4	Persegi Panjang	Tidak Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	A5	Persegi Panjang	Tidak Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	A6	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	A7	Persegi Panjang	Tidak Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	A8	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	A9	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	A10	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian Penulis, 2024



Gambar 4.2 Uji Sifat Tampak
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024)

- c. Batu Bata Merah dengan penambahan *bottom ash* 30% dari berat tanah (BA30). Lama perbakaran 3 hari. Adapun hasil uji sifat

tampak batu bata BA30 dapat dilihat pada tabel 4.3 dan gambar 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil Uji Sifat Tampak BA30

Benda Uji	Bentuk	Keadaan Permukaan	Siku	Cacat	Keterangan	
BA30	B1	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	B2	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	B3	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	B4	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	B5	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	B6	Persegi Panjang	Tidak Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	B7	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	B8	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	B9	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi
	B10	Persegi Panjang	Rata	Tajam	Ada	Tidak Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian Penulis, 2024



Gambar 4.3 Uji Sifat Tampak
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024)

- d. Batu Bata Merah dengan penambahan *bottom ash* 45% dari berat tanah (BA45). Lama permbakaran 3 hari. Adapun hasil uji sifat

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan di Laboratorium terpadu Universitas Sulawesi Barat, dapat ditarik kesimpulan seperti berikut:

- 5.1.1 Hasil Uji Kuat Tekan Batu Bata pada setiap variasi penambahan *Bottom Ash* umur 7 Hari dan 28 hari menunjukkan penurunan nilai kuat tekan sehingga disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan *Bottom Ash* pada batu bata maka akan semakin turun juga nilai kuat tekannya.
- 5.1.2 Hasil Uji Daya Serap Batu Bata pada setiap variasi Umur 28 hari dengan bahan tambah *bottom ash* menunjukkan bahwa batu bata mengalami peningkatan daya serap air seiring dengan jumlah penambahan *bottom ash*. Pada Sampel BA45 tidak dapat dipertimbangkan karena pada saat dilakukan pencetakan terjadi kendala dimana sampel mengalami keretakan saat keluar dari mesin yang diakibatkan oleh tanah liat tidak menyatuh dengan baik sehingga dilakukan penambahan tanah liat agar dapat tercetak dengan baik.
- 5.1.3 Hasil Uji Kerapatan Semu Batu Bata menunjukkan bahwa penambahan setiap variasi *bottom ash* pada batu bata umur 28 hari tidak terjadi peningkatan pada nilai kerapatan semu. Hal itu diakibatkan Semakin tinggi kerapatan semu maka daya serap air akan semakin rendah yang menyebabkan air atau uap air menjadi sulit untuk mengisi rongga tersebut.
- 5.1.4 Berdasarkan hasil pengamatan uji kadar garam menunjukkan bahwa batu bata dengan penambahan *bottom ash*/tanpa *bottom ash* tidak mengandung garam yang membahayakan yang dapat mengakibatkan terjadinya pembusukan pada pasangan bata sehingga terjadi pelapukan.
- 5.1.5 Hasil uji *apparent porosity* menunjukkan bahwa batu bata dengan dengan bahan tambah *bottom ash* menunjukkan peningkatan seiring

dengan penambahan jumlah *bottom ash*. Batu bata dengan porositas tinggi biasanya lebih ringan dari batu bata dengan porositas rendah dan memiliki sifat insulasi yang baik

- 5.1.6 Hasil uji (IRS) menunjukkan bahwa batu bata dengan dengan bahan tambah *bottom ash* menunjukkan peningkatan seiring dengan penambahan jumlah *bottom ash* . Adapun nilai optimum terdapat pada sampel BA30 dengan nilai 318,0 gr/mnt/cm².

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diajukan saran sebagai berikut :

- 5.2.1 Cetakan batu bata yang digunakan harus menggunakan besi dengan memakai press agar mendapatkan kepadatan maksimal, dimensi batu bata dan sifat tampak juga akan lebih rapih tidak perlu diampelas atau dihaluskan lagi permukaan ketika akan menguji
- 5.2.2 Penelitian ini dapat dikembangkan dengan beberapa perbandingan benda uji yang lebih variatif untuk mencapai mutu yang lebih baik.
- 5.2.3 Diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode perawatan berbeda untuk lebih memastikan kuat tekan maksimal

DAFTAR PUSTAKA

- Ayuningtyas, U., Susila, I. M. A. D., Sihombing, A. L. S., Sasongko, N. A., Anggraeni, P., Nugroho, T. P. A., & Darmayanti, N. T. E. (2022, December). Pemanfaatan Fly Ash Dan Bottom Ash Sebagai Material Konstruksi Ramah Lingkungan Dalam Rangka Mendukung Kriteria Bangunan Hijau. *In Proceedings Of National Colloquium Research And Community Service* (Vol. 6, pp. 51-56).
- Dewi, S. U., & Prasetyo, F. (2021). Analisa Penambahan Bottom Ash Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton. *Journal of Infrastructural in Civil Engineering*, 2(02), 31-45.
- Doğan-Sağlamtimur, N., Bilgil, A., Szechyńska-Hebda, M., Parzych, S., & Hebda, M. (2021). Eco-friendly fired brick produced from industrial ash and natural clay: A study of waste reuse. *Materials*, 14(4), 877.
- Febriantama, A. (2016). Analisis Pengaruh Penambahan Zat Additive ISS 2500 Terhadap Kuat Tekan Batu Bata Dengan dan Tanpa Proses Pembakaran. Hakas Prayuda, Endea Aji Setyawan, Fadillah. 2018. *Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Batu Bata Merah Di Yogyakarta*. Vol.1.No 6.
- Haryanti, N. H. (2015). Kuat tekan bata ringan dengan bahan campuran abu terbang PLTU asam-asam Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 12(1), 20-30.
- Huda, M., & Hastuti, E. (2012). Pengaruh temperatur pembakaran dan penambahan abu terhadap kualitas batu bata. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*.
- Mandal, A. K., & Sinha, O. P. (2017). Preparation and characterization of fired bricks made from bottom ash and iron slime. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 29(4), 04016245.
- Pitak, I., Baltušnikas, A., Kalpokaitė-Dičkuvienė, R., Kriukiene, R., & Denafas, G. (2022). Experimental study effect of bottom ash and temperature of firing on the properties, microstructure and pore size distribution of clay

- bricks: A Lithuania point of view. *Case studies in construction materials*, 17, e01230
- Prasanda, Achmad Fredya Eka. 2015. Paving Geopolimer Berbahan Dasar Bottom Ash dan Sugar Cane Bagasse Ash (SCBA). *Jurnal Teknik Sipil ITS*. Vol. 4, No. 2, ISSN: 2337 – 3539.
- Sutcu, M., Erdogmus, E., Gencel, O., Gholampour, A., Atan, E., & Ozbakkaloglu, T. (2019). Recycling of bottom ash and fly ash wastes in eco-friendly clay brick production. *Journal of Cleaner Production*, 233, 753-764
- Standar Nasional Indonesia. 2000. *Bata Merah Pejal Unyuk Pasangan Dinding*. SNI 15-2094-2000
- Suirna Juarnisa, Syahland. 2016. Pengaruh Proses Pembuatan Batu Bata Merah Asal Lampung Terhadap Karakteristik Batu Bata yang Dihasilkan. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 4(01), 72-82.
- Suseno, H., Prastumi, P., Susanti, L., & Setyowulan, D. (2012). Pengaruh penggunaan bottom ash sebagai pengganti tanah liat pada campuran bata terhadap kuat tekan bata. *Rekayasa Sipil*, 6(3), 272-281.
- Zebua, D., & Sinulingga, K. (2018). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kekuatan Batu Bata. *Jurnal Einstein*, 6(02), 8-13