

SKRIPSI

**PENGARUH BOTTOM ASH SEBAGAI MATERIAL BATA RINGAN
TERHADAP KEKUATAN DAN DURABILITAS**

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



Disusun Oleh:

HENDRIK

D0122058

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
MAJENE
2026**

HALAMAN JUDUL

**PENGARUH BOTTOM ASH SEBAGAI MATERIAL BATA RINGAN
TERHADAP KEKUATAN DAN DURABILITAS**

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



Disusun Oleh:

HENDRIK

D01 22 058

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
MAJENE
2026**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Kampus Padhang-Padhang Banggae Timur Majene Sulawesi Barat
Website ://ft.unsulbar.ac.id Instagram:ft_Universitas Sulawesi Barat

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH *BOTTOM ASH* SEBAGAI MATERIAL BATA RINGAN
TERHADAP KEKUATAN DAN DURABILITAS

TUGAS AKHIR

Oleh

HENDRIK

D01 22 058

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)

Tanggal 24 April 2026

Menyetujui,

Tim Pembimbing,

Pembimbing 1

Irma Ridhayani, S.T., M.T.
NIP: 19800314 202421 2 011

Pembimbing 2

Dr. Eng. Ir. Dahlia Patah, S.T., M.Eng.
NIP. 199880115 201903 1 006

Mengetahui,

Koordinator Program Studi



Angha Nurdin, S.T., M.T.
NIP. 19871212 201903 2 017

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T.
NIP. 19640405 199003 2 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Majene, 15 April 2026



HENDRIK

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sektor konstruksi di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir, seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, urbanisasi, serta kebutuhan akan pembangunan infrastruktur dan perumahan. Kondisi ini menuntut tersedianya material konstruksi yang tidak hanya memiliki kekuatan yang memadai, tetapi juga efisien, ekonomis, dan ramah lingkungan. Salah satu komponen penting dalam konstruksi bangunan adalah material penyusun dinding, yang secara umum masih didominasi oleh penggunaan bata merah konvensional. Bata merah banyak digunakan karena proses pembuatannya relatif sederhana dan bahan bakunya mudah diperoleh. Namun demikian, bata merah memiliki beberapa keterbatasan, antara lain berat yang cukup besar, dimensi yang tidak seragam, serta proses pemasangan yang membutuhkan waktu relatif lama. Selain itu, produksi bata merah juga memerlukan proses pembakaran yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan (Latip et al., 2023).

Seiring dengan perkembangan teknologi konstruksi, penggunaan bata ringan mulai menjadi alternatif yang banyak dipertimbangkan. Bata ringan merupakan material bangunan yang memiliki berat jenis lebih rendah dibandingkan dengan bata konvensional karena adanya pori-pori atau rongga udara di dalam strukturnya. Keunggulan bata ringan antara lain adalah bobot yang ringan sehingga dapat mengurangi beban mati struktur bangunan, kemudahan dalam proses pemasangan yang dapat meningkatkan efisiensi waktu pekerjaan, serta memiliki sifat isolasi panas yang lebih baik. Dengan berbagai keunggulan tersebut, bata ringan dinilai lebih sesuai untuk mendukung konsep konstruksi modern yang menekankan efisiensi dan keberlanjutan.

Meskipun demikian, bahan baku utama dalam pembuatan bata ringan umumnya masih menggunakan pasir sebagai agregat halus. Penggunaan pasir secara terus-menerus dalam jumlah besar dapat menyebabkan eksploitasi

sumber daya alam yang berlebihan, khususnya pada daerah aliran sungai, sehingga berpotensi menimbulkan kerusakan lingkungan seperti erosi, sedimentasi, dan penurunan kualitas ekosistem (Hasim, 2022). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam penggunaan material alternatif yang dapat menggantikan sebagian atau seluruh fungsi pasir tanpa mengurangi kualitas batuan ringan yang dihasilkan.

Salah satu material alternatif yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan adalah bottom ash, yaitu limbah padat yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Bottom ash umumnya berbentuk butiran kasar dengan tekstur yang menyerupai pasir, sehingga secara fisik berpotensi digunakan sebagai pengganti agregat halus. Selain itu, bottom ash mengandung senyawa kimia seperti silikon dioksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3) yang bersifat pozzolanik. Sifat pozzolanik ini memungkinkan terjadinya reaksi dengan kalsium hidroksida hasil hidrasi semen untuk membentuk senyawa Calcium Silicate Hydrate (C-S-H) yang berperan penting dalam meningkatkan kekuatan dan kekompakan struktur material (Tang et al., 2024; Aygün, 2024). Dengan demikian, penggunaan bottom ash tidak hanya berfungsi sebagai pengganti agregat, tetapi juga dapat berkontribusi dalam meningkatkan sifat mekanik material.

Selain manfaat teknis, pemanfaatan bottom ash juga memberikan keuntungan dari aspek lingkungan. Limbah bottom ash yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran tanah dan air. Oleh karena itu, pemanfaatannya sebagai bahan konstruksi merupakan salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif limbah industri sekaligus mendukung konsep pembangunan berkelanjutan. Penggunaan material limbah sebagai bahan konstruksi juga sejalan dengan prinsip reduce, reuse, dan recycle (3R) dalam pengelolaan lingkungan.

Penelitian lainnya oleh Haddadian et al. (2022) menjelaskan bahwa ukuran partikel bottom ash yang relatif halus dapat memperbaiki struktur mikro material dengan mengurangi jumlah pori-pori yang terbentuk selama proses pengerasan. Hal ini berdampak pada peningkatan kuat tekan dan ketahanan

material. Selain itu, Huynh et al. (2024) menyatakan bahwa bottom ash dapat digunakan sebagai substitusi agregat halus dalam pembuatan bata ringan ramah lingkungan hingga batas tertentu, tanpa mengurangi kualitas yang disyaratkan oleh standar. Namun demikian, penggunaan bottom ash dalam jumlah yang berlebihan dapat memberikan dampak negatif, seperti meningkatnya porositas dan menurunnya kuat tekan akibat kurang optimalnya ikatan antar partikel dalam campuran (Amri, 2021).

Berdasarkan berbagai hasil penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa penggunaan bottom ash dalam bata ringan memiliki potensi yang besar dalam meningkatkan kekuatan dan durabilitas material, serta memberikan manfaat dari segi lingkungan. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi bottom ash terhadap sifat mekanik dan durabilitas bata ringan secara lebih spesifik, khususnya dalam menentukan komposisi optimum yang menghasilkan kinerja terbaik.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan judul **“PENGARUH BOTTOM ASH SEBAGAI MATERIAL BATA RINGAN TERHADAP KEKUATAN DAN DURABILITAS”**. Parameter yang ditinjau dalam penelitian ini meliputi kuat tekan sebagai indikator kekuatan material, bulk density sebagai indikator kepadatan, serta Initial Rate of Absorption (IRA) sebagai indikator daya serap air awal yang berkaitan dengan durabilitas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan material konstruksi yang lebih efisien, berkualitas, dan ramah lingkungan, serta menjadi referensi dalam pemanfaatan limbah industri sebagai bahan bangunan alternatif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi campuran *bottom ash* terhadap nilai kepadatan (*bulk density*) bata ringan yang dihasilkan?

2. Bagaimana pengaruh penggunaan *bottom ash* terhadap daya serap air awal (*Initial Rate of Absorption/IRA*) sebagai indikator durabilitas bata ringan?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan *bottom ash* sebagai bahan substitusi dalam pembuatan bata ringan terhadap nilai kuat tekan material?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka diperoleh tujuan penelitian berikut :

1. Mengetahui pengaruh variasi campuran *bottom ash* terhadap nilai kepadatan (*bulk density*) bata ringan
2. Menganalisis pengaruh penggunaan *bottom ash* terhadap daya serap air awal (*Initial Rate of Absorption/IRA*) sebagai indikator durabilitas bata ringan.
3. Menganalisis pengaruh penggunaan *bottom ash* sebagai bahan substitusi dalam pembuatan bata ringan terhadap nilai kuat tekan material.

1.4 Manfaat penelitian

1. Manfaat Teoritis:

- a. Menambah wawasan dan pengetahuan dalam bidang teknik sipil, khususnya mengenai pemanfaatan limbah industri sebagai material alternatif dalam pembuatan bata ringan.
- b. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penggunaan *bottom ash* dalam material konstruksi.

2. Manfaat Praktis:

- a. Memberikan informasi kepada praktisi konstruksi mengenai potensi penggunaan *bottom ash* sebagai bahan substitusi agregat dalam bata ringan.
- b. Menjadi alternatif solusi dalam mengurangi penggunaan pasir sebagai bahan utama, sehingga dapat mengurangi eksploitasi sumber daya alam.
- c. Memberikan kontribusi dalam pengelolaan limbah industri yang lebih efektif dan ramah lingkungan..

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian agar lebih terarah, maka batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. *Bottom ash* yang digunakan merupakan limbah hasil pembakaran batu bara dari PLTU PT. Rekind Daya Mamuju, yang telah diayak agar ukuran partikel sesuai dengan gradasi pasir halus.
2. Semen yang digunakan Adalah *Portland Composite Cement* (PCC)
3. Benda uji yang akan di buat berukuran 5x5x5 cm dan terdiri dari 4 type yaitu: BA-RDM 1:1, BA-RDM 1:1,5, BA-RDM 1:2, dan BA-RDM 1:3.
4. Pengujian *Bulk Density* dilakukan pada umur 1 hari untuk mengetahui kepadatan awal bata ringan setelah proses pencetakan. Metode pengujian ini mengacu pada standar ASTM C140/C140M dan SNI 03-0349-1989 tentang metode pengujian bata beton ringan.
5. Pengujian *Initial Rate of Absorption* (IRA) dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari untuk mengetahui laju penyerapan air awal pada bata ringan sebagai indikator durabilitas. Pengujian ini mengacu pada ASTM C67 yang digunakan untuk menentukan tingkat penyerapan air awal material.
6. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari untuk mengetahui perkembangan kekuatan bata ringan. Pengujian ini mengacu pada ASTM C109/C109M dan ASTM C495/C495M untuk beton ringan, serta dapat disesuaikan dengan SNI 03-0349-1989 untuk bata beton ringan.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum, tulisan penelitian ini terbagi dalam lima (5) bab yaitu: pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil Penguji dan Pembahasan dan diakhiri oleh Penutup. Berikut rincian sistematika penulisan penelitian ini.

BAB 1 LATAR BELAKANG

Pada bab ini berisikan pendahuluan yang memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memuat Tinjauan Pustaka serta teori-teori tentang bahan, metode

penelitian dan segala yang bersangkutan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memuat tentang tahap-tahap penelitian seperti studi kepustakaan, tempat dan waktu penelitian serta bahan-bahan yang digunakan juga berisi tentang bagan alur penelitian dan metode penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dan data – data Penelitian

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan singkat mengenai hasil yang diperoleh dari penelitian dan disertai dengan saran – saran yang diusulkan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan terhadap penggunaan *bottom ash* sebagai material bata ringan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh *bottom ash* terhadap bulk density (kepadatan), Penggunaan *bottom ash* pada variasi BA-RDM 1:1, 1:1,5, 1:2, dan 1:3 terbukti mempengaruhi nilai *bulk density*. Hasil menunjukkan bahwa BA-RDM 1:1,5 memiliki kepadatan paling optimal karena partikel *bottom ash* mampu mengisi rongga secara efektif sehingga struktur menjadi lebih rapat. Sementara itu, BA-RDM 1:1 memiliki kepadatan lebih rendah akibat masih banyak pori, dan BA-RDM 1:2 serta 1:3 menunjukkan kepadatan yang kurang stabil. Hal ini menegaskan bahwa variasi campuran sangat menentukan tingkat kerapatan bata ringan.
2. Mengetahui pengaruh *bottom ash* terhadap daya serap air (IRA), Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai IRA dipengaruhi langsung oleh kepadatan material. BA-RDM 1:1,5 memiliki nilai IRA paling rendah, yang berarti daya serap air kecil karena struktur lebih padat. Sebaliknya, BA-RDM 1:1 dan 1:3 memiliki nilai IRA lebih tinggi karena masih banyak rongga terbuka. BA-RDM 1:2 berada pada kondisi menengah. Dengan demikian, *bottom ash* yang digunakan secara optimal mampu menurunkan daya serap air dan meningkatkan ketahanan terhadap kelembaban.
3. Mengetahui pengaruh *bottom ash* terhadap kuat tekan, Pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi diperoleh pada BA-RDM 1:1,5, baik pada umur 7 hari maupun 28 hari. Hal ini disebabkan oleh struktur yang lebih padat dan ikatan antar partikel yang lebih kuat. BA-RDM 1:1 menghasilkan kuat tekan terendah, sedangkan BA-RDM 1:2 dan 1:3 tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan karena kemungkinan adanya peningkatan porositas. Selain itu, semua variasi menunjukkan bahwa kuat

tekan umur 28 hari lebih tinggi dari 7 hari, menandakan proses hidrasi berjalan dengan baik.

5.2 Saran

1. Optimasi komposisi campuran (BA-RDM)

Berdasarkan hasil penelitian, campuran BA-RDM 1:1,5 menunjukkan performa paling optimal dari segi kepadatan, daya serap, dan kuat tekan. Oleh karena itu, disarankan penelitian selanjutnya difokuskan pada rentang komposisi di sekitar BA-RDM 1:1,5 untuk mendapatkan nilai optimum yang lebih akurat, terutama dalam meningkatkan kuat tekan tanpa mengurangi sifat ringan bata.

2. Pengujian umur dan variasi waktu

Karena hasil menunjukkan adanya peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke 28 hari, disarankan dilakukan pengujian pada umur lebih lanjut (misalnya 56 hari atau 90 hari) untuk mengetahui perkembangan kekuatan jangka panjang dari bata ringan berbasis *bottom ash*.

3. Pengujian Sifat Durabilitas yang Lebih Lengkap

Meskipun penelitian telah mencakup parameter IRA sebagai indikator durabilitas, disarankan untuk menambahkan pengujian lain seperti porositas, ketahanan terhadap air, dan siklus basah–kering, agar aspek ketahanan material dapat dianalisis secara lebih menyeluruh.

4. Pengendalian Karakteristik *Bottom Ash*

Disarankan untuk memperhatikan ukuran butir dan kondisi fisik *bottom ash* sebelum digunakan. Hal ini karena hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan dan daya serap sangat dipengaruhi oleh kemampuan material dalam mengisi rongga, sehingga kualitas *bottom ash* perlu dikontrol agar hasil lebih konsisten.

5. Penerapan Skala Lapangan

Penelitian ini masih bersifat laboratorium, sehingga disarankan dilakukan uji coba produksi dalam skala lapangan untuk mengetahui apakah hasil seperti pada BA-RDM 1:1,5 tetap konsisten ketika diproduksi dalam jumlah besar.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C1585-13. (2013). *Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes*. ASTM International.
- ASTM C642-13. (2013). *Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete*. ASTM International.
- ASTM C140-16a. (2016). *Standard Test Methods for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units*. ASTM International.
- ASTM C618-19. (2019). *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. ASTM International.
- Aygun, B.F. (2024). *Coal Bottom Ash and Its Applications in Cement and Concrete Technologies: A Review*. Springer.
- Cheah, C.B., et al. (2024). *Influence of Coal Bottom Ash Aggregate Grading on Concrete Properties*. *Journal of Building Materials*.
- Dahlia, R. (2022). *Pemanfaatan Bottom Ash sebagai Bahan Pengganti Pasir terhadap Kuat Tekan Bata Ringan*. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 9(2), 77–84.
- Dasar, M. (2020). *Analisis Pengaruh Substitusi Bottom Ash terhadap Daya Serap Air dan Durabilitas Bata Ringan*. *Jurnal Rekayasa Material Konstruksi*, 5(1), 45–52.
- Haddadian, A., Alengaram, U.J., Alnahhal, A.M., Salari, F., Srinivas, M.K., Mo, K.H., Yusoff, S., & Ibrahim, M.S.I. (2022). *Valorization of Diverse Sizes of Coal Bottom Ash as Fine Aggregate in the Performance of Lightweight Foamed Concrete*. *Journal of Civil Engineering and Management*, 28(8), 601–619.

- Hasim, A.M. (2022). *Properties of High Volume Coal Bottom Ash in Concrete. Construction and Building Materials.*
- Huynh, T.P., Ngo, S.H., & Nguyen, V.-D. (2024). *Utilizing Coal Combustion Bottom Ash as a Sustainable Alternative to Natural Aggregate in Eco-Friendly Building Bricks. CTU Journal of Innovation and Sustainable Development, 16(ICC EE), 1–7.*
- Kim, J.H., Moon, H., & Chung, C.W. (2024). *Evaluation on Properties of Cement Mortar and Brick Using Magnetically Separated Coal Power Plant Bottom Ash. International Journal of Concrete Structures and Materials, 18(1), 21–30.*
- Latip, A., Kaselle, H., Trisnawathy, Jusmawardani, & Septhemy, S. (2023). *Kekuatan Bata Ringan Berbasis Fly Ash dan Bottom Ash dengan Penambahan Admixture. Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV).*
- Mukhtar, A., Qazi, A.U., Khan, Q.S., Munir, M.J., Kazmi, S.M.S., & Hameed, A. (2022). *Feasibility of Using Coal Ash for the Production of Sustainable Bricks. Sustainability, 14(11), 6692.*
- Mulyono, T. (2019). *Teknologi Beton.* Yogyakarta: Andi Offset.
- Nurwidayati, R. (2024). *Effect of Bottom Ash as Partial Replacement of Fine Aggregate in Lightweight Concrete. E3S Web of Conferences*
- Patah, Y. (2021). *Pengaruh Pemanfaatan Bottom Ash sebagai Bahan Substitusi Pasir terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Bata Ringan. Jurnal Keteknik Sipil, 8(2), 112–120.*
- Sukandar, R., Putra, A. & Syafrudin, D. (2020). *Pemanfaatan limbah bottom ash sebagai bahan bangunan ramah lingkungan. Jurnal Rekayasa Lingkungan, 6(1).*

SNI 03-0349-1989. (1989). *Bata Beton untuk Pasangan Dinding*. Badan Standardisasi Nasional.

Tang, W., Onaizi, A.M., Onaizi, S.A., Sajjad, U., & Liu, Y. (2024). *Integrated Use of Furnace Bottom Ash as Fine Aggregate and Cement Replacement for Sustainable Mortar Production*. *Materials*, 17(15), 3834.

Tjokrodimuljo, K. (2017). *Teknologi Bahan Konstruksi*. Yogyakarta: Beta Offsed