

PEMANFAATAN TAILING BAUKSIT SEBAGAI BAHAN BAKU ALTERNATIF DALAM PEMBUATAN BATA RINGAN RAMAH LINGKUNGAN

Herman^{1,a}, Suratmin², Idris Herkan Afandi³, Desyana Ghafarunnisa⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil dan Pertambangan, Politeknik Negeri Ketapang
Jalan Ranga Sentap Kelurahan Sukaharja Kabupaten Ketapang , 78813

^(a)*email korespondensi*: herman.politap@politap.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Ketapang merupakan salah satu daerah penghasil bauksit terbesar di Indonesia yang menghasilkan limbah tailing dalam jumlah besar dari proses pencucian bijih. Tailing bauksit ini umumnya belum dimanfaatkan secara optimal dan berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan tailing bauksit sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan bata ringan ramah lingkungan serta menganalisis sifat fisik dan mekaniknya. Metode penelitian dilakukan dengan membuat empat variasi sampel (P1, P2, P3, dan P4) dengan perbedaan komposisi material. Pengujian meliputi kuat tekan, bobot isi, dan penyerapan air. Hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa sampel P1 dan P2 memiliki nilai rata-rata masing-masing 3,31 N/mm² dan 3,79 N/mm², yang masih memenuhi standar penggunaan untuk konstruksi non-struktural. Sebaliknya, P3 dan P4 menunjukkan kuat tekan sangat rendah (0,59 N/mm² dan 0,70 N/mm²) sehingga tidak layak digunakan. Hasil pengujian bobot isi memperlihatkan P1 memiliki bobot isi tertinggi (1530,66 kg/m³) dengan penyerapan air terendah (16,07%), sedangkan P4 memiliki bobot isi terendah (979,31 kg/m³) dan penyerapan air tertinggi (25,92%). Kesimpulan penelitian ini adalah tailing bauksit berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku bata ringan, khususnya pada P2 yang menghasilkan kombinasi densitas, kekuatan, dan penyerapan air lebih baik dibandingkan sampel lainnya. Pemanfaatan tailing bauksit dalam pembuatan bata ringan tidak hanya mengurangi dampak pencemaran lingkungan, tetapi juga memberikan nilai tambah pada limbah tambang.

Kata kunci : *tailing bauksit, bata ringan, kuat tekan, bobot isi, penyerapan air*

PENDAHULUAN

Kabupaten Ketapang merupakan salah satu daerah penghasil bauksit terbesar di Indonesia, di mana aktivitas penambangan dan pengolahannya menghasilkan limbah dalam jumlah yang sangat besar. Tailing bauksit adalah produk samping yang dikategorikan sebagai material tidak berharga, tailing yang tersedimentasi mempengaruhi kinerja saluran sehingga perlu dilakukan perawatan secara berkala (Sujarmiko, 2020). Tailing bauksit ini umumnya masih mengandung mineral tertentu yang belum dimanfaatkan secara optimal. Apabila tidak ditangani dengan baik, limbah ini berpotensi merubah karakteristik morfologi, fisik, kimia, serta vegetasi yang tumbuh di atasnya dan perlu dilakukan upaya pemanfaatan tailing dan tanah bekas tambang (Aprillia et al., 2021).

Akumulasi tailing bauksit yang terus meningkat dapat menimbulkan permasalahan lingkungan serius, seperti degradasi lahan, sedimentasi, pencemaran air, dan penurunan kualitas ekosistem sekitar. Hal ini berdampak pada berkurangnya produktivitas lahan serta terganggunya keberlanjutan kehidupan masyarakat di sekitar wilayah tambang. Oleh karena itu, diperlukan upaya pemanfaatan tailing bauksit yang lebih ramah lingkungan agar dampak negatif tersebut dapat diminimalisir. Salah satu strategi

yang dapat dilakukan adalah mengintegrasikan tailing ke dalam material konstruksi yang bernilai ekonomis, sehingga limbah tersebut dapat memiliki fungsi baru yang bermanfaat.

Pemanfaatan tailing bauksit sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan material konstruksi tidak hanya mampu mengurangi dampak pencemaran lingkungan, tetapi juga dapat meningkatkan nilai tambah dari limbah tersebut. Salah satu produk konstruksi yang potensial untuk dikembangkan adalah bata ringan. Perubahan temperatur akibat terpapar suhu tinggi yang berasal dari penyinaran matahari ataupun dari bangunan yang terbakar akan berdampak terhadap sifat bata ringan (Mustafa, 2020). Dengan demikian, penelitian mengenai pemanfaatan tailing bauksit sebagai bahan baku bata ringan dapat menjadi solusi yang berkelanjutan dan inovatif.

Bata ringan merupakan material bangunan berpori dengan berat jenis lebih rendah dibandingkan dengan bata merah, yakni berkisar antara 600–1600 kg/m³ tergantung pada komposisi material penyusunnya (Ningrum et al., 2021). Umumnya, bata ringan jenis Cellular Lightweight Concrete (CLC) diproduksi dengan campuran semen, pasir, foam agent (penghasil busa), dan air. Namun demikian, pasir sebagai salah satu komponen utama masih menjadi masalah karena keterbatasan sumber daya alam serta dampak lingkungan dari penambangan pasir yang tidak terkendali. Oleh karena itu, substitusi pasir dengan tailing bauksit dapat menjadi langkah alternatif yang ramah lingkungan

sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap material alam konvensional.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa limbah tambang dapat diolah menjadi bahan bangunan, seperti beton, *paving block*, maupun bata ringan, dengan hasil yang cukup baik dari sisi kekuatan maupun daya tahan. Hal ini memperkuat asumsi bahwa tailing bauksit juga memiliki potensi serupa jika diolah dengan komposisi yang tepat. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan material konstruksi berbasis limbah, sekaligus menjadi solusi pengelolaan lingkungan pada wilayah tambang bauksit di Kabupaten Ketapang.

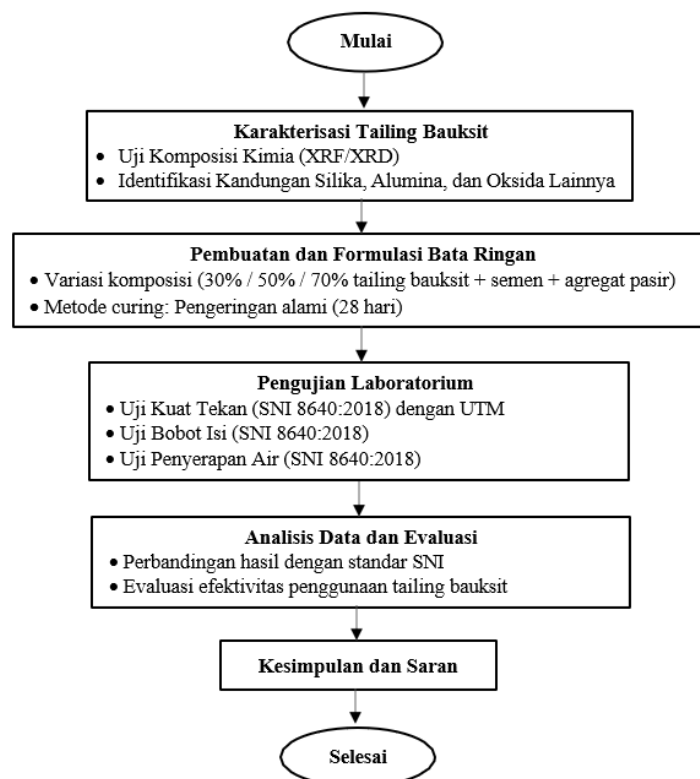
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimental laboratorium untuk mengembangkan bata ringan berbasis tailing bauksit yang sesuai dengan SNI 8640:2018. Tahapan penelitian meliputi karakterisasi bahan, formulasi campuran, pembuatan sampel, pengujian laboratorium, dan analisis data. Berikut adalah uji laboratorium yang akan dilakukan dalam penelitian ini:

1. Karakterisasi Tailing Bauksit sebelum digunakan, tailing bauksit dikarakterisasi melalui uji Komposisi kimia (XRF/XRD) untuk mengetahui kandungan silika, alumina, dan oksida lainnya.
2. Pembuatan dan Formulasi Bata Ringan Berdasarkan hasil karakterisasi, tailing bauksit diformulasikan dalam berbagai variasi komposisi: 30%/50%/70% tailing bauksit + semen + agregat pasir. Setiap formulasi diuji dengan dua metode curing: Pengeringan alami (selama 28 hari)

Dari uraian tersebut, penelitian mengenai “Pemanfaatan Tailing Bauksit sebagai Bahan Baku Alternatif dalam Pembuatan Bata Ringan Ramah Lingkungan” sangat penting untuk dilakukan. Selain dapat mengurangi permasalahan lingkungan akibat akumulasi tailing, penelitian ini juga dapat menghasilkan inovasi produk bata ringan yang lebih ekonomis, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat praktis bagi masyarakat sekitar tambang serta kontribusi akademis dalam bidang rekayasa material dan teknologi konstruksi berwawasan lingkungan.

3. Pengujian Laboratorium, Sampel bata ringan diuji dengan standar SNI 8640:2018 meliputi:
 - a. Uji Kuat Tekan (SNI 8640:2018) Sampel diuji dengan Universal Testing Machine (UTM) dan Hasil dibandingkan dengan standar kuat tekan bata ringan struktural (≥ 6 MPa) dan non-struktural (≥ 2 MPa). Uji Bobot Isi (SNI 8640:2018) Sampel ditimbang setelah proses curing dan Hasil dibandingkan dengan batas 500 - 1300 kg/m³ untuk bata ringan.
 - b. Uji Penyerapan Air (SNI 8640:2018) Sampel direndam dalam air selama 24 jam dan Hasil dibandingkan dengan standar batas penyerapan air bata ringan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Formulasi Campuran Bata Ringan

Untuk menghasilkan struktur berpori yang ringan, digunakan foaming agent dengan komposisi 1 liter foaming agent dicampur dengan 80 liter air. Dari hasil pencampuran tersebut diperoleh larutan busa, dan pada setiap formula campuran digunakan 5 liter larutan foaming agent yang dicampurkan bersama bahan utama (semen, pasir, dan tailing bauksit).

Hasil Uji Kuat Tekan, Bobot Isi dan Penyerapan Air



Gambar 3. Sampel Bata Ringan dengan 4 komposisi

Hasil uji kuat tekan (Tabel 4) pada empat kelompok sampel bata ringan (P1, P2, P3, dan P4) menunjukkan variasi nilai yang cukup signifikan. Pada kelompok P1, nilai kuat tekan berkisar antara 2,46–3,96 N/mm² dengan rata-rata 3,31 N/mm². Sementara itu, sampel P2 menunjukkan hasil yang lebih tinggi dengan rentang kuat tekan 2,88–4,98 N/mm² dan rata-rata sebesar 3,79 N/mm². Nilai ini menunjukkan bahwa P2 memiliki performa mekanik paling baik di antara seluruh sampel, sehingga dapat dikategorikan sebagai formulasi yang paling optimal untuk menghasilkan bata ringan dengan mutu cukup tinggi. Sebaliknya, kelompok sampel P3 dan P4 menunjukkan hasil yang jauh lebih rendah. P3 memiliki rata-rata kuat tekan hanya 0,59 N/mm², sedangkan P4 sedikit lebih tinggi dengan rata-rata 0,70 N/mm². Nilai kuat tekan pada kedua kelompok ini tidak memenuhi standar kuat tekan minimal bata ringan yang umumnya berada pada kisaran 2,5–4,0 N/mm² sesuai literatur dan standar teknis (SNI 03-0349-1989 maupun ASTM C495). Hal ini mengindikasikan bahwa komposisi material atau rasio campuran pada P3 dan P4 tidak sesuai untuk menghasilkan bata ringan dengan kekuatan struktural memadai.

Jika dibandingkan antar kelompok, terdapat perbedaan mencolok antara P1 dan P2 dengan P3 dan P4. Perbedaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh variasi komposisi material, khususnya proporsi tailing bauksit terhadap semen dan pasir. Pada P1 dan P2, diduga rasio pengikat (semen) dan agregat halus (tailing/pasir) masih mampu menghasilkan ikatan yang baik, sehingga struktur bata ringan tetap padat meskipun terdapat rongga udara akibat penggunaan foam agent. Sebaliknya, pada P3 dan P4, proporsi tailing kemungkinan terlalu tinggi atau semen terlalu sedikit, sehingga pasta pengikat tidak cukup kuat untuk menahan beban tekan.

Selain faktor komposisi, proses pencampuran, distribusi foam agent, dan kepadatan cetakan juga dapat memengaruhi hasil kuat tekan. Nilai yang rendah pada P3 dan P4 bisa jadi disebabkan oleh distribusi pori yang tidak merata, sehingga bata ringan menjadi lebih rapuh. Sebaliknya, P1 dan P2

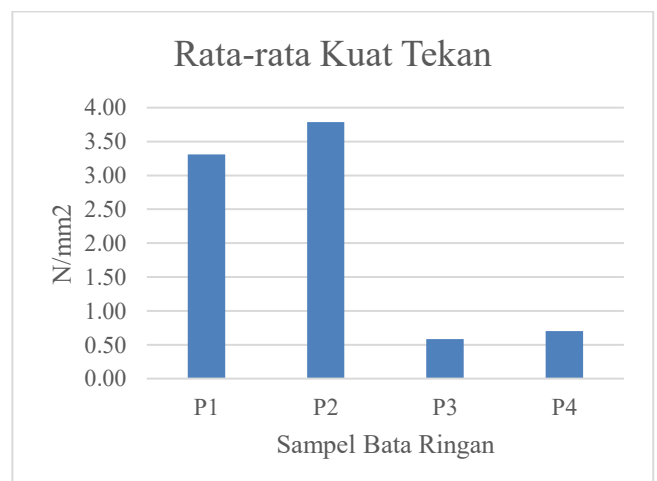
Peneliti menyusun empat variasi komposisi campuran sebagai berikut:

Berdasarkan formulasi di atas, komposisi pertama digunakan sebagai kontrol tanpa penambahan tailing bauksit, sedangkan komposisi 2, 3, dan 4 merupakan variasi dengan penambahan tailing bauksit dalam jumlah bertahap untuk menggantikan sebagian agregat pasir.

mampu mempertahankan distribusi pori yang seimbang, menghasilkan bata yang lebih ringan tetapi tetap memiliki kekuatan memadai. Hal ini sejalan dengan penelitian Ningrum et al. (2021) yang menyatakan bahwa keberhasilan pembuatan bata ringan sangat ditentukan oleh keseimbangan antara bahan pengikat, agregat, dan foam agent.

Bila ditinjau dari standar mutu, sampel P1 dan P2 masih dapat dipertimbangkan untuk aplikasi konstruksi non-struktural, seperti dinding partisi, panel, atau bata ringan konvensional. Sementara itu, P3 dan P4 dengan kuat tekan rata-rata di bawah 1,0 N/mm² tidak layak digunakan sebagai bahan bangunan, kecuali dilakukan modifikasi komposisi atau penambahan bahan aditif untuk meningkatkannya. Oleh karena itu, penelitian ini menegaskan pentingnya pengaturan komposisi material, khususnya proporsi tailing bauksit, agar hasil produk bata ringan tetap sesuai standar teknis yang berlaku.

Secara keseluruhan, hasil uji menunjukkan bahwa pemanfaatan tailing bauksit sebagai bahan baku alternatif pada bata ringan masih memungkinkan, khususnya pada formulasi seperti P1 dan P2 yang menghasilkan kuat tekan relatif baik. Namun, masih diperlukan optimasi lebih lanjut untuk memperbaiki komposisi P3 dan P4 agar dapat mencapai mutu yang sesuai standar. Penelitian lanjutan dapat diarahkan pada variasi persentase semen, pasir, dan tailing, serta penambahan bahan pozzolan atau aktivator tertentu yang berfungsi meningkatkan ikatan dan kekuatan mekanik bata ringan.



Gambar 4. Grafik rata-rata kuat tekan pada sampel bata ringan

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Pada Bata Ringan

No	Kode Benda Uji	Dimensi			Luas Bidang Tekan (A)	Beban (P)	Kuat Tekan
		p	l	t			
		mm	mm	mm			
1	P1-1	75	75	72	5625	21000	3,73
2	P1-2	75	74	72	5550	22000	3,96
3	P1-3	76	75	70	5700	14000	2,46
4	P1-4	75	76	71	5700	18000	3,16
5	P1-5	76	77	73	5852	19000	3,25
Rata-rata P1							3,31
6	P2-1	76	76	71	5776	23000	3,98
7	P2-2	74	75	69	5550	16000	2,88
8	P2-3	76	77	76	5852	22000	3,76
9	P2-4	73	74	71	5402	18000	3,33
10	P2-5	75	75	69	5625	28000	4,98
Rata-rata P2							3,79
11	P3-1	75	74	68	5550	3000	0,54
12	P3-2	71	75	69	5325	4000	0,75
13	P3-3	75	73	71	5475	3000	0,55
14	P3-4	75	74	66	5550	3000	0,54
15	P3-5	75	73	72	5475	3000	0,55
Rata-rata P3							0,59
16	P4-1	75	73	70	5475	3000	0,55
17	P4-2	73	75	73	5475	3000	0,55
18	P4-3	73	73	71	5329	4000	0,75
19	P4-4	73	75	71	5475	4000	0,73
20	P4-5	73	73	72	5329	5000	0,94
Rata-rata P4							0,70

Hasil pengujian bobot isi dan penyerapan air pada empat perlakuan sampel (P1, P2, P3, dan P4) menunjukkan variasi yang cukup signifikan, baik dari segi densitas maupun kemampuan menyerap air.

Pada sampel P1, nilai bobot isi asli rata-rata sebesar 1530,66 kg/m³, bobot isi kering 1463,77 kg/m³, dan bobot isi jenuh 1698,80 kg/m³ dengan penyerapan air sebesar 16,07%. Nilai bobot isi yang relatif tinggi menunjukkan bahwa P1 memiliki struktur lebih padat dibandingkan kelompok sampel lainnya. Hal ini sejalan dengan kuat tekan P1 yang berada pada kategori menengah, yaitu 3,31 N/mm². Kepadatan material yang baik menyebabkan porositas relatif rendah sehingga penyerapan air pada P1 juga paling kecil di antara sampel lain.

Sampel P2 memiliki bobot isi asli rata-rata 1156,29 kg/m³, bobot isi kering 1081,69 kg/m³, dan bobot isi jenuh 1349,51 kg/m³ dengan penyerapan air sebesar 24,76%. Nilai bobot isi P2 lebih rendah dibandingkan P1, namun kuat tekan P2 justru lebih tinggi (3,79 N/mm²). Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun densitas P2 lebih rendah, distribusi pori dan ikatan antar partikel material lebih optimal, sehingga kekuatannya tetap terjaga. Akan tetapi, penyerapan air yang

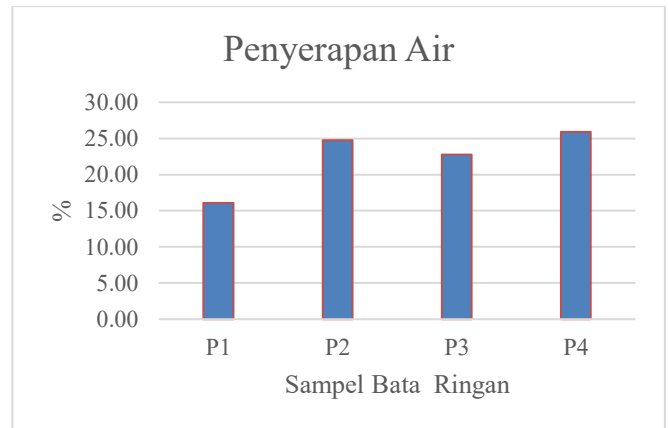
relatif tinggi (>20%) menunjukkan bahwa porositas bata ringan P2 cukup besar, sehingga potensi kelembaban pada aplikasi bangunan perlu menjadi perhatian.

Sampel P3 menunjukkan bobot isi asli 1182,67 kg/m³, bobot isi kering 1099,45 kg/m³, dan bobot isi jenuh 1349,40 kg/m³ dengan penyerapan air sebesar 22,75%. Nilai bobot isi P3 hampir sebanding dengan P2, namun kuat tekan rata-rata hanya 0,59 N/mm². Hal ini menandakan bahwa meskipun densitas mendekati P2, kualitas ikatan semen dan tailing tidak optimal, sehingga pori-pori yang terbentuk lebih bersifat lemah secara mekanik. Penyerapan air yang cukup tinggi juga menunjukkan struktur bata yang kurang padat.

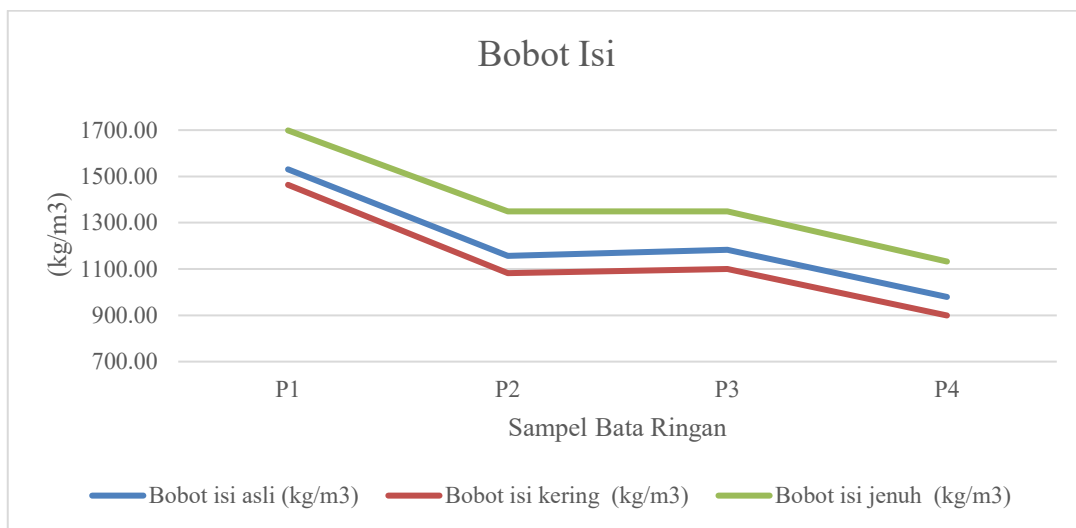
Sampel P4 memperlihatkan bobot isi terendah, yaitu bobot isi asli 979,31 kg/m³, bobot isi kering 899,28 kg/m³, dan bobot isi jenuh 1132,39 kg/m³ dengan penyerapan air tertinggi sebesar 25,92%. Kepadatan rendah pada P4 menunjukkan bahwa bata ini memiliki tingkat porositas paling besar, sehingga kuat tekan juga rendah (0,70 N/mm²). Tingginya penyerapan air memperkuat asumsi bahwa P4 memiliki rongga pori lebih dominan, sehingga tidak sesuai untuk penggunaan bata ringan yang memerlukan kekuatan dan ketahanan terhadap kelembaban.

Jika ditinjau secara keseluruhan, terdapat korelasi antara bobot isi dengan penyerapan air. Sampel dengan bobot isi lebih tinggi (P1 dan P2) cenderung memiliki kuat tekan lebih baik, sedangkan sampel dengan bobot isi rendah (P3 dan P4) menunjukkan kuat tekan yang sangat rendah. Namun, perbedaan antara P1 dan P2 memperlihatkan bahwa bukan hanya densitas yang berperan, melainkan juga distribusi pori, rasio material, serta kualitas ikatan antarpartikel.

Dengan demikian, sampel P1 dan P2 dapat dianggap paling potensial untuk dikembangkan sebagai bata ringan berbasis tailing bauksit, meskipun perlu upaya pengendalian porositas agar penyerapan air dapat ditekan. Sementara itu, P3 dan P4 perlu dilakukan modifikasi komposisi atau penambahan bahan aditif untuk meningkatkan kepadatan dan menurunkan tingkat penyerapan air agar memenuhi standar mutu bata ringan yang berlaku.



Gambar 5. Grafik rata-rata penyerapan air



Gambar 6. Grafik rata-rata bobot isi pada sampel bata ringan

KESIMPULAN

Karakteristik kuat tekan menunjukkan bahwa sampel P1 dan P2 memiliki rata-rata 3,31 N/mm² dan 3,79 N/mm², sehingga keduanya layak digunakan untuk aplikasi konstruksi non-struktural seperti dinding partisi dan panel bata ringan. Sebaliknya sampel P3 dan P4 nilai kuat tekannya adalah 0,59 N/mm² dan 0,70 N/mm², sehingga tidak memenuhi standar bata ringan. Hasil uji bobot isi untuk tiap sampel berturut-turut sebagai berikut, (1530,66 kg/m³), diikuti oleh P2 (1156,29 kg/m³), P3 (1182,67 kg/m³), dan P4 (979,31 kg/m³). Tingginya bobot isi pada sampel P1 berkorelasi dengan rendahnya penyerapan air dan nilai kuat tekan yang lebih stabil. Nilai penyerapan air tertinggi pada sampel P4 dan paling rendah P1 Terdapat hubungan antara densitas, porositas, dan kuat tekan. Sampel dengan bobot isi lebih tinggi (P1 dan P2) cenderung memiliki kuat tekan lebih baik dibandingkan dengan sampel berdensitas rendah (P3

dan P4). Namun, distribusi pori yang merata pada P2 membuatnya memiliki kekuatan lebih tinggi meskipun densitasnya lebih rendah dari P13. Pemanfaatan tailing bauksit terbukti berpotensi sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan bata ringan. Formulasi P1 dan P2 dapat dijadikan sebagai acuan awal. Selain itu pemanfaatan tailing bauksit tidak hanya berkontribusi dalam mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga mampu memberikan nilai tambah secara keekonomian pada limbah tambang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Ketapang melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (PPPKM) yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian dengan menggunakan dana hibah penelitian tingkat Internal serta rekan-rekan yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- Aprilia, R., Mukhtar, W., Setiawati, S., dan Asbanu, G. C. (2021). "Karakteristik Tanah Bekas Tambang Bauksit dan Tailing di Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat". *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 10(2), 208-217.
- Damayanti, A. S., dan Khatulistiani, U. (2022). "Pemanfaatan Limbah Bata Ringan Sebagai Bahan Campuran Pasir Pada Pembuatan Paving Block". *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 10(2), 61-68.
- Hariyani, S., Arif, R. M., Farizky, M. A., dan Nuryani, M. (2022). "Pengaruh Limbah Bauksit Sebagai Pengganti Pasir terhadap kuat Tekan dan Daya Serap Batako" *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2), 1-5.
- Hidayat, M. (2021). "Industri Kecil dan Pencemaran Lingkungan: Studi Kasus di Jawa Timur". *Jurnal Hukum Lingkungan*, 8(1), 85-92.
- Mustafa, I., Suryanita, R., dan Maizir, H. (2020). "Analisis Sifat Mekanik Bata Ringan yang Terpapar Suhu Tinggi". *Jurnal Saintek STT Pekanbaru*, 8(1), 11-17.
- Mulia, A. Y., dan Sari, I. N. (2018). "Karakteristik Limbah Tailing Sebagai Bahan Baku Mortar Siap Pakai". *Jurnal Pemukiman*, 13(1), 53-60.
- Ningrum, D., Wijaya, H. S., dan Nopo, M. I. (2021). "Uji Kuat Tekan dan Uji Serapan Air Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete dengan Menggunakan Agregat dari Kabupaten Timor Tengah Utara". *Jurnal Qua Teknika* 11(2), 103-112.
- Pujianto A, Faizah, R., Widiyanto, A., Putri, T.A., Pryuda, H., dan Firdausa, F. 2021. "Pemanfaatan Limbah Bata Ringan Sebagai Bahan Penyusun Pengganti Pada Beton". *Jurnal Bangunan*, 26(2), 1-8.
- Sujarmiko, P. "Potensi Tailing Hasil Pencucian Bauksit Sebagai Pengganti Agregat Halus di Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat". *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan Ke-II*, 46-51.
- Susanto, A., Naibaho, P. R. T., dan Puro, S. (2020). "Kajian Beton Ringan Menggunakan Semen Slag dan Limbah Bata Ringan Sebagai Agregat Kasar". *Jurnal Pilar Profesi*, 1(1)