

Analisis Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Menggunakan Pasir *Tailing* Timah Dan Kaolin

Analysis of Compressive Strength and Water Absorption Using Tin Tailings Sand and Kaolin

Umami Athiyyah Zikri¹, Endang Setyawati Hisyam¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung

Korespondensi E-mail: hisyam.endang@gmail.com

Abstrak

Kerusakan lingkungan yang didapat dari hasil penambangan tidak hanya menghilangkan kesuburan tanah tetapi merubah bentang alam ekosistem yang ada dan menghasilkan limbah seperti tailing dan kaolin serta kolong. Hasil penambangan *tailing* timah dan kaolin belum dimanfaatkan secara maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan pasir *tailing* timah dan kaolin pada batu bata yang menghasilkan kuat tekan dan penyerapan air sesuai dengan standar. Metode yang digunakan dengan mengambil bahan *tailing* timah dan kaolin yang dicampurkan dengan tanah lempung dengan komposisi yang sudah ditentukan dan diuji di laboratorium. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan yang memenuhi standar yaitu persentase 15% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin nilai kuat tekan sebesar 5,150 Mpa. Nilai penyerapan air dengan menggunakan persentase 5%, 10% dan 15% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin telah memenuhi standar yang ditentukan.

Kata kunci: *Kuat Tekan, Tailing Timah, Kaolin*

Abstract

The environmental damage resulting from mining not only eliminates soil fertility but changes the landscape of the existing ecosystem and produces waste such as tailings and kaolin and understorey. The results of tin and kaolin tailings mining have not been utilized optimally. This research aims to analyze the effect of using tin tailings sand and kaolin on bricks which produces compressive strength and water absorption in accordance with standards. The method used is to take tin and kaolin tailings mixed with clay with a predetermined composition and tested in the laboratory. Based on the test results, the compressive strength value obtained meets the standards, namely the percentage of 15% tin tailings sand and 10% kaolin, the compressive strength value is 5,150 Mpa. The water absorption value using percentages of 5%, 10% and 15% tin tailings sand and 10% kaolin has met the specified standards.

Keywords: *Compressive Strength, Tin Tailings, Kaolin*

1. Pendahuluan

Pembangunan di bidang konstruksi seperti bangunan gedung dan perumahan yang ada di Indonesia berkembang sangat pesat dikarenakan kebutuhan sarana dan prasarana terutama di bagian properti yang cukup tinggi peminat serta pengaruh dari pertumbuhan penduduk, sehingga menyebabkan bahan bangunan yang digunakan seperti batu bata memiliki permintaan yang sangat tinggi. (Firdaus, 2022).

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung merupakan salah satu daerah penghasil timah terbesar di Indonesia dan mempunyai banyak lokasi bekas pertambangan. Dampak kerusakan lingkungan yang didapat dari hasil penambangan tidak hanya menghilangkan

kesuburan tanah tetapi merubah bentang alam ekosistem yang ada dan menghasilkan limbah seperti *tailing* dan kaolin serta lubang bukaan besar yang disebut kolong (Sandy, 2019). Oleh karena itu, limbah yang dihasilkan dari bekas pertambangan seperti *tailing* timah dan kaolin yang belum dimanfaatkan oleh para penambang timah dapat digunakan sebagai bahan bangunan yaitu batu bata.

Batu bata adalah bahan bangunan yang relatif kuat dan murah untuk membuat suatu bangunan yang digunakan sebagai dinding luar atau ruangan lainnya. Batu bata terdiri dari beberapa campuran bahan mentah dengan menggunakan bahan campuran dan tanpa bahan campuran dilihat dari kondisi tanah liat yang digunakan (Handayani, 2010). Batu bata adalah salah satu bahan utama

yang digunakan pada proyek konstruksi bangunan dan keberadaannya sampai saat ini diperlukan sebagai penyangga dinding bangunan (Syahland, 2016). Pendapat serupa juga dikemukakan oleh Ardinal (2020) Batu bata dimanfaatkan sebagai bahan utama sebuah bangunan untuk memberikan ketahanan terhadap bangunan tersebut dan diharapkan menjadi sebuah nilai artistik dari bangunan tersebut. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya proyek bangunan gedung yang memanfaatkan batu bata sebagai pembangunannya. Kuat tekan yang dimiliki batu bata cenderung rendah jika dibandingkan dengan kuat tekan bata ringan. Melihat dari hal itu, perlu diadakannya inovasi untuk membuat batu bata agar memiliki kualitas yang baik dilihat dari segi kuat tekan dan penyerapan airnya dengan memanfaatkan pasir tailing dan kaolin (Candra dan Amal, 2021).

Tailing adalah satu jenis limbah yang dihasilkan oleh kegiatan penambangan (Aditya dkk, 2022). Pengertian lain dari *tailing* merupakan bahan sisa yang tidak terpakai setelah proses pemisahan dari bijih besi. Pasir *tailing* timah termasuk kedalam deret unsur lantanida yang berfungsi memberikan perlindungan terhadap cahaya, mudah dibentuk, dan unsur yang tahan terhadap korosi. Pasir tailing timah digunakan sebagai bahan pembentuk pori-pori, memperkuat kuat tekan dan penyerapan air batu bata. Hasil penambangan *tailing* timah dan kaolin tersebut belum maksimal dikelola dan hanya dibiarkan begitu saja. Penelitian dengan menggunakan pasir juga dilakukan oleh (Ichsan, 2018), perbedaannya pasir yang digunakan pasir pada endapan lumpur dengan dengan presentase yang sama, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh (Rahayu, 2017) pasir yang digunakan pasir sungai.

Kaolin merupakan tanah liat yang berwarna putih berasal dari bahan tambang. Kaolin terbentuk karena adanya pelapukan pada permukaannya melalui proses *hydrothermal alterasi* dari daerah dengan permeabilitas tinggi yang merupakan batuan terdiri dari mineral lempung. Kaolin mempunyai komposisi hidrous alumunium silikat ($2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) yang tersusun dari mineral lempung dengan kandungan besi (Fe) (Gunawan, 2013).

2. Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diambil pada Kabupaten Bangka, Sungailiat yang tersebar di beberapa wilayah yaitu

Nelayan 1 Kampung Natak, Nelayan 2 Gang Makam dan Pelabuhan ikan. Kaolin yang akan digunakan dalam penelitian ini berada di Kabupaten Bangka Parit V Sinar Baru. Tanah lempung yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan batu bata yang digunakan dalam penelitian ini diambil di Kalurahan Matras Kabupaten Bangka.

Proses pembuatan batu bata dilakukan di industri tradisional pembuatan batu bata di Matras, Kabupaten Bangka. Pengujian pasir tailing timah dan kaolin pada pembuatan batu bata yang akan dilakukan yaitu pengujian kadar air dan analisis saringan. Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kadar air pada *tailing* timah dan kaolin dan pengujian analisis saringan pada pasir *tailing* timah dan kaolin untuk menentukan pembagian butiran dengan menggunakan saringan. Pengujian pada tanah lempung yang akan dilakukan adalah kadar air, analisis saringan, dan *atterberg*. Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut; Cawan, Timbangan Elektrik, Satu Set Saringan, Mesin *Shive Shaker*, Casagranda, Pelat Kaca, Spatula, Gelas Ukur, Talam, Cetakan Batu Bata, dan Oven Listrik.

Pada batu bata dilakukan pengujian kuat tekan dan penyerapan air merupakan pengujian yang berpengaruh pada batu bata sesuai syarat dalam SNI 15-2094-2000 tentang Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding. Dilihat dari kurangnya pemanfaatan limbah pasir *tailing* timah dan kaolin pada batu bata, maka dengan adanya variasi penggunaan 5%, 10% dan 15% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin pada penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan batu bata sebagai bahan bangunan dari pemanfaatan limbah pertambangan dengan melakukan pengujian kuat tekan dan penyerapan air pada batu bata. Pengujian tanah dan kuat tekan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung. Pengujian penyerapan air dilakukan di laboratorium PUPR Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

Batu bata yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk balok dengan ukuran panjang 19cm, lebar 9cm, dan tinggi 6cm dengan komposisi campuran 5%, 10%, dan 15% pasir tailing timah dan 10% kaolin. Proses pengeringan dilakukan selama 14 hari dan proses pembakaran didalam dapur tungku dilakukan selama 3 hari. Adapun kebutuhan pasir tailing timah dan kaolin pada pembuatan batu bata sebagai material tambahan yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Pasir *Tailing* Timah dan Kaolin Untuk Pengujian Kuat Tekan dan Penyerapan Air

Kode Sampel	Campuran batu bata	Jumlah benda uji kuat tekan	Jumlah benda uji penyerapan air
A	0% Pasir <i>tailing</i> timah dan 0% kaolin	10	10
B	0% Pasir <i>tailing</i> timah dan 10% kaolin	10	10
C	5% Pasir <i>tailing</i> timah dan 10% kaolin	10	10
D	10% Pasir <i>tailing</i> timah dan 10% kaolin	10	10
E	15% Pasir <i>tailing</i> timah dan 10% kaolin	10	10
	Jumlah	50	50

Sumber: Data Penelitian, 2023

Kuat Tekan Batu Bata

Kuat tekan batu bata merupakan besarnya beban persatuan luas sehingga benda uji tersebut hancur bila di bebaskan dengan gaya tekan tertentu menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Cara pengujian kuat tekan adalah benda uji diletakkan pada alat UTM yang mana diatas dan dibawah benda uji tersebut diletakkan pelat baja, jalankan alat uji kuat tekan kemudian catat gaya tekan maksimum. Pengujian kuat tekan ini mengacu

pada SNI 15-2094-2000. Kuat tekan batu bata merupakan besarnya beban material persatuan luas pada batu bata yang hancur akibat adanya beban dengan gaya tekan tertentu dari alat *Universal Testing Machine* (UTM).

Persamaan pengujian kuat tekan:

$$P = \frac{F}{A} (N/cm^2)$$

Penyerapan Air Batu Bata

Penyerapan air merupakan kemampuan benda uji dalam menyerap air. Daya serap air yang besar akan berpengaruh pada pemasangan batu bata dikarenakan air yang ada pada adukan tersebut akan diserap oleh batu bata mengakibatkan kuat adukan tidak berfungsi dan pengerasan adukan menjadi lemah (Handayani, 2010).. Proses pengujian batu bata dilakukan dengan cara benda uji direndam dalam air selama 24 jam, setelah itu keluarkan benda uji dan timbang beratnya (A)

kemudian dipanaskan dengan suhu 100-110°C selama 24 jam, kemudian berat kering oven ditimbang (B) Apabila daya serap air tinggi disebabkan besarnya pori-pori batu bata sehingga air akan masuk kedalam. Pengujian daya serap air mengacu pada SNI 15-2094-2000.

Persamaan pengujian daya serap air:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian Kadar Air Tanah Lempung

Tiga unsur yang dimiliki oleh tanah adalah butiran tanah, air dan udara. Kadar air yang ada didalam tanah disebut juga sebagai *water content* merupakan perbandingan antara berat butiran dari volume tanah dan berat air. Proses pemeriksaan kadar air mengacu pada SNI 1965-2008 tentang pengujian kadar air asli dilapangan maupun pada tanah terganggu (Das, 1995).

Pengujian kadar air Pengujian kadar air ini adalah untuk mengetahui nilai kadar air asli di

lapangan yang merupakan tanah terganggu (*disturbed soil*). Sampel tanah yang diambil merupakan tanah lempung dari Matras, Kabupaten Bangka di tempat pembuatan Batu Bata. Berdasarkan pengujian nilai kadar air tanah lempung yang diperoleh adalah 40,391%. Tidak ada ketentuan untuk nilai kadar air pada tanah lempung berdasarkan SNI 15-2094-2000. Oleh karena itu, nilai kadar air yang diperoleh dapat dinyatakan memenuhi syarat kadar air tanah lempung.

Pengujian Analisis Saringan Tanah Lempung

Analisis saringan merupakan proses pengayakan atau mengguncang contoh tanah menggunakan satu set ayakan dengan lubang berukuran besar sampai kecil disusun secara berurutan kemudian diletakkan pada mesin *shive shaker*. Tujuan dilakukannya pengujian analisis saringan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah yang digunakan (Wesley, 2012). Proses pengujian analisis saringan mengacu pada SNI 3423-2008.

Pengujian analisis saringan tanah bertujuan untuk mendapatkan nilai gradasi

tanah pada klasifikasi tanah menggunakan sistem USCS. Pengujian dilakukan dengan cara menggetarkan saringan menggunakan mesin pengguncang (*shieve shaker*) dengan berat sampel tanah kering sebanyak 500gr. Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa tanah lempung lolos saringan No.200 sebesar 50,060%. Berdasarkan sistem klasifikasi tanah metode USCS (*Unified Soil Classification System*) tanah lempung diklasifikasikan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan No.200.

Pengujian Batas – Batas Atterberg Tanah Lempung

a. Pengujian Batas Cair (LL)

Pengujian batas cair yang dilakukan sesuai dengan SNI 1967-2008. Berdasarkan hasil uji

laboratorium nilai batas cair pada pukulan ke - 25 sebesar 38,200%

b. Pengujian Batas Plastis (LL)

Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 1966-2008.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan nilai batas plastis sebesar 23,722%.

c. Indeks Plastisitas (PI)

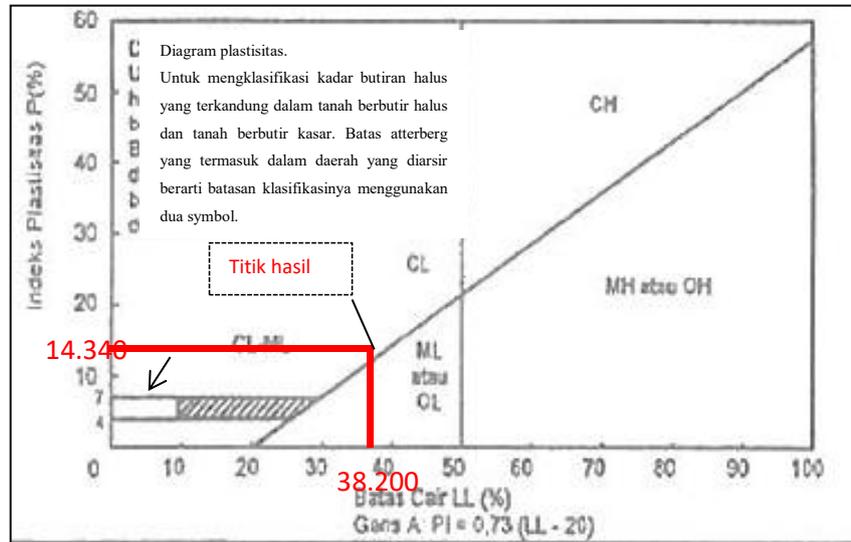
Tabel 2. Nilai Batas-Batas Atterberg

Jenis Tanah	Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)	Indeks Plastisitas (PI)
Tanah Lempung	38,200%	23,860%	14,340%

Sumber: Hasil Pengujian, 2023

Berdasarkan Tabel 2. didapatkan nilai indeks plastisitas sebesar 14,340%.

Klasifikasi Tanah Menggunakan Metode USCS Pada Tanah Lempung



Sumber: Hasil Pengujian, 2023

Gambar 1. Grafik Hasil Klasifikasi Sampel Tanah

Berdasarkan Gambar 1. sehingga dapat ditetapkan jenis tanah kelompok CL yaitu

lempung tak organik dengan plastisitas sedang

Pengujian Kadar Air Pasir Tailing Timah

Berdasarkan pengujian nilai kadar air pasir *tailing* timah yang diperoleh adalah 33,045%. Tidak ada ketentuan untuk nilai kadar air pada

pasir *tailing* timah berdasarkan SNI 15-2094-2000. Oleh karena itu, nilai kadar air yang diperoleh dapat dinyatakan memenuhi syarat kadar air pasir *tailing* timah sebagai bahan campuran batu bata.

Pengujian Analisis Saringan Pasir Tailing Timah

Berdasarkan SNI ASTM C136-2012 menunjukkan bahwa persentase tertahan kumulatif agregat halus sebesar 241,820%

dengan nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 2,418%, nilai tersebut memenuhi spesifikasi sebagai agregat halus karena berdasarkan SNI USCS ASTM C136-2012 masuk di dalam rentang 2,2% - 2,7%.

Pengujian Kadar Air Kaolin

Nilai kadar air kaolin yang diperoleh dari hasil pengujian adalah 31,807%. Tidak ada ketentuan untuk nilai kadar air pada kaolin berdasarkan SNI 15-2094-2000. Oleh karena

itu, nilai kadar air yang diperoleh dapat dinyatakan memenuhi syarat kadar air kaolin sebagai bahan campuran batu bata.

Pengujian Analisis Saringan Kaolin

Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa kaolin lolos saringan No.200 sebesar 42,760%. Berdasarkan sistem klasifikasi tanah metode USCS (*Unified Soil*

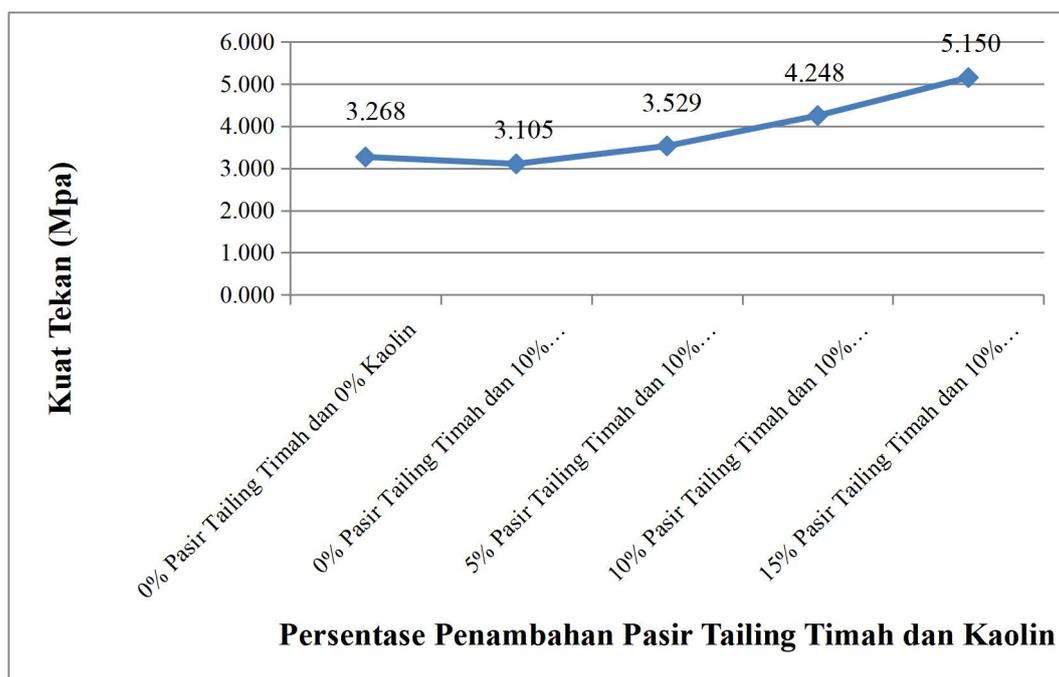
Classification System) pasir *tailing* timah diklasifikasikan sebagai tanah berbutir kasar jika kurang dari 50% lolos saringan No.200.

Pengujian Kuat Tekan Batu Bata

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata - Rata Batu Bata

No.	Persentase Pasir Tailing Timah dan Kaolin	Banyak Sampel	Kuat Tekan Rata-Rata
1	0% Pasir Tailing Timah dan 0% Kaolin	10	3.268
2	0% Pasir Tailing Timah dan 10% Kaolin	10	3.105
3	5% Pasir Tailing Timah dan 10% Kaolin	10	3.529
4	10% Pasir Tailing Timah dan 10% Kaolin	10	4.248
5	15% Pasir Tailing Timah dan 10% Kaolin	10	5.150

Sumber: Hasil Pengujian, 2023



Sumber: Hasil Pengujian, 2023

Gambar 2. Hubungan Nilai Kuat Tekan Batu Bata Terhadap Penambahan Pasir *Tailing* Timah dan Kaolin

Dari Tabel 3 dan Gambar 2, hasil pengujian kuat tekan batu bata dengan menggunakan pasir *tailing* timah dan kaolin adalah sebagai berikut. Variasi persentase yang digunakan adalah 5%, 10% dan 15% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin. Pada batu bata normal dengan persentase 0% pasir *tailing* timah dan 0% kaolin didapatkan nilai kuat tekan sebesar 3,268 Mpa. Pada persentase 0% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin sebesar 3.105 Mpa. Pada persentase 5% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin didapatkan nilai kuat tekan 3.529 Mpa. Pada persentase 10% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin didapatkan nilai kuat tekan sebesar 4,248 Mpa dan pada persentase 15% pasir

tailing timah dan 10% kaolin didapatkan nilai kuat tekan sebesar 5,150 Mpa.

Terjadinya penurunan nilai kuat tekan pada batu bata normal dan penggunaan 0% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin disebabkan karena tanah liat dan silika (SiO_2) yang terkandung dalam kaolin tidak menghasilkan ikatan yang sempurna untuk mengisi rongga pori tanah secara maksimum dan menghasilkan nilai kuat tekan yang rendah sehingga batu bata yang dihasilkan memiliki daya serap air yang tinggi setelah ditambahkan 5%, 10% dan 15% pasir *tailing* timah mengalami peningkatan kenaikan nilai kuat tekan karena pada pasir *tailing* timah termasuk kedalam unsur lantanida yang

membentuk pori-pori tanah serta mampu memperkuat kuat tekan. Dapat disimpulkan bahwa adanya peningkatan nilai kuat tekan pada batu bata dengan penambahan 15%

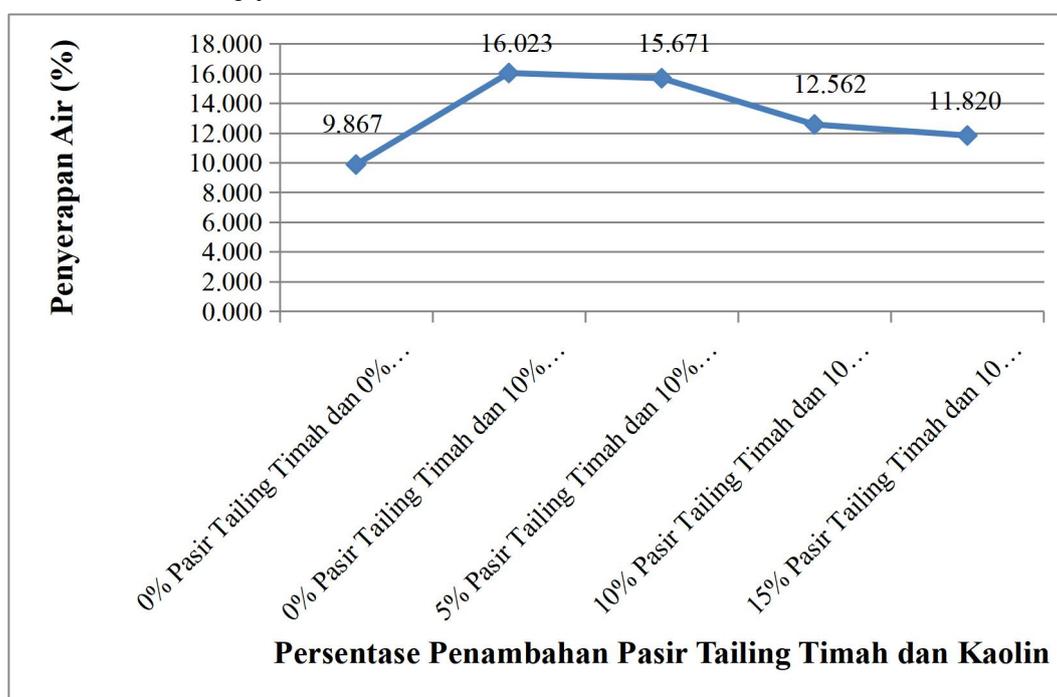
pasir *tailing* timah dan 10% kaolin sebesar 5,150 Mpa sehingga sesuai dengan spesifikasi SNI 15-2094-2000 yaitu batu bata kelas 50.

Pengujian Penyerapan Air Batu Bata

Tabel 4. Hasil Pengujian Penyerapan Air Rata - Rata Batu Bata

No.	Persentase Pasir Tailing Timah dan Koalin	Banyak Sampel	Kuat Tekan Rata-Rata
1	0% Pasir Tailing Timah dan 0% Kaolin	10	9.867
2	0% Pasir Tailing Timah dan 10% Kaolin	10	16.023
3	5% Pasir Tailing Timah dan 10% Kaolin	10	15.671
4	10% Pasir Tailing Timah dan 10% Kaolin	10	12.562
5	15% Pasir Tailing Timah dan 10% Kaolin	10	11.820

Sumber: Hasil Pengujian, 2023



Sumber: Hasil Pengujian, 2023

Gambar 3. Hubungan Nilai Penyerapan Air Batu Bata Terhadap Penambahan Pasir *Tailing* Timah dan Kaolin

Dari Tabel 4. dan Gambar 3. hasil pengujian penyerapan air pada batu bata didapatkan nilai penyerapan air batu bata dengan variasi persentase yang digunakan adalah 5%, 10% dan 15% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin. Pada batu bata normal dengan persentase 0% pasir *tailing* timah dan 0% kaolin didapatkan nilai penyerapan air sebesar 9,867%. Pada persentase 0% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin didapatkan nilai penyerapan air sebesar 16,023%. Pada persentase 5% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin didapatkan nilai penyerapan air 15,671%. Pada persentase 10% pasir *tailing*

timah dan 10% kaolin didapatkan nilai penyerapan air sebesar 12,562% dan pada persentase 15% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin didapatkan nilai penyerapan air sebesar 11,820%.

Nilai tersebut memenuhi spesifikasi nilai maksimum yang telah ditetapkan menurut SNI 15-2094-2000 yaitu sebesar 20% tetapi terjadi peningkatan pada penyerapan air dengan adanya penambahan 5%, 10% dan 15% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin hal ini disebabkan karena pasir *tailing* dan kaolin timah bersifat menyerap air sehingga menyebabkan batu bata memiliki daya serap air selain itu kaolin

memiliki kandungan silika yang berpengaruh pada pori pada partikel tanah.

4. Kesimpulan

Pada pengujian kuat tekan presentase 15% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin masuk ke spesifikasi SNI 15-2094-2000 kelas 50 dengan nilai kuat tekan sebesar 5,150 Mpa. Pada pengujian penyerapan air persentase yang memenuhi 0% pasir *tailing* timah dan 0% kaolin didapatkan nilai penyerapan air sebesar 9,867%. Persentase 0% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin didapatkan nilai penyerapan air sebesar 16,023%. Persentase 5% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin didapatkan nilai penyerapan air 15,671%. Persentase 10% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin didapatkan nilai penyerapan air sebesar 12,562% dan pada persentase 15% pasir *tailing* timah dan 10% kaolin didapatkan nilai penyerapan air sebesar 11,820%. Nilai penyerapan air memenuhi tidak melebihi batas maksimum penyerapan air yaitu 20% menurut spesifikasi SNI 15-2094-2000.

Daftar Pustaka

- Ardinah, W. R., Haryati, N. A., 2020. *Pengaruh Penambahan Limbah Tongkol Jagung Untuk Pembuatan Batu Bata Ringan*. *Jurnal Litbang Industri*, 1(10). 39 – 45.
- Aditya, R. D., Irvani, I., Pitulima, J., 2022. *Potensial Mineral Kasiterit Pada Tailing Penambangan Timah Daerah Parit Tiga Kabupaten Bangka Selatan*. *Jurnal Mineral*, 7 (1). 22-28.
- Candra, A. I. dan Amal, A. S., 2021. *Optimalisasi Kuat Tekan Bata Merah Dengan Penambahan Fly Ash dan Abu Tailing Lahan Bekas Pertambangan Timah*. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(8). 213 – 221.
- Das, B. M., 1995. *Mekanika Tanah 1*. Jakarta: Penerbit PT. Erlangga.
- Firdaus, R., 2022. *Studi Kekuatan Tekan Batu Bata Menggunakan Bahan Additive Abu Ampas Tebu*. Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung. Bangka.
- Gunawan, I., Laraswati L, P., 2013. *Pemanfaatan Kaolin Belitung Sebagai Bahan Substitusi Parsial Semen Pada Campuran Beton*. *Jurnal Fropil*, 1(1) 63 – 71.
- Handayani, S., 2010. *Kualitas Batu Bata Merah Dengan Penambahan Serbuk Gergaji*. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 1(12). 41 – 50.
- Ichsan, I., 2018. *Pengaruh Penambahan Pasir Pada Endapan Lumpur Danau Limboto Sebagai Pembuatan Batu Bata*. *Jurnal Infrastruktur dan Rekayasa Sains*, 2(1). 8 – 36.
- Sandy, B.D.A., Guskarnali, Mahardika, R.G., 2019. *Analisis Uji Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada Batako Dari Pemanfaatan Tailing Lahan Bekas Pertambangan Timah*. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(8). 213 – 221.
- Syahland, S. J., 2016. *Pengaruh Proses Pembuatan Batu Bata Merah Asal Lampung Terhadap Karakteristik Batu Bata yang Dihasilkan*. *Jurnal Kelitbangan*, 1(4). 72 – 82.
- SNI 1965-2008., 2008. *Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1966-2008., 2008. *Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1967-2008., 2008. *Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 15-2094-2000., 2000. *Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 3423-2008., 2008. *Cara Uji Analisis Saringan Ukuran Butiran Tanah*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Rahayu, P. D., 2017. *Pengaruh Penambahan Pasir Sungai Lumajang pada Batu Bata Lumpur Lapindo untuk Mengurangi Penyusutan pada Saat Proses Pembakaran menurut SNI 15-2094-2000*. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1 (1). 397 – 401.