

STABILISASI TANAH LATERIT DENGAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK BATU BATA GUNA MENINGKATKAN DAYA DUKUNG TANAH

Nizar*, Ayub K. Moambura, Dinda Nurjanah, Fortunata Meikalista Marwan

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak, Kalimantan Barat, 78124

e-mail: nizar@polnep.ac.id, ayub.bura1988@gmail.com, dindanurjanah820@gmail.com,
fortunatalista@gmail.com

ABSTRACT

Lateritic soil is formed in tropical regions with high levels of weathering, is rich in iron, and is frequently used as landfill material. Lateritic soil in Peniraman, Sungai Pinyuh District, Mempawah is commonly utilized for landfill purpose; however, it has a low bearing capacity and is highly susceptible to moisture. In this study, an original soil sample was mixed with rice husk ash and brick powder at variations of 4%, 6%, 8%, 10%, and 12%. Rice husk ash was selected due to its high silica content, which has the potential to act as a pozzolanic material. Brick powder was chosen because it contains silica, alumina, and lime (CaO). The results showed that soil characteristics were effectively improved with the 4%-8% variations, with the 4% variation identified as the optimum level based on CBR test results. However, a decrease in soil performance was observed at the 10%-12% variations.

Keywords: *Lateral soil; Rice husk ash; Brick powder.*

ABSTRAK

Tanah laterit terbentuk di daerah tropis dengan tingkat pelapukan yang tinggi, kaya akan besi, dan sering digunakan sebagai tanah urugan. Tanah laterit di Peniraman, Kecamatan Sungai Pinyuh, Mempawah sering digunakan sebagai tanah urugan, namun daya dukung yang rendah dimiliki oleh tanah ini dan sifatnya rentan terhadap kelembaban. Satu sampel tanah asli dicampur dalam penelitian ini dengan abu sekam padi dan bubuk batu bata dengan variasi 4%, 6%, 8%, 10%, dan 12%. Abu sekam padi dipilih karena kandungan silika yang terdapat di dalamnya berpotensi bertindak sebagai bahan pozzolanik. Bubuk batu bata dipilih karena silika, alumina, dan kapur (CaO) dikandung di dalamnya. Melalui hasil penelitian, ditunjukkan bahwa karakteristik tanah ditingkatkan secara efektif oleh variasi 4%-8%, dengan variasi 4% sebagai tingkat optimum berdasarkan hasil uji CBR, sedangkan penurunan kinerja tanah justru terjadi pada variasi 10%-12%.

Kata kunci: *Tanah laterit; Abu sekam padi; Serbuk batu bata.*

PENDAHULUAN

Stabilisasi tanah adalah teknik yang bertujuan untuk meningkatkan karakteristik tanah melalui pencampuran dengan bahan pengikat dan air. Dalam geoteknik, peningkatan sifat fisik tanah terbagi menjadi tiga kategori: mekanik, kimia, dan fisik [1]. Prinsip dasar stabilisasi tanah melibatkan penyusunan kembali butir-butir tanah agar lebih padat dan saling mengunci [2]. Di Desa Peniraman, Sungai Pinyuh, Mempawah, Kalimantan Barat, tanah laterit, yang sering digunakan sebagai bahan timbunan dalam proyek konstruksi, memiliki beberapa kelemahan. Tanah laterit, atau tanah merah, dikenal memiliki daya dukung rendah, stabilitas buruk, kerentanan terhadap fluktuasi kadar air, dan permeabilitas rendah, sehingga tidak memenuhi kriteria sebagai bahan timbunan yang baik dalam konstruksi [1].

Spesifikasi umum bahan timbunan yang digunakan sebagai timbunan pilihan yaitu bahan timbunan harus sesuai Spesifikasi Direktorat Jenderal Jalan Raya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) tahun 2018 menetapkan bahwa sebagai acuan kegiatan konstruksi jalan dan jembatan (revisi ke-2), nilai CBR minimum yang diperlukan adalah 10%. Selain itu, kekuatan geser yang memadai juga diperlukan, bahan timbunan yang digunakan harus berupa agregat kasar alami berupa kerikil atau batu dengan gradasi optimal atau lempung yang menunjukkan plastisitas rendah. Material yang disarankan haruslah batu, pasir, kerikil atau material granular bersih sejenis pada nilai Indeks Plastisitas tidak melebihi 6% [3].

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi stabilisasi daya dukung tanah dengan menambahkan abu sekam padi dan serbuk batu bata pada variasi 4%, 6%, 8%, 10%, dan 12%. Pengujian

laboratorium mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) termasuk analisis kandungan air, berat jenis, batas Atterberg, dan CBR, dan dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Pontianak, untuk menganalisis karakteristik tanah laterit sebagai material perkerasan jalan.

KAJIAN PUSTAKA

Tanah Laterit

Tanah adalah bahan yang terdiri dari kumpulan butiran mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain, bercampur dengan material organik hasil dari proses pelapukan, dan mengandung air serta udara yang mengisi rongga pada ruang antar butiran tanah [4].

Tanah laterit terbentuk dari pelapukan batuan induk yang mengandung kadar besi dan aluminium yang tinggi, yang terjadi akibat proses kimia di iklim tropis yang lembap. Tanah ini memiliki kohesi yang tinggi saat basah, tetapi menjadi keras dan rapuh saat kering [1]. Tanah laterit terbentuk melalui pelapukan di daerah tropis atau subtropis, di mana terjadi pelapukan yang tinggi pada batuan dasar hingga batuan ultrabasiik, yang didominasi oleh kandungan logam besi [5].

Karakteristik Tanah Laterit

Tanah laterit adalah jenis tanah yang kurang subur dengan karakteristik fisik berupa warna merah hingga cokelat, profil yang dalam, dan daya serap air yang baik. Kandungan organik yang moderat, pH netral hingga asam, dan kandungan logam yang tinggi, terutama besi dan aluminium, membuat daya dukung tanah ini rendah. Tanah yang plastis dan mudah retak tidak ideal untuk konstruksi; oleh karena itu, stabilisasi diperlukan untuk meningkatkan daya dukung dan stabilitasnya sebagai bahan urugan pilihan [6].

Abu Sekam Padi

Abu sekam padi, yang dihasilkan dari pembakaran kulit padi, mengandung kadar silika (SiO_2) yang tinggi, menjadikannya bahan pozzolanik yang berguna dalam teknik sipil. Abu ini digunakan sebagai aditif beton, campuran untuk stabilisasi tanah, serta dalam industri keramik dan refraktori. Keefektifannya dalam memperbaiki kualitas tanah, terutama pada tanah dengan daya dukung rendah seperti tanah liat ekspansif dan laterit [7], [8]

Batu Bata

Batu bata adalah bahan bangunan yang berfungsi sebagai elemen struktural, berbentuk blok berongga yang kuat, dengan sekitar 15% digunakan sebagai partisi dalam bangunan. Bahan ini terbuat dari tanah liat yang dibentuk dan dibakar pada suhu tertentu, mengandung berbagai mineral dan senyawa kimia, termasuk silika (SiO_2) untuk kekuatan dan stabilitas dimensi, serta alumina (Al_2O_3) yang meningkatkan plastisitas dan ketahanan terhadap suhu tinggi. Oksida besi (Fe_2O_3) memberikan warna merah khasnya dan meningkatkan kekuatan mekanisnya.

Selain itu, kapur (CaO) membantu mengikat partikel tanah liat dan mengurangi penyusutan, sementara sejumlah kecil magnesia (MgO) meningkatkan ketahanan terhadap retak dan menjaga stabilitas bata [9].

Sistem Klasifikasi Tanah

AASHTO

Sistem klasifikasi tanah AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), yang dikembangkan pada tahun 1929 dan direvisi beberapa kali sejak itu, masih digunakan untuk menentukan kualitas bahan konstruksi jalan, terutama lapisan dasar dan lapisan subgrade. Tanah dibagi

menjadi 7 kategori (A1 hingga A7), di mana A1 hingga A3 merupakan tanah berbutir dengan maksimum 35% partikel yang melewati saringan No. 200, sementara A4 hingga A7 merupakan tanah berbutir halus, dan A8 merupakan tanah organik yang tidak stabil. Pengujian meliputi analisis saringan, uji batas cair, dan uji batas plastis [10], [11].

USCS

USCS (*Unified Soil Classification System*) mengklasifikasikan tanah menjadi dua kelompok utama:

- Tanah Berbutir Kasar: Termasuk kerikil dan pasir, dengan kurang dari 50% partikel yang dapat melewati saringan No. 200. Simbolnya adalah G untuk kerikil dan S untuk pasir.
- Tanah Berbutir Halus: Mengandung setidaknya 50% partikel yang dapat melewati saringan No. 200. Simbolnya meliputi M untuk lumpur, C untuk tanah liat, dan O untuk lumpur dan tanah liat organik.

Klasifikasi ini penting untuk memahami karakteristik tanah dalam konteks konstruksi dan penggunaan lahan [1].

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Pontianak, dilakukan pada bulan April - Juni 2025, menggunakan tanah laterit dari Desa Peniraman, abu sekam padi dari Desa Sungai Kelambu, dan serbuk batu bata dari *Workshop* jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Pontianak. Uji laboratorium mengevaluasi karakteristik fisik dan mekanik tanah laterit dalam keadaan alami dan setelah stabilisasi dengan campuran abu sekam padi dan serbuk batu bata dalam campuran yang bervariasi, yaitu 4%, 6%, 8%, 10%, dan 12%. Semua prosedur mengikuti standar SNI, dengan analisis hasil untuk

menentukan pengaruh bahan stabilisasi terhadap sifat-sifat tanah laterit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kadar Air

Tabel 1. Hasil kadar air

Pengujian Kadar Air Tanah Asli			
Nomor Cawan		5	2
1	Berat cawan + tanah basah (W1) gram	80,38	84,06
2	Berat cawan + tanah kering (W2) gram	76,91	80,31
3	Berat air = (W1 - W2) gram	3,47	3,75
4	Berat cawan (W3) gram	9,62	9,44
5	Berat tanah kering = (W2 - W3) gram	67,29	70,87
6	Kadar air (w) = $\frac{(W1 - W2)}{(W2 - W3)} \times 100 \%$	5,16	5,29
7	Kadar air rata-rata (w) %	5,22	

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian kadar air pada tanah asli sebesar 5,22%.

Pengujian Berat Jenis

Tabel 2 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa berat jenis tanah asli adalah 2,65, yang merupakan nilai tertinggi. Variasi 4% menurun menjadi 2,59, sementara

variasi 6% meningkat menjadi 2,61. Variasi 8% menurun menjadi 2,58, dan variasi 10% merupakan yang terendah dengan nilai 2,55. Variasi 12% kembali meningkat menjadi 2,60.

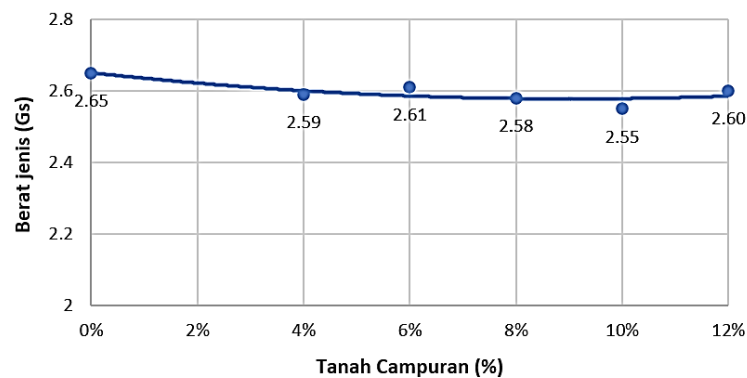
Tabel 2. Hasil Berat Jenis

Variasi (%)	Rata-rata Berat Jenis
Tanah Asli	2,65
4%	2,59
6%	2,61
8%	2,58
10%	2,55
12%	2,60

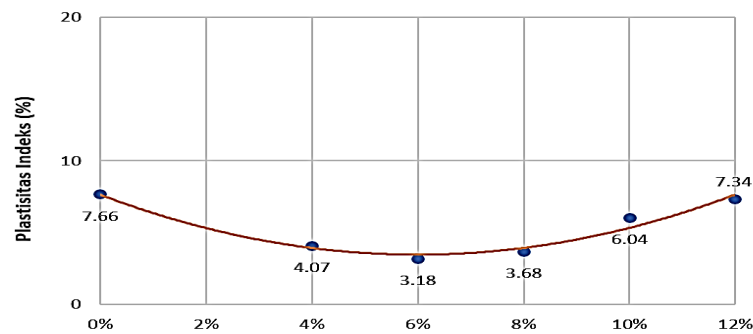
Pengujian Atterberg

Tabel 3. Hasil Atterberg

Variasi (%)	Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)	Indeks Plastisitas (PI)
Tanah Asli	31	23,34	7,66
4%	37,50	33,43	4,07
6%	33	29,82	3,18
8%	34	30,32	3,68
10%	39	32,96	6,04
12%	41,50	34,16	7,34



Gambar 1. Grafik Berat jenis



Gambar 2. Grafik Indeks Plastisitas

Variasi tanah menunjukkan rentang plastisitas antara 3,18% dan 7,66%, diklasifikasikan sebagai tanah dengan plastisitas rendah dan cocok sebagai tanah urug. Variasi 6% (4% ASP + 4% SBB) memberikan hasil terbaik dengan nilai PI terendah sebesar 3,18%, diikuti oleh peningkatan nilai PI menjadi 7,34% pada variasi 12%, menunjukkan bahwa penambahan material berlebih dapat mengurangi stabilitas tanah. Untuk klasifikasi, tanah termasuk dalam kelompok A2-4 menurut AASHTO dan SM (Pasir Lempung) menurut USCS, dengan kedua metode menunjukkan konsistensi (Tabel 3 dan Gambar 2).

Pengujian Analisis Saringan

Hasil klasifikasi dalam uji saringan:

a. Sistem klasifikasi tanah menurut AASHTO

Dari hasil uji, F (persentase tanah yang melewati saringan No. 200) adalah 17,76%, sehingga tanah diklasifikasikan sebagai tanah berbutir kasar. Dengan $F \leq 35\%$, tanah diklasifikasikan sebagai tanah berbutir kasar. Pada saringan No. 4, 87,95% melewati, artinya tanah tersebut adalah pasir, bukan kerikil. Tanah tersebut termasuk dalam kelompok A-2. Perhitungan indeks kelompok (GI) menghasilkan nilai -2,734, yang dianggap 0. Oleh karena

itu, tanah tersebut termasuk dalam A2-4.

b. Sistem klasifikasi tanah menurut USCS.

Tanah yang melewati saringan No. 200 sebesar 17,76% dan diklasifikasikan sebagai tanah berbutir kasar. Tanah yang melewati saringan No. 4 sebesar 87,95% dan diklasifikasikan sebagai pasir. Nilai batas cair tanah sebesar 31%, diklasifikasikan sebagai tanah dengan plastisitas rendah. Uji batas Atterberg pada fraksi saringan No. 40 tanah digunakan untuk menentukan klasifikasi tanah.

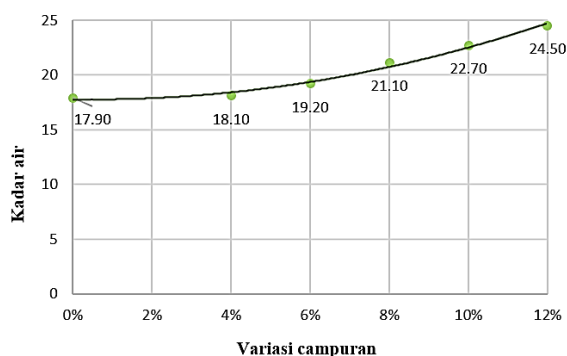
Berdasarkan pengujian, tanah yang diteliti termasuk dalam kelompok A2-4 menurut sistem AASHTO dan SM (Pasir Berdebu) dengan plastisitas rendah (*Low - plasticity*). Menurut sistem USCS, tanah ini merupakan tanah berbutir kasar dengan plastisitas rendah. Variabilitas sifat laterit dipengaruhi oleh pelapukan dan kandungan oksida. Laterit dapat memiliki tekstur yang berbeda tergantung pada proses pembentukannya. Sistem klasifikasi tanah AASHTO dan USCS didasarkan pada sifat indeks dan karakteristik mekanik, bukan asal geologis, sehingga tanah laterit dapat diklasifikasikan

sebagai A2-4 atau SM jika memenuhi kriteria fisik yang ditentukan.

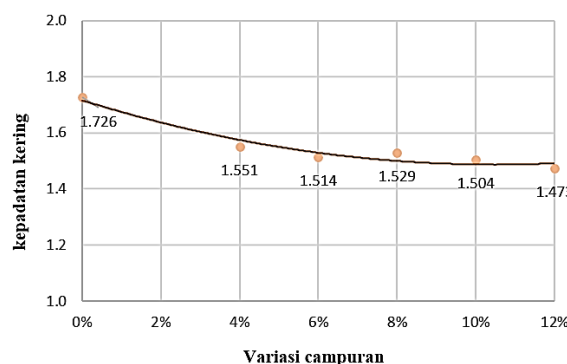
Pengujian Kepadatan

Tabel 4. Hasil Kepadatan Tanah

Variasi (%)	Kadar Air Optimum	Kepadatan kering, γ_d
Tanah Asli	17,90	1,726
4%	18,10	1,551
6%	19,20	1,514
8%	21,10	1,529
10%	22,70	1,504
12%	24,50	1,473



Gambar 3. Grafik Kadar Air Optimum



Gambar 4. Grafik Kepadatan Kering

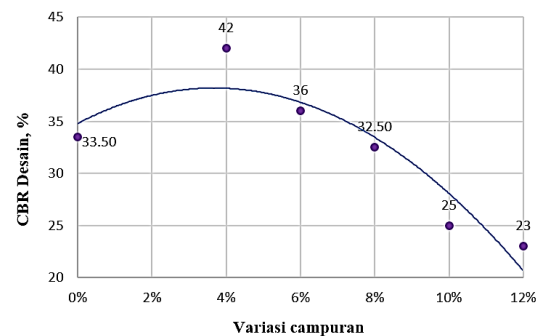
Penambahan bahan stabilisasi dalam campuran mengurangi densitas kering maksimum (γ_d max) dan meningkatkan kadar air optimum (W_{opt}). Secara khusus, penggunaan abu sekam padi dan serbuk batu bata memerlukan lebih banyak air untuk mencapai kepadatan maksimum. Meskipun tanah asli masih memiliki γ_d max tertinggi, variasi 8% mencatat hasil optimal, dengan nilai γ_d max yang cukup tinggi dan kandungan

air optimum yang bertambah. Penambahan bahan stabilisasi yang berlebihan, seperti pada variasi 10% dan 12%, mengurangi efektivitas pemadatan. Hal ini terlihat dari hasil Tabel 4, Gambar 3 dan Gambar 4.

Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

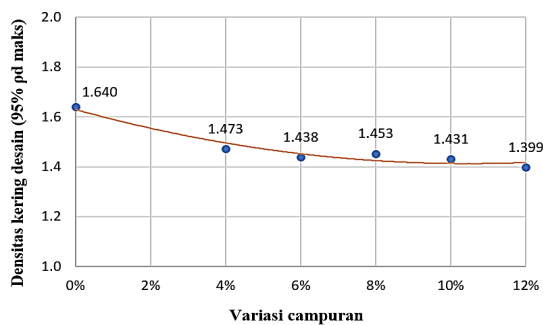
Tabel 5. Hasil CBR Desain

Variasi (%)	Densitas kering desain (95% pd maks)	CBR Desain, %
Tanah Asli	1,640	33,5
4%	1,473	42
6%	1,438	36
8%	1,453	32,5
10%	1,431	25
12%	1,399	23



Gambar 5. Grafik CBR Desain

Hasil pengujian pada tanah asli dan campuran abu sekam padi dengan serbuk batu bata menunjukkan peningkatan nilai CBR. Hal ini terjadi akibat reaksi pozzolan yang kuat. Penambahan campuran tersebut juga mengurangi plastisitas tanah, sehingga tanah menjadi lebih stabil dan kurang rentan terhadap deformasi saat terkena beban, yang berdampak positif pada nilai CBR.



Gambar 6. Densitas kering desain (95% pd maks)

Hasil pengujian kepadatan tanah dengan penambahan abu sekam padi dan serbuk bata bata. Penambahan ini meningkatkan kadar air optimum dan mengurangi kepadatan maksimum.

Keterkaitan Antar Pengujian

- a. Hubungan berat jenis dan Kepadatan Kering Maksimum (γ_d max)

Penambahan abu sekam padi dan serbuk bata cenderung menurunkan berat jenis. Keterkaitan antara berat jenis dan kepadatan kering maksimum semakin rendah berat jenis campuran, semakin rendah kepadatan kering maksimum (γ_d max).

- b. Hubungan Berat Jenis dan Indeks Plastisitas terhadap CBR

Berat jenis tanah cenderung menurun dengan perlakuan, namun nilai CBR tetap tidak terpengaruh, menunjukkan bahwa penurunan berat jenis tidak selalu mengurangi kekuatan tanah. Nilai plastisitas turun hingga 3,18% (pada variasi 6%), meningkatkan stabilitas tanah terhadap beban dan nilai CBR.

- c. Hubungan Indeks Plastisitas (PI) terhadap nilai CBR

Penurunan nilai indeks plastisitas variasi 6% hingga 3,18% membuat tanah lebih kuat dan kaku, meningkatkan nilai CBR. Namun, tambahan campuran pada variasi 12% dapat meningkatkan nilai PI,

meskipun masih di bawah nilai plastisitas asli. Penambahan bahan campuran yang lebih banyak dapat menurunkan stabilitas plastis dan efektivitas peningkatan CBR.

- d. Hubungan Kepadatan Kering Maksimum (γ_d max) terhadap nilai CBR

Kepadatan Kering Maksimum (γ_d max) menurun dengan penambahan abu sekam padi dan serbuk bata, tetapi nilai CBR meningkat. Meski tanah menjadi kurang padat, ikatan tanah menjadi kurang padat, ikatan pozzolan dari perlakuan abu tersebut meningkatkan nilai CBR.

Titik optimal terjadi pada 6%, yang menunjukkan stabilitas plastik terbaik, dengan peningkatan signifikan pada nilai CBR. Meskipun 4% menunjukkan peningkatan persentase yang besar pada nilai CBR, variasi 6% memberikan kombinasi yang lebih baik antara kekuatan dan stabilitas. Pada 12%, plastisitas meningkat, tetapi nilai CBR mulai menurun pada variasi 10% dan 12%, menunjukkan bahwa pencampuran berlebihan mengurangi efektivitas peningkatan CBR dan daya dukung tanah (Tabel 5, Gambar 5 dan Gambar 6).

KESIMPULAN

- a. Hasil uji tanah laterit dari Desa Peniraman, Kalimantan Barat, menunjukkan bahwa tanah tergolong dalam kelompok A2-4 (AASHTO) dan SM (USCS). Karakteristiknya termasuk plastisitas rendah 7,66%, kandungan air 5,22%, berat jenis 2,65, densitas kering maksimum 1,726 g/cm³, serta kandungan air optimum 17,60%. Nilai desain CBR mencapai 33,50%, menjadikannya cocok sebagai lapisan dasar jalan. Stabilisasi dilakukan menggunakan abu padi dan bubuk bata untuk meningkatkan daya dukung tanah.

- b. Hasil uji menunjukkan bahwa penambahan abu padi dan bubuk bata mempengaruhi sifat fisik dan mekanik tanah laterit:
- a) Uji berat jenis menunjukkan bahwa penambahan abu padi dan bubuk bata antara 4% dan 12% menurunkan berat jenis tanah asli 2,65, dengan nilai terendah 2,55 pada 10%, tetapi tetap dalam rentang normal untuk tanah mineral, sehingga dampaknya terhadap kualitas tanah tidak signifikan.
 - b) Hasil uji Atterberg menunjukkan bahwa tanah asli memiliki indeks plastisitas (PI) sebesar 7,66%, tergolong plastisitas sedang. Penambahan bahan stabilisasi antara 4%–12% menurunkan nilai PI, dengan nilai terendah 3,18% pada campuran 6%, menunjukkan efektivitas stabilisasi. Namun, pada campuran 12%, PI meningkat kembali menjadi 7,34%, meskipun masih lebih rendah dari tanah asli.
 - c) Uji kepadatan menunjukkan bahwa penambahan bahan meningkatkan kandungan air optimum dan menurunkan kepadatan kering maksimum, dengan hasil terbaik pada variasi 8%, yang memberikan keseimbangan antara keduanya.
 - d) Hasil uji CBR menunjukkan bahwa nilai CBR tanah asli adalah 28%, yang meningkat menjadi 42% setelah stabilisasi pada variasi 4%. Namun, nilai CBR menurun pada variasi 6% [10] sebesar 36%, variasi 8% sebesar 32,50%, dan 10% sebesar 25%, sebelum kembali meningkat menjadi 23% pada variasi 12%.

Penambahan bahan stabilisasi pada variasi 4% menghasilkan nilai CBR tertinggi sebesar 42%, menunjukkan peningkatan kapasitas beban tanah. Variasi 6% memiliki stabilitas fisik terbaik dengan indeks plastisitas terendah sebesar 3,18% dan kepadatan optimum. Rentang campuran 4%-8% efektif dalam meningkatkan karakteristik tanah laterit di Desa Peniraman, dengan 4% sebagai kandungan optimum untuk uji CBR.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Hardiyatmo, *Mekanika tanah 1*, Semarang: universitas Gajah Mada, 2002.
- [2] R. M. Astuti, “Stabilisasi tanah laterit dengan bahan tambah kapur pada jalan tol Semarang - Kartasura,” Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2021.
- [3] K. U. d. P. Rakyat, “Spesifikasi umum untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan (Revisi 2),” Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta, 2018.
- [4] B. Das, *Mekanika tanah jilid I : Prinsip-prinsip rekayasa geoteknis*, Jakarta: Erlangga, 1995.
- [5] N. A. L. Idris, “Studi daya dukung tanah laterit yang distabilisasi dengan kapur tohor,” Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, 2018.
- [6] Rusdiansyah, “Perbaikan Karakteristik Tanah Laterit,” Mangu Makmur Tanjung Lestari, Bandung, 2024.
- [7] R. & C. F. Hartanto, “Stabilisasi tanah lempung dengan abu sekam padi dan serbuk batu bata Desa Batusari Kecamatan Mranggen Demak,” Universitas Semarang, Semarang, 2022.
- [8] M. A. & S. A. N. Nisa, “Studi literatur potensi abu sekam padi

- sebagai bahan pozzolan lokal dalam beton,” Politeknik Negeri Jakarta & Universitas Esa Unggul, Jakarta, 2025.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, “Bata merah untuk pasangan dinding (SNI 15-2094-2000),” BSN, Jakarta, 2000.
- [10] K. P. U. d. P. Rakyat, “Perencanaan stabilisasi tanah dengan bahan serbuk pengikat untuk konstruksi jalan,” Departemen Pekerjaan Umum, Bandung, 2008.
- [11] d. Erdaawaty, “Mekanika tanah untuk teknik,” Yayasan Kita Menulis, Medan, 2024.