



ANALISA PENGARUH PERMEABILITAS TANAH TERHADAP PERSYARATAN KONSTRUKSI EMBUNG

Dea Mutiara Gholiza¹, Yan Juansyah², Setyanto³
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Malahayati^{1,2,3}
e-mail: deamutiara0304@gmail.com

Diterima: 3/3/2026; Direvisi: 9/3/2026; Diterbitkan: 3/5/2026

ABSTRAK

Embung merupakan infrastruktur penting dalam konservasi sumber daya air, terutama pada wilayah dengan topografi berbukit. Kawasan Universitas Malahayati memiliki kemiringan lereng yang cukup curam sehingga membutuhkan konstruksi embung yang mampu meminimalkan potensi kebocoran. Salah satu faktor teknis yang mempengaruhi keamanan embung adalah nilai permeabilitas tanah yang digunakan sebagai lapisan dasar atau inti. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai koefisien permeabilitas tanah asli dan tanah campuran (50% tanah asli dan 50% tanah laterit) serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan standar SNI 8460:2017 tentang persyaratan perancangan geoteknik. Penelitian dilakukan melalui pengujian laboratorium terhadap sifat fisik tanah dan uji permeabilitas menggunakan metode *falling head*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah asli memiliki koefisien permeabilitas rata-rata sebesar $5,65 \times 10^{-8}$ m/detik, sedangkan tanah campuran memiliki nilai yang lebih rendah yaitu $9,41 \times 10^{-9}$ m/detik. Penurunan permeabilitas tersebut sejalan dengan berkurangnya angka pori dari 1,553 pada tanah asli menjadi 1,391 pada tanah campuran. Berdasarkan ketentuan SNI 8460:2017 yang mensyaratkan nilai permeabilitas kurang dari 1×10^{-7} m/detik untuk material kedap air, tanah campuran dinilai memenuhi kriteria sebagai material inti embung. Oleh karena itu, penggunaan campuran tanah asli dan tanah laterit direkomendasikan untuk meningkatkan kedap air dan mengurangi risiko kebocoran pada konstruksi embung.

Kata Kunci: *Embung, Permeabilitas Tanah, Falling Head, Tanah Laterit, Konservasi Air.*

ABSTRACT

Reservoir ponds (*embung*) are important infrastructures for water resource conservation, particularly in areas with hilly topography. The Malahayati University area has relatively steep slopes, which require reservoir construction capable of minimizing the potential for leakage. One of the technical factors influencing reservoir safety is the permeability of the soil used as the base or core layer. This study aims to analyze the permeability coefficient of native soil and mixed soil (50% native soil and 50% laterite soil) and to evaluate its suitability with the requirements of SNI 8460:2017 concerning geotechnical design standards. The research was conducted through laboratory testing of soil physical properties and permeability testing using the *falling head* method. The results show that the native soil has an average permeability coefficient of 5.65×10^{-8} m/s, while the mixed soil has a lower value of 9.41×10^{-9} m/s. This decrease in permeability is consistent with the reduction in the void ratio from 1.553 in the native soil to 1.391 in the mixed soil. Based on the provisions of SNI 8460:2017, which require a permeability value of less than 1×10^{-7} m/s for impermeable materials, the mixed soil meets the criteria as a reservoir core material. Therefore, the use of a



mixture of native soil and laterite soil is recommended to improve impermeability and reduce the risk of leakage in reservoir construction.

Keywords: *Reservoir, Soil Permeability, Falling Head, Laterite Soil, Water Conservation.*

PENDAHULUAN

Embung merupakan salah satu bentuk infrastruktur sumber daya air yang memiliki peran strategis dalam mendukung pengelolaan air pada suatu wilayah. Keberadaan embung berfungsi untuk menampung air hujan, mengendalikan limpasan permukaan, serta menyediakan cadangan air pada periode musim kemarau. Infrastruktur ini sangat penting terutama pada wilayah dengan kondisi topografi tidak merata atau berbukit yang rentan terhadap kehilangan air permukaan. Selain berperan sebagai sarana penyimpanan air, embung juga menjadi bagian dari upaya konservasi sumber daya air dan pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan. Dalam proses perencanaan dan konstruksinya, keberhasilan fungsi embung sangat dipengaruhi oleh karakteristik geoteknik tanah yang digunakan sebagai dasar maupun material penyusun struktur. Oleh karena itu, kajian mengenai sifat dan perilaku tanah menjadi aspek yang sangat penting dalam memastikan keberlanjutan fungsi embung sebagai infrastruktur penyimpanan air.

Salah satu parameter penting dalam analisis geoteknik adalah koefisien permeabilitas tanah yang menunjukkan kemampuan tanah dalam meloloskan air melalui pori-porinya. Tanah dengan nilai permeabilitas tinggi cenderung memiliki potensi rembesan yang lebih besar sehingga dapat menyebabkan kehilangan air pada struktur penampung seperti embung atau bendungan tanah. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa karakteristik permeabilitas tanah berpengaruh signifikan terhadap kemampuan tanah dalam menyerap dan mengalirkan air di suatu wilayah (Putri et al., 2025). Selain itu, variasi komposisi material tanah juga terbukti dapat memengaruhi perubahan nilai koefisien permeabilitas secara signifikan (Fauzi et al., 2025). Dengan demikian, analisis terhadap nilai permeabilitas tanah menjadi faktor penting dalam perencanaan konstruksi bangunan penampung air agar mampu meminimalkan potensi kebocoran dan kehilangan air.

Dalam konstruksi struktur penahan air seperti bendungan tanah maupun embung, karakteristik tanah harus memenuhi persyaratan teknis tertentu agar mampu menghambat aliran rembesan secara efektif. Material tanah yang digunakan sebagai lapisan inti biasanya dipilih dari jenis tanah yang memiliki tingkat kedap air tinggi sehingga mampu mengurangi kehilangan air akibat perembesan. Penelitian mengenai desain struktur penahan air menunjukkan bahwa perencanaan konstruksi harus mempertimbangkan sifat geoteknik tanah secara menyeluruh agar stabilitas struktur dapat terjaga dalam jangka panjang (Oyebode, 2022). Selain itu, pengendalian rembesan menjadi salah satu aspek utama dalam menjaga keamanan dan efisiensi penyimpanan air pada struktur bendungan maupun embung (Anggraini et al., 2024). Kajian lain juga menunjukkan bahwa kondisi kadar air tanah dapat mempengaruhi perilaku filtrasi dan aliran air pada tanah inti bendungan, sehingga karakteristik hidraulik tanah perlu dianalisis secara lebih komprehensif dalam desain konstruksi bangunan air (Shourijeh et al., 2022).

Karakteristik geoteknik tanah juga sangat dipengaruhi oleh komposisi mineral serta struktur internal tanah tersebut. Salah satu jenis tanah yang cukup banyak dimanfaatkan dalam berbagai pekerjaan teknik sipil adalah tanah laterit yang memiliki karakteristik fisik dan kimia tertentu. Tanah laterit diketahui memiliki potensi sebagai material kedap air karena struktur butirannya relatif stabil dan mampu mengisi rongga pada material tanah lainnya ketika



dicampurkan (Daramola et al., 2024). Selain itu, tanah laterit juga sering digunakan dalam berbagai aplikasi teknik sipil sebagai material stabilisasi tanah maupun bahan konstruksi lainnya (Ezreig et al., 2022). Kajian geoteknik juga menunjukkan bahwa sifat mekanik dan hidraulik tanah laterit menjadikannya material yang potensial dalam meningkatkan kualitas tanah dasar pada berbagai pekerjaan konstruksi (Kurnia et al., 2025). Oleh karena itu, pemanfaatan tanah laterit sebagai bahan campuran dalam material konstruksi embung menjadi alternatif yang menarik untuk diteliti lebih lanjut.

Selain jenis tanah, faktor lain yang berpengaruh terhadap permeabilitas adalah struktur pori yang terdapat dalam tanah. Parameter yang sering digunakan untuk menggambarkan kondisi tersebut adalah angka pori atau *void ratio*, yaitu perbandingan antara volume rongga dengan volume partikel padat dalam tanah. Perubahan nilai angka pori dapat menyebabkan perubahan pada kemampuan tanah dalam meloloskan air melalui struktur porinya. Penelitian geoteknik menunjukkan bahwa semakin besar nilai angka pori suatu tanah maka potensi aliran air melalui tanah tersebut juga akan meningkat (Gao et al., 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa hubungan antara angka pori dan koefisien permeabilitas perlu dianalisis secara lebih mendalam. Pemahaman mengenai hubungan tersebut penting untuk mengetahui perilaku aliran air pada material tanah yang digunakan dalam konstruksi embung.

Penelitian mengenai karakteristik permeabilitas tanah umumnya dilakukan melalui pengujian laboratorium guna memperoleh data yang lebih akurat mengenai sifat hidraulik tanah. Pengujian permeabilitas memungkinkan peneliti untuk memahami bagaimana air bergerak melalui media tanah dengan kondisi fisik tertentu. Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan pendekatan eksperimen untuk memodelkan aliran air pada media berpori guna memahami perilaku hidrologi bawah permukaan (Suryana et al., 2022). Selain itu, analisis karakteristik tanah pada proyek bendungan juga sering dilakukan melalui pengujian geoteknik untuk memastikan kesesuaiannya dengan persyaratan teknis konstruksi (Sir et al., 2024). Pendekatan laboratorium tersebut memberikan dasar ilmiah yang kuat dalam menentukan kelayakan material tanah yang digunakan dalam pembangunan struktur penampung air.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas karakteristik permeabilitas tanah dan pemanfaatan material tanah dalam konstruksi teknik sipil, kajian yang secara khusus membahas pemanfaatan campuran tanah asli dan tanah laterit untuk konstruksi embung pada wilayah dengan topografi berbukit masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih banyak menitikberatkan pada stabilisasi tanah atau karakteristik geoteknik tanah secara umum tanpa secara spesifik mengaitkannya dengan kebutuhan material kedap air pada embung. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut, terutama terkait pengaruh kombinasi material tanah terhadap sifat hidraulik tanah. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki nilai kebaruan dengan menganalisis pengaruh pencampuran tanah asli dan tanah laterit terhadap nilai koefisien permeabilitas serta hubungan perubahan angka pori terhadap kemampuan tanah dalam meloloskan air. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan pemilihan material tanah yang lebih efektif untuk konstruksi embung, khususnya pada wilayah dengan kondisi topografi yang serupa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Malahayati serta Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung. Pelaksanaan penelitian berlangsung selama satu bulan yang meliputi tahap



persiapan alat dan bahan, pengambilan sampel tanah, proses pencampuran material, serta pengujian laboratorium. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium untuk memperoleh data empiris mengenai karakteristik fisik dan sifat permeabilitas tanah. Metode ini dipilih karena memungkinkan pengujian parameter tanah secara terkontrol sehingga hubungan antara komposisi material tanah dan kemampuan tanah dalam meloloskan air dapat diamati secara lebih akurat. Seluruh tahapan penelitian dirancang untuk menghasilkan data teknis yang dapat digunakan dalam mengevaluasi kelayakan material tanah sebagai bahan konstruksi embung.

Pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengambilan sampel tanah secara langsung di area sekitar embung Universitas Malahayati, Bandar Lampung. Sampel tanah yang diambil merupakan sampel terganggu (*disturbed sample*) yang kemudian digunakan untuk pengujian laboratorium serta pembuatan campuran tanah. Dalam penelitian ini digunakan dua jenis material, yaitu tanah asli dari lokasi penelitian dan tanah laterit yang dicampurkan dengan komposisi tertentu untuk menghasilkan tanah campuran. Pengujian laboratorium meliputi pengujian sifat fisik tanah seperti kadar air, berat jenis, dan batas Atterberg, serta pengujian sifat hidraulik berupa uji permeabilitas menggunakan metode *falling head*. Selain itu, dokumentasi kegiatan penelitian dilakukan untuk mencatat proses pengambilan sampel, proses pencampuran material, dan tahapan pengujian laboratorium. Data sekunder diperoleh melalui studi literatur yang bersumber dari buku teks, standar teknis, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan karakteristik permeabilitas tanah dan konstruksi embung.

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan untuk memperoleh parameter yang diperlukan dalam penelitian. Tahap awal dilakukan analisis terhadap karakteristik fisik tanah yang meliputi perhitungan berat jenis, batas Atterberg, serta angka pori untuk mengetahui sifat dasar material tanah yang diuji. Selanjutnya dilakukan analisis permeabilitas menggunakan metode *falling head* guna menentukan nilai koefisien permeabilitas pada masing-masing sampel tanah. Nilai permeabilitas yang diperoleh kemudian dibandingkan antara tanah asli dan tanah campuran untuk mengetahui pengaruh komposisi material terhadap kemampuan tanah dalam meloloskan air. Selain itu, hubungan antara perubahan angka pori dan nilai permeabilitas juga dianalisis untuk memahami perilaku hidraulik tanah yang diuji. Hasil analisis tersebut kemudian dievaluasi dengan mengacu pada ketentuan SNI 8460:2017 guna menilai kesesuaian material tanah sebagai lapisan inti kedap air pada konstruksi embung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengujian laboratorium dilakukan untuk memperoleh data mengenai karakteristik fisik tanah serta nilai permeabilitas dari sampel yang diteliti. Sampel tanah dalam penelitian ini terdiri atas dua jenis, yaitu tanah asli yang diambil dari area embung Universitas Malahayati dan tanah campuran yang merupakan kombinasi antara 50% tanah asli dan 50% tanah laterit. Pengujian sifat fisik dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui kondisi dasar material tanah sebelum dilakukan pengujian hidraulik. Parameter yang dianalisis meliputi kadar air, batas cair, batas plastis, serta indeks plastisitas yang diperoleh melalui pengujian *Atterberg limit*. Hasil pengujian kadar air dan batas Atterberg pada kedua jenis sampel tanah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Air dan Atterberg Limit

No	Parameter Pengujian	Tanah Asli	Tanah Campuran
1	Kadar Air (%)	44,96	40,89
2	Batas Cair / Liquid Limit (LL) (%)	54,80	48,10
3	Batas Plastis / Plastic Limit (PL) (%)	28,45	26,45
4	Indeks Plastisitas / Plasticity Index (PI) (%)	26,35	21,65

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh parameter plastisitas tanah campuran memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah asli. Penurunan nilai kadar air, batas cair, serta indeks plastisitas mengindikasikan bahwa penambahan tanah laterit dapat mempengaruhi sifat konsistensi dan plastisitas tanah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pencampuran material menghasilkan struktur tanah yang relatif lebih stabil dengan tingkat plastisitas yang lebih rendah. Perubahan karakteristik plastisitas ini penting karena dapat mempengaruhi perilaku tanah terhadap aliran air serta kestabilan material ketika digunakan dalam konstruksi embung.

Selain parameter plastisitas, penelitian ini juga menganalisis angka pori sebagai indikator jumlah rongga yang terdapat dalam struktur tanah. Angka pori merupakan parameter penting dalam kajian geoteknik karena berhubungan langsung dengan kemampuan tanah dalam mengalirkan air melalui pori-porinya. Tanah dengan angka pori yang lebih besar umumnya memiliki ruang kosong yang lebih banyak sehingga memungkinkan aliran air berlangsung lebih mudah. Hasil perhitungan angka pori pada kedua jenis sampel tanah ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Angka Pori

Sampel Tanah	Angka Pori (e)
Tanah Asli	1,553
Tanah Campuran	1,391

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa nilai angka pori pada tanah campuran lebih kecil dibandingkan dengan tanah asli. Penurunan nilai tersebut menunjukkan bahwa penambahan tanah laterit dalam campuran dapat mengurangi jumlah rongga pada struktur tanah. Berkurangnya volume rongga ini menyebabkan jalur aliran air di dalam tanah menjadi lebih terbatas. Dengan demikian, perubahan angka pori tersebut diperkirakan akan berpengaruh terhadap nilai permeabilitas tanah yang dianalisis pada tahap pengujian selanjutnya.

Pengujian permeabilitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan tanah dalam meloloskan air melalui struktur porinya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *falling head*, yang umum diterapkan pada tanah berbutir halus dengan permeabilitas relatif kecil. Nilai koefisien permeabilitas dihitung berdasarkan hasil pengujian laboratorium

terhadap masing-masing jenis sampel tanah. Perbandingan nilai permeabilitas antara tanah asli dan tanah campuran ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Koefisien Permeabilitas

Sampel Tanah	Angka Pori (e)	k (cm/detik)	k (m/detik)
Tanah Asli	1,553	$5,65 \times 10^{-5}$	$5,65 \times 10^{-7}$
Tanah Campuran	1,391	$9,41 \times 10^{-6}$	$9,41 \times 10^{-8}$

Hasil pada Tabel 3 menunjukkan bahwa tanah campuran memiliki nilai koefisien permeabilitas yang lebih kecil dibandingkan dengan tanah asli. Nilai permeabilitas yang lebih rendah menunjukkan bahwa kemampuan tanah dalam meloloskan air melalui pori-porinya menjadi lebih terbatas. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pencampuran tanah asli dengan tanah laterit mampu meningkatkan sifat kedap air pada material tanah. Oleh karena itu, tanah campuran tersebut memiliki potensi yang lebih baik untuk digunakan sebagai material inti pada konstruksi embung guna mengurangi kemungkinan terjadinya rembesan air.

Pembahasan

Karakteristik permeabilitas tanah pada kawasan embung Universitas Malahayati perlu dipahami melalui perspektif perilaku hidraulik tanah yang mengatur proses pergerakan air dalam media berpori. Aliran air di dalam tanah dipengaruhi oleh berbagai sifat fisik tanah, seperti tekstur, struktur, serta tingkat kepadatan tanah (*bulk density*) yang menentukan ukuran dan keterhubungan antar pori. Tanah dengan struktur lebih rapat dan ukuran pori yang relatif kecil umumnya memiliki kemampuan meloloskan air yang lebih terbatas dibandingkan dengan tanah yang berpori besar dan berstruktur longgar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa karakteristik internal tanah menjadi faktor penting yang mengontrol jalur aliran air di dalam tanah. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa dinamika pergerakan air dalam tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi struktur dan kepadatan tanah yang membentuk sistem pori sebagai jalur aliran fluida (Gulo & Gulo, 2024).

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, tanah asli pada lokasi penelitian memiliki nilai koefisien permeabilitas rata-rata sebesar $5,65 \times 10^{-7}$ m/detik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tanah memiliki kemampuan meloloskan air yang relatif rendah dibandingkan dengan tanah berbutir kasar, namun masih belum termasuk kategori tanah yang sangat kedap air untuk kebutuhan konstruksi penahan air. Dalam bangunan hidraulik seperti bendungan atau embung, nilai permeabilitas menjadi parameter penting karena berkaitan langsung dengan potensi kehilangan air melalui rembesan. Apabila nilai permeabilitas terlalu besar, maka air yang tersimpan di dalam struktur penampung dapat mengalami kebocoran melalui lapisan tanah di bawah atau di sekitar struktur. Hal ini sejalan dengan penelitian mengenai evaluasi stabilitas tubuh bendung yang menunjukkan bahwa permeabilitas tanah memiliki peran penting dalam menentukan pola aliran rembesan serta kinerja struktur hidraulik secara keseluruhan (Batubara et al., 2025).

Dalam perencanaan bangunan penahan air, standar teknis umumnya mensyaratkan penggunaan material dengan nilai permeabilitas yang sangat kecil untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya rembesan. Rembesan yang tidak terkendali dapat memicu terjadinya



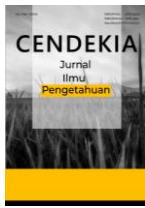
fenomena *piping*, yaitu proses erosi internal akibat aliran air yang membawa partikel tanah keluar dari struktur. Fenomena tersebut dapat mengakibatkan kerusakan struktural pada bendungan atau embung apabila tidak ditangani dengan baik. Oleh karena itu, analisis terhadap sifat permeabilitas tanah menjadi bagian penting dalam proses evaluasi keamanan konstruksi bangunan air. Hasil kajian sebelumnya juga menunjukkan bahwa kontrol terhadap aliran rembesan melalui lapisan tanah merupakan salah satu aspek krusial dalam menjaga stabilitas struktur penampung air (Fauzi et al., 2023).

Dalam penelitian ini dilakukan upaya untuk meningkatkan sifat kedap air tanah melalui pencampuran tanah asli dengan tanah laterit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran tersebut mampu menurunkan nilai koefisien permeabilitas hingga mencapai $9,41 \times 10^{-8}$ m/detik. Penurunan nilai tersebut menunjukkan bahwa pencampuran material menyebabkan struktur tanah menjadi lebih rapat sehingga ruang pori yang tersedia untuk aliran air menjadi lebih terbatas. Dengan demikian, tanah campuran memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menahan pergerakan air dibandingkan tanah asli. Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian yang memanfaatkan kombinasi material tanah untuk memperbaiki karakteristik teknis tanah dalam pekerjaan konstruksi, seperti penelitian yang memanfaatkan campuran tanah gambut dan tanah laterit untuk meningkatkan sifat mekanis tanah (Hesar et al., 2025).

Perubahan nilai permeabilitas pada tanah campuran juga berkaitan erat dengan perubahan struktur mikro tanah, khususnya terkait dengan besarnya angka pori yang terbentuk di antara partikel tanah. Dalam penelitian ini, nilai angka pori mengalami penurunan dari 1,553 pada tanah asli menjadi 1,391 pada tanah campuran setelah penambahan material laterit. Secara teoritis, semakin kecil nilai angka pori maka ruang kosong yang tersedia untuk aliran air juga semakin terbatas sehingga kemampuan tanah dalam meloloskan air menjadi lebih rendah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perubahan struktur internal tanah memiliki pengaruh langsung terhadap sifat hidraulik tanah. Selain itu, karakteristik tanah berbutir halus yang memiliki kohesi relatif tinggi juga berkontribusi dalam membentuk struktur tanah yang lebih rapat sehingga aliran air di dalam tanah menjadi lebih terhambat (Adrian et al., 2019).

Selain faktor karakteristik tanah, metode pengujian yang digunakan juga berpengaruh terhadap keakuratan nilai permeabilitas yang diperoleh. Dalam penelitian ini digunakan metode *Falling Head* yang umumnya diterapkan untuk tanah berbutir halus dengan nilai permeabilitas rendah. Metode ini dianggap lebih sesuai dibandingkan metode *Constant Head* karena mampu menghasilkan pengukuran yang lebih stabil pada tanah dengan debit aliran yang kecil. Ketepatan dalam memilih metode pengujian sangat penting untuk memperoleh nilai parameter hidraulik tanah yang representatif. Oleh karena itu, penggunaan metode pengujian yang tepat menjadi bagian penting dalam kajian geoteknik yang berkaitan dengan analisis aliran air dalam tanah (Samin et al., 2025).

Implikasi dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanah campuran yang memiliki nilai permeabilitas lebih rendah berpotensi dimanfaatkan sebagai material inti atau lapisan dasar pada konstruksi embung. Material dengan sifat kedap air sangat diperlukan untuk menjaga kestabilan volume air yang tersimpan serta mengurangi kehilangan air akibat proses rembesan melalui lapisan tanah. Berbagai penelitian mengenai perencanaan embung dan bendungan juga menegaskan bahwa pemilihan material inti yang tepat merupakan faktor penting dalam mendukung keberhasilan fungsi bangunan penampung air (Lastiasih et al., 2023; Rodiah et al., 2025; Prayoga, 2022). Selain itu, tingkat kepadatan tanah yang dihasilkan



melalui proses pemadatan konstruksi juga berperan dalam menentukan sifat hidraulik tanah secara keseluruhan (Pratama et al., 2025). Dalam konteks pengelolaan kualitas air dan sistem filtrasi alami, penelitian lain juga menunjukkan bahwa pengaturan struktur media berpori dapat meningkatkan efektivitas proses penyaringan dan mengontrol aliran fluida melalui material tanah atau media filter (Nafis et al., 2025).

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik permeabilitas tanah pada kawasan embung Universitas Malahayati serta mengevaluasi potensi pemanfaatan tanah campuran sebagai material kedap air pada konstruksi embung. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium menggunakan metode falling head dan constant head, diperoleh gambaran bahwa tanah asli di lokasi penelitian memiliki nilai permeabilitas yang relatif rendah, namun masih berada di atas batas yang direkomendasikan untuk material inti struktur penahan air. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tanpa perlakuan tambahan, tanah asli berpotensi masih memungkinkan terjadinya aliran rembesan. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan sifat tanah agar mampu memenuhi kriteria teknis yang disyaratkan dalam konstruksi bangunan penampung air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencampuran tanah asli dengan tanah laterit dalam komposisi tertentu mampu menurunkan nilai koefisien permeabilitas secara signifikan. Penurunan tersebut berkaitan dengan perubahan struktur tanah yang menjadi lebih rapat akibat terisinya rongga antarpartikel oleh material campuran. Berkurangnya ukuran dan jumlah pori dalam struktur tanah menyebabkan jalur aliran air menjadi semakin terbatas sehingga kemampuan tanah untuk meloloskan air menurun. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan material campuran dapat menjadi alternatif solusi untuk meningkatkan sifat kedap air pada tanah yang digunakan dalam konstruksi embung.

Secara teknis, hasil penelitian ini memberikan gambaran bahwa pemanfaatan tanah campuran berpotensi digunakan sebagai material pada lapisan inti maupun dasar embung untuk mengurangi risiko kehilangan air akibat rembesan. Dengan sifat permeabilitas yang lebih rendah, struktur embung diharapkan mampu mempertahankan volume air yang tersimpan secara lebih efektif. Hal ini menjadi penting terutama bagi embung yang berfungsi sebagai sumber cadangan air pada musim kemarau. Dengan demikian, pengendalian karakteristik permeabilitas tanah merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung keberhasilan fungsi embung sebagai infrastruktur konservasi sumber daya air.

Ke depan, penelitian ini masih dapat dikembangkan melalui kajian lanjutan yang menguji berbagai variasi komposisi campuran tanah maupun metode stabilisasi lainnya untuk memperoleh karakteristik tanah yang lebih optimal. Selain itu, pengujian pada kondisi lapangan juga diperlukan untuk memastikan bahwa hasil pengujian laboratorium dapat diaplikasikan secara efektif pada konstruksi embung yang sebenarnya. Kajian yang lebih komprehensif mengenai sifat mekanik tanah campuran, seperti kekuatan geser dan stabilitas lereng, juga dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai kelayakan material tersebut. Dengan pengembangan penelitian yang berkelanjutan, hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi perencanaan dan pembangunan embung di wilayah dengan kondisi tanah yang serupa.



DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, D., Mochtar, I. B., & Mochtar, N. E. (2019). Analisa sudut-geser-dalam tanah berbutir halus (cohesive soil) berdasarkan pendekatan cracked soil (Doctoral dissertation, Sepuluh Nopember Institute of Technology). <https://www.neliti.com/publications/509883/analisa-sudut-geser-dalam-tanah-berbutir-halus-cohesive-soil-berdasarkan-pendeka>
- Anggraini, N., Wahono, E. P., & Kusumastuti, D. I. (2024). Penanganan rembesan dan perkuatan tanah menggunakan metode insitu test (pressure meter test) studi kasus: Proyek Bendungan Margatig. *REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 28(3), 24–27. <https://doi.org/10.23960/rekrjits.v28i3.116>
- Batubara, S., Tarigan, S. D., & Sari, R. F. (2025). Uji permeabilitas tubuh bendung dengan metode uji packer tunggal (studi kasus: Bendung PLTM XYZ). *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 8(1), 17–31. <https://ejournal.ust.ac.id/index.php/JRKMS/article/view/4874>
- Daramola, S. O., Hingston, E. D. C., & Demlie, M. (2024). A review of lateritic soils and their use as landfill liners. *Environmental Earth Sciences*, 83(3), 118. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-023-11392-2>
- Ezreig, A. M. A., Ismail, M. A. M., & Ehwaitat, K. I. A. (2022). A state of review: Challenges and techniques of laterite soil stabilisation using chemical, economical, and eco-friendly materials. *Innovative Infrastructure Solutions*, 7(3), 229. <https://link.springer.com/article/10.1007/s41062-022-00821-z>
- Fauzi, D. A., Marsudi, S., & Cahya, E. N. (2023). Analisa rembesan terhadap terjadinya piping pada Bendungan Cijurey Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(2), 151–164. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2023.003.02.013>
- Fauzi, M. M., Indriani, A. M., & Utomo, G. (2025). Pengaruh penambahan fly ash terhadap nilai koefisien permeabilitas tanah lempung organik. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 6(2), 124–128. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v6i2.1005>
- Gao, Y., Li, Z., Cui, W., Sun, D. A., & Yu, H. (2023). Effect of initial void ratio on the tensile strength of unsaturated silty soils. *Acta Geotechnica*, 18(7), 3609–3622. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11440-023-01800-z>
- Gulo, A. A. S., & Gulo, G. N. H. (2024). Dinamika gerakan air di tanah: Pengaruh tekstur, struktur, dan kepadatan bulk. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(2), 133–137. <https://sihojournal.com/index.php/penarik/article/view/219>
- Hesar, A. F., Saputri, A., Rafani, M., & Wattini, W. (2025). Pemanfaatan tanah gambut sebagai bahan campuran tanah laterit ditinjau dari nilai CBR (California Bearing Ratio). *Construction and Material Journal*, 7(1), 95–101. <https://doi.org/10.32722/cmj.v7i1.7119>
- Kurnia, L. H., Ulfa, A. H. R., & Indrawati, I. (2025). *Geoteknik tanah laterit*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah. https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=YYGUEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=sifat+geoteknik+tanah+laterit&ots=E0pIlrN4ra&sig=0VXko8QbHTrJdPv4SP02GShp1ik&redir_esc=y#v=onepage&q=sifat%20geoteknik%20tanah%20laterit&f=false



- Lastiasih, Y., Widodo, A. S. A., & Endah, N. (2023). Alternatif perencanaan inti tubuh bendungan Semantok menggunakan geomembran. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 14(2), 105–118. <https://jurnalth.pusair-pu.go.id/index.php/JTH/article/view/742>
- Nafis, T. A., Djana, M., Mayasari, R., & Werena, R. D. (2025). Efektivitas kombinasi media filter sederhana dalam menurunkan kadar logam besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur gali di Dusun Citerep Natar. *Jurnal Redoks*, 10(2), 162–169. <https://doi.org/10.31851/n90jcf23>
- Oyebode, O. J. (2022). Design of water retaining structures and application of environmental engineering for sustainable environment. In *Advanced Manufacturing in Biological, Petroleum, and Nanotechnology Processing: Application Tools for Design, Operation, Cost Management, and Environmental Remediation* (pp. 287–299). Springer International Publishing. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-95820-6_25
- Pratama, S. A. M., Yudhistira, A. K., & Fauzan, S. A. (2025). Evaluasi kepadatan tanah dengan metode penggantian volume air pada sumur uji di proyek jalan tol Probolinggo–Banyuwangi paket 3. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 5672–5682. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.2859>
- Prayoga, N. (2022). Evaluasi kinerja dan penyusunan aknop bangunan embung di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/40822>
- Putri, A. D., Saleh, E., & Siswanto, A. (2025). Analisis tingkat resapan tanah berdasarkan pengukuran permeabilitas tanah pada Sub DAS Bendung Palembang. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v14i1.420>
- Rodiah, F., Sarika, H., Amaliah, R., Warliawati, S., & Andjani, N. M. A. J. (2025). Evaluasi perilaku tanah dasar embung Rano Tadulako terhadap pengaruh gempa. *Paulus Civil Engineering Journal*, 7(4), 544–557. <https://ojs.ukipaulus.ac.id/index.php/pcej/article/view/1232>
- Samin, S., Tain, A., & Suprayugo, A. (2025). Identifikasi potensi air bawah tanah menggunakan metode geolistrik untuk mendukung ketersediaan air bersih di Muhammadiyah Boarding School Malik Fadjar, Kota Malang, Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Inovasi Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 5(2), 285–298. <https://doi.org/10.54082/jippm.862>
- Shourijeh, P. T., Soroush, A., & Mehrjou, M. (2022). The effects of moisture content on filtration of mixed core soils in embankment dams. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Geotechnical Engineering*, 175(6), 592–604. <https://doi.org/10.1680/jgeen.20.00192>
- Sir, T. M. W., Sina, D. A., & Baeng, T. K. (2024). Studi karakteristik tanah sedimen pada proyek pekerjaan Bendungan Temef. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 7(1), 56–65. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jurnalkacapuri/article/view/12687>
- Suryana, D. R. H., Hendarmawan, H., & Waliyana, T. Y. (2022). Pemodelan karakteristik aliran airtanah sistem porous dengan uji permeabilitas, porositas dan kompresibilitas batuan pada fasies Gunungapi Gede-Pangrango bagian tenggara. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 23(1), 35–51. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v23i1.563>