

Pengukuran Kecepatan Rambat Gelombang Ultrasonik untuk Menentukan Komposisi Tanah pada Lapisan Gradasi

Dudi Darmawan^{1*}, Suprayogi¹, Nur Indah Muzayyanah¹

¹Program Studi Teknik Fisika Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No 1 Terusan Buah Batu Bandung 40257 Jawa Barat

*dudidw@telkomuniversity.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.16525>

ABSTRACT

Information on soil type and thickness becomes important in planning land use for various purposes, both agriculture and infrastructure. Measurements to identify this information have been developed using various methods, one of which is the ultrasonic wave method. However, the measurement of the thickness of the soil layer is carried out by knowing the speed of wave propagation in the layer. Generally, in various measurements, the assumption of a constant ultrasonic wave propagation speed is used. However, in various situations where the layers have mixed to form a gradation layer, it is necessary to characterize the soil first. This study aims to characterize the graded soil layer by measuring the speed of ultrasonic waves at conditioned thickness. The composition of the gradation layer was varied and the speed of propagation was measured. The results show that the composition of the soil in the gradation layer affects the ultrasonic wave propagation speed quite linearly. Experiments carried out on variations in the composition of lempung soil, laterite and humus showed a linear relationship with an average coefficient of determination of 0.978 and the results of testing the function of soil composition in the gradation layer to the speed of wave propagation resulted in an average error of 1.32%.

Key words : ultrasonic waves, soil characterization, propagation speed, soil composition, gradation layer

PENDAHULUAN

Penggunaan tanah untuk berbagai keperluan, misalnya pertanian, perkebunan, kehutanan maupun infrastruktur, perlu memperhitungkan karakteristik tanahnya. Karakteristik tanah ini dapat dicirikan oleh beberapa faktor fisik, kimia atau biologi (Margolang et al., 2015) (Bakri, 2019). Selain itu, faktor iklim pun dapat berpengaruh dan menjadi faktor penting dalam uji kelayakan penggunaan lahan. Beberapa karakteristik tanah dan iklim dijadikan pembeda dalam penentuan kelompok lahan subur (optimal) atau lahan kurang subur (sub optimal) (Mulyani, 2013). Kadar kesuburan tanah ini juga tergantung kondisi tanahnya apakah dalam keadaan kering atau basah (disawahkan) (Rahayu, 2014). Selain dengan cara disawahkan, kondisi tanah basah pun bisa dalam bentuk lahan kering namun memiliki kandungan air yang cukup. Serapan air dalam tanah yang mengakibatkan kondisi tanah menjadi basah akan

berbeda untuk setiap jenis tanahnya. Jenis tanah yang mempengaruhi daya serapan air ini pun menjadi informasi yang dibutuhkan dalam penataan dan tata kelola lahan urban bisnis agar tidak menimbulkan dampak negatif seperti banjir, sehingga perlu dilakukan uji pemodelan sistem drainase lahan (Fitria et al., 2022). Oleh karena itu jenis tanah dan kadar air yang terkandung di dalamnya menjadi satu paket informasi yang juga harus diketahui untuk berbagai fungsi lahan (Dewi et al., 2018) (Sianturi et al., 2020). Informasi lain yang juga diperlukan adalah faktor fisis, morfologi tanah (Ramandha et al., 2021), porositas dan permeabilitas tanah (Mustafa et al., 2022), serta jenis tanah optimal atau suboptimal (Mulyani, 2013).

Salah satu parameter yang harus diketahui jika lahan akan digunakan untuk fungsi pertanian

Cite this as:

Darmawan, D., Suprayogi & Muzayyanah, N.I (2022). Pengukuran Kecepatan Rambat Gelombang Ultrasonik untuk Menentukan Komposisi Tanah pada lapisan Gradasi . Rekayasa 15 (3). 292-299 pp.

doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.16525>

© 2022 Darmawan

Article History:

Received: August, 18th 2022; **Accepted:** December, 5th 2022

Rekayasa ISSN: 2502-5325 has been Accredited by Ristekdikti (Arjuna) Decree: No. 23/E/KPT/2019 August 8th, 2019 effective until 2023

adalah ketebalan lapisan tanah suburnya. Ketebalan tanah subur ini akan menentukan terhadap produktivitas hasil pertaniannya nanti. Ketebalan lapisan subur ditentukan oleh posisi lapisan tanah tersebut. Tanah yang lebih dalam umumnya lebih subur dibandingkan tanah yang kedalamannya dekat permukaan. Berbagai metoda dapat dilakukan untuk mengetahui informasi ketebalan setiap lapisan tanah, diantaranya menggunakan metoda geolistrik (Rahma, 2020). Salah satu metoda yang dapat digunakan untuk keperluan tersebut adalah metoda gelombang ultrasonik. Metoda gelombang ultrasonik sudah banyak digunakan dalam berbagai keperluan identifikasi. Beberapa kelebihan metoda gelombang ultrasonik ini diantaranya portabel, waktu pengukuran cepat, akurat, bersih, *non-invasive* (Lusiana, 2019), dan mampu mengukur berbagai parameter fisis tanah seperti modulus elastisitas, kepadatan, kadar air, angka pori, porositas dan derajat kejenuhan (Sudjanarko, 2012) (Suhariyono & Menry, 2005).

Beberapa aplikasi metoda gelombang ultrasonik telah dilakukan pada berbagai keperluan identifikasi diantaranya pengukuran kedalaman dasar tanah dalam air, bentuk kontur tanah (Sundawa, 2021), dan ketebalan lapisan tanah (Lusiana et al., 2019) (Simbolon et al., 2021). Pada penelitian-penelitian tersebut berhasil ditentukan nilai ketebalan setiap lapisan tanah dengan cukup baik. Namun jenis lapisan tanah pada penelitian ini homogen dan masih terpisah satu dengan yang lainnya. Dengan demikian nilai kecepatan gelombang ultrasonik yang digunakan juga memiliki satu nilai. Hal ini menjadikan sebuah prasyarat bahwa tanah yang akan diidentifikasi sudah diketahui jenisnya dan kecepatannya sudah harus diketahui.

Dari penelitian-penelitian tersebut telah dibuktikan bahwa perangkat ultrasonik mampu membedakan setiap lapisan dengan baik dengan batas kedua lapisan yang jelas. Namun demikian, kedalaman lapisan tanah di tiap wilayah bisa berbeda-beda dan tidak homogen. Ketidakhomogenan lapisan ini memungkinkan adanya lapisan-lapisan campuran antar dua atau tiga jenis tanah secara gradual. Kecepatan rambat gelombang pada setiap gradasi lapisan tanah ini bisa berbeda-beda. Sehingga penentuan jarak atau kedalaman lapisan tidak bisa menggunakan nilai kecepatan yang sama untuk setiap gradasi tanah

yang berbeda. Oleh karena itu diperlukan penentuan kecepatan rambat gelombang ultrasonik terlebih dahulu untuk setiap lapisan gradasi yang berbeda tersebut.

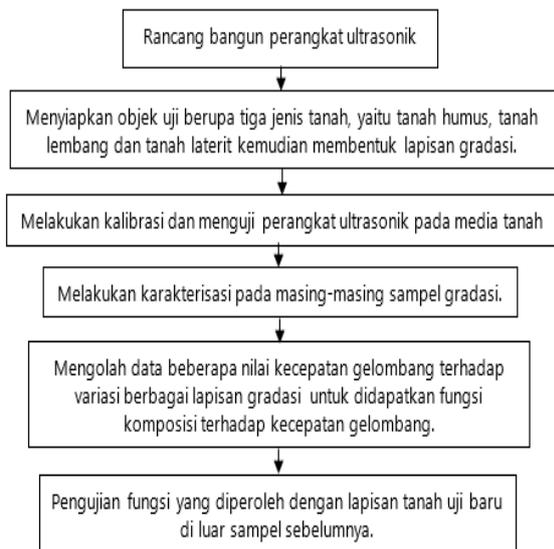
Penelitian-penelitian mengenai penentuan ketebalan lapisan tanah yang sudah dilakukan sebelumnya tersebut hanya dibatasi pada tanah yang homogen dan terpisah dengan jelas satu lapisan dengan lapisan lainnya. Asumsi ini pada kenyataannya tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya dimana lapisan tanah terkadang memiliki gradasi pada lapisan batasnya. Oleh karena tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan karakterisasi lapisan gradasi sehingga diperoleh nilai kecepatan gelombang ultrasonik sebagai fungsi komposisi lapisan gradasi tersebut. Melalui nilai kecepatan gelombang ultrasonik yang sesuai dengan keadaan komposisi gradasinya tersebut maka diharapkan penentuan ketebalan lapisan menjadi lebih tepat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui eksperimen penentuan cepat rambat gelombang ultrasonik pada setiap variasi komposisi jenis tanah yang membentuk lapisan gradasi tertentu. Prinsip penentuan kecepatan sendiri dilakukan melalui pengukuran waktu tempuh gelombang pada ketebalan lapisan gradasi yang sudah ditetapkan. Waktu tempuh ini diukur dari mulai gelombang dirambatkan sampai respon pantulannya diterima kembali oleh receiver transducer ultrasonik. Perekaman bentuk dan waktu perambatan gelombang dilakukan menggunakan osiloskop. Melalui eksperimen ini, model persamaan yang menyatakan hubungan komposisi jenis tanah pada lapisan gradasi dengan cepat rambat gelombang akan diperoleh. Model persamaan ini dapat digunakan berikutnya untuk menentukan komposisi jenis tanah dari pengukuran waktu rambat gelombang ultrasonik pada lapisan gradasi tertentu. Penelitian ini akan dilakukan dengan tahapan seperti pada Gambar 1.

Penentuan kecepatan rambat gelombang ultrasonik pada setiap lapisan gradasi tanah ini dilakukan melalui pengukuran waktu tempuh gelombang yang dirambatkan pada suatu sampel tanah dengan ketebalan yang ditentukan. Mekanisme kerjanya adalah ketika gelombang ultrasonik dipancarkan dari komponen transmitter transducer ultrasonik dan mengenai batas granular

antara lapisan tanah maka gelombang ultrasonik dipantulkan dan sinyal pantulnya ditangkap oleh transduser ultrasonik. Pemantulan terjadi karena perbedaan sifat fisik setiap lapisan tanah, sehingga perbedaan ini dianggap sebagai batas atau permukaan baru oleh transduser ultrasonik dan sinyal akan diteruskan ke osiloskop. Data yang diperoleh adalah waktu tempuh gelombang saat ditransmisikan hingga dipantulkan atau disebut *time of flight* (Δt). Nilai waktu rambat gelombang Δt dapat dilihat dan diambil dari osiloskop, seperti gambar 2. Berdasarkan data waktu tempuh gelombang Δt yang diperoleh maka kecepatan rambat gelombang untuk komposisi gradasi tanah dengan ketebalan yang diketahui tersebut dapat ditentukan.

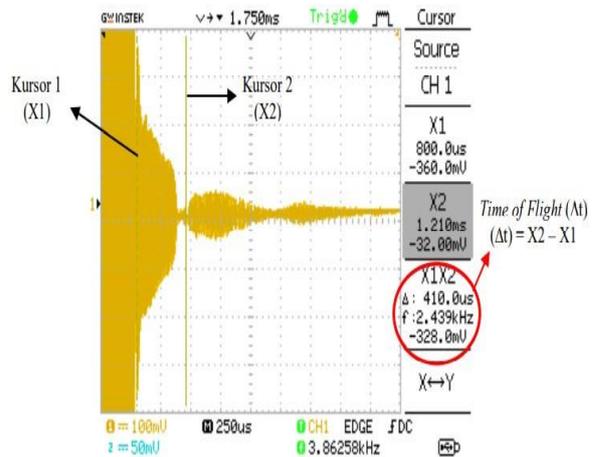


Gambar 1. Tahapan Penelitian

Perangkat ultrasonik yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari transduser ultrasonik AT200 sebagai sensor dengan frekuensi 200 KHz, T1 development board sebagai pembangkit sinyal, osiloskop sebagai penampil gelombang, dan catu daya DC sebagai sumber tegangan. Transduser ultrasonik AT200 ini, seperti gambar 3, mampu mengidentifikasi objek dengan jarak minimum sebesar 10 cm dan jarak maksimum sebesar 3 m. Transduser ini memiliki diameter sebesar 16 mm dan tinggi sebesar 19 mm. Dalam proses mentransmisikan gelombang, transduser ultrasonik AT200 tidak dapat diletakkan secara langsung di atas permukaan objek. Diperlukan jarak minimal 10 cm antara transduser ultrasonik AT200 dengan permukaan atas objek. Hal tersebut dilakukan untuk menyesuaikan pengukuran dengan

spesifikasi transduser ultrasonik AT200 yang sudah ditetapkan.

T1 Developer's Board, seperti gambar 4, berfungsi untuk pengolahan sinyal superposisi antara gelombang transmisi dengan gelombang pantul yang ditangkap transduser ultrasonik. Keluaran T1 Developer's Board ini akan menampilkan gelombang superposisi yang ditangkap dengan osiloskop berupa gelombang stasioner, seperti Gambar 2.



Gambar 2. Tangkapan Sinyal dari Transduser Ultrasonik di Osiloskop



Gambar 3. Transduser Ultrasonik AT200



Gambar 4. T1 Developer's Board

Objek penelitian meliputi tiga jenis tanah, yaitu tanah humus, tanah lembang dan tanah laterit. Ketiga tanah yang digunakan memiliki berat jenis masing-masing 1.37, 2.58, dan 1.945. Ketiga jenis tanah tersebut akan disusun dalam wadah balok yang terbuat dari akrilik transparan. Kombinasi gradasi tanah dari ketiga jenis tanah dibuat dengan skema sebagai berikut :

1. Gradasi pertama adalah perbandingan tanah humus dan lembang dengan perbandingan keduanya dinyatakan dalam Tabel 1.
2. Gradasi kedua adalah perbandingan tanah lembang : laterit dengan perbandingan keduanya dinyatakan dalam Tabel 2.
3. Gradasi ketiga adalah perbandingan tanah laterit : humus dengan perbandingan keduanya dinyatakan dalam Tabel 3.

Tabel 1. Komposisi Sampel Tanah Campuran Antara Tanah Humus Dan Lembang

Kode sampel	Rasio / perbandingan komposisi (prosen)	Massa tanah humus (gram)	Massa tanah lembang (gram)
A1	90 : 10	405	45
A2	80 : 20	360	90
A3	60 : 40	270	180
A4	50 : 50	225	225
A5	40 : 60	180	270
A6	20 : 80	90	360
A7	10 : 90	45	405

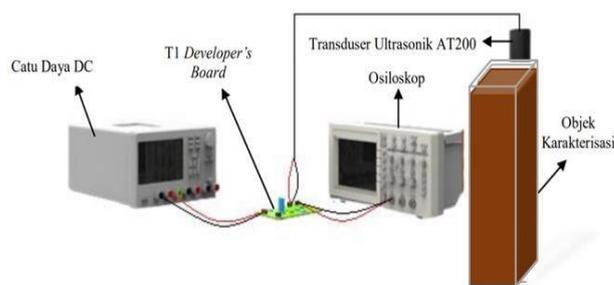
Tabel 2. Komposisi Sampel Tanah Campuran Antara Tanah Lembang Dan Laterit

Kode sampel	Rasio / perbandingan komposisi (prosen)	Massa tanah lembang (gram)	Massa tanah laterit (gram)
B1	90 : 10	540	60
B2	80 : 20	480	120
B3	60 : 40	360	240
B4	50 : 50	300	300
B5	40 : 60	240	360
B6	20 : 80	120	480
B7	10 : 90	60	540

Tabel 3. Komposisi Sampel Tanah Campuran Antara Tanah Humus Dan Laterit

Kode sampel	Rasio / perbandingan komposisi (prosen)	Massa tanah humus (gram)	Massa tanah laterit (gram)
C1	90 : 10	405	45
C2	80 : 20	360	90
C3	60 : 40	270	180
C4	50 : 50	225	225
C5	40 : 60	180	270
C6	20 : 80	90	360
C7	10 : 90	45	405

Penentuan kecepatan waktu tempuh gelombang ultrasonik ini dilakukan dengan skema eksperimen yang digambarkan seperti Gambar 5.



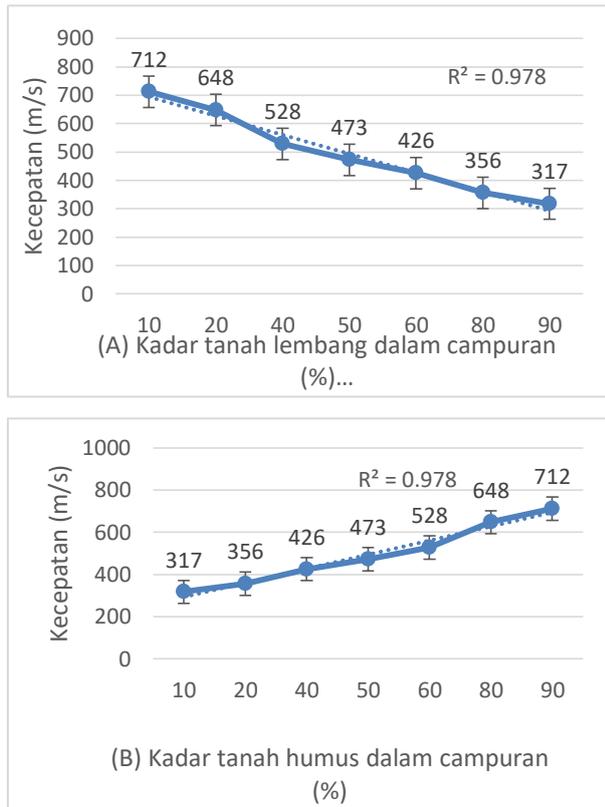
Gambar 5. Skema Eksperimen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Fungsi Kecepatan Rambat Gelombang Ultrasonik pada Lapisan Gradasi Humus-Lembang

Kecepatan rambat gelombang dalam lapisan gradasi ini dilakukan dengan merambatkan gelombang dari transduser ultrasonik. Pengukuran waktu tempuh gelombang dilakukan pada setiap sampel campuran tanah yang diletakkan dalam wadah dengan kedalaman campuran tanah sebesar 13 cm. Waktu tempuh bolak-balik dari rambatan gelombang tersebut diukur menggunakan osiloskop dengan 20 kali pengukuran pada waktu yang berbeda. Data waktu tempuh digunakan untuk menentukan kecepatan rambat gelombang tersebut. Nilai rata-rata kecepatan rambat gelombang, dari 20 kali pengukuran, diplot terhadap prosentasi masa tanah humus terhadap masa total campuran, seperti gambar 6.(a) dan prosentasi masa tanah

lembang terhadap masa total campuran, seperti gambar 6.(b).



Gambar 6. Kecepatan Rambat Gelombang Ultrasound Sebagai (a) Fungsi Kadar Tanah Lembang dalam Campuran (Lembang+Humus) (b) Fungsi Kadar Tanah Humus dalam Campuran

Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan tanah lembang, yang juga berarti penurunan jumlah tanah humus dalam campuran, akan memperkecil cepat rambat gelombang ultrasonik dalam tanah. Hasil ini menunjukkan bahwa penentuan ketebalan lapisan tanah gradasi harus menggunakan nilai cepat rambat gelombang yang bergantung pada komposisi jenis tanah gradasi tersebut. Dari grafik tersebut dapat ditentukan persamaan kecepatan rambat gelombang sebagai fungsi dari komposisi tanah gradasi tersebut. Dengan demikian, dengan mengukur kecepatan rambat gelombang ultrasonik yang dirambatkan maka komposisi tanah dapat diketahui.

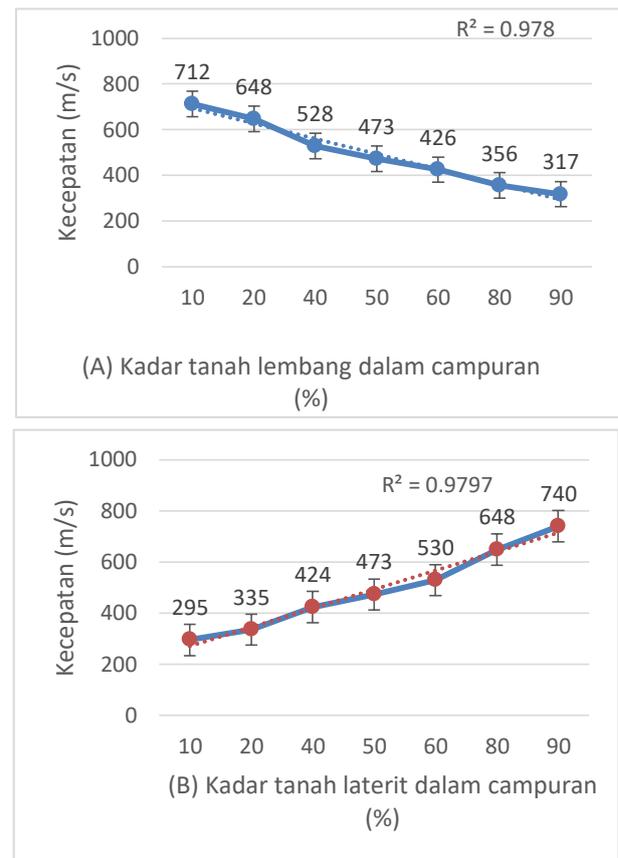
Tanah lembang yang digunakan pada penelitian ini termasuk kategori tanah lempung organik yang memiliki berat jenis lebih besar dari tanah humus. Seperti diketahui bahwa cepat rambat gelombang akan berbanding terbalik dengan berat jenis media tempat merambatnya.

Oleh karena itu saat tanah lembang bertambah sementara tanah humusnya menurun maka mengakibatkan cepat rambat gelombang juga menurun. Dari gambar 6 tersebut dilakukan penentuan fungsi komposisi sebagai fungsi dari kecepatan rambat gelombang. Dari gambar 3.1 (a) diperoleh fungsi $y = -0,20001 v + 148,9$ dan dari gambar 3.1 (b) diperoleh fungsi $y = 0,20001 v - 48,901$. Fungsi tersebut selanjutnya diuji menggunakan 2 data komposisi lain dan hasilnya diperlihatkan seperti Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Pada Data Sampel Tanah Gradasi 1 antara Humus dan Lembang

Gradasi 1	Nilai Komposisi Sebenarnya (%)		Nilai Komposisi Hasil Pengukuran (%)		Error (%)	
	Humus	Lembang	Humus	Lembang	Humus	Lembang
Variasi 1	72	28	73,37	26,62	0,51	1,33
Variasi 2	56	44	55,04	44,95	1,70	2,16

Penentuan Fungsi Kecepatan Rambat Gelombang Ultrasonik Pada Lapisan Gradasi Lembang-Laterit



Gambar 7. Kecepatan Rambat Gelombang Ultrasound Sebagai (a) Fungsi Kadar Tanah Lembang Dalam Campuran (Lembang+Laterit) (b) Fungsi Kadar Tanah Laterit Dalam Campuran

Pada eksperimen kedua dilakukan prosedur yang sama seperti sebelumnya hanya campuran tanahnya merupakan tanah lembang dan tanah laterit. Dengan cara yang sama, nilai rata-rata kecepatan rambat gelombang, dari 20 kali pengukuran, diplot terhadap prosentasi masa tanah lembang terhadap masa total campuran, seperti grafik 7 (a) dan prosentasi masa tanah laterit terhadap masa total campuran, seperti grafik 7 (b).

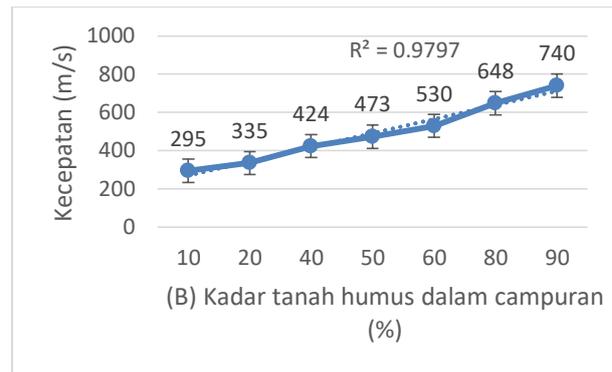
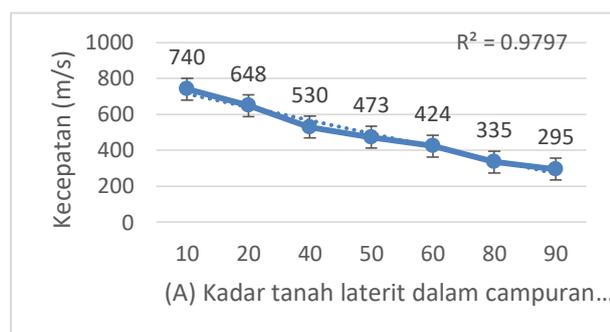
Seperti halnya hasil sebelumnya yang diperlihatkan Gambar 6.(a), penambahan tanah lembang ke dalam tanah laterit yang membentuk lapisan gradasi kedua ini menghasilkan kecepatan rambat gelombang makin menurun, seperti diperlihatkan Gambar 7.(a). Hal yang sama tersebut diakibatkan oleh berat jenis tanah lembang yang lebih besar dari tanah laterit. Dari gambar 7 tersebut diperoleh fungsi komposisi sebagai fungsi dari kecepatan rambat gelombang sebagai berikut. Untuk fungsi tanah lembang diperoleh $y = -0,139 v + 139,44$ dan tanah laterit diperoleh $y = 0,139 v - 39,442$. Hasil pengujian fungsi tersebut pada 2 data sampel campuran lain diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji pada Data Sampel Tanah Gradasi 2 Antara Lembang dan Laterit

Gradasi 2	Nilai Komposisi Sebenarnya (%)		Nilai Komposisi Hasil Pengukuran (%)		Error (%)	
	Lembang	Laterit	Lembang	Laterit	Lembang	Laterit
Variasi 1	72	28	71,49	28,50	0,69	1,66
Variasi 2	56	44	55,26	44,73	1,30	1,66

Penentuan Fungsi Kecepatan Rambat Gelombang Ultrasonik pada Lapisan Gradasi Laterit-Humus

Pada eksperimen ketiga dilakukan prosedur yang sama seperti sebelumnya dengan campuran tanahnya merupakan tanah laterit dan tanah humus. Hasil penentuan kecepatan rambat gelombang ultrasonik dengan variasi presentasi masa tanah laterit



Gambar 8. Kecepatan Rambat Gelombang Ultrasound Sebagai (a) Fungsi Kadar Tanah Laterit dalam Campuran (Laterit dan Humus) (b) Fungsi Kadar Tanah Humus dalam Campuran

Pada lapisan gradasi ketiga ini tanah laterit dicampur dengan tanah humus, dimana berat jenis tanah humus memiliki nilai yang lebih kecil daripada tanah laterit. Penambahan tanah laterit ke dalam campuran yang sekaligus juga menurunkan jumlah tanah humus akan mengakibatkan menurunnya kecepatan rambat gelombang dalam lapisan tersebut. Untuk gradasi ke 3, yang menghasilkan hubungan komposisi dan kecepatan rambat gelombang seperti gambar 8, fungsi komposisi terhadap kecepatan rambat diperoleh sebagai berikut. Untuk penentuan tanah laterit diperoleh fungsi $y = -0,1914 v + 142,9$ sedangkan tanah humus diperoleh $y = 0,1914 v - 42,898$. Hasil pengujian fungsi tersebut pada 2 data sampel campuran lain diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Pada Data Sampel Tanah Gradasi 3 Antara Tanah Laterit dan Humus

Gradasi 3	Nilai Komposisi Sebenarnya (%)		Nilai Komposisi Hasil Pengukuran (%)		Error (%)	
	Humus	Laterit	Humus	Laterit	Humus	Laterit
Variasi 1	72	28	72,69	27,30	0,96	2,47
Variasi 2	56	44	55,64	44,35	0,63	0,81

Dari penentuan hubungan komposisi lapisan gradasi tanah dengan kecepatan rambat gelombang melalui ketiga eksperimen tersebut menunjukkan bahwa kecepatan rambat gelombang bergantung pada sifat elastis dan kerapatan dari mediumnya. Setiap jenis tanah memiliki kerapatan yang berbeda sehingga kerapatan merupakan suatu karakteristik dari setiap lapisan tanah. Dengan demikian jika gelombang mekanik dirambatkan pada media tanah tersebut maka akan menghasilkan efek balik

yang berbeda. Hasil eksperimen tersebut menunjukkan bahwa semakin rapat tanah maka kemampuannya untuk menghantarkan gelombang yang melaluinya lebih cepat dibandingkan jenis tanah yang memiliki densitas yang kecil. Sifat inilah yang menjadikan kecepatan rambat gelombang dapat efektif digunakan sebagai indikator untuk menentukan komposisi lapisan gradasi tanah. Kondisi tanah lain yang dapat mempengaruhi kecepatan rambat gelombang adalah kondisi kadar air (basah atau kering), homogen atau nonhomogen, beranomali atau tidak. Agar dapat diketahui pengaruh komposisi tanah saja maka pada penelitian ini kondisi-kondisi tersebut dikondisikan tetap atau terkondisikan hanya dalam satu keadaan. Hasil eksperimen menunjukkan hubungan komposisi setiap lapisan tanah dengan kecepatan rambat gelombang cukup linier, dengan rata-rata koefisien determinasi sebesar 0,978. Dengan demikian hasil dari pengujiannya pun menunjukkan nilai kesalahan yang kecil, dengan rata-rata sebesar 1,32 %.

Berdasarkan ketiga jenis tanah yang diujikan dapat disimpulkan bahwa tanah humus memiliki pengaruh paling besar terhadap besarnya kecepatan rambat gelombang ultrasonik, disusul tanah laterit dan terakhir tanah lembang. Hal ini sesuai dengan nilai kerapatan dari masing-masing jenis tanah tersebut. Dari hasil tersebut terlihat bahwa tanah humus memberikan kontribusi terbesar dalam peningkatan cepat rambat gelombang ultrasonik. Hal ini disebabkan bahan organik pada tanah humus dapat memperbaiki ukuran struktur tanah dari halus pada sistem pertanian konvensional menjadi sedang (Margolang et al., 2015). Perubahan struktur tanah, dimana ukuran butiran menjadi lebih besar ini, menjadikan gelombang merambat lebih cepat dalam lapisan gradasi tersebut.

Hasil penentuan kecepatan gelombang untuk berbagai komposisi gradasi tersebut menunjukkan interval nilai antara 295 m/s sampai dengan 740 m/s. Nilai kecepatan ini masih diklasifikasikan pada tanah yang padat, dimana menurut standar peruntukan bangunan nilai kecepatan rambatnya berada pada rentang 350-750 m/s, seperti yang dirujuk pada penelitian sebelumnya (Fatimah et al., 2022). Rentang yang cukup lebar ini menunjukkan bahwa adanya keberagaman komposisi lapisan tanah yang menunjukkan adanya tingkat gradasi lapisan. Hal ini berbeda

dengan hasil penentuan kecepatan gelombang pada tanah liat yang homogen (Lusiana et al., 2019) dimana rentang kecepatan gelombang pada 3 jenis sampel tanah homogen berbeda adalah diantara nilai 434 m/s sampai dengan 636 m/s. Rentang nilai kecepatan gelombang yang sempit ini lebih menunjukkan kehomogenan dari setiap lapisan tanah yang digunakan dalam pengujian di penelitian tersebut.

Variasi komposisi objek uji yang menghasilkan lebarnya rentang nilai kecepatan gelombang ultrasonik ini juga sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya (Miturski et al., 2021). Pada penelitian tersebut variasi komposisi bahan pembentuk objek, yang terdiri dari campuran tanah, semen dan fiber polypropylene, menghasilkan variasi nilai modulus bulk dari objek tersebut. Variasi nilai modulus bulk ini akan menghasilkan variasi nilai kecepatan rambat gelombang ultrasonik yang dirambatkan. Hal yang sama terjadi juga pada variasi komposisi tanah pada penelitian ini. Lapisan tanah yang homogen akan memiliki nilai modulus tertentu yang akan mengakibatkan gelombang ultrasonik merambat dengan kecepatan yang tertentu juga. Berbeda halnya jika lapisan tersebut dibuat dengan komposisi yang berubah sebagai fungsi dari kedalaman tanahnya. Pencampuran beberapa jenis tanah memungkinkan nilai kecepatan gelombang ultrasonik menjadi lebih bervariasi.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi jenis tanah memiliki hubungan yang linier dengan kecepatan rambat gelombang ultrasonik. Ini menjadikan pengukuran nilai cepat rambat gelombang ultrasonik dalam lapisan tanah tersebut dapat dijadikan indikator komposisi lapisan tanah gradasi. Hasil Uji terhadap sampel lapisan tanah gradasi menunjukkan tingkat kesalahan yang kecil, dengan kata lain pengukuran kecepatan gelombang ultrasonik pada lapisan gradasi mampu mengidentifikasi komposisi tanah pada lapisan gradasi tersebut.

Saran

1. Penelitian dapat dikembangkan pada lapisan gradasi yang merupakan pencampuran dari banyak jenis tanah.
2. Penelitian dapat dikembangkan pada penentuan jenis tanah pembentuk lapisan

gradasi terlebih dahulu, dimana pada penelitian ini jenis tanah pembentuk lapisan gradasi diasumsikan diketahui jenisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakri, B. (2019). Karakterisasi Tanah Rawa Pasang Surut Delta Pulau Rimau Untuk Mendukung Land Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. September. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2019. 978–979.
- Dewi, B. F., Darmawan, D., & Ismardi, A. (2018). Karakterisasi Jenis Tanah dan Kandungan Air Menggunakan Metode Induksi Medan Magnet Characterization Of Soil Type And Water Compositon With Magnetic Field Induction Method. *Proceeding of Engineering* Vol. 5 No.3 5667–5674.
- Fatimah, A., Srijanto, S. P. D., Sunardi, B., & ... (2022). Identifikasi Karakteristik Tanah dan Struktur Kecepatan Gelombang Geser Menggunakan Data Mikrotremor di Daerah Lembang, Jawa Barat. *Jurnal*. 20(01), 38–44. <https://doi.org/10.36435/jgf.v20i1.521>
- Fitria, R., Rahmayanti, H., & Sumargo, B. (2022). Pemodelan Sistem Dinamik Eco-Drainage di Wilayah Tanah Basah (Studi Kasus Kawasan Kelapa Gading DKI Jakarta). *Rekayasa*, 2022; 15(2): 121-128.
- Lusiana, L., Gunawan, A. I., & Dewantara, B. S. B. (2019). Pengukuran Speed dan Impedansi Akustik pada Tanah Liat dengan Memanfaatkan Sinyal Echo Ultrasonik. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 15(2). <https://doi.org/10.17529/jre.v15i2.13815>
- Margolang, R. D., Sembiring, M., & Agroekoteknologi, P. S. (2015). Karakteristik Beberapa Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah Pada Sistem Pertanian Organik The Characteristic of Some of The Physical, Chemical, and Biological Properties of Soil in Organic Farming Systems. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(2), 717–723.
- Miturski, M., Sas, W., Radzevičius, A., Šadzevičius, R., Skominas, R., Stelmaszczyk, M., & Głuchowski, A. (2021). Effect of dispersed reinforcement on ultrasonic pulse velocity in stabilized soil. *Materials*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/ma14226951>
- Mulyani, A. (2013). Karakteristik dan Potensi Lahan Sub Optimal untuk Pengembangan Pertanian di Indonesia, *Jurnal Sumberdaya Lahan* Vol 7 No 1 - 2013.
- Mustafa, M., Maulana, A., Irfan, U. R., & Tonggiroh, A. (2022). Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan Evaluasi Kesuburan Tanah Pada Lahan Pasca Tambang Nikel Laterit Sulawesi Tenggara, *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan* 13 (1), (2022). 52 - 56
- Rahayu, A. (2014). Karakteristik dan klasifikasi tanah pada lahan kering dan lahan yang disawahkan di kecamatan perak kabupaten jombang. 1(2), 79–87, *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* Vol 1 No 2: 79-87, 2014 79.
- Rahma, A. (2020). Identifikasi Ketebalan Lapisan Tanah Gambut Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis 3D (Studi Kasus: Daerah Parit Haji Husin II Kecamatan Pontianak Tenggara Kota Pontianak). *Prisma Fisika* 8(3), 221–228, 2020.
- Ramandha, M. R., Wiharso, D., Supriatin, S., & Salam, A. K. (2021). Karakteristik Morfologi Dan Beberapa Sifat Kimia Tanah Pada Lahan Pertanaman Ubi Kayu (Manihot Esculenta Crantz) Dan Kebun Campuran Di Desa Adipuro Kecamatan Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah. *Jurnal Agrotek Tropika*. Vol 9 (1), 91-100.
- Sianturi, F. S., Agustina, D. H., Studi, P., Sipil, T., Riau, U., Riau, K., & Rantau, L. (2020). Stabilisasi tanah laterit dengan penambahan kapur terhadap kuat geser tanah. *Sigma Teknik*, Vol.3, No.1 : 33-38 Juni 2020 E-ISSN 2599-0616 P ISSN 2614-5979.
- Simbolon, E., Darmawan, D., Salam, R. A., Telkom, U., Ultrasonik, T., & Gelombang, W. T. (2021). Eksperimen Metode Ultrasonik Untuk Mengukur Ketebalan Setiap Lapisan Tanah Yang Berbentuk Granular Experiment Of Ultrasonic Methods. *Proceeding of Engineering* Vol.8 No.5.
- Sundawa, B. V. (2021). Prototipe Alat Pendeteksi Bentuk Kontur Tanah Di Bawah Air Berbasis Sensor Ultrasonik Bakti. *Jurnal Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi : Jurnal Teknik Elektro* Volume 1, Nomor 2.

