

Studi Hubungan Komposisi Setiap Lapisan Gradasi Tanah Dengan Kecepatan Rambat Gelombang Ultrasonik

Study Of Relationship Of The Composition Of Each Soil Gradation Layer With Ultrasonic Wave Creation Speed

1st Nur Indah Muzzayannah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
nurindahmuzayannah@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Dudi Darmawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
dudidw@telkomuniversity.ac.id

3rd Suprayogi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
suprayogi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Ultrasonic Testing merupakan salah satu metode *Non-Destructive Testing* yang memanfaatkan gelombang ultrasonik sehingga dapat diketahui kecepatan rambat gelombangnya untuk melakukan klasifikasi tanah. Komposisi perbandingan tanah yang digunakan untuk mengetahui parameter densitas sampel dari perbandingan tanah dan dijadikan suatu indikator pada hubungan antara kecepatan rambat gelombang ultrasonik dengan komposisi campuran perbandingan tanah. Penelitian ini menggunakan *T1 developer's board* sebagai pembangkit pulsa dan pengolah sinyal, osiloskop sebagai *display*, transduser ultrasonik AT200 sebagai sensor dan catu daya DC sebagai sumber tegangan. Gelombang ultrasonik yang ditransmisikan oleh transduser akan menjalar ke dalam partikel objek. Ketika gelombang ultrasonik mengenai perbatasan antar lapisan tanah yang kerapatannya berbeda, gelombang ultrasonik akan dipantulkan dan gelombang pantul akan diterima oleh transduser. Gelombang yang diterima transduser ultrasonik akan diteruskan *T1 developer's board* untuk diolah. Hasil pengolahan yang berbentuk gelombang stasioner, akan diteruskan ke osiloskop agar dapat dilihat bentuk dan waktu tempuh gelombang. Nilai waktu tempuh gelombang yang diukur akan diolah secara matematis untuk mendapatkan hubungan kecepatan rambat gelombang dengan komposisi. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai pengukuran

hubungan antara komposisi lapisan gradasi dengan kecepatan rambat gelombang ultrasonik menggunakan metode ultrasonik mendekati nilai komposisi lapisan gradasi yang sebenarnya, dengan *error* tertinggi sebesar 3,40%.

Kata Kunci: Gelombang Ultrasonik, Kecepatan Rambat Gelombang, Transduser Ultrasonik, Waktu Tempuh Gelombang.

Abstract

Ultrasonic Testing is one of the *Non-Destructive Testing* methods that utilizes ultrasonic waves so that the speed of wave propagation can be known to perform soil classification. The composition of the soil ratio is used to determine the density parameter of the sample from the soil ratio and is used as an indicator of the relationship between ultrasonic wave propagation speed and the composition of the soil ratio mixture. This study uses the *T1 developer's board* as a pulse generator and signal processor, an oscilloscope as a display, an ultrasonic transducer AT200 as a sensor and a DC power supply as a voltage source. Ultrasonic waves transmitted by the transducer will propagate into the object particles. When ultrasonic waves hit the boundary between soil layers with different densities, the ultrasonic waves will be reflected and the reflected waves will be received by the transducer. The waves received by the ultrasonic transducer will be forwarded to the *T1 developer's board* for processing. The processing results in the form of stationary waves, will be forwarded to an oscilloscope so that the shape and travel time of the

waves can be seen. The value of the measured wave travel time will be processed mathematically to obtain the relationship between wave propagation speed and composition. The results obtained from this study indicate that the measurement value of the relationship between the composition of the gradation layer and the speed of ultrasonic wave propagation using the ultrasonic method is close to the actual value of the composition of the gradation layer, with the highest error of 3.40%.

Keywords: *Ultrasonic Wave, Ultrasonic Transducer, Ultrasonic Wave Velocity, Time Of Flight.*

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan pembangunan di berbagai sektor berdampak pada semakin terbatasnya lahan potensial untuk perkembangan pertanian, akibat alih fungsi lahan pertanian produktif menjadi penggunaan lahan nonpertanian terutama terjadi di lahan sawah beririgasi yang memiliki lokasi yang strategis[1]. Sebuah penelitian pada tahun 2013 menyatakan bahwa dari 189,2 juta Ha daratan di Indonesia, sebanyak 71,2 juta Ha daratan sudah digunakan untuk kebutuhan permukiman, pertanian, tambang, dan infrastruktur. Keterbatasan lahan diprediksi akan menimbulkan persaingan lahan dimasa depan [2]. Untuk mengantisipasi persaingan lahan, perlu dilakukan klasifikasi tanah. Klasifikasi tanah dilakukan dengan mengelompokkan tanah berdasarkan ciri dan sifat tanah baik secara fisis maupun kimiawi. Sifat fisis tanah berupa tekstur, elastisitas, densitas, permeabilitas dan kedalaman tanah. Penentuan sifat fisis tanah dilakukan dengan cara memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mengetahui waktu perambatan gelombangnya sehingga dapat diketahui kecepatannya [3]. Namun sampai saat ini, pengamatan sifat fisis pada bagian dalam tanah masih dilakukan dengan penggalian lahan. Maka dari itu, diperlukan teknologi yang mampu mengidentifikasi ketebalan lapisan tanah tanpa harus melakukan penggalian lahan.

Metode yang dapat mengidentifikasi bagian dalam suatu objek tanpa merusak bentuk dan struktur terluar objek disebut pengujian tak merusak (*non-destructive testing*). Pengujian tak merusak (*non-destructive testing*) biasa digunakan dalam pengujian mutu atau kualitas dari suatu objek atau bahan [4]. Sebuah penelitian pada tahun 2011 melakukan penelitian tentang Eksperimen Metode Ultrasonik Untuk Mengukur Ketebalan Setiap Lapisan Tanah Yang Berbentuk Granular. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kecepatan rambat gelombang pada tanah humus 2386,63 m/s, kemudian tanah lempang 1888,57 m/s dan tanah laterit 1441,96 m/s[5]. Pada penelitian tersebut, setiap lapisan tanah memiliki

perbatasan yang pasti tetapi pada kenyataannya lapisan tanah tidak benar-benar memiliki perbatasan yang pasti. Kemungkinan dalam satu permukaan tanah memiliki lebih dari satu jenis tanah yang berbeda. Oleh karena itu, penulis akan melanjutkan penelitian menggunakan metode Non-Destructive Testing yang memanfaatkan gelombang ultrasonik sehingga dapat diketahui kecepatannya. Waktu perambatan gelombang ultrasonik yang dihasilkan digunakan untuk mengetahui parameter densitas sampel dari perbandingan tanah humus, tanah lempang, dan tanah laterit serta dilihat hubungan antara kecepatan rambat gelombang dengan komposisi. Untuk mengetahui kecepatan rambat gelombang lapisan gradasi setiap batas lapisan tanah yang dibuat perbatasan yang dibentuk dari campuran tanah dari kedua jenis tanah lapisan tersebut yang dibuat perbandingan tanah yang divariasikan untuk mengetahui kemampuan metode ultrasonik dalam mengukur kecepatan rambat gelombang pada lapisan tanah pada kondisi tanah yang kering. Hasil penelitian ini diharapkan bisa dijadikan suatu indikator pada hubungan antara rambat gelombang dengan komposisi campuran perbandingan tanah.

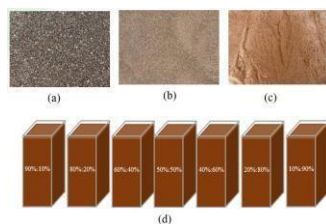
II. KAJIAN TEORI

a. Sampel dan Alat Pengujian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah humus yang didapatkan dari *Green House* Universitas Telkom, tanah lempang didapatkan dari Lembang, dan tanah laterit didapatkan dari Ciwidey. Masing-masing jenis tanah dipisahkan dari kotoran, dihaluskan, dan diayak agar tidak terdapat anomali di dalamnya. Sampel karakterisasi tanah adalah ketiga jenis tanah yang disusun ke dalam satu wadah dengan kerapatan yang sama. Pengujian ini dilakukan dengan 3 jenis sampel penelitian, yang dibedakan berdasarkan variasi gradasi masing-masing jenis tanah. Gradasi pertama pada karakterisasi menggunakan komposisi perbandingan tanah humus : tanah lempang, gradasi kedua yaitu tanah lempang : tanah laterit dan gradasi ketiga yaitu tanah humus : laterit dengan komposisi perbandingan 90% : 10%, 80% : 20%, 60% : 40%, 50% : 50%, 40% : 60%, 20% : 80% dan 10% : 90%.

Wadah sampel penelitian ini terbuat dari bahan akrilik bening yang berbentuk balok dengan ukuran 6 x 6 x 20 cm. Penelitian ini menggunakan transduser ultrasonik AT200 sebagai sensor, T1 *developer's board* sebagai pembangkit pulsa dan pengolah sinyal, osiloskop sebagai *display*, dan catu daya DC sebagai sumber tegangan. Frekuensi yang digunakan sebesar 200 kHz, tegangan masukan sebesar 15 volt, dan *gain* sebesar 100 kali penguatan. Ketika tegangan dari catu daya mengalir ke T1 *developer's board*, maka tegangan tersebut akan diteruskan ke transduser ultrasonik AT200. Ketika transduser ultrasonik AT200 dialiri arus listrik, maka lempengan piezoelektrik pada transduser akan

bergetar dan getaran tersebut akan dirambatkan pada objek. Getaran yang merambat itu adalah gelombang ultrasonik dengan frekuensi 200 kHz. Ketika gelombang yang merambat mengenai batas tanah yang kerapatan, maka gelombang tersebut akan dipantulkan. Gelombang pantul tersebut akan diterima oleh transduser ultrasonik AT200 dan diteruskan ke T1 *developer's board* untuk diolah. Pengolahan yang dilakukan adalah superposisi gelombang antara gelombang yang ditransmisikan dan gelombang yang dipantulkan. Hasil superposisi kedua gelombang yang berbentuk gelombang stasioner akan diteruskan ke osiloskop agar terlihat bentuk paket gelombang dan dapat diukur nilai waktu tempuh gelombang (*time of flight*). Berdasarkan data waktu tempuh gelombang, maka nilai kecepatan rambat gelombang pada masing-masing jenis tanah dapat ditentukan dengan perhitungan matematis pada proses karakterisasi tanah.



Gambar 1. (a) Tanah Humus (b) Tanah Lembang (c) Tanah Laterit (d) Ilustrasi Sampel Penelitian



Gambar 2. (a) Transduser Ultrasonik AT200 (b) T1 *Developer's Board*

b. Tahap Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap karakterisasi tanah dan tahap pengujian. Tahap karakterisasi dilakukan untuk mendapatkan nilai kecepatan rambat gelombang (\bar{v}) pada masing-masing jenis tanah. Tahap pengujian dilakukan untuk mengimplementasikan nilai kecepatan rambat gelombang yang diperoleh dari proses karakterisasi, pada ketiga variasi sampel penelitian, agar diketahui nilai kecepatan rambat gelombang pada masing-masing sampel. Perhitungan kecepatan rambat gelombang dapat dilakukan melalui persamaan berikut.

$$\bar{v} = \frac{2 \cdot d}{\bar{\Delta t}} \quad (1)$$

Nilai waktu tempuh gelombang (Δt) dapat dilihat dari layar osiloskop. Nilai waktu tempuh gelombang diambil sebanyak 20 kali pengulangan, kemudian nilai yang akan dikalkulasikan ke dalam persamaan (1) adalah nilai rata-ratanya ($\bar{\Delta t}$). Pengukuran berulang yang dilakukan dalam penelitian ini akan menghasilkan data yang bervariasi. Maka dari itu, untuk mengetahui penyebaran data dalam pengukuran, dilakukan perhitungan standar deviasi melalui persamaan berikut.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \quad (2)$$

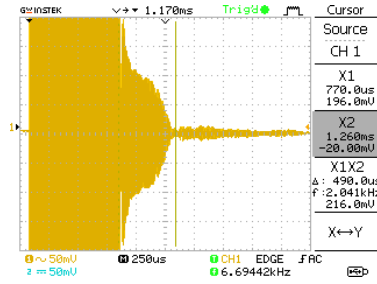
Sama halnya seperti pada tahap karakterisasi tanah, dalam tahap pengujian nilai waktu tempuh gelombang

(*time of flight*) dapat dilihat pada layar osiloskop. Nilai waktu tempuh gelombang (*time of flight*) diambil sebanyak 20 kali pengulangan, kemudian nilai yang akan dikalkulasikan ke dalam persamaan adalah nilai rata-ratanya ($\bar{\Delta t}$). Sedangkan nilai kecepatan rambat gelombang (\bar{v}) sudah diperoleh dari hasil karakterisasi. Dalam suatu pengukuran akan selalu terdapat perbedaan antara nilai yang terukur dengan nilai yang sebenarnya. Maka dari itu harus menghitung nilai *error*nya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakterisasi Tanah

Proses karakterisasi gradasi 1 tanah humus : tanah lembang, gradasi 2 tanah lembang : tanah laterit, dan gradasi 3 tanah humus : tanah laterit dilakukan secara bersamaan. Untuk semua gradasi perbandingannya sama yaitu 90% : 10%, 80% : 20%, 60% : 40%, 50% : 50%, 40% : 60%, 20% : 80% dan 10% : 90%. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data waktu tempuh gelombang (*time of flight*) sebanyak 20 kali pengulangan. Setiap alat dipersiapkan, dirangkai, dan dihubungkan ke sumber listrik. Setiap alat yang akan digunakan untuk mengukur harus di kalibrasi terlebih dahulu. Pengambilan data penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Contoh Pengukuran Waktu Tempuh Gelombang di Osiloskop

Tabel 1. Data Waktu Tempuh Gelombang Hasil Karakterisasi Tanah Humus : Tanah Lembang

No.	d (cm)	Gradasi 1 Humus :						
		Lembang						
		Δt (μs)						
		90 %	80 %	60 %	50 %	40 %	20 %	10 %
1.	13	400	430	510	550	660	700	860
2.		370	440	500	590	570	770	860
3.		370	400	470	600	570	780	850
4.		350	440	480	520	600	730	820
5.		350	380	480	590	550	710	780
6.		360	430	470	540	660	760	810
7.		370	440	480	590	650	720	800
8.		350	380	490	600	610	680	800
9.		350	350	520	540	540	730	770
10.		390	370	550	510	680	700	790
11.		350	440	470	570	650	720	880
12.		370	430	480	520	540	680	860
13.		360	390	480	510	640	720	800
14.		350	410	510	540	570	750	820

15.	370	380	470	550	650	720	780
16.	360	390	520	510	580	770	850
17.	350	400	530	550	680	730	820
18.	370	340	460	510	540	710	780
19.	380	390	500	520	620	790	810
20.	380	400	470	590	660	740	840
̄Δt (μs)	365	401,5	492	550	611	730,5	819
Standar Deviasi (SD)	14,69	0,96	0,77	33,4	49,83	31,37	32,59
Kecepatan, v̄ (m/s)	712,3	647,5	528,4	472,7	425,5	355,9	317,4

No.	d (cm)	Gradasi 2						
		Lembang : Laterit						
		Δt (μs)						
		90 % : 10 %	80 % : 20 %	60 % : 40 %	50 % : 50 %	40 % : 60 %	20 % : 80 %	10 % : 90 %
1.		360	400	490	530	580	730	960
2.		360	370	450	560	610	820	900
3.		370	430	460	550	610	720	990
4.		370	370	470	550	620	790	860
5.		350	390	520	550	610	800	870
6.		340	430	520	550	580	720	820
7.		340	410	510	530	590	810	860
8.		340	420	480	550	590	750	820
9.		340	380	460	550	610	790	970
10.		340	410	520	530	610	820	1000
11.	17	360	380	480	540	610	810	870
12.		350	440	520	570	620	710	860
13.		370	440	500	560	640	780	850
14.		350	380	510	570	610	760	880
15.		340	390	460	570	620	800	850
16.		360	400	520	540	640	760	830
17.		340	400	520	540	630	730	910
18.		340	400	490	570	640	820	850
19.		350	390	490	540	640	790	830
20.		360	390	450	540	610	800	830
\bar{x} (μs)		35,15	40,1	49,1	55,0	61,35	77,55	88,05
Standar Deviasi (SD)		11,37	21,74	25,93	13,6	18,71	37,34	56,7
Kecepatan, v (m/s)		96,59	84,78	69,24	61,87	55,41	43,81	38,59
		0	8	6	4	9	4	2

Tabel 2. Data Waktu Tempuh Gelombang Hasil Karakterisasi Tanah Lembang : Tanah Laterit

Tabel 3. Data Waktu Tempuh Gelombang Hasil Karakterisasi Tanah Humus : Tanah Laterit

No.	d (cm)	Gradasi 3 Humus : Laterit							
		Δt (μs)							
		90 %: 10 %	80 %: 20 %	60 %: 40 %	50 %: 50 %	40 %: 60 %	20 %: 80 %	10 %: 90 %	80
1		34	42	49	53	63	77	80	
2		34	37	50	52	67	83	88	
3		39	43	48	55	62	72	83	
4		39	43	51	58	58	76	80	
5		34	44	53	54	61	81	83	
6		37	41	48	53	68	67	86	
7		35	36	53	52	65	76	84	
8		35	40	49	57	65	85	89	
9		37	42	50	57	68	76	85	
10		34	43	50	59	61	77	86	
11	3	37	44	48	57	59	77	87	
12		36	40	50	52	63	74	91	
13		40	40	50	52	60	77	83	
14		35	43	51	57	58	73	91	
15		35	44	50	55	62	79	95	
16		38	43	48	52	65	79	97	
17		35	42	49	54	59	72	95	

18		34	39	48	57	67	76	83	
19		36	41	48	58	63	79	92	
20		37	38	49	59	68	73	83	
		36	41	49	55	63	76	87	
		0,5	3	6	2	1	5	0,5	
		14,69	0,96	0,77	33,4	49,83	31,37	32,59	
		72	63	52	47	41	34	29	
		1,22	0,30	4,19	1,44	2,04	0,09	8,67	

Berdasarkan ketiga tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai kecepatan rambat gelombang pada masing-masing jenis tanah diperoleh. Nilai kecepatan rambat gelombang diperoleh dari hasil perhitungan matematis menggunakan rumus pada persamaan (1).

Data waktu tempuh gelombang (*time of flight*) yang terukur sangat bervariasi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh keterbatasan alat saat dalam menangkap gelombang pantul. Keadaan tanah pada bagian dalam tidak dapat dilihat oleh pengamat, sehingga jika ada posisi tanah yang tidak datar atau posisi transduser yang tidak lurus saat mentransmisikan gelombang, maka hal tersebut akan menghasilkan data yang bervariasi. Selain itu, data yang bervariasi juga bisa disebabkan karena keterbatasan pengamat dalam membaca dan mengamati bentuk gelombang yang ditampilkan pada layar osiloskop.

Data nilai kecepatan rambat gelombang ultrasonik yang tertera pada tabel di atas akan digunakan sebagai nilai ketetapan kecepatan rambat gelombang untuk mendeteksi hubungan antara komposisi perbandingan tanah dengan kecepatan rambat gelombang lapisan tanah yang akan diuji pada penelitian ini. Berdasarkan perolehan nilai kecepatan rambat gelombang ultrasonik inilah akan dilihat seberapa akurat metode ultrasonik ini untuk mencari hubungan komposisi perbandingan tanah dengan kecepatan rambat gelombang.



Gambar 4. Tampilan Pengambilan Data Penelitian b. Pengujian Metode Ultrasonik

Data waktu tempuh gelombang (*time of flight*) pada setiap variasi sampel penelitian akan diambil

sebanyak 20 kali. Nilai perbandingan komposisi tanah yang sebenarnya akan digunakan sebagai data pembandingan untuk mengetahui persentasi error dalam penelitian. Terdapat tiga variasi sampel penelitian yang dibedakan yaitu perbandingan tanah humus : tanah lembang, tanah lembang : tanah laterit dan tanah humus : lembang.

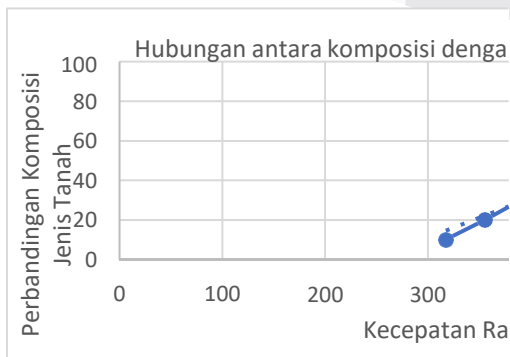
Tabel 4. Data Kecepatan Rambat Gelombang Sampel Penelitian

Jenis Tanah	\bar{v} (m/s) 1	\bar{v} (m/s) 2	Variasi 3
	Humus : Lembang	606,06	
Lembang : Laterit	789,12	681,36	492,04
Humus : Laterit	603,94	514,85	366,19

C. Implementasi Nilai Kecepatan Rambat Gelombang Pada Gradasi 1 Tanah Humus : Tanah Lembang

Pada perbandingan komposisi sampel penelitian ini, nilai kecepatan rambat gelombang pada variasi komposisi perbandingan tanah 1 yaitu 606,06 μ s, variasi 2 yaitu 519,48 μ s dan variasi 3 yaitu 382,07 μ s. Jenis variasi tanah tersebut dimasukkan ke dalam wadah akrilik berukuran 6 x 6 x 13 cm dengan nilai massa jenis yang sama. Pada pengujian ini, dilakukan pengambilan data waktu tempuh gelombang sebanyak 20 kali. Data tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Setelah mendapatkan data waktu tempuh gelombang (*time of flight*), nilai rata-rata waktu tempuh gelombang (*time of flight*) akan diolah bersama dengan nilai kecepatan rambat gelombang (*v*). Pengolahan data tersebut dilakukan untuk mengetahui hubungan antara komposisi perbandingan tanah dengan kecepatan rambat gelombang yang diperoleh dari pengukuran metode ultrasonik. Pada gambar 5 berikut bisa dilihat grafik tersebut

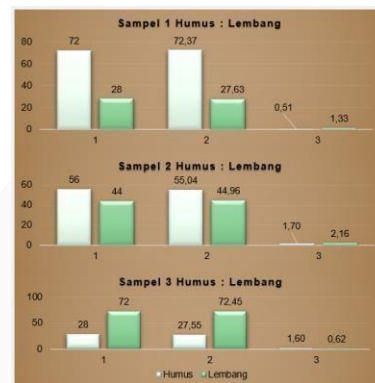


Gambar 5. Hubungan antara komposisi tanah humus : tanah lembang dengan kecepatan rambat gelombang

Hasil pengolahan data pada gradasi 1 sampel penelitian dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Hasil Pengolahan Data Gradasi 1 Humus : Lembang

Gra dasi 1	Nilai Komposisi Sebenarnya (%)		Nilai Komposisi Hasil Pengukuran (%)		E rror (%)	
	Hu mu s	Lem bang	Hu mu s	Lem bang	Hu mu s	Lem bang
1	72	28	73,37	26,63	0,51	1,33
2	56	44	55,04	44,96	1,70	2,16
3	28	72	27,55	72,45	1,60	0,62

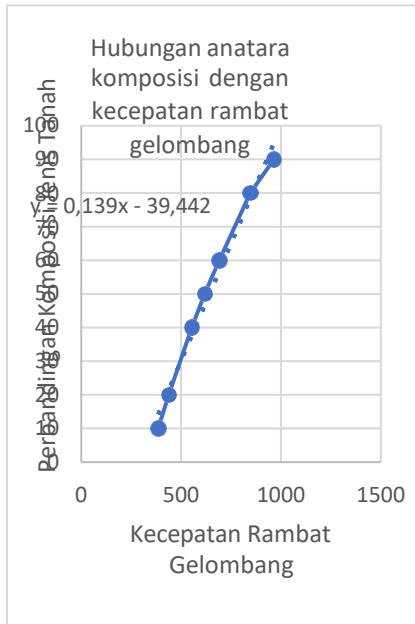


Gambar 6. Pengolahan Data Gradasi 1

d. Implementasi Nilai Kecepatan Rambat Gelombang Pada Gradasi 2 Tanah Lembang : Tanah Laterit

Pada perbandingan komposisi sampel penelitian ini, nilai kecepatan rambat gelombang pada variasi komposisi perbandingan tanah 1 yaitu 798,12 μ s, variasi 2 yaitu 681,36 μ s dan variasi 3 yaitu 492,04 μ s. Jenis variasi tanah tersebut dimasukkan ke dalam wadah akrilik berukuran 6 x 6 x 17 cm dengan nilai massa jenis yang sama. Pada pengujian ini, dilakukan pengambilan data waktu tempuh gelombang sebanyak 20 kali. Data tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Setelah mendapatkan data waktu tempuh gelombang (*time of flight*), nilai rata-rata waktu tempuh gelombang (*time of flight*) akan diolah bersama dengan nilai kecepatan rambat gelombang (*v*). pada tabel Pengolahan data tersebut dilakukan untuk mengetahui hubungan antara komposisi perbandingan tanah dengan kecepatan rambat gelombang yang diperoleh dari pengukuran metode ultrasonik.. Pada gambar 7 berikut bisa dilihat grafik tersebut.

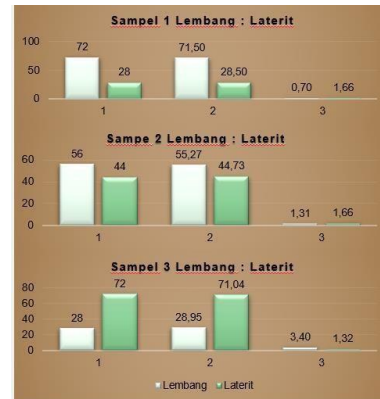


Gambar 7. Hubungan antara komposisi tanah humus : tanah lembang dengan kecepatan rambat gelombang

Hasil pengolahan data pada gradasi 2 sampel penelitian dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Pengolahan Data Gradasi 2 Lembang : Laterit

Gradasi 2	Nilai Komposisi Sebenarnya (%)		Nilai Komposisi Hasil Pengukuran (%)		Error (%)	
	Lembang	Laterit	Lembang	Laterit	Lembang	Laterit
1	72	28	71,50	28,50	0,70	1,66
2	56	44	55,27	44,73	1,31	1,66
3	28	72	28,95	71,04	3,40	1,32

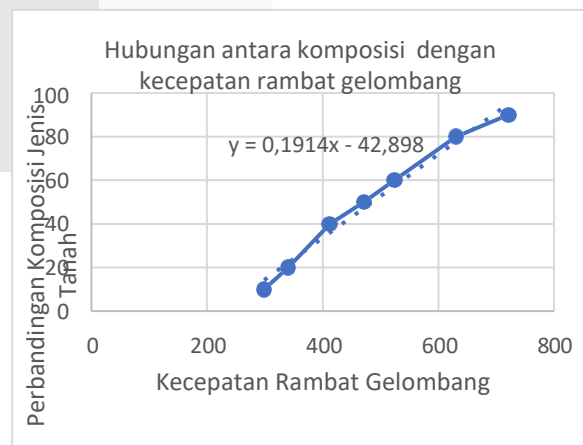


Gambar 8. Pengolahan Data Gradasi 2

i. Implementasi Nilai Kecepatan Rambat Gelombang Pada Gradasi 3 Tanah Humus : Tanah Laterit

Pada perbandingan komposisi sampel penelitian ini, nilai kecepatan rambat gelombang pada variasi komposisi perbandingan tanah 1 yaitu 603,94 μ s, variasi 2 yaitu 514,85 μ s dan variasi 3 yaitu 366,19 μ s. Jenis variasi tanah tersebut dimasukkan ke dalam wadah akrilik berukuran 6 x 6 x 13 cm dengan nilai massa jenis yang sama. Pada pengujian ini, dilakukan pengambilan data waktu tempuh gelombang sebanyak 20 kali. Data tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Setelah mendapatkan data waktu tempuh gelombang (*time of flight*), nilai rata-rata waktu tempuh gelombang (*time of flight*) akan diolah bersama dengan nilai kecepatan rambat gelombang (v). Pengolahan data tersebut dilakukan untuk mengetahui hubungan antara komposisi perbandingan tanah dengan kecepatan rambat gelombang yang diperoleh dari pengukuran metode ultrasonik. Pada gambar 9 berikut bisa dilihat grafik tersebut

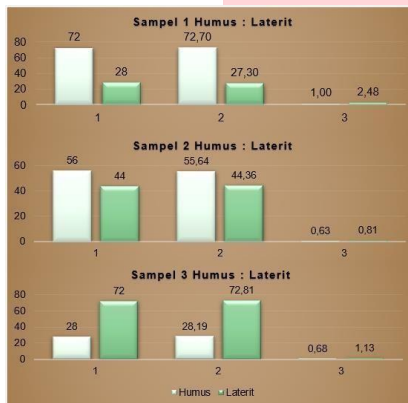


Gambar 9. Hubungan antara komposisi tanah humus : tanah lembang dengan kecepatan rambat gelombang

Hasil pengolahan data pada gradasi 3 sampel penelitian dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Hasil Pengolahan Data Gradasi 2 Lembang : Laterit

Gradasi 3	Nilai Komposisi Sebenarnya (%)		Nilai Komposisi Hasil Pengukuran (%)		Error (%)	
	Humus	Laterit	Humus	Laterit	Humus	Laterit
1	72	28	72,69	27,30	1,00	2,48
2	56	44	55,64	44,35	0,63	0,81
3	28	72	28,19	72,81	0,68	1,13



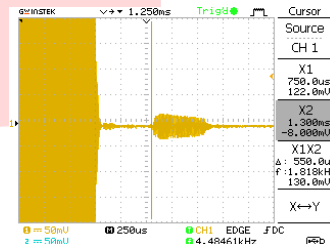
Gambar 10. Pengolahan Data Gradasi 3

e. Validasi Teknik Pengukuran Kecepatan Rambat Gelombang Ultrasonik Di Udara

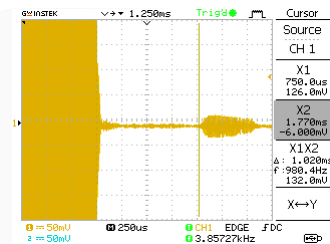
Dalam proses mentransmisikan gelombang, transduser ultrasonik AT200 tidak dapat diletakkan secara langsung diatas permukaan objek. Diperlukan jarak minimal 10 cm antara transduser ultrasonik AT200 dengan permukaan objek. Hal tersebut dilakukan untuk menyesuaikan pengukuran dengan spesifikasi transduser ultrasonik AT200 yang sudah ditetapkan. Pada karakterisasi dan eksperimen pengujian pada objek tanah terdapat gambar di osiloskop untuk nilai waktu tempuh gelombang dan waktu tempuh gelombang pada udara tidak terlihat karena pada karakterisasi dan pengujian objek tanah menggunakan jarak 10 cm antara transduser ultrasonik AT200 dengan permukaan objek tanah. Untuk waktu tempuh gelombang di udara bisa terlihat di layar osiloskop harus menggunakan jarak lebih dari 10 cm seperti pada percobaan berikut:

Tabel 1. Waktu tempuh dan Kecepatan rambat gelombang ultrasonik di udara

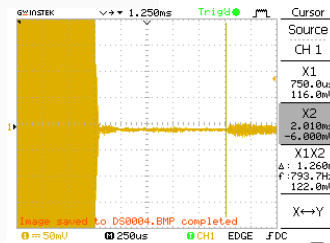
No.	d(cm)	$\Delta t (\mu s)$	\bar{v}
1.	15	550	545,45
2.	30	1020	588,23
3.	35	1260	555,55
4.	40	1480	540,54



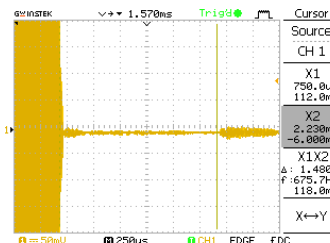
Gambar 10. Layar Osiloskop jarak 15 cm



Gambar 11. Layar Osiloskop jarak 30 cm



Gambar 12. Layar Osiloskop jarak 35 cm



Gambar 13. Layar Osiloskop jarak 40 cm

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dan analisis data data penelitian, dapat disimpulkan bahwa nilai hasil hubungan antara komposisi perbandingan tanah dengan kecepatan rambat gelombang setiap lapisan tanah dengan menggunakan metode ultasonik mendekati nilai perbandingan komposisi lapisan tanah yang sebenarnya. Persentase *error* terbesar pada pengukuran ini adalah 3,40%.

REFERENSI

- [1] D. Djaenudin, "Perkembangan penelitian sumberdaya lahan dan kontribusinya untuk mengatasi kebutuhan lahan pertanian di Indonesia," *J. Litbang Pertan.*, vol. 27, no. 4, pp. 137–145, 2008.
- [2] A. Mulyani and M. Sarwani, "Karakteristik dan potensi lahan sub optimal untuk pengembangan pertanian di Indonesia," *J. Sumberd. Lahan*, vol. 7, no. 1, 2013.
- [3] S. Kurniawan and M. Edisar, "KARAKTERISASI SIFAT FISIS TANAH SAWAH KECAMATAN RIMBA MELINTANG MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK," p. 8.
- [4] C. H. Chen, *Ultrasonic And Advance Methods For Nondestructive Testing And Material Characterization*, Singapura: World Scientific Publishing, 2007.
- [5] E. Simbolon, "diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Studi Strata-I Teknik Fisika," p. 75.