



ANALISIS HUBUNGAN ANGKA PORI DENGAN PARAMETER WAKTU KEJUT KAPILER

Riswanda¹⁾, Ina Fatonah^{2)*)}, Lutfi Hair Djunur³⁾

^{1),2)} Mahasiswa Prodi Teknik Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar

³⁾ Lektor Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar

^{*)} Corresponding Author. Email : inafatonah190499@gmail.com

ABSTRAK

Tanah adalah kumpulan butiran alami yang bisa dipisah secara mekanis bila agregat tersebut diaduk dalam air. Angka pori sebagai perbandingan antara besarnya volume ruang kosong dan volume butir padat. Semakin besar nilai angka pori makadaya dukung tanah semakin kecil. Besar kecilnya angka pori sangat mempengaruhi tekanan kapiler pada tanah sehingga menyebabkan penurunan muka air tanah yang dinamakan kejut kapiler. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis hubungan antara angka pori dengan waktu kejut kapiler dan tinggi kejut kapiler pada tanah berbutir halus. Metode yang digunakan adalah metode simulasi (uji laboratorium) dalam bentuk eksperimental model (*Model Experimentatl Research*) mengenai analisis hubungan antara angka pori (e) dengan waktu kejut kapiler pada tanah berbutir halus (*Sandy Silty Clay, Silty Sandy Clay, Sandy Clayey Silt*) melalui metode simulasi (uji Laboratorium) yang menggunakan hujan buatan dengan alat simulasi yang telah didesain khusus (*Specific Equipment*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada model alat simulasi diperoleh lempung lanau berpasir memiliki nilai angka pori terkecil dengan waktu kejut kapiler terbesar dan tinggi kejut kapiler tertinggi, dengan nilai angka pori $e= 0,51$, nilai waktu kejut kapiler= 172, dan tinggi kejut kapiler= 10,70, begitu pula dengan jenis tanah lempung pasir berlanau dan lanau lempung berpasir menunjukkan semakin besar nilai angka pori maka waktu kejut kapiler semakin kecil dan tinggi kejut kapilernya semakin kecil. Dari hasil analisis penelitian dapat disimpulkan bahwa besar kecilnya nilai angka pori sangat mempengaruhi waktu dan tinggi kejut kapiler pada tanah berbutir halus.

Kata Kunci: Angka pori, waktu kejut kapiler, tinggi kejut kapiler, tanah berbutir halus.

ABSTRACT

Soil is a natural collection of grains that can be separated mechanically when the aggregate is stirred in water. The void ratio is the ratio between the volume of empty space and the volume of solid grains. The larger the void value, the smaller the soil bearing capacity. The size of the pore number greatly affects the capillary pressure in the soil, causing a decrease in the groundwater level which is called capillary shock. The purpose of this study was to analyze the relationship between void ratio and capillary shock time and capillary shock height in fine-grained soils. The method used is a simulation method (laboratory test) in the form of an experimental model (Experimental Research Model) regarding the analysis of the relationship between void ratio (e) and capillary shock time in fine-grained soils (Sandy Silty Clay, Silty Sandy Clay, Sandy Clayey Silt) through simulation method (laboratory test) that uses artificial rain with simulation tools that have been specially designed (Specific Equipment). The results showed that in the simulation tool model, sandy silt clay has the smallest void ratio with the largest capillary shock time and the highest capillary shock height, with a void value of $e= 0,51$, capillary shock time value= 172, and capillary shock height= 10.70, as well as the types of silty sand loam and sandy loam silt showed the larger the void value, the smaller the capillary shock time and the smaller the capillary shock height. From the results of the research analysis, it can be concluded that the size of the void ratio greatly affects the time and height of capillary shock in fine-grained soils.

Keywords: Pore number, capillary shock time, capillary shock height, fine grained soil.

1. PENDAHULUAN

Dalam pandangan teknik sipil, tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Air tanah adalah segala bentuk aliran air hujan yang mengalir dibawah permukaan tanah sebagai akibat struktur lapisan geologi, perbedaan potensi kelembaban tanah, dan gaya gravitasi bumi. Air tanah merupakan salah satu sumber daya air yang baik untuk air bersih dan air minum dibandingkan dengan sumber air lainnya. Kebutuhan air tanah selalu meningkat sesuai dengan perkembangan penduduk. Ruang diantara partikel-partikel tanah dapat berisi air, udara ataupun keduanya. Hubungan yang umum dipakai untuk suatu elemen tanah salah satunya adalah angka pori (e).

Besar kecilnya angka pori sangat mempengaruhi tekanan kapiler pada tanah menyebabkan penurunan muka air tanah yang dinamakan kejut kapiler. Tekanan kapiler dapat timbul karena adanya tarikan lapisan tipis permukaan bagian atas. Kejadian ini disebabkan oleh adanya pertemuan antara dua jenis material yang berbeda sifatnya. Pada prinsipnya, tarikan permukaan adalah hasil perbedaan gaya tarik antara molekul-molekul pada bidang singgung pertemuan dua material yang berbeda sifatnya.

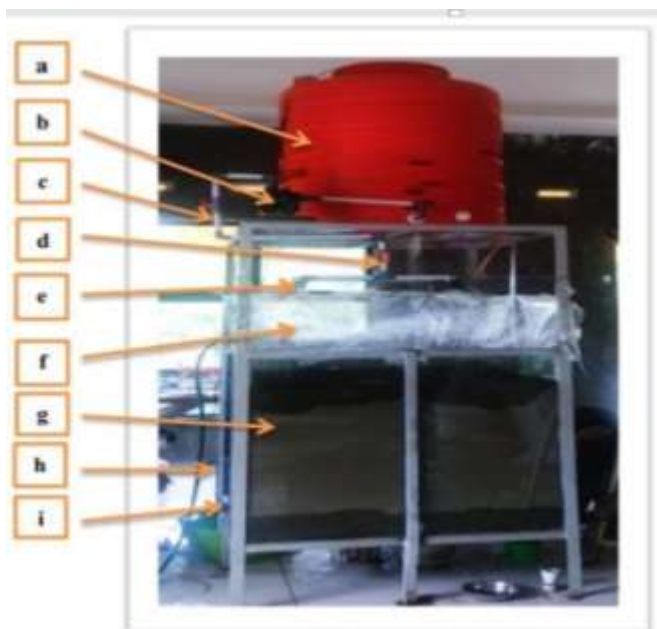
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara angka pori dan waktu kejut kapiler pada tanah berbutir halus. Yang mana kejadiannya memberikan kejutan karena bertolak belakang dengan adanya hujan, justru air tanah jenuh permukaannya mengalami penurunan (degradasi).

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan dan Alat

Dalam penelitian ini menggunakan alat simulasi yang terdapat di jalan poros Desa Lonjoboko, Kecamatan Parangloe, Kabupaten Gowa.

hujan
Malino,



Gambar 1 Foto Alat Model

1) Komponen alat pengujian

- a. Bak air kapasitas 600 L
- b. Mesin air
- c. Pipa PVC
- d. Keran air
- e. *Sprayer* (pipa semprot)
- f. Gorden plastic
- g. Bak kaca transparan
- h. Mistar ikur
- i. Batu pori

2) Alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini :

- a. Satu set saringan (ayakan)
- b. Gelas ukur untuk pengujian angka pori
- c. Stopwatch untuk mengukur durasi
- d. Tabel isian data dan alat tulis
- e. Kamera untuk dokumentasi
- f. Berbagai alat pendukung lain yang dibutuhkan dalam penelitian
- g. Tanah : jenis tanah yang digunakan adalah tanah berbutir halus

Air : jenis air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang tidak terkontaminasi dengan air limbah, untuk membuat hujan buatan dengan menggunakan alat simulasi hujan.

2.2. Metodologi

c. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan model penelitian eksperimental dengan alat model (uji laboratorium) dan menggunakan hujan buatan dari alat simulasi yang didesain dan dibuat khusus (*specific equipment*).

d. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi data yang baik dan tepat agar tujuan penelitian dapat tercapai dengan baik, pengumpulan data dikumpulkan sebagai berikut:

1) Data Angka Pori

Dalam hal ini data angka pori di dapatkan dari data pengukuran angka pori awal dan angka pori akhir dengan menggunakan media gelas ukur dengan sampel tanah dan sampel air.

2) Data Kejut Kapiler

Pengukuran kejut kapiler dilakukan pada saat hujan berlangsung dalam setiap menit, mulai dari air tanah turun hingga air tanah naik kembali (kejut kapiler) sampai air tanah homogen. Dilakukan dengan sangat teliti dan sangat hati-hati dikarenakan penurunan air setiap menitnya terbilang sangat rendah.

e. Metode Analisis Data

Data hasil pengamatan akan diolah dengan metode statistik biasa, seperti pembuatan tabel beserta grafik hubungan antar parameter. Dari hasil pengolahan data selanjutnya akan dilakukan analisa *empirik* sehingga dapat dirumuskan formulasi hubungan antara parameter yang dihasilkan dari pengolahan data hasil penelitian. Kolerasi parameter yang ingin dilihat dalam penelitian ini, antara lain:

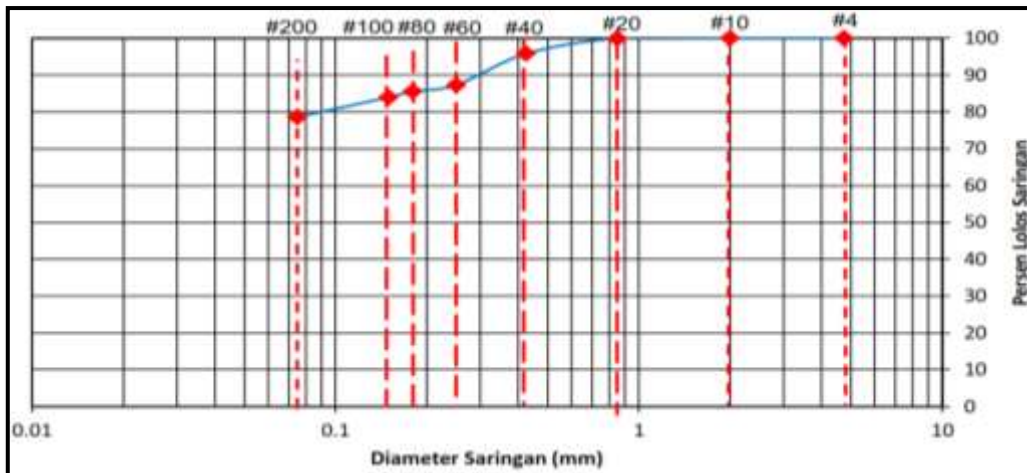
- 1) Hubungan angka pori terhadap waktu kejut kapiler pada jenis tanah berbutir halus pada sebelum dan setelah terkena hujan.
- 2) Hubungan angka pori terhadap tinggi kejut kapiler pada jenis tanah berbutir halus pada sebelum dan setelah terkena hujan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

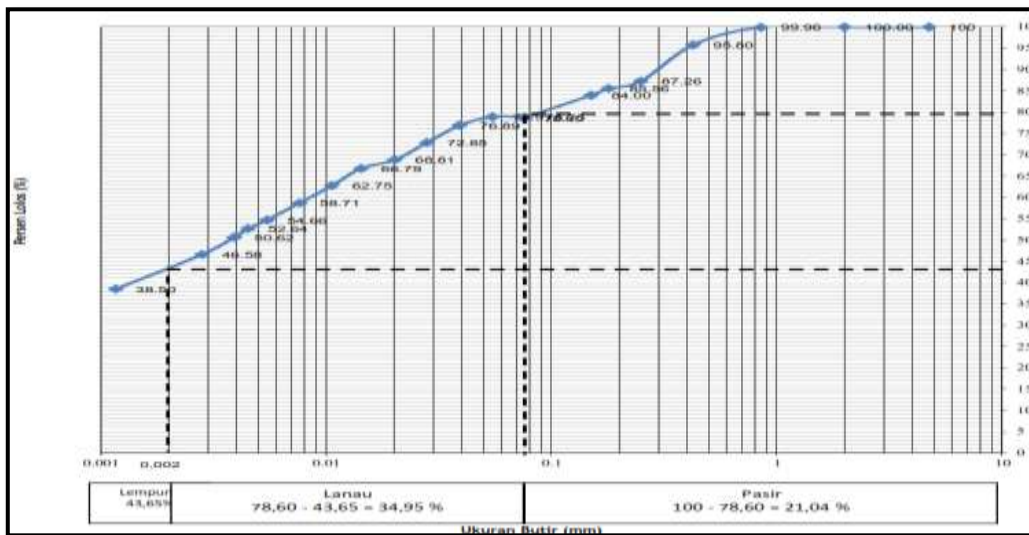
3.1. Karakteristik Tanah

Lempung Lanau Berpasir (*sandy silty clay*)

Jenis tanah Lempung Lanau Berpasir yang diambil dari lokasi Bili-Bili Kec. Parangloe. Kab. Gowa. Adapun grafik hasil pengujian sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Analisa Saringan Tanah Lempung Lanau Berpasir

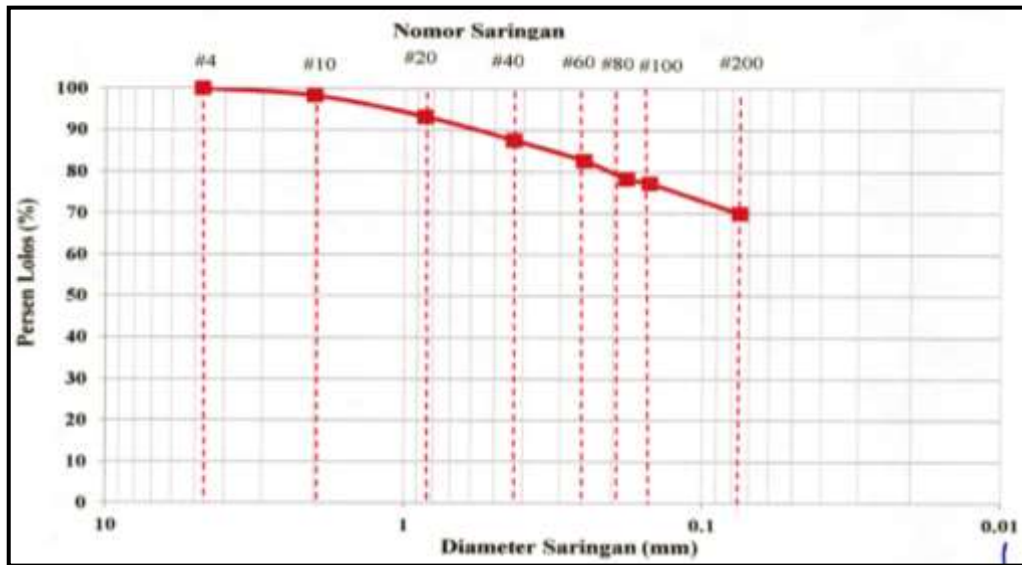


Gambar 3. Grafik Hidrometer Tanah Lempung Lanau Berpasir

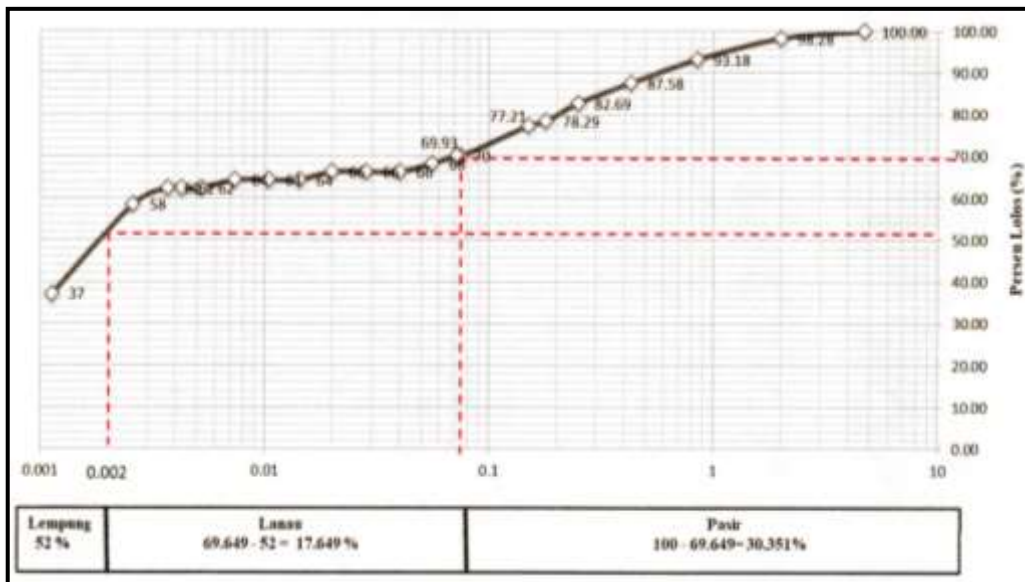
Pada Gambar 2 menunjukkan tanah yang lolos saringan No.200 adalah 78,60% sehingga dapat dikategorikan sebagai jenis tanah berbutir halus. Sedangkan pada Gambar 3 menunjukkan adanya dominan Lempung secara signifikan dibandingkan pada kandungan lanau ditambah dengan beberapa kandungan pasir.

Lempung Berpasir Berlanau (*silty sandy clay*)

Jenis tanah Lempung Berpasir Berlanau yang diambil dari lokasi dari Malino, Kec. Parigi, Kab. Gowa. Dengan data hasil pengujian sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik Analisa Saringan Tanah Berpasir Berlanau

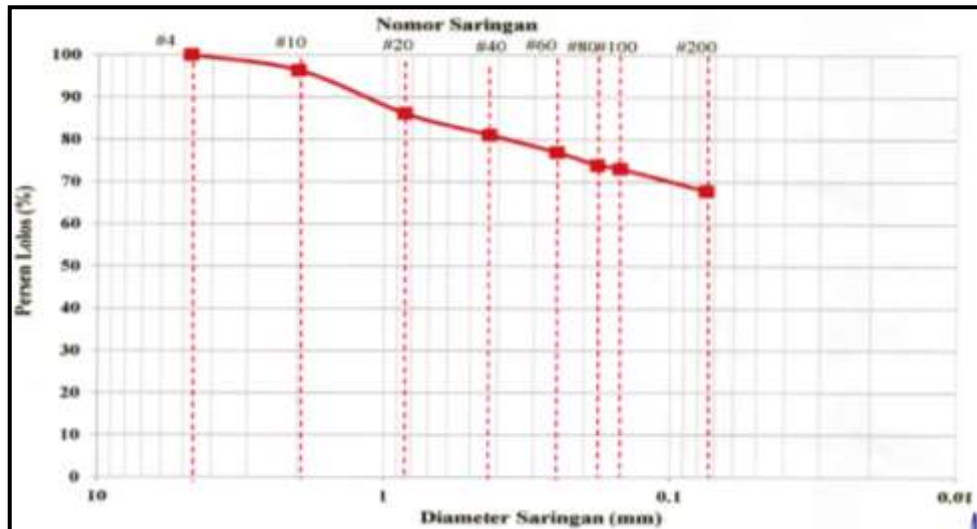


Gambar 5. Grafik Hidrometer Tanah Berpasir Berlanau

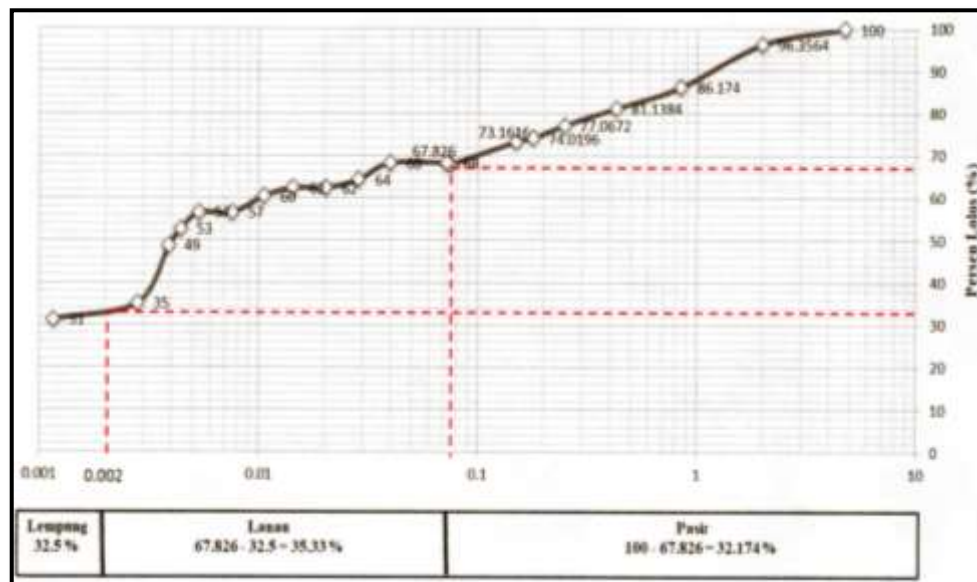
Pada Gambar 4 menunjukkan tanah yang lolos saringan No.200 adalah 69,93% sehingga dapat dikategorikan sebagai jenis tanah berbutir halus. Sedangkan pada Gambar 5 menunjukkan tingkat dominan yang sangat signifikan pada kandungan lempung. Diikuti dengan beberapa kandungan pasir dan kandungan lanau yang sangat sedikit..

Lanau Lempung Berpasir (*sandy clayey silt*)

Jenis tanah Lanau Lempung Berpasir yang diambil dari lokasi dari Pakatto, Kec. Bontomarannu, Kab. Gowa. Adapun data hasil pengamatan sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik Analisa Saringan Tanah Lempung Berpasir



Gambar 7. Grafik Hidrometer Tanah Lempung Berpasir

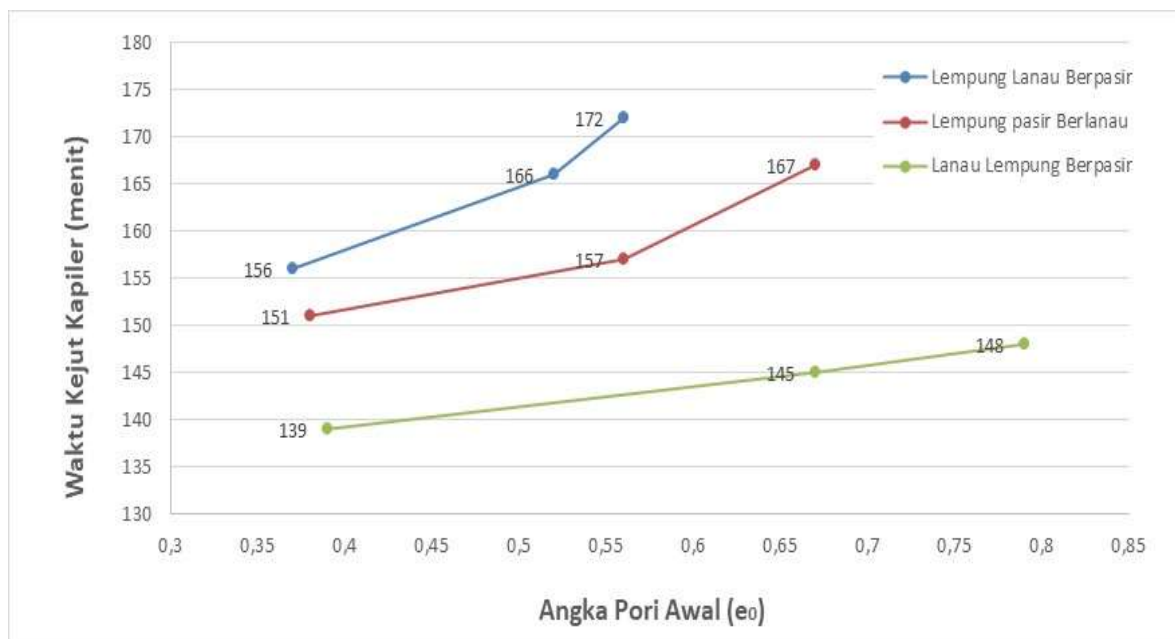
Pada Gambar 6 menunjukkan tanah yang lolos saringan No.200 adalah 67,83% sehingga dapat dikategorikan sebagai jenis tanah berbutir halus. Sedangkan pada Gambar 7 menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan pada setiap kandungannya. Akan tetapi kandungan lanau tetap dominan dibandingkan dengan kandungan lempung dan pasir.

3.2. Pembahasan

a. Hubungan Angka Pori Awal (e_0) Dengan Waktu Kejut Kapiler

Tabel 1 Hub. Angka Pori Awal (e_0) Dengan Waktu Kejut Kapiler Untuk 3 Jenis Tanah

No. Pengujian	Jenis Tanah	Angka Pori Awal	Waktu Kejut Kapiler
Pengujian I	Lempung Lanau Berpasir	0,56	172
	Lempung Pasir Berlanau	0,67	167
	Lanau Lempung Berpasir	0,79	148
Pengujian II	Lempung Lanau Berpasir	0,52	166
	Lempung Pasir Berlanau	0,56	157
	Lanau Lempung Berpasir	0,67	145
Pengujian III	Lempung Lanau Berpasir	0,37	156
	Lempung Pasir Berlanau	0,38	151
	Lanau Lempung Berpasir	0,39	139



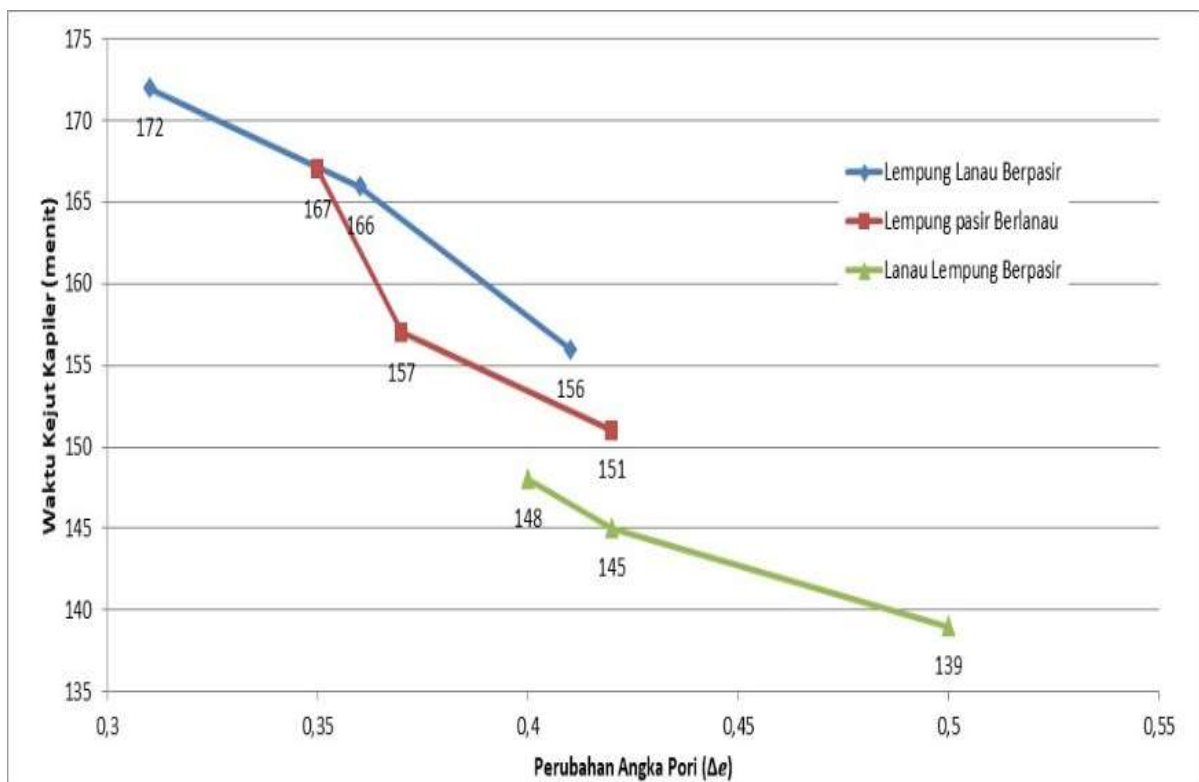
Gambar 8. Grafik Hubungan Angka Pori awal (e_0) Dengan Waktu Kejut Kapiler Pada 3 Jenis Tanah

Pada tabel 1 gambar 8 diatas, menjelaskan bahwa semakin halus tanah maka semakin kecil angka porinya. Angka pori sangat mempengaruhi waktu kejut kapiler, semakin kecil pori suatu tanah maka akan semakin lama terjadinya kejut kapiler, begitupun sebaliknya.

b. Hubungan Perubahan Angka Pori (Δ_e) Dengan Waktu Kejut Kapiler

Tabel 2. Hub. Perubahan Angka Pori (Δ_e) Dengan Waktu Kejut Kapiler Untuk 3 Jenis Tanah

Intensitas	Jenis Tanah	Perubahan Angka Pori	Waktu Kejut Kapiler
I ₅	Lempung Lanau Berpasir	0,31	172
	Lempung Pasir Berlanau	0,35	167
	Lanau Lempung Berpasir	0,40	148
I ₁₅	Lempung Lanau Berpasir	0,36	166
	Lempung Pasir Berlanau	0,37	157
	Lanau Lempung Berpasir	0,42	145
I ₂₅	Lempung Lanau Berpasir	0,41	156
	Lempung Pasir Berlanau	0,42	151
	Lanau Lempung Berpasir	0,50	139



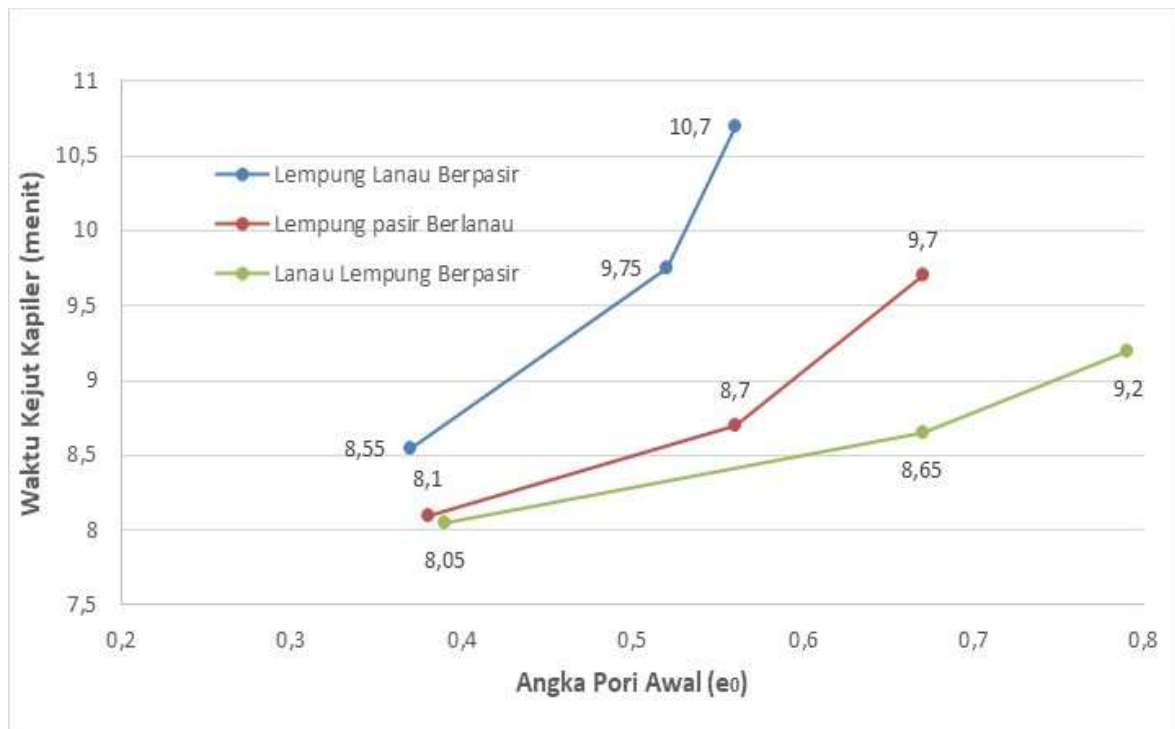
Gambar 9. Grafik Hubungan Perubahan Angka Pori (Δ_e) Dengan Waktu Kejut Kapiler Pada 3 Jenis Tanah

Pada tabel 2 gambar 9 diatas, menjelaskan bahwa semakin halus tanah maka semakin kecil perubahan angka pori yang terjadi. Perubahan angka pori sangat mempengaruhi waktu kejut kapiler, semakin kecil perubahan angka pori suatu tanah maka akan semakin lama terjadinya kejut kapiler, begitupun sebaliknya.

c. Hubungan Angka Pori Awal (e_0) Dengan Tinggi Kejut Kapiler

Tabel 3. Hub. Angka Pori Awal (e_0) Dengan Tinggi Kejut Kapiler Untuk 3 Jenis Tanah

No. Pengujian	Jenis Tanah	Angka Pori Awal	Tinggi Kejut Kapiler
Pengujian I	Lempung Lanau Berpasir	0,56	10,70
	Lempung Pasir Berlanau	0,67	9,70
	Lanau Lempung Berpasir	0,79	9,20
Pengujian II	Lempung Lanau Berpasir	0,52	9,75
	Lempung Pasir Berlanau	0,56	8,70
	Lanau Lempung Berpasir	0,67	8,65
Pengujian III	Lempung Lanau Berpasir	0,37	8,55
	Lempung Pasir Berlanau	0,38	8,10
	Lanau Lempung Berpasir	0,39	8,05



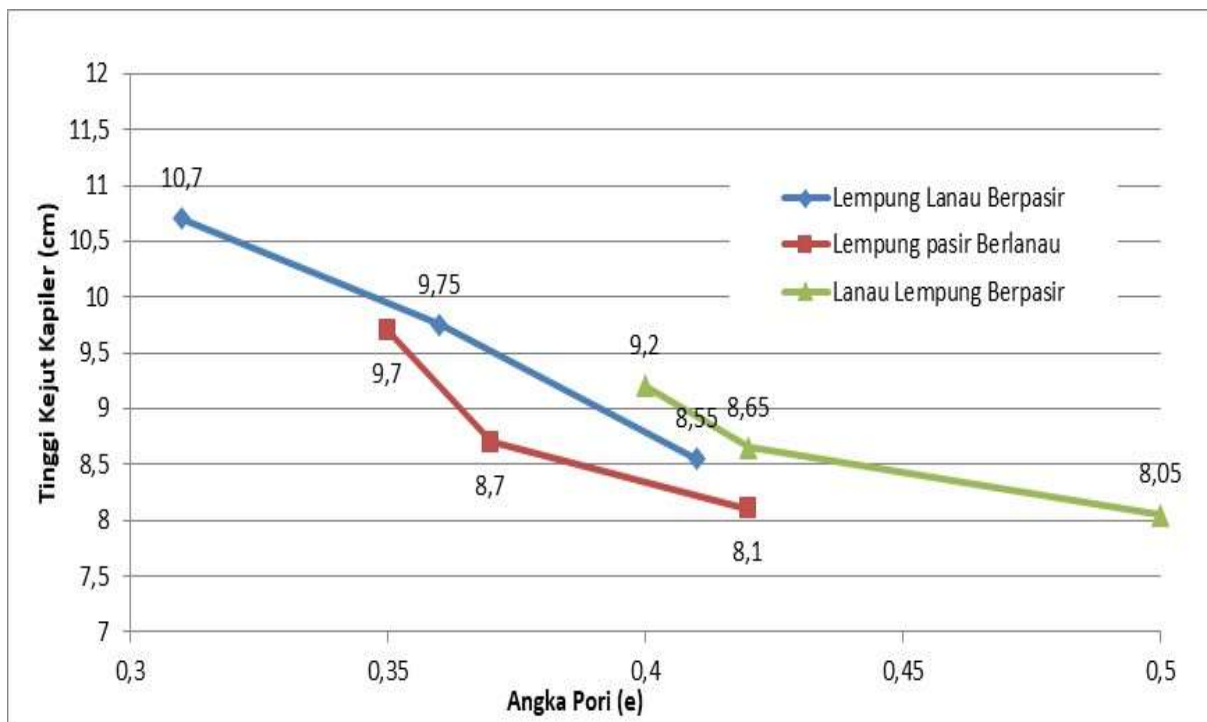
Gambar 10. Grafik Hubungan Angka Pori awal (e_0) Dengan Tinggi Kejut Kapiler Pada 3 Jenis Tanah

Pada tabel 3 gambar 10 diatas, menjelaskan bahwa semakin halus tanah maka semakin kecil angka porinya. Angka pori sangat mempengaruhi tinggi kejut kapiler, semakin kecil pori suatu tanah maka akan semakin besar tinggi kejut kapilernya, begitupun sebaliknya.

d. Hubungan Perubahan Angka Pori (Δ_e) Dengan Waktu Kejut Kapiler

Tabel 4. Hub. Perubahan Angka Pori (Δ_e) Dengan Tinggi Kejut Kapiler Untuk 3 Jenis Tanah

Intensitas	Jenis Tanah	Angka Pori Awal	Tinggi Kejut Kapiler
I ₅	Lempung Lanau Berpasir	0,31	10,70
	Lempung Pasir Berlanau	0,35	9,70
	Lanau Lempung Berpasir	0,40	9,20
I ₁₅	Lempung Lanau Berpasir	0,36	9,75
	Lempung Pasir Berlanau	0,37	8,70
	Lanau Lempung Berpasir	0,42	8,65
I ₂₅	Lempung Lanau Berpasir	0,41	8,55
	Lempung Pasir Berlanau	0,42	8,10
	Lanau Lempung Berpasir	0,50	8,05



Gambar 11. Grafik Hubungan Perubahan Angka Pori (Δ_e) Dengan Tinggi Kejut Kapiler Pada 3 Jenis Tanah

Pada tabel 4 gambar 11 diatas, menjelaskan bahwa semakin halus tanah maka semakin kecil perubahan angka pori yang terjadi. Perubahan angka pori sangat mempengaruhi tinggi kejut kapiler, semakin kecil perubahan angka pori suatu tanah maka akan semakin besar tinggi kejut kapiler yang terjadi, begitupun sebaliknya.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa angka pori sangat berpengaruh terhadap waktu dan tinggi kejut kapiler. Semakin kecil nilai angka pori maka semakin lama terjadinya waktu kejut kapiler dan semakin tinggi kejut kapilernya, dan semakin besar intensitas yang diberikan maka semakin besar pula perubahan angka porinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segala ketulusan serta keikhlasan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah mendukung penuh tahap pendidikan kami, Kepala Laboratorium Mekaniak Tanah Universitas Bosowa Makassar beserta staf, dan Kepala Laboratorium Mekankika Tanah Politeknik Ujung Pandang beserta seluruh staf, serta pembimbing penelitian yang telah memberikan bimbingan dan arahan sehingga terwujudnya penelitian ini. Tak lupa pula kami ucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang banyak membantu kami selama dalam melakukan penelitian ini, semoga semua jerih payah dan bantuan yang diberikan dapat bernilai ibadah di sisi Allah Swt.

DAFTAR PUSTAKA

1. AASHTO, 1993, *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*.
2. Christady, Hary Hardiyatmo. 2012. *Tanah Longsor dan Erosi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
3. Craig, F.R, 1991, *Mekanika Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
4. Darwis Panguriseng (2018) : Buku "*Dasar Dasar Mekanika Tanah*"
5. Das, Braja M, Endah, Noor, & Mochtar , Indra Surya B. (1995) *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geotekniks)*. Jakarta:Erlangga
6. Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah* (Jilid 1) Terjemahan. Jakarta: Erlangga
7. Das, Braja, M., 1998, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)* Jilid-1,Erlangga, Jakarta
8. Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Diha, M.A., Hong, G.B.,Bailey, H.H. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung*. 488 hal.
9. Hardiyatmo, H.C., 1999, *Mekanika Tanah I*, PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
10. Hardjowigeno, S. 1987. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akapress. Jakarta.
11. Holtz, W.G. and Gibbs, H.J. (1956), Engineering properties of expansive clays, *Transaction ASCE* Vol. 121, pp. 641–677.
12. Lambe, T.W., and Whitman, R.V.,1979, *Soil Mechanics*, John Wiley&Sons.
13. Ramadhani Rizki, 2012 : Sifat dan Karakteristik Tanah Berbutir Halus dan Secara Khusus <https://justkie.wordpress.com/2012/02/26/karakteristik-tanahsebagai-media-tumbuh-secara-umum-dan-secara-khusus-padajenis-tanah-alfisol/>
14. Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga, Jakarta.

15. Wesley,L.D., 2012, *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan dan Residu*, Penerbit Andi Yogyakarta, Indonesia.