PERUBAHAN KONDUKTIVITAS HIDROLIK TANAH YANG STABILITAS AGREGATNYA BERBEDA SETELAH PEMBERIAN BEBAN

Oleh

SULASTRI
G 211 98 012

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL UNIVERSITAS HASANUDDIN UPT PERPUSTAKAAN



PERPUSTAKAAN PUSAT UNIV. HASANUDDIN	
Tgl. Terima	07-01-04
Asal Dari	Pertanian
Banyaknya	1 (satu) Eks
Harga	Hadiah
No. Inventaris	040020311
No. Klas	17050 (P)

JURUSAN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

2003

RINGKASAN

SULASTRI (G 211 98 012). Perubahan Konduktivitas Hidrolik Tanah Yang Stabilitas Agregatnya Berbeda Setelah Pemberian Beban (Dibawah bimbingan **SIKSTUS GUSLI** dan **SYAMSUL ARIFIN LIAS**).

Pengompakan pada tanah dapat mengurangi pori penghantar air, sehingga konduktivi as hidrolik menurun Namun, ketahanan tanah terhadap deformasi akibat beban yang diberikan atau konsolidasi juga tergantung dari stabilitas agregat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari perubahan konduktivitas hidrolik setelah pemberian beban dari tanah yang stabilitas agregatnya berbeda.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Tanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin, yang berlangsung dari awal Mei hingga Juni 2003. Pengompakan tanah dilakukan dengan teknik "Compaction Proctor Test" pada tanah yang stabilitas agregatnya cukup stabil, stabil, dan sangat stabil berdasarkan rasio dispersi. Pada tanah yang telah dikompakkan dilakukan pengukuran konduktivitas hidrolik pada kondisi jenuh air dengan tinggi genangan tetap (constant head). Parameter yang diamati adalah tinggi tanah, konsolidasi tanah, kerapatan isi, total pori, konduktivitas hidrolik, tekstur, stabilitas agregat (berdasarkan metode rasio dispersi dan test Emerson), C.organik, Na.dapat tukar, Ca^{++}, kapasitas tukar kation (KTK) dan persentase Na dapat tukar (Exchangeable Sodium Percentage - ESP).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat berbeda menyebabkan perbedaan konduktivitas hidrolik. Nilai konduktivitas hidrolik yang tinggi diperoleh dari perlakuan beban beban 0,5 kg pada tanah dengan stabilitas agregat stabil berdasarkan uji rasio dispersi(Alfisol) yaitu 99, 71 mm/jam, sedangkan nilai konduktivitas hidrolik terendah diperoleh dari perlakuan dengan beban 7,0 kg pada tanah dengan stabilitas agregat sangat stabil berdasarkan uji rasio dispersi (Oxisol) yaitu 0,88 mm/jam. Seperti diharapkan, peningkatan beban menurunkan konduktivitas hidrolik, tetapi pengaruh beban tersebut juga ditentukan oleh stabilitas agregat tanah yang diberi beban.

PERUBAHAN KONDUKTIVITAS HIDROLIK SETELAH PEMBERIAN BEBAN DARI TANAH YANG STABILITAS AGREGATNYA BERBEDA

Oleh

SULASTRI
G 211 98 012

Laporan Praktek Lapang Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memeperoleh Gelar Sarjana Pertanian
pada
Jurusan Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian dan Kehutanan
Universitas Hasnuddin
Makassar

Disetujui oleh :

DR. Ir. Sikstus Gusli, M.Sc
Pembimbing I

Ir. Syamsul Arifin Lias, M. Si
Pembimbing II

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan ini.

Penelitian dan penulisan ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih kepada **DR. Ir. Sikstus Gusli M.Sc,** selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikiran serta petunjuk dan arahan mulai dari rencana penelitian sampai selesainya laporan ini dan

Ir. Syamsul Arifin Lias, M.Si sebagai pembimbing II yang telah memberikan saran serta dorongan dalam penulisan laporan.

Secara khusus penulis mengucapkan terimakasih kepada Ayahanda Andi Sirajuddin Taggama dan Ibunda Andi Marhanah serta saudara-saudaraku kak Syamsul, kak Suta, kak Suri, dan kak Supriadi untuk pengertian dan doanya.

Selain itu penulis tak lupa mengucapkan terimakasih sedalam-dalamnya kepada :

1. Seluruh staf pengajar di Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama mengikuti perkuliahan.
2. Mahasiswa tanah yang tergabung dalam warga HIMTI-UH, yang telah mewarnai perjalanan penulis selama mengikuti perkuliahan.
3. Rekan-rekan mahasiswa ilmu tanah '98, yang seiring sejalan selama menuntut ilmu.

4. Buat saudara-saudaraku di Peduli lingkungan Alam dan Tanah (PLAT), atas bantuannya dalam pengadaan sampel.
5. Rekan-rekan warga ARMITA II atas kebersamaannya selama ini.
6. Kakak Ambang yang telah banyak membantu selama masa perkuliahan sampai sekarang, serta kak Adi yang telah membantu dalam menggambar aplikasi penelitian.

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR xii

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Tujuan dan Kegunaan 3

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konduktivitas Hidrolik 4

2.1.1. Pengertian Konduktivitas Hidrolik 4

2.1.2. Faktor- faktor Yang Mempengaruhi Konduktivitas Hidrolik 5

2.1.3. Pengaruh Beban Terhadap Konduktivitas Hidrolik 6

2.1.4. Pengukuran Konduktivitas Hidrolik 7

2.2. Konsolidasi 8

2.2.1. Pengertian Konsolidasi 8

2.2.2. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Konsolidasi..... 8

2.2.3. Pengaruh Konsolidasi Terhadap konduktivitas Hidrolik 9

2.2.4. Pengukuran Konsolidasi 10

2.3. Stabilitas Agregat 11

2.3.1. Pengertian Stabilitas Agregat 11

Halaman

2.3.2. Pengaruh Stabilitas Agregat Terhadap Kemudahan. Terjadinya konsolidasi 11

2.3.3. Pengukuran stabilitas Agregat 12

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu 14

3.2. Bahan dan Alat 14

3.3. Metode Penelitian 14

3.4. Pelakasanaan Penelitian 14

3.4.1. Penyiapan sampel tanah 14

3.4.2. Pemberian Beban 14

3.4.3. Pengujian StabilitasAgregat 16

3.4.3.1. Tes Emerson 16

3.4.3.2. Rasio Dispersi 17

3.4.4. Pengukuran Konduktivitas Hidrolik 19

3.5. Pengamatan 20

IV. HASIL DANPEMBAHASAN

4.1. Stabilitas Agregat dan Konduktivitas Hidrolik 25

4.2. Konsolidasi dan Konduktivitas Hidrolik..... 27

4.3. Konsolidasi dan Stabilitas Agregat 31

Halaman

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan 37

5.2. Saran..... 37

DAFTAR PUSTAKA..... 38

LAMPIRAN 40

DAFTAR TABEL

Nomor Halaman

Teks

1. Kriteria umum untuk interpretasi nilai rasio dispersi 23

2. Metode pengamatan sifat kimia tanah 24

3. Hasil analisis konduktivitas hidrolik, stabilitas agregat, pada tanah... 26

Lampiran

1. Beberapa sifat fisik dan kimia tanahyang diamati..... 41

2. Beberapa sifat fisik tanah sebelum pengompakan 42

3. Kelas konduktivitas hidrolik menurut United States Soil Survey (Survey tanah Amerika Serikat)..... 42

4. Nilai tekanan (σ) yang diberikan beberapa sumber beberapa sumber gaya luar (external forces) terhadap permukaan tanah..... 43

5. Perubahan tinggi tanah akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil, dan sangat stabil..... 44

6. Perubahan volume tanah akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil, dan sangat stabi 45

7. Perubahan konsolidasi tanah akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil, dan sangat stabil 46

8. Perubahan kerapatan isi tanah akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil, dan sangat stabil..... 47

Nomor Halaman

9. Perubahan total pori tanah akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil, dan sangat stabil 48

10. Perubahan konduktivitas hidrolik akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil dan sangat stabil..... 49

11. Analisis dan perhitungan nilai konsolidasi pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil, dan sangat stabil..... 50

12. Analisis dan perhitungan nilai Kerapatan isi pada tanah dengan stabilitas agregat stabil..... 51

13. Analisis dan perhitungan nilai Kerapatan isi pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil 52

14. Analisis dan perhitungan nilai Kerapatan isi pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil sangat stabil 53

15. Analisis dan perhitungan nilai total pori pada tanah dengan stabilitas agregat stabil 54

16. Analisis dan perhitungan nilai total pori pada tanah dengan stabilitas agregat stabil..... 55

17. Analisis dan perhitungan nilai total pori pada tanah dengan stabilitas agregat sangat stabil..... 56

18. Analisis dan perhitungan nilai konduktivitas hidrolik pada tanah dengan stabilitas agregat stabil..... 57

19. Analisis dan perhitungan nilai konduktivitas hidrolik pada tanah dengan stabilitas cukup stabil..... 58

20. Analisis dan perhitungan nilai konduktivitas hidrolik pada tanah dengan stabilitas agregat sangat stabil .....

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UPT PERPUSTAKAAN

DAFTAR GAMBAR

Nomor Halaman

Teks

1. Gelembung udara yang terperangkap pada tanah yang Jenuh..... 5

2. Pengukuran konduktivitas hidrolik jenuh dengan head yang konstan..... 7

3. Skema uji konsolidasi cincin tetap (fixed-ring) yang dikerjakan melalui pada ΔP melalui pembebanan pada batu berpori..... 10

4. Test slaking, swelling dan dispersi Emerson..... 18

5. Pengukuran konduktivitas hidrolik dengan sistem siphon.. 19

6. Ilustrasi teknik aplikasi beban yang diterapkan (0,5;1,5;2,5;3,5;4,5;5,0; dan 7,0 kg)..... 20

7. Perubahan konduktivitas hidrolik akibat aplikasi beban pada sampel tanah dengan stabilitas agregt stabil (TML),cukup stabil (JPN) dan sangat stabil (SRK)..... 28

8. Perubahan konduktivitas hidrolik dan konsolidasi akibat aplikasi beban pada sampel tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN) dan sangat stabil (SRK)..... 29

9. Perubahan konduktivitas hidrolik dan total pori akibat aplikasi beban pada sampel tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN) dan sangat stabil(SRK)..... 30

10. Perubahan konduktivitas hidrolik dan kerapatan isi akibat aplikasi beban pada sampel tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN) dan sangat stabil (SRK)..... 30

Nomor

Halaman

11. Perubahan konsolidasi akibat aplikasi beban pada sampel tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN) dan sangat stabil(SRK)..... 31

12. Perubahan kerapatan isi akibat aplikasi beban pada sampel tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN) dan sangat stabil (SRK)..... 32

13. Perubahan total pori akibat aplikasi beban pada sampel tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN) dan sangat stabil (SRK)..... 33

14. Perubahan kerapatan isi dan konsolidasi akibat aplikasi beban pada sampel tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML)cukup stabil (JPN) dan sangat stabil (SRK)..... 33

15. Perubahan total pori dan konsolidasi akibat aplikasi beban pada sampel tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN) dan sangat stabil (SRK)..... 34

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UPT PERPUSTAKAAN

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

konduktivitas hidrolik (daya hantar air) merupakan ukuran kemampuan tanah melalukan air (Gusli, 1995). Konduktivitas hidrolik yang rendah dapat menyebabkan terjadinya genangan di permukaan tanah jika terjadi curah hujan dengan intensitas yang tinggi (Arsyad, 1989). Yang selanjutnya dapat menyebabkan terjadinya banjir pada dataran-dataran rendah dan erosi pada topografi bergelombang dan berlereng (Arsyad , 1989). Sebaliknya, konduktivitas hidrolik yang tinggi dari zone perakaran akan mempermudahkan perkolasi (Lee , 1990). Air yang melewati zone perakaran tidak dapat dimanfaatkan oleh kebanyakan tanaman (Harto, 1993). Terjadinya perkolasi karena konduktivitas hidrolik yang tinggi dapat menyebabkan kehilangan unsur hara akibat pencucian. Tingginya intensitas pencucian pada lahan pertanian dapat menurunkan kesuburan tanah yang sering berakhir dengan penurunan produktifitas lahan (Soepardi, 1983).

Konduktivitas hidrolik menggambarkan keadaan drainase tanah, konduktivitas hidrolik yang rendah menyebabkan drainase buruk. Pada keadaan drainase seperti ini, air yang berlebih tidak segera ke luar dari butir-butir tanah tetapi tetap menjenuhi tanah pada daerah perakaran untuk waktu yang lama, sehingga akar tidak dapat mengambil oksigen. Sebaliknya tanah dengan konduktivitas hidrolik sangat tinggi menggambarkan drainase berlebih (Excessively drained), sehingga semua air keluar dari butir-butir tanah dengan cepat sehingga tanaman menderita kekurangan air (Arsyad, 1989).

Pertanian modern dalam hubungannya dengan pengoprasian mesin pertanian dan pengolah tanah yang intensif sering tak terpisahkan dengan masalah pengompakan dan konsolidasi. Bila tanah mengalami pengompakan karena beban, pori penghantar air berkurang (Gusli, 1994), sehingga konduktivitas hidrolik menurun (Hillel, 1982). Namun ketahanan tanah terhadap deformasi akibat beban yang diberikan atau konsolidasi juga tergantung pada stabilitas agregat (Gusli, 1994). Karena itu menarik untuk diteliti perubahan konduktivitas hidrolik tanah setelah mengalami pengompakan dari tanah yang stabilitas agregatnya berbeda.

1.2. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari perubahan konduktivitas hidrolik tanah yang stabilitas agregatnya berbeda setelah pemberian beban. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan bagi pengelolaan tata air lahan pertanian dengan stabilitas agregat berbeda.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konduktivitas Hidrolik

2.1.1. Pengertian

Di masa lampau, konduktivitas hidrolik sering diistilahkan dengan permeabilitas. Penggunaan kata permeabillitas sering membingungkan, karena Permeabilitas seringkali diterapkan sama dengan konduktivitas hidrolik, sedangkan permeabilitas secara umum mencakup kemudahan cairan, gas dan akar menembus tanah, sehingga untuk penggunaan kata permeabilitas diperlukan keterangan spesifik seperti permeabilitas cair (Hillel, 1982). Konduktivitas hidrolik merupakan ukuran kemampuan tanah melalukan air (Gusli, 1995).

Konduktivitas hidrolik didefinisikan oleh hukum Darcy, untuk aliran vertikal satu dimensi, sebagai :

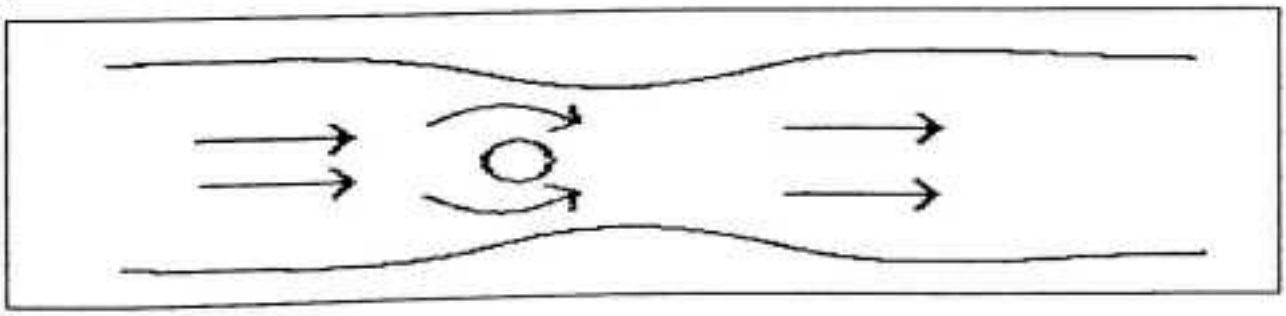
$$Q = - K(\theta) . \partial H / \partial Z \quad \ldots\ldots\ldots\

2.1.2. **Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konduktivitas Hidrolik.**

Hantaran hidrolik tanah tergantung pada ketersambungan pori dan tingkat pengisian pori oleh air. Tingkat pengisian pori oleh air mempengaruhi kecepatan aliran karena menentukan (1) jumlah air yang mengalir (2) panjang alur air (3) jumlah gesekan yang dialami ketika mengalir. (Pairunan et al, 1997). Porositas yang tinggi tidak selamanya menunjukan akuifer yang produktif, karena sebahagian besar airnya masih terhambat pada rongga pori (Linsley, 1996).

Tekstur dan struktur berbagai horison mempunyai peranan penting dalam konduktivitas hidrolik. Tanah berpasir mempunyai konduktivitas hidrolik yang tinggi dan daya menahan air yang rendah, sehingga pergerakan air lebih mudah dan cepat. Sebaliknya tanah yang bertekstur halus umumnya mempunyai konduktivitas hidrolik yang rendah, terjadinya pembengkakan koloid serta adanya udara yang terperangkap pada tanah dengan mineral liat tipe 2:1 dapat menyebabkan konduktivitas hidrolik menjadi rendah (Hakim et al, 1986).

Dalam prakteknya sangat sulit menjenuhkan tanah dalam air tanpa adanya udara yang terperangkap. Gelembung udara yang terhambat dapat menahan saluran pori seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Gelembung udara yang terperangkat pada tanah yang jenuh

Perubahan suhu pada tanah bisa menyebabkan air mengalir melarutkan gas atau melepaskan gas juga akan menyebabkan suatu perubahan volume fase gas sehingga mempengaruhi konduktivitas hidrolik (Hillel, 1982).

Tanah bertekstur halus biasanya merupakan penghantar air yang tidak terlalu baik, tetapi jauh lebih baik daripada tanah bertekstur kasar dalam keadaan tidak jenuh atau pada harga potensial matriks negative (Pairunan, 1997).

2.1.3. Pengaruh Beban Terhadap Konduktivitas Hidrolik

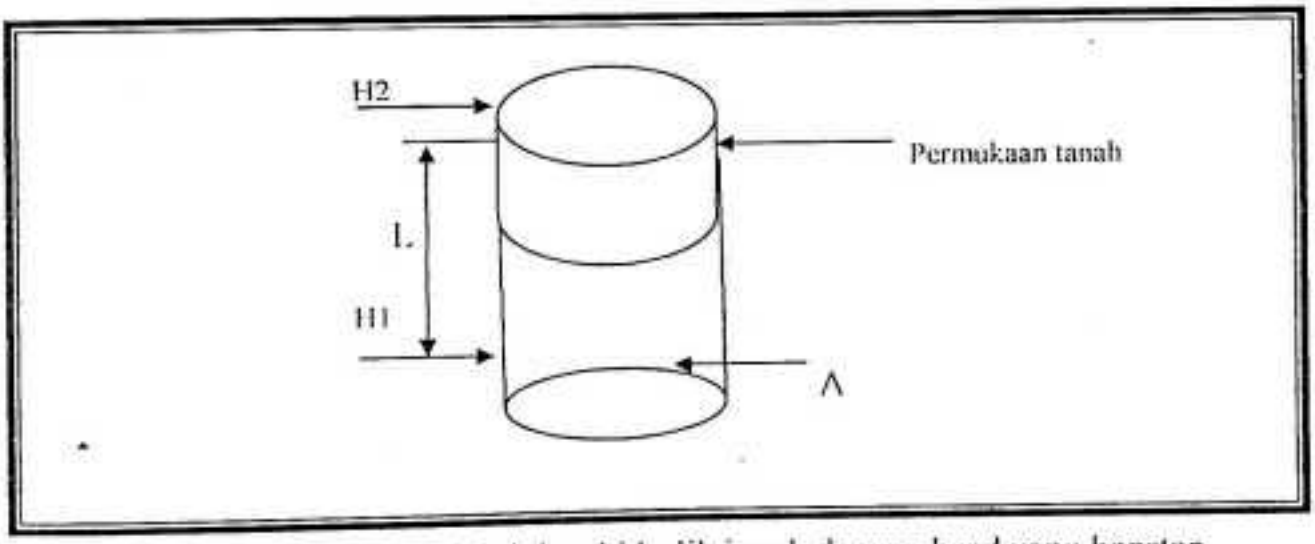
Selain hambatan mekanis, pemadatan tanah akibat tekanan beban juga menghalangi sirkulasi air dan udara didalam tanah, karena berkurangnya jumlah pori makro. Akibatnya hambatan pada aerase dan drainase akan menyebabkan konduktivitas hidrolik yang rendah karena meningkatnya gaya gesek pada akuifer (Harris,1971; Wani dan Utomo,1995).

Kerapatan isi (bulk density) ditentukan oleh jumlah pori dan kepadatan tanah (Soepardi, 1983). Penambahan beban yang baru secara priodik terhadap tanah menekan pori yang berlebih dan kerapatan isi yang meningkat, sehingga menghambat lalu lintas air yang menurunkan kondiltivitas hidrolik tanah (Leonards,1962; Bowles,1993).

2.1.4. Pengukuran Konduktivitas Hidrolik.

Pada tahun 1856 M Henry Darcy, seorang pakar hidrolik dari Prancis mempublikasikan hasil percobaannya di laboratorium kota Dijon tentang aliran air melalui pasir. Hasil analisa ini dikenal dengan hukum Darcy (Kodoatie R.J,1996).

Seperti ditekankan pada persamaan (1), dimana K ditulis sebagai - K(θ), pada pengukuran konduktivitas hidrolik pada keadaan jenuh air, dengan menggunakan kolom tanah dengan panjang L (mm) dan luas A (mm^2). Perbedaan hidrolik headnya dipertahankan (H2 – H1).



Gambar 2. Pengukuran konduktivitas hidrolik jenuh dengan head yang konstan

Untuk pengukuran yang dimaksud seperti pada gambar 2, persamaan 1 dapat disesuaikan menjadi $Ks = V.L / A.t\,(H2 - H1)$. .....(2)

Dimana Ks adalah konduktivitas hidrolik, L sebagai panjang kolom tanah, V adalah volume air yang mengalir melalui sampel tanah, dan luas A selama waktu t (Gusli, 1995).

UPT PERPUSTAKAAN

2.2. Konsolidasi

2.2.1 Pengertian

Konsolidasi (pemantapan tanah) merupakan penurunan tanah dibawah pengaruh beban dalam jangka waktu tertentu (Hillel, 1982). Konsoilidasi merupakan penurunan tanah satu dimensi (vertikal) sehingga tidak terdapat aliran air atau pergerakan tanah lateral sehingga diperoleh persamaan (3).

$$S = \Delta H / H \text{ atau } S = Ho - H1 / Ho \quad \ldots\ldots(3)$$

Dimana S adalah konsolidasi tanah, ΔH adalah penurunan tanah akibatt tanbahan beban , H adalah tebalnya contoh tanah dilaboratorium (Bowles, 1993).

2.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Konsolidasi

Semua faktor yang mempengarruhi kekuatan geser dan kekuatan tarik akan mempengaruhi pemantapan (konsolidasi) tanah. Dalam hal ini termasuk tekstur kandungan air tanah macam kation dan kepadatan susunan (Islami dan Utami,1995).

Liat dan tanah bertekstur halus lainnya dengan porositas lebih tinggi umumnya mempunyai total kemampuan dapat tekan lebih besar tetapi kecepatan pemantapannya akan pelan (Hillel, 1982): Tanah yang terdiri dari lempung penurunannya lebih besar dibandingkan tanah berpasir. Penurunan pada tanah lempung memakan waktu yang lama karena daya rembesan air rendah (Wesley, 1988).

Besarnya kadar air mempermudah pemantapan tanah. Karena lapisan air memperlemah ikatan antar partikel, sehingga menyebabkan pengembangan dan pelepasan

partikel tanah. Adanya air pada partikel-partikel tanah akan lebih mempermudah partikel-partikel tanah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kolom yang lebih rapat (Das, 1985).

Kerapatan limbak (bulk density) ditentukan oleh jumlah pori dan penurunan tanah (Soepardi, 1983). Besarnya porositas tanah dapat memperkecil kerapatan isi (Buckman dan Brady, 1982). Pori yang terisi air bila diberikan tambahan beban diatasnya maka air pori akan mengalir dari lapisan tanah dan volume menjadi lebih kecil sehingga terjadi konsolidasi (Wesley, 1988).

2.2.3 Pengaruh Konsolidasi terhadap Konduktivitas Hidrolik

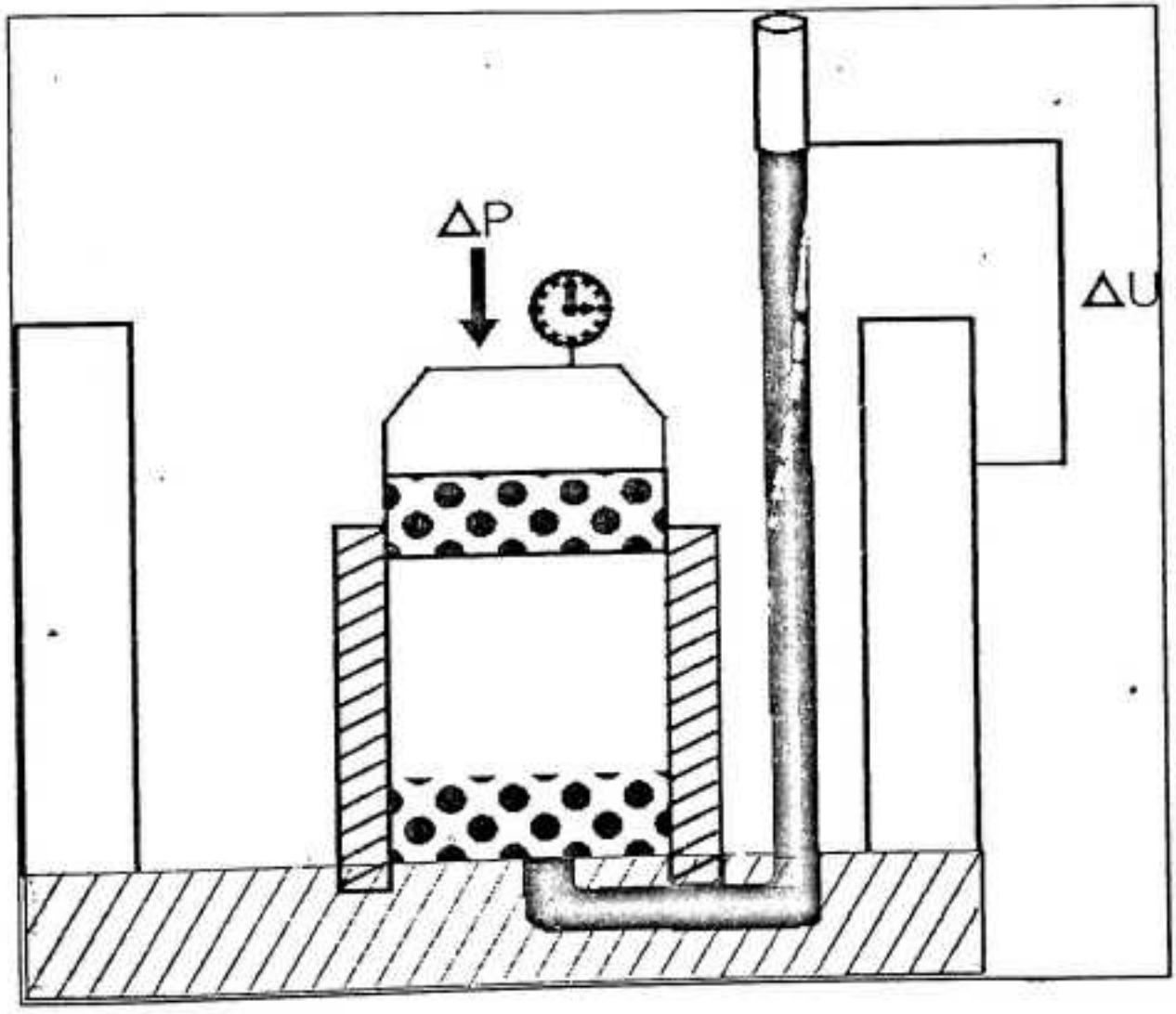
Konsolidasi pada tanah berbutir halus yang jenuh ataupun jenuh sebahagian mempunyai koefisien konduktivitas hidrolik relatif rendah. Pada tanah dengan kandungan pasir yang tinggi konsolidasi berlangsung dengan cepat dan konduktivitas hidrolik relatif cepat (Bowles, 1993).

Permeabilitas (konduktivitas hidrolik) pada tanah yang berstruktur remah relatif tinggi dibandingkan tanah yang berstruktur flokulasi. Tanah yang berstruktur remah merupakan tanah yang paling tidak dapat ditekan (terkonsolidasi) (Hillel, 1982).

Besarnya perubahan konsolidasi pada jenis tanah yang berbeda sangat berpengaruh pada permeabilitas (konduktivitas hidrolik) tanah. Perubahan nilai konsolidasi berbanding terbalik dengan nilai permeabilitas tanah (Bowles, 1993).

2.2.4 Pengukuran Konsolidasi

Untuk mencapai kerapatan total tanah yang tinggi dan memperkecil pori R.R. Proctor mengembangkan "uji proctor" yang dirancang untuk menentukan kadar air tanah dimana proses pemadatan tanah dapat dicapai dengan efektif dengan adanya pemantapan tanah (Hillel, 1982).



Gambar 3. Skema Uji Konsolidasi Cincin Tetap (Fixed-Ring) Yang Dikerjakan Pada ΔP Melalui Pembebanan Batu Berpori

Pada tahun 1920 sampai 1924, Terzahgi mengembangkan teori konsolidasi konsep tekanan pori dan tegangan efektif dengan mengggunakan uji cincing tetap Dalam cincin tetap(fixed-ring) seperti pada gambar 3, contoh berdrainase melalui bagian atas batu berpori karena cincin tersebut rapat dengan dasar, schingga air pada dasar akan naik pada tabung pizometer setelah ΔP bekerja. Tabung pizometer (buret 100 mL)dapat dipakai untuk melakukan uji Permeabilitas (Bowles, 1993).

2.3. Stabilitas Agregat

2.3.1. Pengertian Stabilitas Agregat

Stabilitas agregat merupakan gambaran kemampuan agregat tanah untuk bertahan terhadap kemungkinan terjadinya kerusakan baik oleh air maupun oleh kekuatan mekanik (Baver et al, 1972; Hillel, 1982). Stabilitas agregat pada sistem tanah dapat dicapai jika ada kesembangan antara muatan negatif pada permukaan liat dengan muatan posistif pada larutan tanah (Hillel, 1982). Untuk menghancurkan suatu massa tanah menjadi agregat-agregat diperlukan suatu gaya. Besarnya gaya yang diperlukan untuk menghancurkan agregat merupakan ukuran stabilitas dari agregat yang bersangkutan (Gusli, 1995).

2.3.2. Pengaruh Stabilitas Agregat Terhadap Kemudahan Terjadinya Konsolidasi

Stabilitas agregat tanah merupakan salah satu manifestasi dari kemantapan struktur tanah. Tanah yang mudah terdispersi lebih berpotensi mengalami pengompakan (Islami dan Utomo, 1995). Salah satu sifat tanah yang terkait dengan stabilitas agregat adalah struktur tanah yang mempunyai dua aspek penting yaitu sifat fisika-kimia liat yang menyebabkan flokulasi dan adanya bahan pengikat butir-butir primer sehingga terbentuk agregat yang mantap (Arsyad, 1989).

Craford (1964) dalam Islami dan Utomo (1995) melaporkan bahwa pada mulanya perubahan rasio ruang yang terjadi karena diberi tekanan pada mineral liat yang termasuk kelompok kaolin lebih rendah daripada mineral liat montmorollit dan mineral illit, tapi setelah strukturnya rusak, perubahan rasio ruang pada tanah bertekstur flokulasi sangat besar dan lebih tinggi daripada tanah dengan struktur random.

2.3.3. Pengukuran Stabilitas Agregat

Emerson (1967) telah menguji stabilitas agregat tanah dengan melihat proses yang terjadi pada agregat. Pada uji ini, kelas stabilitas agregat dibagi dalam 8 kelas. Pengujian ini sangat mudah, akan tetapi mempunyai kelemahan karena bersifat visual dan sangat subyektif. Uji ini sangat aplikatif pada tanah-tanah yang mudah terdispersi (Gusli, 1995).

Bruce-Okine dan Lal (1975) memperkenalkan pengukuran stabilitas agregat dengan menggunakan simulator hujan butir tunggal. Metode ini menekankan perhitungan

pada energi kenetik dan intensitas hujan sebagai agen penghancur agregat. Besarnya energi kenetik hujan merupakan hasil perkalian massa dengan kecepatan jatuh butir hujan.

Selanjutnya pengukuran stabilitas Agregat dengan menggunakan metode "Dispertion Ratio (DR)". Prinsip metode ini adalah membandingkan proporsi debu dan liat terdipersi didalam air sebagai akibat dari dispersi lemah dengan proporsi debu dan liat yang diperoleh melalui dispersi sempurna pada analisa ukuran partikel (Richardson,1976; Gusli,1995). Semakin tinggi nilai DR, semakin tidak stabil agregat tanah dan semakin besar kemungkinan akan ditemukan masalah struktur tanah dilapangan. Dispertion ratio dapat dijadikan indikasi kemudahan terjadinya dispersi dan besarnya perubahan struktur tanah karena pembasahan (Gusli, 1995).

III. BAHAN DAN METODE



3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini di lakuakan di Laboratorium Fisika Tanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar. Percobaan berlangsung dari awal Mei hingga Juni 2003.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah tiga jenis tanah yaitu tanah yang diambil dari contoh perkebunan Unhas Tamalanrea (TML), Tanah disekitar danau matano Soroako(SRK) dan tanah yang diambil dari Bangkala Barat kec. Bangkala Kabupaten Jenneponto(JPN). Sampel tanah yang diambil di lapangan dalam kondisi tanah terganggu (disturbed samples), aquades, air, pasir bersih, larutan kalgon dan larutan $CaCl_2$

Alat yang digunakan meliputi ring sampel, timbangan elektronik, oven, desikator, plat aluminium, piston, caliper (pengukur konsolidasi tanah), mistar, corong plastik, kain kasa, karet gelang, cawan, ayakan diameter 5 mm, ayakan 2 mm, sprayer, stop watch, pengaduk listrik, ayakan bersusun, tabung silinder, spatula dan beban (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,0 dan 7 kg).

3.3. Metode Penelitian

Percobaan ini dilakukan dengan mengacu pada prinsip hukum Darcy, dengan "Constant Head Method". Pada percobaan ini pengukuran konduktivitas hidrolik dilakukan pada keadaan tanah jenuh air, dengan menggunakan kolom tanah dengan panjang L mm dan luas mm^2, Dan perbedaan tinggi genangan dipertahankan selama pengukuran. Pada

masing tanah yang diuji, secara keseluruhan diperoleh 21 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak dua kali.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Penyiapan Sampel Tanah

Sampel tanah terganggu diambil pada lapisan olah, kemudian dikering udarakan lalu diayak dengan ayakan 5 mm. Sampel tanah dimasukkan ke dalam ring sampel sampai rata pada permukaan ring sampel. Sebelum diberikan perlakuan, sampel tanah terlebih dahulu dijenuhkan dengan cara bertahap (perlahan) hal ini dimaksudkan untuk mengurangi kerusakan pada saat pembasahan. Sampel tanah pada kondisi potensial matriks -0,5 kPa dipindahkan pada tray yang berisi pasir.

3.4.2. Pemberian Beban

Setelah sampel tanah dipindahkan pada tray, diletakkan plat aluminium diatas permukaan tanah dalam ring sampel. Plat aluminium diletakkan dengan kondisi sudah sesuai dengan luas permukaan ring sampel. Kemudian piston diletakkan diatas plat, hal ini dimaksudkan agar piston dapat menghantarkan tekanan beban pada

sampel tanah. Pengukuran konsolidasi tanah dilakukan selang waktu satu jam setelah pemberian beban, pengukuran dimulai dari permukaan ring hingga kepermukaan tanah yang mengalami penurunan.

3.4.3. Pengujian stabilitas Agregat

3.4.3.1. Tes Emerson

Penetapan stabilitas agregat dilakukan dengan mengikuti metode yang dijelaskan oleh Emerson (1968). Pada prinsipnya uji ini merupakan uji stabilitas agregat terhadap daya rusak air. Cara penetapan kelas stabilitas agregat menurut metode Emerson yaitu mengambil vial atau beaker berkapasitas 100 mL, air ± 20 mL dituangkan kedalam vial, lalu secara perlahan 3 butir agregat kering berdiameter

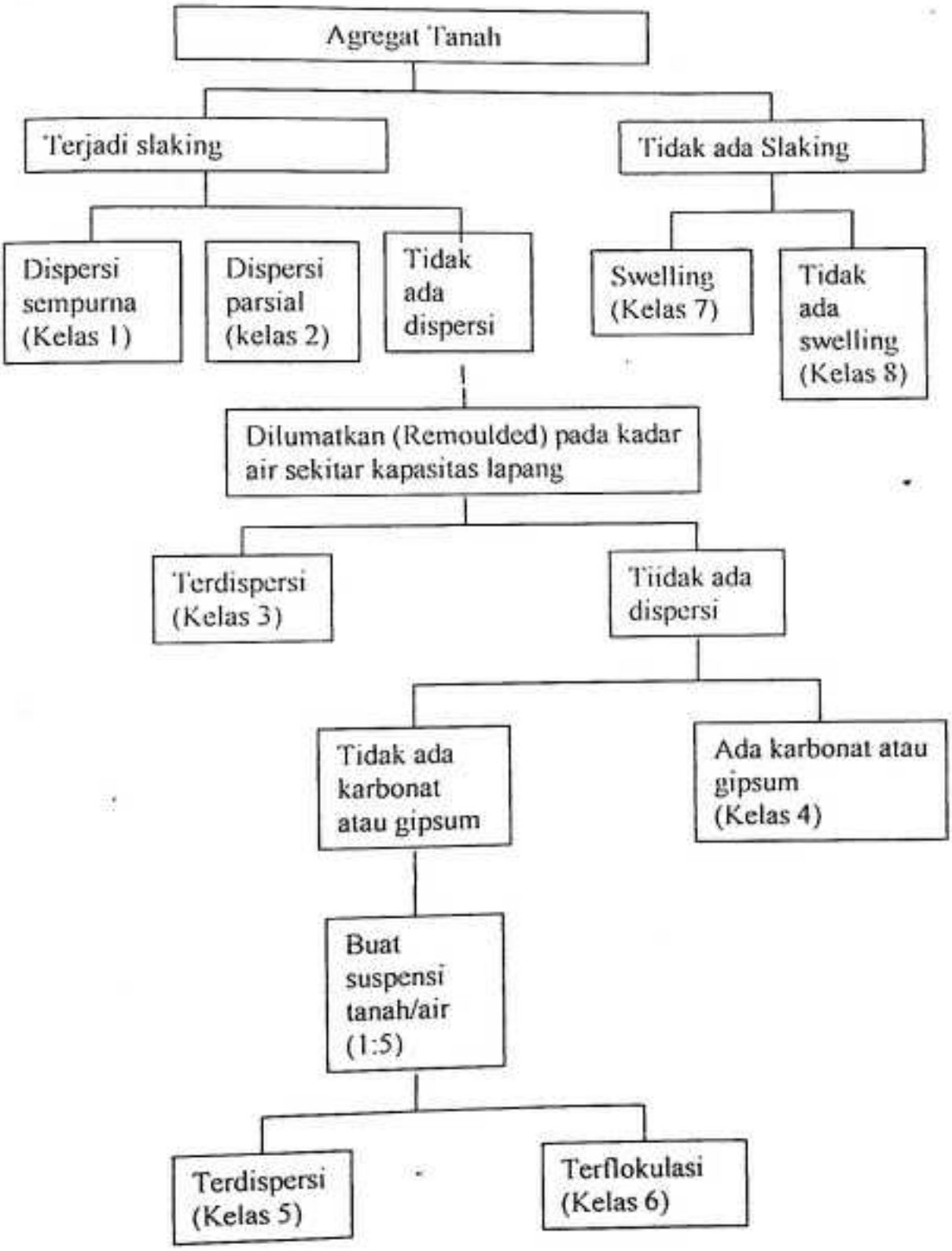
3 – 5 mm dijatuhkan pada vial. Setelah 2 jam diamati perubahan yang terjadi (dispersi, slaking atau swelling).

Apabila hasil yang dicapai tidak terjadi dispersi maka dilakukan uji lanjutan, yaitu dengan mengambil 10 mg tanah dan ditambahkan dengan air Aquadest, cukup untuk mendapatkan kandungan sekitar kapasitas lapang, tanah diremoulded (diplintir berulang-ulang pada kadar air sekitar kapasitas lapang) dengan spatulah selama 2 menit. Setelah itu dibuat bola dengan diameter sekitar 3 mm. Tanah yang telah dilumatkan (remoulded) dijatuhkan dalam air seperti pada agregat kering udara. Jika tanah masih tidak terdipersi, maka dilakukan uji stabilitas agregat dengan cara mencelupkan agregat dalam 20 mL larutan $CaCl_2$. Bila dari agregat yang dicelupkan tidak terlihat gas dibuat suspensi tanah/air (1:5) pedoman pelaksanaan dapat dilihat pada Gambar 4.

3.4.3.2. Rasio Dispersi

Stabilitas agregat dengan metode rasio dispersi diperoleh dengan membagi proporsi liat + debu berdasarkan dispersi lemah dengan proporsi liat +debu berdasarkan dispersi sempurna. Cara menentukan proporsi liat + debu berdasarkan dispersi lemah yaitu 20 g tanah dimasukkan ke dalam tabung silinder berkapasitas 1000 mL, kemudian ditambahkan 200 mL air demeneralised dan dibiarkan selama satu jam. Setelah satu jam suspensi dicukupkan satu liter, kemudian dibolak-balik secara teratur dengan frekunesi sekali pembalikan perdetik selama satu menit dengan cara menutup permukaan silinder dengan rapat. Setelah itu, suspensi dipipet sebanyak 20 mL dan dituang pada cawan aluminium lalu dikeringovenkan selama 24 jam pada suhu 105° C. Setelah dikeringovenkan sampel dimasukkan dalam desikator, kemudian ditimbang berat liat + debu.

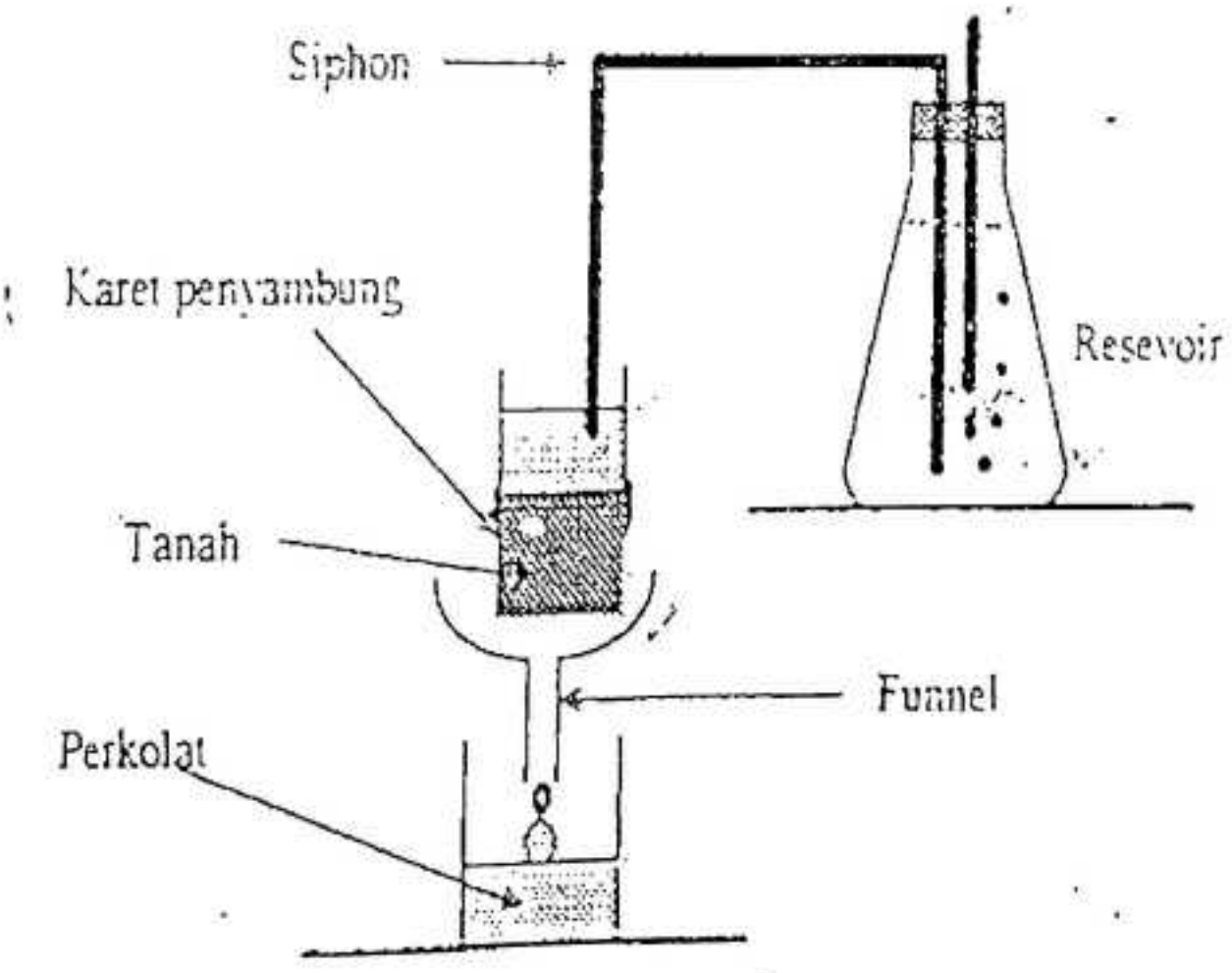
Untuk menentukan proporsi liat + debu berdasarkan dispersi sempurna yaitu 20 g tanah dimasukkan ke dalam tabung, kemudian ditambahkan 20 mL larutan kalgon dan diaduk dengan mesin pengaduk selama 5 menit. Setelah itu, sampel dituang ke dalam tabung silinder dan dicukupkan satu liter, lalu suspensi dikocok dan dipipet sebanyak 20 mL dan dituang ke dalam cawan aluminium, kemudian dikering ovenkan selama 24 jam pada suhu 105° C. Setelah dikering ovenkan sampel diamasukkan ke dalam desikator dan ditimbang berat liat + debu.



Gambar 4. Uji slaking, swelling dan dispersi Emerson (Emerson. 1997)

3.4.4. Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Tanah

Pengukuran konduktivitas hidrolik dilakukan dengan menggunakan sistem "constand head" (Klute, 1986) yang aparatusnya didesain secara sederhana oleh Sikstus Gusli (1995) seperti yang diperlihatkan pada gambar 5. Pengukurankonduktivitas hidrolik jenuh ini dilakukan pada contoh-contoh tanah yang telah diberi beban sesuai perlakuan.

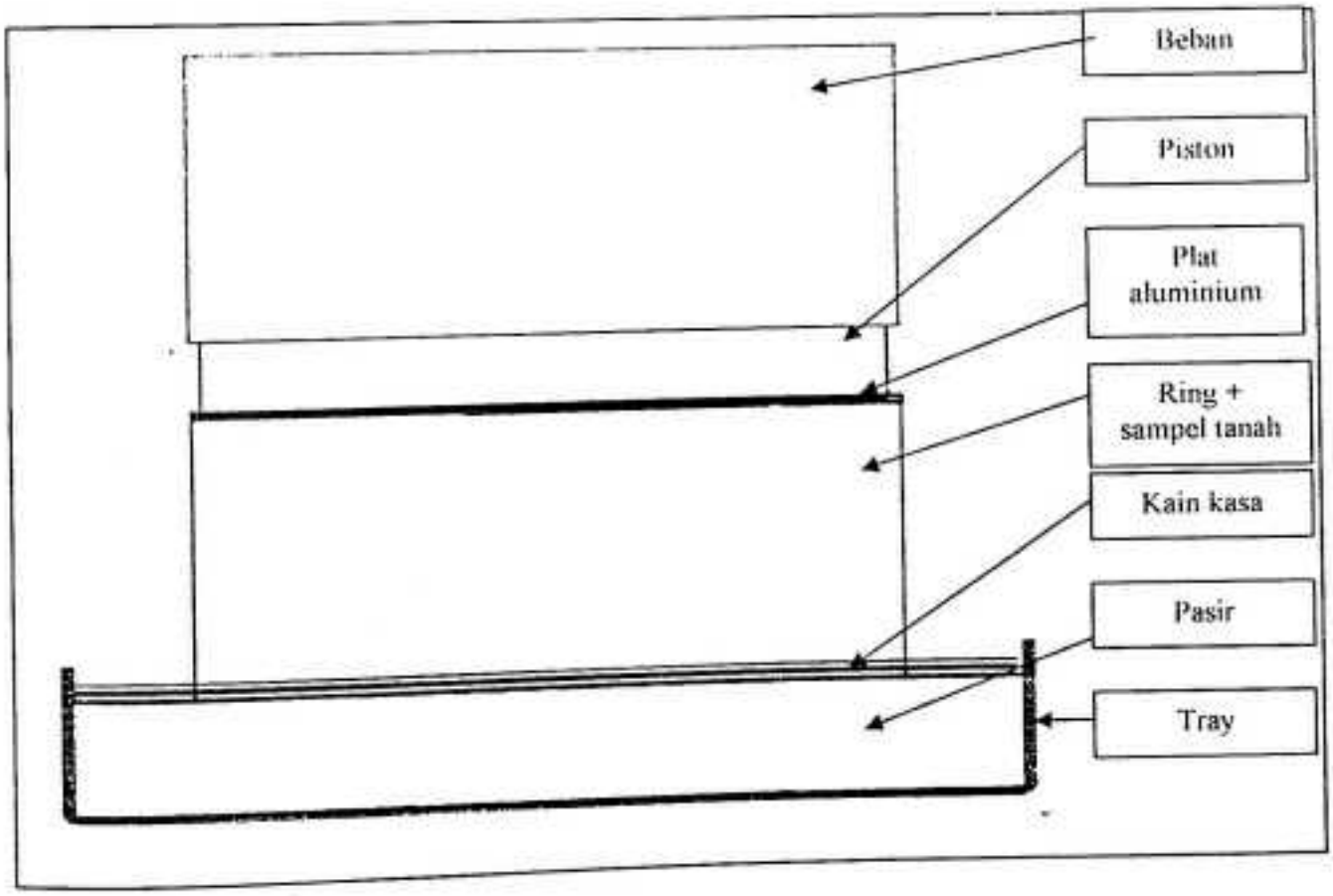


Gambar 5. Pengukuran konduktivitas hidrolik dengan sistem siphon (Gusli,1995)

3.5. Pengamatan

Pada penelitian *Tinggi tanah* ini parameter yang diamati meliputi tinggi tanah, konsolidasi, volume tanah, konduktivitas hidrolik, bulk density, total ruang pori, dispersion ratio, kelasifikasi stabilitas agregat, tekstur , kapasitas tukar kation (KTK), C. organik, Ca^{++}, dan Na dapat tukar.

Tinggi tanah. Tinggi tanah pada ring sampel diukur selang waktu 1 (satu) jam setelah pemberian beban (pengompakan), tinggi tanah diukur dengan dengan caliper (skala ketelitian 0,01 mm).



Gambar 6. Ilustrasi teknik aplikasi beban yang diterapkan (0,5; 1,5; 2;5; 3,5; 4,5; 5,0 dan 7,0 kg)

Konsolidasi. Besarnya konsolidasi tanah dihitung dengan menggunakan rumus

$$S = \frac{h_o - h_t}{h_0} \quad \text{.....(4)}$$

Dimana,

S = konsolidasi tanah(mm)

h_o = Tinggi tanah awal (mm)

h_t = Tinggi tanah setelah pengompakan atau konsolidasi (mm)

Volume tanah. Nilai Volume tanah dihitung dengan menggunakan persamaan (5)

$V_t = h \times A$ .....(5)

Dimana,

V_t = Volume tanah (cm3)

h = tinggi tanah (cm)

A = diameter dalam ring (cm2)

Konduktivitas hidrolik. Nilai konduktivitas hidrolik tanah dihitung dengan persamaan (6).

$$Ks = \frac{V \cdot L}{A \cdot t\,(H_2 - H_1)} \quad \text{.....(6)}$$

Dimana,

Ks = Konduktivitas hidrolik (mm/jam)

V = Volume air yang tertampung (mL)

L = Tinggi ring (mm)

A = Diameter (mm)

T = Waktu (jam)

H = Tinggi air dalam ring (mm)

Bulk Density. Bulk density dih tung dengan menggunakan persamaan (7) sebagai berikut :

$$\rho_b = \frac{M_{TKO}}{Vt} \quad \text{.....(7)}$$

Dimana :

ρ_b = Nilai bulk density setelah pengompakan ($Mg.m^{-3}$)

M_{TKO} = Massa tanah kering oven (g)

V_t = Volume tanah setelah pengompakan (Cm3)

Total ruang Pori. Nilai total ruang pori dihitung dengan persamaan (8) sebagai berikut.

$$f = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s} \quad \text{.....(8)}$$

UNIVERSITAS HA... UPT PERPUSTAKAAN

Dimana :

f = Total pori ($m^3.m^{-3}$)

ρ_b = Kerapatan isi (Mg.m^{-3})

ρ_s = Kerapatan Partikel (2,65 Mg.m^{-3})

Rasio dispersi. Rasio dispersi di hitung berdasarkan persamaan (9).

$$DR = \frac{\text{Proporsi liat + debu dispersi lemah}}{\text{Proporsi liat + debu dispersi sempurna}} \quad \ldots\ldots\ldots (9)$$

Tabel 1. Kriteria Umum Untuk Interpretasi Nilai Rasio Dispersi (Gusli, 1995).

Dispersion Ratio	Interpretasi
< 0,05	Sangat Stabil
0,05 – 0,10	Stabil
0,11 – 0,16	Cukup stabil
0,17 – 0,25	Transisi antaraCukup Stabil dan suatu tingkat ketidak stabilan
0,26 – 0,30	Tidak Stabil
> 0,30	Sangat Tidak Stabil

Kelasifikasi Stabilitas Agregat. Kelasifikasi Stabilitas Agregat ditentukan dengan mengunakan metode Emerson Test, Pada metode ini stabilitas dibagi kedalam 8 kelas berdasarkan stabilitasnya dalam air.

Analisis Ukuran Partikel (AUP). AUP dianalisis dengan menggunakan metode analisis tekstur tanah dengan rincian ukuran partikel liat, debu, dan pasir. Rincian partikel pasir sangat kasar, pasir sedang, pasir halus dan pasir sangat halus digunakan ayakan bersusun menurut kriteria USDA. Analisis dilakukan dengan metode pipet (Gee dan Bouder, 1986).

Analisis sifat kimia tanah. Analisi sifat kimia tanah diamati dengan menggunakan metode seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Metode pengamatan beberapa sifat kimia tanah.

Sifat kimia tanah	Metode
Ca^{++} dd	Amonium asetat (pada pH 7)
Na. dd	Amonium asetat (pada pH 7)
ESP	Amonium asetat (pada pH 7)
C. organic	Walkley dan Black
KTK	Amonium asetat (pada pH 7)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Stabilitas dan Konduktivitas Hidrolik

Hasil analisis konduktivitas hidrolik pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil dan sangat stabil menurut uji rasio dispersi menunjukkan bahwa pada tanah dengan stabilitas agregat sangat stabil yang masuk dalam kategori kelas 4 berdasarkan uji Emerson, konduktivitas hidroliknya relatif rendah dibandingkan dengan tanah yang stabilitas agregatnya cukup stabil (kelas 2 berdasarkan uji Emerson) dan stabil (kelas 3 berdasarkan uji Emerson).

Nilai konduktivitas hidrolik tertinggi diperoleh pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (9[illegible],708 mm/jam) pada tanah yang diambil di Tamalanrea dan nilai konduktifitas hidrolik terendah diperoleh pada tanah dengan stabilitas agregat sangat stabil pada tanah yang diambil disekitar danau Matano Soroako (0,88 mm/jam), data selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

Keriteria konduktivitas hidrolik bervariasi mulai dari sangat lambat, agak lambat, sedang, dan agak cepat berdasarkan kriteria konduktivitas hidrolik survey tanah Amerika Serikat. Tekstur dan gaya gesek dapat menyebabkan bervariasinya kriteria konduktivitas hidrolik, tanah yang bertekstur halus umumnya mempunyai konduktivitas hidrolik rendah. (Hakim et al,1990).

Tabel 3. Hasil analisis konduktivitas hidrolik, stabilitas agregat, pada tanah Alfisol, Vertisol, dan Oxisol.

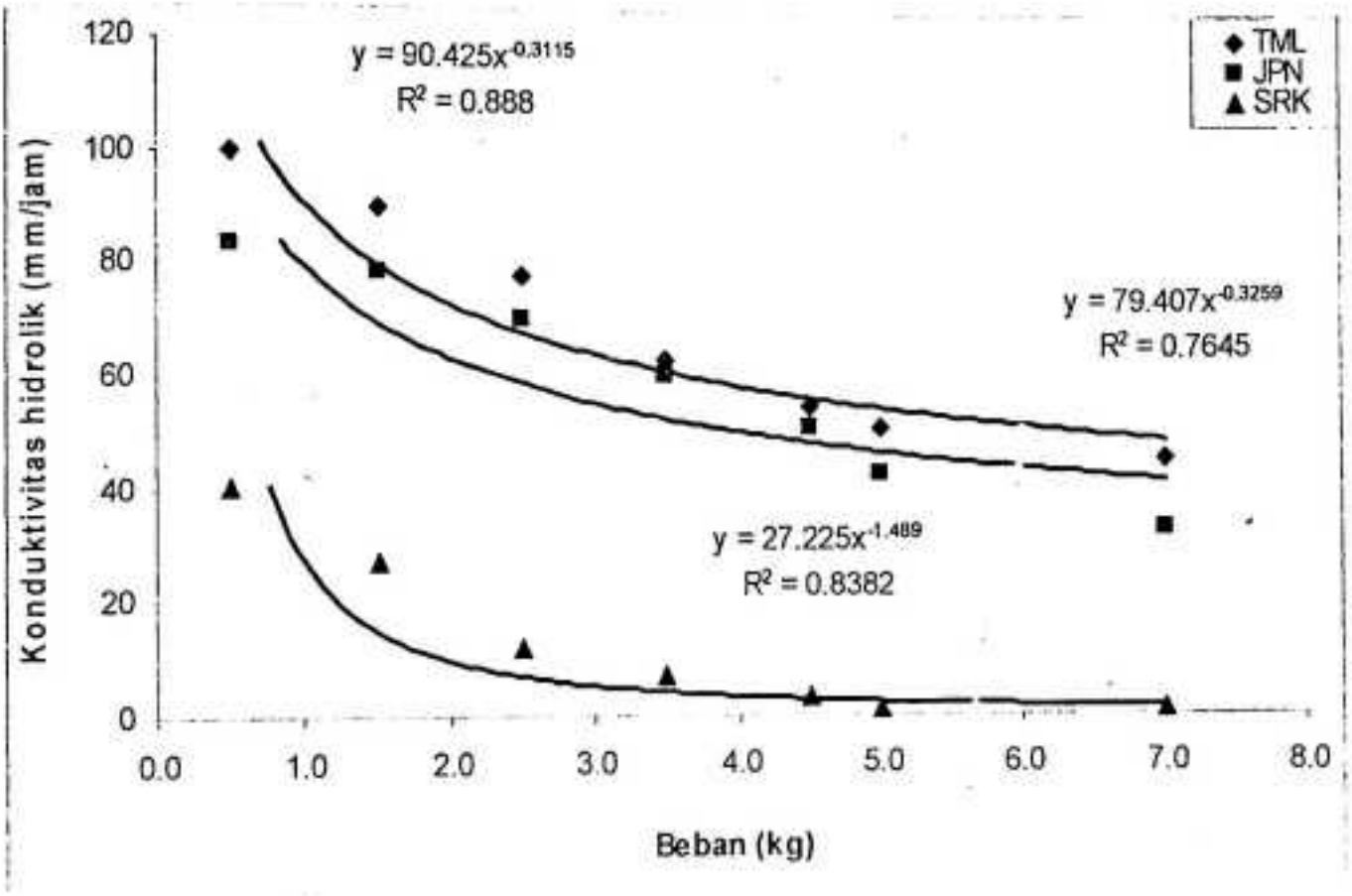
Jenis tanah	Stabilitas Agregat		Beban (kg)	Konduktivitas hidrolik (mm/jam)	Kriteria Konduktivitas Hidrolik
	Tes Emerson	Rasio Dispersi			
TML	(kelas 3)*	Stabil	0.50	99.708	Agak cepat
			1.50	89.983	Agak cepat
			2.50	77.842	Agak cepat
			3.50	63.121	Sedang
			4.50	55.083	Sedang
			5.00	51.005	Sedang
			7.00	45.941	sedang
JPN	(kelas 2)**	Cukup Stabil	0.50	83.724	Agak cepat
			1.50	73.852	Agak cepat
			2.50	64.272	Agak cepat
			3.50	48.451	Sedang
			4.50	41.607	Sedang
			5.00	32.449	Sedang
			7.00	16.487	Agak lambat
SRK	(kelas 4)***	Sangat stabil	0.50	40.456	Sedang
			1.50	27.089	Sedang
			2.50	15.036	Agak lambat
			3.50	7.067	Agak lambat
			4.50	3.504	Agak lambat
			5.00	1.273	Sangat lambat
			7.00	0.888	Sangat lambat

Ket : * Tidak terjadi dispersi ketika dicelupkan dalam air, tapi terjadi dispersi setelah dilumatkan.
** Terdispersi parsial setelah dicelupkan dalam air.
*** Ketika dicelupkan dalam air tidak ada disperse, tetapi terjadi slaking sempurna seketika. Sesudah dilumatkan tetap tidak terdispersi karena mengandung karbonat/gypsum.

4.2. Konsolidasi dan Konduktivitas Hidrolik

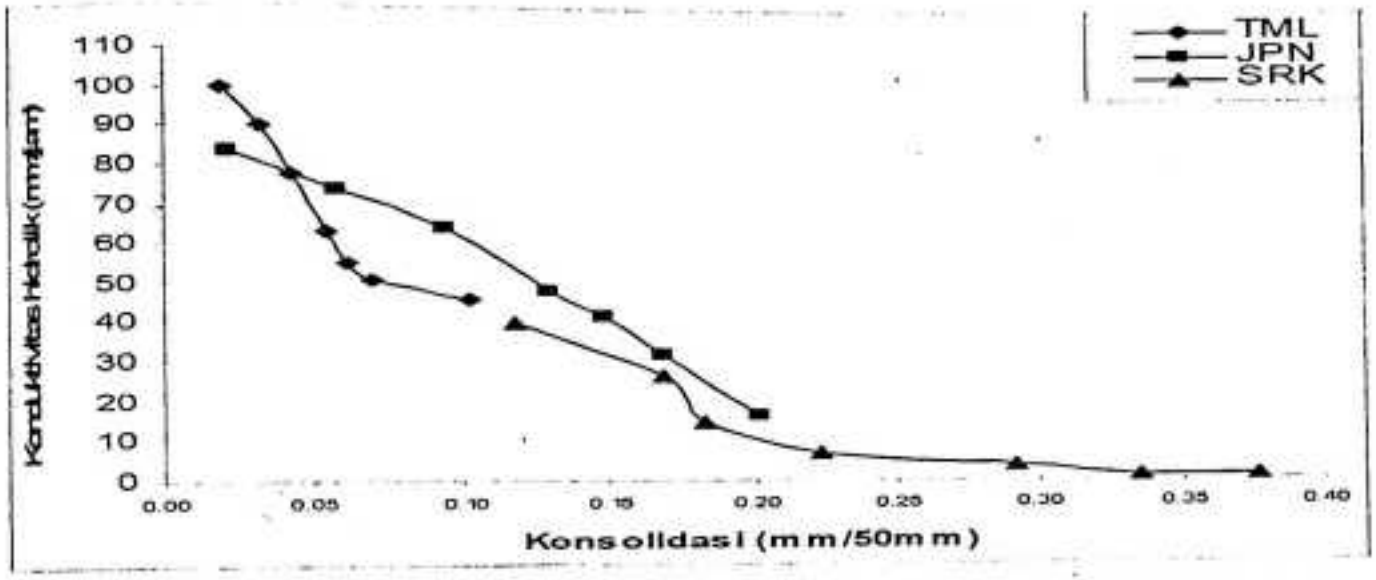
Hasil analisis sampel tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil (kelas 2), stabil (kelas 3), dan sangat stabil (kelas 4), menunjukkan bahwa konduktivitas hidrolik semakin lambat dengan bertambahnya beban yang diberikan. Gambar 7 diperlihatkan bahwa pemberian beban statis (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5.0; dan 7,0 kg) yang setara dengan tekanan (1,103; 3,306; 5,514; 7,719; 9,925; 11,028; 15,439; kPa) mengakibatkan konduktivitas hidrolik menurun mengikuti pola fungsi pangkat. Tanah dengan stabilitas agregat stabil (kelas 3) memperlihatkan nilai konduktivitas hidrolik yang tertinggi (99,708mm/jam). Sementara, tanah dengan kelas 4, walaupun dikelaskan sangat stabil oleh Emerson (1968), mengalami konsolidasi paling tinggi dan konduktivitas hidrolik paling rendah. Kelasifikasi Emerson pada tanah yang mendung gypsum dan karbonat bisa menyebabkan tanah tidak terdispersi (sehingga di sebut stabil), tetapi karena terjadi slaking maka tanah mengalami konsolidasi dan penurunan konduktivitas hidrolik.

Cohron (1971) menyimpulkan bahwa semakin besar tekanan yang bekerja di atas permukaan tanah maka kedalaman tanah yang mengalami pemadatan akan semakin meningkat. Pemadatan tanah menyebabkan hambatan aerase dan drainase yang menyebabkan konduktivitas hidrolik tanah yang rendah karena meningkatnya gaya gesek pada akuifer (Wani dan Utomo 1995).



Gambar 7. Perubahan konduktivitas hidrolik akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN), dan sangat stabil SRK)

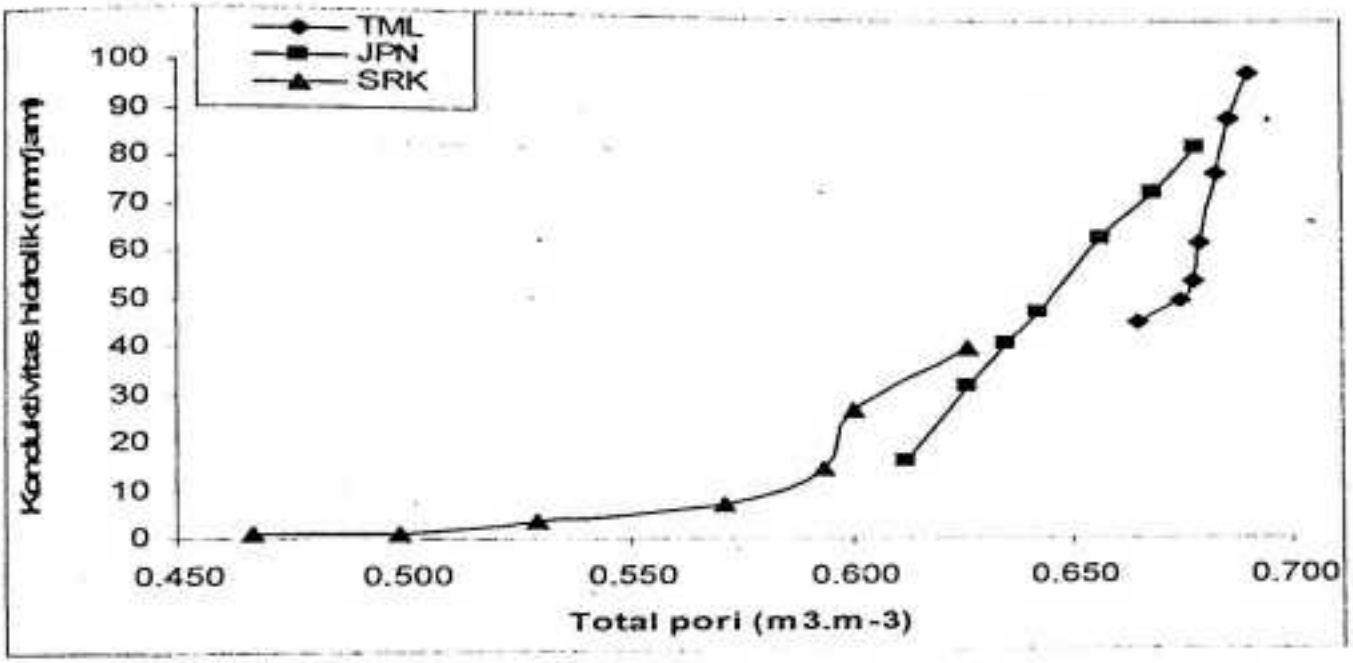
Pada tanah yang mengalami slaking kurang dari dua menit (kelas 4) nilai konduktivitas hidroliknya relatif rendah dibandingkan dengan tanah yang tertdispersi parsial (kelas 2) dan tanah yang terdispersi setelah diremoulded (kelas 3). Karena pada tanah kelas 4 mengalami konsolidasi yang tinggi (data selengkapnya disajikan pada tabel 8). Nilai konsolidasi tanah dapat menggambarkan nilai konduktivitas hidrolik, dimana nilai konsolidasi selalu berbanding terbalik dengan nilai konduktivitas hidrolik (Bowles,1993).



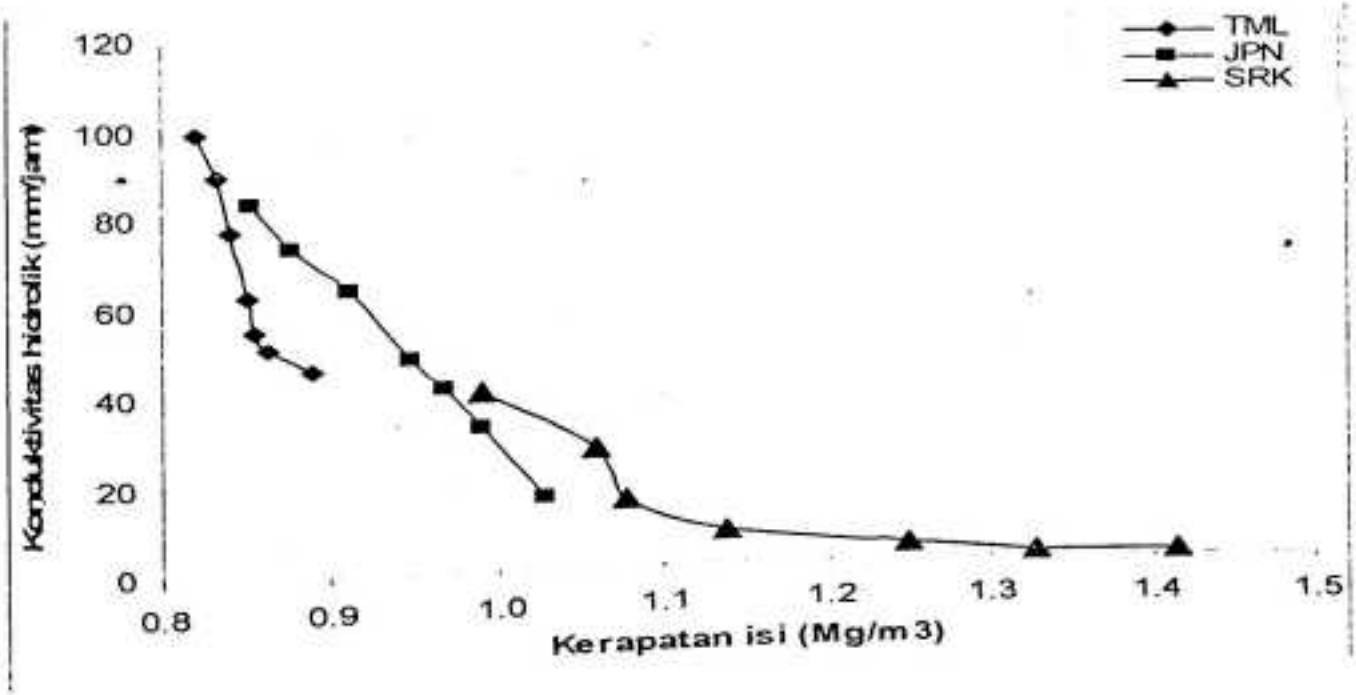
Gambar 8. Perubahan konduktivitas hidrolik dan konsolidasi akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN), dan sangat stabil (SRK)

Meningkatnya nilai konsolidasi menyebabkan nilai koduktivitas hidrolik menjadi rendah karena adanya hambatan yang bekerja pada medium semakin besar, sehingga menghambat pergerakan air dalam medium tersebut karena berkurangnya pori dan meningkatnya gaya gesek (Bowles, 1993).

Meningkatnya hambatan pada tanah dengan stabilitas agregat sangat stabil (Oxisol) disebabkan karena adanya kenaikan kerapatan isi dan berkurangya total pori, nilai kerapatan isi awal (0,804 Mg/m^3) dan total porinya (0,697$m^3.m^{-3}$) (data selengkapnya disajikan pada tabel 5). Konduktivitas hidrolik ditentukan oleh sejumlah faktor diantaranya ukuran pori dan berapa tegangan yang diperlukan untuk menahan air. Untuk gerakan jenuh, tegangan yang bekerja lebih rendah daripada gerakan tidak jenuh dan akibatnya pada gerakan jenuh konduktivitas hidrolik berbanding lurus dengan total pori (Soepardi,1983).



Gambar 9. Perubahan konduktivitas hidrolik dan total pori akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN), dan sangat stabil (SRK)

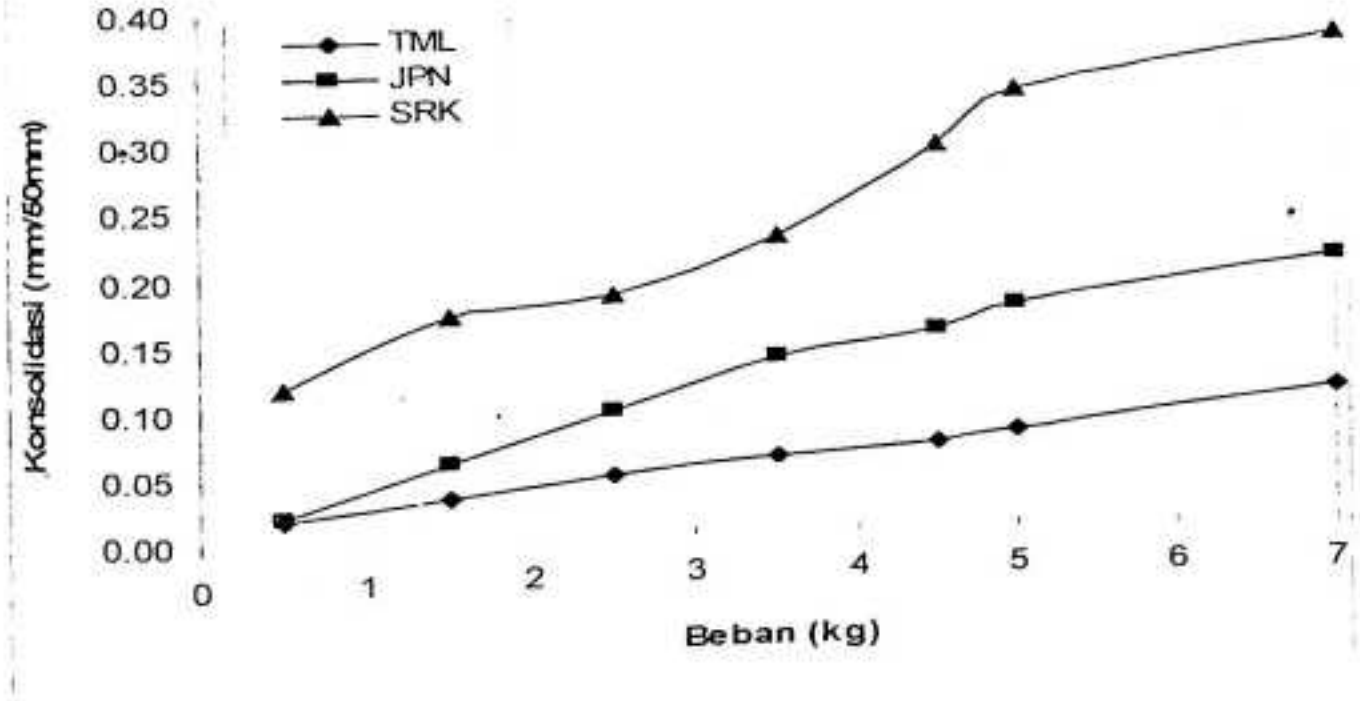


Gambar 10. Perubahan konduktivitas hidrolik dan kerapatan isi akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN), dan sangat stabil (SRK)

Hakim et all (1986) menggambarkan bahwa semakin tinggi kerapatan isi, total pori semakin berkurang dan konduktivitas hidrolik semakin rendah. Karena kurangnya pori-pori makro dan mikro yang dapat meloloskan air dan hambatan medium. Saat beban 7,0 kg pada tanah dengan stabilitas agregat sangat stabil (kelas 4) kerapatan isinya mencapai (1, 415 Mg/m^3), stabil (0,889 Mg/m^3) dan cukup stabil (1,029 Mg/m^3).

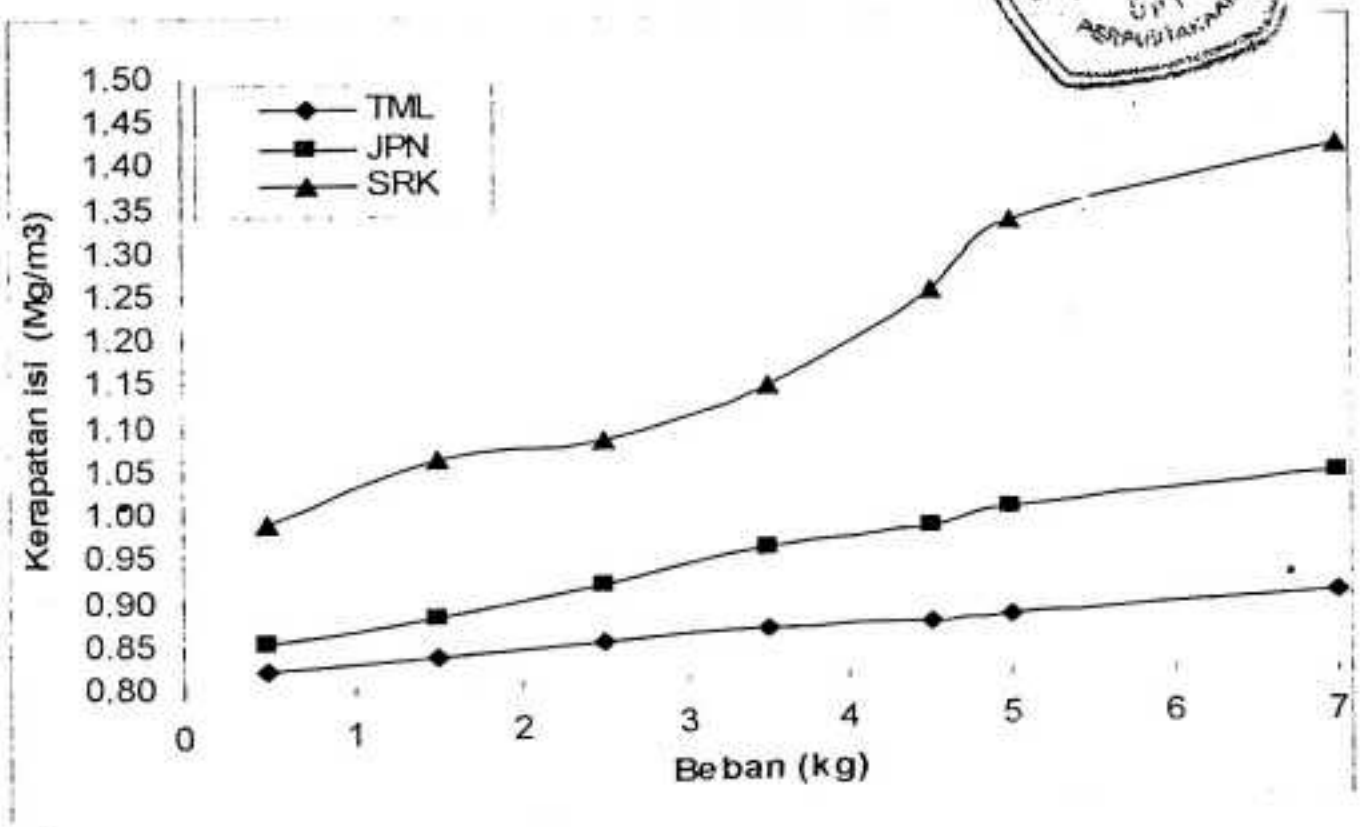
4.3. Konsolidasi dan Stabilitas Agregat

Peningkatan nilai konsolidasi tertinggi diperoleh dari perlakuan yang diberi beban 7,0 kg. Pada perlakuan ini, nilai konsolidasi tanah yang stabilitas agregatnya sangat stabil lebih tinggi (0,376 mm/50mm) dibandingkan dengan tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil (0,202 mm/50mm) dan stabilitas agregat stabil (0,102 mm/50mm).

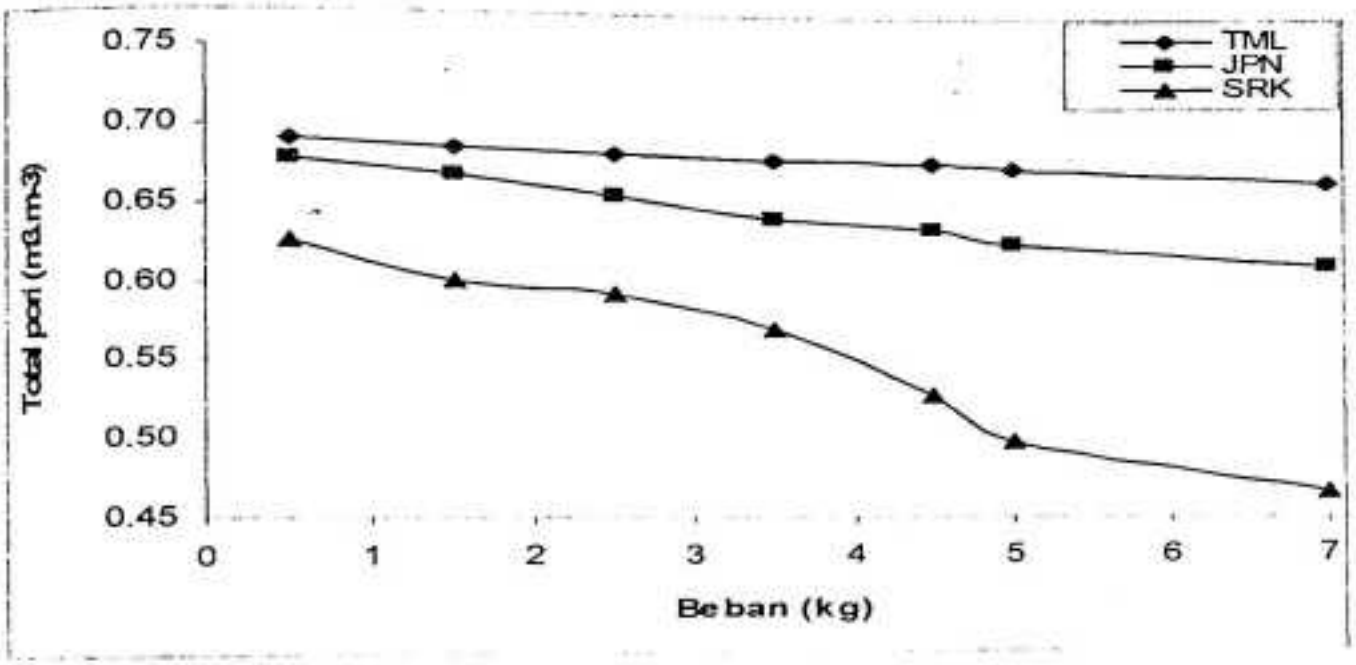


Gambar 11. Perubahan konsolidasi akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN), dan sangat stabil (SRK)

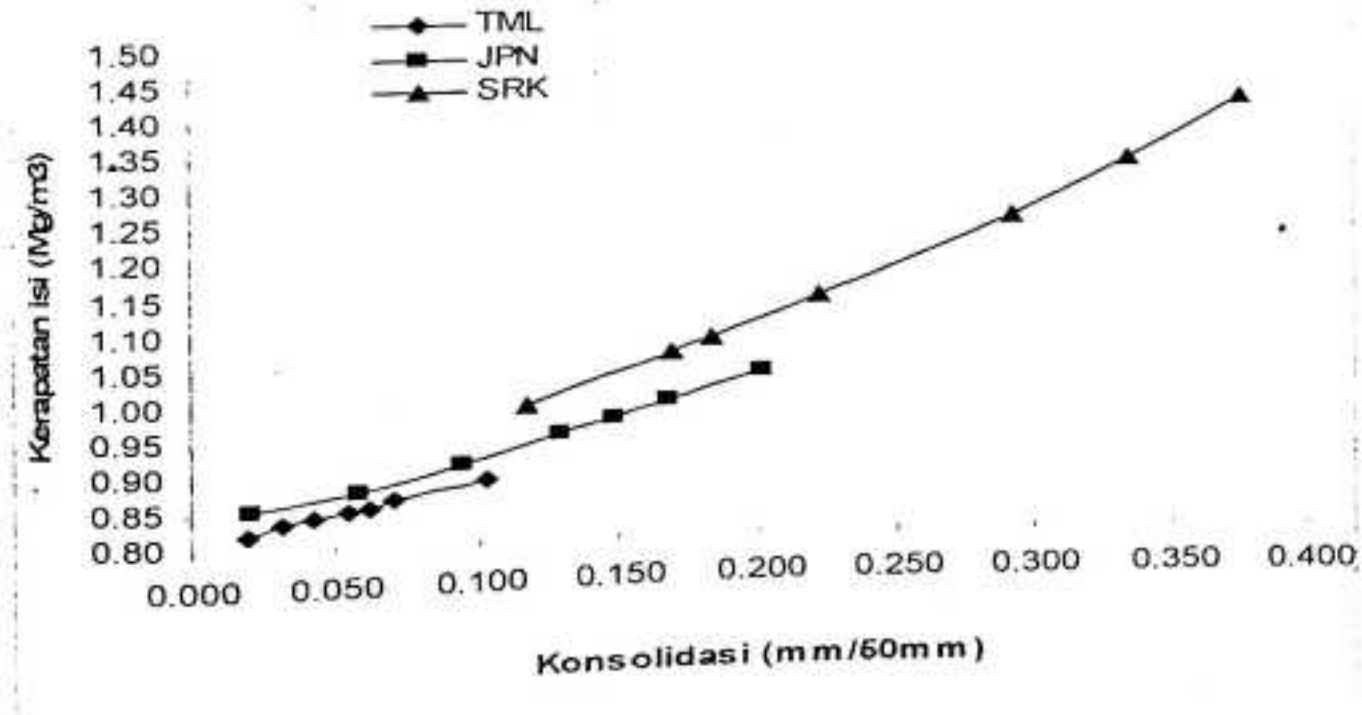
Seberapa besar tanah dapat mengalami konsolidasi ditentukan oleh besarnya tekanan yang bekerja di atas permukaan tanah (Gupta dan Larson,1985; Hillel, 1982). Peningkatan tekanan pada tanah akan mendorong terjadinya konsolidasi yang lebih besar. Tanah dengan proses struktur flokulasi sulit untuk dikompakkan dalam waktu yang singkat, tetapi setelah strukturnya rusak perubahan rasio ruang yang terjadi lebih besar dari pada yang berstruktur remah (Hillel, 1982; Islami dan Wani, 1995).



Gambar 12. Perubahan kerapatan isi akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN), dan sangat stabil (SRK)

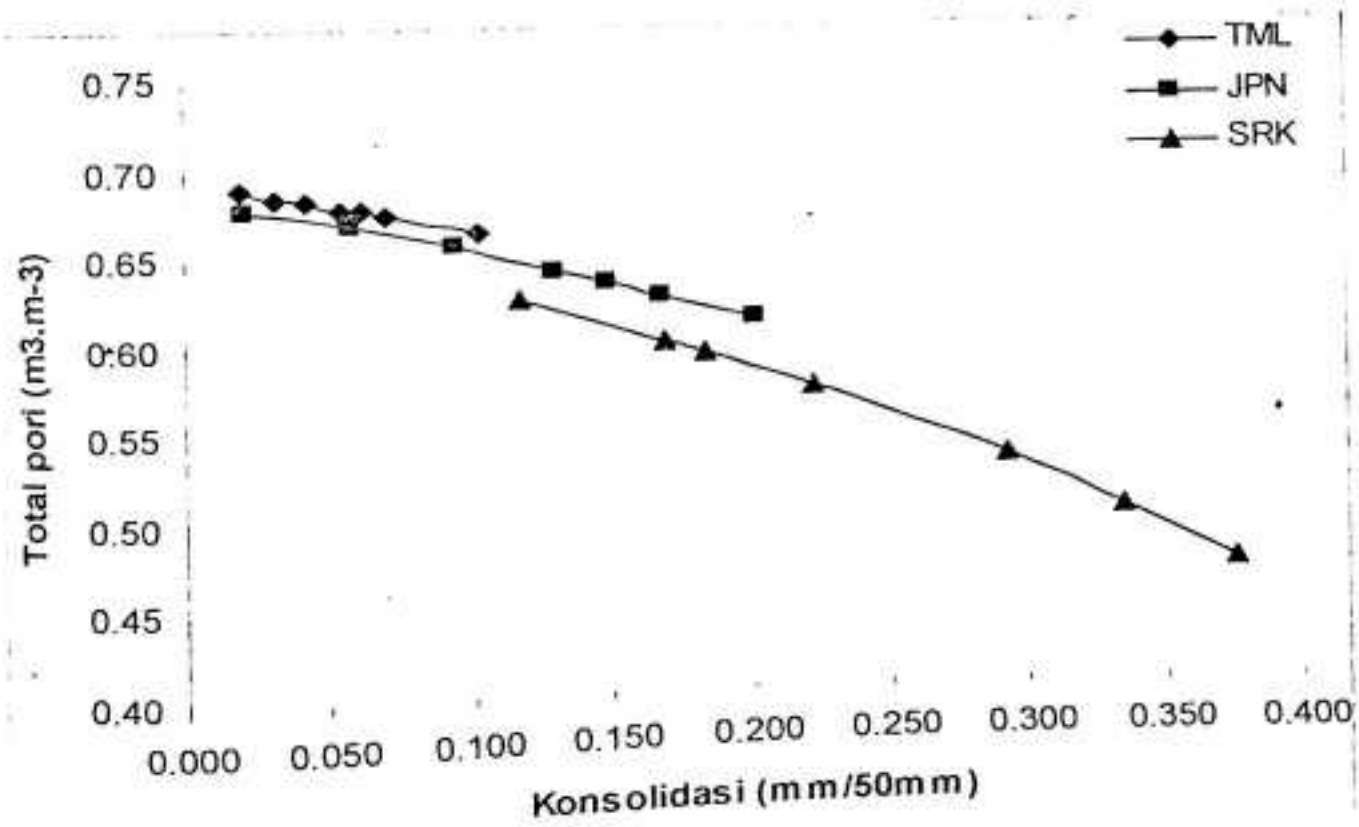


Gambar 13. Perubahan total pori akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN), dan sangat stabil (SRK)



Gambar 14. Perubahan kerapatan isi dan konsolidasi akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN) dan sangat stabil (SRK)

Gambar 14 menunjukkan nilai konsolidasi tanah berbanding lurus dengan nilai kerapatan isi. Tingginya nilai kerapatan isi disebabkan perubahan nilai konsolidasi akibat aplikasi beban yang ditetapkan pada percobaan. Peningkatan tekanan pada tanah akan mendorong terjadinya konsolidasi yang lebih besar (Hillel, 1982; Islami dan Wani, 1995). Konsolidasi tanah tidak hanya menyebabkan perubahan nilai kerapatan isi, tapi juga berdampak pada perubahan nilai total pori. Pada Gambar 15 diperlihatkan hubungan perubahan jumlah total pori akibat konsolidasi tanah setelah tanah diberi tekanan, dalam hal ini pemberian beban yang bervariasi dan statis pada tanah yang stabilitas agregatnya berbeda.



Gambar 15. Perubahan total pori dan konsolidasi akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (TML), cukup stabil (JPN), dan sangat stabil (SRK)

Sampel tanah yang diujikan memiliki kerapatan isi awal yang berbeda. Tanah dengan stabilitas agregat stabil memiliki kerapatan isi (0,817 Mg/m^3), cukup stabil (0,812 Mg/m^3), dan sangat stabil (0,804 Mg/m^3). Islami dan Wani (1995) mengemukakan bahwa tanah yang memiliki kerapatan isi yang rendah lebih berpotensi mengalami pemadatan. kerapatan isi merupakan salah satu indikasi yang dapat menggambarkan terjadinya pengompakan.

Islami dan Utomo (1995) mengemukakan bahwa tanah yang mudah terdispersi lebih berpotensi mengalami pengompakan. Hal ini sangat kontradiksi dengan hasil yang diperoleh dari pengompakan tanah yang diambil disekitar danau matano Soroako dengan stabilitas agregat sangat stabil berdasarkan metode rasio dispersi, pada metode ini nilai rasio dispersinya sangat rendah sehingga dikategorikan sangat stabil. Uji Emerson pada sampel tanah yang diambil disekitar danau matano masuk dalam stabilitas agregat kelas 4, karena terdapat karbonat atau gypsum sehingga tanah tidak mengalami dispersi tapi mengalami slaking penuh pada saat sampel dicelupkan dalam air dalam waktu kurang dari dua menit. Ini merupakan kelemahan metode rasio dispersi bila digunakan pada tanah yang mengandung karbonat atau gypsum yaitu kemungkinan tanah terjadi slaking tetapi karena tidak terdispersi maka tanah dapat dikategorikan stabil.

Terjadinya slaking penuh pada tanah dengan stabilitas agregat kelas 4 untuk uji Emerson merupakan salah satu petunjuk mengapa tanah yang sangat stabil mengalami pengompakan yang lebih tinggi dibanding tanah yang stabilitas agregatnya stabil dan cukup stabil. Tampaknya , slaking (penghancuran agregat dalam air) sangat berperan bagi proses konsolidasi dan penutupan pori penghantar air.

Peningkatan nilai kerapatan isi akibat konsolidasi menyebabkan perubahan distribusi ukuran pori, dimana pori makro menjadi berkurang sedangkan pori mikro meningkat sehingga nilai total pori atau porositas menjadi menurun. Slaking berperan dalam proses konsolidasi dan peningkatan kerapatan isi. Untuk pertumbuhan yang normal akar memerlukan suplai air, nutrien, dan oksigen yang cukup. Berkurangnya pori makro menyebabkan konduktivitas hidrolik menjadi rendah yang berdampak pada penjenuhan tanah pada daerah perakaran untuk waktu yang lama sehingga akar tidak dapat mengambil oksigen.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa untuk semua tanah yang diuji dengan stabilitas agregat yang berbeda, dengan bertambahnya beban yang diberikan, konduktivitas hidrolik menurun. Tanah yang mengalami slaking seketika (SRK) mengalami konsolidasi tertinggi (0,376 mm/50 mm) dan memberikan nilai konduktivitas hidrolik tanah terendah (0,888 mm/jam). Sebaliknya tanah yang stabil (TML) mengalami konsolidasi terendah (0.019 mm/50 mm), karena itu memberikan konduktivitas hidrolik yang tinggi (99,708 mm/jam).

5.2 Saran

Perlu diteliti lebih lanjut keterkaitan antara konduktivitas hidrolik, konsolidasi, dan stabilitas agregat dengan menggunakan lebih banyak sample tanah. Untuk meminimalkan konsolidasi yang berdampak pada penurunan konduktivitas hidrolik, sebaiknya dihindari penggunaan beban yang berlebihan pada pengelolaan lahan pertanian, khususnya pada tanah-tanah yang mudah mengalami slaking walaupun tidak terdispersi.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, S. (1993). Konservasi Tanah dan Air. Insitut Pertanian Bogor. Bogor

Baver, L. D., W.H. Gardner and W.R Gardner. (1972). Soil Physics. John Willey, New York.

Bowles, J.E. (1984). Physical and Geotechnical Properties of Soil. Second Edition. McGraw Hill, New York

Bruce, O. G and R. Lal. (1975). Soil Erodibility As Determined By Rain Drop Technique. Soil Sience 119:149-157.

Cohron, G.T. (1971). Forces Causing Soil Compaction. In : Barnes. (eds). Compaction of Agricultur Soils. American society of Agricurtural Enggineering, Madison, USA. P:106 – 119)

Das, B.M. (1985). Principles Of Getechnical Engenering. P.W.S. Engineering, Boston.

Gupta, S.C and W.E. Larson. (1985). Modeling Soil Mechanical Behavior During Tillage. In: Van Doren., (eds). Predicting Tillage Effects or Soil Physical Properties and Proccesess. American Society Of Agronomi Soil Science of America, Madison, Usa. P: 131-176).

Gusli, S. A. Cass, D.A. MacLeod, and P.S Blackwell. (1994). Structural Collapse and Strenghth of Some Australian Soils In Relation to Hardsetting: II Tensile Strength of Collapsed Aggregates. European Journal of Soil Science 45: 23-29.

Gusli. S. (1995). Penuntun Praktikum Fisika Tanah. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Dan Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar.

Hakim, N., M.Yusuf Nyakpa, A.M Lubis, S. G. Nugroho, A. Diha, GoBang Hong, dan H.H. Bailey. (1986). Dasar- dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung, Lampung

Harris, W.L. (1971). The Soil Compaction Process. In: Compaction Of Agricultural Soils ASAE, St. Joseph. Michigan.

Hardjowigeno. S. (1992). Ilmu Tanah. Mediyatma Perkasa, Jakarta.

Harto, S. (1995). Analisis Hidrologi. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Hillel, D. (1982) Introduction to Soil Physics. Academic Press, Orlando,.

Islami, T. dan Wani, H. Utomo. (1995). Hubungan Tanah, Air dan Tanaman. IKIP Semarang Press, Semarang.

Leonard, G.A. (1962). Egineering Properties of Soil. In; Bowles J.E and Johan K. Halmin (1993). Physical and Geotechnical Properties of Soils. Second Edition, McGraw. Hill. Inc, New York.

Linsley, R.K. (1996). Hidrologi Untuk Insinyur. Erlangga, Jakarta.

Klute, A. and C. Dirksen . (1986). Hydraulik Conductivity: Laboratory Methods, In: Klute, et al (eds.). Methods of Soil Analysis. Part I. 2nd. Agron. No9. Amer.Soc. of Agron., Madison, WI. USA, P : 687 – 734.

Muslikh (1996) Teknik Fondasi . Terjemahan Dari Thornburn. H. Thomas, Walter.E., Hanson, Ralp Peck. (1996). Fundation Engineering. Gadja Mada University Press, Yogyakarta.

Pairunan, A.K., J.L. Nanere, Arifin, S. S.R. Samosir, R. Tangkaisari, J.R. Lalopua, B. Ibrahim dan H. Asmadi. (1997). Dasar-Dasar Ilmu Tanah. BKPTN Indonesia Bagian Timur, Makassar.

Peorwidodo. (1992). Metode Selidik Tanah. Usaha Nasional Surabaya, Surabaya.

Purbayanti, E.D., D. R. Luliwati dan R. T. (1998). Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Terjemahan Dari Foth ,H.D.(1984). Fundamental of Soil Science. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

Sarief, S. (1988). Sifat Fisika - Kimia Tanah. Pustaka Buana, Jakarta.

Soedarmo, G.D dan S.J. Eddy purnomo. (1997). Mekanika Tanah 2. Kanisius, Yogyakarta.

Soepardi, G. (1983). Sifat dan Ciri Tanah. Bogor: Departemen Ilmu-Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Bogor, Bogor

Subagyo, S. (1990). Dasar-Dasar Hidrologi. Terjemahan Dari Ersyn Seyhan. (1977). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

LAMPIRAN



Tabel Lampiran 1. Beberapa sifat fisik dan kimia tanah yang diamati

Sifat Tanah	Jenis Tanah		
	JPN	TML	SRK
A. Distribusi Ukuran Partikel			
* Liat < 0,002 mm (g/100 g)	42,402	7,003	60,099
* Debu 0,002 – 0,05 mm (g/100 g)	54,486	59,693	38,245
* Pasir Sangat Halus 0,05 – 0,10 mm (g/100 g)	0,742	0,795	0,596
* Pasir Halus 0,10 – 0,25 mm (g/100 g)	0,689	2,103	0,86
* Pasir Sedang 0,25 – 0,5 mm (g/100 g)	0,583	3,183	0,132
* Pasir Kasar 0,5 – 1,0 mm (g/100 g)	0,689	5,059	0,066
* Pasir Sangat Kasar 1,0 – 2,0 mm (g/100 g)	0,742	2,103	-
B. Tekstur	liat berdebu	Lempung Liat berdebu	Liat
C. Uji Slaking (stabilitas agregat)	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4
D. C. Organik (g/100g)	3,478	2,115	1,416
E. Dispertion ratio (DR)	0,109 (Cukup stabil)	0,082 (Stabil)	0,037 (Sangat Stabil)
F. Na.dd (cmol/kg))	0,365	0,259	0,15
G. Ca^{++} (cmol/kg))	5,52	6,27	5,89
H. KTK (cmol/kg))	20,279	21,197	15,086
I. ESP	0,017	0,012	0,010

Tabel Lampiran 2. Beberapa sifat fisik tanah sebelum perlakuan

Sifat FisikTanah	Jenis Tanah		
	TML	JPN	SRK
A. Kerapataan isi (Mg/m^3)	0,817	0,812	0,804
B. Total Pori (m^3. m^3)	0,692	0,694	0,697
D. Konduktivitas Hidrolik (mm/jam)	101,042	85,982	55,769

Tabel Lampiran 3. Kelas konduktivitas hidrolik menurut United States Soil Survey (Survei tanah Amerika Serikat)

Keterangan	Konduktivitas hirolik Cm/jam
Sangat lambat	Kurang dari 0,13
Lambat	0,13 - 0,51
Agak lambat	0,51 - 2,00
Sedang	2,00 – 6,35
Agak cepat	6,35 – 12,70
Cepat	12,70 – 25,40
Sangat cepat	lebih dari 25,40

Sumber : Sarief, S. (1988)

Tabel Lampiran4. Nilai Tekanan (σ) Yang Diberikan Beberapa Sumber Gaya Luar (External Forces) Terhadap Permukaan Tanah

Sumber External Forces	Tekanan (MPa)
Kuda*	0,331
Sapi*	0,331
Domba*	0,124
Manusia*	0,193
Traktor*	6,796
Plow share dan Plowbottom#	0,22 - 0,4
Subsoiller#	0,55

* Coihron (1971)
# Hillel (1982)

Tabel lampiran 5. Perubahan tinggi tanah akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil dan sangat stabil

Stabilitas Agregat		Beban (kg)	Tinggi tanah (mm)
Tes emerson	Rasio Dispersi		
(Kelas 3)*	Stabil	0.5	49.05
		1.5	48.42
		2.5	47.86
		3.5	47.27
		4.5	46.93
		5.0	46.50
		7.0	44.89
(kelas 2)**	Cukup stabil	0.5	48.97
		1.5	47.11
		2.5	45.30
		3.5	43.52
		4.5	42.58
		5.0	41.59
		7.0	39.90
(kelas 4)**	Sangat stabil	0.5	44.11
		1.5	41.54
		2.5	40.84
		3.5	38.86
		4.5	35.40
		5.0	33.27
		7.0	31.20

Ket : * Tidak terjadi dispersi ketika dicelupkan dalam air, tapi terjadi dispersi setelah dilumatkan.
** Terdispersi parsial setelah dicelupkan dalam air.
*** Ketika dicelupkan dalam air tidak ada disperse, tetapi terjadi slaking sempurna seketika. Sesudah dilumatkan tetap tidak terdispersi karena mengandung karbonat/gypsum.

Tabel lampiran 6. Perubahan Volume tanah akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil dan sangat stabil

Stabilitas Agregat		Beban (kg)	Volume Tanah (Cm^3)
Tes emerson	Rasio Dispersi		
(kelas 3)*	Stabil	0.5	222.393
		1.5	219.536
		2.5	216.997
		3.5	214.322
		4.5	212.781
		5.0	210.831
		7.0	203.531
(Kelas 2)**	Cukup stabil	0.5	222.007
		1.5	213.597
		2.5	205.390
		3.5	197.320
		4.5	193.058
		5.0	188.546
		7.0	180.884
(kelas 4)***	Sangat stabil	0.5	199.995
		1.5	188.320
		2.5	185.146
		3.5	176.169
		4.5	160.504
		5.0	150.846
		7.0	141.461

Ket : * Tidak terjadi dispersi ketika dicelupkan dalam air, tapi terjadi dispersi setelah dilumatkan.
** Terdispersi parsial setelah dicelupkan dalam air.
*** Ketika dicelupkan dalam air tidak ada disperse, tetapi terjadi slaking sempurna seketika. Sesudah dilumatkan tetap tidak terdispersi karena mengandung karbonat/gypsum.

Tabel lampiran 7. Perubahan Konsolidasi akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil , stabil dan sangat stabil

Stabilitas Agregat		Beban (kg)	Konsolidasi (mm/50mm)
Tes Emerson	Rasio Dispersi		
(Kelas 3)*	Stabil	0.5	0.019
		1.5	0.032
		2.5	0.043
		3.5	0.055
		4.5	0.061
		5.0	0.070
		7.0	0.102
(kelas 2)**	Cukup stabil	0.5	0.021
		1.5	0.058
		2.5	0.094
		3.5	0.130
		4.5	0.148
		5.0	0.168
		7.0	0.202
(kelas 4)***	Sangat stabil	0.5	0.118
		1.5	0.169
		2.5	0.183
		3.5	0.223
		4.5	0.292
		5.0	0.335
		7.0	0.376

Ket : * Tidak terjadi dispersi ketika dicelupkan dalam air, tapi terjadi dispersi setelah dilumatkan.
** Terdispersi parsial setelah dicelupkan dalam air.
*** Ketika dicelupkan dalam air tidak ada disperse, tetapi terjadi slaking sempurna seketika. Sesudah dilumatkan tetap tidak terdispersi karena mengandung karbonat/gypsum.

Tabel lampiran 8. Perubahan kerapatan isi akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil dan sangat stabil

Stabilitas Agregat		Beban (kg)	Kerapatan isi (Mg/m^3)
Tes emerson	Rasio Dispersiu		
(Kelas 3)*	(Stabil	0.5	0.821
		1.5	0.833
		2.5	0.841
		3.5	0.851
		4.5	0.855
		5.0	0.863
		7.0	0.889
(kelas 2)**	Cukup stabil	0.5	0.852
		1.5	0.877
		2.5	0.910
		3.5	0.948
		4.5	0.968
		5.0	0.991
		7.0	1.029
(kelas 4)***	Sangat stabil	0.5	0.991
		1.5	1.059
		2.5	1.078
		3.5	1.138
		4.5	1.248
		5.0	1.328
		7.0	1.415

Ket : * Tidak terjadi dispersi ketika dicelupkan dalam air, tapi terjadi dispersi setelah dilumatkan.
** Terdispersi parsial setelah dicelupkan dalam air.
*** Ketika dicelupkan dalam air tidak ada disperse, tetapi terjadi slaking sempurna seketika. Sesudah dilumatkan tetap tidak terdispersi karena mengandung karbonat/gypsum.

Tabel lampiran 9. Perubahan Konduktivitas hidrolik akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil dan sangat stabil

Stabilitas Agregat		Beban (kg)	Konduktivitas hidrolik (mm/jam)
Tes Emerson	Rasio dispersi		
(Kelas 3)*	Cukup stabil	0.5	99.708
		1.5	89.983
		2.5	77.842
		3.5	63.121
		4.5	55.083
		5.0	51.005
		7.0	45.941
(kelas 2)**	Cukup stabil	0.5	83.724
		1.5	73.852
		2.5	64.272
		3.5	48.451
		4.5	41.607
		5.0	32.449
		7.0	16.487
(kelas 4)***	Sangat stabil	0.5	40.456
		1.5	27.089
		2.5	15.036
		3.5	7.067
		4.5	3.504
		5.0	1.273
		7.0	0.888

Ket : * Tidak terjadi dispersi ketika dicelupkan dalam air, tapi terjadi dispersi setelah dilumatkan.
** Terdispersi parsial setelah dicelupkan dalam air.
*** Ketika dicelupkan dalam air tidak ada disperse, tetapi terjadi slaking semporna seketika. Sesudah dilumatkan tetap tidak terdispersi karena mengandung karbonat/gypsum.

Tabel lampiran 10. Perubahan Total pori akibat aplikasi beban pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil, stabil dan sangat stabil

Stabilitas Agregat		Beban (kg)	Total Pori ($m^3.m^{-3}$)
Tes Emerson	Rasio dispersi		
(Kelas 3)*	Stabil	0.5	0.690
		1.5	0.686
		2.5	0.683
		3.5	0.679
		4.5	0.677
		5.0	0.674
		7.0	0.665
(kelas 2)**	Cukup stabil	0.5	0.678
		1.5	0.669
		2.5	0.657
		3.5	0.642
		4.5	0.635
		5.0	0.626
		7.0	0.612
(kelas 4)***	Sangat stabil	0.5	0.626
		1.5	0.600
		2.5	0.593
		3.5	0.571
		4.5	0.529
		5.0	0.499
		7.0	0.466

Ket : * Terdispersi setelah dihumatkan.

** Terdispersi parsial setelah dijatuhkan dalam air.

*** Tidak terdispersi karena terdapat karbonat/gypsum, tetapi mengalami slaking penuh pada saat dijatuhkan dalam air kurang dari dua menit.

Tabel lampiran 11. Analisis dan Perhitungan konsolidasi pada tanah dengan stabilitas agregat berbeda setelah pemberian beban.

Stabilitas Agregat		Beban (kg)	Ho(mm)	Ht (mm)		Konsolidasi (mm/50mm)	
Tes Emerson	Rasio dispersi			1	2	1	2
(Kelas 3)	Stabil	0.5	50	48.99	49.11	0.020	0.018
		1.5	50	48.34	48.50	0.033	0.030
		2.5	50	47.80	47.92	0.044	0.042
		3.5	50	47.21	47.33	0.056	0.053
		4.5	50	47.15	46.71	0.057	0.066
		5.0	50	46.51	46.49	0.070	0.070
		7.0	50	44.68	45.10	0.106	0.098
(Kelas 2)	Cukup stabil	0.5	50	48.97	48.96	0.021	0.021
		1.5	50	47.10	47.12	0.058	0.058
		2.5	50	45.29	45.31	0.094	0.094
		3.5	50	43.40	43.64	0.127	0.127
		4.5	50	42.48	42.68	0.146	0.146
		5.0	50	41.56	41.61	0.168	0.168
		7.0	50	39.89	39.90	0.202	0.202
(Kelas 4)	Sangat stabil	0.5	50	44.21	44.01	0.120	0.116
		1.5	50	42.04	41.03	0.179	0.159
		2.5	50	41.44	40.23	0.195	0.171
		3.5	50	39.02	38.69	0.226	0.220
		4.5	50	35.81	34.99	0.300	0.284
		5.0	50	33.27	33.27	0.335	0.335
		7.0	50	31.10	31.30	0.374	0.378

Tabel lampiran 13. Hasil analisis dan perhitungan kerapatan isi pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil (kelas 2) setelah pemberian beban

Beban (kg)	A(cm^2)	MTKO (g)		Ho (cm)		Kerapatan isi (Mg/m3)	
		1	2	1	2	1	2
0.5	45.34	189.260	189.260	4.897	4.896	0.852	0.853
1.5	45.34	187.420	187.420	4.710	4.712	0.878	0.877
2.5	45.34	186.960	186.960	4.529	4.531	0.910	0.910
3.5	45.35	187.010	187.010	4.340	4.364	0.950	0.945
4.5	45.34	186.880	186.880	4.248	4.268	0.970	0.966
5.0	45.34	186.830	186.830	4.156	4.161	0.991	0.990
7.0	45.34	186.130	186.130	3.989	3.990	1.029	1.029

Tabel lampiran 14. Analisis dan perhitungan kerapatan isi pada tanah dengan stabilitas agregat sangat stabil (kelas 4) setelah pemberian beban

Beban (kg)	A(cm^2)	MTKO (g)		Ho (cm)		Kerapatan isi (Mg/m3)	
		1	2	1	2	1	2
0.5	45.34	0.50	197.210	4.401	4.421	0.988	0.993
1.5	45.34	1.50	198.850	4.103	4.204	1.069	1.049
2.5	45.34	2.50	198.060	4.023	4.144	1.086	1.070
3.5	45.35	3.50	199.790	3.869	3.902	1.139	1.137
4.5	45.34	4.50	200.010	3.499	3.581	1.261	1.236
5.0	45.34	5.00	200.140	3.327	3.327	1.327	1.330
7.0	45.34	7.00	200.250	3.130	3.110	1.411	1.418

Tabel lampiran 15. Analisis dan perhitungan konduktivitas hidrolik pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (kelas 3) setelah pemberian beban

Beban (kg)	A(cm^2)	L (cm)	Head (cm)		Waktu (jam)		Volume (cm^3)		Konduktivitas hidrolik (mm/jam)	
			1	2	1	2	1	2	1	2
0.5	45.34	5	6.51	6.25	0.190	0.221	111.859	124.859	99.730	99.686
1.5	45.34	5	6.22	6.35	0.229	0.239	116.159	123.906	89.932	90.035
2.5	45.34	5	7.70	8.64	0.248	0.189	135.146	115.025	78.046	77.638
3.5	45.35	5	7.90	6.86	0.321	0.340	144.634	133.976	62.897	63.345
4.5	45.34	5	8.00	7.80	0.361	0.337	144.138	132.481	54.585	55.580
5.0	45.34	5	7.05	6.35	0.431	0.486	143.107	140.127	51.938	50.073
7.0	45.34	5	8.55	6.80	0.318	0.510	111.328	146.950	45.154	46.728

Tabel lampiran 16. Analisis dan perhitungan konduktivitas hidrolik pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (kelas 2) setelah pemberian beban

Beban (kg)	A(cm^2)	L (cm)	Head (cm)		Waktu (jam)		Volume (cm^3)		Konduktivitas hidrolik (mm/jam)	
			1	2	1	2	1	2	1	2
0.5	45.34	5	8.55	6.80	0.420	0.710	111.328	146.950	34.188	33.565
1.5	45.34	5	7.30	7.45	0.218	0.209	120.819	118.213	83.723	83.724
2.5	45.34	5	7.70	8.60	0.291	0.198	149.884	114.168	73.767	73.938
3.5	45.35	5	7.10	7.15	0.294	0.352	123.042	145.014	65.003	63.540
4.5	45.34	5	8.00	7.10	0.384	0.453	134.369	141.938	48.235	48.667
5.0	45.34	5	8.70	6.80	0.321	0.472	112.823	130.342	41.866	41.348
7.0	45.34	5	6.65	6.80	0.697	0.708	138.086	139.894	32.854	32.044

Tabel lampiran 17. Analisis dan perhitungan konduktivitas hidrolik pada tanah dengan stabilitas agregat sangat stabil (kelas 4) setelah pemberian beban

Beban (kg)	A(cm^2)	L (cm)	Head (cm)		Waktu (jam)		Volume (cm^3)		Konduktivitas hidrolik (mm/jam)	
			1	2	1	2	1	2	1	2
0.5	45.34	5	7.20	7.00	0.525	0.534	138.810	136.990	40.496	40.415
1.5	45.34	5	8.90	8.60	0.571	0.570	124.650	120.590	27.049	27.129
2.5	45.34	5	7.40	7.60	1.124	1.125	114.930	115.011	15.238	14.834
3.5	45.35	5	7.75	7.80	2.264	2.266	111.650	114.076	7.017	7.118
4.5	45.34	5	7.70	7.50	4.905	4.915	116.950	120.101	3.415	3.593
5.0	45.34	5	8.05	8.50	10.940	11.089	101.071	109.510	1.266	1.281
7.0	45.34	5	8.00	7.50	16.340	16.968	105.310	102.401	0.888	0.887

Tabel lampiran 18. Analisis dan perhitungan total pori pada tanah dengan stabilitas agregat cukup stabil (kelas 3) setelah pemberian beban

Beban (kg)	ρb (Mg/m^3)		ρs (Mg/m^3)	Total Pori	
	1	2		1	2
0.5	0.820	0.822	2.65	0.690	0.690
1.5	0.835	0.832	2.65	0.685	0.686
2.5	0.840	0.842	2.65	0.683	0.682
3.5	0.850	0.852	2.65	0.679	0.678
4.5	0.852	0.858	2.65	0.679	0.676
5.0	0.863	0.863	2.65	0.674	0.674
7.0	0.893	0.885	2.65	0.663	0.666

Tabel lampiran 19. Analisis dan perhitungan total pori pada tanah dengan stabilitas agregat stabil (kelas 2) setelah pemberian beban

Beban (kg)	ρb (Mg/m^3)		ρs (Mg/m^3)	Total Pori	
	1	2		1	2
0.5	0.852	0.853	2.65	0.690	0.690
1.5	0.878	0.877	2.65	0.685	0.685
2.5	0.910	0.910	2.65	0.683	0.683
3.5	0.950	0.945	2.65	0.679	0.679
4.5	0.970	0.966	2.65	0.679	0.679
5.0	0.991	0.990	2.65	0.674	0.674
7.0	1.029	1.029	2.65	0.663	0.663

Tabel lampiran 20. Analisi dan perhitungan total pori pada tanah dengan stabilitas agregat sangat stabil (kelas 4)setelah pemberian beban

Beban (kg)	ρb (Mg/m^3)		ρs (Mg/m^3)	Total Pori	
	1	2		1	2
0.5	0.988	0.993	2.65	0.627	0.625
1.5	1.069	1.049	2.65	0.597	0.604
2.5	1.086	1.070	2.65	0.590	0.596
3.5	1.139	1.137	2.65	0.570	0.571
4.5	1.261	1.236	2.65	0.524	0.534
5.0	1.327	1.330	2.65	0.499	0.498
7.0	1.411	1.418	2.65	0.468	0.465