

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

1. Definisi Tanah

Kandungan material utama dari Bumi adalah, batuan dan air/cairan dan gas dimana material tersebut mengandung berbagai macam unsur senyawa kimia yang dinyatakan sebagai material pembentuk kulit bumi. Kulit bumi yang akan dipelajari adalah mengenai batuannya sesuai dengan ilmu teknik sipil yang mempelajari sifat batuan/tanah untuk kepentingan disain konstruksi bangunan, jalan tanggul dan sebagainya. Adapun unsur utama yang terkandung didalam batuan adalah terdiri dari beberapa mineral. Setiap mineral terdiri atas suatu senyawa kimia anorganik dan terjadi secara alami.

Tanah (*soil*) berasal dari bahasa Latin “solum” yang berarti bagian teratas dari kerak bumi yang dipengaruhi oleh proses pembentukan tanah (Kalsim dan Sapei, 2003).

Tanah merupakan akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Di antara partikel-partikel tanah, terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori (*void*

space) yang berisi air dan atau udara. Ikatan antar partikel tanah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang tersenyawa di antara partikel-partikel tersebut (Craig , 1991).

Beberapa ilmuwan geologi menyatakan bahwa tanah adalah benda alami di atas permukaan bumi yang terbentuk dari bahan utamanya seperti bahan organik atau bahan mineral dikarenakan oleh proses pembentukan tanah dari interaksi faktor-faktor iklim, relief/bentuk wilayah, organisme (makro/mikro) dan waktu, tersusun dari bahan padatan organik dan anorganik), cairan dan gas, berlapis-lapis dan mampu mendukung pertumbuhan tanaman. Batas atas adalah udara, batas samping adalah air dalam lebih dari 2 meter atau singkapan batuan dan batas bawah adalah sampai kedalaman aktivitas biologi atau padas yang tidak tembus akar tanaman, dibatasi sampai kedalaman 2 meter (Subardja, 2004).

Tanah merujuk ke material yang tidak membatu, tidak termasuk batuan dasar, yang terdiri dari butiran-butiran mineral yang memiliki ikatan yang lemah serta memiliki bentuk dan ukuran, bahan organik, air dan gas yang bervariasi.

Tanah dalam pandangan teknik sipil adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, H.C., 2001).

Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) padat yang tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1988).

Menurut Bowles (1991), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

- a. Berangkal (*boulders*), yaitu potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut sebagai kerakal (*cobbles*) atau *pebbes*.
- b. Kerikil (*gravel*), yaitu partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- c. Pasir (*sand*), yaitu batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm. Berkisar dari kasar (3 mm sampai 5 mm) samapai halus (< 1mm).
- d. Lanau (*silt*), yaitu partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm.
- e. Lempung (*clay*), yaitu partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesif pada tanah yang “kohesif”.

2. **Klasifikasi Tanah**

Sistem klasifikasi tanah adalah pengelompokkan tanah sesuai dengan perilaku umum dari tanah pada kondisi fisis tertentu. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan dan mengidentifikasi tanah, untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, dan berguna untuk menyampaikan informasi mengenai keadaan tanah dari suatu daerah dengan daerah lainnya dalam bentuk suatu data dasar (Bowles, 1991).

Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan dalam perencanaan jalan adalah sebagai berikut :

- Klasifikasi Tanah Sistem *UNIFIED*

Sistem klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan Teknik Pondasi seperti untuk bendungan, bangunan dan konstruksi yang sejenis. Sistem ini biasa digunakan untuk desain lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah untuk jalan.

Klasifikasi berdasarkan *Unified System* (Das. Braja. M, 1988), tanah dikelompokkan menjadi :

- a. Tanah butir kasar (*coarse-grained-soil*) yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (gravel atau tanah berkerikil, dan S adalah untuk pasir (sand) atau tanah berpasir.
- b. Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*) yaitu tanah dimana lebih dari 50 % berat total contoh tanah lolos ayakan no.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), muck, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti : GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM dan SC. Untuk klasifikasi yang benar, perlu memperhatikan faktor-faktor berikut ini :

1. Prosentase butiran yang lolos ayakan no.200 (fraksi halus).
2. Prosentase fraksi kasar yang lolos ayakan no.40.

3. Koefisien keseragaman (*Uniformity Coefficient*, C_u) dan koefisien gradasi (*Gradation Coefficient*, C_c) untuk tanah dimana 0-12% lolos ayakan no.200.
4. Batas cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos ayakan no.40 (untuk tanah dimana 5% atau lebih lolos ayakan no.200). Selanjutnya tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan sub kelompok seperti terlihat dalam Tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1. Simbol klasifikasi tanah berdasarkan *Unified System*

Jenis Tanah	Simbol	Sub Kelompok	Simbol
Kerikil Pasir	G	Gradasi Baik	W
		Gradasi Buruk	P
	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau Lempung Organik Gambut	M	LL<50%	L
	C		
	O	LL>50%	H
	PT		

Sumber : Bowles, 1991

Keterangan :

- G = Untuk kerikil (*Gravel*) atau tanah berkerikil (*Gravelly Soil*).
- S = Untuk pasir (*Sand*) atau tanah berpasir (*Sandy Soil*).
- M = Untuk lanau inorganik (*Inorganic Silt*).
- C = Untuk lempung inorganik (*Inorganic Clay*).
- O = Untuk lanau dan lempung organik.
- Pt = Untuk gambut (*Peat*) dan tanah dengan kandungan organik tinggi.
- W = Untuk gradasi baik (*Well Graded*)
- P = Gradasi buruk (*Poorly Graded*).
- L = Plastisitas rendah (*Low Plasticity*).
- H = Plastisitas tinggi (*High Plasticity*).

3. Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah yang berukuran mikroskopis sampai dengan sub mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan, tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das, 1988).

Tanah lempung terdiri dari berbagai golongan tekstur yang agak susah dicirikan secara umum. Sifat fisika tanah lempung umumnya terletak diantara sifat tanah pasir dan liat. Pengolahan tanah tidak terlampau berat, sifat merembeskan airnya sedang dan tidak terlalu melekat.

Warna tanah pada tanah lempung tidak dipengaruhi oleh unsur kimia yang terkandung didalamnya, karena tidak adanya perbedaan yang dominan, dimana kesemuanya hanya dipengaruhi oleh unsur Natrium saja yang paling mendominasi. Semakin tinggi plastisitas, grafik yang di hasilkan pada masing-masing unsur kimia belum tentu sama. Hal ini disebabkan karena unsur-unsur warna tanah dipengaruhi oleh nilai Liquid Limit (LL) yang berbeda-beda

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987). Ukuran mineral lempung (0,002 mm, dan yang lebih halus) agak bertindihan (*overlap*)

dengan ukuran lanau. Akan tetapi, perbedaan antara keduanya ialah bahwa mineral lempung tidak lembam.

Jadi dari segi mineral, tanah dapat juga disebut sebagai bukan lempung (*non-clay soils*) meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil. Untuk itu, akan lebih tepat partikel-partikel tanah yang berukuran lebih kecil dari 2 mikron ($= 2 \mu$), atau < 5 mikron ($= 5 \mu$) menurut sistem klasifikasi yang lain, disebut saja sebagai partikel berukuran lempung daripada disebut sebagai lempung saja. Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid ($< 1\mu$) dan ukuran 2μ merupakan batas atas (paling besar) dari ukuran partikel mineral lempung (Das, 1988).

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 2001) :

- a. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm.
- b. Permeabilitas rendah.
- c. Kenaikan air kapiler tinggi.
- d. Bersifat sangat kohesif.
- e. Kadar kembang susut yang tinggi.
- f. Proses konsolidasi lambat

Tanah butiran halus khususnya tanah lempung akan banyak dipengaruhi oleh air. Sifat pengembangan tanah lempung yang dipadatkan akan lebih besar pada lempung yang dipadatkan pada kering optimum dari pada yang dipadatkan pada basah optimum. Lempung yang dipadatkan pada kering optimum relatif kekurangan air oleh karena itu lempung ini mempunyai kecenderungan yang lebih

besar untuk meresap air sebagai hasilnya adalah sifat mudah mengembang (Hardiyatmo, 2001)

B. Abu Sekam Padi

a. Pengertian sekam dan abu sekam padi.

Sekam adalah kulit gabah yang telah terkelupas setelah mengalami proses penggilingan. Sedangkan abu sekam adalah hasil dari proses pembakaran sekam, baik yang dilakukan pada oven maupun yang dilakukan pada ruang terbuka. Sekam dan abu sekam banyak terdapat di tempat penggilingan padi.

Sekam tersebut sebagian kecil dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan bakar pada pembuatan batu merah, sedangkan sisanya hanya merupakan limbah yang umumnya diatasi dengan cara membakarnya di tempat terbuka di sekitar penggilingan padi. Sementara abu sekam sebagian kecil dimanfaatkan sebagai abu gosok untuk membersihkan alat-alat umah tangga, sebagai campuran tanah liat untuk pembuatan tungku untuk menanak nasi, dan sisanya hanya merupakan limbah yang dibiarkan begitu saja sehingga menimbulkan permasalahan bagi lingkungan hidup. Permasalahan yang timbul adalah limbah abu sekam tersebut menempati ruang yang luas, sehingga merusak pemandangan lingkungan serta mengurangi lahan produktif. Selain itu abu sekam mudah terbawa oleh angin sehingga mengotori benda-benda di sekitarnya serta mengganggu pernapasan dan penglihatan. Dari uraian di atas dapat disimpulkan agar limbah abu sekam tersebut dapat bermanfaat sehingga mempunyai nilai ekonomis dan masalah yang ditimbulkannya dapat teratasi.

b. Sifat-sifat Abu Sekam

Abu hasil pembakaran sekam termasuk pembakaran sekam di tempat terbuka, pembakaran sekam dalam tungku, dan pembakaran sekam dalam oven pada umumnya mengandung silika. “Abu hasil pembakaran sekam di tempat terbuka biasanya mengandung 85% - 90% silika dalam bentuk amorf dan 10% - 15% karbon”. (Soemaatmaja, 1980) dalam Arafah (1994).

Pembakaran sekam pada suhu tertentu dapat dihasilkan abu sekam yg mengandung silica dalam berbagai bentuk, seperti yang dijelaskan oleh Djojowisastro dalam Kasymir (1997 : 16), sebagai berikut :

Secara alami silica dalam sekam terdapat dalam bentuk amorf dan tetap dalam bentuk demikian bila sekam dibakar pada suhu antara 500°C – 600°C. Pada suhu diatas 600°C – 720°C silika dalam abu sekam terdapat bentuk Kristal dan pada pembakaran suhu 800°C – 900°C terbentuk kwarsa.

Pada prinsipnya pembakaran sekam di atas suhu 600°C akan menghasilkan silika dalam bentuk kristal dan kwarsa, sedangkan pembakaran sekam dibawah suhu 600°C akan menghasilkan abu yang mengandung silika dalam bentuk amorf. Pembakaran sekam di tempat terbuka rata-rata suhunya dibawah 600°C.

Adapun ciri-ciri abu sekam yang mengandung silika dalam bentuk amorf yaitu berwarna putih keabu-abuan dan sedikit mungkin mengandung karbon yang tidak reaktif”. (Arafah, 1994).

Sebagai gambaran, disajikan Tabel 2.3. komposisi contoh abu sekam pada suhu kurang dari 300°C.

Tabel 2.3. Komposisi abu sekam

No	Komposisi	(%)
1	Air	2,78
2	SiO ₂	91,15
3	Fe ₂ O ₃	0,01
4	Al ₂ O ₃	0,03
5	Na ₂ O	1,96
6	K ₂ O	0,19
7	CaO	1,48
8	MgO	0,15
9	P ₂ O ₅	seangin

Sumber : Itung, Gani, dkk (1986 : 11)

C. Hukum Darcy

Permeabilitas tanah adalah tanah yang dapat menunjukkan kemampuan tanah meloloskan air. Tanah dengan permeabilitas tinggi dapat menaikkan nilai infiltrasi sehingga menurunkan laju alir larian.

Pada ilmu tanah, permeabilitas didefinisikan secara kualitatif sebagai pengurangan gas-gas, cairan-cairan atau penetrasi akar tanaman. Selain itu permeabilitas juga merupakan pengukuran hantaran hidraulik tanah. Hantaran hidraulik tanah timbul adanya pori kapiler yang saling bersambungan antara satu dengan yang lain. Secara kuantitatif hantaran hidraulik jenuh dapat diartikan sebagai kecepatan Bergeraknya suatu cairan adalah air dan media pori adalah tanah. Penetapan hantaran hdraulik didasarkan pada hukum Darcy (1856).

Hukum Darcy (1856) menjelaskan tentang kemampuan air mengalir pada rongga-rongga (pori-pori) dalam tanah dan sifat-sifat yang mempengaruhinya. Ada dua asumsi utama yang digunakan dalam penetapan Hukum Darcy ini. Asumsi pertama menyatakan bahwa aliran fluida/cairan dalam tanah bersifat

laminar. Sedangkan asumsi kedua menyatakan bahwa tanah berada dalam keadaan jenuh.

(<http://www.anneahira.com/permeabilitas-tanah.htm>)

Menurut Darcy (1856), kecepatan aliran air di dalam tanah dinyatakan dengan persamaan :

$$V = k \cdot i$$

dengan :

v = kecepatan aliran (m/s atau cm/s)

k = koefisien permeabilitas

i = gradient hidraulik

Lalu telah diketahui bahwa

$$v = \frac{Q}{A \cdot t} \quad \text{dan} \quad i = \frac{\Delta h}{L}$$

dengan :

Q = debit konstan, air yang dituangkan ke dalam sumur uji (cm³/dt)

A = luas penampang aliran (m² atau cm²)

t = waktu tempuh fluida sepanjang L (s/detik)

Δh = selisih ketinggian (m atau cm)

L = panjang daerah yang dilewati aliran (m atau cm)

D. Permeabilitas

Kemampuan fluida untuk mengalir melalui medium yang berpori adalah suatu sifat teknis yang disebut permeabilitas (Bowles, 1991). Permeabilitas juga

dapat didefinisikan sebagai sifat bahan yang memungkinkan aliran rembesan zat cair mengalir melalui rongga pori (Hardiyatmo, 2001).

Permeabilitas atau daya rembes adalah kemampuan tanah untuk dapat melewatkan air. Air yang mengalir dalam tanah hampir selalu berjalan linier yaitu jalan atau garis yang ditempuh air merupakan garis dengan bentuk garis yang teratur (Wesley, 1973).

Permeabilitas diartikan sebagai kecepatan Bergeraknya suatu cairan pada media berpori dalam keadaan jenuh, atau didefinisikan juga sebagai kecepatan air untuk menembus tanah pada periode waktu tertentu yang dinyatakan dalam cm/jam (Baver, 1969).

Permeabilitas juga dapat didefinisikan sebagai sifat bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan mengalir lewat rongga porinya (Hardiyatmo, 1992).

Koefisien permeabilitas terutama tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur partikel. Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin kecil pula ukuran pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya (Craig, 1991).

Permeabilitas tanah bergantung pada ukuran butiran tanah. Karena butiran tanah lempung berukuran kecil, kemampuan meloloskan air juga kecil. Dalam praktik, tanah lempung dianggap sebagai lapisan yang tak lolos air atau kedap air, karena pada kenyataannya permeabilitasnya lebih kecil daripada beton. Tanah granuler merupakan tanah dengan permeabilitas yang relatif besar hingga sering digunakan sebagai bahan filter. Namun, akibat permeabilitas yang besar, tanah ini

menyulitkan pekerjaan galian tanah pondasi yang dipengaruhi air tanah, karena tebing galian menjadi mudah longsor. Lagi pula, aliran yang terlalu cepat dapat merusak struktur tanah dengan menimbulkan rongga-rongga yang dapat mengakibatkan penurunan pondasi (Hardiyatmo, 2001).

Permeabilitas suatu massa tanah penting untuk :

1. Mengevaluasi jumlah rembesan (*seepage*) yang melalui bendungan dan tanggul sampai ke sumur air.
2. Mengevaluasi gaya angkat atau gaya rembesan di bawah struktur hidrolis untuk analisis stabilitas.
3. Menyediakan kontrol terhadap kecepatan rembesan sehingga partikel tanah berbutir halus tidak tererosi dari massa tanah.
4. Studi mengenai laju penurunan (konsolidasi) dimana perubahan volume tanah terjadi pada saat air tersingkir dari rongga tanah pada saat proses terjadi pada suatu gradien energi tertentu.
5. Mengendalikan rembesan dari tempat penimbunan bahan-bahan limbah dan cairan-cairan sisa yang mungkin berbahaya bagi manusia.

1. Koefisien Permeabilitas

Hukum Darcy menunjukkan bahwa permeabilitas tanah ditentukan oleh koefisien permeabilitasnya. Koefisien permeabilitas tanah bergantung pada beberapa faktor (<http://www.anneahira.com/permeabilitas-tanah.htm>).

Setidaknya ada enam faktor utama yang mempengaruhi permeabilitas tanah, yaitu :

- a. Viskositas cairan, semakin tinggi viskositasnya, koefisien permeabilitas tanahnya semakin kecil.
- b. Distribusi ukuran pori, semakin merata distribusi ukuran porinya, koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
- c. Distribusi ukuran butiran, semakin merata distribusi ukuran butirannya, koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
- d. Rasio kekosongan (*void*), semakin besar rasio kekosongannya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.
- e. Semakin besar partikel mineralnya, semakin kasar partikel mineralnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.
- f. Derajat kejenuhan tanah. semakin jenuh tanahnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.

Beberapa harga koefisien permeabilitas tanah diberikan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah dari beberapa jenis, Das 1988.

Jenis Tanah	k	
	cm/dt	ft/menit
Kerikil bersih	1,0 – 100	2,0 – 200
Pasir kasar	1,0 – 0,01	2,0 – 0,02
Pasir halus	0,01 – 0,001	0,02 – 0,002
Lanau	0,001 – 0,00001	0,002 – 0,00002
Lempung	< 0,000001	< 0,000002

Sumber : Das, 1988

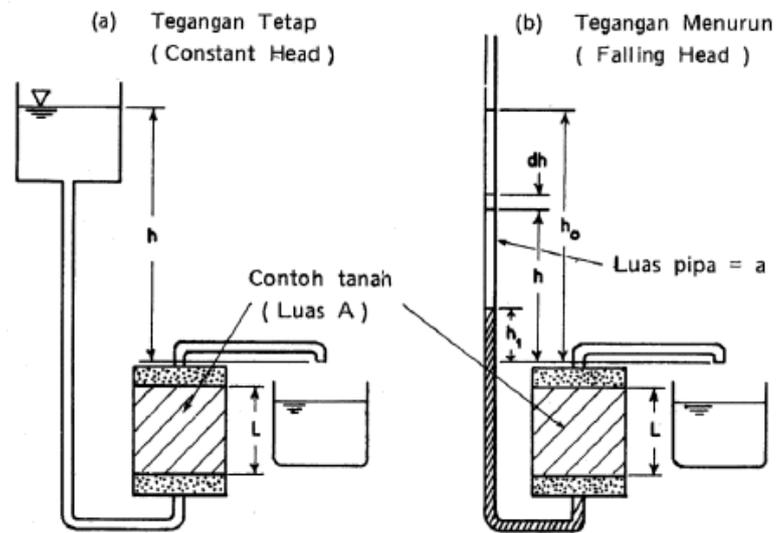
Koefisien permeabilitas dapat ditentukan secara langsung di lapangan ataupun dengan cara lebih dahulu mengambil contoh tanah di lapangan dengan menggunakan tabung contoh kemudian diuji di laboratorium.

2. Uji Permeabilitas di Laboratorium

Untuk menentukan koefisien permeabilitas di laboratorium, ada 2 macam cara pengujian yang sering digunakan, yaitu Uji Tinggi Energi Tetap (*Constant Head*) dan Uji Tinggi Energi Turun (*Falling Head*). Namun pada penelitian kali ini menggunakan alat yang telah dimodifikasi dan menggunakan pemodelan (diorama) dengan prinsip kerja Uji Tinggi Energi Tetap (*Constant Head*) dan Uji Tinggi Energi Turun (*Falling Head*).

Uji permeabilitas *Constant Head* cocok untuk tanah granular, seperti pasir, kerikil atau beberapa campuran pasir dan lanau. Umumnya tanah jenis ini memiliki nilai permeabilitas yang tinggi, karena jenis tanah ini mempunyai angka pori tinggi, yang bergantung pada distribusi ukuran butiran, susunan serta kerapatan butiran.

Uji permeabilitas *Falling Head* cocok digunakan untuk mengukur permeabilitas tanah berbutir halus. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Falling Head*, karena contoh tanah yang digunakan adalah tanah lempung.



Gambar 2.1. Dua cara pengujian koefisien permeabilitas di laboratorium

Pada pengujian ini, air dari dalam pipa tegak yang dipasang di atas contoh tanah mengalir melalui contoh tanah. Ketinggian air pada awal pengujian h_1 pada saat waktu $t_1 = 0$ dicatat, kemudian air dibiarkan mengalir melalui contoh tanah hingga perbedaan tinggi air pada waktu t_2 adalah h_2 .

Jumlah air yang mengalir melalui contoh tanah pada suatu waktu (t) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Q = (k.A.t.\Delta h)/L$$

Dari persamaan di atas, maka didapat:

$$Q = k \times \frac{h}{L} \times A = - a \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

dimana :

Q = debit aliran yang mengalir melalui contoh tanah (cm^3/dt)

a = luas penampang melintang pipa pengukur (pipa tegak)

A = luas penampang melintang contoh tanah (m^2 atau cm^2)

L = panjang contoh tanah (m atau cm)

Δt = waktu tempuh fluida sepanjang L (s/detik)

Δh = selisih ketinggian (m atau cm)

Jika persamaan di atas diturunkan lagi, maka akan didapat :

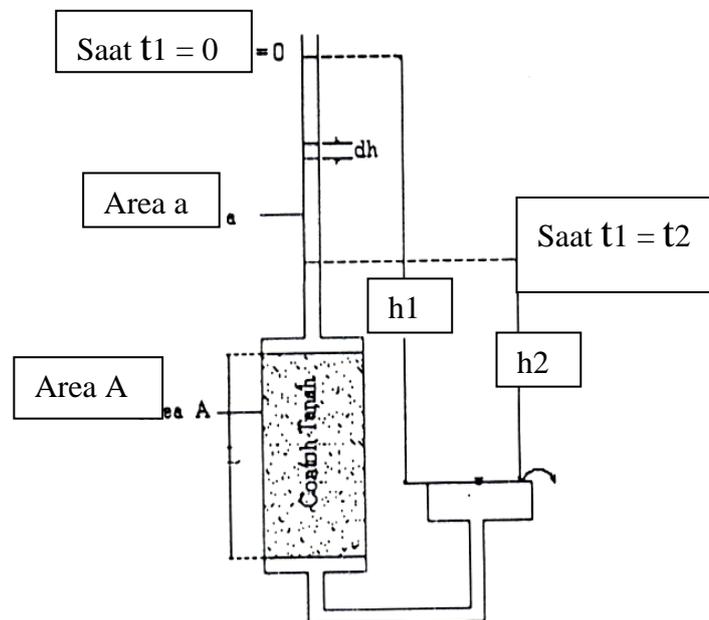
$$\Delta t = \frac{aL}{Ak} \left(- \frac{\Delta h}{h} \right)$$

Yang jika diintegrasikan dengan batas kiri atas $t = 0$ dan batas kiri bawah $t = t$,

batas kanan atas $h = h_1$ dan batas kanan bawah $h = h_2$ maka didapat :

$$k = 2,303 \left(\frac{aL}{At} \right) \log \left(\frac{h_1}{h_2} \right)$$

Uji Tinggi Jatuh sangat cocok untuk tanah berbutir halus dengan koefisien rembesan kecil.



Gambar 2.2. Prinsip Uji Permeabilitas Metode *Falling Head*

Alat yang dipakai pada penelitian kali ini dengan menggunakan alat *Falling Head* yang ada di laboratorium, dengan menggunakan prinsip yg di pakai Uji

Tinggi Energi Turun (*Falling Head*). Prinsip kerja alat uji permeabilitas di laboratorium ini cukup mudah dan sederhana. Memadatkan sampel tanah yang telah ditambahkan *additive* abu sekam padi yang telah dicampurkan dengan komposisi 5%, 10%, dan 15% yang akan kita uji dengan 25 kali tumbukan untuk mendapatkan nilai CBR maksimum (8%) pada pelat baja dengan volume 24 m^3 , lalu mengisi tabung dengan air yang diletakkan diatas tanah uji yang telah dipadatkan kemudian dilakukan pembacaan penurunan ketinggian air dengan melihat nilai pengukuran yang terdapat pada tabung ukur.

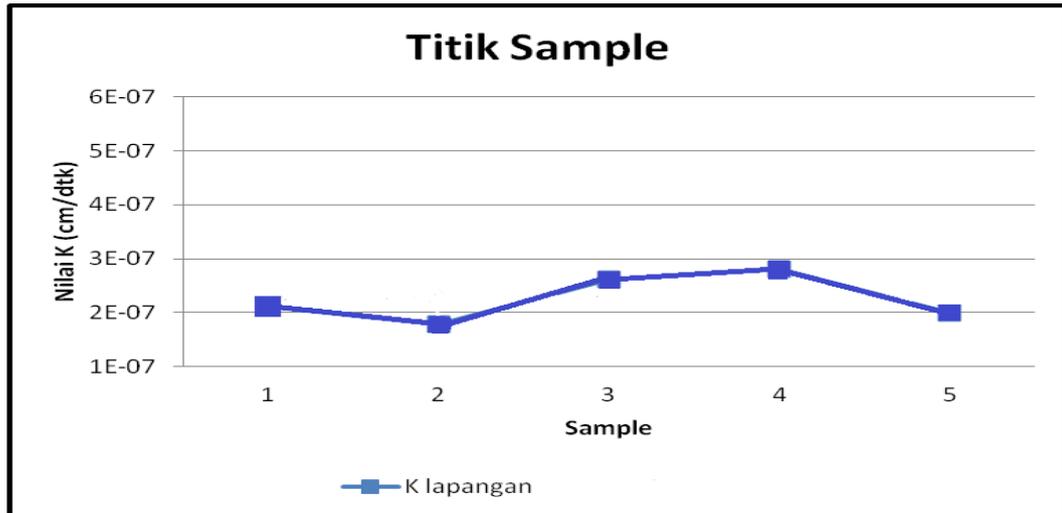
E. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang menjadi bahan pertimbangan dan acuan penelitian ini sebagai berikut:

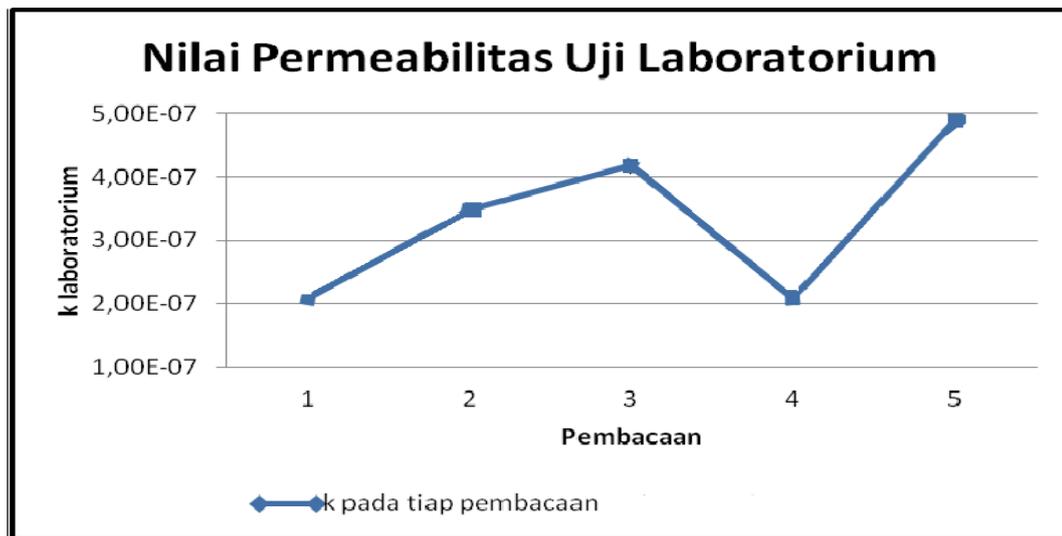
Pengaruh Air Hujan Pada Tanah Berlempung Terhadap Muka Air Hujan Berdasarkan Hasil Uji Permeabilitas.

Terdapat kesamaan metode pengujian permeabilitas yang digunakan yaitu metode di laboratorium menggunakan metode *Falling Head*, dengan menggunakan tanah yang sama Pada penelitian terdahulu hasil pengujian permeabilitas di laboratorium diperoleh nilai k rata-rata $3,788 \times 10^{-7} \text{ cm/dt}$.

Berikut ini adalah Grafik hasil pengujian permeabilitas lapangan dan laboratorium.



Gambar 2.3. Grafik Nilai Permeabilitas Uji Lapangan, Hafidz Randi 2014.



Gambar 2.4. Grafik Nilai Permeabilitas Uji Laboratorium, Hafidz Randi 2014

Berikut adalah Tabel hasil uji sifat fisik tanah lempung yang dilakukan oleh Hafidz Randi.

Tabel 2.5. Hasil Pengujian Sampel Tanah Asli.

No	Pengujian	Sample titik				
		1	2	3	4	5
1	Kadar air (w) (%)	25,63	28,26	28,20	29,09	27,77
2	Berat Jenis (Gs) (gr)	2,36	2,33	2,02	2,40	2,37
3	Batas <i>Atterberg</i> :					
	a. Batas Cair (LL)	55,12	52,32	44,89	47,26	49,50
	b. Batas Plastis (PL)	38,86	38,86	38,86	32,79	35,00
	c. Indeks Plastisitas (PI)	16,27	13,47	13,36	14,47	14,84
4	Gradasi Lolos saringan No. 200 (%)	82,29	80,57	79,50	81,65	80,70

Sumber : Hafidz Randi 2014.

Dari hasil Tabel diatas menurut sistem klasifikasi USCS maka tanah digolongkan dalam kelompok ML, yaitu tanah lanau anorganik atau tanah berlempung.