

PENGARUH GRADASI DAN KEPADATAN RELATIF (DR) TERHADAP NILAI PERMEABILITAS TANAH PASIR

Herwandi¹⁾, Marsudi²⁾, Aprianto²⁾

Abstrak

Didalam merencanakan suatu timbunan, baik itu timbunan badan jalan (*embankment*), maupun reklamasi rawa atau pantai, pasir selalu digunakan sebagai bahan timbunannya. Pemilihan material tersebut karena disamping relatif atau mudah diperoleh penimbun juga harganya lebih murah dibandingkan dengan tanah laterite. Sebelum digunakan sebagai bahan timbunan, terlebih dahulu disarankan membuat job mix (campuran kerja) yang mencakup, karakteristik fisik (*Index properties*), maupun mekanik (*mechanical properties*), dari bahan yang akan dipakai sebagai timbunan. Salah satu kriteria yang diminta dalam Job mix, adalah besarnya kepadatan minimum tanah (γ_{dmin}) dan maximum tanah (γ_{dmax}), serta besarnya nilai permeabilitas pasir.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh gradasi dan kepadatan relatif (DR) terhadap nilai permeabilitas tanah pasir, dimana hubungan tersebut mempermudah kita dalam menentukan besarnya nilai Permeabilitas.

Dari hasil analisa statistik menunjukkan adanya hubungan yang sangat baik antara gradasi dan kepadatan relatif (Dr) terhadap nilai Koefisien Permeabilitas, dengan tingkat kepercayaan 93%.

Kata Kunci : Gradasi, Kepadatan relatif (DR), Permeabilitas (k) pasir.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik, endapan-endapan beserta campuran partikel dengan beragam ukuran. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi, dari ukuran lebih besar dari 100 mm sampai ukuran lebih kecil dari 0,001 mm. Segumpal tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian, yaitu butiran tanah, pori-pori udara dan air pori. Dalam tanah kering hanya terdapat dua bagian saja, yaitu butiran tanah dan pori-pori udara. Tanah dalam tanah jenuh terdiri dari tiga bagian, yaitu butiran padat, pori-pori udara, dan air pori.

Di dalam merencanakan suatu timbunan, baik itu timbunan badan jalan (*embankment*), maupun reklamasi rawa atau

pantai, kita sering menggunakan pasir sebagai bahan timbunannya. Dipilihnya pasir sebagai bahan timbunan karena disamping relatif murah, mudah diperoleh penumbun dan mudah pelaksanaannya.

Sebelum digunakan sebagai bahan timbunan, kita selalu disyaratkan membuat job mix (campuran kerja) yang mencakup, karakteristik fisik (*Index properties*), maupun mekanik (*mechanical properties*), dari bahan yang akan dipakai sebagai timbunan.

Salah satu kriteria yang diminta dalam Job mix, untuk timbunan adalah besarnya Kepadatan minimum tanah (γ_{dmin}) dan kepadatan maximum tanah (γ_{dmax}), serta besarnya nilai permeabilitas tanah.

Pada tanah pasir, kepadatan lapisan tanah ditentukan dengan melihat besarnya nilai kepadatan relatif (DR).

Sedangkan konsistensi lapisan tanah pasir dapat dilihat dalam tabel penjelasan mengenai tanah pasir. Dan besarnya nilai Permeabilitas diperoleh dengan melakukan percobaan Permeabilitas dilaboratorium.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah utama yang akan di kaji dalam penelitian ini adalah mencari seberapa besar pengaruh gradasi dan kepadatan relatif (DR) terhadap nilai permeabilitas tanah pasir.

Agar penelitian ini terarah dan tidak keluar dari permasalahan semula maka perlu dilakukan pembatasan masalah, pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Sampel tanah yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Arang Limbung dengan kondisi tanah berupa sampel terganggu (disturbed sample)
- Permeabilitas ditentukan berdasarkan percobaan Laboratorium (Permeabilitas laboratorium)
- Pengetesan nilai permeabilitas sampel pasir dilakukan dengan menggunakan metode *Constant Head Permeability Test*
- Penelitian ini berbasiskan pendekatan eksperimen.
- Penelitian ini membahas mengenai pengaruh gradasi, kepadatan relatif (DR) dan Permeabilitas tanah pasir, dimana hubungan tersebut akan didekati dengan menggunakan uji Statistik kuantitatif.
- Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

1.3 Permasalahan

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka masalah-masalah penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut :

- Apakah ada pengaruh gradasi dan kepadatan relatif (DR) terhadap nilai Permeabilitas tanah pasir ?
- Apakah ada hubungan gradasi , kepadatan relatif (DR) dengan Permeabilitas?
- Bagaimana bentuk pengaruh hubungan dari ketiga parameter tersebut?

1.4 Tujuan dan Manfaat

Mengetahui seberapa besar hubungan pengaruh gradasi , kepadatan relatif (DR) terhadap nilai permeabilitas tanah pasir, dimana hubungan tersebut diperoleh dengan menggunakan metoda statistik, dengan adanya hubungan tersebut akan mempermudah kita dalam menentukan, besarnya nilai Permeabilitas tanah pasir, dengan hanya mengetahui dua parameter yang kita peroleh.

1.5 Hipotesa

Dugaan sementara dari penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut :

- Semakin baik kondisi gradasi yang dimiliki oleh suatu sampel tanah pasir yang akan di test, maka makin kecil nilai permeabilitas yang akan didapatkan dari hasil pengujian.
- Begitu juga dengan kepadatan relatif (Dr), makin besar nilai kepadatan relatif (Dr) yang dimiliki oleh sampel tanah pasir dengan kondisi gradasi yang ada, maka makin kecil juga nilai permeabilitas yang akan didapatkan dari hasil pengujian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah. Proses pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, dapat terjadi akibat adanya pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel dapat berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk di antaranya.

Istilah pasir, lempung lanau, atau lumpur di gunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah di tentukan. Akan tetapi, istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus.

Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran lebih dari satu macam ukuran partikelnya. Tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung saja. Akan tetapi, dapat bercampur dengan butiran-butiran ukuran lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi dari lebih besar dari 100 mm sampai dengan ukuran lebih kecil dari 0.001 mm.

Secara umum, tanah disebut kohesif jika partikel-partikel saling melekat setelah dibasahi kemudian dikeringkan dan diperlukan gaya yang cukup besar untuk meremas tanah tersebut, ini tidak termasuk tanah yang partikel-partikelnya saling melekat ketika dibasahi akibat regangan permukaan. Tanah yang partikelnya terdiri dari rentang ukuran kerikil dan pasir disebut tanah berbutir kasar atau tanah granuler (R. F. Craig, 1991 ;5).

Tanah granuler seperti pasir, kerikil, batuan dan campurannya, umumnya mempunyai sifat-sifat teknis yang sangat baik. Sifat-sifat teknis tanah tersebut antara lain (Hary C. H, 1996 ;18)

- a. Merupakan material yang baik untuk mendukung bangunan dan jalan, karena mempunyai daya dukung yang tinggi dan penurunannya kecil asalkan tanah relatif padat.
- b. Merupakan material yang baik untuk tanah urug pada dinding penahan tanah, struktur bawah tanah.
- c. Tanah yang baik untuk timbunan, karena mempunyai kuat geser yang tinggi.
- d. Bila tidak dicampur dengan material kohesif, tidak dapat digunakan sebagai material untuk tanggul, bendungan, kolam, dan lain-lain.

Kepadatan relatif sangat berpengaruh pada sifat tanah granuler, karena itu diperlukan pengujian terhadap contoh-contoh tanah pasir pada kondisi kepadatan relatif yang sama seperti kondisi dilapangannya. Akan tetapi, pengambilan contoh benda uji untuk tanah pasir yang longgar di lapangan sangat sulit. Material ini sangat sensitif terhadap getaran sehingga sangat sulit untuk menyamakan kondisinya sama seperti kondisi asli di lapangan.

Untuk menerangkan tentang tanah berdasarkan ukuran-ukuran partikelnya, terhadap batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah (*soil separate size limits*) yang dapat dilihat pada table berikut

Tabel 1. Batasan-Batasan Ukuran Golongan Tanah

Nama Golongan	Ukuran Butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Massachusset Institute of Tecnology (MIT)	>2	2 - 0,06	0,06 - 0,002	< 0,002
U.S. Departement of Agriculture (USDA)	>2	2 - 0,05	0,05 - 0,002	< 0,002
American Association of State Higway and Transportation Official (AASHTO)	776,2 - 2	2- 0,075	0,075 - 0,002	< 0,002
Unified Soil Classification System (U.S. Burreau of Reclamation)	76,2 - 4,75	4,75 - 0,075	Halus (yaitu Lanau dan Lempung) < 0,0075	

2.2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang sama ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terperinci. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran tanah dan plastisitas. W

Beberapa sistem klasifikasi yang telah dikenal antara lain adalah (Robert F. Baker, 1986 ;16) :

- a. Sistem AASHTO (*American Associatioan of State Highway and Transportation Officials*), yang banyak dipakai pada pekerjaan tanah untuk lintasan transportasi.
- b. Sistem klasifikasi tanah Unifed (*Unified Soil Classification System, USCS*), sistem yang banyak dipakai dalam pekerjaan pondasi, bendungan, bangunan, dan konstruksi sejenisnya.
- c. USDA (*United State Departement of Agriculture*).
- d. MIT (*Massachuseetts Institute of Technology*).
- e. ASTM (*American Society for Testing and Material*).

1. Sistem klasifikasi AASHTO.

Sistem klasifikasi ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai Public Road Administration Classification System. Sistem ini sudah mengalami beberapa perbaikan. Versi saat ini berlaku adalah yang diajukan oleh Committee on Classification of Materials for Subgrade and Granular Type of the Highway Research Board dalam tahun 1945 (ASTM standard no D-3282, AASHTO metode M145).

Pada sistem ini, tanah di klasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai dengan A-7, sistem klasifikasi ini didasarkan pada criteria di bawah ini (Das, 1993 ; 66) :

- a) Ukuran Butir
Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3

inc). dan yang tertahan pada ayakan no. 20 (2 mm). Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf G atau S. G adalah untuk

Pasir : bagian tanah yang lolos kerikil (*gravel*) atau tanah kerikil, dan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah bertahan pada ayakan no. 200 berpasir.

(0,075 mm). 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

b) Plastisitas Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (IP) sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk tanah 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.

c) Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan di dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat. Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

W = Well graded (tanah dengan gradasi baik)

P = Poorly graded (tanah dengan gradasi buruk)

L = Low plasticity (plastisitas rendah) (LL < 50)

H = High plasticity (plastisitas tinggi) (LL >50)

2. Sistem Klasifikasi United Soil Classification (USCS). Sistem unified pada mulanya dikenalkan oleh Casagrande. Sistem ini adalah sistem yang paling terkenal diantara para ahli teknik dan pondasi. Sistem unified ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu (Das, 1993 ; 70) :

a. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained-soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no.200.

2.3. Analisa Ukuran Butiran (ASTM. D-1140)

Sifat-sifat suatu macam tanah tertentu banyak tergantung kepada ukuran butirnya. Karena itu pengukuran besarnya butiran tanah merupakan suatu percobaan yang sangat sering dilakukan dalam bidang mekanika tanah. Besarnya butir juga merupakan dasar untuk klasifikasi atau pemberian nama kepada macam-macam tanah tertentu (L.D. Wesley, 1977).

Proses untuk memisahkan butir-butir tanah ke dalam jenis-jenis tanah sesuai dengan variasi ukuran butirnya disebut

analisis mekanis. Partikel-partikel tanah yang lebih besar dari sekitar 0,075 mm (fraksi kasar) biasanya dipisahkan kedalam berbagai ukuran partikel dengan menggunakan satu susunan ayakan / saringan. Sampel tanah di tempatkan pada ayakan paling atas (lubang terbesar pada ayakan paling atas berangsur-angsur dengan lubang yang lebih kecil pada ayakan dibawahnya)., dan susunan ayakan tersebut digetarkan agar masing-masing partikel jatuh melalui lubang-lubang ayakan. Distribusi ukuran butir tanah kemudian ditentukan dengan mengukur berat kering tanah yang tertinggal di atas tiap ayakan. Prosedur penggunaan ayakan untuk menentukan distribusi ukuran butir disebut analisi mekanis kering.

Ayakan standar dibuat dari anyaman kawat. Telah ditetapkan spesifikasi untuk mengontrol ukuran kawat dan deviasi maksimum yang diijinkan dari lubang ayakan rata-rata. Lubang ayakan adalah jarak antara kawat yang dianyam sejajar. Nomor ukuran ayakan standar AS dan ukuran lubang yang sesuai diberikan dalam table sebagai berikut :

Tabel 2. Saringan Standar Amerika

Nomor Saringan	Ukuran Lubang (mm)
4	4,75
8	2,36
16	1,18
30	0,60
40	0,425
50	0,297
60	0,250
80	0,180
100	0,150
120	0,125
200	0,075

Hasil dari analisis mekanis (analisis ayakan) umumnya digambarkan dalam kertas semi logaritmik yang dikenal sebagai kurva distribusi ukuran (*particle size distribution curve*). Diameter ukuran partikel (butiran) digambarkan dalam skala logaritmik dan persentase dari butiran yang lolos ayakan digambarkan dalam skala hitungan biasa.

Kemiringan dan bentuk umum dari kurva distribusi dapat ditentukan secara numeric oleh koefisien keseragaman C_u (*Uniformity Coefficient*) dan koefisien kelengkungan C_c (*Coefficient of Curvature*).

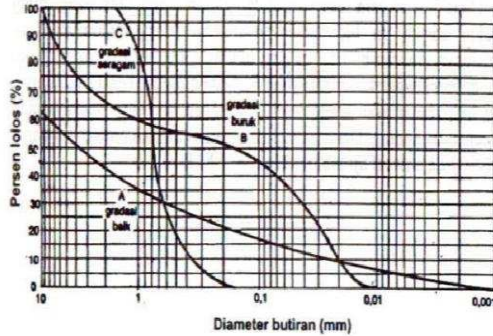
(a). Koefisien keseragaman didefinisikan sebagai :

$$C_u = \frac{(D_{60})}{(D_{10})} \dots\dots\dots(2.1)$$

(b). Koefisien kelengkungan didefinisikan sebagai :

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} \dots\dots\dots(2.2)$$

Tanah bergradasi baik jika mempunyai koefisien kelengkungan C_c antara 1 dan 3, dengan C_u lebih besar dari 4 untuk kerikil dan lebih besar dari 6 untuk pasir, selanjutnya bergradasi sangat baik bila $C_u > 15$.



Gambar Distribusi ukuran butiran.

Gambar 1. Kurva Distribusi Ukuran Butiran

2.4. Kepadatan Relatif (ASTM. D2937-83)

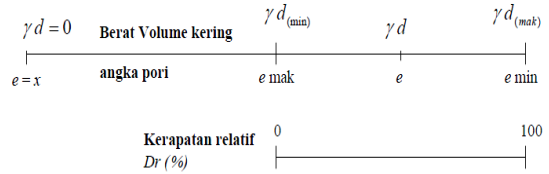
Kepadatan relatif (DR) digunakan untuk menunjukkan tingkat kepadatan tanah granuler yaitu pasir dan kerikil. Kepadatan relatif dinyatakan dalam persamaan :

$$Dr = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \dots\dots (2.3)$$

Karena berat volume kering jauh lebih mudah mengukurnya daripada angka pori, maka kepadatan relatif dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$Dr(\%) = \left[\frac{\gamma_{d(max)}}{\gamma_d} \right] \left[\frac{\gamma_d - \gamma_{d(min)}}{\gamma_{d(max)} - \gamma_{d(min)}} \right] .. (2.4)$$

Kepadatan relatif (Dr) biasanya dinyatakan dalam persen (%).



Gambar 2. Hubungan Antara Angka Pori (e), Berat volume kering (γ_d) dan Kepadatan Relatif (Dr).

Harga kepadatan relatif (Dr) bervariasi dari harga terendah = 0 (atau 0%) untuk tanah yang sangat lepas, sampai harga tertinggi = 1 (atau 100%) untuk tanah yang sangat padat. Para ahli tanah menjelaskan tentang keadaan tanah berbutir kasar atau dasar kepadatan relatifnya seperti dalam tabel berikut :

Tabel 3. Penjelasan Mengenai Tanah Berbutir

Kepadatan Relatif (Dr) %	Penjelasan Mengenai Kondisi Tanah
0 - 15	Sangat Lepas
15 - 50	Lepas
50 - 70	Menengah
70 - 85	Padat
85 - 100	Sangat Padat

2.5. Permeabilitas Tanah (ASTM. D-2434-68)

Permeabilitas didefinisikan sebagai sifat bahan berongga yang memungkinkan air atau cairan lainnya untuk menembus atau merembes melalui hubungan antar pori. Bahan yang mempunyai pori-pori kontinu disebut dapat tembus (*permeable*). Kerikil

mempunyai sifat dapat tembus yang tinggi sedangkan lempung kaku mempunyai sifat dapat tembus yang rendah dan karena itu lempung disebut tidak dapat tembus (*impermeable*) untuk semua tujuan pekerjaan yang berhubungan dengan tanah tersebut.

Jamulya dan Suratman Woro Suspodjo (1983), mengemukakan bahwa permeabilitas adalah cepat lambatnya air merembes kedalam tanah baik melalui pori makro maupun pori mikro baik kearah horizontal maupun vertikal, tanah adalah kumpulan partikel padat dengan rongga yang saling berhubungan. Rongga ini memungkinkan air dapat mengalir di dalam partikel melalui rongga dari satu titik yang lebih tinggi ke titik yang lebih rendah. Sifat tanah yang memungkinkan air melewatinya pada berbagai lajur alir tertentu disebut permeabilitas tanah. Sifat ini berasal dari sifat alami granular tanah, meskipun dapat dipengaruhi oleh faktor lain (seperti air terikat di tanah liat). Jadi tanah yang berbeda akan memiliki permeabilitas yang berbeda.

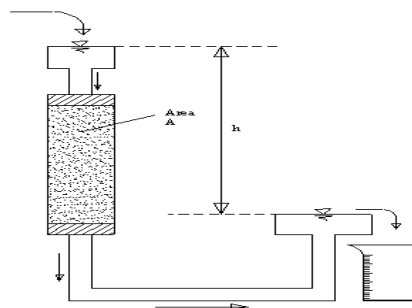
Hukum darcy menjelaskan tentang kemampuan air mengalir pada rongga-rongga (pori) dalam tanah dan sifat-sifat yang mempengaruhinya. Ada dua asumsi utama yang digunakan dalam penetapan hukum darcy ini. Asumsi pertama menyatakan bahwa aliran fluida/cairan dalam tanah bersifat laminar. Sedangkan asumsi kedua menyatakan bahwa tanah berada dalam keadaan jenuh.

Selama ini dalam penentuan besar atau nilai koefisien permeabilitas tanah dilakukan di laboratorium dengan menggunakan dua jenis alat uji berupa

falling head permeameter dan *constant head permeameter*.

1. Permeabilitas dengan Tinggi/Tegangan Tetap (*Constant Head Permeability Test*)

Uji ini digunakan untuk tanah yang memiliki butiran kasar dan memiliki koefisien permeabilitas yang tinggi.



Gambar 3. Skema *constant head test*

Rumus:

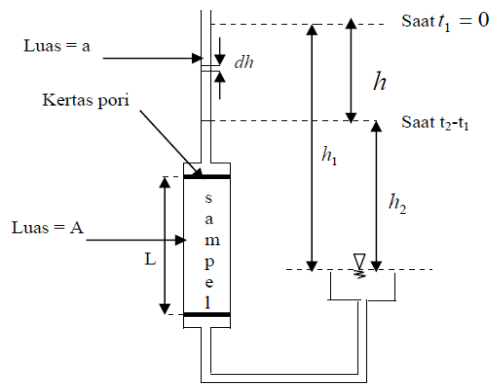
$$Q = k \cdot A \cdot i \cdot T$$

$$k = \frac{Q \times L}{A \times H \times t}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot (D^2)$$

2. Permeabilitas dengan Tinggi/Tegangan Tidak Tetap/Menurun (*Falling Head Permeability Test*)

Uji ini digunakan untuk tanah yang memiliki butiran halus dan memiliki koefisien permeabilitas yang rendah.



Gambar 4. Skema *Falling head test*

Hukum Darcy menunjukkan bahwa permeabilitas tanah ditentukan oleh koefisien permeabilitasnya. Koefisien permeabilitas tanah tergantung pada berbagai faktor. Setidaknya, ada enam faktor utama yang mempengaruhi permeabilitas tanah, yaitu :

- Viskositas Cairan, yaitu semakin tinggi viskositasnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin kecil.
- Distribusi Ukuran Pori, yaitu semakin merata distribusi ukurannya, koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
- Distribusi Ukuran Butiran, yaitu semakin merata distribusi ukurannya, koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
- Rasio Kekosongan (Void Ratio), yaitu semakin besar rasio kekosongannya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin besar.
- Kekasaran Partikel Mineral, yaitu semakin kasar partikel mineralnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.
- Derajat Kejenuhan tanah, yaitu semakin jenuh tanahnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.

3. PELAKSANAAN PENELITIAN

Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini akan dimulai dengan melakukan persiapan terhadap pengadaan bahan dasar berupa pasir, setelah bahan-bahan dasar tersebut tersedia, maka langkah selanjutnya melakukan analisis sifat tanah, yaitu berupa analisa saringan, kepadatan tanah dan yang terakhir berupa test atau pengujian Permeabilitas.

3.1 Analisa Saringan (ASTM. D-1140), Penggunaan ayakan merupakan metode langsung untuk memisahkan tanah menjadi fraksi-fraksi butiran, namun pemakaiannya terbatas pada analisa tanah yang termasuk fraksi pasir.

3.2 Pemeriksaan Berat Volume Tanah dan Kepadatan Relatif (ASTM. D2937-83)

Adalah untuk menentukan berat volume tanah yaitu berat volume minimum $\gamma_{d(min)}$ dan berat volume maksimum $\gamma_{d(maks)}$.

3.3 Permeabilitas dengan Tinggi/Tegangan Tetap (Constant Head Permeability Test),

Adalah untuk mengetahui bilangan yang menyatakan besarnya daya rembesan air yaitu kemampuan tanah untuk dapat dirembesin air.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

Dari hasil pengujian nilai koefisien permeabilitas (k) berdasarkan masing-masing kondisi sampel pasir yang telah

dilaksanakan, didapat data-data sebagai berikut :

1. Untuk Sampel Pasir Dengan Kondisi Gradasi Baik

Tabel 4. Hasil Pengujian Nilai Koefisien Permeabilitas Kondisi Gradasi Baik

Jenis Tanah	Kepadatan Relatif (Dr) (%)	Koefisien Permeabilitas (k) (cm/dtk)
Gradasi Baik	15%	$5,673 \times 10^{-3}$
	30%	$4,765 \times 10^{-3}$
	45%	$3,801 \times 10^{-3}$
	60%	$3,363 \times 10^{-3}$
	75%	$3,214 \times 10^{-3}$
	90%	$2,765 \times 10^{-3}$
	100%	$2,446 \times 10^{-3}$

2. Untuk Sampel Pasir Dengan Kondisi Gradasi Buruk

Tabel 5. Hasil Pengujian Nilai Koefisien Permeabilitas Kondisi Gradasi Buruk

Jenis Tanah	Kepadatan Relatif (Dr) (%)	Koefisien Permeabilitas (k) (cm/dtk)
Gradasi Buruk	15%	$1,106 \times 10^{-2}$
	30%	$8,542 \times 10^{-3}$
	45%	$8,073 \times 10^{-3}$
	60%	$7,310 \times 10^{-3}$
	75%	$6,727 \times 10^{-3}$
	90%	$5,980 \times 10^{-3}$
	100%	$5,068 \times 10^{-3}$

3. Untuk Sampel Pasir Dengan Kondisi Gradasi Seragam

Tabel 6. Hasil Pengujian Nilai Koefisien Permeabilitas Kondisi Gradasi Seragam

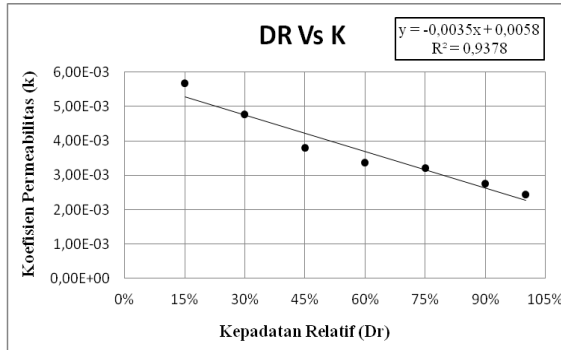
Jenis Tanah	Kepadatan Relatif (Dr) (%)	Koefisien Permeabilitas (k) (cm/dtk)
Gradasi Seragam	15%	$4,260 \times 10^{-2}$
	30%	$3,850 \times 10^{-2}$
	45%	$3,027 \times 10^{-2}$
	60%	$2,108 \times 10^{-2}$
	75%	$1,995 \times 10^{-2}$
	90%	$1,771 \times 10^{-2}$
	100%	$1,614 \times 10^{-2}$

4.2. Pembahasan

a) Pengaruh Kepadatan Relatif (Dr) Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas (k)

Tabel 7. Pengaruh Kepadatan Relatif (Dr) Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas (k) Untuk Kondisi Pasir Bergradasi Baik

Jenis Tanah	Kepadatan Relatif (Dr) (%)	Koefisien Permeabilitas (k)
Gradasi Baik	15%	5,673E-03
	30%	4,765E-03
	45%	3,801E-03
	60%	3,363E-03
	75%	3,214E-03
	90%	2,765E-03
	100%	2,446E-03

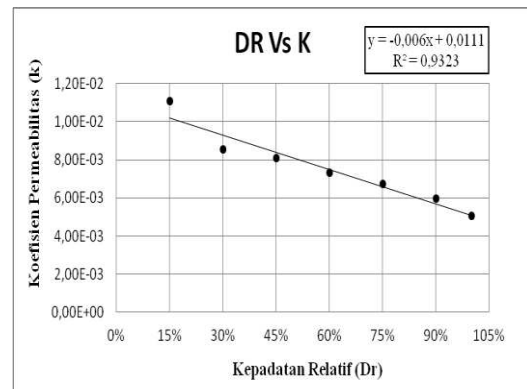


Gambar 5. Grafik Hubungan Pengaruh Kepadatan Relatif (Dr) Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas (k) Untuk Kondisi Pasir Bergradasi Baik

Dari Tabel 7 dan Gambar 5 Grafik hubungan antara kepadatan relatif (Dr) dan hasil koefisien permeabilitas pada kondisi pasir bergradasi baik terlihat bahwa semakin bertambahnya nilai kepadatan relatif (Dr), nilai koefisien permeabilitas yang di dapat akan semakin kecil, hal ini disebabkan butiran-butiran pasir yang terdapat pada kondisi pasir bergradasi baik relatif lebih baik menutup pori-pori udara yang terdapat diantara butiran-butiran pasir yang lebih kasar. Sehingga nilai koefisien permeabilitas yang didapat pada kondisi pasir bergradasi baik relatif lebih kecil.

b) Pengaruh Kepadatan Relatif (Dr) Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas (k) Untuk Kondisi Pasir Bergradasi Buruk

Jenis Tanah	Kepadatan Relatif (Dr) (%)	Koefisien Permeabilitas (k)
Gradasi Buruk	15%	1,106E-02
	30%	8,542E-03
	45%	8,073E-03
	60%	7,310E-03
	75%	6,727E-03
	90%	5,980E-03
	100%	5,068E-03

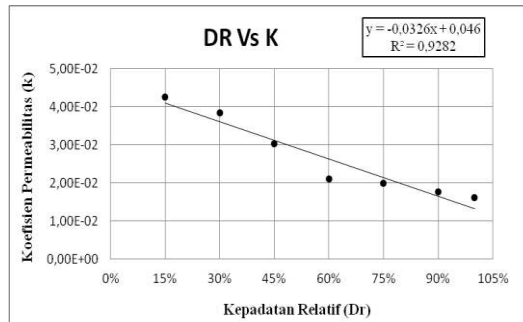


Gambar 6. Grafik Hubungan Pengaruh Kepadatan Relatif (Dr) Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas (k) Untuk Kondisi Pasir Bergradasi Buruk.

Dari Tabel 6 dan Gambar 6. Grafik hubungan antara kepadatan relatif (Dr) dan hasil koefisien permeabilitas pada kondisi pasir bergradasi buruk juga terlihat bahwa semakin bertambahnya nilai kepadatan relatif (Dr), nilai koefisien permeabilitas yang di dapat akan semakin kecil, hal ini disebabkan butiran-butiran pasir yang terdapat pada kondisi gradasi buruk relatif baik menutup pori-pori udara yang terdapat diantara butiran-butiran pasir yang lebih kasar. Sehingga nilai koefisien permeabilitas yang didapat pada kondisi pasir bergradasi buruk juga relatif kecil.

c) Pengaruh Kepadatan Relatif (Dr) Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas(k) Untuk Kondisi Pasir Bergradasi Seragam

Jenis Tanah	Kepadatan Relatif (Dr) (%)	Koefisien Permeabilitas (k)
Gradasi Seragam	15%	4,260E-02
	30%	3,850E-02
	45%	3,027E-02
	60%	2,108E-02
	75%	1,995E-02
	90%	1,771E-02
	100%	1,614E-02



Gambar 7. Grafik Hubungan Pengaruh Kepadatan Relatif (Dr) Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas (k) Untuk Kondisi Pasir Bergradasi Seragam.

Dari Tabel 7 dan Gambar 7. Grafik hubungan antara kepadatan relatif (Dr) dan hasil koefisien permeabilitas pada kondisi pasir bergradasi seragam juga terlihat bahwa semakin bertambahnya nilai kepadatan relatif (Dr), nilai koefisien permeabilitas yang di dapat akan semakin kecil, hal ini disebabkan butiran-butiran pasir yang terdapat pada kondisi pasir bergradasi seragam relatif baik menutup pori-pori udara yang terdapat diantara butiran-butiran pasir yang lebih kasar. Sehingga nilai koefisien permeabilitas yang didapat pada kondisi pasir bergradasi seragam juga relatif kecil.

5. KESIMPULAN

- a. Faktor Dari ketiga kondisi gradasi yang telah ditest, dengan jelas terlihat bahwa makin besar nilai kepadatan relatif (Dr) dari suatu sampel pasir, maka makin kecil pula nilai koefisien permeabilitas (k) yang dihasilkan dari pengujian.
- b. Pengaruh hubungan antara kepadatan relatif (Dr) terhadap nilai koefisien

- permeabilitas (k) yang dihasilkan dari hasil pengujian untuk kondisi gradasi baik diwakili oleh persamaan empiris $y = -0,0035x + 0,0058$ dengan nilai koefisien regresinya $R^2 = 0,9378$ yang menunjukkan adanya pengaruh hubungan yang baik.
- c. Pengaruh hubungan antara kepadatan relatif (D_r) terhadap nilai koefisien permeabilitas (k) yang dihasilkan dari hasil pengujian untuk kondisi gradasi buruk diwakili oleh persamaan empiris $y = -0,006x + 0,0111$ dengan nilai koefisien regresinya $R^2 = 0,9323$ yang menunjukkan adanya pengaruh hubungan yang baik.
- d. Pengaruh hubungan antara kepadatan relatif (D_r) terhadap nilai koefisien permeabilitas (k) yang dihasilkan dari hasil pengujian untuk kondisi gradasi seragam diwakili oleh persamaan empiris $y = -0,0326x + 0,046$ dengan nilai koefisien regresinya $R^2 = 0,9282$ yang menunjukkan adanya pengaruh hubungan yang baik.
- Smith, M.J. 1984, *Mekanika Tanah*, Erlangga, Jakarta.
- Zulkifli, 2013, *Korelasi Kadar Air, Derajat Kepadatan Relative Dengan CBR Pada Tanah Berbutir*.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi Rieky, 2004, *Korelasi Derajat Kepadatan Relatif Tanah Berbutir Kasar Terhadap Nilai N-SPT*.
- Craig, R.F. *Mekanika Tanah*, 1989, Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M. 1985, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, PWS-KENT Publisher.
- Shirley LH, *“Geoteknik dan Mekanika Tanah”*, Penerbit Nova.