

# **PENGARUH DIAMETER EFEKTIF ( $D_{10}$ ) TERHADAP NILAI KOEFISIEN PERMEABILITAS TANAH PASIR**

**Firdaus Suryawan Halim  
NRP: 1521002**

**Pembimbing: Dr. Ir. Asriwiyanti Desiani, M.T.**

## **ABSTRAK**

Indonesia adalah negara yang kaya akan berbagai jenis tanah. Salah satunya adalah tanah pasir yang memiliki nilai koefisien permeabilitas yang tinggi karena teksturnya yang kasar sehingga terdapat ruang pori-pori yang besar diantara butiran-butirannya. Untuk mendapatkan suatu nilai koefisien permeabilitas, maka dilakukan dua macam uji standar dilaboratorium, yaitu: uji tinggi konstan dan uji tinggi jatuh. Beberapa persamaan empiris untuk mendapatkan koefisien permeabilitas tanah telah diperkenalkan dimasa lalu, salah satunya adalah yang diperkenalkan oleh Allen Hazen.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh diameter efektif ( $D_{10}$ ) terhadap nilai koefisien permeabilitas pada tanah pasir melalui uji permeabilitas dan analisa saringan di laboratorium. Penelitian ini menggunakan 10 sampel dengan penambahan pasir yang lolos saringan No.100 sebanyak 4%; 6%; 8%; 10%; 12%; 20%; 30%; 40%; dan 50% dari berat total sampel tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai  $D_{10}$  dan koefisien permeabilitas pasir mengalami penurunan selama penambahan pasir lolos saringan No.100. Selain itu hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kelipatan penambahan pasir berbanding terbalik dengan nilai koefisien permeabilitas yang dihasilkan. Hasil penelitian dengan persamaan polinomial juga menemukan bahwa tanah pasir Cisumdawu dengan  $D_{10}$  lebih besar dari 0,10mm menghasilkan nilai C sebesar 0,40, dengan  $D_{10}$  berkisar antara 0,080mm hingga 0,077mm menghasilkan nilai C sebesar 0,19, dengan  $D_{10}$  berkisar antara 0,077mm hingga 0,076mm menghasilkan nilai C sebesar 0,12, dengan  $D_{10}$  lebih kecil dari 0,076mm menghasilkan nilai C sebesar 0,06. Sedangkan dengan menggunakan persamaan *linier* tanah pasir Cisumdawu dengan  $D_{10}$  lebih besar dari 0,079mm menghasilkan nilai C sebesar 0,018, dan dengan  $D_{10}$  lebih kecil dari 0,076mm menghasilkan nilai C sebesar 0,007.

**Kata kunci:**  $D_{10}$ , koefisien permeabilitas, pasir

# ***THE EFFECT OF EFFECTIVE DIAMETERS ( $D_{10}$ ) ON SAND SOIL COEFFICIENTS OF PERMEABILITY***

**Nama Firdaus Suryawan Halim  
NRP: 1521002**

***Supervisor: Dr. Ir. Asriwiyanti Desiani, M.T.***

## ***ABSTRACT***

*Indonesia is a country with various types of soils. One of them is sand soil which has a high coefficient of permeability because of its rough texture. Because of that there is a large pore space between the grains. To obtain a coefficient of permeability there is two types of standardized laboratory tests that can be carried out, namely: constant head test and falling head test. Several equations to obtain soil coefficients of permeability have been introduced in the past, one of which was introduced by Allen Hazen .*

*The purpose of this study was to determine the effect of effective diameter ( $D_{10}$ ) on the value of coefficient of permeability on sand soils through permeability testing and sieve analysis in the laboratory. This study used 10 samples with the addition of sand which passed sieve No. 100 by 4%; 6%; 8%; 10%; 12%; 20%; 30%; 40%; and 50% of the total weight of the soil sample.*

*The results showed that the value of  $D_{10}$  and the sand permeability coefficient decreased during the addition of sand passed sieve No. 100. In addition, the results of the study also show that multiples of the addition of sand are inversely proportional to the value of the permeability coefficient produced. The results of the study with polynominal equations also found that the Cisumdawu san with  $D_{10}$  greater than 0.10 mm resulted in a C value of 0.40, with  $D_{10}$  ranging from 0.080mm to 0.077mm resulting in a C value of 0.19, with  $D_{10}$  ranging from 0.077mm up to 0.076mm produces a value of C of 0.12, with  $D_{10}$  smaller than 0.076mm resulting in a value of C of 0.06. While using the linear equation Cisumdawu sand with  $D_{10}$  greater than 0.079mm produces a value of C of 0.018, and with  $D_{10}$  smaller than 0.076mm produces a value of C of 0.007.*

***Keywords:***  $D_{10}$ , permeability coefficient, sand

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanah	4
2.1.1 Ukuran Partikel Tanah	4
2.2 Klasifikasi Tanah	5
2.2.1 Cara USCS ( <i>Unified Soil Classification System</i> )	5
2.2.2 Cara ASSHTO	7
2.3 Pasir	9
2.4 Hubungan Berat dan Volume Tanah	9
2.5 Analisa Saringan	11
2.6 Permeabilitas	13
2.6.1 Rumus Empiris Allen Hazen	13
2.6.2 Hukum Darcy	14
2.6.3 Metode Tinggi Energi Tetap ( <i>Constant Heads</i> )	14
2.6.4 Koefisien Permeabilitas	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Diagram Alir Penelitian	17
3.2 Persiapan Sampel Uji	18
3.3 Pengujian Pendahuluan	18
3.3.1 Pengujian Kadar Air ( <i>Water Content</i> )	18
3.3.2 Pengujian Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> )	20
3.3.3 Pengujian Analisis Ukuran Butir ( <i>Sieve Analysis</i> )	21
3.3.4 Pengujian Permeabilitas Metode <i>Constant Head</i>	26
BAB IV ANALISIS DATA	35
4.1 Indeks Properti Sampel Uji	35
4.1.1 Pengujian <i>Water Content</i> (w)	35
4.1.2 Pengujian <i>Specific Gravity</i> (Gs)	35

4.2 Hasil Uji <i>Sieve Analysis</i>	36
4.2.1 Sampel Uji 1	36
4.2.2 Sampel Uji 2	37
4.2.3 Sampel Uji 3	39
4.2.4 Sampel Uji 4	40
4.2.5 Sampel Uji 5	41
4.2.6 Sampel Uji 6	42
4.2.7 Sampel Uji 7	43
4.2.8 Sampel Uji 8	45
4.2.9 Sampel Uji 9	46
4.2.10 Sampel Uji 10	47
4.2.11 Evaluasi Penambahan Pasir Lolos Saringan No.100 Terhadap Kurva Distribusi Ukuran Butir	48
4.3 Hasil Uji Permeabilitas	48
4.3.1 Sampel Uji 1	49
4.3.2 Sampel Uji 2	50
4.3.3 Sampel Uji 3	51
4.3.4 Sampel Uji 4	52
4.3.5 Sampel Uji 5	53
4.3.6 Sampel Uji 6	54
4.3.7 Sampel Uji 7	55
4.3.8 Sampel Uji 8	56
4.3.9 Sampel Uji 9	57
4.3.10 Sampel Uji 10	58
4.4 Kurva Hubungan $D_{10}$ dan Persen Tambahan Pasir Lolos Saringan No.100	58
4.5 Kurva Hubungan Koefisien Permeabilitas Hasil Laboratorium dan Persen Tambahan Pasir Lolos Saringan No.100	60
4.6 Korelasi antara $D_{10}$ dan Koefisien Permeabilitas Hasil Laboratorium	62
4.6.1 Korelasi Menggunakan Persamaan Polinomial	62
4.6.2 Korelasi Menggunakan Persamaan <i>Linier</i>	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1 Simpulan	71
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Klasifikasi USCS	7
Gambar 2.2	Sistem Klasifikasi AASTHO	8
Gambar 2.3	Sistem Klasifikasi AASTHO	9
Gambar 2.4	Elemen Tanah: (a)Keadaan Asli; (b)Keadaan Tiga Fase	10
Gambar 2.5	Prinsip Uji Permeabilitas dengan Uji Tinggi Tetap	14
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3.2	Alat Uji Berat Jenis	21
Gambar 3.3	Diagram Alir Mencari Angka Pori	26
Gambar 3.4	Alat Uji Permeabilitas	27
Gambar 4.1	Kurva Distribusi Ukuran Butir SU1	37
Gambar 4.2	Kurva Distribusi Ukuran Butir SU2	38
Gambar 4.3	Kurva Distribusi Ukuran Butir SU3	39
Gambar 4.4	Kurva Distribusi Ukuran Butir SU4	40
Gambar 4.5	Kurva Distribusi Ukuran Butir SU5	42
Gambar 4.6	Kurva Distribusi Ukuran Butir SU6	43
Gambar 4.7	Kurva Distribusi Ukuran Butir SU7	44
Gambar 4.8	Kurva Distribusi Ukuran Butir SU8	45
Gambar 4.9	Kurva Distribusi Ukuran Butir SU9	46
Gambar 4.10	Kurva Distribusi Ukuran Butir SU10	47
Gambar 4.11	Kurva Distribusi Ukuran Gabungan	48
Gambar 4.12	Hasil Pengujian Permeabilitas Sampel Uji 1	49
Gambar 4.13	Hasil Pengujian Permeabilitas Sampel Uji 2	50
Gambar 4.14	Hasil Pengujian Permeabilitas Sampel Uji 3	51
Gambar 4.15	Hasil Pengujian Permeabilitas Sampel Uji 4	52
Gambar 4.16	Hasil Pengujian Permeabilitas Sampel Uji 5	53
Gambar 4.17	Hasil Pengujian Permeabilitas Sampel Uji 6	54
Gambar 4.18	Hasil Pengujian Permeabilitas Sampel Uji 7	55
Gambar 4.19	Hasil Pengujian Permeabilitas Sampel Uji 8	56
Gambar 4.20	Hasil Pengujian Permeabilitas Sampel Uji 9	57
Gambar 4.21	Hasil Pengujian Permeabilitas Sampel Uji 10	59
Gambar 4.22	Korelasi Antara $D_{10}$ dan Persen Lolos Ayakan No.100	60
Gambar 4.23	Korelasi Antara Persen Tambahan Pasir lolos Saringan No.100 dan Koefisien Permeabilitas Hasil Laboratorium	61
Gambar 4.24	Korelasi Antara $D_{10}$ dan $k_{20^{\circ}\text{C}}$ Untuk Persamaan Polinomial	62
Gambar 4.25	Korelasi Antara $D_{10}$ dan $k=C.D_{10}^2$ Untuk Persamaan Polinomial	64
Gambar 4.26	Perbandingan Antara $k$ Persamaan $y = -3.0646x^2 + 0.6808x - 0.0336$ dan Rumus $k=C.D_{10}^2$ Untuk Persamaan Polinomial	65
Gambar 4.27	Korelasi Antara $D_{10}$ dan $k_{20^{\circ}\text{C}}$ Untuk Persamaan <i>Linier</i>	66
Gambar 4.28	Korelasi Antara $D_{10}$ dan $k_{20^{\circ}\text{C}}$ Untuk Persamaan <i>Linier</i>	67
Gambar 4.29	Korelasi Antara $D_{10}$ dan $k=C.D_{10}$ Untuk Persamaan <i>Linier</i>	69
Gambar 4.30	Perbandingan Antara $k$ Persamaan $y = 0.2102x - 0.0155$ dan Rumus $k=C.D_{10}$ Untuk Persamaan <i>Linier</i>	70



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah	4
Tabel 2.2	Ukuran-ukuran Ayakan Standard di Amerika Serikat	11
Tabel 2.3	Harga Koefisien Permeabilitas	16
Tabel 3.1	Penamaan Sampel Uji	18
Tabel 3.2	Pengujian <i>Water Content</i>	19
Tabel 3.3	Pengujian <i>Sieve Analysis</i>	22
Tabel 3.4	Pengujian Permeabilitas Metode <i>Constant Head</i>	27
Tabel 4.1	Hasil Uji <i>Water Content</i>	35
Tabel 4.2	Hasil Uji Gs	35
Tabel 4.3	Distribusi Ukuran Butir SU1	36
Tabel 4.4	Nilai Koefisien dan Diameter Efektif Sampel Uji 1	37
Tabel 4.5	Distribusi Ukuran Butir SU2	38
Tabel 4.6	Nilai Koefisien dan Diameter Efektif Sampel Uji 2	38
Tabel 4.7	Distribusi Ukuran Butir SU3	39
Tabel 4.8	Nilai Koefisien dan Diameter Efektif Sampel Uji 3	40
Tabel 4.9	Distribusi Ukuran Butir SU4	40
Tabel 4.10	Nilai Koefisien dan Diameter Efektif Sampel Uji 4	41
Tabel 4.11	Distribusi Ukuran Butir SU5	41
Tabel 4.12	Nilai Koefisien dan Diameter Efektif Sampel Uji 4	42
Tabel 4.13	Distribusi Ukuran Butir SU6	43
Tabel 4.14	Nilai Koefisien dan Diameter Efektif Sampel Uji 6	43
Tabel 4.15	Distribusi Ukuran Butir SU7	44
Tabel 4.16	Distribusi Ukuran Butir SU8	45
Tabel 4.17	Distribusi Ukuran Butir SU9	46
Tabel 4.18	Distribusi Ukuran Butir SU10	47
Tabel 4.19	Data $D_{10}$ dan Persen Tambahan Pasir Lolos Saringan No.100	59
Tabel 4.20	Data Koefisien Permeabilitas Hasil Laboratorium dan Persen Tambahan Pasir Lolos Saringan No.100	61
Tabel 4.21	Data $D_{10}$ dan Koefisien Permeabilitas $k_{20^{\circ}\text{C}}$ Untuk Persamaan Polinomial	62
Tabel 4.22	Hasil Pembagian Nilai C Untuk Persamaan Polinomial	63
Tabel 4.23	Nilai C Untuk Persamaan Polinomial	63
Tabel 4.24	Data $D_{10}$ dan Koefisien Permeabilitas $k=C.D_{10}^2$ Untuk Persamaan Polinomial	64
Tabel 4.25	Perbandingan Antara $k$ Persamaan $y = -3.0646x^2 + 0.6808x - 0.0336$ dan Rumus $k=C.D_{10}^2$ Untuk Persamaan Polinomial	65
Tabel 4.26	Data $D_{10}$ dan Koefisien Permeabilitas $k_{20^{\circ}\text{C}}$ Untuk Persamaan Linier	66
Tabel 4.27	Data $D_{10}$ dan Koefisien Permeabilitas $k_{20^{\circ}\text{C}}$ Untuk Persamaan Linier	67
Tabel 4.28	Hasil Pembagian Nilai C Untuk Persamaan Linier	68
Tabel 4.29	Nilai C Untuk Persamaan Linier	68
Tabel 4.30	Data $D_{10}$ dan Koefisien Permeabilitas $k=C.D_{10}$ Untuk Persamaan Linier	69

Tabel 4.31 Perbandingan Antara k Persamaan  $y = 0.2102x - 0.0155$  dan Rumus  $k=C.D_{10}$  Untuk Persamaan *Linier*

69



## DAFTAR NOTASI

A	luas penampang pengaliran
C <sub>c</sub>	koefisien gradasi
C <sub>u</sub>	koefisien keseragaman
D <sub>10</sub>	diameter yang bersesuaian dengan 10% lolos ayakan.
D <sub>30</sub>	diameter yang bersesuaian dengan 30% lolos ayakan.
D <sub>60</sub>	diameter yang bersesuaian dengan 60% lolos ayakan.
i	gradien hidraulik =h/L
k	koefisien permeabilitas (cm/detik)
k <sub>20°C</sub>	koefisien permeabilitas pada temperatur 20°C
k <sub>r</sub>	koefisien permeabilitas pada temperatur ruangan
L	panjang pengaliran (cm)
t	waktu (detik)
v	kecepatan aliran (cm/detik)
V <sub>a</sub>	volume udara di dalam pori.
V <sub>s</sub>	volume butiran
V <sub>v</sub>	volume pori
V <sub>w</sub>	volume air di dalam pori
w	kadar air
W <sub>s</sub>	berat butiran padat
W <sub>w</sub>	berat air
η <sub>r</sub>	kekentalan air pada temperatur ruangan
η <sub>20°C</sub>	kekentalan air pada temperatur 20°C
γ	berat volume
γ <sub>d</sub>	berat volume kering ( <i>dry unit weight</i> ),



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN L.1 HASIL UJI <i>WATER CONTENT</i>	74
LAMPIRAN L.2 HASIL UJI <i>SPECIFIC GRAVITY</i> ( $G_s$ )	75
LAMPIRAN L.3 CONTOH PERHITUNGAN ANALISIS AYAKAN (SU1)	76
LAMPIRAN L.4 HASIL PERHITUNGAN MENCARI KADAR <i>GRAVEL</i> , <i>SAND</i> , <i>FINES</i>	79
LAMPIRAN L.5 CONTOH PERHITUNGAN PENGUJIAN PERMEABILITAS SAMPEL UJI 1	83

