

PENGARUH UKURAN BUTIR TERHADAP KOEFSIEN PERMEABILITAS MATERIAL *CRUSHED LIMESTONE*

Agita Risma Artika
NRP: 1221034

Pembimbing: Andrias Suhendra Nugraha, S.T., M.T.

ABSTRAK

Parameter permeabilitas menjadifaktor penting pada perencanaan konstruksi bangunan penahan air, seperti tanggul, bendungan, dan lain-lainnya. Pengujian parameter permeabilitas salah satunya dilakukan untuk menentukan koefisien permeabilitas. Material alternatif yang bisa digunakan dalam konstruksi bangunan penahan air tersebut salah satunya adalah *crushed limestone*. *Crushed limestone* merupakan material *limestone* yang telah melewati proses *crushing*.

Tujuan penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah mengevaluasi pengaruh ukuran butir terhadap koefisien permeabilitas material *crushed limestone* dengan metode *constant head* berdasarkan standar ASTM D 2434-68. Sampel uji penelitian menggunakan material berukuran butir ekuivalen sebagai berikut: *SU2* (Lolos saringan 3mm tertahan saringan 2mm) dan *SU1* (Lolos saringan 2mm tertahan saringan 1mm). Nilai angka pori yang direncanakan pada pengujian permeabilitas ialah 0,7, 0,8, dan 0,9. Dengan asumsi tinggi sampel uji (L_p) 8cm. Tinggi *Head* yang digunakan pada pengujian permeabilitas ialah 70cm, 60cm dan 50cm. Setiap pengujian dengan waktu 300 detik.

Hasil dari penelitian menyatakan material *crushed limestone* untuk sampel uji *SU1* dan *SU2* memiliki gradasi buruk dengan nilai koefisien keseragaman (C_u) untuk *SU1* dan *SU2* adalah 1,64 dan 2,48. Sedangkan nilai koefisien gradasi (C_c) untuk *SU1* dan *SU2* adalah 0,96 dan 0,87. Dari pengujian permeabilitas didapatkan nilai koefisien permeabilitas (k) untuk *SU1-Test1*, *SU1-Test2*, dan *SU1-Test3* secara berturut-turut adalah 114×10^{-4} cm/detik, 300×10^{-4} cm/detik, dan 42×10^{-4} cm/detik. Dengan nilai angka pori (e) untuk sampel uji *SU1* yang didapatkan secara berturut-turut adalah 0,761, 0,758, dan 0,804. Sedangkan nilai koefisien permeabilitas (k) untuk sampel uji *SU2-Test1*, *SU2-Test2*, dan *SU2-Test3* secara berturut-turut adalah 81×10^{-4} cm/detik, 33×10^{-4} cm/detik, dan 28×10^{-4} cm/detik. Dengan nilai angka pori (e) untuk sampel uji *SU2* secara berturut-turut adalah 0,788, 0,799, dan 0,798. Semakin besar ukuran butir pada sampel uji material *crushed limestone* maka koefisien permeabilitas semakin besar. Semakin besar nilai koefisien keseragaman (C_u) maka nilai koefisien permeabilitas akan semakin besar. Semakin kecil nilai koefisien gradasi (C_c) maka nilai koefisien permeabilitas akan semakin kecil.

Kata Kunci: *crushed limestone*, koefisien permeabilitas, angka pori, koefisien keseragaman, koefisien gradasi.

THE INFLUENCE OF THE GRAIN SIZE TO THE COEFFICIENT OF PERMEABILITY MATERIAL CRUSHED LIMESTONE

**Agita Risma Artika
NRP: 1221034**

Supervisor: Andrias Suhendra Nugraha, S.T., M.T.

ABSTRACT

Permeability parameters become an important factor in the construction planning water retaining buildings, such as dikes, dams, and others. Permeability parameter testing is one for determine the coefficient of permeability. Alternatif materials that can be used in the contruction of water retaining one of them is crushed limestone. Crushed limestone is a limestone material that has gone through thecrushing process.

The goal of final project research is to evaluation the effect of the grain size to the coefficient of permeability material crushed limestone with constant head method based on ASTM D 2434-68. Test samples of research material are partical-size equivalentents as follows: SU2 (passing 3mm sieve and retained on 2mm sieve) and SU1 (passing 2mm sieve and retained on 1mm sieve). The assumed value of void ratio on permeability testing is 0.7, 0.8, and 0.9. Assuming the height of the test sampel is (L_r) 8cm. High head used in permeability testing is 70, 60, and 50. Each test with time 300 second.

The result of the study for material cushed limestone test samples SU1 and SU2 have a poorly graded with the coefficient uniform (C_u) test material SU1 and SU2 are 1.64 and 2.48. Value coefficient of gradation (C_c) for the test material SU1 and SU2 are 0.96 and 0.87. Permeability testing shows the test coefficinet of permeability (k) for SU1-Test 1, SU1-Test 2, and SU1-Test 3 consecutively are 114×10^{-4} cm/sec, 300×10^{-4} cm/sec, 42×10^{-4} cm/sec. With the value of void ratio (e) for a test sample SU1 obtained consecutively are 0.761, 0.758 and 0.804. While the value coefficient of permeability (k) for SU2-test 1, test 2 and SU2 SU2-test3 consecutively are 81×10^{-4} cm/sec, 33×10^{-4} cm/sec, 28×10^{-4} cm/sec. With the value of void ratio (e) for a test sample SU2 obtained consecutively are 0.788, 0.799 and 0.798. The greater the value of uniformity coefficient (C_u) then the value will be greater coefficient of permeability. The smaller the value of the coefficient of gradation (C_c) then the coefficient of permeability will be smaller.

Keywords: *crushed limestone, coefficient of permeability, void ratio, coefficient of uniform, coefficient of gradation.*

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	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II TINJAUAN LITERATUR.....	4
2.1 <i>Limestone</i>	4
2.1.1 Jenis-jenis <i>Limestone</i>	5
2.1.2 Kegunaan <i>Limestone</i>	8
2.2 Hubungan Berat dan Volume Tanah	10
2.3 <i>Specific Gravity</i> (G_s).....	12
2.4 Analisis Saringan (<i>Sieve Analysis</i>)	12
2.5 Permeabilitas	14
2.5.1 Hukum Darcy	15
2.5.2 Koefisien Permeabilitas	16
2.5.3 Pengujian Permeabilitas dengan Metode <i>Constant Head</i>	18
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	20
3.2 Persiapan Alat yang Digunakan	21
3.3 Material Uji	22
3.4 Persiapan Sampel Uji di Laboratorium	23
3.5 Proses Pengujian <i>Specific Gravity</i> (G_s)	24
3.6 Proses Pengujian <i>Sieve Analysis</i>	26
3.7 Proses Pengujian Permeabilitas Metode <i>Constant Head</i>	30
BAB IV ANALISIS DATA PENELITIAN	36
4.1 Hasil Uji Indeks Properti Material <i>Crushed Limestone</i>	36
4.2 Hasil Uji <i>Sieve Analysis</i> Material <i>Crushed Limestone</i>	36
4.3 Hasil Uji Permeabilitas Material <i>Crushed Limestone</i>	39
4.4 Pengaruh Ukuran Butir terhadap Koefisien Permeabilitas.....	49

BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Simpulan.....	53
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fase Tanah.....	10
Gambar 2.2 Uji Permeabilitas dengan <i>Constant Head</i>	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2 <i>Limestone</i>	22
Gambar 3.3 <i>Layout Quartering</i>	23
Gambar 3.4 Alat-alat Pengujian <i>Specific Gravity</i>	24
Gambar 3.5 Alat-alat Pengujian <i>Sieve Analysis</i>	27
Gambar 3.6 Alat-alat Pengujian Permeabilitas	30
Gambar 3.7 Diagram Alir Menentukan Angka Pori (e).....	32
Gambar 4.1 Kurva Distribusi Sampel Uji <i>SU1</i>	37
Gambar 4.2 Kurva Distribusi Sampel Uji <i>SU2</i>	38
Gambar 4.3 Kurva Distribusi Sampel Uji <i>SU1</i> dan <i>SU2</i>	39
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Permeabilitas <i>SU1-Test 1</i>	40
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Permeabilitas <i>SU1-Test 2</i>	41
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Permeabilitas <i>SU1-Test 3</i>	42
Gambar 4.7 Ilustrasi Pengujian Sampel Uji <i>SU1</i> Sesuai Rencana.....	43
Gambar 4.8 Ilustrasi Pengujian Sampel Uji <i>SU1</i> Sesuai Angka Pori	43
Gambar 4.9 Hubungan Koefisien Permeabilitas Dengan Angka Pori Sampel Uji <i>SU1</i>	44
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Permeabilitas <i>SU2-Test 1</i>	45
Gambar 4.11 Hasil Pengujian Permeabilitas <i>SU2-Test 2</i>	46
Gambar 4.12 Hasil Pengujian Permeabilitas <i>SU2-Test 3</i>	47
Gambar 4.13 Ilustrasi Pengujian Sampel Uji <i>SU2</i> Sesuai Rencana.....	48
Gambar 4.14 Ilustrasi Pengujian Sampel Uji <i>SU1</i> Sesuai Angka Pori	48
Gambar 4.15 Hubungan Koefisien Permeabilitas Dengan Angka Pori Sampel Uji <i>SU2</i>	49
Gambar 4.16 Gabungan Sampel Uji <i>SU1</i> dan <i>SU2</i>	50
Gambar 4.17 Hubungan Koefisien Permeabilitas Terhadap Ukuran Butir.....	50
Gambar 4.18 Koefisien Permeabilitas Terhadap Koefisien Keseragaman (C_u) ...	51
Gambar 4.19 Koefisien Permeabilitas Terhadap Koefisien Gradasi (C_c).....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Typical Void Ratio, Moisture Content, and Dry Unit Weight</i>	11
Tabel 2.2 Ukuran-ukuran Ayakan Standar di Amerika	12
Tabel 2.3 Nilai-nilai dari Koefisien Permeabilitas.....	16
Tabel 2.4 Nilai Permeabilitas Tanah pada Temperatur 20 ⁰ C.....	19
Tabel 3.1 Penomoran Sampel Uji	22
Tabel 3.2 Langkah-langkah Pengambilan Material	24
Tabel 3.3 Langkah-langkah Pengujian <i>Specific Gravity (G_s)</i>	25
Tabel 3.4 Langkah-langkah Persiapan Sampel Uji	27
Tabel 3.5 Langkah-langkah Pengujian <i>Sieve Analysis</i>	29
Tabel 3.6 Proses Pengambilan Sampel Uji Permeabilitas	31
Tabel 3.7 Pengujian Permeabilitas <i>Constant Head</i>	32
Tabel 4.1 Hasil Uji Indeks Properti.....	36
Tabel 4.2 Parameter Sampel Uji <i>SU1</i>	37
Tabel 4.3 Parameter Sampel Uji <i>SU2</i>	38
Tabel 4.4 Parameter Material Uji <i>SU1</i> dan <i>SU2</i>	39
Tabel 4.5 Parameter Permeabilitas Sampel Uji <i>SU1</i>	43
Tabel 4.6 Parameter Permeabilitas Sampel Uji <i>SU2</i>	48



DAFTAR NOTASI

A	Luas penampang
c	Konstanta yang bervariasi dari 1,0–1,5
C_c	Koefisien gradasi (<i>coefficient of gradation</i>)
C_u	Koefisien keseragaman (<i>uniformity coefficient</i>)
D	Diameter tabung silinder
D_{10}	Diameter yang bersesuaian dengan 10% lolos saringan.
D_{30}	Diameter yang bersesuaian dengan 30% lolos saringan.
D_{60}	Diameter yang bersesuaian dengan 60% lolos saringan.
e	Angka pori
e_r	Angka pori rencana
G_s	Berat jenis (<i>specific gravity</i>)
h	Head atau perubahan tinggi energi
i	Gradien hidrolis
k	Koefisien permeabilitas
k_0	Koefisien rembesan pada $e=0,85$
$k_{20^{\circ}C}$	Koefisien permeabilitas pada temperatur standar.
k_T	Koefisien permeabilitas pada temperatur saat percobaan.
L	Panjang benda uji atau panjang pengaliran
L_r	Asumsi tinggi sampel uji
n	Porositas
q	Debit rembesan
Q	Volume air dalam gelas ukur
S_r	Derajat Kejenuhan
T	Temperatur
t	Waktu
v	Kecepatan aliran
V	Volume tanah total
V_r	Volume rencana
V_s	Volume butiran padat
V_v	Volume pori
V_w	Volume air
W	Berat tanah total
w	Kadar air
W_s	Berat butiran padat
W_w	Berat air
Z_1	Tinggi tabung silinder
Z_2	Tebal 2(dua) batu pori
Z_3	Tinggi sisa tabung silinder
γ	Berat volume
γ_w	Berat volume air ($1\text{gr}/\text{cm}^3$)
$\eta_{20^{\circ}C}$	Kekentalan air pada temperatur $20^{\circ}C$.
η_T	Kekentalan air pada temperatur saat percobaan.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Hasil Uji <i>Initial Water Content</i> Sampel Uji <i>SU1</i>	56
Lampiran II	Hasil Uji <i>Initial Water Content</i> Sampel Uji <i>SU2</i>	57
Lampiran III	Hasil Uji <i>Specific Gravity</i> Sampel Uji <i>SU1</i>	58
Lampiran IV	Hasil Uji <i>Specific Gravity</i> Sampel Uji <i>SU2</i>	59
Lampiran V	Hasil Uji <i>Sieve Analysis</i> Sampel Uji <i>SU1</i>	60
Lampiran VI	Hasil Uji <i>Sieve Analysis</i> Sampel Uji <i>SU2</i>	61
Lampiran VII	Contoh Perhitungan	62
Lampiran VII	<i>Tabel Viscosity of Water (Millipoises)</i>	63

