

PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* TERHADAP PERMEABILITAS MATERIAL *LIMESTONE*

Bhaswara Candra Pradipta
NRP: 1721905

Pembimbing: Hanny Juliany Dani, S.T., M.T.

ABSTRAK

Limestone adalah batuan sedimen yang diakumulasi dari cangkang, karang, ganggang, dan puing-puing dengan kandungan terbesarnya berupa kalsium karbonat (CaCO_3) dalam bentuk mineral kalsit. Biasanya *limestone* dapat dijumpai di daerah pesisir pantai.

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir adalah mengevaluasi pengaruh penambahan *fly ash* terhadap parameter permeabilitas material *limestone*. Material sampel uji yang digunakan ialah *limestone poorly graded* dengan nilai koefisien gradasi (C_c) sebesar 0,84 dan nilai koefisien keseragaman (C_u) sebesar 2,46 yang berasal dari daerah Gunung Putri. Tata cara pengujian permeabilitas menggunakan metode *constant head*. Nilai angka pori rencana sebesar 0,7 dengan tinggi sampel uji setinggi 8cm. Tinggi *head* yang digunakan pada pengujian adalah 70cm, 60cm, dan 50cm dengan waktu pengujian dilakukan selama 120detik.

Dari hasil penelitian diperoleh koefisien permeabilitas tanpa penambahan *fly ash* sebesar $6,720 \times 10^{-3}$ cm/detik dan e sebesar 0,921. Nilai koefisien permeabilitas dengan penambahan 10% *fly ash* sebesar $3,358 \times 10^{-3}$ cm/detik dan e sebesar 0,672 mengalami penurunan sebanyak $\pm 52\%$. Nilai koefisien permeabilitas dengan penambahan 15% *fly ash* sebesar $3,773 \times 10^{-3}$ cm/detik dan e sebesar 0,672 mengalami penurunan sebesar $\pm 44\%$. Nilai koefisien permeabilitas dengan penambahan 20% *fly ash* sebesar $5,731 \times 10^{-3}$ cm/detik dan e sebesar 0,672 terjadi penurunan sebesar 15%.

Kata kunci: *limestone*, permeabilitas, angka pori, koefisien permeabilitas, *fly ash*.

INFLUENCE OF FLY ASH ADDITION TOWARD THE PERMEABILITY ON LIMESTONE MATERIAL

Bhaswara Candra Pradipta
NRP: 1721905

Supervisor: Hanny Juliany Dani, S.T., M.T.

ABSTRACT

Limestone is a sedimentary rock in accumulation of a shell, coral, algae, and debris with largest content of calcium carbonate (CaCO_3) in the form of minerals calcite. Usually limestone could be found in coastal.

The purpose of research the end of the task is to evaluate influence of the addition of fly ash against the permeability of the parameters of material limestone. A test sample of material that is used is limestone poorly graded with gradation coefficient (C_c) value of 0,84 and uniformity value (C_u) of 2,46 derived from the Gunung Putri. The procedures for testing the permeability by using the method constant head. Assumed void ratio are 0.7 with 8cm assumed sample height. Head heights that is used on testing was 70cm, 60cm, and 50cm with testing time on test sample is 120 seconds.

The result of researches are obtained as coefficient permeability value without adder fly ash is $6.720 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ and 0.921 void ratio. Coefficient permeability value with 10% fly ash adder is $3.358 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ and 0.672 void ratio decreased by $\pm 52\%$. Coefficient permeability value with 15% fly ash adder is $3.773 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ and 0.672 void ratio decreased by $\pm 44\%$. Coefficient permeability value with fly ash 20% adder is $5.731 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ and 0.672 void ratio decreased by $\pm 15\%$.

Keywords: *limestone, permeability, void ratio, coefficient permeability, decreased, fly ash.*

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
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
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	
2.1 <i>Limestone</i>	4
2.1.1 Komposisi <i>Limestone</i>	4
2.1.2 Jenis-jenis <i>Limestone</i>	4
2.1.3 Kegunaan <i>Limestone</i>	7
2.2 Komposisi Tanah dan Istilah.....	9
2.3 Definisi Dasar dan Hubungan Massa Volume.....	10
2.4 Distribusi Ukuran Butir.....	13
2.4.1 Tanah Berbutir Halus	13
2.4.2 Tanah Berbutir Kasar	14
2.5 Permeabilitas Tanah	15
2.5.1 Hukum Darcy	15
2.5.2 Koefisien Permeabilitas	16
2.5.3 Uji Permeabilitas di Laboratorium.....	17
2.6 Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	19
2.6.1 Kandungan <i>Fly Ash</i>	20
2.6.2 Proses Pembentukan <i>Fly Ash</i>	21
2.6.3 Kemampuan <i>Fly Ash</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	23
3.2 Pengujian G_s	24
3.2.1 Bahan dan Alat Pengujian.....	24
3.2.2 Prosedur Pengujian	25
3.3 Pengujian Permeabilitas	28
3.3.1 Bahan dan Alat Pengujian.....	28
3.3.2 Prosedur Pengujian dengan Cara <i>Constant Head</i>	29

BAB IV ANALISIS DATA

4.1	Desain Gradasi Material Sampel Uji	35
4.2	Indeks Properti	38
4.3	Hasil Pengujian Permeabilitas	39
4.3.1	Hasil Uji Permeabilitas Sampel Uji <i>Poorly Graded</i>	39
4.3.1.1	Hasil Uji Permeabilitas Sampel Uji <i>Poorly Graded SU-Test 1</i>	39
4.3.1.2	Hasil Uji Permeabilitas Sampel Uji <i>Poorly Graded SU-Test 2</i>	41
4.3.2	Hasil Uji Permeabilitas Sampel Uji <i>Poorly Graded Dengan Penambah 10% Fly Ash</i>	44
4.3.2.1	Hasil Uji Permeabilitas Sampel Uji <i>Poorly Graded SU_{+10%}-Test 1</i>	45
4.3.2.2	Hasil Uji Permeabilitas Sampel Uji <i>Poorly Graded SU_{+10%}-Test 2</i>	47
4.3.3	Hasil Uji Permeabilitas Sampel Uji <i>Poorly Graded Dengan Penambah 15% Fly Ash</i>	49
4.3.3.1	Hasil Uji Permeabilitas Sampel Uji <i>Poorly Graded SU_{+15%}-Test 1</i>	50
4.3.3.2	Hasil Uji Permeabilitas Sampel Uji <i>Poorly Graded SU_{+15%}-Test 2</i>	52
4.3.4	Hasil Uji Permeabilitas Sampel Uji <i>Poorly Graded Dengan Penambah 20% Fly Ash</i>	54
4.3.4.1	Hasil Uji Permeabilitas Sampel Uji <i>Poorly Graded SU_{+20%}-Test 1</i>	55
4.3.4.2	Hasil Uji Permeabilitas Sampel Uji <i>Poorly Graded SU_{+20%}-Test 2</i>	57
4.4	Evaluasi Penambahan <i>Fly Ash</i> Terhadap Kurva Distribusi Ukuran Butir	59
4.5	Evaluasi Kurva Hubungan Koefisien Permeabilitas dengan Angka Pori Akibat Penambahan <i>Fly Ash</i>	60
4.6	Evaluasi Kurva Hubungan Koefisien Permeabilitas dengan Persentase Penambahan <i>Fly Ash</i>	61
4.7	Perbandingan Koefisien Permeabilitas dengan Penambahan <i>Fly Ash</i> serta Pasir Kasar pada Sampel Uji Gunung Putri dan Penambahan Abu Batu pada Sampel Uji Sukabumi	62
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Simpulan	64
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN		68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Chalk</i>	5
Gambar 2.2	<i>Coquina</i>	5
Gambar 2.3	<i>Fossileforous Limestone</i>	5
Gambar 2.4	<i>Oolitic Limestone</i>	6
Gambar 2.5	<i>Travertine</i>	6
Gambar 2.6	<i>Tufa</i>	7
Gambar 2.7	Visual Tanah	10
Gambar 2.8	Hubungan Antara Berat dan Volume Tanah.....	11
Gambar 2.9	Kurva Distribusi Ukuran Butir.....	14
Gambar 2.10	Pengujian Permeabilitas Secara <i>Constant Head</i>	18
Gambar 2.11	Pengujian Permeabilitas Secara <i>Falling Head</i>	19
Gambar 2.12	<i>Fly Ash</i>	20
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengujian	23
Gambar 3.2	Bahan Pengujian Gs	24
Gambar 3.3	Pengovenan Sampel Uji.....	25
Gambar 3.4	Timbang Berat Piknometer Keadaan Kosong.....	25
Gambar 3.5	Timbang Berat Piknometer Ditambah <i>Aquadest</i>	26
Gambar 3.6	Timbang Berat Piknometer Ditambah Sampel	26
Gambar 3.7	Piknometer Ditambah Sampel Uji dan <i>Aquadest</i>	27
Gambar 3.8	Proses Pengeluaran Udara Dalam Piknometer.....	27
Gambar 3.9	Proses Pengukuran Temperatur	28
Gambar 3.10	Alat Pengujian Permeabilitas	29
Gambar 3.11	Sampel Uji Permeabilitas.....	29
Gambar 3.12	Pencampuran Sampel Uji.....	30
Gambar 3.13	Pengukuran Diameter dan Tinggi Tabung	30
Gambar 3.14	Pengukuran Batu Pori	31
Gambar 3.15	Timbang Berat Sampel.....	31
Gambar 3.16	Pengisian Sampel Uji dan Pematatan.....	32
Gambar 3.17	Pengukuran Tinggi Sisa	32
Gambar 3.18	Pengisian Permeameter dengan Air	33
Gambar 3.19	Pengaturan Ketinggian <i>Head</i> Permeameter	33
Gambar 3.20	Pengujian Permeabilitas	34
Gambar 3.21	Timbang Volume Air <i>Discharge</i>	34
Gambar 4.1	Ukuran Butir Sampel Uji Permeabilitas.....	35
Gambar 4.2	Kurva Distribusi Ukuran Butir <i>Poorly Graded</i>	36
Gambar 4.3	Kurva Distribusi Ukuran Butir <i>Poorly Graded</i>	37
Gambar 4.4	Kurva Aliran Konstan <i>SU-Test 1</i>	40
Gambar 4.5	Kurva Aliran Konstan <i>SU-Test 2</i>	42
Gambar 4.6	Kurva Distribusi Butir <i>Poorly Graded SU+10%</i>	45
Gambar 4.7	Kurva Aliran Konstan <i>SU+10%-Test 1</i>	46
Gambar 4.8	Kurva Aliran Konstan <i>SU+10%-Test 2</i>	47
Gambar 4.9	Kurva Distribusi Butir <i>Poorly Graded SU+15%</i>	50
Gambar 4.10	Kurva Aliran Konstan <i>SU+15%-Test 1</i>	51
Gambar 4.11	Kurva Aliran Kosntan <i>SU+15%-Test 2</i>	52
Gambar 4.12	Kurva Distribusi Butir <i>Poorly Graded SU+20%</i>	55

Gambar 4.13	Kurva Aliran Kosntan $SU_{+20\%}$ - <i>Test 1</i>	56
Gambar 4.14	Kurva Aliran Konstan $SU_{+20\%}$ - <i>Test 2</i>	57
Gambar 4.15	Kurva Distribusi Butir Tanpa dan Dengan Penambahan <i>Fly Ash</i>	59
Gambar 4.16	Kurva Hubungan Koefisien Permeabilitas dengan Angka Pori Tanpa Penambahan dan Dengan Penambahan <i>Fly Ash</i>	61
Gambar 4.17	Kurva Hubungan Koefisien Permeabilitas dengan Persentase Penambahan <i>Fly Ash</i>	62
Gambar 4.18	Perbandingan Koefisien Permeabilitas Antara Bahan Penambah <i>Fly Ash</i> , Pasir Kasar, dan Abu Batu	63



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Umum dari Koefisien Permeabilitas	16
Tabel 2.2	Komposisi dan Klasifikasi <i>Fly Ash</i>	21
Tabel 4.1	Panduan Desain Distribusi Ukuran Butir	36
Tabel 4.2	Persentase Ukuran Butir Sampel Uji <i>Poorly Graded</i>	37
Tabel 4.3	Nilai C_u , C_c , D_{10} , D_{30} , dan D_{60} ,	37
Tabel 4.4	Indeks Properti <i>Crushed Limestone</i>	38
Tabel 4.5	Indeks Properti <i>Fly Ash</i>	38
Tabel 4.6	Indeks Properti Campuran	38
Tabel 4.7	Perhitungan Aliran Konstan <i>SU-Test 1</i>	40
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Permeabilitas <i>SU-Test 1</i>	41
Tabel 4.9	Perhitungan Aliran Konstan <i>SU-Test 2</i>	42
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Permeabilitas <i>SU-Test 2</i>	43
Tabel 4.11	Parameter Permeabilitas <i>SU</i>	43
Tabel 4.12	Persentase Ukuran Butir $SU_{+10\%}$	44
Tabel 4.13	Nilai C_u , C_c , D_{10} , D_{30} , dan D_{60} ,	44
Tabel 4.14	Perhitungan Aliran Konstan $SU_{+10\%}$ - <i>Test 1</i>	45
Tabel 4.15	Hasil Pengujian Permeabilitas $SU_{+10\%}$ - <i>Test 1</i>	46
Tabel 4.16	Perhitungan Aliran Konstan $SU_{+10\%}$ - <i>Test 2</i>	47
Tabel 4.17	Hasil Pengujian Permeabilitas $SU_{+10\%}$ - <i>Test 2</i>	48
Tabel 4.18	Parameter Permeabilitas $SU_{+10\%}$	48
Tabel 4.19	Persentase Ukuran Butir $SU_{+15\%}$	49
Tabel 4.20	Nilai C_u , C_c , D_{10} , D_{30} , dan D_{60} ,	49
Tabel 4.21	Perhitungan Aliran Konstan $SU_{+15\%}$ - <i>Test 1</i>	50
Tabel 4.22	Hasil Pengujian Permeabilitas $SU_{+15\%}$ - <i>Test 1</i>	51
Tabel 4.23	Perhitungan Aliran Konstan $SU_{+15\%}$ - <i>Test 2</i>	52
Tabel 4.24	Hasil Pengujian Permeabilitas $SU_{+15\%}$ - <i>Test 2</i>	53
Tabel 4.25	Parameter Permeabilitas $SU_{+15\%}$	53
Tabel 4.26	Persentase Ukuran Butir $SU_{+20\%}$	54
Tabel 4.27	Nilai C_u , C_c , D_{10} , D_{30} , dan D_{60} ,	54
Tabel 4.28	Perhitungan Aliran Konstan $SU_{+20\%}$ - <i>Test 1</i>	55
Tabel 4.29	Hasil Pengujian Permeabilitas $SU_{+20\%}$ - <i>Test 1</i>	56
Tabel 4.30	Perhitungan Aliran Konstan $SU_{+20\%}$ - <i>Test 2</i>	57
Tabel 4.31	Hasil Pengujian Permeabilitas $SU_{+20\%}$ - <i>Test 2</i>	58
Tabel 4.32	Parameter Permeabilitas $SU_{+20\%}$	58
Tabel 4.33	Parameter Gabungan Permeabilitas	59
Tabel 4.34	Nilai Koefisien Keseragaman (C_u) dan Koefisien Gradasi (C_c)	60

DAFTAR NOTASI

A	Luas Penampang Silinder
C_c	Koefisien Gradasi (<i>Coefficient of Gradation</i>)
C_u	Koefisien Keseragaman (<i>Coefficient of Uniformity</i>)
D	Diameter Silinder
D_{10}	10% Berat Butiran Total Berdiameter Lebih Halus
D_{30}	30% Berat Butiran Total Berdiameter Lebih Halus
D_{60}	60% Berat Butiran Total Berdiameter Lebih Halus
e	Angka Pori
e_r	Angka Pori Rencana
G_s	<i>Specific Gravity</i>
h	Tinggi Head
i	Koefisien Hidrolik
k	Koefisien Permeabilitas
k_T	Koefisien Permeabilitas pada Temperatur Saat Pengujian
$k_{20^{\circ}C}$	Koefisien Permeabilitas pada Temperatur Standar
L	Panjang Sampel
L_r	Panjang Sampel Rencana
Q	<i>Discharge</i>
Q_{ave}	<i>Discharge</i> Rata-rata
SU	Sampel Uji
t	Waktu
T	Temperatur
V	Volume Sampel Tanah
V_r	Volume Rencana
w	Kadar Air
W_s	Berat Sampel Tanah
Z_1	Tinggi Silinder
Z_2	Tebal Batu Pori
Z_3	Tinggi Sisa
γ	Berat Volume
γ_w	Berat Volume air
η_T	Kekentalan Air pada Temperatur Saat Pengujian
$\eta_{20^{\circ}C}$	Kekentalan Air pada Temperatur 20°C

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1 Hasil Uji <i>Initial Water Content</i>	68
Lampiran L.2 Hasil Uji <i>Specific Gravity</i>	69
Lampiran L.3 Hasil Uji <i>Sieve Analysis</i>	70
Lampiran L.4 Contoh Perhitungan Manual	71
Lampiran L.5 <i>Viscosity of Water</i>	74

