

SKRIPSI
STUDI STABILITAS TANGGUL DAN PENINGKATAN DAYA DUKUNG
TANAH DASAR PADA PROYEK PENAHAN SEDIMEN
WADUK GAJAH MUNGKUR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Akademis
Dalam Menyelesaikan Pendidikan Strata 1 (S-1) Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Tidar



Disusun oleh:
Nindy Eka Putri
NPM. 1510503006

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TIDAR
AGUSTUS, 2019

PERNYATAAN

Penyusun menyatakan sesungguhnya bahwa laporan akhir ini adalah asli hasil karya penyusun dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan diperguruan tinggi manapun dan sepanjang sepengetahuan belum pernah ada karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang disebutkan sumbernya dalam naskah dan pustaka.

Surat pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan apabila terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, penyusun bersedia dituntut sesuai peraturan yang berlaku.

Magelang, Agustus 2019



Nindy Eka Putri

NPM. 1510503006

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

STUDI STABILITAS TANGGUL DAN PENINGKATAN DAYA DUKUNG
TANAH DASAR PADA PROYEK PENAHAN SEDIMEN
WADUK GAJAH MUNGKUR

Disusun oleh:

Nindy Eka Putri
NPM. 1510503006

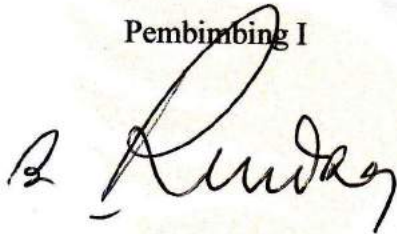
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji

Pada Agustus 2019

Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima

Pembimbing I

Dewan Penguji

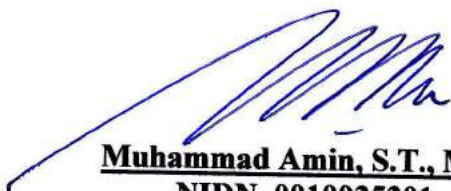


Dr. Ir. Bambang Surendro, M.T., M.A.
NIDN. 0010035301



Ir. Dwi Sat Agus Yuwana, M.T.
NIDN. 0602086601

Pembimbing II



Muhammad Amin, S.T., M.T.
NIDN. 0010035301

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sapto Nisworo, M.T.
NIDN. 0028095901

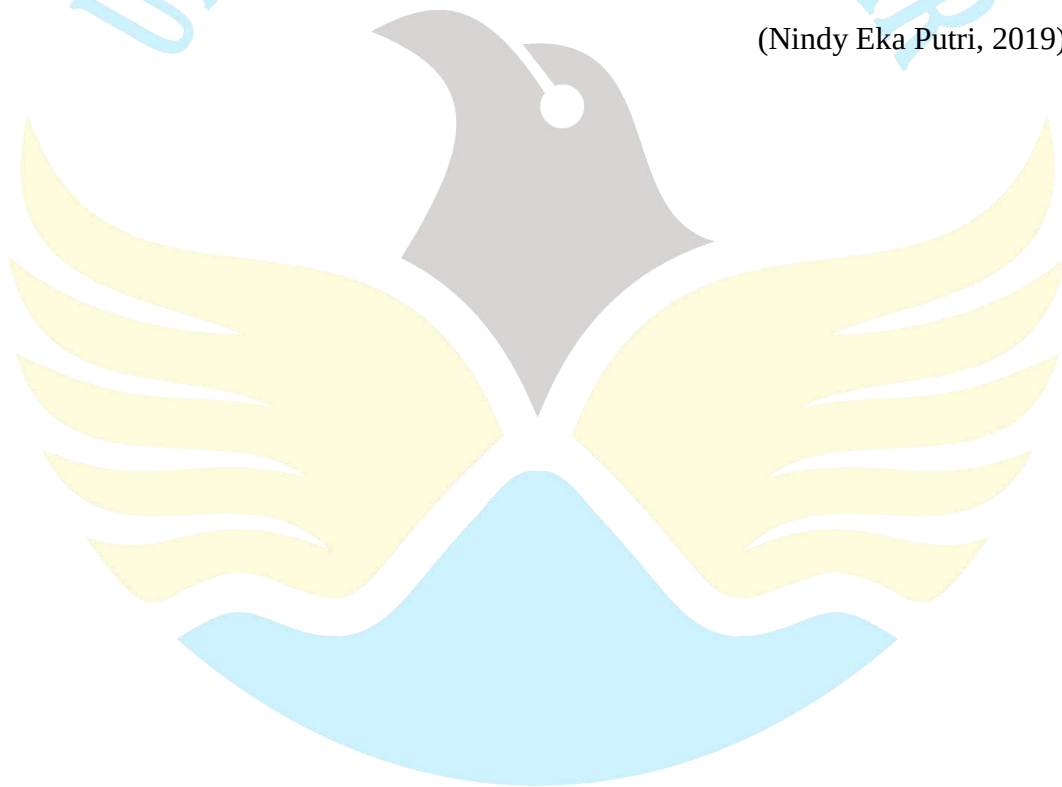
HALAMAN MOTTO

Segala kesuksesan yang diraih bukan semata-mata karena usaha keras kita melainkan ada kehendak Allah serta doa orang tua.

(Nindy Eka Putri, 2019)

Dunia bukanlah tempat peristirahatan, melainkan tempat bekerja keras menggapai surga-Nya maka jadikanlah dunia sebagai jembatan menuju kesuksesan yang hakiki.

(Nindy Eka Putri, 2019)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan selesainya penulisan skripsi hasil penelitian yang penyusun lakukan, maka hasil dari penelitian ini, saya persembahkan untuk:

1. Bapak Putut Sulardi dan Ibu Jumaya, orang tua saya yang selalu memberikan doa, cinta, kasih sayang, dukungan moril dan materiil, hingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi sesuai dengan yang diharapkan. .
2. Adik perempuan, Renita Sulardi Putri yang selalu mendukung dan memberikan semangat.
3. Dr. Ir. Bambang Surendro, M.T., M.A. selaku Dosen Pembimbing I yang telah dengan sabar membimbing dari awal hingga akhir penyusunan skripsi dengan penuh dukungan, motivasi, dan semangat dalam menyelesaikan skripsi.
4. Muhammad Amin, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang selama ini telah membimbing dengan penuh kesabaran, perhatian dan kemudahan hingga dapat menyelesaikan skripsi.
5. Ir. Dwi Sat Agus Yuwana, M.T, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan nasehat terbaik selama masa perkuliahan.
6. Mahasiswa jurusan Teknik Sipil yang selalu semangat dalam mencari ilmu pengetahuan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Stabilitas Tanggul dan Peningkatan Daya Dukung Tanah Dasar Pada Proyek Penahan Sedimen Waduk Gajah Mungkur dengan melakukan penelitian di Laboratorium Hazama Ando – Wika JO, Kabupaten Wonogiri. Adapun surat izin penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari doa, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Mukh Arifin, M.Sc., selaku Rektor Universitas Tidar yang telah memberikan kemudahan dalam perkuliahan.
2. Dr. Ir. Sapto Nisworo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Tidar yang telah memberi kemudahan dalam penyusunan skripsi.
3. Muhammad Amin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar sekaligus Dosen Pembimbing II yang telah memberikan izin, arahan dan bimbingan dalam proses penyusunan skripsi.
4. Dr. Ir. Bambang Surendro M.T., M.A, selaku Dosen Pembimbing I yang telah dengan sabar membimbing, mengarahkan dan memberi semangat hingga terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
5. Bapak, Bunda, Adik dan keluarga besar yang selalu memberikan cinta, kasih sayang, dukungan dan doa demi kelancaran dalam perkuliahan maupun penyusunan skripsi.
6. Mr. Hiroyuki MAEBA selaku *Project Manager* dan Mr. Heri selaku *Adiminstration Manager* yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian di Laboratorium Hazama Wika - JO.
7. Mr. Saifuddin Islam selaku *Manager QC* dan Mrs. Gadis Rosita Sari yang telah dengan sabar membimbing dan membantu dalam proses penelitian.
8. Mr. Dwi Purnomo yang telah banyak memberikan doa, bantuan dan dukungan selama pelaksanaan penyusunan skripsi ini.

9. Tuntun Agus Rianti selaku sahabat yang selama empat tahun ini selalu menemani, memberikan semangat dan dukungan dalam proses mencari ilmu di Magelang.
10. Teman-teman Rumah Quran Rabbani (Maryam Alvi Nur Fathina, Lidya Ayu Mutiarani, Evi Tri Susanti, Imroatussolikah Rabbaniah, dan Awieta Nirmala Kusumastuti) yang telah memberikan semangat dan motivasi untuk terus selalu memperbaiki diri dalam kebaikan dan ketaat kepada-Nya maupun semangat untuk penyusunan skripsi.
11. Teman-teman UKAI Ar-Ribath Angkatan 2015 yang selalu memberikan doa terbaik, dukungan dan bantuan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
12. Lingkar Asma' binti Abu Bakar (Aprilia Ningsih, Hana Pramudiyanti, Dina Eka Cahyani, Anik Sholikhah dan Tuntun Agus Rianti) yang senantiasa memberikan semangat dan doa-doa terbaik selama mencari ilmu di Magelang.
13. Semua rekan-rekan Teknik Sipil 01 dan 02 yang telah membantu dan memberikan dukungan hingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan semestinya.

Penyusun menyadari keterbatasan kemampuan dalam penyusunan skripsi, sehingga masih banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian, sehingga skripsi yang disusun dapat lebih bermanfaat.

Magelang, Agustus 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
INTISARI	xix
<i>ABSTRACT</i>	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Keaslian Penelitian	6
1.7 Kerangka Berpikir	17
1.8 Lingkup Penelitian	17

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka	18
2.2 Landasan Teori	19
2.2.1 Tanah	19
2.2.2 Erosi dan sedimentasi	24
2.2.3 Perbaikan tanah	25
2.2.4 <i>Deep Mixing Soil</i>	29
2.2.5 Fondasi	35
2.2.6 Rembesan tanggul	38
2.2.7 Analisis stabilitas tanggul	41
2.2.8 Menentukan pusat lingkaran longsor	48
2.2.9 Analisis regresi	49

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alur Penelitian	51
3.2 Lokasi Penelitian	52
3.3 Sumber Data	53
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	53
3.4.1 Alat	53
3.4.2 Bahan	57
3.5 Tahap Penelitian	59
3.5.1 Tahap persiapan	59
3.5.2 Tahap pelaksanaan	60
3.6 Pengolahan Data	64

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	68
4.1.1 Hasil pengujian berat volume tanah campuran (γ_t)	68
4.1.2 Hasil pengujian kuat tekan tanah campuran (σ)	70
4.1.3 Hasil uji sifat fisik dan mekanik sedimen	72
4.1.4 Hasil pengujian tanah timbunan	73
4.2 Analisis Data	73
4.2.1 Data berat volume tanah campuran (γ_t)	73
4.2.2 Data kuat tekan (σ) untuk daya dukung fondasi	75
4.2.3 Data hasil uji sifat fisik dan mekanik sedimen	82
4.2.4 Data mekanika tanah timbunan untuk stabilitas lereng	83
4.3 Pembahasan	106
4.3.1 Perkuatan tanah dasar	106
4.3.2 Stabilitas lereng	108

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	110
5.2 Saran	110

DAFTAR PUSTAKA	111
----------------------	-----

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram <i>fishbone</i>	17
Gambar 2.1 Segitiga fraksi butiran tanah	20
Gambar 2.2 Skema peubahan keadaan tanah	22
Gambar 2.3 Penerapan metode <i>deep mixing soil</i>	30
Gambar 2.4 Tipe pola kolom <i>deep mixing soil</i>	31
Gambar 2.5 Pola aliran rembesan pada lereng hulu	39
Gambar 2.6 Pola aliran rembesan lereng hilir ketika bagian hilir tidak ada air	39
Gambar 2.7 Pola aliran rembesan pada lereng hilir ketika bagian hilir ada air	40
Gambar 2.8 Garis parabola dasar pada bendungan	40
Gambar 2.9 Pengurangan ketinggian lereng	43
Gambar 2.10 Memperlandai lereng	43
Gambar 2.11 Perlindungan kaki lereng	44
Gambar 2.12 Perlindungan lereng dengan drainase	44
Gambar 2.13 Longsor atas	44
Gambar 2.14 Longsor kaki	45
Gambar 2.15 Longsor sampai dasar fondasi	45
Gambar 2.16 <i>Translation slip</i>	45
Gambar 2.17 <i>Compound slip</i>	45
Gambar 2.18 Penampang lereng dibagi menjadi beberapa pias	47
Gambar 2.19 Gaya-gaya pada bidang longsor	47

Gambar 2.20 Tempat titik-titik pusat lingkaran longsor cara Fellenius	49
Gambar 3.1 Bagan alur penelitian	51
Gambar 3.2 Peta lokasi penelitian	52
Gambar 3.3 Lokasi penelitian	52
Gambar 3.4 Mold	54
Gambar 3.5 <i>Electrical mixer</i>	54
Gambar 3.6 Timbangan	55
Gambar 3.7 Cawan	55
Gambar 3.8 Gelas ukur	56
Gambar 3.9 Kantong plastik	56
Gambar 3.10 Jangka sorong	57
Gambar 3.11 <i>Compressive strength machine</i>	57
Gambar 3.12 Material sedimen	58
Gambar 3.13 <i>Ferrous sulfate monohydrate</i>	59
Gambar 3.14 <i>Portland Pozzolan Cement (PPC)</i>	59
Gambar 4.1 Pengaruh penambahan semen terhadap berat volume tanah ...	74
Gambar 4.2 Grafik hubungan waktu pemeraman dengan besar kuat tekan (σ)	75
Gambar 4.3 Kuat tekan kandungan semen 225 kg/m ³	76
Gambar 4.4 Kuat tekan kandungan semen 275 kg/m ³	77
Gambar 4.5 Kuat tekan kandungan semen 325 kg/m ³	77
Gambar 4.6 Kuat tekan kandungan semen 375 kg/m ³	78
Gambar 4.7 Kuat tekan kandungan semen 425 kg/m ³	78

Gambar 4.8 (a) Potongan melintang tanggul; (b) Tampak atas tanggul;	
(c) detail fondasi tanggul	79
Gambar 4.9 Garis rembesan elevasi air waduk 135.00	85
Gambar 4.10 Garis rembesan elevasi air waduk 137.00	87
Gambar 4.11 Penampang lereng titik pusat O ₁ air waduk surut	88
Gambar 4.12 Penampang lereng titik pusat O ₁ rembesan 135.00	89
Gambar 4.13 Penampang lereng titik pusat O ₁ rembesan 137.00	91
Gambar 4.14 Penampang lereng titik pusat O ₂ air waduk surut	92
Gambar 4.15 Penampang lereng titik pusat O ₂ rembesan 135.00	93
Gambar 4.16 Penampang lereng titik pusat O ₂ rembesan 137.00	94
Gambar 4.17 Penampang lereng titik pusat O ₃ air waduk surut	95
Gambar 4.18 Penampang lereng titik pusat O ₃ rembesan 135.00	97
Gambar 4.19 Penampang lereng titik pusat O ₃ rembesan 137.00	98
Gambar 4.20 Longsor bagian atas	99
Gambar 4.21 Longsor tanpa melalui kaki	101
Gambar 4.22 Longsor sampai dasar fondasi	103
Gambar 4.23 Tanggul dengan kemiringan 1:1.5	105

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil penelitian sejenis yang dilakukan peneliti lain	6
Tabel 2.1 Ukuran butir tanah menurut USDA	21
Tabel 2.2 Kriteria identifikasi tanah lempung ekspansif	24
Tabel 2.3 Standar referensi metode <i>Deep Mixing Soil</i>	31
Tabel 2.4 Signifikansi angka keamanan (n) untuk lereng	48
Tabel 2.5 Hubungan antara landai lereng β , α_1 dan α_2	49
Tabel 2.6 Parameter koefisien determinasi	50
Tabel 3.1 Proposi bahan	61
Tabel 3.2 Jumlah benda uji	61
Tabel 3.3 Jumlah material dalam 1 m ³ <i>cement slurry</i>	61
Tabel 3.4 Jumlah material dalam pembuatan sampel	62
Tabel 3.5 Spesifikasi material DMSI	63
Tabel 3.6 Tabel pengambilan data dimensi benda uji	65
Tabel 3.7 Tabel pengambilan data hasil uji kuat tekan	65
Tabel 4.1 Hasil pengujian berat volume tanah campuran	68
Tabel 4.2 Hasil pengujian kuat tekan campuran semen dan sedimen	70
Tabel 4.3 Hasil uji sedimen	73
Tabel 4.4 Data mekanika tanah timbunan	73
Tabel 4.5 Berat volume tanah campuran	74
Tabel 4.6 Kuat tekan terbesar	75
Tabel 4.7 Angka keamanan fondasi	82
Tabel 4.8 Perhitungan N dan T titik pusat O ₁ tanah jenuh sempurna	88

Tabel 4.9 Perhitungan N dan T titik pusat O_1 elevasi 135.00	90
Tabel 4.10 Perhitungan N dan T titik pusat O_1 elevasi 137.00	91
Tabel 4.11 Perhitungan N dan T titik pusat O_2 tanah jenuh sempurna	93
Tabel 4.12 Perhitungan N dan T titik pusat O_2 rembesan 135.00	94
Tabel 4.13 Perhitungan N dan T titik pusat O_2 rembesan 137.00	95
Tabel 4.14 Perhitungan N dan T titik pusat O_3 tanah jenuh sempurna	96
Tabel 4.15 Perhitungan N dan T titik pusat O_3 rembesan 135.00	97
Tabel 4.16 Perhitungan N dan T titik pusat O_3 rembesan 137.00	98
Tabel 4.17 Perhitungan N dan T longsor bagian atas	100
Tabel 4.18 Perhitungan N dan T longsor tanpa melalui kaki	102
Tabel 4.19 Perhitungan N dan T longsor sampai dasar fondasi	103
Tabel 4.20 Angka keamanan tanggul berdasarkan titik pusat	104
Tabel 4.21 Angkan keamanan tanggul berdasarkan jenis longsor	105
Tabel 4.22 Perhitungan N dan T lereng dengan kemiringan 1:1.5	106

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat izin penelitian di Laboratorium Hazama Wika Ando - JO

Lampiran 2 Foto-foto kegiatan

Lampiran 3 Hasil pengujian kuat tekan

Lampiran 4 Hasil *boring* sedimen

Lampiran 5 Hasil uji sifat fisik dan mekanik sedimen



DAFTAR NOTASI



A	= Luas alas (cm^2)
c	= Kohesi (ton/m^2)
D	= Diameter (cm)
Ho	= Tinggi benda uji (cm)
L	= Panjang busur (m)
Lb	= Koefisien konversi 10,877 lbs
LL	= <i>Liquid Limit</i> (%)
n	= Faktor keamanan
N	= Gaya normal
P	= Daya dukung tiang (ton)
P'	= Muatan total vertikal (ton)
PI	= <i>Plasticity Index</i> (%)
PL	= <i>Plastic Limit</i> (%)
PN	= <i>Load</i> (N)
Q	= Debit (m^3/detik)
R	= <i>Strength of Load meter</i>
R	= Jari-jari lingkaran (m)
T	= Gaya tangensial
V	= Volume tanah (cm^3)
W	= Berat benda uji (gram)
w/c	= <i>Water/cement</i> (%)
w ₁	= Berat cawan (gram)

w_2 = Berat cawan + tanah basah (gram)

w_3 = Berat cawan + tanah kering (gram)

ΔH = Penetrasi (cm)

ϕ = sudut gesek dalam ($^\circ$)

α = Sudut kemiringan ($^\circ$)

γ_b = Berat volume tanah basah (gr/cm^3)

γ_k = Berat volume tanah kering (gr/cm^3)

γ_{sat} = Berat volume tanah kenyang air (gr/cm^3)

γ_t = Berat volume tanah (gr/cm^3)

σ = Kuat tekan (*Compressive Strength*) (kg/cm^2)



INTISARI

Tanah ekspansif merupakan tanah yang memiliki potensi kembangsusut yang tinggi apabila terjadi perubahan kadar air dan memiliki daya dukung tanah yang rendah sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan di atasnya. Oleh karena, itu perlu dilakukan tindakan untuk meningkatkan daya dukung tanah sehingga lapisan tanah tersebut dapat digunakan sebagai dasar konstruksi.

Deep Mixing Soil (DMS) merupakan metode untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar dengan cara mencari kuat tekan campuran bahan aditif (semen) dengan tanah dasar. Pada penelitian ini bahan aditif yang digunakan untuk meningkatkan stabilitas sedimen di Waduk Gajah Mungkur berupa semen dengan variasi kandungan semen 225 kg/m^3 , 275 kg/m^3 , 325 kg/m^3 , 375 kg/m^3 , dan 425 kg/m^3 . Penelitian ini menggunakan analisis regresi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan maksimum terjadi pada pemeraman 28 hari adalah sebesar $2,97 \text{ N/mm}^2$. Setiap penambahan 50 kg semen ke dalam 1 m^3 sedimen akan meningkatkan kuat tekan sebesar $2,30\%$ hingga $30,49\%$. Angka keamanan (n) terhadap pecahnya konstruksi > 1.5 dan angka keamanan (n) kelongsoran untuk kemiringan lereng $1 : 2,5$ adalah > 1.5 dan untuk kemiringan lereng $1 : 1.5$ (n) > 1.5

Kata kunci: Lempung ekspansif, *deep mixing soil*, stabilitas tanah, longsor

ABSTRACT

Expansive soils are soils that have a high potential for shrinkage in case of changes in water content and have low soil bearing capacity so that it can cause damage to buildings above it. Therefore, it is necessary to take an action to increase the bearing capacity of the soil so that the soil layer can be used as a based of construction.

Deep Mixing Soil is a method for increasing the power to find the compresive strength of a mixture of additives supporting a subgrade. In this methodology, additive is used to improved the stability of sediments in the form of cement with variations of 225 kg/m³, 275 kg/m³, 325 kg/m³, 375 kg/m³, and 425 kg/m³. This research uses regretion analysis.

The results of research showed that the maximum compressive strength occurs at 28 days curing is 2,97 N/mm². Each addition of 50 kg cement will increase 2,30% to 30,49%. Safety factor (n) against construction breakage > 1.5 and safety factory (n) slide slope 1:2.5 and for slides for slope 1:1.5 is > 1.5.

Keywords: *Expansive clay, deep mixing soil, soil stability, landslide*



DAFTAR PUSTAKA

- A.S.T.M. 2000. *D 2166 - Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil*. West Conshohocken, United States.
- Anonim, Peraturan Menteri PUPR RI Nomor 27 Tahun 2015 Tentang Bendungan.
- Dehghanbanadaki, Ali, dkk. 2013. *Stabilization of Soft Soil with deep Mixed Soil Columns-General Perspective*. The Electrical Journal of Geotechnical Engineering Vol. 18 [2013], Bund. A.
- Fahri, C. F., 2018. *Pengaruh Ketinggian Lereng Terhadap Gaya Longsor Pada Tanah Homogen*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar.
- Fernandez, F. L. dkk. 2012. *Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilitas Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah*. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil, Vol.8, No.1.
- Gaafer, Manar, dkk. 2015. *Soil Improvement Techniques*. International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol.6, Issue 12.
- Hakim, A. L., dkk. 2015. *Pengaruh Variasi Jarak dan Panjang Kolom Stabilitas Tanah Ekspansif di Bojonegoro dengan Metode Deep Mixing Soil Mix Tipe Panels Diameter 2 cm Terhadap Daya Dukung Tanah*. Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Volume 1, Nomor 2 (2015).
- Hazama Ando. 2016. *Construction Methods and Sequence of The Works*.
- Herlina, Liana dan Kurniyaningrum, E. 2013. *Analisis Stabilitas Bangunan Pengendali Sedimen (Sabo Dam) Berdasarkan Morfologi Sungai di Sungai Warmare, Kabupaten Manokwari*. Jurnal Sipil Volume 13, Nomor 1, Maret 2013 : 1-8.
- Horison, M. A., dkk. 2013. *Analisa Geoteknik dan Penanggulangan Kelongsoran Tanggul Sungai Banjir Kanal Barat Semarang*. Jurnal Karya Teknik Sipil Volume 2, Nomor 1, Tahun 2013.
- Islam, Saiffudin. 2018. *Wawancara Kerja Praktik*. Wonogiri.

- Kirno dan Sarwono. 2011. *Teknologi Reboisasi Tepat Guna Salah Satu Alternatif Konservasi Daerah Aliran Sungai Waduk Wonogiri*. Jurnal Teknik Hidraulik, Vol. 2 No. 1, Juni 2011: 1 – 96.
- Kitazume, Masaki and Terashi, Masaaki. 2013. *The Deep Mixing Method*. London: CRC Press.
- Legowo, Sri, dkk. 2015. *Analisis Volume Sedimen yang Mengendap Setelah T-Tahun Waduk Beroperasi (Studi Kasus: Waduk Cirata)*. Jurnal Teknik Sipil Volume 22 Nomor 3 Desember 2015.
- Massarch, K. R. and Topolnicki, M. 2005. *Regional Report: European Practice of Soil Mixing Technology*. Swedish Deep Stabilization Research Centre SD Report 13, Vol. 1-2.
- Putra, R. H., dkk. 2018. *Pengaruh Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Tanah Lempung Ekspansif*. Jurnal Rekayasa dan Inovasi Teknik Sipil 3(2), 21-32.
- Rahman, Mahaya M. dkk. 2013. *Studi Penanganan Konservasi Lahan di Sub Das Keduang Das Bengawan Solo Kabupaten Wonogiri*. Malang: Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik UB.
- Sasmita, N. I. W. 2017. *Studi Karakteristik Sedimen Waduk Sampean Baru Kabupaten Bondowoso*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
- Sitorus, S.R.P., dkk. 2011. *Arahan Kebijakan Pengendalian Erosi Dan Sedimentasi Di Sub Daerah Aliran Sungai Keduang Kabupaten Wonogiri (The Policy Direction for Controlling of Erosion and Sedimentation at Keduang Sub-Watershed in Wonogiri Regency)*. Bogor: IPB.
- Solichin, dkk. 2017. *Evaluasi Fungsi Bangunan Pengendali Sedimen (Check Dam) Pengkol Berdasarkan Perubahan Tata Guna Lahan Kali Keduang Kabupaten Wonogiri*. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil.
- Sudjana. 1975. *Metode Statistika*. Bandung: Penerbit Tarsito.
- Surendro, Bambang. 2015. *Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Surendro, Bambang. 2015. *Rekayas Fondasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Wahid, Abdul. 2007. *Analisis Karakteristik Sedimentasi di Waduk PLTA Bakar.* Jurnal Hutan dan Masyarakat, 2(2): 229 – 236.
- Wijarnako, S. A., dkk. 2018. *Pengaruh Penambahan Kolom Tanah Semen Terhadap Perpindahan Vertikal Tanah Dasar Ekspansif Saat Kondisi Mengembang.* E-Journal Matriks Teknik Sipil Volume 16, Nomor 1 (2018).
- Wiryanto. 2013. *Model Pengelolaan Perairan Waduk Berdasarkan Tingkat Kesuburan dan Pencemaran Air (Kasus di Waduk Gajah Mungkur Wonogiri Jawa Tengah).* Disertasi. Yogyakarta: Sekolah Pascasarjana UGM.
- Yanti, Apriwida. 2016. *Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Landsat 8 Oli (Operational Land Imager) untuk Pemetaan Sebaran Padatan Tersuspensi (Total Suspended Solid) di Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri Tahun 2016.* Tugas Akhir. Program Diploma Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.