

**TUGAS AKHIR**

**STUDI TIMBUNAN (EMBANKMENT) BADAN JALAN DI  
LOKASI DENGAN POTENSI LIQUIFAKSI DI DAERAH  
DEKAT PANTAI DISESUAIKAN DENGAN SNI 1726-2002  
(STUDI KASUS PESISIR PANTAI PUGER, KECAMATAN  
PUGER, KABUPATEN JEMBER)**



Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana strata satu (S1)  
pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember

**Disusun Oleh :**

**CHRISTINE NEGERI ARIS**

**1410 611 016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

**2018**

## HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI TIMBUNAN (EMBANKMENT) BADAN JALAN DI  
LOKASI DENGAN POTENSI LIQUIFAKSI DI DAERAH  
DEKAT PANTAI DISESUAIKAN DENGAN SNI 1726-2002  
(STUDI KASUS PESISIR PANTAI PUGER, KECAMATAN  
PUGER, KABUPATEN JEMBER)**

*Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana strata satu (S1)  
pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember*

Yang diajukan oleh

**Christine Negeri Aris**

**1410611016**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing  
Pembimbing I

**Arief Aihudien ST., MT**  
NPK . 10 03 541

Dosen Penguji  
Penguji I

**Ir. Pujo Priyono, MT**  
NIP. 19641222 1999003 1 0002

Dosen Pembimbing  
Pembimbing II

**Ir. Suhartinah, MT**  
NPK. 95 05 246

Dosen Penguji  
Penguji II

**Irawati, ST., MT**  
NPK. 05 12 417

## HALAMAN PENGESAHAN

# STUDI TIMBUNAN (EMBANKMENT) BADAN JALAN DI LOKASI DENGAN POTENSI LIQUIFAKSI DI DAERAH DEKAT PANTAI DISESUAIKAN DENGAN SNI 1726-2002 (STUDI KASUS PESISIR PANTAI PUGER, KECAMATAN PUGER, KABUPATEN JEMBER)

Disusun Oleh :

**Christine Negeri Aris**

**1410611016**

Telah mempertanggung jawabkan Laporan Tugas Akhirnya pada sidang Tugas Akhir tanggal 23 Juli 2018 sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember

Telah Diperiksa dan disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing  
Pembimbing I

**Arief Alihudien, ST., MT**  
NPK . 10 03 541

Dosen Penguji  
Penguji I

**Ir. Pujo Priyono, MT**  
NIP. 19641222 1999003 1 0002

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik

**Ir. Suhartinah., MT**  
NPK . 95 05 246

Dosen Pembimbing  
Pembimbing II

**Ir. Suhartinah, MT**  
NPK. 95 05 246

Dosen Penguji  
Penguji II

**Irawati, ST., MT**  
NPK. 05 12 417

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil

**Irawati, ST., MT**  
NPK. 05 12 417

## KATA PENGANTAR

Puji syukur diucapkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala rahmat dan hidayah-Nya, dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat pada waktunya. Penulisan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dengan adanya bimbingan, saran, dan petunjuk dari berbagai pihak.

Tugas akhir ini berjudul “**STUDI TIMBUNAN (EMBANKMENT) DI LOKASI DENGAN POTENSI LIQUIFAKSI DI DAERAH DEKAT PANTAI DISESUAIKAN DENGAN SNI 1726-2002 (STUDI KASUS PESISIR PANTAI PUGER, KECAMATAN PUGER, KABUPATEN JEMBER)**” dengan membuat Bab I sampai bab IV. Bab I berisi Pendahuluan, Bab II berisi Tinjauan Pustaka, Bab III berisi Metodologi, Bab IV berisi Analisa dan Pembahasan, Bab V berisi Penutup.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa penelitian ini jauh dari sempurna. Dengan penuh kesadaran penulis menyampaikan permohonan maaf atas kekurangan yang masih ada pada penulisan tugas akhir ini, semoga bisa menjadi koreksi bersama untuk perbaikan selanjutnya.

Jember, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISA</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACK</b> .....	<b>vii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan .....	4
1.4. Batasan Masalah.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Sistematika Penulisan .....	6

<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Geologi dan Geomorfologi Kabupaten Jember .....	7
2.2. Liquifaksi dan Faktor yang Mempengaruhi liquifaksi .....	9
2.2.1. Pengertian Liquifaksi .....	9
2.2.2. Faktor Yang Mempengaruhi Liquifaksi .....	11
2.2.3. Parameter Liquifaksi .....	12
2.2.4. Tingkat Kerusakan Akibat Liquifaksi .....	15
2.3. Pengertian dan Jenis Tanah .....	16
2.4. CPT Untuk Menentukan Liquifaksi .....	18
2.4.1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Uji CPT .....	20
2.5. Stabilitas Tanah .....	21
2.6. Penurunan Tanah Akibat Liquifaksi .....	23
2.7. Perbaikan dan Perkuatan Tanah .....	27
2.8. Jenis – jenis Perbaikan Tanah Pasir .....	27
2.8.1. Pemasangan Stone Couolumn .....	28
2.8.2. Pemadatan Di Lapangan .....	31
2.8.3. Penggunaan Sheet Pile Untuk Embankment .....	32
2.8.4. Penggunaan Vibroflotation .....	33
2.8.5. Penggunaan Geotextile .....	34
2.8.6. Perbaikan Cerucuk .....	36
2.9. Wilayah Gempa dan Percepatan Muka Tanah .....	38
2.10. Mikrotremor .....	39

2.10.1. Rumus Mencari Nilai Frekuensi Natural ( $f_0$ ).....	40
2.10.2. Rumus Mencari Amplifikasi ( $A_0$ ).....	40
2.10.3. Indeks Kerentanan Seismik ( $K_g$ ) .....	40
2.10.4. Analisa Respon Spektrum H/V .....	41
2.10.5. Kriteria Untuk Hasil Tahanan Uji .....	42
2.11. Penelitian Terdahulu .....	43
2.11.1. Penelitian di Pesisir Pantai Puger Menggunakan CPT.....	43
2.11.2. Penelitian di Pesisir Pantai Puger Menggunakan Mikrotremor ..	44
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>	<b>48</b>
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	49
3.1.1. Lokasi Penelitian.....	49
3.1.2. Waktu Penelitian .....	50
3.2. Flow Chart Penelitian .....	51
3.3. Flow Chart Pengolahan Data .....	52
3.4. Flow Chart Pelaksanaan Teknis Lapangan .....	53
3.5. Metode Penelitian .....	54
3.5.1. Metode Pengumpulan Data .....	54
3.5.2. Metode Pengolahan Data .....	55
3.5.3. Metode Pelaksanaan Teknis Lapangan .....	58
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>60</b>
4.1. Data CPT dari Lapangan .....	60
4.2. Hasil Pengolahan Data Menggunakan CPE-T.....	62

4.2.1. Titik 1 .....	62
4.2.2. Titik 2 .....	63
4.2.3. Titik 3 .....	64
4.2.4. Titik 4 .....	65
4.2.5. Titik 5 .....	66
4.2.6. Titik 6 .....	67
4.2.7. Titik 7 .....	68
4.2.8. Titik 8 .....	69
4.2.9. Titik 9 .....	70
4.2.10. Titik 10 .....	71
4.2.11. Titik 11 .....	72
4.2.12. Titik 12 .....	73
4.2.13. Titik 13 .....	74
4.3. Hasil Pengolahan Data Menggunakan Liqit .....	75
4.3.1. Titik 1 .....	75
4.3.2. Titik 2 .....	77
4.3.3. Titik 3 .....	78
4.3.4. Titik 4 .....	80
4.3.5. Titik 5 .....	81
4.3.6. Titik 6 .....	83
4.3.7. Titik 7 .....	84
4.3.8. Titik 8 .....	86



4.3.9. Titik 9 .....	87
4.3.10. Titik 10 .....	89
4.3.11. Titik 11 .....	90
4.3.12. Titik 12 .....	92
4.3.13. Titik 13 .....	93
4.4. Rekapitulasi Data Liquifaksi .....	96
4.5. Perhitungan Data Lapangan Untuk Plaxis .....	99
4.6. Perhitungan Data Parameter Tanah yang Digunakan Pada Plaxis .....	101
4.7. Data – Data Yang Digunakan Di Plaxis .....	104
4.7. Hasil Pengolahan Data Menggunakan Plaxis 2D .....	106
4.7.1. Data Menggunakan Timbunan 3m Dengan Sudut 30 Derajat .....	106
4.7.2. Data Menggunakan Timbunan 6m Dengan Sudut 30 Derajat .....	116
4.8. Hasil Rekapitulasi Data Perbaikan Tanah .....	126
4.8.1. Hasil Rekapitulasi Timbunan 3m .....	126
4.8.2. Rekapitulasi Perbandingan Perbaikan Timbunan 3m .....	128
4.8.2. Hasil Rekapitulasi Timbunan 6m .....	129
4.8.2. Rekapitulasi Perbandingan Perbaikan Timbunan 6m .....	131
4.9. Analisa Pembahasan Rekapitulasi Berdasarkan Tingkat Keamanan .....	132
4.10. Perhitungan Tanah Lempung Dengan Metode Konsolidasi .....	134
4.10.1. Hasil Perhitungan Konsolidasi Tanah Lempung .....	134
4.10.2. Analisa Pembahasan Perhitungan Konsolidasi .....	136

4.11.Rekapitulasi Berdasarkan Tingkat Keamanan dan Rekomendasi Penggunaan .....	137
<b>BAB V. PENUTUP .....</b>	<b>140</b>
5.1. Kesimpulan .....	140
5.2. Saran .....	141
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>142</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>143</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Hubungan antara penurunan permukaan tanah dengan derajat kerusakan bangunan (Ishihara dan Yosimine, 1992) .....	16
<b>Tabel 2.2.</b> Persamaan Regangan Seismik .....	26
<b>Tabel 2.3.</b> Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka Tanah Untuk Masing-masing Wilayah Gempa Indonesia .....	38
<b>Tabel 4.1.</b> Hasil Sondir Jalan Tembus ke JLS, Desa Mojosari Titik 2:(Dua)....	58
<b>Tabel 4.2.</b> Hasil Penelitian.....	95
<b>Tabel 4.3.</b> Perhitungan Data Lapangan Untuk Plaxis.....	98
<b>Tabel 4.4.</b> Perhitungan Data Parameter Tanah Yang Digunakan Pada Plaxis ...	100
<b>Tabel 4.5.</b> Hasil Rekapitulasi Timbunan 3m Dengan Analisa Plaxis.....	125
<b>Tabel 4.6.</b> Hasil Rekapitulasi Timbunan 6m Dengan Analisa Plaxis.....	128
<b>Tabel 4.7.</b> Perhitungan Data Konsolidasi Tanah Lempung.....	134
<b>Tabel 4.8.</b> Rekapitulasi Berdasarkan Tingkat Keamanan dan Rekomendasi Penggunaan di Lapangan .....	137

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Peta Sebaran Nilai Kerentanan Seismik Kecamatan Puger (Muhammad Reza, 2017) .....	3
<b>Gambar 2.1.</b> Peta Formasi Geologi Daerah Penelitian (Suwarti Dan Suharsono, 1992) .....	7
<b>Gambar 2.2.</b> Peta percepatan gempa di batuan dasar indonesia PGA (T=0 detik) untuk 10% PE 50 tahun (Irsyam dkk, 2010) .....	8
<b>Gambar 2.3.</b> Pengaruh tekanan kontak dan tekanan air pori terhadap penurunan (Yoshima dan Tokimatsu, 1977) .....	10
<b>Gambar 2.4.</b> Faktor pengurangan tegangan $r_d$ dan kedalaman (Seed dan Idris, 1971) .....	14
<b>Gambar 2.5.</b> hubungan $q_{c1}$ dan CSR atau CRR terhadap potensi liquifaksi (Robertson and Wride, 1998) .....	15
<b>Gambar 2.6.</b> Detail ukuran pembacaan sondir (ASTM D 3441) .....	19
<b>Gambar 2.7.</b> Hasil pengujian CPT (Evet dan Liu, 2004) .....	20
<b>Gambar 2.8.</b> Hubungan antara regangan volumetrik, kepadatan relatif dan faktor keamanan terhadap liquifkasi (Ishihara dan Yoshimine, 1992) .	24
<b>Gambar 2.9.</b> Hubungan nilai tahanan ujung seismik dan regangan volumetrik untuk beragam faktor keamanan (Zhang dkk, 20002) .....	25
<b>Gambar 2.10.</b> Hubungan $d$ dan kadar air pada pemadatan tanah berpasir ....	28
<b>Gambar 2.11.</b> Penggunaan stone coulumnn .....	31
<b>Gambar 2.12.</b> Penggunaan alat berat di lapangan untuk pemadatan .....	32
<b>Gambar 2.13.</b> Penggunaan sheet pile pada timbunan (embankment) .....	32
<b>Gambar 2.14.</b> Penggunaan vibroflotation .....	34

<b>Gambar 2.15.</b> Geotextile Woven .....	35
<b>Gambar 2.15.</b> Geotextile Non Woven .....	36
<b>Gambar 2.16.</b> Geogrid .....	36
<b>Gambar 2.17.</b> Wilayah gempa indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun .....	39
<b>Gambar 2.18.</b> Nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) setelah gempa di Loma Prieta tahun 1989 (Nakamura, 1997) .....	41
<b>Gambar 2.19.</b> <i>Criteria for realibity of result</i> .....	43
<b>Gambar 2.20.</b> Potensi Liquifaksi berdasarkan data Liqit (Jurnal Teknik Sipil Universitas Jember, Arief Alihudien dkk).....	44
<b>Gambar 2.21.</b> Persebaran nilai frekuensi natural tanah ( $f_0$ ) (Tugas Akhir Muhammad Resa S N, ITS).....	46
<b>Gambar 2.22.</b> Petan Nilai Kerentanan Seismik ( $k_g$ ) (Tugas Akhir Muhammad Resa S N, ITS).....	46
<b>Gambar 2.23.</b> Persebaran nilai efektifid shear strain ( $\gamma$ ) (Tugas Akhir Muhammad Resa S N, ITS).....	47
<b>Gambar 3.1.</b> Lokasi penelitian potensi liquifaksi akibat gempa dan tsunami ..	50
<b>Gambar 3.2.</b> Flow chart penelitian .....	51
<b>Gambar 3.3.</b> Flow chart pengolahan data .....	52
<b>Gambar 3.4.</b> Flow chart pelaksanaan teknis lapangan .....	53
<b>Gambar 4.1.</b> Deformasi perpindahan total ( $U_{tot}$ ) .....	107
<b>Gambar 4.2.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	107
<b>Gambar 4.3.</b> Nilai keamanan ( $s_f$ ) .....	107
<b>Gambar 4.4.</b> Deformasi perpindahan total ( $U_{tot}$ ) .....	108

<b>Gambar 4.5.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	108
<b>Gambar 4.6.</b> Nilai keamanan (sf) .....	108
<b>Gambar 4.7.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	109
<b>Gambar 4.8.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	109
<b>Gambar 4.9.</b> Nilai keamanan (sf) .....	109
<b>Gambar 4.10.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	110
<b>Gambar 4.11.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	110
<b>Gambar 4.12.</b> Nilai keamanan (sf) .....	110
<b>Gambar 4.13.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	111
<b>Gambar 4.14.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	111
<b>Gambar 4.15.</b> Nilai keamanan (sf) .....	111
<b>Gambar 4.16.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	112
<b>Gambar 4.17.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	112
<b>Gambar 4.18.</b> Nilai keamanan (sf) .....	112
<b>Gambar 4.19.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	113
<b>Gambar 4.20.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	113
<b>Gambar 4.21.</b> Nilai keamanan (sf) .....	113
<b>Gambar 4.22.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	114
<b>Gambar 4.23.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	114
<b>Gambar 4.24.</b> Nilai keamanan (sf) .....	114
<b>Gambar 4.25.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	115
<b>Gambar 4.26.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	115

<b>Gambar 4.27.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	116
<b>Gambar 4.28.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	116
<b>Gambar 4.29.</b> Nilai keamanan (sf) .....	116
<b>Gambar 4.30.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	117
<b>Gambar 4.31.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	117
<b>Gambar 4.32.</b> Nilai keamanan (sf) .....	117
<b>Gambar 4.33.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	118
<b>Gambar 4.34.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	118
<b>Gambar 4.35.</b> Nilai keamanan (sf) .....	118
<b>Gambar 4.36.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	119
<b>Gambar 4.37.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	119
<b>Gambar 4.38.</b> Nilai keamanan (sf) .....	119
<b>Gambar 4.39.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	120
<b>Gambar 4.40.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	120
<b>Gambar 4.41.</b> Nilai keamanan (sf) .....	120
<b>Gambar 4.42.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	121
<b>Gambar 4.43.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	121
<b>Gambar 4.44.</b> Nilai keamanan (sf) .....	121
<b>Gambar 4.45.</b> Nilai keamanan (sf) .....	122
<b>Gambar 4.46.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	122
<b>Gambar 4.47.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	122
<b>Gambar 4.48.</b> Nilai keamanan (sf) .....	123

<b>Gambar 4.49.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	123
<b>Gambar 4.50.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	123
<b>Gambar 4.51.</b> Nilai keamanan (sf) .....	124
<b>Gambar 4.52.</b> Deformasi perpindahan total (Utot) .....	124
<b>Gambar 4.53.</b> Tekanan Air pori Berlebih .....	124
<b>Gambar 4.54.</b> Nilai keamanan (sf) .....	124
<b>Gambar 4.55.</b> Perbandingan perbaikan timbunan dengan cerucuk .....	128
<b>Gambar 4.56.</b> Perbandingan perbaikan timbunan dengan geotextile .....	128
<b>Gambar 4.57.</b> Perbandingan perbaikan timbunan dengan cerucuk+geotextile .	129
<b>Gambar 4.58.</b> Perbandingan perbaikan timbunan dengan cerucuk .....	131
<b>Gambar 4.59.</b> Perbandingan perbaikan timbunan dengan geotextile .....	131
<b>Gambar 4.60.</b> Perbandingan perbaikan timbunan dengan cerucuk+geotextile .	132



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Hasil Akhir Analisa Menggunakan Plaxis.....	143
<b>A.</b> Timbunan 3 m .....	143
<b>B.</b> Timbunan 6 m .....	146
<b>Lampiran 2.</b> Hasil Data Nilai settlement Berdasarkan Analisa Ligit.....	149
<b>Lampiran 3.</b> Nilai-nilai CPT dari Lapangan.....	150
<b>Lampiran 4.</b> Rumus-rumus yang digunakan untuk perhitungan parameter tanah .....	163

## DAFTAR PUSTAKA

- Setyo Muntohar, Agus, 2010, “Mikro-Zonasi Potensi Likuifaksi Dan Penurunan Tanah Akibat Gempa Bumi” , Yogyakarta : LPPM Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- SNI, 2002, “Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI – 1726 – 2002”, Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman
- Reza Salahudin N, “Muhammad, Potensi Likuifaksi Tanah Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor Studi Kasus Kecamatan Puger, Jember” , Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November
- Novemberis Pait, Gaudensius, 2015, “Stabilitas Tanah”, Malang : Universitas Merdeka Malang.
- Hairullah, Hasan. Dinamika Tanah.
- Mekanika Tanah 1. , Riau : Sekolah Tinggi Teknologi Unggulan Swarnadipa
- Suhatinah, “Pre Loading dengan Vertikal Drain” , Jember : Universitas Muhammadiyah Jember
- Alihudien, Arief, 2017, “PENGUNAAN CPT (CONE PENETRATION TEST)UNTUK ANALISA POTENSI LIKUIFAKSI WILAYAH DEKAT PANTAI KECAMATAN PUGER KABUPATEN JEMBER” *Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Infrastruktur – I : Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember*
- Vidayanti, Desiana, 2013 , “Hubungan Korelasi N-SPT dengan Parameter Tanah KORELASI NILAI N-SPT DENGAN PARAMETER KUAT GESER TANAH UNTUK WILAYAH JAKARTA DAN SEKITARNYA (133G)” *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7) :Universitas Sebelas Maret (UNS) – Surakarta*
- Nurtjahjaningyas, Indah , “EFEKTIFITAS PENGGUNAAN STONE COLUMN UNTUK MENGURANGI BESAR PEMAMPATAN PADA TANAH DENGAN DAYA DUKUNG RENDAH” Jember : ISBN 978-979-18342-1-6