

Analisa Stabilitas Timbunan di Daerah Rawa Menggunakan Penanganan *Limestone* dengan *Softwere Plaxis*

Bagas Wahyu Adhi¹⁾

¹⁾ Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Batik Surakarta, Jl. Agus Salim No 10, Sondakan Kec.Laweyan Kota Surakarta; Telp. 0271-714751. Email:bagaswahyu54@gmail.com

Abstrak

Tanah merupakan elemen penting dalam sebuah konstruksi jalan, dimana tanah merupakan penopang bagi struktur di atasnya. Namun kondisi yang ditemukan dilapangan banyak dijumpai tanah yang kondisi sifat fisiknya tidak memenuhi standar terhadap nilai kompresibilitas, permeabilitas, maupun plastisitasnya. Sehingga perlu dilakukan perbaikan agar tanah tersebut dapat dipergunakan sebagai bagian dari konstruksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui stabilitas timbunan pada area rawa – rawa di IC Cibitung Ramp 2-1 Proyek Jalan Tol Cibitung Cilincing dengan menggunakan software Plaxis 8.2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode elemen hingga. Program Plaxis menggunakan konsep metode elemen hingga. Dalam pelaksanaan program PLAXIS 2D, tanah menggunakan model Mohr-Coulomb. Hasil dari Bore Log dianggap undrained, di mana air dianggap tidak dapat lewat dan permeabilitas tanah rendah. Tanah timbunan dianggap undrained, dan *Limestone* menggunakan tipe undrained. Hasil Analisa stabilitas timbunan pada area rawa menggunakan software plaxis didapatkan untuk penurunan dalam 1 tahun < 6 cm adalah 1.6 cm (sesuai kriteria), Penurunan dalam 10 tahun < 10 cm adalah 1.6 cm (sesuai kriteria). Faktor keamanan pada akhir konstruksi adalah 2.214 (sesuai kriteria) dan faktor keamanan 1 tahun adalah 1.90 (sesuai kriteria). Dari hasil analisa stabilitas timbunan pada area yaitu dengan menggunakan penanganan *Limestone* sampai ketinggian muka air, masa tunggu 14 hari setelah timbunan *limestone*, masa tunggu 30 hari pada top timbunan dan kemiringan lereng yaitu 1 : 2 (V : H).

Kata kunci: Plaxis, Rawa, *Limestone*, Penurunan

Abstract

*Soil is an important element in a road construction, where soil is a support for the structure above it. However, the conditions found in the field are often found in soils whose physical conditions do not meet the standards for compressibility, permeability, and plasticity values. So it is necessary to make improvements so that the land can be used as part of the construction. The purpose of this study was to determine the discovery of embankments in the swamp area at IC Cibitung Ramp 2-1 Cibitung Cilincing Toll Road using Plaxis 8.2 software. The method used in this research is the finite element method. Plaxis program uses the concept of the finite element method. In the implementation of the PLAXIS 2D program, the soil uses the Mohr-Coulomb model. The results from the Bore Log are considered undrained, where water is considered impermeable and soil permeability is low. Embankment soil is considered undrained, and *Limestone* uses the undrained type. The results of the stockpile analysis in the raw area using Plaxis software were found for a decrease in 1 year < 6 cm is 1.6 cm (according to the criteria), the decrease in 10 years < 10 cm is 1.6 cm (according to the criteria). The safety factor for the final construction is 2.214 (according to the criteria) and the safety factor for 1 year is 1.90 (according to the criteria). From the results of the analysis of the achievement of the embankment in the area, namely by using limestone handling to water level, the waiting period is 14 days after the limestone heap, the waiting period is 30 days on the embankment and the slope is 1: 2 (V : H).*

Keywords: Plaxis, Swamp, *Limestone*, Settlement

1. PENDAHULUAN

Perencanaan jalan tidak hanya meliputi aspek perencanaan geometrik dan perkerasan jalan, tetapi juga analisis lendutan/deformasi yang terjadi pada badan jalan dan tanah dasar akibat pembebanan lalu lintas. Hal ini memerlukan perhatian terutama apabila perkerasan jalan terletak di atas tanah lunak/tanah rawa yang memiliki sifat kompresibilitas tinggi.(Yanto 2015)

Tanah merupakan material yang paling banyak digunakan dalam pembangunan suatu konstruksi, seperti tanah timbunan, bendungan urugan, tanggul sungai dan pondasi badan jalan raya, akan tetapi tidak semua tanah dapat digunakan sebagai bahan konstruksi tanah haruslah bersifat keras atau stabil dan sesuai dengan sifat mekanis tanah itu sendiri. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu: (Gautama 2016)

1. Cara Mekanis yaitu dengan pemadatan menggunakan peralatan mekanis: mesin gilas, tekanan statis dan getaran;
2. Cara Fisik yaitu dengan perbaikan gradasai tanah dimana butiran tanah ditambahkan pada tanah yang bergradasi kurang baik sehingga mencapai gradasi yang baik;
3. Cara Kimiawi yaitu dengan menambahkan bahan pencampur (*stabilizing agents*) dan yang biasadigunakan adalah semen, kapur, bitumen dan tar.

Tanah merupakan elemen penting dalam sebuah kontruksi jalan, dimana tanah merupakan penopang bagi struktur diatasnya. Namun kondisi yang ditemukan dilapangan banyak dijumpai tanah yang kondisi sifat fisisnya tidak memenuhi standar terhadap nilai kompresibilitas, permeabilitas, maupun plastisitasnya. Sehingga perlu dilakukan perbaikan agar tanah tersebut dapat dipergunakan sebagai bagian dari kontruksi.(Soehardi, Lubis, dan Putri 2017).

Stabilisasi tanah dimaksudkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah asli dengan cara antara lain menambahkan suatu bahan tertentu yang mengakibatkan perubahan sifat-sifat tanah asli tersebut. (Maulana dan Hamdan 2016) Disamping itu, stabilisasi tanah diperlukan dalam rangka memperbaiki sifat-sifat tanah yang mempunyai daya dukung rendah, indeks plastisitas tinggi, pengembangan tinggi dan gradasi yang buruk menjadi lebih baik bagi konstruksi jalan. (DHANI 2020)

Bertitik tolak pada kondisi tanah yang ada maka dirasa perlu untuk melakukan stabilisasi tanah dengan kapur pada area rawa. Hal ini dikarenakan Stabilisasi tanah kapur / Limestone lebih cocok dengan waktu ikatan yang lebih lama, sehingga dapat menguntungkan bila terjadi penundaan pekerjaan yang agak lama setelah pencampuran dan tidak ada resiko berkurangnya kekuatan campuran oleh akibat pemadatan.(Fahriani et al. 2020).

Pertambahan daya dukung tanah dapat dicapai dengan mengubah sifat-sifat tanah dari sudut geser tanah (ϕ), kohesi (c) dan berat satuannya (γ). Penurunan dapat direduksi dengan menambahkan kerapatan rongga dari pemampatan partikel tanah.Perancangan suatu pondasi harus mempertimbangkan adanya keruntuhan geser dan penurunan yang

berlebihan. Maka perlu dipenuhi dua kriteria dalam perkuatan daya dukung tanah,yaitu criteria stabilitas dan penurunan.(Erdawaty et al. 2020).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui stabilitas timbunan pada area rawa – rawa di IC Cibitung Ramp 2-1 Proyek Jalan Tol Cibitung Cilincing dengan menggunakan software Plaxis 8.2.

Prinsip dari Plaxis adalah menggunakan metode elemen hingga. Metode ini merupakan metode pendekatan yang dapat digunakan pada banyak permasalahan engineering. Metode ini sangat fleksibel karena bentuk struktur yang rumit dan kompleks di sederhanakan menjadi elemen – elemen kecil yang lebih sederhana.(Richard dan Tjandra 2018)

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode elemen hingga. Banyak program komputer yang menggunakan metode ini, sehingga dalam menggunakannya perlu memahami konsep dasar, struktur, sistem operasi program itu. Program Plaxis menggunakan konsep metode elemen hingga.(Darmawan, Rachmansyah, dan Zaika 2016)

Metode elemen hingga didasari prinsip membagi atau diskretisasi dari suatu kontinum, di mana kontinum tersebut dapat berupa sistem struktur, massa ataupun benda padat lainnya yang akan dianalisis. Pembagian dalam metode ini untuk membagi suatu benda menjadi elemen yang lebih kecil, sehingga mudah untuk dianalisis. Dengan adanya pembagian tersebut maka suatu sistem yang memiliki derajat kebebasan tak terhingga dapat didekati menjadi suatu sistem yang memiliki derajat kebebasan berhingga.(Nusantara 2014) Prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini melalui beberapa tahapan antara lain :

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil log bore pada area rawa IC Cibitung Ramp 2-1 Proyek Jalan Tol Cibitung Cilincing. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah software plaxis 8.2.

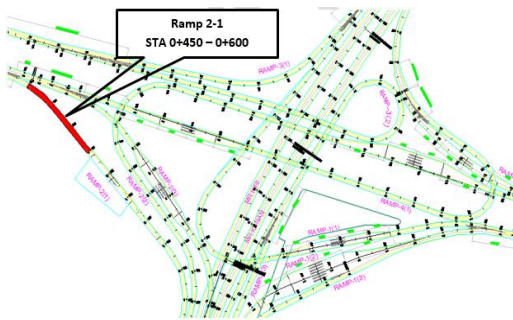
Metode penelitian

Dalam pelaksanaan program PLAXIS 2D, tanah menggunakan model Mohr-Coulomb. Hasil dari Bore Log dianggap *undrained*, di mana air dianggap tidak dapat lewat dan permeabilitas tanah rendah. Tanah timbunan dianggap *undrained*, dan Limestone menggunakan type *undrained*. Ada beberapa langkah yang digunakan dalam penelitian, antara lain :

- Menentukan parameter tanah yang digunakan dari hasil borelog yang ada
- Pemodelan plaxis dengan cross section pada lokasi tersebut
- Menentukan tahapan pelaksanaan pada plaxis yang sudah disesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan
- Analisis Data dengan menggunakan Software Plaxis

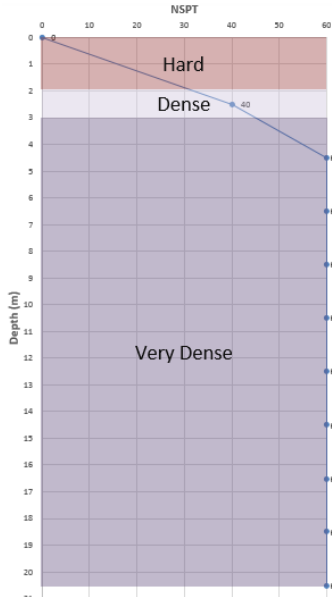
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Layout Plan



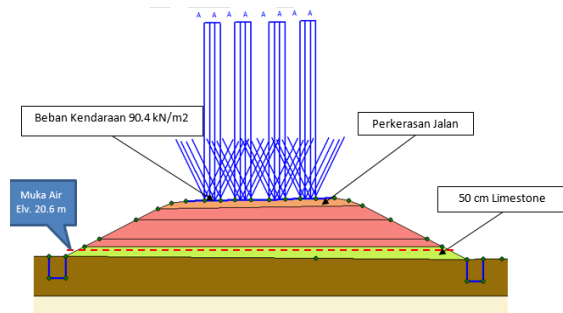
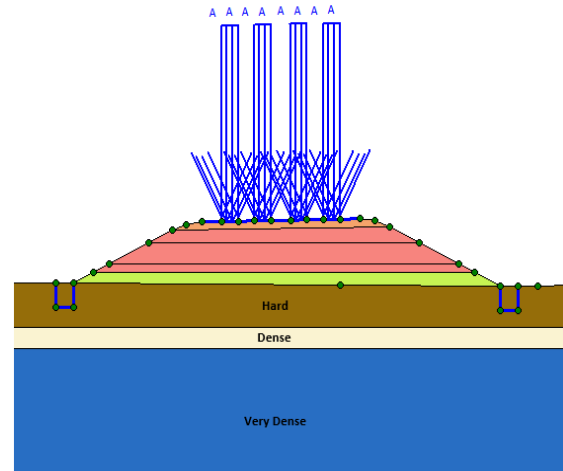
Gambar 1. Layout Plan

b) Soil Investigation



Gambar 2. Soil Investigation

c) Pemodelan dengan Plaxis



Gambar 3. Pemodelan Plaxis

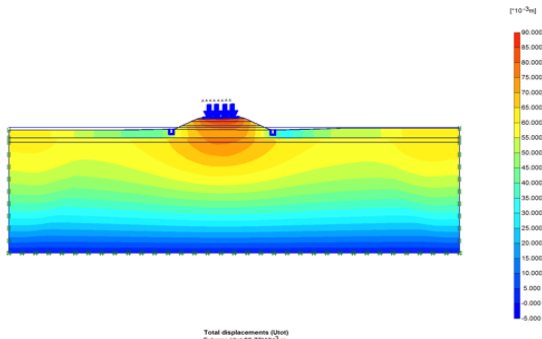
d) Langkah Pemodelan Plaxis

Tabel 1. Langkah Pemodelan Plaxis

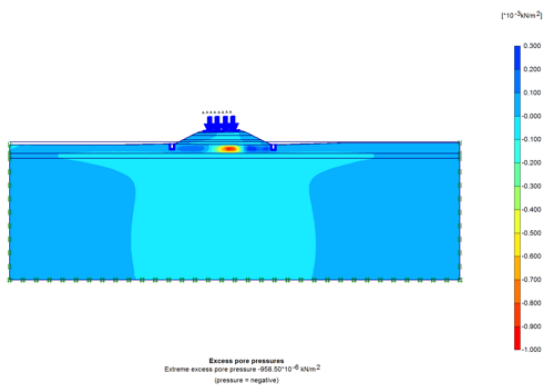
No	Tahapan Konstruksi	Hari	Total Hari
1	M Weight 1 (Kondisi Initial)	0	0
2	Timbunan Limestone sampai dengan Elevasi Muka Air 20.6 meter	4	4
3	Masa Tunggu	14	18
4	Elev. Timbunan 1 meter	4	22
5	Elev. Timbunan 2 meter	7	29
6	Elev. Timbunan 3.11 meter	7	36
7	Masa Tunggu	30	66
8	Perkerasan Jalan	28	94
9	Pembebanan 90.4 KN / m2	1	95
10	Konsolidasi 1 tahun	365	460
11	Konsolidasi 3 tahun	730	1190
12	Konsolidasi 5 tahun	730	1920
13	Konsolidasi 10 tahun	1825	3745
14	Konsolidasi 20 tahun	3650	7395

e) Perhitungan Analisa Statis

➤ Perhitungan consolidation pada tahapan konsolidasi 1 tahun

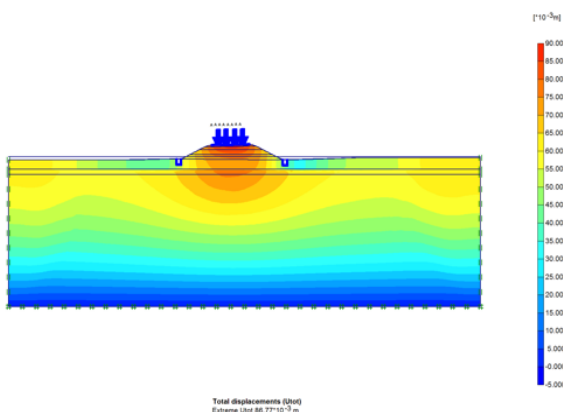


Gambar 4. Total Displacement sebesar 0.086 cm

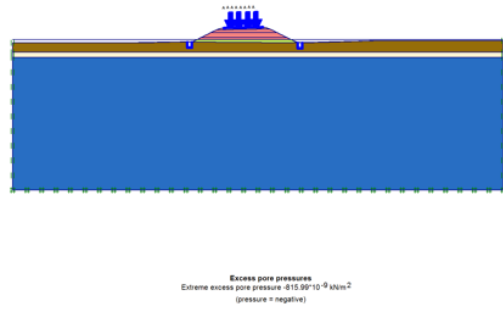


Gambar 5. Excess Pore Pressure sebesar $-958.50 \cdot 10^{-6} \text{ kN/m}^2$

➤ Perhitungan consolidation pada tahapan konsolidasi 10 tahun



Gambar 6. Total Displacement sebesar 0.086 cm



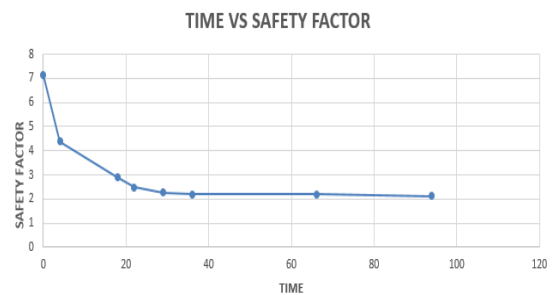
Gambar 7. Excess Pore Pressure sebesar $-815 \cdot 99^{-9} \text{ kN/m}^2$

f) Faktor Keamanan

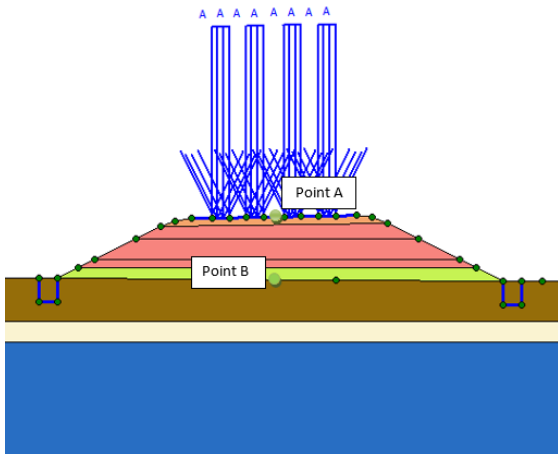
Tabel 2. Faktor Keamanan

No	Tahapan Konstruksi	Hari	Total Hari	Safety Factor
1	M Weight 1 (Kondisi Initial)	0	0	7.132
2	Timbunan Limestone sampai dengan Elevasi Muka Air 20.6 meter	4	4	4.382
3	Masa Tunggu	14	18	2.902
4	Elv. Timbunan 1 meter	4	22	2.491
5	Elv. Timbunan 2 meter	7	29	2.273
6	Elv. Timbunan 3.11 meter	7	36	2.196
7	Masa Tunggu	30	66	2.201
8	Perkerasan Jalan	28	94	2.124
9	Pembebanan 90.4 KN / m ²	1	95	1.895
10	Konsolidasi 1 tahun	365	460	1.908
11	Konsolidasi 3 tahun	730	1190	1.907
12	Konsolidasi 5 tahun	730	1920	1.895
13	Konsolidasi 10 tahun	1825	3745	1.907
14	Konsolidasi 20 tahun	3650	7395	1.896

g) Grafik Time Vs Safety Factor

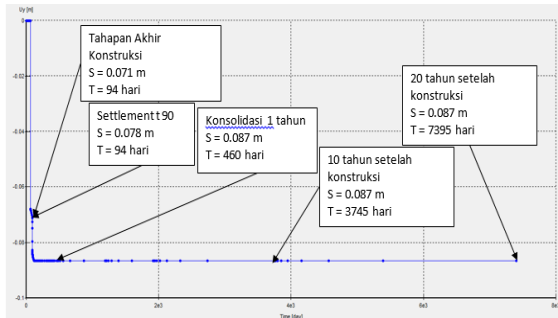


h) Kurva *Settlement Vs Staging Time*



Gambar 8. Kurva *Settlement Vs Staging Time*

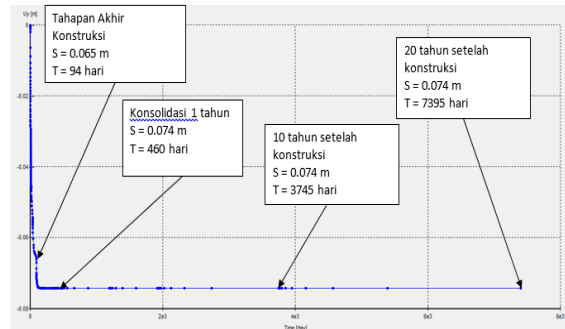
i) Kurva *Settlement Vs Staging Time* pada point A (Top Timbunan)



Tabel 3. Tahap Pelaksanaan Point A (Top Timbunan)

Tahapan Pelakasa-naan	Time (hari)	Settlement (cm)
Perkerasan Jalan	94	7.1
T90 Settlement	94	7.8
Pembebanan	95	8.3
1 Tahun setelah konstruksi	460	8.7
5 Tahun setelah konstruksi	1920	8.7
10 Tahun setelah konstruksi	3745	8.7
20 Tahun setelah konstruksi	7395	8.7

j) Kurva *Settlement Vs Staging Time* pada point B (Bawah Timbunan)



Tabel 3. Tahap Pelaksanaan Point B (Bawah Timbunan)

Tahapan Pelakasa-naan	Time (hari)	Settlement (cm)
Perkerasan Jalan	94	6.5
T90 Settlement	95	7
Pembebanan	460	7.4
1 Tahun setelah konstruksi	1920	7.4
5 Tahun setelah konstruksi	3745	7.4
10 Tahun setelah konstruksi	7395	7.4
20 Tahun setelah konstruksi	94	6.5

k) Hasil *Safety Faktor Vs Kriteria*

Tabel 4. *Safety Factor Vs Kriteria*

Tahapan	Kriteria Safety Factor Desain	Hasil	
Akhir Konstruksi	FOS timbunan minimum 1.3	2.124	Sesuai
Service Load	FOS timbunan minimum 1.5	1.895	Sesuai
Konsolidasi 1 tahun	FOS timbunan minimum 1.5	1.908	Sesuai
Konsolidasi 10 tahun	FOS timbunan minimum 1.5	1.90	Sesuai

4. SIMPULAN

Hasil Analisa stabilitas timbunan pada area rawa menggunakan software plaxis didapatkan untuk penurunan dalam 1 tahun < 6 cm adalah 1.6 cm (sesuai kriteria), Penurunan dalam 10 tahun < 10 cm adalah 1.6 cm (sesuai kriteria). Faktor keamanan pada akhir konstruksi adalah 2.214 (sesuai kriteria) dan faktor keamanan 1 tahun adalah 1.90 (sesuai kriteria). Dari hasil analisa stabilitas timbunan pada area yaitu dengan menggunakan penanganan Limestone sampai ketinggian muka air, masa tunggu 14 hari setelah timbunan limestone, masa tunggu 30 hari pada top timbunan dan kemiringan lereng yaitu 1 : 2 (V : H).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada PT. Erka Konsultan Engineering sebagai Konsultan Geoteknik yang telah banyak membantu dalam penelitian ini dan berbagai pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, Wahid, Arief Rachmansyah, dan Yulvi Zaika. 2016. "Perubahan Stabilitas Tanah Akibat Penambahan Kapur, Semen, dan Fly Ash pada Tanah Lunak Proyek Tol Gempol-Pasuruan." *Jurnal Teknik Sipil UB* 2(2): 1–12.
<http://sipil.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jmts/article/view/717>.
- Dhani, Noor. 2020. "Tanah Lunak Stabilisasi Overboulder Asbuton Sebagai Lapisan Sub - Base (Experimental Study On Bearing Capacity Of Soft Soil Using Overboulder Asbuton Stabilization as Sub-Base Course)." *Desertasi*.
- Erdawaty, Tri Harianto, A. B. Muhiddin, dan Ardy Arsyad. 2020. "Experimental study on bearing

- capacity of alkaline activated granular asphalt concrete columns on soft soils." *Civil Engineering Journal (Iran)* 6(12): 2363–74.
- Fahriani, Ferra, Desy Yovianti, Eko Saputra, dan Merley Misriani. 2020. "Perbaikan Subgrade pada Jalan Kampung Keramat di Kota Pangkalpinang dengan Menggunakan Kapur Padam Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah." *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil* 17(1): 22–30.
- Gautama, Gustaf. 2016. "Perbaikan Tanah Labil Dengan Menggunakan Mineral Kapur Sebagai Pendukung Pondasi Dasar Jalan Raya." *kelitbangan, Inovasi dan Pemabangunan* 04(August): 63–71.
- Maulana, Gibral, dan Indra Noer Hamdan. 2016. "Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Campuran Renolith dan Kapur." *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* 2(4): 11–21.
- Nusantara, Medio Agustian. 2014. "Analisa Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lempung Menggunakan Perkuatan Anyaman Bambu Dan Grid Bambu Dengan Bantuan Program Plaxis." *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* 2(3): 2355–74.
- Richard, J, dan D Tjandra. 2018. "Analisis Penggunaan Geotekstil Untuk Perkuatan Timbunan Di Atas Tanah Lunak Dengan Menggunakan Aplikasi Plaxis 2D." *Jurnal Dimensi Pratama ...*: 188–94.
<http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/7363>.
- Soehardi, Fitridawati, Fadrizal Lubis, dan Lusi Dwi Putri. 2017. "Stabilisasi Tanah Dengan Variasi Penambahan Kapur Dan Waktu Pemeraman." *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan*.
- Yanto, F H. 2015. *Analisis Lendutan Perkerasan Kaku Pada Tanah Lunak Dengan Perkuatan Kolom Soil Cement*.
<https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/49844/MTk5NzM1/Analisis-Lendutan-Perkerasan-Kaku-Pada-Tanah-Lunak-Dengan-Perkuatan-Kolom-Soil-Cement-Fendi.pdf>.