

SKRIPSI

**PENGARUH TEBAL *LOAD TRANSFER PLATFORM*
PADA TANAH TIMBUNAN DIATAS KOLOM GROUT
MODULAR**



**MUHAMMAD LUTHFI ARIYANTO
NPM : 2011410146**

PEMBIMBING: Dr. Ir. Rinda Karlinasar, M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JULI 2018**

SKRIPSI

**PENGARUH TEBAL *LOAD TRANSFER PLATFORM*
PADA TANAH TIMBUNAN DI ATAS KOLOM
GROUT MODULAR**



**MUHAMMAD LUTHFI ARIYANTO
NPM : 2011410146**

PEMBIMBING: Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JULI 2018**

SKRIPSI

**PENGARUH TEBAL *LOAD TRANSFER PLATFORM*
PADA TANAH TIMBUNAN DI ATAS KOLOM
GROUT MODULAR**



**MUHAMMAD LUTHFI ARIYANTO
NPM : 2011410146**

BANDUNG, 28 MEI 2018

PEMBIMBING:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Rinda Karlinasari', is written over a faint horizontal line.

Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**

BANDUNG

JULI 2018

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Muhammad Luthfi Ariyanto
NPM : 2011410146

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: *PENGARUH TEBAL LOAD TRANSFER PLATFORM* PADA TANAH TIMBUNAN PADA KOLOM GROUT MODULAR adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Juli 2018



Muhammad Luthfi Ariyanto
2011410146

PENGARUH TEBAL *LOAD TRANSFER PLATFORM* PADA TANAH TIMBUNAN DI ATAS KOLOM GROUT MODULAR

Muhammad Luthfi Ariyanto
NPM: 2011410146

Pembimbing: Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2018

ABSTRAK

Salah satu metode perbaikan tanah untuk kasus tanah timbunan adalah dengan menggunakan *Geosynthetic Reinforced Column Supported Embankment*, dan KGM merupakan salah satu alternatif metode perbaikan tanah tersebut. Auger khusus dalam pembuatan KGM dibor ke dalam tanah, mendesak tanah ke sekeliling lubang hasil bor hingga sebelum lapisan tanah kuat. Saat auger diangkat, bersamaan dengannya diinjeksi semen bertekanan rendah ke dalam lubang tersebut untuk membentuk suatu kolom tanpa membuat tanah bercampur dengan semen tersebut. Proses tersebut dilakukan berulang untuk membuat lebih banyak kolom di dalam tanah. *Load transfer platform* suatu lapisan untuk mendistribusikan beban timbunan ke komponen kolom vertikal dengan atau tanpa melalui mekanisme arching. LTP yang umumnya dipakai dapat bersifat kaku ataupun fleksibel. Material yang umumnya digunakan sebagai LTP adalah tanah granular yang diperkuat dengan geotextile, dan atau pelat beton.

Perhitungan pemodelan KGM dilakukan menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan program *Plaxis v8.2*. Pemodelan KGM dilakukan dengan dua tipe permodelan, yaitu plate dan cluster dengan diameter masing-masing tiang sebesar 0,45 meter dan tiga kasus jarak spasi antar tiang yaitu 1,5 meter, 2 meter, dan 3 meter. Tinggi timbunan sebesar 5 meter dengan slope 1:2 dan beban pada permukaan timbunan sebesar 15 kPa. Jarak spasi antar tiang KGM sangat berpengaruh pada penentuan tebal LTP. Semakin renggang jarak spasi antar KGM memiliki nilai FK yang semakin kecil karena semakin besar bobot timbunan yang dipikul oleh tiang yang jumlahnya semakin sedikit

Kata Kunci: Kolom Grout Modular, *Load Transfer Platform*, Timbunan, Perbaikan Tanah, Metode Elemen Hingga

THICKNESS EFFECT OF LOAD TRANSFER PLATFORM ON EMBANKMENT SOIL ABOVE GROUT MODULAR COLUMN

Muhammad Luthfi Ariyanto
NPM: 2011410146

Advisor: Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING

(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNE 2018

ABSTRACT

One of the methods of soil improvement for embankment cases is application of Geosynthetic Reinforced Column Supported Embankment, and KGM is one of the alternative methods of soil improvement. A special Auger is drilled into the soil in the construction process of KGM, pushing the soil around as a hole drilled just before the strong soil layer. Low pressure cement is injected into the hole to form a column at the same time while the auger is removed without causing the soil to mix with the cement. The process is repeated to create more columns in the soil. Load transfer platforms are layers to distribute embankment load to vertical column components with or without arching mechanism. LTP can be either rigid or flexible. LTP commonly constructed from reinforced granular soils with geotextile, and or concrete plates.

The modelling of KGM is calculated using finite element method with the help of Plaxis v8.2 program. KGM modeling is done with two modeling types, plate and cluster model with diameter of each column equal to 0,45 meter and three case of spacing between column; 1.5 meter, 2 meter and 3 meter. Height of embankment equal to 5 meter with slope 1: 2 and the load on the embankment surface is 15 kPa. The spacing between the KGM column is very influential on the determination of LTP thickness. Larger spacing between KGM resulting the SF is getting smaller because more of embankment weight carried by the column so the SF number is getting smaller.

Keywords: Kolom Grout Modular, Load Transfer Platform, Embankment, Soil Improvement, Finite Element Method

PRAKATA

Puji syukur atas rahmat Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENGARUH TEBAL *LOAD TRANSFER PLATFORM* PADA TANAH TIMBUNAN DIATAS KOLOM GROUT MODULAR”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menghadapi berbagai hambatan, tetapi berkat saran, kritik yang membangun, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, pengalaman, waktu dan bimbingan dengan sabar sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D., Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., Bapak Aswin Lim, S.T., Msc. Eng., Ph.D., Ibu Ir. Anastasia Sri Lestari, M.T, Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T, selaku dosen Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik yang telah memberikan banyak saran, ilmu dan koreksi selama proses penyelesaian skripsi ini.
3. Keluarga tersayang, Bapak Agus, Ibu Syavaria, adikku Hana yang telah memberikan doa, kasih sayang dan perhatian yang takkan tergantikan.

4. Sasa Alisya Annastasya, A.Md. yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk berjuang dalam pembuatan skripsi ini.
5. Moch. Billy Adrianto Muskat S.T. yang telah berbagi pengalaman, berbagi ilmu dan membimbing saya dalam pembuatan skripsi ini.
6. Sahabat seperjuangan kampus yang tak terlupakan, Jul, Raka, Insan, Tama, Doni. Segala kenangan, canda tawa, kasih sayang, perhatian dan kebersamaan kita tak akan terlupakan.
7. Seluruh teman – teman Teknik Sipil Unpar 2011 dan Seluruh keluarga besar Fakultas Teknik yang telah memberikan pengalaman dan kenangan indah.

Disadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, tetapi sungguh diharapkan agar skripsi ini dapat berguna bagi pembacanya

Bandung, 10 Juli 2018



Muhammad Luthfi Ariyanto

2011410146

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Inti Permasalahan	2
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.4 Lingkup Pembahasan	2
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
1.7 Diagram Alir	4
BAB 2 DASAR TEORI	1
2.1 Kolom Grout Modular	1
2.2 Load Transfer Platform (<i>LTP</i>)	4
BAB 3 METODE PENELITIAN	1
3.1 Penentuan Tinggi Kritis (H_{cr})	1
3.2 Metode Elemen Hingga dengan Program PLAXIS	2
3.2.1 Teori Dasar Metode Elemen Hingga	2
3.2.2 Program Plaxis	2
3.3 Konsep Perhitungan Untuk Analisis	6

3.4 Output Program Plaxis	7
BAB 4 ANALISIS DATA.....	1
4.1 Pendahuluan	1
4.2 Korelasi Parameter Tanah	1
4.2.1 Klasifikasi Tanah.....	1
4.2.2 Berat Isi Tanah (γ)	2
4.2.3 Kohesi (C & C')	3
4.2.4 Sudut Geser Dalam (ϕ)	4
4.2.5 Modulus Elastisitas.....	4
4.2.6 Angka Poisson (ν)	5
4.2.7 Permeabilitas Tanah	6
4.3 Parameter Desain.....	7
4.3.1 Parameter Tanah	7
4.3.2 Parameter Tanah Timbunan.....	8
4.3.2 Parameter KGM.....	8
4.3.3 Parameter Geotextile	9
4.3.4 Pembebanan.....	9
4.4 Input Plaxis	9
4.5 Plaxis Calculation.....	15
4.6 Hasil Analisis.....	26
4.6.1 Pemodelan Plate Dengan Spasi 1,5 Meter.....	26
4.6.2 Pemodelan Plate Dengan Spasi 1,5 Meter dan Tebal LTP 2 Meter	31
4.6.3 Pemodelan Plate Dengan Spasi 1,5 Meter dan Tebal LTP 3 Meter	36
4.6.4 Pemodelan Plate Dengan Spasi 2 Meter.....	41
4.6.5 Pemodelan Plate Dengan Spasi 3 Meter.....	46
4.6.6 Pemodelan Cluster Dengan Spasi 1,5 Meter	51

4.6.7	Pemodelan Cluster Dengan Spasi 1,5 Meter dan Tebal LTP 2 Meter .	56
4.6.8	Pemodelan Cluster Dengan Spasi 1,5 Meter dan Tebal LTP 3 Meter .	61
4.6.9	Pemodelan Cluster Dengan Spasi 2 Meter.....	66
4.6.10	Pemodelan Cluster Dengan Spasi 3 Meter.....	71
4.7	Resume Hasil Analisis	76
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		1
5.1	Kesimpulan	1
5.2	Saran.....	1
DAFTAR PUSTAKA		xvii

DAFTAR NOTASI

- Q : Beban pada ujung kepala KGM
 F_n : gaya gesek selimut kolom negatif, pada ketebalan “h” di KGM
 F_p : gaya gesek selimut kolom positif, bergerak dari bagian bawah KGM (L-h)
 Q_p : daya dukung ujung KGM pada lapisan yang dipancang
 R_i : beban axial pada titik tinjau
 M_i : tekanan lentur pada titik tinjau
 D : diameter kolom
 $^a s$: jarak as ke as spasi antar kolom
 s' : jarak dari ujung kolom ke titik centroid kolom
 a : lebar dari kolom persegi
 A : Luas pada lapisan *reinforcement* atau n+1

$$: \left[(s - d) - 2 \left(\frac{\sum \text{Reinforcement Vertical Spacing}}{45} \right) \right]^2$$
 ; konfigurasi kolom persegi

$$: \left[(s - d) - 2 \left(\frac{\sum \text{Reinforcement Vertical Spacing}}{45} \right) \right]^2 \sin \left(\frac{60}{2} \right)$$
 ; konfigurasi kolom segitiga
 D : Desain *span* untuk *tensioned membrane*

$$: 1,41 \times \left[(s - d) - 2 \left(\frac{\sum \text{Vertical Spacing}}{\tan 45} \right) \right]$$
 ; jarak kolom persegi

$$: 0,867 \times \left[(s - d) - 2 \left(\frac{\sum \text{Vertical Spacing}}{\tan 45} \right) \right]$$
 ; jarak kolom segitiga
 Ω : faktor tak-berdimensi dari teori *tensioned membrane*

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram alir.....	4
Gambar 2.1 Auger Untuk Instalasi KGM (Site visit, Februari 2018).....	2
Gambar 2.2 Profil Penurunan Tanah dan Distribusi Beban Pada KGM (Plomteux & Lazacedieu, 2007).....	2
Gambar 2.3 Profil Penurunan Tanah dan Distribusi Beban Pada KGM (Plomteux & Lazacedieu, 2007).....	3
Gambar 2.4 Ilustrasi Penempatan LTP (Sloan, 2011).....	4
Gambar 2.5 Mekanisme <i>Soil Arching</i> (Balasubramaniam, 2010).....	5
Gambar 2.6 <i>Beam Theory</i> (Collin, 2004).....	7
Gambar 2.7 Beban Vertikal dan Tegangan Pada Geosintetik (Collin, 2004).....	9
Gambar 3.1 Model <i>Plane Strain</i> dan <i>Axisymmetric</i> (Plaxis, 2002).....	3
Gambar 3.2 Titik Nodal dan Titik Tegangan.....	5
Gambar 4.1 Korelasi antara N-SPT dan C (Terzaghi & Peck, 1967).....	3
Gambar 4.2 Korelasi nilai C dan C' (Sorensen & Okkels, 2013).....	3
Gambar 4.3 <i>General Settings</i>	9
Gambar 4.4 Bentuk Pemodelan Timbunan.....	10
Gambar 4.5 Pemodelan KGM (<i>Plate</i>).....	10
Gambar 4.6 Pemodelan KGM (<i>Cluster</i>).....	10
Gambar 4.7 Pemodelan Beban Pada Timbunan.....	11
Gambar 4.8 <i>Input Soil & Interfaces</i>	11
Gambar 4.9 <i>Input Plate</i>	12
Gambar 4.10 <i>Input Geogrid</i>	12
Gambar 4.11 <i>Generate Mesh</i>	13
Gambar 4.12 <i>Initial Pore Water Pressure & Closed Consolidation Boundary</i>	13
Gambar 4.13 <i>Generate Water Pressure</i>	13
Gambar 4.14 <i>Initial Stress & Geometry Configuration</i>	14
Gambar 4.15 <i>Generate Initial Stress</i>	14
Gambar 4.16 Input <i>Phase Install</i> KGM Pada Tab <i>General</i> dan <i>Parameters</i>	15
Gambar 4.17 <i>Define Phase</i> KGM (<i>Plate</i>).....	16
Gambar 4.18 <i>Define Phase</i> KGM (<i>Cluster</i>).....	16
Gambar 4.19 Input <i>Phase LTP</i> Pada Tab <i>General</i> dan <i>Parameters</i>	17

Gambar 4.20 <i>Define Phase</i> LTP	17
Gambar 4.21 Input <i>Phase</i> Timbunan 1 Pada Tab <i>General</i> dan <i>Parameters</i>	18
Gambar 4.22 <i>Define Phase</i> Timbunan 1	18
Gambar 4.23 Input <i>Phase</i> Timbunan 2 Pada Tab <i>General</i> dan <i>Parameters</i>	19
Gambar 4.24 <i>Define Phase</i> Timbunan 2	19
Gambar 4.25 Input <i>Phase</i> Timbunan 3 Pada Tab <i>General</i> dan <i>Parameters</i>	20
Gambar 4.26 <i>Define Phase</i> Timbunan 3	20
Gambar 4.27 Input <i>Phase</i> Timbunan 4 Pada Tab <i>General</i> dan <i>Parameters</i>	21
Gambar 4.28 <i>Define Phase</i> Timbunan 4	21
Gambar 4.29 Input <i>Phase</i> Pembebanan Pada Tab <i>General</i> dan <i>Parameters</i>	22
Gambar 4.30 <i>Define Phase</i> Pembebanan	22
Gambar 4.31 Input <i>Phase</i> Konsolidasi 1 Tahun Pada Tab <i>General</i> dan <i>Parameters</i>	23
Gambar 4.32 Input <i>Phase</i> Konsolidasi 10 Tahun Pada Tab <i>General</i> dan <i>Parameters</i>	23
Gambar 4.33 Input <i>Phase</i> FK <i>Fill</i> 4 Pada Tab <i>General</i> dan <i>Parameters</i>	24
Gambar 4.34 Input <i>Phase</i> FK 1 Tahun Pada Tab <i>General</i> dan <i>Parameters</i>	24
Gambar 4.35 Input <i>Phase</i> FK 10 Tahun Pada Tab <i>General</i> dan <i>Parameters</i>	25
Gambar 4.36 Titik-titik Tinjau	26
Gambar 4.37 <i>Settlement vs Time</i>	26
Gambar 4.38 <i>Settlement vs Time</i>	27
Gambar 4.39 <i>Vertical Displacement</i> saat <i>Fill</i> 4	27
Gambar 4.40 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 1 Tahun	27
Gambar 4.41 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 10 Tahun	28
Gambar 4.42 FK vs <i>Time</i>	28
Gambar 4.43 Bidang Gelincir Saat <i>Fill</i> 4.....	29
Gambar 4.44 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 1 tahun.....	29
Gambar 4.45 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 10 tahun.....	30
Gambar 4.46 <i>Arching Effect</i> Pada LTP	30
Gambar 4.47 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP.....	31
Gambar 4.48 <i>Settlement vs Time</i>	31
Gambar 4.49 <i>Settlement vs Time</i>	32

Gambar 4.50 <i>Vertical Displacement</i> saat <i>Fill 4</i>	32
Gambar 4.51 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 1 Tahun.....	32
Gambar 4.52 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 10 Tahun.....	33
Gambar 4.53 <i>FK vs Time</i>	33
Gambar 4.54 Bidang Gelincir Saat <i>Fill 4</i>	34
Gambar 4.55 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 1 tahun	34
Gambar 4.56 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 10 tahun	35
Gambar 4.57 <i>Arching Effect</i> Pada LTP	35
Gambar 4.58 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP	35
Gambar 4.59 <i>Settlement vs Time</i>	36
Gambar 4.60 <i>Settlement vs Time</i>	36
Gambar 4.61 <i>Vertical Displacement</i> saat <i>Fill 4</i>	37
Gambar 4.62 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 1 Tahun.....	37
Gambar 4.63 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 10 Tahun.....	38
Gambar 4.64 <i>FK vs Time</i>	38
Gambar 4.65 Bidang Gelincir Saat <i>Fill 4</i>	39
Gambar 4.66 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 1 tahun	39
Gambar 4.67 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 10 tahun	40
Gambar 4.68 <i>Arching Effect</i> Pada LTP	40
Gambar 4.69 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP	40
Gambar 4.70 <i>Settlement vs Time</i>	41
Gambar 4.71 <i>Settlement vs Time</i>	41
Gambar 4.72 <i>Vertical Displacement</i> saat <i>Fill 4</i>	42
Gambar 4.73 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 1 Tahun.....	42
Gambar 4.74 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 10 Tahun.....	43
Gambar 4.75 <i>FK vs Time</i>	43
Gambar 4.76 Bidang Gelincir Saat <i>Fill 4</i>	44
Gambar 4.77 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 1 tahun	44
Gambar 4.78 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 10 tahun	45
Gambar 4.79 <i>Arching Effect</i> Pada LTP	45
Gambar 4.80 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP	45
Gambar 4.81 <i>Settlement vs Time</i>	46

Gambar 4.82 <i>Settlement vs Time</i>	46
Gambar 4.83 <i>Vertical Displacement</i> saat <i>Fill 4</i>	47
Gambar 4.84 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 1 Tahun	47
Gambar 4.85 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 10 Tahun	48
Gambar 4.86 <i>FK vs Time</i>	48
Gambar 4.87 Bidang Gelincir Saat <i>Fill 4</i>	49
Gambar 4.88 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 1 tahun.....	49
Gambar 4.89 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 10 tahun.....	50
Gambar 4.90 <i>Arching Effect</i> Pada LTP	50
Gambar 4.91 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP.....	51
Gambar 4.92 <i>Settlement vs Time</i>	51
Gambar 4.93 <i>Settlement vs Time</i>	52
Gambar 4.94 <i>Vertical Displacement</i> saat <i>Fill 4</i>	52
Gambar 4.95 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 1 Tahun	53
Gambar 4.96 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 10 Tahun	53
Gambar 4.97 <i>FK vs Time</i>	54
Gambar 4.98 Bidang Gelincir Saat <i>Fill 4</i>	54
Gambar 4.99 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 1 tahun.....	55
Gambar 4.100 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 10 Tahun	55
Gambar 4.101 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP.....	56
Gambar 4.102 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP.....	56
Gambar 4.103 <i>Settlement vs Time</i>	57
Gambar 4.104 <i>Settlement vs Time</i>	57
Gambar 4.105 <i>Vertical Displacement</i> saat <i>Fill 4</i>	57
Gambar 4.106 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 1 Tahun	58
Gambar 4.107 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 10 Tahun	58
Gambar 4.108 <i>FK vs Time</i>	59
Gambar 4.109 Bidang Gelincir Saat <i>Fill 4</i>	59
Gambar 4.110 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 1 tahun.....	59
Gambar 4.111 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 10 Tahun	60
Gambar 4.112 <i>Arching Effect</i> pada LTP	60
Gambar 4.113 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP.....	60

Gambar 4.114 <i>Settlement vs Time</i>	61
Gambar 4.115 <i>Settlement vs Time</i>	61
Gambar 4.116 <i>Vertical Displacement</i> saat <i>Fill 4</i>	62
Gambar 4.117 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 1 Tahun.....	62
Gambar 4.118 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 10 Tahun.....	63
Gambar 4.119 <i>FK vs Time</i>	63
Gambar 4.120 Bidang Gelincir Saat <i>Fill 4</i>	64
Gambar 4.121 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 1 tahun	64
Gambar 4.122 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 10 Tahun.....	65
Gambar 4.123 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP	65
Gambar 4.124 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP	65
Gambar 4.125 <i>Settlement vs Time</i>	66
Gambar 4.126 <i>Settlement vs Time</i>	66
Gambar 4.127 <i>Vertical Displacement</i> saat <i>Fill 4</i>	67
Gambar 4.128 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 1 Tahun.....	67
Gambar 4.129 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 10 Tahun.....	68
Gambar 4.130 <i>FK vs Time</i>	68
Gambar 4.131 Bidang Gelincir Saat <i>Fill 4</i>	69
Gambar 4.132 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 1 tahun	69
Gambar 4.133 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 10 tahun	70
Gambar 4.134 <i>Arching Effect</i> pada LTP	70
Gambar 4.135 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP	70
Gambar 4. 136 <i>Settlement vs Time</i>	71
Gambar 4.137 <i>Settlement vs Time</i>	71
Gambar 4.138 <i>Vertical Displacement</i> saat <i>Fill 4</i>	72
Gambar 4.139 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 1 Tahun.....	72
Gambar 4.140 <i>Vertical Displacement</i> Saat Konsolidasi 10 Tahun.....	73
Gambar 4.141 <i>FK vs Time</i>	73
Gambar 4.142 Bidang Gelincir Saat <i>Fill 4</i>	74
Gambar 4.143 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 1 tahun	74
Gambar 4.144 Bidang Gelincir Saat Konsolidasi 10 tahun	75
Gambar 4.145 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP	75

Gambar 4.146 Detail <i>Arching Effect</i> pada LTP.....	75
Gambar 4.147 <i>Settlement</i> Pada Timbunan Terakhir.....	77
Gambar 4.148 <i>Settlement</i> Setelah Konsolidasi 1 Tahun.....	77
Gambar 4.149 <i>Settlement</i> Setelah Konsolidasi 10 Tahun.....	77
Gambar 4.150 Perbandingan <i>Settlement</i> Dengan Spasi Bervariasi (Plate)	78
Gambar 4.151 Perbandingan Nilai FK dengan Spasi Bervariasi (Plate).....	78
Gambar 4.152 Perbandingan <i>Settlement</i> Dengan Spasi Bervariasi (Cluster).....	78
Gambar 4.153 Perbandingan Nilai FK dengan Spasi Bervariasi (Cluster)	79
Gambar 4.154 Perbandingan <i>Settlement</i> Spasi 1,5m dengan Tebal LTP Bervariasi (Plate)	79
Gambar 4.155 Perbandingan Nilai FK Spasi 1,5 m dengan Tebal LTP Bervariasi (Plate)	79
Gambar 4.156 Perbandingan <i>Settlement</i> Spasi 1,5m dengan Tebal LTP Bervariasi (Cluster).....	80
Gambar 4.157 Perbandingan Nilai FK Spasi 1,5 m dengan Tebal LTP Bervariasi (Cluster).....	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekomendasi Tinggi Kritis LTP (Han, 2015).....	6
Tabel 2.2 Rekomendasi Material Untuk LTP (Elias, 2006)	7
Tabel 2.3 Nilai ϵ dari Ω	9
Tabel 3.1 Rekomendasi Tinggi Kritis (Han, 2015).....	1
Tabel 4.1 Pembagian pelapisan tanah berdasarkan konsistensi atau kepadatan (Terzaghi & Peck, 1967).....	2
Tabel 4.2 Tipikal nilai berat isi tanah berdasarkan konsistensi / kepadatan (ASCE, 1996)	2
Tabel 4.3 Estimasi Nilai E dari N-SPT atau CPT (Bowles, 1988)	4
Tabel 4.4 Nilai Tipikal Angka Poisson (sumber: PT. GEC. <i>Geotechnical Engineering Center</i> . 2017).....	5
Tabel 4.6 Input Parameter Tanah.....	7
Tabel 4.7 Parameter Tanah Timbunan.....	8
Tabel 4.8 Parameter KGM.....	8
Tabel 4.9 Parameter Geotextile.....	9
Tabel 4.10 Penurunan Tanah.....	26
Tabel 4.11 Nilai Faktor Keamanan.....	28
Tabel 4.12 Penurunan Tanah.....	31
Tabel 4.13 Nilai Faktor Keamanan.....	33
Tabel 4.14 Penurunan Tanah.....	36
Tabel 4.15 Nilai Faktor Keamanan.....	38
Tabel 4.16 Penurunan Tanah.....	41
Tabel 4.17 Nilai Faktor Keamanan.....	43
Tabel 4.18 Penurunan Tanah.....	46
Tabel 4.19 Nilai Faktor Keamanan.....	48
Tabel 4.20 Penurunan Tanah.....	51
Tabel 4.21 Nilai Faktor Keamanan.....	53
Tabel 4.22 Penurunan Tanah.....	56
Tabel 4.23 Nilai Faktor Keamanan.....	58
Tabel 4.24 Penurunan Tanah.....	61
Tabel 4.25 Nilai Faktor Keamanan.....	63

Tabel 4.26 Penurunan Tanah	66
Tabel 4.27 Nilai Faktor Keamanan	68
Tabel 4.28 Penurunan Tanah	71
Tabel 4.29 Nilai Faktor Keamanan	73
Tabel 4.30 Resume Hasil Analisis.....	76
Tabel 4.31 Resume Hasil Analisis Spasi 1,5 Meter Dengan Tebal Bervariasi	76

DAFTAR LAMPIRAN

DATA AWAL TANAH

L1-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah geoteknik dalam perancangan dan pembangunan oprit jembatan umumnya terkait dengan settlement di tanah dasar dan stabilitas lereng timbunan. Pada area oprit yang dibangun di atas timbunan yang bertanah dasar lunak atau kompresibel sering sekali menyebabkan ketidakstabilan pada tanah dasar. Untuk mendukung timbunan tersebut perlu adanya perbaikan tanah berupa *column support embankment*.

Teknologi ini terdiri dari dua komponen yaitu komponen kolom vertikal dan Platform transfer beban (*Load transfer Platform*). Komponen kolom vertikal dirancang untuk mentransfer sebagian besar beban timbunan ke tanah yang lebih kompeten melewati tanah lunak yang mudah terkompresi. Pada saat ini komponen kolom vertikal dapat berupa cerucuk kayu, kolom grout modular, *deep soil mixing*, *stone column*, pondasi tiang pancang beton ataupun baja yang penggunaannya disesuaikan dengan properties tanah dasar serta besaran beban vertikal yang perlu diakomodasi.

Dalam skripsi ini Kolom Grout Modular (KGM) digunakan sebagai kolom vertikal. KGM merupakan salah satu metode perbaikan tanah dengan cara memberikan perkuatan terhadap tanah menggunakan injeksi semen bertekanan (*grouting*). Metode ini merupakan metode stabilisasi tanah menggunakan bahan semen. Proses instalasinya menggunakan auger khusus dimana pada saat *auger* diinstall ke dalam tanah, tanah akan terdesak dan termampatkan ke arah samping dan menimbulkan lubang sebesar diameter auger. Pada saat auger diangkat, secara bersamaan material grout akan diisi kedalam lubang yang terbentuk oleh *auger*.

Platform Transfer Beban untuk mendistribusikan beban timbunan ke komponen kolom vertikal dengan atau tanpa melalui mekanisme arching. Platform transfer beban yang umumnya dipakai dapat bersifat rigid ataupun flexibel. Material yang umumnya digunakan sebagai platform transfer beban adalah tanah granular, tanah granular yang diperkuat dengan *geotextile*, dan pelat beton.

Pada proyek ruas Jalan Tol Pemalang-Batang teknologi tersebut (KGM dan LTP) digunakan sebagai metode untuk memperbaiki kondisi tanah asli yang tidak dapat menopang tanah timbunan yang sudah direncanakan. Pada proyek ini KGM digunakan pada beberapa titik, terutama pada titik disekitar persimpangan jalan tol dengan jalan desa, dimana jalan tol merupakan *overpass* dengan timbunan tanah sebesar 5 meter dengan *abutment box*. Pada dasarnya proyek jalan tol ini menggunakan metode *vacuum* untuk perbaikan tanah dasarnya, namun di titik-titik sekitar dengan struktur *abutment box* metode *vacuum* digantikan dengan metode KGM dan PVD (*Pre-Fabricated Drain*) untuk menghindari kerusakan struktur akibat pelaksanaan dengan metode *vacuum*.

1.2 Inti Permasalahan

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kekuatan KGM diantaranya kedalaman KGM, dimensi KGM, tingginya timbunan, dan tebalnya lapisan LTP sehingga mempengaruhi performa perbaikan tanah diarea oprit jembatan.

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari studi ini adalah menganalisis pengaruh perbaikan tanah dengan menggunakan KGM terhadap lapis tanah dasar.

Tujuan dari studi ini adalah untuk membuktikan terjadinya *arching effect*, mengetahui seberapa besar terjadinya *settlement* pada tanah timbunan, dan mengetahui deformasi dari tiang KGM dalam metode perbaikan tanah ini.

1.4 Lingkup Pembahasan

Pada penelitian ini dibuat lingkup agar pembahasan tidak menyimpang dari ruang yang telah ditentukan, yaitu:

1. Besarnya tegangan efektif dalam pemodelan aplikasi KGM.
2. Besarnya penurunan pada *Load Transfer Platform* (LTP) dalam pemodelan aplikasi KGM
3. Deformasi yang terjadi pada tiang KGM.
4. Besarnya *excess pore pressure* pada lokasi perbaikan tanah.

1.5 Metode Penelitian

Pembahasan dalam penelitian ini dilakukan dengan metode sebagai berikut:

1. Studi pustaka,
2. Metode studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan literatur-literatur yang digunakan sebagai acuan dalam analisis aplikasi metode KGM,
3. Penentuan profil tanah dan parameter untuk analisis,
4. Analisis,
5. Metode yang digunakan untuk menganalisis penggunaan metode KGM menggunakan program komputer *plaxis*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas latar belakang masalah, ini permasalahan, maksud dan tujuan, lingkup masalah dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI PUSTAKA

Bab ini akan membahas teori umum yang berhubungan timbunan, metode perbaikan tanah, dan parameter tanah yang digunakan.

BAB III METODE ANALISIS

Bab ini membahas langkah-langkah dalam metode elemen hingga berupa program *PLAXIS*

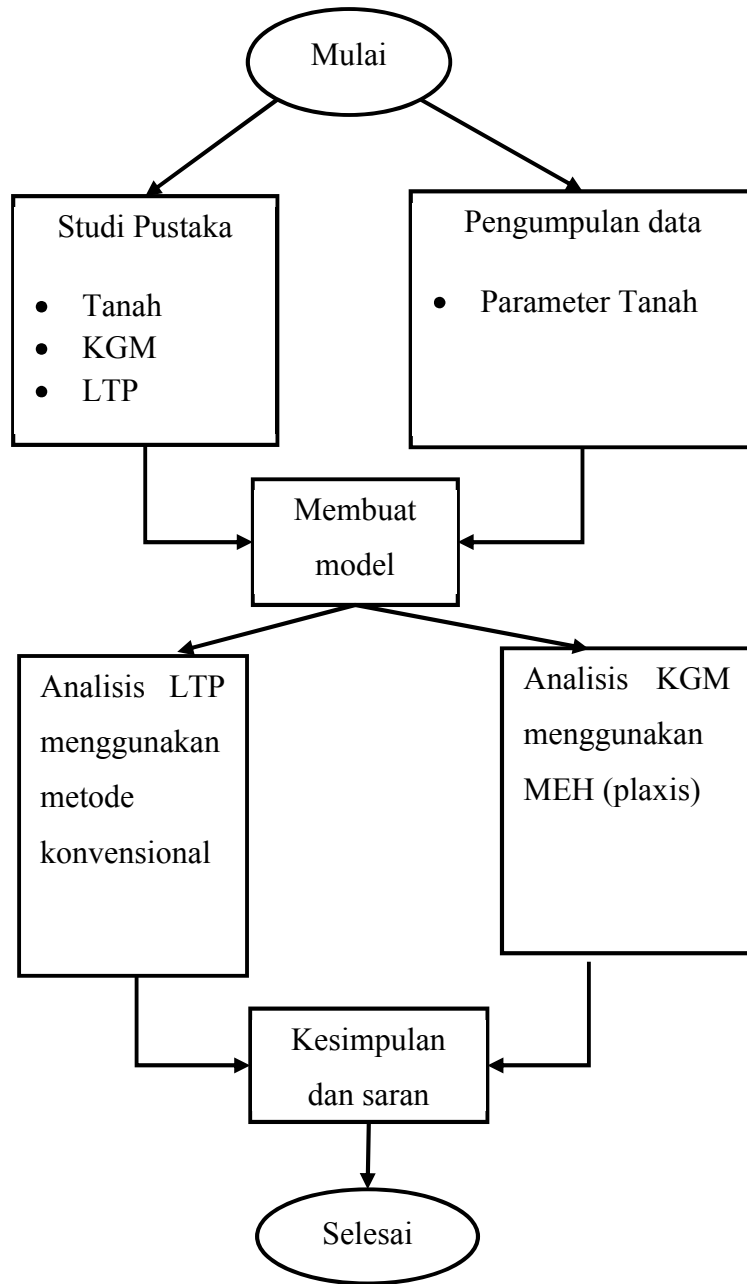
BAB IV ANALISA

Bab ini berisi pembahasan analisa metode KGM dengan metode elemen hingga.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari analisis yang dilakukan

1.7 Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram alir