

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PERKUATAN  
TIMBUNAN LERENG BANDAR UDARA  
BARU BUNTUKUNIK TANA TORAJA  
DENGAN GEOGRIDS DAN GABION



GUNAWAN  
NPM: 13.11.0034

---

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA  
2017

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PERKUATAN  
TIMBUNAN LERENG BANDAR UDARA  
BARU BUNTUKUNIK TANA TORAJA  
DENGAN GEOGRIDS DAN GABION



GUNAWAN  
NPM: 13.11.0034

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA  
2017

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gunawan  
NPM : 13110034  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Perkuatan Timbunan Lereng Bandar Udara Baru Buntukunik Tana Toraja Dengan Geogrids Dan Gabion

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis tugas akhir ini benar – benar saya kerjakan sendiri. Karya tulis dalam tugas akhir ini bukan merupakan plagiat, pemuatan karya orang lain, pengambilan hasil karya orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, disengaja atau tidak, atau pun segala kemungkinan lain yang ada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara asli dan otentik.

Bila kemudian hari terdapat bukti kuat atas dugaan atau fakta adanya ketidak sesuaian dengan pernyataan yang dibuat, maka saya bersedia diproses oleh tim fakultas/program studi yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan.

Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak maupun demi menegakkan integritas akademik ini.

Surabaya, Agustus 2017

Mengetahui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Saya yang  
Menyatakan

Ir. Siswoyo, MT  
NIK : 92177-ET

CJL

Akhmad Maliki, ST, MT  
NIK : 17769-ET



Gunawan

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Perencanaan Perkuatan Timbunan Lereng Bandar Udara Baru Buntukunik Tana Toraja Dengan Geogrid Dan Gabion

Nama : Gunawan  
NPM : 13110034  
Program Studi : Teknik Sipil

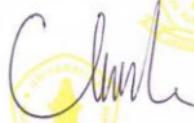
Tanggal Pengesahan : 07 Agustus 2017

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I,

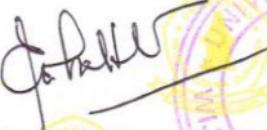
  
**Ir. Siswoyo, MT**  
NIP/NIK : 92177 - ET

Dosen Pembimbing II,

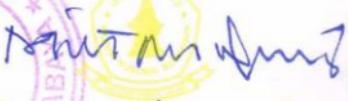
  
**Akhmad Maliki, ST. MT**  
NIP/NIK : 17769 - ET

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

  
**Ir. Endang Noerhartati, MP.**  
NIP/NIK : 91129 - ET

Ketua Program Studi,

  
**Dr. Ir. H. Miftahul Huda, MM**  
NIP/NIK : 196012101991031002

## LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Perencanaan Perkuatan Timbunan Lereng Bandar  
Udara Baru Buntukunik Tana Toraja Dengan  
Geogrid Dan Gabion

Nama : Gunawan

NPM : 13110034

Program Studi : Teknik Sipil

### TELAH DIREVISI

Tanggal : 03 Agustus 2017

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Hj. Titien Setiyo R, MT  
NIK : 92147-ET

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Siswoyo, MT  
NIK : 92177-ET

Akhmad Maliki, ST, MT  
NIK : 17769-ET

## **ABSTRAK**

Pada umumnya, pembangunan timbunan dapat dilakukan dengan beberapa cara, dan salah satu cara yang paling ekonomis untuk dilakukan adalah penggunaan perkuatan geogrids dan gabion. Akan tetapi, dengan target elevasi mencapai 37 meter, penggunaan perkuatan dengan jenis ini menjadi suatu hal yang sangat jarang dilakukan pada konstruksi geoteknik. Timbunan pada umumnya hanya mencapai 8-20 meter saja. Tantangan yang dihadapi adalah bagaimana menentukan konfigurasi geogrid dan gabion yang kuat menopang timbunan setinggi 37 meter, dan memiliki faktor keamanan yang cukup terhadap beban statik dan pseudostatik. Untuk gabion mengacu pada SNI 03-0090-1999. Timbunan yang besar akan memiliki deformasi permanen ketika diberikan beban siklik gempa, sehingga harus diperhitungkan.

Perhitungan manual dilakukan untuk mencari spacing dan panjang geogrid melalui konsep perhitungan tekanan lateral dan friksi. Perhitungan ketahanan atau keamanan dihitung dengan metode yaitu Element Hingga (PLAXIS 2D). Perhitungan Newmark Deformation dimulai dengan pembuatan Artificial Ground Motion spesifik untuk Sulawesi Selatan, dan mencari nilai percepatan gempa kritis sehingga didapatkan permanent deformation. Kategori desain Seismik mengacu pada SNI 1726-2012.

Analisis deformasi diperhitungkan, kemudian menghitung mekanisme kedua material Geogrid dan Gabion. Analisis gaya internal geogrids dilakukan dengan melihat gaya maksimum yang dapat diterima per meter dibandingkan dengan gaya dalam pada PLAXIS 2D. Keluaran dari permodelan adalah konfigurasi geogrids dan gabion yang memiliki faktor keamanan diatas 1.5 untuk kondisi statik dan 1.1 untuk kondisi pseudostatik. Dari hasil perhitungan, didapatkan geogrid sepanjang 878 meter, dengan Gabion 42 dan permanent deformation 0.865 cm.

Kata Kunci : geogrids and gabion, deformation, artificial ground motion, embankments tinggi.

## **ABSTRACT**

*To solve the problems of embankments, the one and the most economic solution is using geogrids and gabion reinforcement. However, the embankment is very tall with target elevation of 37 meter. Geogrids and gabion are rarely used on tall embankments in the world of Geotechnics. Embankments usually only reach about 8-20 meters. It is the task for the Geotechnical Engineer to design the proper configuration of geogrids and gabions to withstand the sheer amount of weight generated by the 37 meter embankment indicated by the Factor of Safety against static and pseudostatic approaches. For gabion refers to SNI 03-0090-1999. In addition to that, large embankments also generate permanent deformation when induced by cyclic loading from earthquakes, so it must be taken into account.*

*Hand calculation is done by measuring the amount of geogrids needed and their lengths, from the basis of lateral earth pressure concepts. Three methods are used to calculate the Factor of Safety, the first is Limit Equilibrium concepts by using SLOPE W/ with Spencer Method, and the second is Finite Element (PLAXIS 2D) Mohr-Coulomb Model and Hardening Soil Model. Newmark Deformation starts from the generation of Artificial Ground Motion specific for South Sulawesi site. The ground motion is then synchronized with critical acceleration gained from SLOPE W, and then integrating twice from the acceleration to yield the permanent deformation results. Seismic design category refers to SNI 1726-2012.*

*Deformation Analysis is done by comparing the results from Mohr Coulomb model and Hardening Soil Model, then benchmarking the mechanism of both models. Internal forces acting on geogrids are also calculated, by comparing the allowable maximum tension to the internal forces in each geogrids generated by PLAXIS 2D. The output from this model is the right configuration of geogrids and gabion that have Factor of Safety above 1.5 and 1.1 for static and pseudostatic approach consecutively. From the calculation, geogrid obtained along 878 meters, with Gabion 42 and permanent deformation 0.865 cm.*

*Key words : geogrids and gabion, newmark deformation, artificial ground motion, tall embankments.*

## KATA PENGANTAR

Pertama-tama, penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, yang telah memberikan limpahan rahmat dan anugerah sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunnya, tugas akhir ini memperoleh kritik, masukan dan saran serta dukungan dan bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- 1) Ibu Ir. Endang Noerhayati, MP., sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya;
- 2) Bapak Dr. Ir. H. Miftahul Huda, MM., sebagai Ketua Progam Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya yang telah mengarahkan serta memberikan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini
- 3) Bapak Ir. Soebagio, MT., sebagai Dosen Wali yang telah mengarahkan serta memberikan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini;
- 4) Bapak Ir. Siswoyo, MT., sebagai Dosen Pembimbing I yang telah mengarahkan serta memberikan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini;
- 5) Bapak Achmad Maliki, ST, MT., sebagai Dosen Pembimbing II yang telah mengarahkan serta memberikan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini;
- 6) Ibu Dr. Ir. Hj. Titien Setiyo Rini, MT., sebagai Dosen Penguji yang telah mengarahkan serta memberikan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini;

- 7) Bapak dan Ibu Dosen yang berkenan memberikan masukan-masukan atas tugas akhir ini sehingga menjadi lebih baik;
- 8) Para Dosen Program Studi Teknik Sipil beserta para staff yang telah memberikan semangat dan bantuan, serta wawasan kepada Penulis;
- 9) Ibu, Alm Bapak, Kakak dan keluarga yang selalu mendukung, memberikan semangat dan do'a demi kelancaran penyusunan Penelitian ini;
- 10) Bapak James Ian Christanto dari PT. TATAMULIA yang selalu membantu memberikan data-data tanah.
- 11) Teman – teman Teknik Sipil seangkatan 2013, M. Jaelani, Darwin Bintoro, Giyan Saputra, Nanang Dwi S, dll dan para sahabat saya yang mewarnai perjalanan perkuliahan ataupun kegiatan sehari-hari yang sangat berkesan. Perjalan kita masih panjang kawan dan semoga kita semua menjadi orang sukses di masa depan;
- 12) Semua pihak yang terlibat yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu.

Akhir kata, penulis berharap agar tugas akhir ini memberikan manfaat bagi semua pihak terutama Perencana pekerasan tanah untuk wilayah berlereng yang mungkin bisa dijadikan metode tersendiri.

Agustus 2017  
Penulis

Gunawan  
13110034

## DAFTAR ISI

COVER JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	7
1.3 Rumusan Masalah .....	7
1.4 Maksud dan Tujuan .....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.6 Batasan Penelitian .....	8
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	10
2.2 Karakteristik Pesawat Terbang .....	11
2.3 Parameter Tanah.....	12
2.1.1 Parameter Undrained Shear Strength (Cu).....	13
2.1.2 Friction Angle Parameter.....	14

2.1.3 Korelasi NSPT terhadap Modulus Elastisitas Tanah.....	14
2.1.4 Korelasi NSPT terhadap Berat Volume Tanah .....	15
2.4 Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik dan Gabion .....	16
2.2.1 Geosintetik tipe Geogrids .....	16
2.2.2 Stabilitas Internal Geogrids.....	19
2.2.2.1 Kekuatan Lateral Aktif.....	20
2.2.2.2 Kekuatan Tarik Allowable .....	20
2.2.2.3 <i>Spacing</i> Antara <i>Geogrid</i> .....	20
2.2.2.4 Panjang Total Geogrid.....	21
2.2.3 Stabilitas Eksternal Timbunan dengan Perkuatan <i>Geogrid</i> .....	22
2.2.3.1 <i>Bearing Capacity</i> .....	23
2.2.3.2 <i>Slope Stability</i> .....	24
2.2.3.3 <i>Elastic Deformation</i> .....	27
2.2.3.4 <i>Pullout And Anchorage</i> .....	28
2.2.3.5 <i>Lateral Spreading</i> .....	29
2.2.4 Dimensi <i>Gabion</i> .....	29
2.3 Metode Elemen Hingga dengan PLAXIS.....	31
2.3.1 Stress, Strain dan Pore Water Pressure dalam PLAXIS .....	31
2.3.2 Material Type .....	34
2.3.3 Model Mohr-Coulomb (Perfect Plasticity).....	34
2.3.4 Model Hardening Soil.....	38
2.4 Parameter Perhitungan Gaya Gempa Pseudostatis .....	41
2.5 Newmark Deformation.....	42

2.5.1 Target Spektra Untuk Time-History .....	43
2.5.1.1 Kategori Desain Seismik SNI 1726-2012.....	43
2.5.1.2 Klasifikasi Situs .....	45
2.5.2 Deagregasi Gempa.....	46
2.5.3 Meknisme Gempa.....	50
2.5.4 Spectral Matching.....	51
2.6 Program PLAXIS .....	51
2.6.1 Analisa <i>Undrained</i> .....	55
<b>BAB 3 METODOLOGI .....</b>	<b>60</b>
3.1 Umum .....	60
3.2 Metode Analisis .....	62
3.3 Pendekatan Metodologi.....	65
3.3.1 PLAXIS 2D 8.5 .....	65
3.4 Metodologi Pemodelan Geogrids dan Gabion .....	66
<b>BAB 4 ANALISA PENYELIDIKAN TANAH.....</b>	<b>67</b>
4.1 Data Tanah Eksisting .....	67
4.1.1 Data Tanah Asli .....	67
4.1.2 Data Tanah Timbunan Eksisting.....	68
4.1.3 Data Tanah <i>Quarry</i> .....	70
4.1.4 Penyelidikan Tanah di Laboratorium.....	71
4.2 <i>Soil Hardening Conversion</i> .....	73
4.3 Target Spektra Untuk Pencarian <i>Specific Site Motion</i> .....	75
4.3.1 Klasifikasi Situs .....	75

4.3.2 Perancangan Spektra Desain.....	77
4.4 Perhitungan <i>Ground Motion</i> .....	82
4.4.1 Nilai R, M Gempa Desain Sulawesi Selatan Deagregasi .....	82
4.4.2 Mekanisme Gempa Sulawesi Selatan .....	84
4.4.3 <i>Spectral Matching</i> .....	86
4.4.4 Artificial <i>Ground Motion</i> .....	89
4.4 Perhitungan <i>Ground Motion</i> .....	90
<b>BAB 5 PERMODELAN PERBAIKAN TANAH DENGAN GEOGRIDS DAN GABION .....</b>	<b>92</b>
5.1 Menentukan Dimensi Geogrids Perkuatan .....	93
5.1.1 Menentukan <i>Spacing</i> .....	93
5.1.2 Menentukan Panjang <i>Geogrids</i> .....	95
5.2 Menentukan Dimensi <i>Gabion</i> (Bronjong) .....	99
5.2.1 Properti Kawat <i>Gabion</i> .....	100
5.3 Analisa <i>Globa Stability</i> Dengan PLAXIS .....	102
5.3.1 Permodelan Awal.....	103
5.3.2 Permodelan Kedua.....	107
5.3.3 Perhitungan Gaya <i>Geogrid</i> .....	110
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>114</b>
6.1 Kesimpulan .....	114
6.2 Saran .....	114
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>116</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>118</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan antara Kuat Geser dengan Plasticity Index ....	14
Gambar 2.2	Tiga jenis geogrids a)Uniaxial; b)Biaxial; c)Triangular ....	17
Gambar 2.3	Proses Interlocking .....	18
Gambar 2.4	Model Geogrid dan Perhitungan Internal .....	19
Gambar 2.5	Ilustrasi Coverage Ratio.....	21
Gambar 2.6	Ilustrasi Stabilitas Internal dan Failure Rankine .....	22
Gambar 2.7	Teori Stabilitas.....	23
Gambar 2.8	Jenis-Jenis Longsor.....	25
Gambar 2.9	Tampak Kegagalan Tanah Untuk Ordinary Slice Method ..	26
Gambar 2.10	Salah Satu Potongan Tanah Pada Slice Method.....	27
Gambar 2.11	Lateral Spreading.....	29
Gambar 2.12	Dimensi Gabion Standar .....	30
Gambar 2.13	Sistem Koordinat Umum Tiga Dimensi.....	32
Gambar 2.14	Hukum Hooke.....	33
Gambar 2.15	Definisi Eur dan E50 untuk Hasil Uji Triaksial Undrained Standar .....	36
Gambar 2.16	Model Keruntuhan Untuk E50 dan Eur.....	39
Gambar 2.17	Langkah Mencari Newmark Deformation .....	42
Gambar 2.18	Langkah Mencari Target Spektra.....	43
Gambar 2.19	Langkah Mencari Target Spektra SNI .....	43
Gambar 2.20	Contoh Deagregasi Probability Exceedance 2500 years untuk 1 Site .....	48
Gambar 2.21	Peta Deagregasi Magnitude .....	49

Gambar 2.22 Peta Deagregasi Radius .....	49
Gambar 2.23 Peta Mekanisme Gempa Indonesia .....	50
Gambar 2.24 Model Plane Strain dan Axi-simetri.....	53
Gambar 2.24 Letak Titik Nodal dan Titik Tegangan pada Elemen .....	54
Gambar 3.1 Layout Pembagian Zona .....	61
Gambar 3.2 Potongan Zona C dan Zona D.....	61
Gambar 3.3 Alur Pengerjaan Tugas Akhir .....	62
Gambar 3.4 Alur Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan).....	63
Gambar 3.5 Langkah-Langkah Pengerjaan Geoogrids dan Gabion ....	66
Gambar 4.1 Lokasi <i>Sand Cone Test</i> Untuk Timbunan Eksisting .....	71
Gambar 4.2 Titik Bor Untuk Pengujian <i>Quarry</i> .....	73
Gambar 4.3 Spektra Desain Sulawesi Selatan Pada Tanah .....	81
Gambar 4.4 Langkah-Langkah Mencari Respon Spektra .....	82
Gambar 4.5 Peta Deagregasi <i>Magnitude</i> .....	83
Gambar 4.6 Peta Deagregasi <i>Radius</i> .....	84
Gambar 4.7 Peta Mekanisme Gempa Indonesia .....	85
Gambar 4.8 Ground Motion Input .....	88
Gambar 4.9 <i>Spectral Matching</i> Dengan Bantuan Perangkat Lunak EZ-FRISK .....	89
Gambar 4.10 <i>Ground Motion Acceleration</i> Sulawesi Selatan Arah X..	90
Gambar 5.1 Langkah-Langkah Pengerjaan.....	92
Gambar 5.2 <i>Failure Slope</i> Kemiringan 60 Derajat Dengan Tinggi 37 Meter .....	95
Gambar 5.3 Dimensi <i>Gabion</i> .....	100

Gambar 5.4	Langkah Analisis <i>Global Stability</i> .....	102
Gambar 5.5	Permodelan PLAXIS Awal.....	104
Gambar 5.6	<i>Slope Failure Pseudostatik SF 0.868</i> .....	104
Gambar 5.7	Displacement Penambahan <i>Geogrid</i> 0.86 meter .....	107
Gambar 5.8	SF Statik 1.6 .....	108
Gambar 5.9	Total Displacement 1.12 m Pseudostatik .....	108
Gambar 5.10	SF Pseudostatik 1.12.....	109
Gambar 5.11	Axial Force Per Meter vs Depth .....	111
Gambar 5.12	Axial Force vs Depth .....	112

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Peneliti Terdahulu .....	10
Tabel 2.2 Karakteristik pesawat terbang.....	12
Tabel 2.3 Korelasi NSPT dengan Modulus Elastisitas Tanah.....	14
Tabel 2.4 Korelasi NSPT terhadap Berat Jenis <i>Sand</i> .....	15
Tabel 2.5 Korelasi NSPT dengan Berat Jenis <i>Clay</i> .....	15
Tabel 2.6 Katalog Dimensi <i>Gabion</i> .....	30
Tabel 2.7 Koefisien <i>Pseudostatic</i> .....	41
Tabel 2.8 KDS Periode Pendek (Sumber: SNI 1726:2012).....	44
Tabel 2.9 KDS Periode Panjang (Sumber: SNI 1726:2012).....	45
Tabel 2.10 Tipe Kelas Situs (Sumber : SNI 1726-2012).....	46
Tabel 4.1 Data Tanah Asli Zona I, II, dan III .....	67
Tabel 4.2 Hasil Analisis Statistik Untuk Timbunan Eksisting .....	68
Tabel 4.3 Timbunan Eksisting Sesuai <i>Cluster</i> Tahun .....	70
Tabel 4.4 Analisis Statistik Timbunan.....	73
Tabel 4.5 Parameter Mohr-Coulomb.....	74
Tabel 4.6 Soil Hardening Conversion .....	75
Tabel 4.7 Tabel Nilai N dan Su Tiap Lapisan .....	76
Tabel 4.8 Koefisien Situs Fa .....	78
Tabel 4.9 Koefisien Situs Fv .....	79
Tabel 4.10 Rekapitulasi Perhitungan Spektra.....	81
Tabel 4.11 Data dan Paramter Sumber Gempa <i>Fault</i> untuk Daerah Sulawesi .....	86

Tabel 4.12 Gempa Referensi .....	88
Tabel 4.13 Kriteria Angka Keamanan Timbunan.....	92
Tabel 5.1 Kompilasi Perhitungan Spasi <i>Geogrid</i> .....	94
Tabel 5.2 Kompilasi Koordinat Failure Surface .....	96
Tabel 5.3 Kompilasi Panjang <i>Geogids</i> .....	98
Tabel 5.4 Katalog Ukuran <i>Gabion</i> .....	99
Tabel 5.5 Kompilasi Kawat <i>Gabion</i> .....	101
Tabel 5.6 Rangkuman Hasil <i>Gabion</i> .....	101
Tabel 5.7 Dimensi dan Koordinat <i>Gabion</i> .....	102
Tabel 5.8 Material Input.....	103
Tabel 5.9 Kompilasi Analisis PLAXIS.....	105
Tabel 5.10 Panjang <i>Geogrid</i> Iterasi Kedua.....	106
Tabel 5.11 Kompilasi Analisis PLAXIS Iterasi Kedua .....	109
Tabel 5.12 Perbandingan Gaya Dengan Kedalaman.....	113