

Penanggulangan Longsoran dengan Menggunakan *Geocell*

Eka Nur Fitriani¹, dan Reza Ferial Ashadi¹

¹Prodi Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jl. Raya, RT.4/RW.1, Meruya Sel., Kec. Kembangan, Jakarta, 11650

Email korespondensi: eka_nf@mercubuana.ac.id

ABSTRAK

Dalam penanggulangan longsoran dengan geosintetik salah satunya adalah menggunakan *Geocell*. Telah dilakukan studi sebelumnya mengenai analisis kestabilan lereng dengan menggunakan *Geocell*, untuk itu perlu dilakukan penelitian terkait dengan analisis penggunaan *Geocell* pada penanganan longsoran. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kedalaman *cell* dan jarak antara *Geocell* pada kestabilan lereng dalam penanganan longsoran. Manfaat dari penelitian ini yaitu memberi pengetahuan pada praktisi dalam menganalisis penanggulangan longsoran dengan menggunakan *Geocell*. Analisis dilakukan pada lereng yang telah terjadi kelongsoran di area pabrik daerah Banten dan dianalisa dengan menggunakan *software* yang berbasis *finite element method*. Kedalaman *cell* yang akan dianalisis yaitu 10 cm, 15 cm dan 20 cm dengan jarak antara *Geocell* yaitu 25 cm, 50 cm dan 75 cm. Dari hasil analisis didapatkan bahwa variasi perkuatan *Geocell* dengan angka keamanan optimal yaitu *Geocell* dengan ketinggian *cell* 20 cm dan jarak vertikal antar *Geocell* 25 cm.

Kata kunci: Angka Keamanan, *Finite Element Method*, *Geocell*, Longsoran

ABSTRACT

One way to deal with avalanches with geosynthetics is to use Geocells. Previous studies have been carried out regarding the analysis of slope stability using geocells, for this reason it is necessary to carry out research related to the analysis of the use of Geocells in landslide handling. This study aims to determine the cell depth and distance between Geocells on slope stability in landslide handling. The benefit of this research is to provide knowledge to practitioners in analyzing landslide countermeasures using Geocells. The analysis was carried out on slopes that have experienced landslides in the factory area in the Banten area and were analyzed using software based on the finite element method. The depth of the cell to be analyzed is 10 cm, 15 cm and 20 cm with the distance between the Geocells being 25 cm, 50 cm and 75 cm. From the results of the analysis it was found that the variation of Geocell reinforcement with the optimal safety factor was a Geocell with a cell height of 20 cm and a vertical distance between Geocells of 25 cm.

Keywords: Safety Factor, *Finite Element Method*, *Geosynthetic*, *Landslide*

1. PENDAHULUAN

Apabila dijumpai dua permukaan tanah yang berbeda ketinggiannya, maka akan ada gaya-gaya yang bekerja mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak

kearah bawah yang menyebabkan terjadinya longsor. (Putra dkk., 2010). Untuk mengurangi dampak tersebut, penulis ingin membahas tentang salah satu metode perbaikan tanah, yaitu geosintetik.

Geosintetik sudah banyak digunakan sebagai metode perbaikan pada lereng yang terjadi kelongsoran, selain harganya murah juga penerapannya mudah. Pengaplikasian geosintetik memerlukan pengetahuan yang lebih lanjut mengenai geosintetik. Salah satu golongan dari geosintetik adalah *Geocell*. Berbeda dengan material geosintetik lainnya yang mengandalkan kekuatan tariknya, *Geocell* ini lebih kepada menambah kekakuan pada material timbunan akibat adanya pengekangan pada timbunan.

Kedalaman dari *cell* material *Geocell* bervariasi mulai dari 7 cm sampai dengan 20 cm, untuk itu perlu dilakukan penelitian terkait dengan berapa dalam *cell* yang dibutuhkan untuk penanganan longsoran menggunakan *Geocell* sebagai perkuatan lereng.

Telah dilakukan analisis terkait dengan kestabilan lereng tanpa perkuatan [8], stabilitas lereng dengan perkuatan *Geocell* menggunakan Metode Elemen Hingga [12] pada penelitian ini hanya jarak vertikal *Geocell* yang bervariasi tidak dianalisis terkait dengan ketinggian *cell*-nya.

Atas dasar kajian terdahulu, maka yang akan dilakukan yaitu analisis menggunakan *Geocell* terhadap penanggulangan longsoran dengan memperhitungkan variable jarak vertikal dan ketinggian

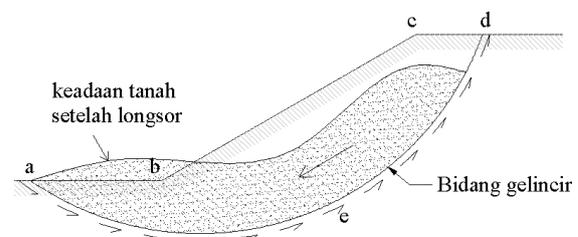
2. STABILITAS LERENG

Material geosintetik telah diterapkan secara luas sebagai material teknik sipil dibidang geoteknik dengan tujuan enviromental dan perkuatan tanah. Konstruksi sipil yang menggunakan geosintetik sebagai perkuatan yaitu embankment tanah, lereng dan dinding penahan tanah.

Telah banyak studi dilakukan mengenai penggunaan material geosintetik sebagai perkuatan lereng untuk menanggulangi kelongsoran, khususnya dengan menggunakan *Geocell*. [12] melakukan studi terkait dengan pengaruh jarak

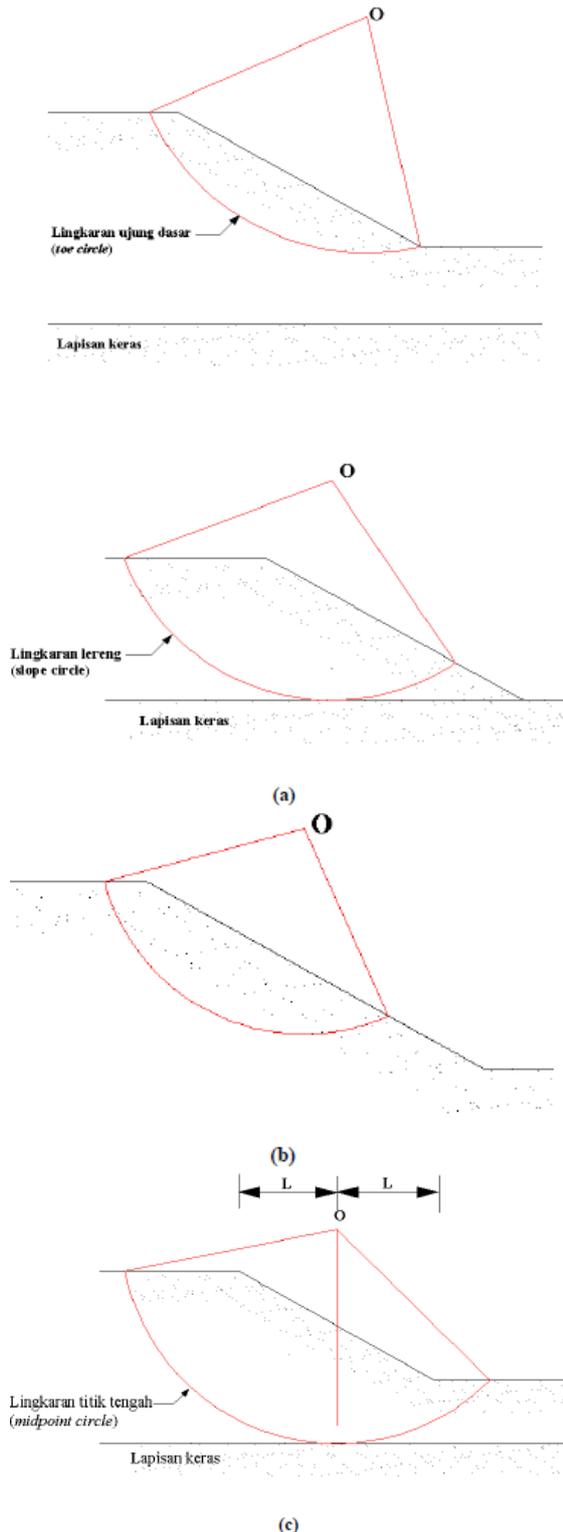
vertikal pada perkuatan lereng dengan menggunakan *Geocell*.

Lereng merupakan bidang miring yang menghubungkan bidang-bidang lain yang mempunyai elevasi yang berbeda [11]. Lereng dapat terbentuk secara alami ataupun oleh bantuan manusia. Gravitasi dapat menggerakkan tanah ke arah bawah pada permukaan yang tidak terbentuk secara horizontal. Jika gravitasi tersebut besar yang melampaui gaya lawan terhadap gesernya, maka akan mengakibatkan longsor pada lereng. Kondisi ini dapat ditanggulangi dengan gaya lawan harus lebih besar dibandingkan dengan gaya dorong berdasarkan kekuatan geser tanah tersebut.



Gambar 1. Kelongsoran Lereng [8]

Bidang gelincir dapat terbentuk dimana saja di daerah-daerah yang lemah [2]. Jika longsor terjadi dimana permukaan bidang gelincir memotong lereng pada dasar atau diatas ujung dasar dinamakan longsor lereng (*slope failure*) seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.a. Lengkung kelongsoran disebut sebagai lingkaran ujung dasar (*toe circle*), jika bidang gelincir tadi melalui ujung dasar maka disebut lingkaran lereng (*slope circle*). Pada kondisi tertentu terjadi kelongsoran dangkal.



Gambar 1. Bentuk-Bentuk Keruntuhan Lereng (a) ; Kelongsoran Lereng ; (b) Kelongsoran Lereng Dangkal ; (c) Longsor Dasar [8]

Analisis stabilitas Lereng

Pada umumnya analisa kestabilan lereng berdasarkan konsep keseimbangan plastis batas (*limit plastic equilibrium*) [6]. Kelongsoran bisa dianggap 2 dimensi disepanjang permukaan bidang longsor tertentu.

Faktor pengaruh pada ketidakstabilan lereng

Penyebab terjadinya longsor bisa dari faktor internal (dari tubuh lereng itu sendiri) maupun faktor eksternal (dari luar lereng), diantaranya gempa, iklim (curah hujan), vegetasi, tipe batuan atau tanah maupun situasi setempat.

Faktor yang mempengaruhi stabilitas lereng seperti geologi hidrologi, topografi, dan iklim perubahan cuaca [6]. Selain itu, kelongsoran dapat terjadi akibat:

1. Adanya beban tambahan pada lereng;
2. Galian tanah pada kaki lereng;
3. Posisi muka air yang berubah secara cepat di konstruksi bendungan, sungai, dan lain-lain;
4. Pergerakan bumi;
5. Jenis tanah;
6. Geometri lereng.

Perkuatan lereng dengan menggunakan Geocell

Ada berbagai cara dalam memperkuat struktur lereng agar tidak terjadi longsor, salah satunya adalah dengan menggunakan *Geocell*. *Geocell* digunakan sebagai perkuatan tanah pada dinding penahan tanah dan stabilitas lereng. Aplikasi *Geocell* untuk perkuatan yaitu dapat untuk timbunan, konstruksi jalan, pondasi, jalan kereta api, dinding penahan tanah, dan proteksi lereng dan erosi kontrol [4]. Diperkirakan *Geocell* ini cukup efektif untuk memperkuat dan mengurangi deformasi pada lereng yang terjadi longsor, dengan mempertimbangkan panjang *Geocell* memotong garis gelincir lereng. *Geocell* merupakan produk tiga dimensi yang

berbentuk seperti sarang lebah yang terbuat dari bahan polimer [13]. *Geocell* memiliki bentuk dengan diameter dan tinggi yang berbeda-beda. Material utamanya adalah HDPE (*High-Density Polyethylene*) strip yang diikat dengan cara ultrasonik sehingga didapatkan konfigurasi yang kuat [13]. Berdasarkan permukaannya terdapat dua tipe *Geocell* yaitu halus (*smooth*) dan kasar (*textured*). Pemodelan dengan pemasangan *Geocell* yang ditimbun dalam tanah dan dihamparkan secara horizontal memotong pada bidang gelincir yang kritis maka *Geocell* akan meningkatkan gaya yang menahan longsor pada lereng. Jarak pemasangan *Geocell* dapat diatur sesuai kebutuhan dan tingkatan kritisnya suatu lereng.

3. METODE DAN DATA

Untuk menganalisis pengaruh dari kedalaman *Geocell* terhadap stabilitas lereng, maka akan dilakukan analisa dengan menggunakan *software* yang berbasis *finite element method*.

Data tanah dasar

Data tanah dasar merupakan tanah yang berada di area pabrik di daerah Banten yang telah mengalami kelongsoran (Gambar 3). Untuk tanah timbunan diambil dari area yang ada di sekitar lokasi longsoran. Untuk data tanahnya dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.



Gambar 3. Area yang Mengalami Longsoran

Analisis data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan *software* yang berbasis FEM (*Finite Element Method*) pada suatu lereng yang mengalami kelongsoran dengan ketinggian 20 meter, dibagi menjadi 3 trap dengan masing-masing kemiringan dari yang paling bawah 80°, 60°, dan 45° (seperti pada gambar 6 di bawah ini) dengan variasi kedalaman *cell* material *Geocell* 10 cm, 15 cm dan 20 cm serta jarak vertikal antara *Geocell* 25 cm, 50 cm, dan 75 cm. Dari hasil analisis yang dilakukan oleh *software* didapatkan nilai angka keamanan dari suatu model lereng dan jenis geosintetik untuk perkuatan yang akan diambil kesimpulan jenis geosintetik jenis apakah dan kekuatan tarik berapa yang cocok dalam penanganan longsoran.

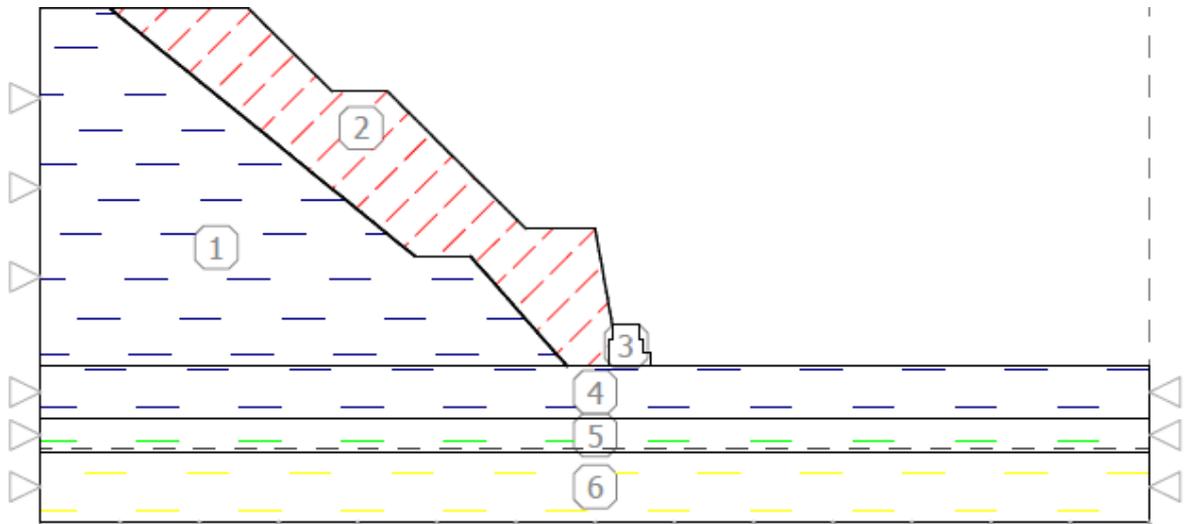
Tahapan analisis

Adapun tahapan analisis yaitu sebagai berikut:

1. Menyiapkan data tanah dan material *Geocell* yang akan dianalisis. Tanah timbunan yang digunakan merupakan tanah berpasir, tanah dasarnya merupakan tanah lempung lunak;
2. Pembuatan model lereng, dibuatkan beberapa variasi kedalaman *cell Geocell* dan jarak vertikal *Geocell* yang nantinya akan dianalisis dan diaplikasikan ke dalam *software* yang berbasis *finite element method*.
3. Pengolahan data dengan menggunakan program yang berbasis *finite element method*. Pemodelan lereng dan data tanah serta geosintetik dimasukkan ke dalam *software*.
4. Analisis dilakukan pada angka keamanan yang didapat dari berbagai pemodelan ditarik kesimpulan material mana yang sesuai dengan perkuatan pada lereng diatas tanah lunak.
5. Kesimpulan diambil dari faktor keamanan yang didapat dari hasil analisis *software* berbasis *finite element method*.

Tabel 1. Data Tanah

<i>Parameter</i>	<i>Symbol</i>	<i>01 Lapisan 1</i>	<i>02 Lapisan 2</i>	<i>03 Lapisan 3</i>	<i>Timbunan</i>	<i>Unit</i>
<i>Material Model</i>	Model	Mohr-Coloumb	Mohr-Coloumb	Mohr-Coloumb	Mohr-Coloumb	-
<i>Type of behavior</i>	Type	Undrained	Undrained	Undrained	Drained	-
<i>Unit Weight</i>	γ	18.04	18.12	19.12	18.00	kN/m ³
<i>Saturated Unit Weight</i>	γ_{sat}	18.36	18.72	19.30	18.00	kN/m ³
<i>Permeability x-dir</i>	k_x	1E-03	1E-03	1E-03	1	m/day
<i>Permeability z-dir</i>	k_y	1E-03	1E-03	1E-03	1	m/day
<i>Elastic Modulus</i>	E	9.45	15.98	15.21	2.67	MPa
<i>Poisson's ratio</i>	ν	0.33	0.33	0.33	0.33	-
<i>Cohesion of soil</i>	c_{eff}	35.44	59.73	57.03	1.96	kN/m ²
<i>Angle of internal friction</i>	ϕ_{eff}	28.83	31.80	30.79	37.42	°



Gambar 4. Tipikal Model Lereng

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dilakukan dengan menggunakan software yang berbasis *finite element method* dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 2.

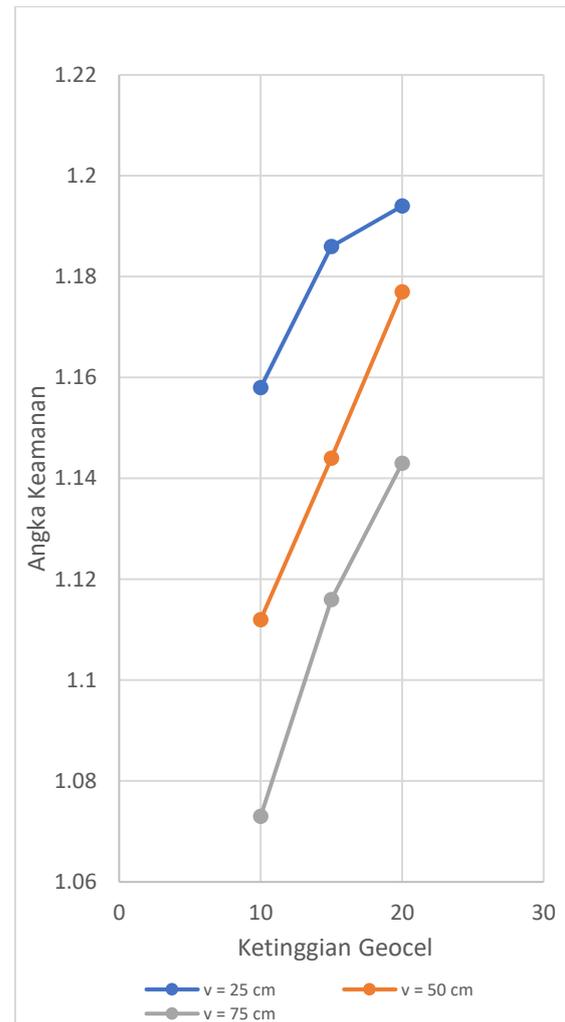
Tabel 2. Hasil Analisis Software

Pemodelan	Angka Keamanan	Deformasi (m)
10-25 (t = 10 cm V = 25 cm)	1,158	0,2132
15-25 (t = 15 cm V = 25 cm)	1,186	0,2112
20-25 (t = 20 cm V = 25 cm)	1,194	0,2081
10-50 (t = 10 cm V = 50 cm)	1,112	0,2122
15-50 (t = 15 cm V = 50 cm)	1,144	0,2107
10-25 (t = 10 cm V = 25 cm)	1,158	0,2132
20-50 (t = 20 cm V = 50 cm)	1,177	0,2101
10-75 (t = 10 cm V = 75 cm)	1,073	0,2131
15-75 (t = 15 cm V = 75 cm)	1,116	0,2116
20-75 (t = 20 cm V = 75 cm)	1,143	0,2101

Dari hasil analisis pada Tabel 2, maka diplotkan ke dalam grafik (Gambar 4).

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa semakin besar ketinggian *cell Geocell* dapat meningkatkan angka keamanan pada setiap jarak vertikal. Pada jarak vertikal *geocell* 25 cm angka keamanan pada ketinggian *Geocell* 10 cm adalah 1,158, ketinggian *Geocell* 15 cm adalah 1,186 dan pada ketinggian *Geocell* 20 cm 1,194. Pada jarak 50 cm angka keamanan pada ketinggian *Geocell* 10 cm adalah 1,112, ketinggian *Geocell* 15 cm adalah 1,144 dan pada ketinggian *Geocell* 20 cm 1,177. Pada jarak 75 cm angka keamanan pada ketinggian *Geocell* 10 cm adalah 1,073,

ketinggian *Geocell* 15 cm adalah 1,116 dan pada ketinggian *Geocell* 20 cm 1,143.



Gambar 4. Grafik Hubungan Ketinggian dan Angka Keamanan pada Setiap Jarak Vertikal

Untuk nilai deformasi pada perkuatan lereng dengan *Geocell* didapatkan untuk jarak vertikal *Geocell* 25 cm angka keamanan pada ketinggian *Geocell* 10 cm adalah 0,2132 m, ketinggian *Geocell* 15 cm adalah 0,2112 m dan pada ketinggian *Geocell* 20 cm 0,2081 m. Pada jarak vertikal *Geocell* 50 cm angka keamanan pada ketinggian *Geocell* 10 cm adalah 0,2122 m, ketinggian *Geocell* 15 cm adalah 0,2107 m dan pada ketinggian *Geocell* 20 cm 0,2101 m. Pada jarak vertikal *Geocell* 75 cm angka keamanan pada ketinggian *Geocell* 10 cm adalah 0,2131 m, ketinggian

Geocell 15 cm adalah 0,2116 m dan pada ketinggian *Geocell* 20 cm 0,2101 m.

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi *Geocell*, maka akan menambah angka keamanan serta semakin kecil jarak vertikal semakin besar angka keamanan.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis didapatkan bahwa semakin tinggi *cell* pada *Geocell* akan meningkatkan angka keamanan lereng, jarak vertikal antar *Geocell* semakin pendek maka akan meningkatkan angka keamanan. Untuk variasi perkuatan yang menghasilkan angka keamanan optimal yaitu dengan tinggi *Geocell* 20 cm dan jarak vertikal antar *Geocell* 25 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cook, R. D. (1990). *Konsep Aplikasi Metode Elemen Hingga*. PT Eresco.
- [2] Das, B. M. (1993). *Mekanika Tanah Jilid 2*. Erlangga.
- [3] Dash, S. K., Krishnaswamy, N. R., & Rajagopal, K. (2001). Bearing capacity of strip footings supported on geocell-reinforced sand. In *Geotextiles and Geomembranes* (Vol. 19).
- [4] Departemen Pekerjaan Umum, & Direktorat Jenderal Bina Marga. (2009). *Pedoman No. 003/BM/2009 Perencanaan dan Pelaksanaan perkuatan tanah dengan geosintetik*.
- [5] Fitriani, E. N., Suprpti, S., & Simatupang, P. T. (2022). Pemilihan Perkuatan Geosintetik pada Lereng di Atas Tanah Lunak Berdasarkan Interaksinya dengan Tanah. In Y. Halim, S. G. Handoko, D. Nandya, T. Y. Rus, M. Rifky, L. Chandra, R. Mikhail, & V. F. Chou (Eds.), *26th Annual National Conference on Geotechnical Engineering* (pp. 35–42). Himpunan Ahli Teknik Tanah.
- [6] Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1* (3rd ed.). Gajah Mada University Press.
- [7] Hardiyatmo, H. C. (2017). *Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya Perancangan dan Aplikasi*. Gajah Mada University Press.
- [8] Hidayah, S., & Gratia, Y. R. (2007). *Program Analisis Stabilitas Lereng*. Universitas Diponegoro.
- [9] Mehdipour, I., Ghazavi, M., & Moayed, R. Z. (2013). Numerical study on stability analysis of geocell reinforced slopes by considering the bending effect. *Geotextiles and Geomembranes*, 37, 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.geotexme.2013.01.001>
- [10] Nasional, B. S. (2017). *SNI 8460 : 2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*. www.bsn.go.id
- [11] Pangemanan, V. G. M., Turangan, A. E., & Sompie, O. B. A. (2014). Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland). *Sipil Statik*, 2(No 1), 37–46. <https://www.researchgate.net/publication/307167547>
- [12] Pramulandani, A., & Hamdhan, I. N. (2020). Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geocell Menggunakan Metode Elemen Hingga (Plaxis 2D). *RekaRacana : Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 86–92.
- [13] PT Pandu Equator Prima. (2020, October 15). *Geocell*. <https://Panduequator.com/Geocell/>.
- [14] Rahardjo, P. P. (2002). *Manual Kestabilan Lereng*. GEC : Universitas Katolik Parahyangan.
- [15] Setyanto, Zakaria, A., & Permana, G. W. (2016). Analisis Stabilitas Lereng dan Penanganan Longsoran Menggunakan Metode Elemen Hingga Plaxis V.8.2 (Studi Kasus : Ruas Jalan Liwa-Simpang Gunung Kemala STA.263+650). *Jurnal Rekayasa*, 20(2).
- [16] Surjandari, N. S., Setiawan, B., & Nindyantika, E. (2012). Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil. *KoNTekS*, 6, G11–G19.

- [17] Tjie-Liong, G. (2018, September 16). Common Mistakes in Designing MSE Wall with Finite Element Method. *International Conference On Geosynthetics*. www.11icg-seoul.org