



Perkuatan *Soil Nailing* pada Lereng Singajaya Garut

Champernic Tarakashima¹, Athaya Zhafirah², Dicky Muhamad Fadli³

Jurnal konstruksi
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹1911019@itg.ac.id

²athaya@itg.ac.id

³dicky.fadli08@itg.ac.id

Abstrak – Bencana alam longsor yang menimpa daerah lereng Cigunung Singajaya Garut menyebabkan terputusnya akses jalan menuju Kecamatan Cihurip. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai keamanan lereng dan merencanakan perkuatan yang dapat menaikkan nilai keamanan lereng. Perkuatan lereng dengan *soil nailing* digunakan pada penelitian ini dengan variasi sudut kemiringan 10°, 15°, dan 20° serta variasi panjang *nail bar* dengan jumlah yang sama, yaitu 8 m, 10 m, dan 12 m. Metode *soil nailing* yang digunakan pada penelitian ini. Analisis stabilitas lereng metode Bishop dan GeoStudio Slope/W *student version*. Hasil analisis stabilitas lereng sebelum adanya perkuatan menghasilkan nilai faktor keamanan, dengan menggunakan metode Bishop didapatkan 0,273 dan analisis menggunakan GeoStudio Slope/W *student version* sebesar 0,201. Hasil analisis stabilitas lereng setelah dilakukan perkuatan dengan variasi sudut kemiringan dan panjang *nail bar* menghasilkan nilai faktor keamanan yang berbeda, yaitu 1,286 untuk sudut 10°; 2,195 untuk sudut 15°; dan 1,540 untuk sudut 20°. Hasil prediksi perencanaan anggaran biaya *soil nailing* dengan luas perencanaan sebesar 1321 m² adalah Rp5.513.664.027,12.

Kata Kunci – Bishop; Geoslope; Longsor; Soil Nailing; Stabilitas Lereng.

I. PENDAHULUAN

Longsor merupakan bagian dari gerakan tanah di mana terdapat perpindahan massa tanah atau batuan pada arah vertikal atau horizontal yang terjadi pada kondisi daerah lereng yang curam, kelembaban tinggi, lahan terbuka atau tanah yang kurang stabil. Faktor yang dapat menimbulkan longsor yaitu terjadi rembesan, aktivitas geologi serta kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi kondisi kestabilan lereng [1]. Berdasarkan hasil deteksi Direktorat Jendral Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (DVMBG) wilayah Garut, zona sensitif yang dapat menimbulkan longsor terdapat pada dataran tinggi, meliputi wilayah Banjarwangi, Singajaya, dan Pendeuy [2]. Longsor tanah yang terjadi pada lereng Cigunung, Girimukti, Singajaya Garut mengakibatkan terputusnya akses jalan sepanjang 35 m dengan kedalaman 20 m menuju Kecamatan Cihurip. Berdasarkan kondisi tersebut maka dibutuhkan teknologi konstruksi yang dapat memperbaiki dan memperkuat lereng serta spesifikasi teknis guna memberikan keamanan dan kenyamanan bagi masyarakat setempat. Studi perencanaan yang dilakukan berupa rekayasa sipil yang dapat memperkuat lereng dengan *soil nailing*. *Soil nailing* merupakan perkuatan lereng dengan melakukan “pemakuan” lereng guna menyatukan massa tanah pada suatu bagian tanah yang kurang stabil sebagai penahan dinding dan penambah stabilitas lereng [3]. *Soil nailing* dapat dipasang pada lereng alami maupun lereng buatan [4]. Maka dari itu *soil nailing* dapat dipertimbangkan sebagai salah satu metode yang dapat digunakan untuk mencegah longsor [4]. Desain skema pemakuan tanah berdasarkan metode tradisional tidak mengatasi interaksi kompleks dari komponen utama yang mempengaruhi pemakuan tanah [4]. Oleh karena itu, perhitungan

numerik dapat dilakukan dalam desain *soil nailing*, sehingga dapat dijadikan solusi dari permasalahan longsor. Salah satu perhitungan numerik yang sering digunakan ialah metode elemen hingga.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode dan Teknik Analisis

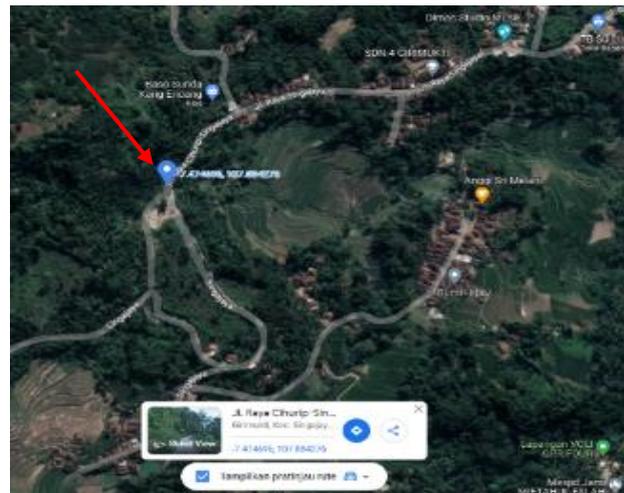
Metode analisis pada penelitian ini bersifat kuantitatif dan deskriptif dengan membuat pemodelan terhadap objek yang diteliti. Analisis stabilitas lereng dilakukan untuk mendapatkan nilai keamanan lereng sebelum dan sesudah dilakukan perkuatan dengan *soil nailing*. Metode analisis stabilitas lereng yang digunakan adalah metode Bishop dan metode elemen hingga menggunakan program GeoStudio Slope/W *student version*. Perkuatan lereng dengan *soil nailing* menggunakan variasi sudut kemiringan 10° , 15° , dan 20° serta variasi panjang *nail bar* dengan jumlah yang sama, yaitu 8 m, 10 m, dan 12 m. Setelah analisis stabilitas lereng dilakukan, dilanjutkan dengan merencanakan anggaran biaya untuk perencanaan *soil nailing* [5].

B. Kondisi Lapangan

Kasus longsor yang terjadi di Kecamatan Singajaya, tepatnya di Kampung Cigunung Desa Girimukti (Gambar 2) memutus akses jalan sepanjang 35 m dengan kedalaman longsor 20 m. Longsor terjadi akibat intensitas hujan yang tinggi sehingga merobohkan batu besar di kawasan tersebut. Lokasi lereng objek penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2 : Longsor



Gambar 3 : Lokasi lereng

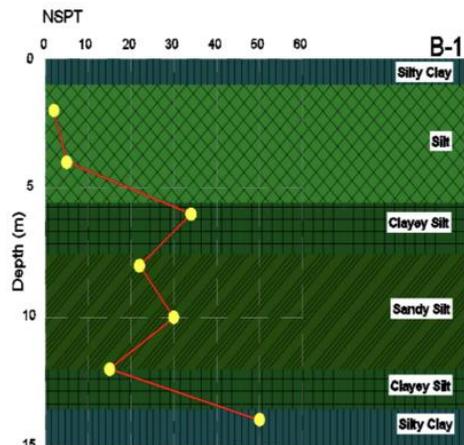
C. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data hasil pengujian tanah di laboratorium, yang terdiri dari data berat volume tanah, kohesi, dan sudut geser dalam (Gambar 4). Selain itu, data hasil pengujian tanah di lapangan, yaitu data N-SPT juga digunakan untuk mengetahui tingkat kekerasan tanah (Gambar 5). Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder didapatkan dari Dinas PUPR Kabupaten Garut.

Tabel 1: Penyelidikan Tanah

No.	Jenis Tanah	γ (kN/m^3)	Parameter Geser	
			c (kg/cm^2)	ϕ ($^\circ$)
1	Lempung Organik	14,3	0,095	4,34

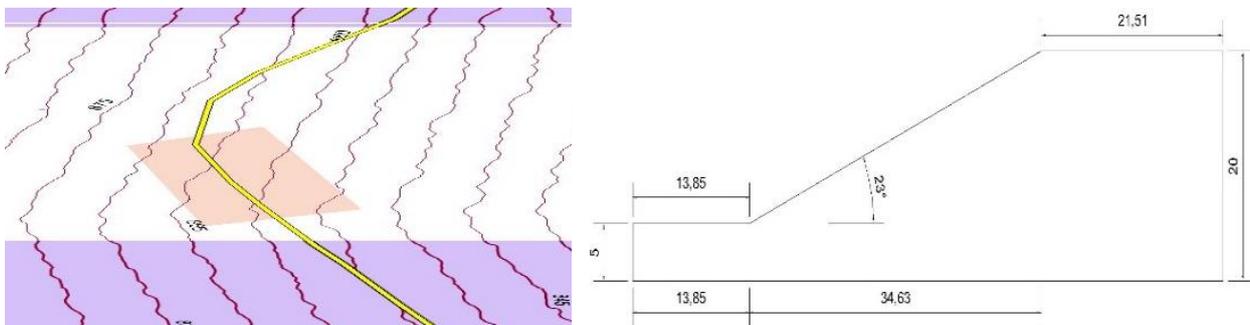
(Sumber: Dinas PUPR Kab. Garut, 2021)



Gambar 4 : Stratigrafi tanah B-1
Sumber : (Dinas PUPR Kab.Garut, 2021)

Data tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah data tanah B1 - UDS 1-3 dengan kedalaman yang mendekati rencana perkuatan *soil nailing*, yaitu 15 m. Kondisi tanah pada B1 didominasi oleh pelapisan lanauan dengan konsistensi sangat lunak serta sangat kaku. Pada lapisan permukaan di kedalaman 0 – 1 m terdapat lapisan lempung lanauan dengan konsistensi sangat lunak. Pada kedalaman 1 – 1,55 m terdapat lapisan lanau dengan konsistensi sangat lunak hingga lunak. Pada lapisan di kedalaman 5,55 – 7,55 m terdapat lapisan lanau lempungan dengan konsistensi sangat kaku. Pada kedalaman 7,66 – 12 m terdapat lapisan lanau pasiran dengan konsistensi kaku hingga sangat kaku. Pada lapisan kedalaman 12 – 13,55 m terdapat lapisan lanau lempungan dengan konsistensi kaku. Pada lapisan kedalaman 13,55 – 15 m terdapat lapisan lempung dengan konsistensi keras. Tidak ditemukan elevasi muka air tanah [6].

Data elevasi dan kontur tanah merupakan data primer yang digunakan pada penelitian ini. Data elevasi tanah diperoleh melalui Google Earth Pro lalu dikonversikan ke dalam AutoCAD hingga didapatkan data elevasi tanah yang diperlukan untuk pemodelan lereng. Elevasi lereng dan kontur tanah dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 : Kontur dan elevasi tanah

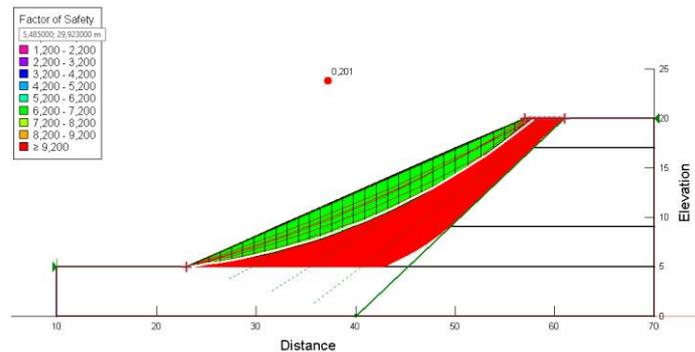
D. Analisis Stabilitas Lereng

Analisis kestabilan lereng merupakan langkah awal dalam menentukan tingkat keruntuhan lereng yang diteliti. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemantapan lereng adalah kondisi air tanah, geometri lereng, sifat-sifat tanah, gaya-gaya yang bekerja pada lereng, dan struktur geologi lereng [7][3], [8]–[10]. Analisis stabilitas lereng pada penelitian ini menggunakan GeoStudio Slope/W *student version* yang merupakan program menggunakan metode kesetimbangan batas untuk menentukan faktor keamanan dengan rumus baku (Metode *Fellinius*). Parameter yang digunakan untuk memasukan data elemen hingga adalah data tanah, desain lereng, faktor keamanan, nilai diameter bentuk tulangan, nilai tarik *nail*, dan nilai kekuatan lekat [11]. Selain itu stabilitas lereng dianalisis juga dengan metode Bishop untuk menentukan pendekatan nilai faktor keamanan dengan menggunakan nilai *Fellinius* untuk menyederhanakan metode *trial and error* agar mendapatkan nilai konvergen.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Stabilitas Lereng Kondisi Eksisting

Hasil analisis metode Bishop didapatkan nilai faktor keamanan lereng sebesar $0,273 < 1,5$ artinya lereng tidak stabil. Sedangkan hasil analisis dengan menggunakan metode elemen hingga (Gambar 7) menghasilkan nilai faktor keamanan lereng sebesar $0,201 < 1,5$ yang artinya lereng tidak stabil. Analisis metode Bishop dan metode elemen hingga keduanya menghasilkan nilai faktor keamanan yang kurang dari nilai izin, yaitu 1,5 (Tabel 2). Maka lereng tersebut memerlukan perkuatan.



Gambar 7 : Analisis stabilitas lereng metode elemen hingga

Tabel 2 : Nilai faktor keamanan lereng

Metode Bishop	Metode Elemen Hingga
0,273	0,201

Nilai faktor keamanan pada Tabel 1, hasil analisis metode Bishop dan metode elemen hingga memiliki hasil yang tidak beda jauh. Analisis metode Bishop menggunakan data tanah yang diambil hanya pada bagian B1-UDS3 saja, sedangkan analisis metode elemen hingga menggunakan data tanah B1-UDS1-3. Maka nilai faktor keamanan metode elemen hingga diambil untuk selanjutnya dilakukan pemodelan perkuatan *soil nailing*.

B. Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan *Soil Nailing*

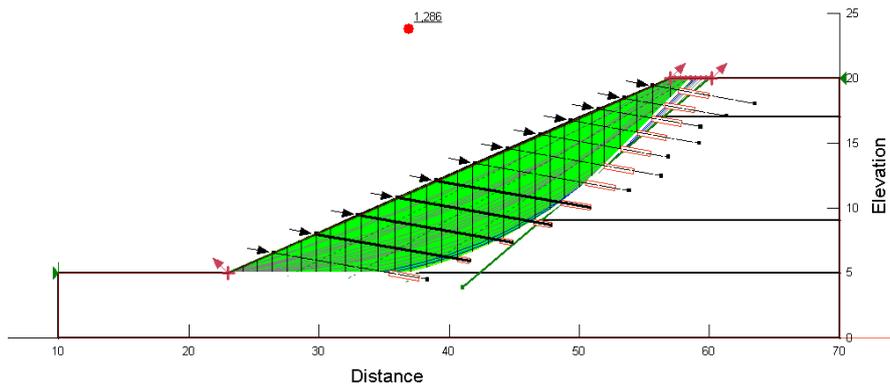
Perkuatan lereng dengan metode *soil nailing* akan dimodelkan ke dalam 2 (dua) jenis sudut kemiringan *nail bar* pada analisis metode elemen hingga. Parameter *soil nailing* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Parameter input *soil nailing*

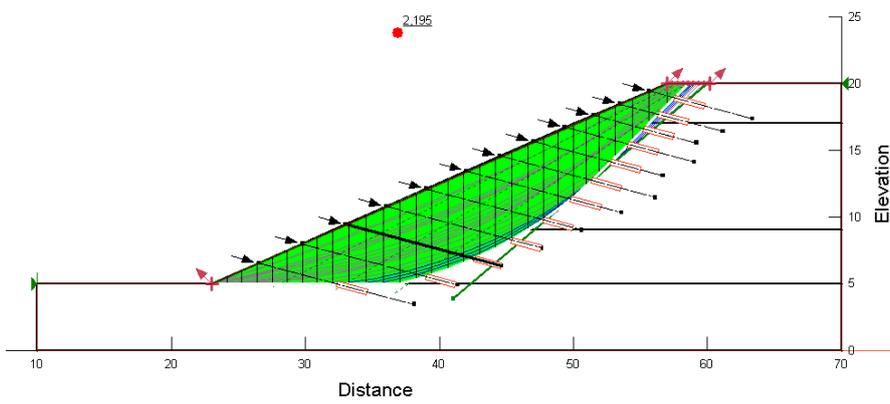
Parameter	Nilai	Satuan
Tinggi lereng	15	m
Panjang <i>nail bar</i>	8; 10; 12	m
Sudut kemiringan <i>nail bar</i>	10; 15; 20	°
Fy	125	kPa
Diameter <i>nail</i>	25	mm
Diameter bor	0,1	m
Sh	1	m
Sv	1	m
Kapasitas tarik	180	kN

(Sumber : *Properti Baja ulir (ASTM A615, Fy= 125 MPa)*)

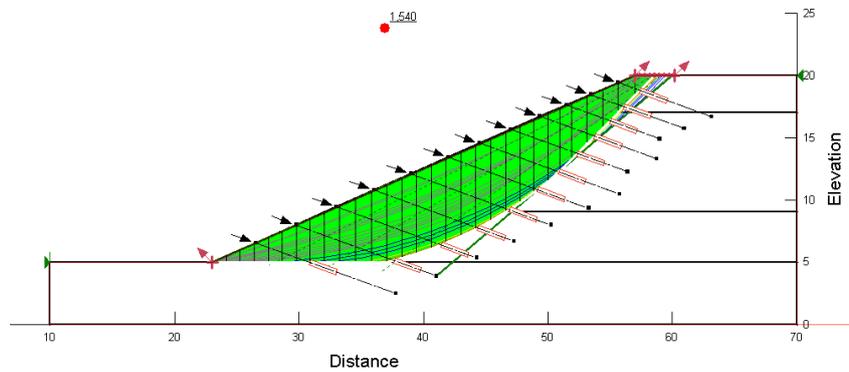
Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng yang ditunjukkan pada Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10, menghasilkan nilai faktor keamanan 1,286 untuk sudut *nail* 10°; 2,195 untuk sudut *nail* 15°; dan 1,540 untuk sudut *nail* 20°. Rekapitulasi nilai faktor keamanan lereng dengan perkuatan *soil nailing* pada Gambar 11.



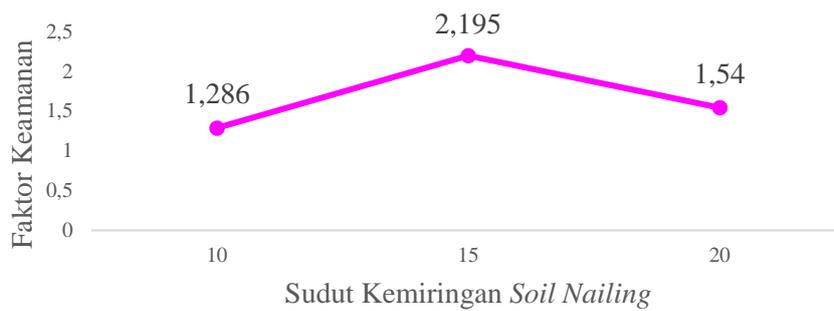
Gambar 8 : *Soil nailing* sudut 10°



Gambar 9 : *Soil nailing* sudut 15°



Gambar 10 : *Soil nailing* sudut 20°



Gambar 11 : Nilai faktor keamanan lereng dengan kekuatan *soil nailing*

Nilai faktor keamanan dari ketiga perkuatan memiliki hasil yang berbeda, untuk perkuatan dengan sudut *nail* 10° memiliki nilai faktor keamanan di bawah persyaratan dari stabilitas lereng yaitu 1,5. Nilai faktor keamanan paku yang ditekuk di bawah bidang mendatar pada sudut 15° dan 20° melebihi batas yang disyaratkan yaitu 1,5. Sudut *nail* 10° dapat menyebabkan paku tidak dapat mendahan gaya lateral [5]. Maka penggunaan sudut *nail* yang dapat digunakan untuk perkuatan ialah 15°, seperti penelitian terdahulu [12][13].

C. Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya pada penelitian ini hanya direncanakan bahan dan alat untuk pekerjaan *soil nailing* dan *shotcrete*. Data volume pekerjaan dilampirkan pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4: Volume *soil nailing*

No.	Variasi	Panjang (L, m)	Jarak (S, m)	Volume <i>soil nailing</i> (V, m ³)
1.	102.1.8	8	1	3141,6
2.	68.1.10	10	1	2633,4
3.	238.1.12	12	1	3141,6

Luas perencanaan perkuatan lereng sesuai bidang longsor $35 \times 37,74$ m (Tabel 5), sehingga dibutuhkan 408 titik pengeboran, di antaranya terdapat 102 titik bor dengan panjang *nail bar* sepanjang 8 m; 86 titik bor dengan panjang *nail bar* 10 m; dan 238 titik pengeboran dengan panjang *nail* 12 m. Jarak vertikal dan horizontal antar titik pengeboran 1 m. Luas untuk *shotcrete* yang dibutuhkan perencanaan 1321 m²; dengan ketebalan 0,075 m. Rencana anggaran biaya dalam desain perkuatan lereng dengan *soil nailing* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5: Volume *shotcrete*

Luas perencanaan <i>soil nailing</i> (Bidang Longsor)	Luas <i>shotcrete</i> (A, m ²)	Tebal <i>shotcrete</i> (T, m)	Beton <i>shotcrete</i> (V, m ³)
35 m x 37,74 m (perencanaan)	1321	0,075	100

Tabel 6: Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan pekerjaan (Rupiah)	Jumlah biaya (Rupiah)
1.	Pemasangan <i>soil nailing</i>	8917	m ³	2.376.779	5.273.903.795
2.	<i>Shotcrete</i>	100	m ³	1.517.099	239.760.231
				Total biaya	5.513.664.027

Hasil prediksi perencanaan anggaran biaya *soil nailing* yang hanya memperhitungkan kebutuhan bahan dan alat dengan luas perencanaan perkuatan lereng *soil nailing* 1321 m² adalah Rp5.513.664.027,- (lima milyar lima ratus tiga belas juta enam ratus enam puluh empat ribu dua puluh tujuh rupiah).

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Stabilitas lereng sebelum adanya perkuatan dengan analisis metode Bishop didapatkan nilai faktor keamanan 0,273 dan analisis dengan metode elemen hingga didapatkan nilai faktor keamanan 0,201.
2. Nilai faktor keamanan lereng setelah diperkuat dengan *soil nailing* sudut 10° sebesar 1,286; *soil nailing* sudut 15° sebesar 2,195; dan *soil nailing* sudut 20° sebesar 1,540. Variasi sudut *soil nailing* yang memiliki nilai faktor keamanan terbesar adalah 15°.
3. Prediksi perencanaan anggaran biaya *soil nailing* (kebutuhan bahan dan alat) dengan luas perencanaan perkuatan lereng *soil nailing* 1321 m² adalah Rp5.513.664.027,- (lima milyar lima ratus tiga belas juta enam ratus enam puluh empat ribu dua puluh tujuh rupiah)

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah analisis perkuatan lereng dengan mempertimbangkan jarak antar *nail* untuk menentukan nilai keamanan yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Zakaria, "Zufialdi Zakaria," *Anal. Kestabilan Lereng Tanah*, vol. 4, 2009.
- [2] S. Bakri, K. Murtilaksono, and B. Barus, "Identifikasi Dan Analisis Karakteristik Longsor Di Kabupaten Garut," *J. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 2, pp. 68–78, 2019, doi: 10.24815/jts.v8i2.14117.
- [3] L. C. Setiawan, G. S. Sentosa, and A. Iskandar, "Analisis Stabilitas Lereng Batuan Dengan Metode Perkuatan Ground Anchor & Soil Nailing Di Labuan Bajo, Ntt," *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, p. 102, 2018, doi: 10.24912/jmts.v1i1.2247.
- [4] S. Syuhada, Z. Zakaria, R. Kurniawan, and E. T. Utami, "Analisis Model Elemen Hingga Perkuatan Lereng Menggunakan Soil Nailing (Studi Kasus : Lereng Daerah Lahat, Sumatera Selatan)," *FROPIL (Forum Prof. Tek. Sipil)*, vol. 8, no. 1, pp. 36–45, 2020, doi: 10.33019/fropil.v8i1.1721.
- [5] SNI 8460, "Persyaratan Perancangan Geoteknik SNI 8460:2017," *Badan Standarisasi Nas.*, vol. 8460, 2017.
- [6] P. K. Garut, D. Pekerjaan, U. Dan, P. Ruang, and K. Garut, "Laporan faktual penyelidikan tanah," 2019.
- [7] Rina Zusianti, Luthfi Amri Wicaksono, and Paksitya Purnama Putra, "Penggunaan Counterweight Dan Soil Nailing Sebagai Alternatif Perkuatan Lereng Sungai Gandong Magetan Jawa Timur Pasca Longsor," *Padur. J. Tek. Sipil Univ. Warmadewa*, vol. 11, no. 2, pp. 214–221, 2022, doi: 10.22225/pd.11.2.5534.214-221.
- [8] U. Chasanah, "Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Geoslope," *UNS-F. Tek. Jur. Teknik Sipil -I.0108156-2012*, 2012.
- [9] V. Kumalasari, "Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Geoslope," *UNS-F. Tek. Jur. Teknik Sipil -I.0108156-2012*, 2012.
- [10] V. G. M. Pangemanan, A. E. Turangan, and O. B. A. Sompie, "Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius," *J. Sipil Statik*, vol. 2, no. 1, pp. 37–46, 2014.
- [11] I. M. B. C and R. Agustina, "Menggunakan Metode Soil Nailing Di Perumahan," 2021.
- [12] A. Mathematics, "Diklat Penanganan Longsor Pada Strukur Jalan," pp. 1–23, 2016.
- [13] M. THEO AFASEDANJA and J. Simbolon, "Analisa Kestabilan Lereng Dengan Menggunakan Aplikasi Geoslope Pada Ruas Jalan Trans Timika-Deyai Nabire (Kampung Bunaipien) - Papua," *J. Tek. AMATA*, vol. 2, no. 1, pp. 17–20, 2021, doi: 10.55334/jtam.v2i1.119.