

ANALISIS STABILITAS DAN PERKUATAN LERENG MENGGUNAKAN PLAXIS2D DI DESA SUKARESMI, SUKABUMI, JAWA BARAT

A'isyah Salimah¹, Muhammad Fathur Rouf Hasan^{2}, Suropto, Yelvi, Imam H. Sasongko*
Jurusan Teknik Sipil, Politenik Negeri Jakarta, Jln. Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus Baru
UI Depok 16425, Indonesia

¹*e-mail : aisyah.salimah@pnj.ac.id*

²*email : rouf@sipil.pnj.ac.id**

ABSTRAK

Permukaan tanah tidak semua berbentuk bidang datar, namun memiliki perbedaan ketinggian dan kemiringan pada setiap daerah. Perbedaan ketinggian tanah mampu mengakibatkan terjadinya pergerakan tanah yaitu longsor. Keberadaan bangunan base transceiver station (BTS) tower di Desa Sukaresmi, Cisaat, Sukabumi yang berada pada daerah lereng curam dengan kondisi retaining wall dan pagar dalam keadaan retak dan mengalami penurunan tanah menjadi salah satu faktor yang mengancam keselamatan. Untuk mengantisipasi dampak kerusakan lingkungan bertambah parah dibutuhkan penanganan khusus. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis stabilitas dan perkuatan lereng menggunakan software Plaxis2D. Adapun metode penelitian dilakukan dengan melakukan investigasi lapangan secara langsung, pengujian laboratorium, analisis stabilitas perkuatan lereng dengan software Plaxis2D serta rekomendasi perbaikan drainase. Upaya perkuatan lereng dengan mengganti dan memperdalam retaining wall existing. Hasil perkuatan lereng dapat meningkatkan nilai safety factor menjadi 1,369, nilai ini lebih besar dari safety factor existing sebesar 1,302.

Kata kunci: cisaat, longsor, Plaxis2D, stabilitas lereng.

ABSTRACT

The soil surface is believed to have differences in height and slope in each region. The different elevation could cause land movements namely landslides. The existence of tower base transceiver station (BTS) buildings in Sukaresmi Village, Cisaat, Sukabumi on a deep slope area with cracked retaining walls and fences condition which experienced settlement is one of the factors that threaten safety. To anticipate the impact of environmental damage getting worse requires special handling. The aim of this study is to analyze the stability and slope reinforcement using Plaxis2D software. The research method is carried out by conducting direct field investigations, laboratory tests, reinforced slope stability analysis with Plaxis2D software and drainage refinement recommendations. Countermeasures to strengthen the slope are done by replacing and deepening the existing retaining wall. The result of this measure is the increase of the safety factor value to 1,369, this value is greater than the value of the existing safety factor of 1,302.

Keywords : cisaat, landslide, Plaxis2D, slope stability.

1. PENDAHULUAN

Kondisi permukaan tanah tidak semuanya berbentuk bidang datar, namun memiliki perbedaan ketinggian dan kemiringan pada setiap daerah. Perbedaan ketinggian tanah mampu mengakibatkan terjadinya pergerakan tanah yaitu longsor. Longsor didefinisikan sebagai gerakan massa meluncur, menggeser, atau berputar dari suatu batuan yang disebabkan oleh gaya gravitasi dimana mengikuti kemiringan lereng.

Hujan menjadi salah satu pemicu gerakan tanah, air yang jatuh akan masuk ke dalam tanah melalui celah batuan dan berakumulasi di sepanjang bidang longsoran, sehingga tegangan efektif tereduksi dan kuat geser tanah berkurang. Hujan yang deras lebih efektif memicu longsor pada lereng-lereng dimana kondisi tanahnya menyerap air dengan mudah. Bachri dan Sheresta, (2010), mengungkapkan bahwa kondisi iklim dengan curah hujan yang cukup tinggi di Indonesia sering menyebabkan bencana longsor.

Berdasarkan informasi yang kami himpun dari Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Kabupaten Sukabumi termasuk daerah rawan bencana longsor. Pada Tahun 2014 terjadi longsor sebanyak 30 kali, Tahun 2015 terjadi longsor sebanyak 22 kali, Tahun 2016 terjadi longsor sebanyak 19 kali, Tahun 2017 terjadi longsor sebanyak 18 kali, Tahun 2018 terjadi longsor sebanyak 6 kali, dan pada Tahun 2019 (1 Januari-12 Mei) terjadi longsor sebanyak 25 kali.

Keberadaan bangunan *base transceiver station* (BTS) tower (Koordinat $6^{\circ} 53' 58.6''$ LS dan $106^{\circ} 54' 35.4''$ BT) pada Desa Sukaresmi Kecamatan Cisaat berada pada daerah lereng dan curam dengan kondisi *retaining wall* dan pagar dalam keadaan retak dan mengalami penurunan tanah (gambar 1 a dan b). Keretakan yang terjadi pada bangunan tower menandakan adanya pergerakan tanah di sekitar lokasi tersebut. Jika kondisi tersebut tidak segera diperbaiki, maka akan menjadi ancaman bagi masyarakat sekitar ketika terjadi bencana longsor.



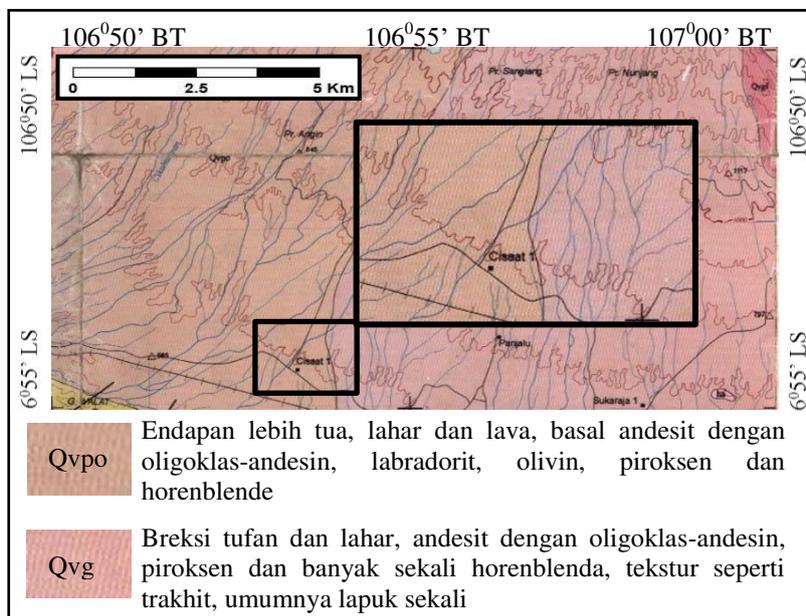
(a)

(b)

Gambar 1. Kondisi bangunan (a) retak pada *retaining wall*, (b) retak pada pagar bangunan

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Bogor (1998), daerah Cisaat masuk dalam zona batuan breksi tufan dan lahar yang secara umur tergolong dalam quarter holosen atau kurang lebih 9500 tahun SM. Namun pada lapisan tanah bagian atas tersusun atas endapan tanah yang

sangat lapuk^[6]. Sedangkan secara geografi kecamatan cisaat berada pada kaki gunung gede dengan ketinggian kurang lebih 650 mdpl dengan relief permukaan yang cukup bergelombang. Kondisi ini menjadi salah satu faktor pendukung daerah tersebut rawan mengalami bencana tanah longsor.



Gambar 2. Peta Geologi Regional Lembar Bogor

Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilakukan studi analisis dan perkuatan lereng untuk mengantisipasi pergerakan tanah di sekitar tower. Beberapa tahapan harus dilakukan dalam merencanakan penanggulangan kelongsoran yaitu investigasi awal, analisis rencana perkuatan, serta analisis stabilitas perkuatan bangunan.

Pemodelan analisis stabilitas lereng disesuaikan dengan kondisi asli yang ada di lapangan. Supaya terjadi kondisi pendekatan sebenarnya pada hasil analisis, serta memudahkan dalam melakukan model penanganan, maka digunakan *software* Plaxis2D. Plaxis2D merupakan pemrograman komputer berdasarkan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan secara khusus untuk melakukan analisis stabilitas dan deformasi untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik. Metode antarmuka grafis yang digunakan dalam program ini mudah digunakan sehingga pengguna dapat dengan cepat membuat model geometri serta jaring elemen berdasarkan penampang melintang lereng yang dianalisis.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis stabilitas dan perkuatan lereng menggunakan *software* Plaxis2D di desa sukaresmi kabupaten sukabumi. Analisis perkuatan lereng yang kami lakukan bertujuan untuk mengantisipasi dampak kerusakan lingkungan bertambah parah yang berakibat mengancam keselamatan penduduk sekitar lokasi penelitian.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di sekitar bangunan BTS tower Desa Sukaesmi, Kecamatan Cisaat, Kota Sukabumi, Jawa Barat. Adapun metode penelitian dilakukan dengan melakukan

investigasi lapangan secara langsung, pengujian laboratorium, analisis stabilitas perkuatan lereng dengan *software* Plaxis2D serta rekomendasi perbaikan drainase. Proses penanggulangan yang tepat dapat dilakukan beberapa tahapan penyelidikan sesuai prosedur sebagai berikut:

2.1 Investigasi

Tahap Investigasi meliputi; survey kondisi lereng dan *retaining wall existing*, survey drainase dan kontur. Survey lapangan bertujuan untuk mendapatkan gambaran awal mengenai perkuatan yang akan diberikan dalam mencegah kelongsoran. Pada tahap ini dilakukan pengukuran kontur lereng.

2.2. Penyelidikan tanah

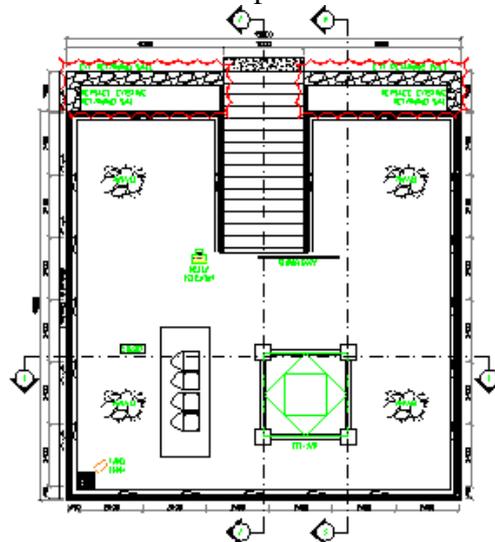
Penyelidikan tanah yang dilakukan ialah uji sondir dan pengambilan sample dengan *hand boring*. Pengujian sondir untuk mengetahui kapasitas dukung tanah. Sedangkan pengambilan sample tanah bertujuan untuk mendapatkan parameter tanah yang diperoleh melalui uji laboratorium. Adapun pengujian tersebut mengacu pada standar ASTM.

2.3. Analisis stabilitas dan perkuatan

Tiga aspek utama yang terlibat dalam analisis stabilitas lereng yaitu sifat material bahan pembentuk lereng, perhitungan faktor keselamatan. Input material properties berupa model geometri grafis seperti; lapisan-lapisan tanah, struktur elemen, tahap konstruksi, pembebanan juga kondisi-kondisi batas dilakukan menggunakan Plaxis2D. Plaxis akan secara otomatis membentuk jaring elemen hingga 2D dengan pilihan untuk memperhalus jaring elemen baik secara global maupun lokal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

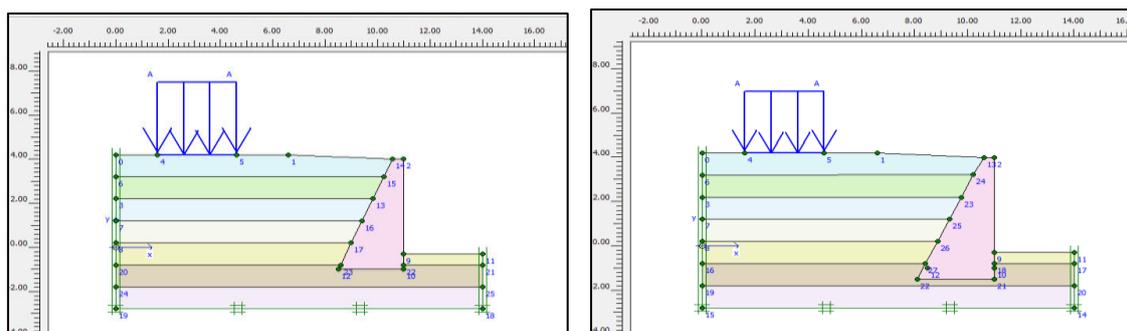
Hasil pengamatan visual ditunjukkan oleh Gambar 3, bagian yang diberi warna merah merupakan area terjadinya penurunan tanah. Penurunan yang terjadi sebesar 40 cm. Hal ini disebabkan karena tanah tersebut menyerap air yang berasal dari aliran air sawah melalui drainase yang terletak di samping lokasi tower. Penurunan tanah juga menyebabkan terjadinya keretakan pada pagar dan *retaining wall existing*. Alternatif penanganan yang dapat dilakukan adalah dengan membongkar *retaining wall existing* dan mengganti dengan bangunan *retaining wall* baru sesuai perhitungan yang didasarkan pada keadaan tanah yang ada. Selain itu, diperlukan pembuatan drainase pada sekitar area site tersebut.



Gambar 3. Eksisting layout lokasi terjadinya penurunan tanah

3.1 Desain kontur

Gambaran umum desain model stabilitas lereng ditunjukkan oleh Gambar 4(a) dan 4(b). Gambar 4a menunjukkan kondisi awal kontur saat terjadi penurunan. Gambar 4b menunjukkan kondisi kontur setelah dilakukan *proposed retaining wall*. Proses perhitungan dengan software Plaxis2D dapat dilakukan ketika desain kontur untuk kedua kondisi *existing* dan *proposed* telah selesai. Adapun proses perhitungan membutuhkan beberapa parameter tanah yang didapat dari hasil penyelidikan lapangan maupun pengujian laboratorium seperti pada Tabel 1



(b)

Gambar 4. Pemodelan Kontur, (a) *retaining wall existing condition*, (b) *retaining wall proposed condition*

Tabel 1. Parameter Desain Tanah

Parameter	Na ma	Lapisan 1	Lapisan 2	Lapisan 3	Lapisan 4	Lapisan 5	Lapisan 6	Lapisan 7	Retaini ng wall	
Model	Mo del	Mohr-Coulomb	Elastic							
Material	Jeni s	Un Drained	Plastic							
Jenis Perilaku Material	Isi	Drained	Non Porous							
Berat Tanah	γ_{unsa}	10.04	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	13.2	23.5	kN/m ³
Berat Tanah dibawah Freatik	γ_{sat}	20.0	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	23.00	23.5	kN/m ³
Permeabilitas Arah Horizontal	k_x	0.00864	0.00864	0.00864	0.00864	0.00864	0.00864	0.00864	-	m/hari
Permeabilitas Arah Vertikal	k_y	0.00864	0.00864	0.00864	0.00864	0.00864	0.00864	0.00864	-	m/hari
Modulus Young (konstan)	E_{ref}	300	550	450	600	350	400	800	20.000.000	kN/m ²
Angka Poisson	ν	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.15	-
Kohesi (konstan)	C_{ref}	4.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	5.0	-	kN/m ²
Sudut Geser	Φ	21.3	22.0	22.0	22.0	21.3	21.3	22.0	-	°
Sudut Dilatasi	Ψ	0	0	0	0	0	0	0	0	°

3.2 Analisis stabilitas lereng dengan Plaxis2D

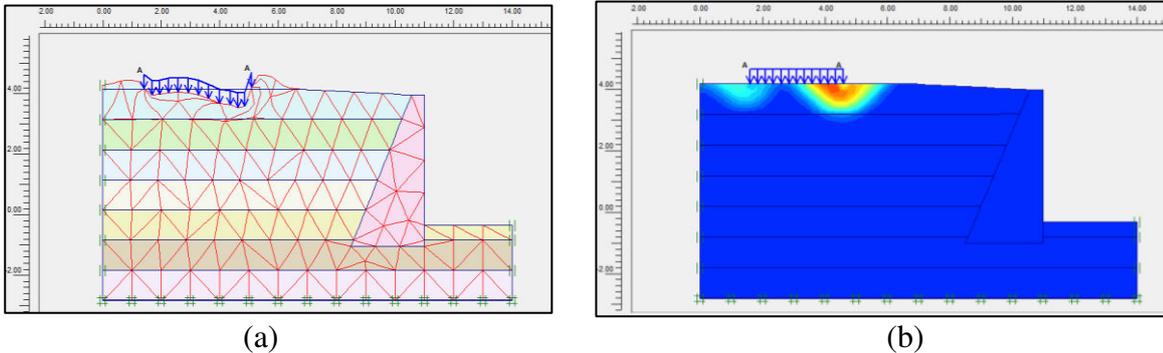
Perilaku tanah dan batuan dimodelkan dengan persamaan *Mohr-Coloumb*. Mohr (1910) menyatakan bahwa adanya kombinasi kritis tegangan normal dan geser terjadi pada suatu material akan mengakibatkan keruntuhan. Keruntuhan geser terjadi pada suatu bidang lereng ketika mencapai syarat batas sebagaimana yang telah dirumuskan oleh Couloumb (1910). Model ini digunakan untuk menghitung *safety factor* dengan pendekatan 'Reduksi phi-c'. Longsor jarang terjadi jika *safety factor* lebih dari atau sama dengan 1,25. Nilai faktor keamanan terhadap bidang longsor dapat dilihat pada Tabel 2.

Lereng menerima beban luar berupa berat dari tower dan pondasi yang dimodelkan sebagai beban merata oleh tanda panah biru mengarah ke bawah pada Gambar 5 dan 6. Adapun beban tower yang di hitung sebesar 30 kN/m². Pada perhitungan faktor keamanan, output berupa Gambar 5(a) menunjukkan *deformed mesh* pada kondisi *existing* dimana gerakan tanah paling besar terjadi pada area sekitar tower yang terbangun. Sedangkan kondisi bidang longsor ditunjukkan oleh Gambar 5(b). Gambar 6(a) menunjukkan *deformed mesh* pada kondisi *proposed* dimana gerakan tanah paling besar tetap terjadi pada area sekitar tower yang terbangun. Gambar 6 (b) menunjukkan kondisi bidang longsor setelah perkuatan.

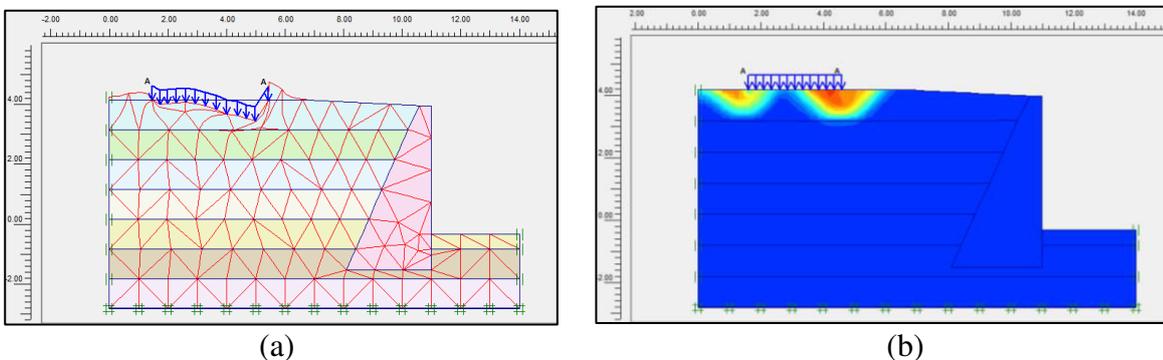
Tabel 2. Nilai faktor keamanan terhadap bidang longsor

Faktor Keamanan	Kejadian
$FK \leq 1,07$	Longsor sering terjadi
$1,07 < FK < 1,25$	Longsor dapat terjadi
$FK \geq 1,25$	Longsor Jarang terjadi

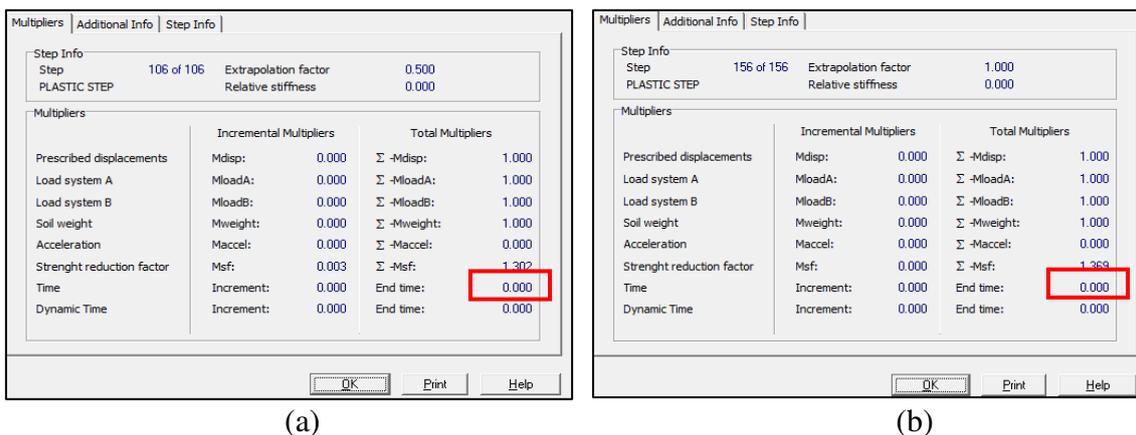
Sumber: *Bowles(1984)*



Gambar 5. Analisis existing retaining wall, (a) Deformed Mesh, (b) Failure plane condition



Gambar 6. Analisis proposed retaining wall, (a) Displacement, (b) Failure plane condition



Gambar 7. Safety Factor (a) Existing Condition, (b) Proposed Condition

Pada tahap analisa ini diperoleh nilai *safety factor* lereng untuk kondisi lereng *existing retaining wall* sebesar 1,302 sedangkan pada kondisi *proposed retaining wall* didapat sebesar 1,369 (Gambar 7). Upaya perkuatan dapat meningkatkan nilai *safety factor* lebih besar dari angka keamanan sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi lereng dengan perkuatan dalam kondisi aman. Kemudian untuk mencegah terjadinya rembesan maka dibuat saluran drainase untuk menampung aliran air dari hujan maupun dari sawah, sehingga aliran air baik di luar maupun di dalam bangunan dapat dialirkan sesuai kondisi aman untuk mencegah terjadinya penurunan tanah.

4. KESIMPULAN

Upaya yang bisa dilakukan untuk mengantisipasi kondisi bangunan tetap aman, maka diperlukan penggantian dan memperdalam *retaining wall* untuk memperkuat lereng. Kemudian diperlukan perbaikan drainase di sekitar bangunan agar aliran air baik di luar maupun di dalam lokasi dapat dialirkan ke saluran yang berada di bawahnya. Langkah yang diambil dapat meningkatkan nilai faktor keamanan menjadi 1,369 lebih besar dari nilai faktor keamanan *existing* sebesar 1,302.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada segenap masyarakat sekitar area penelitian, atas bantuan selama dilapangan, serta kepada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang selalu memberi dukungan sehingga artikel ini dapat selesai.

DAFTAR PUSTAKA

American Standard Testing and Material (ASTM). (2000). *D2487-00:Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. Buku Panduan, hal 13.

American Standard Testing and Material (ASTM). (2000). *D4318-00:Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*. Buku Panduan, hal 14.

American Standard Testing and Material (ASTM). (2002). *D 5731-02: Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock*. Buku Panduan, hal 9.

- American Standard Testing and Material (ASTM). (2007). *C127-07:Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*. Buku Panduan, hal 7.
- Bachri, S & Sheresta, R.P. (2010). Landslide Hazard Assessment Using Analytic Hierarchy Processing(AHP) and Geographic Information System in Kaligesing Mountain Area of Central Java Province Indonesia. *Journal of 5th Annual International Workshop & Expo on Sumatra Tsunami Disaster & Recovery*, 107–112.
- Brinkgreve, R.B.J. (2007). *PLAXIS 2D Versi8*, Delft University of Technology & PLAXIS b.v., Belanda
- Bowles, J.E. (1984). *Physical and Geotechnical Soil Properties*, John Wiley & Sons Inc., New York
- Data Informasi Bencana Indonesia. (2019), <https://bnpb.cloud/dibi/laporan5>, diakses pada tanggal 23 Agustus 2019 Pukul 20:40 WIB
- Effendi, A.C., Kusnama, Hermanto, B. (1998). *Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Groen, E.T. & Jacobs, C. (2012). *Risk Mapping Indonesia Sector Disaster Risk Reduction and Emergency Aid*. Cordaid
- Mohr (1910). Kriteria Keruntuhan Batuan Mohr-Coulomb. http://eprints.undip.ac.id/33820/5/1617_chapter_II.pdf, diakses Juli 2019.
- Rocscience Inc. (2004). *Application of the Finite Element Method to Slope Stability*. Toronto, hal 2-6.
- Selby, M. J. (1985). *Earth Changing Surface*, Clarendon Press. Oxford.
- Thornbury, William, D. (1969). *Principles of Geomorphology*. Departement of geology Indiana University. Amerika serikat