

Analisis Kestabilan Lereng Disposal Petea Hill 74 dengan Metode Morgenstern Price di PT Vale Indonesia Tbk, Sorowako, Nuha, Luwu Timur, Sulawesi Selatan

Syarifah Audia Rizki Rahman^{1*}, Nafisah Al-Huda¹, Yoessi Oktarini¹, Mulkal¹

¹ Program Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Kebumihan, Universitas Syiah Kuala

* Email: syarifahaudi19@gmail.com

Info Artikel

- *Received* : 28-12-2017
- *Accepted* : 15-11-2023
- *Published*: 31-12-2023

Kata Kunci

Lereng, Faktor Keamanan, Disposal, Morgenstern-Price

Abstrak

PT Vale melakukan kegiatan penambangan bijih nikel dengan sistem tambang terbuka, dimana kegiatan tambang terbuka membutuhkan area disposal untuk membuang material *overburden*. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui nilai faktor keamanan dan memberikan rekomendasi desain bagi lereng disposal agar lereng disposal tersebut stabil. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode *Morgenstern-Price* dengan nilai standar faktor keamanan yang diberikan ialah $\geq 1,30$. Penelitian dilakukan di area disposal Petea Hill 74 dengan mengambil tiga sayatan yang merepresentasikan keadaan disposal secara aktual. Sayatan A-A', B-B' dan C-C' menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 0,772, 0,760 dan 0,962. Ketiga sayatan tersebut dinyatakan tidak aman dan perlu dilakukan pemodelan ulang dengan menurunkan *dumping point* dan elevasi timbunan sehingga nilai faktor keamanannya menjadi 1,308, 1,321 dan 1,313.

1. Pendahuluan



JIM JTKb
JURNAL ILMIAH MAHASISWA JURUSAN TEKNIK KEBUMIHAN
UNIVERSITAS SYIAH KUALA

PT Vale Indonesia Tbk merupakan perusahaan tambang penghasil bijih nikel yang terbesar di Indonesia. Kegiatan penambangan yang dilakukan ialah tambang terbuka, dimana umumnya kegiatan tambang terbuka memindahkan material *overburden* untuk mengambil bijih yang ada di dalam bumi. Oleh karena itu, diperlukan suatu area untuk menampung material *overburden* yang disebut dengan area disposal. Area disposal merupakan area yang rawan terjadi longsor. Kemantapan lereng disposal

sangat mempengaruhi kelancaran dari operasional penambangan, karena *top soil* dan *overburden* yang dikupas akan dibuang ke area disposal. Longsoran yang terjadi di area disposal biasanya disebabkan oleh beberapa keadaan yaitu, tidak stabilnya lereng disposal, beban alat berat yang melebihi kapasitas, parameter tanah (*index and mechanical properties*) dan *human error*. Penentuan elevasi timbunan dan *dumping point* yang sesuai persyaratan merupakan salah satu cara untuk mencegah agar lereng disposal tidak longsor. Tanah timbunan tidak boleh

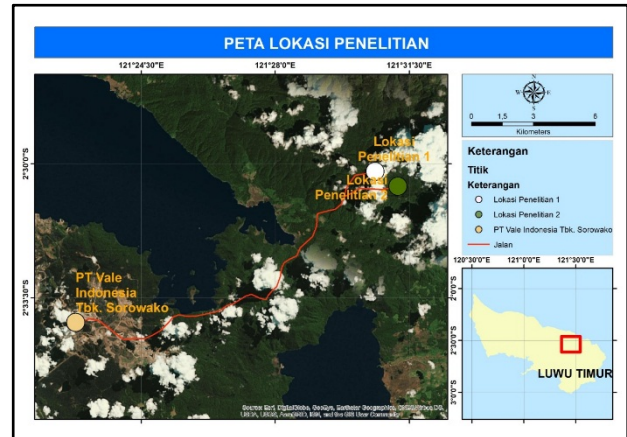
terendam oleh air baik air hujan atau mata air. Jika tergenang maka material timbunan akan menjadi jenuh air dan sudut lereng akan berubah landai yang akan menyebabkan material tersebut longsor. *Dumping point* harus selalu dalam keadaan rata agar ketebalan penimbunan yang telah direncanakan tidak terlampaui. Tumpukan material yang ditumpahkan dari *dump truck* harus didorong oleh dozer ke arah penimbunan. Dengan demikian agar operasional berjalan dengan lancar dan target produksi sesuai rencana, maka harus dilakukan perencanaan disposal dengan baik dan sesuai persyaratan agar kondisi tanah timbunan tersebut dalam kondisi aman.

2. Metodologi

2.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di lokasi *East Block Petea Area* PT Vale Indonesia Tbk, yang dioperasikan berdasarkan perjanjian Kontrak Karya dengan Pemerintah Indonesia. Secara administratif termasuk dalam Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. PT Vale Indonesia Tbk berada di sebelah utara Provinsi Sulawesi Selatan yang berjarak sekitar 605 km dari kota Makassar, dengan jarak tempuh perjalanan darat selama 13 jam dan dapat juga melalui akses udara dengan lama perjalanan sekitar 1 jam dari Bandara Sultan Hassanudin Makassar ke Bandara Andi Hatta Sorowako. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode langsung dan metode tidak langsung. Metode langsung dilakukan untuk mengetahui lokasi disposal, *dumping point*, elevasi timbunan, geometri lokasi penelitian (panjang, lebar, tinggi serta sudut kemiringan lereng).



Gambar 1. Lokasi penelitian Sumber: Foto Citra Satelit, 2017

Sedangkan metode tidak langsung dilakukan untuk mengetahui historikal area disposal, nilai parameter kuat geser timbunan yang didapatkan dari hasil pengujian DCPT, data parameter tanah dan spesifikasi alat berat untuk mengetahui beban dari alat berat yang digunakan. Metode tidak langsung dilakukan dengan pengumpulan data dari perpustakaan dan dokumen perusahaan. Setelah semua data dikumpulkan maka selanjutnya ialah pembuatan sayatan di Vulcan 7.5, dengan tujuan untuk mengetahui daerah kritis pada area disposal yang dilanjutkan dengan pembuatan model geometri lereng. Setelah dilakukan pemodelan geometri lereng selanjutnya menentukan parameter tanah yang mengacu pada hasil pengujian PT Fugro Indonesia serta memberikan beban pada model disposal. Tahap selanjutnya ialah melakukan simulasi dan pemodelan ulang lereng dengan menggunakan metode *Morgenstern Price*. Apabila hasil FK pemodelan ulang lereng disposal tidak mencapai nilai $\geq 1,30$ maka harus dilakukan *trial and error* hingga nilai FK mencapai $\geq 1,30$ dan dinyatakan aman.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. *Properties Material*

Parameter tanah didapatkan dari hasil investigasi geoteknik yang dilakukan oleh PT Fugro Indonesia pada tahun 2015 yang berupa nilai limonit, saprolit dan *bedrock*. Nilai parameter tanah timbunan didapatkan dari hasil pengujian DCPT dilokasi penelitian dengan pengolahan statistik. Tabel 1 menunjukkan parameter *input data* untuk material tanah dan dimasukkan ke dalam perangkat lunak GeoStudio Slope/W.

Tabel 1. Tabel 1 *Input Data* Petea Hill 74

Lapisan	Material Model	(γ) kN/m ³	(Su) kPa	(c') kPa	(ϕ') °
Timbunan	Undrained (Phi=0)	17	40	-	-
Limonite	Mohr-Coulomb	16	35	10	25
Saprolite	Mohr-Coulomb	17	80	15	35
Bluezone	Bedrock (Impenetrable)	-	-	-	-

3.2. Beban Alat Berat

Tabel 2. *Input Data* Beban Alat Berat GeoStudio Slope/W

Alat Berat (kPa)	Ground Pressure	Dimensi Alat Berat	Tinggi (m)
Dump truck CAT 785	250	Ban depan	1
Dump truck CAT 785	250	Ban belakang	1
Dump truck CAT 777	200	Ban depan	1
Dump truck CAT 777	200	Ban belakang	1

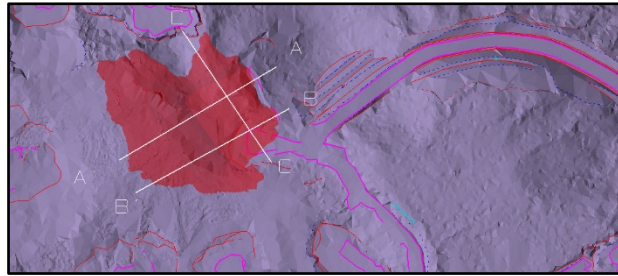
Alat Berat (kPa)	Ground Pressure	Dimensi Alat Berat	Tinggi (m)
Dozer CAT D8RDZ	110		1

Nilai beban yang dihasilkan oleh alat berat disebut dengan *ground pressure*. Nilai *ground pressure* dari tiap alat berat berbeda-beda. Hal ini tergantung pada spesifikasi alat yang digunakan. Alat berat yang digunakan dalam pengangkutan material yang akan dibuang ke disposal ialah *dump truck* Caterpillar 785, *dump truck* Caterpillar 777 dan dozer Caterpillar D8RDZ dengan berat beban 500 kPa, 400 kPa dan 200 kPa. Nilai beban yang dimasukkan kedalam GeoStudio Slope/W hanya setengah dari nilai *ground pressure* masing-masing ban. Hal ini dikarenakan alat berat disimulasikan dalam kondisi 2 dimensi. Tabel 2 ialah data beban alat berat yang akan diinput ke GeoStudio Slope/W.

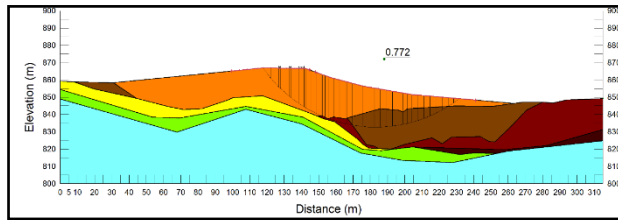
3.3. FK Desain Awal Disposal Petea Hill 74

Faktor keamanan desain awal didapatkan dari hasil kestabilan lereng dengan menggunakan tiga sayatan (Gambar 3). Dasar dari penarikan tiga sayatan ini adalah untuk melihat daerah kritis pada lokasi disposal Petea Hill 74. Jika hanya satu sayatan maka tidak dapat mewakili daerah yang kritis, dikarenakan topografi aktual Petea Hill 74 memiliki keadaan yang sangat kompleks. Penarikan sayatan harus diperhatikan karena lokasi disposal penelitian merupakan area timbunan lama. Jika dilihat dari historikal, sebelumnya pernah dilakukan penimbunan pada lokasi penelitian. Penimbunan pertama dilakukan pada minggu ke-4 tahun 2014. Namun pada minggu ke-3 tahun 2015 material tersebut digali. Setelah itu pada minggu ke-9 tahun

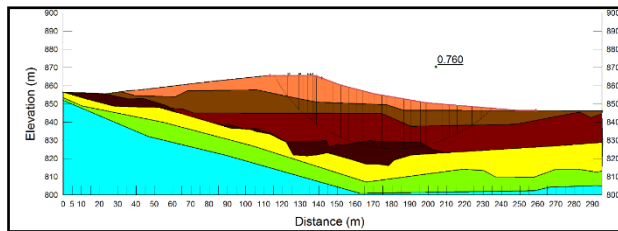
2017 kembali dilakukan penimbunan material.



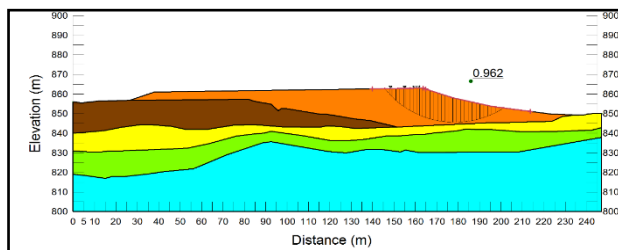
Gambar 2. Sayatan Petea Hill 74



Gambar 3. Faktor Keamanan Disposal Petea Hill 74 Sayatan A-A'



Gambar 4. Faktor Keamanan Disposal Petea Hill 74 Sayatan B-B'



Gambar 5. Faktor Keamanan Disposal Petea Hill 74 Sayatan C-C'

Berdasarkan Tabel 3 tidak ada desain disposal (Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6) yang memiliki faktor keamanan $\geq 1,30$. Oleh karena itu perlu dilakukan pemodelan ulang geometri disposal dengan cara menurunkan elevasi dan memundurkan *dumping point* hingga dapat terpenuhi faktor keamanan $\geq 1,30$.

Tabel 3. Nilai FK Desain Awal Petea Hill 74

Area	Sayatan	Faktor Keamanan
Petea Hill 74	Sayatan A-A'	0,772
Petea Hill 74	Sayatan B-B'	0,760
Petea Hill 74	Sayatan C-C'	0,962

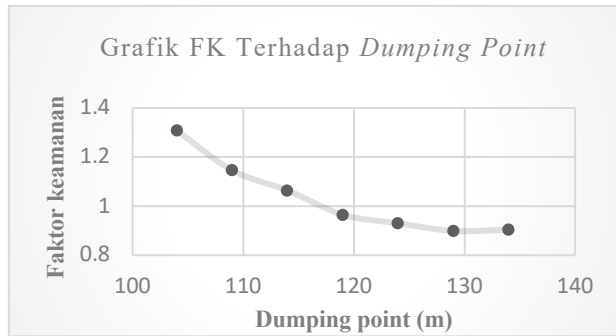
3.4. FK Desain Baru Disposal Petea Hill 74

Perhitungan nilai faktor keamanan menggunakan sistem *entry and exit* dan dibantu menggunakan aplikasi GeoStudio Slope/W. Aplikasi GeoStudio Slope/W akan menghitung titik-titik yang dijadikan acuan *entry* yaitu titik asal longsor dengan *exit* atau titik yang akan menjadi ujung longsor sehingga akan membentuk kemungkinan dari bidang gelincir dari longsor. Pemodelan ulang ialah membuat desain kembali/memodifikasi geometri desain lereng disposal yang telah ada sebelumnya dengan tujuan mengubah desain lereng yang tidak aman menjadi aman dengan cara menurunkan elevasi dan memundurkan *dumping point*. Penentuan *dumping point* maupun penurunan elevasi dilakukan dengan metode *trial and error* dan dilakukan secara konstan hingga mendapatkan nilai faktor $\geq 1,30$.

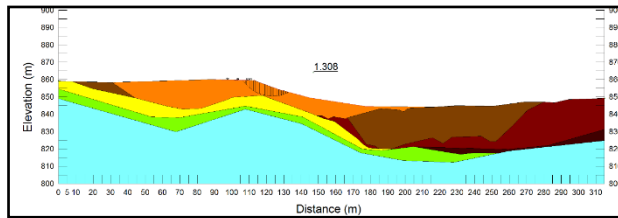
a. Sayatan A-A'

Berdasarkan data setelah dilakukan analisis dengan metode *trial and error* untuk Petea Hill 74 sayatan A-A' maka didapatkan grafik seperti Gambar 7 yang menunjukkan bahwa semakin pendek jarak *dumping point* maka nilai FK akan semakin baik. Titik yang menjadi acuan dalam perhitungan *dumping point* yaitu *crest plan* pada titik L+142;L+866 dan *crest actual* berada pada titik L+117;L+850. Elevasi diturunkan dari L+866 menjadi L+860, kemudian *dumping point*

dimundurkan sejauh 3 meter secara konstan. Pemunduran *dumping point* ini akan mengakibatkan kenaikan nilai faktor keamanan, hingga pada *dumping point* dengan jarak 104,5 meter dari awal sayatan menghasilkan nilai faktor keamanan sebesar 1,308 (Gambar 8) dan dinyatakan aman.



Gambar 6. Grafik FK terhadap *dumping point* sayatan A-A'

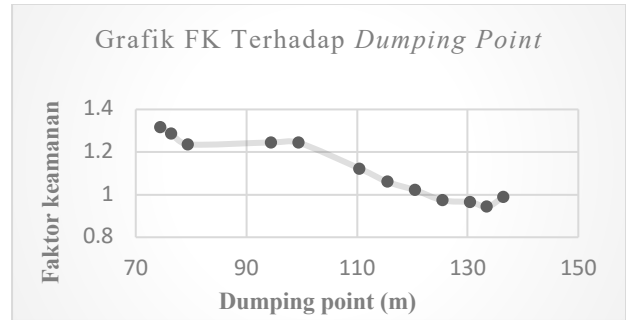


Gambar 7. Desain disposal baru sayatan A-A'

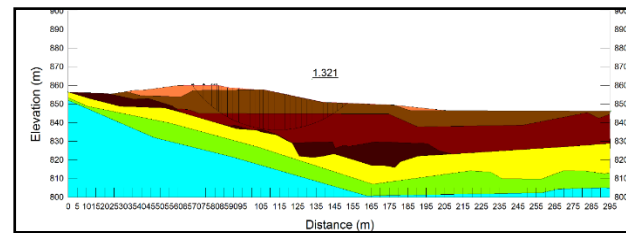
b. Sayatan B-B'

Berdasarkan data setelah dilakukan analisis dengan metode *trial and error* untuk Petea Hill 74 sayatan B-B' maka didapatkan hasil seperti Gambar 9 yang menunjukkan bahwa semakin pendek jarak *dumping point* maka nilai FK akan semakin baik. Titik yang menjadi acuan dalam perhitungan *dumping point* yaitu *crest plan* yang berada pada titik L+142;L+866 dan *crest* landasan berada pada titik L+117;L+850. Elevasi diturunkan dari L+866 menjadi L+860, kemudian *dumping point* dimundurkan sejauh 3 meter secara konstan. Pemunduran *dumping point* ini akan mengakibatkan kenaikan nilai faktor keamanan, hingga pada *dumping point* dengan jarak 74,5 meter dari awal sayatan

menghasilkan nilai faktor keamanan sebesar 1,321 (Gambar 10) dan dinyatakan aman.



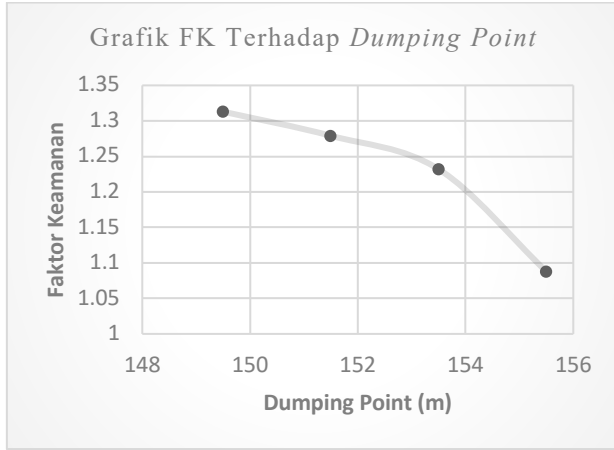
Gambar 8. Grafik FK terhadap *dumping point* sayatan B-B'



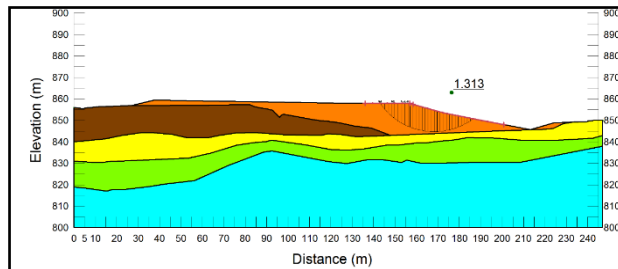
Gambar 9. Desain disposal baru sayatan B-B'

c. Sayatan C-C'

Berdasarkan data setelah melakukan analisis dengan metode *trial and error* untuk Petea Hill 74 sayatan C-C' maka didapatkan hasil seperti pada Gambar 11 yang menunjukkan bahwa semakin pendek jarak *dumping point* maka nilai FK akan semakin baik.. Titik yang menjadi acuan dalam perhitungan *dumping point* yaitu *crest plan* yang berada pada titik L+167;L+866 dan *crest* landasan berada pada titik L+87;L+856. Elevasi *plan* diturunkan dari L+866 menjadi L+860, kemudian *dumping point* dimundurkan sejauh 2 meter secara konstan. Pemunduran *dumping point* ini akan mengakibatkan kenaikan nilai faktor keamanan, hingga pada *dumping point* dengan jarak 149,5 meter dari awal sayatan menghasilkan nilai faktor keamanan sebesar 1,313 (Gambar 12) dan dinyatakan aman.



Gambar 10. Grafik FK terhadap *dumping point* sayatan C-C'



Gambar 11. Desain disposal baru sayatan C-C'

Tabel 4. Nilai FK Desain Baru Petea Hill 74

Area	Sayatan	Faktor Keamanan
Petea Hill 74	Sayatan A-A'	1,308
Petea Hill 74	Sayatan B-B'	1,321
Petea Hill 74	Sayatan C-C'	1,313

Tabel 5. Koordinat Maksimum Petea Hill 74

Area	Northing	Easting	Elevation
Dumping point 1	9722816	334487	860
Dumping point 1	9722899	334425	860
Dumping point 2	9722899	334425	860
Dumping point 2	9722920	334465	860

Tabel 4 menunjukkan nilai FK desain baru untuk disposal area Petea Hill 74. Berdasarkan analisis data untuk disposal Petea Hill 74 maka didapatkan titik koordinat *dumping point* dan elevasi timbunan yang paling maksimal di lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengolahan data maka didapatkan nilai faktor keamanan dari desain disposal sebelum dan sesudah pemodelan.
2. Disposal Petea Hill 74 memiliki nilai faktor keamanan 0,772 untuk sayatan A-A', 0,761 untuk sayatan B-B' dan 0,962 untuk sayatan C-C'. Setelah pemodelan maka didapatkan nilai faktor keamanan 1,308 untuk sayatan A-A', 1,321 untuk sayatan B-B' dan 1,313 untuk sayatan C-C'.
3. Kapasitas disposal tipe *finger* akan maksimal (*dumping point* maksimum dapat diberikan) apabila tebal timbunan dijaga maksimal 15 meter dengan nilai faktor keamanan $\geq 1,30$.
4. Titik koordinat yang direkomendasi untuk *dumping point* dan elevasi timbunan maksimum di disposal Petea Hill 74 ialah 9722816 N 334487 E 860 Z, 9722899 N 335525 E 860 Z dan 9722899 N 334425 E 860 Z, 9722920 N 334465 E 860 Z.

Adapun saran yang dapat penulis berikan untuk hasil penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan pengujian *in-situ* di setiap lokasi untuk landasan disposal *original*. Hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui nilai parameter tanah.
2. Analisa kestabilan lereng dengan menggunakan Slope/W tidak dapat memperhitungkan besarnya penurunan muka tanah (*dumping*

- point) akibat beban yang bekerja. Oleh karena itu diperlukan tambahan *software* lain (misalnya *Plaxis*).
3. Pematuan dengan *slag material* harus dikontrol, agar pematuan merata di sepanjang landasan alat berat yang beroperasi untuk mencegah tidak stabilnya landasan alat berat.
 4. Setelah titik koordinat diketahui maka harus ditandai dengan patok level, patok kontrol level dan rambu disposal.
 5. Operator di lapangan harus mengikuti titik koordinat yang telah direkomendasikan oleh *Geotech Engineer*.
- Lesma, T., 2008. *Kestabilan Lereng*, Bandung: Digital ITB.
- Soepandji, B. S., 1995. *Mekanika Tanah, Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Zakaria, Z., 2009. *Analisis Kestabilan Lereng*, Bandung: Universitas Padjadjaran.

Referensi

- Anonim. *Lereng Perbukitan Rawan Gerakan Tanah Atas Tanaman Keras, Hujan & Gempa*. Disertasi, Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Amrin, D., 2014. *Manual Slope Stability Analysis-Design, Construction and Maintenance Monitoring*, Sorowako: PT Vale Indonesia Tbk.
- Arief, S., 2008. *Analisa Kestabilan Lereng dengan Metode Irisan*, Sorowako.
- Bowless, J. E., 1979. *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.
- Das, B. M., 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Das, B. M., 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Hirawan, R. F., 1993. *Ketanggapan Stabilitas*