

P-77

ANALISIS PERILAKU DEFORMASI LATERAL PADA DINDING PENAHAN TANAH PROYEK RDMP BALIKPAPAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

BEHAVIOR ANALYSIS OF LATERAL DEFORMATION ON LAND WALL OF RDMP BALIKPAPAN PROJECT USING FINITE ELEMENT METHODS

Akhdad Gazali¹, Purnama²

^{1,2} Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, Banjarmasin, Jalan Adhyaksa No.2 Kayutangi Banjarmasin, Banjarmasin

E-mail: akhmadgazali51@gmail.com

Diterima 14-10-2020	Diperbaiki 17-10-2020	Disetujui 7-12-2020
---------------------	-----------------------	---------------------

ABSTRAK

Dinding penahan tanah (retaining wall) merupakan salah satu komponen yang harus diperhatikan dalam sektor pembangunan konstruksi dalam hal apapun, apalagi dalam kawasan tersebut terdapat lereng curam yang dapat mengakibatkan ke longsor dan bangunan di sekitarnya akan mengalami efek yang besar dari perubahan tanah tersebut. Dinding penahan tanah tersebut dibuat untuk menahan jalan di atasnya dan melindungi tanah menjadi longsor, dikarenakan ada pipa-pipa gas yang dikhawatirkan akan bocor jika terkena runtuh tanah. Gerakan tanah merupakan proses perpindahan massa tanah atau batuan dengan arah tegak, mendatar atau miring terhadap kedudukan semula karena pengaruh air, gravitasi dan beban luar. Dari permasalahan tersebut maka dianalisa lah perilaku gerakan massa tanah nya untuk mengetahui nilai faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah pada saat belum dibebani dan sesudah menerima beban berupa beban lalu lintas dan beban gempa. Selanjutnya deformasi maksimum yang terjadi pada massa tanah dinding penahan tanah. Setelah dilakukan analisa terhadap dinding penahan tanah maka didapatkanlah nilai faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah sebelum dibebani sebesar 3,783 lebih besar dari yang disyaratkan. Perilaku deformasi yang terjadi pada saat menerima beban lalu lintas didapatkan total displacement sebesar 0,00184 m dan saat menerima beban lalu lintas dengan beban gempa didapatkan total displacement sebesar 0,00184 m lebih kecil dari batas pergerakan longsor yang ditoleransi kan 0,2-0,4 m.

Kata kunci : Deformasi Lateral, Stabilitas Dinding Penahan Tanah, Metode Elemen Hingga

ABSTRACT

Retaining walls are one of the components that must be considered in the construction sector in any case, especially in that area there are steep slopes that can cause landslides and surrounding buildings to experience a major effect from the land change. The retaining wall is made to hold the road above it and protect the soil from landslides, because there are gas pipes that are feared to leak if hit by soil collapse. Soil movement is the process of moving the mass of soil or rock in an upright, horizontal or tilted direction to its original position due to the influence of water, gravity and external loads. From these problems, the behavior of the soil mass movement is analyzed to determine the value of the safety factor for the stability of the retaining wall of the soil when it is not loaded and after receiving the load in the form of traffic loads and earthquake loads. Furthermore, the maximum deformation that occurs in the soil mass of the retaining wall. After analyzing the retaining wall, the value of the stability factor for the stability of the retaining wall before being loaded is 3,783, greater than required. Deformation behavior that occurs when receiving traffic loads gets a total displacement of 0.00184 m and when receiving a traffic load with an earthquake load, a total displacement of 0.00184 m is less than the tolerable limit of landslide movement of 0.2-0.4 m.

Key words : Lateral Deformation, Stability of Retaining Walls, Finite Element Methods

PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT Pertamina (Persero) adalah sebuah BUMN yang bertugas mengelola penambangan minyak dan gas bumi di Indonesia dan untuk mewujudkan kemandirian dan ketahanan energi nasional RDMP Balikpapan merupakan satu dari enam megaprojek kilang yang dibangun Pertamina. Ke enam megaprojek kilang itu terdiri atas empat proyek perluasan (Refinery Development Master Plan/RDMP) yang dijadikan obyek penelitian dan dua proyek pembangunan baru (Grass Root Refinery/GRR). Pada proyek RDMP Balikpapan ini dilakukan perluasan atas kilang yang sudah ada. Pada bawah-bawah tanah proyek RDMP telah terpasang pipa-pipa minyak dan gas, dikhawatirkan jika tanah di atasnya longsor maka akan membuat pipa-pipa tersebut bocor. Maka dari itu dibangunlah dinding penahan tanah, untuk menahan tanah dari kelongsoran dan dijadikan jalan untuk lalu lintas kendaraan bermuatan minyak. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis deformasi maksimum yang terjadi pada dinding penahan tanah proyek RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051 PT. Pertamina Indonesia. Penelitian ini menggunakan program PLAXIS sebagai program perhitungan analisa nya. PLAXIS adalah salah satu program aplikasi komputer menggunakan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan secara khusus untuk menganalisa deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada skripsi ini adalah melakukan analisa dinding penahan tanah pada proyek RDMP PT. Pertamina Indonesia dengan program PLAXIS yaitu bagaimana nilai faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah RDMP Balikpapan Sta.0+027 - 0+051 dengan analisa manual dan PLAXIS sebelum diberi beban dan bagaimana perilaku deformasi yang terjadi pada massa tanah dinding penahan tanah RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051 sesudah diberi beban.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian pada skripsi ini adalah mengetahui nilai faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah RDMP Balikpapan Sta.

0+027 - 0+051 dengan analisa manual dan PLAXIS sebelum diberi beban dan mengetahui perilaku deformasi yang terjadi pada massa tanah dinding penahan tanah RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051 sesudah diberi beban. Manfaat penelitian yang didapat dari skripsi ini adalah menambah pengetahuan tentang analisa dinding penahan tanah dan menambah pengetahuan tentang penggunaan metode elemen hingga dengan bantuan program PLAXIS v8.2.

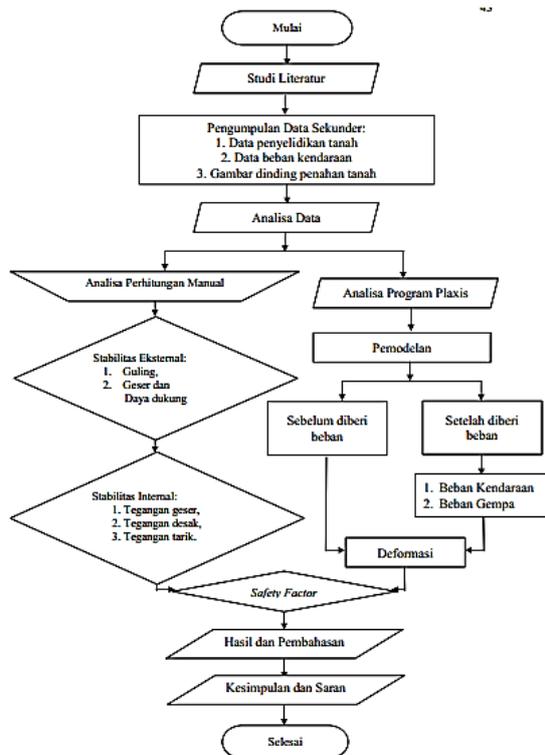
Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini adalah lokasi penelitian dinding penahan tanah terdapat di Proyek RDMP Balikpapan sta. 0+027 - 0+05, beban yang diperhitungkan adalah beban eksternal, yaitu beban lalu lintas dan beban gempa, data geoteknik yang digunakan adalah data hasil penyelidikan tanah di lokasi proyek RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051, analisa perhitungan manual pada dimensi dan bentuk diasumsikan dengan penyederhanaan desain aslinya, analisa dinding penahan tanah menggunakan program PLAXIS v8.2 dan analisa deformasi maksimum dari program PLAXIS v8.2, diambil dari potongan pada permodelan program.

METODOLOGI PENELITIAN

Analisa perilaku deformasi dinding penahan tanah ini menggunakan program PLAXIS v8.2. Setelah dianalisa, akan didapatkan hasil perilaku deformasi yang terjadi pada dinding penahan tanah dan deformasi maksimum yang terjadi pada struktur dinding penahan tanah tersebut. Adapun dalam melakukan analisa stabilitas dan deformasi dinding penahan tanah memerlukan tahapan-tahapan seperti menganalisa dinding penahan tanah secara manual terhadap stabilitas terhadap penggeseran, stabilitas terhadap penggulingan dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah. Kemudian membuat permodelan 2D dan melakukan analisa dengan menggunakan program PLAXIS v8.2 untuk mendapatkan nilai deformasi dan *safety factor* pada dinding penahan tanah.

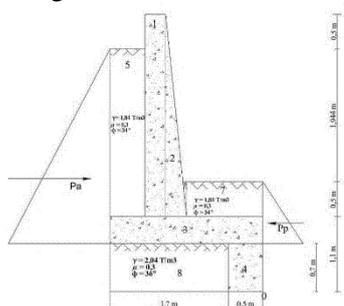
Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinding penahan tanah yang akan di analisa pada penelitian ini dilihat pada potongan melintang Sta. 051 yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Dinding Penahan Tanah dengan Diagram Tekanan Tanah

Data potongan melintang dari struktur dinding penahan tanah sesuai dengan kondisi struktur dinding penahan tanah pada gambar kerja. Untuk data dari spesifikasi struktur dinding penahan tanah adalah sebagai berikut.

1. Dinding penahan tanah terbuat dari beton bertulang.
2. Berat volume beton bertulang yang digunakan adalah $2,4 \text{ t/m}^3$
3. Dinding penahan tanah berbentuk T.

4. Dinding penahan tanah memiliki jenis tipe dinding kantilever.
5. Dinding penahan tanah memiliki tinggi 4 meter dan lebar 2,2 meter.
6. Mutu beton yang digunakan adalah K-350 atau $f_c=30$.

Berikut dibawah ini adalah data parameter tanah yang digunakan dalam penelitian analisa dinding penahan tanah.

1. Tanah Timbunan
 - a. Berat volume tanah timbunan (γ) = $1,84 \text{ t/m}^3$
 - b. Poison Rasio (μ) = $0,3$
 - c. Modulus Young (E_s) = 50000 kN/m^2
 - d. Sudut geser dalam (ϕ) = 34°
2. Tanah Asli 1
 - a. Berat volume tanah asli (γ) = $1,84 \text{ t/m}^3$
 - b. Poison Rasio (μ) = $0,3$
 - c. Modulus Young (E_s) = 50000 kN/m^2
 - d. Sudut geser dalam (ϕ) = 34°
3. Tanah Asli 2
 - a. Berat volume tanah asli (γ) = $2,04 \text{ t/m}^3$
 - b. Poison Rasio (μ) = $0,3$
 - c. Modulus Young (E_s) = 70000 kN/m^2
 - d. Sudut geser dalam (ϕ) = 36°

Analisa Perhitungan Manual

Analisa perhitungan stabilitas terhadap geser sebesar $4,05 > 1,5$ (Aman). Analisa perhitungan stabilitas terhadap guling sebesar $5,45 > 1,5$ (Aman). Analisa perhitungan daya dukung ijin tanah $q_{maks} 8,43 \text{ T/m}^2 < q_{all} = 12,51 \text{ T/m}^2$ (Aman) dan $q_{min} 2,11 \text{ T/m}^2 > 0$ (Aman).

Analisa Dinding Penahan Tanah Menggunakan Program PLAXIS V8.2

Parameter yang di masukkan ke dalam simulasi adalah parameter-parameter tanah di lokasi penelitian. Parameter tanah tersebut di dapatkan dari data sekunder proyek sesuai dengan keadaan di lapangan. Parameter-parameter tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Tanah pada PLAXIS V8.2

Parameter (Notasi)	Satuan	Tanah 1	Tanah 2	Tanah 3
Model Material (<i>Model</i>)	-	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Jenis Perilaku Material (<i>Type</i>)	-	Terdrainase	Terdrainase	Terdrainase
Berat Volume Unsaturated (γ_{unsat})	kN/m ³	16,00	16,00	16,00
Berat Volume saturated (γ_{sat})	kN/m ³	18,00	18,00	20,00
Modulus Elastisitas (E)	kN/m ²	50000	50000	70000
Angka Poisson (ν)	-	0,30	0,30	0,30
Kohesi (C)	kN/m ²	0	0	0
Sudut Geser Dalam (ϕ)	°	34	34	36
K _x	m/hari	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03
K _y	m/hari	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03

Untuk parameter-parameter bangunan dinding penahan tanah dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Parameter Bangunan pada PLAXIS

Parameter (Notasi)	Satuan	Dinding Penahan Tanah
Model Material (<i>Model</i>)	-	Linier-Elastic
Jenis Perilaku Material (<i>Type</i>)	-	Non-Porous
Berat Volume Beton (γ_{beton})	(kN/m ³)	24
Modulus Elastisitas (E)	(kN/m ²)	87,928
Angka Poisson (ν)	-	0,25

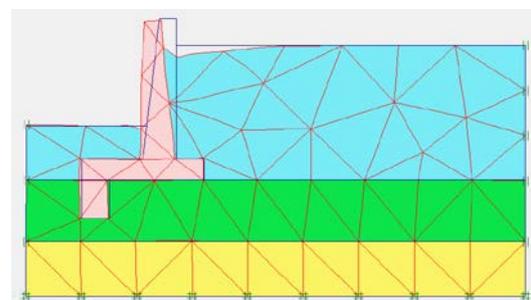
Setelah memasukkan parameter tanah dan bangunan, selanjutnya adalah beban yang bekerja pada dinding penahan tanah. Untuk

beban yang bekerja pada dinding penahan tanahnya adalah beban lalu lintas yang diasumsikan sebagai beban merata. Dalam hal ini, beban diperuntukkan menganalisa perilaku deformasi yang terjadi pada struktur dinding penahan tanah. Besaran beban lalu lintas yang melintas sesuai dengan yang didapatkan pada data sekunder proyek RDMP Balikpapan yaitu 12,44 kN/m. Pada penelitian ini selain beban lalu lintas, ada juga beban gempa untuk permodelan akibat beban dinamis. Percepatan gempa yang dipakai dianggap sesuai dengan percepatan puncak di lokasi penelitian berdasarkan peta gempa yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia Tahun 2010. Dalam peta ini menempatkan kota Balikpapan, Kalimantan Timur dan sekitarnya dalam zona koefisien gempa 0,05-0,1 g.

Setelah semua tahapan perhitungan telah selesai dimasukkan, hasil perhitungan dapat diperoleh nilainya. Dalam penelitian pada skripsi ini, hasil perhitungan yang ditinjau diambil dari deformasi dinding penahan tanah pada potongan melintang yang dilihat berdasarkan nilai *displacement* atau pergerakan struktur dinding penahan tanah tersebut.

1. Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah Sebelum di Bebani

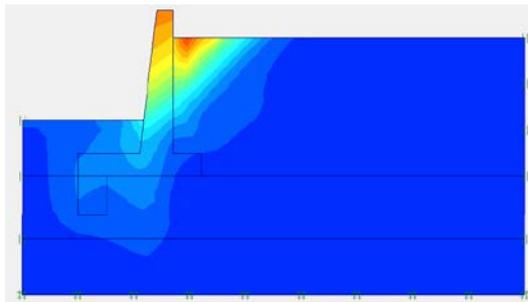
Jaring-jaring elemen hingga atau *meshing* pada sta. 0-051 pada program PLAXIS dengan deformed mesh sebelum diberi beban dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Deformed Mesh Sebelum Dibebani

Nilai *effective stresses* sebelum diberi beban adalah sebesar -97,12 kN/m², yang menunjukkan arah tegangan efektif lebih banyak ke kiri. Besaran nilai angka aman atau *safety factor* sebelum diberi beban adalah 3,783. Pada program PLAXIS Nilai *total displacement* sebelum diberi beban didapatkan senilai 0,00153 m. Untuk gambar *total displacement* yang

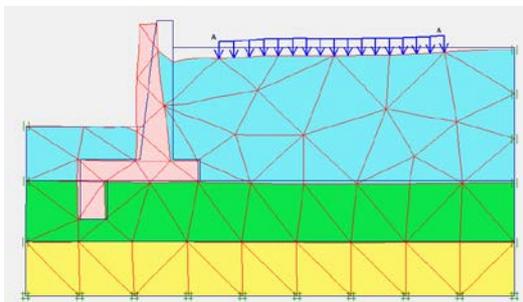
terjadi pada dinding penahan tanah bisa dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. *Total Displacement* Sebelum Dibebeani

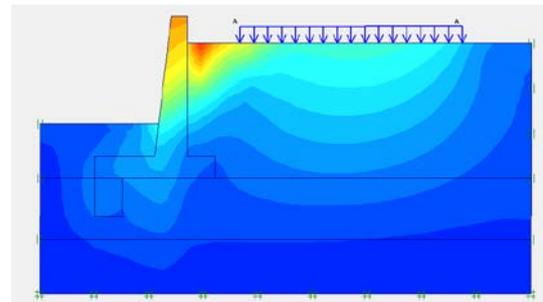
- Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah dengan Beban Lalu Lintas dan Beban Gempa

Jaring-jaring elemen hingga atau *meshing* pada sta. 0-051 pada program PLAXIS dengan *deformed mesh* setelah ditambahkan beban lalu lintas dan beban gempa dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. *Deformed Mesh* dengan Beban Lalu Lintas dan Beban Gempa

Nilai *effective stresses* dengan beban lalu lintas adalah sebesar $-100,92 \text{ kN/m}^2$, yang menunjukkan arah tegangan efektif lebih banyak ke kiri. Besaran nilai angka aman atau *safety factor* dengan beban lalu lintas dan beban gempa adalah 2,453. Pada program PLAXIS v8.2 Nilai *total displacement* dengan beban lalu lintas dan beban gempa didapatkan senilai 0,00184 m. Untuk gambar *total displacement* yang terjadi pada dinding penahan tanah dengan beban lalu lintas dan beban gempa bisa dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. *Total Displacement* dengan Beban Lalu Lintas dan Beban Gempa

KESIMPULAN

Dari hasil analisa perilaku gerakan massa tanah pada dinding penahan tanah proyek RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051 menggunakan metode elemen hingga dengan program PLAXIS v8.2 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Nilai faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah RDMP Balikpapan sta. 0+027 - 0+051 sebelum diberi beban didapatkan dari dua perhitungan, yaitu perhitungan manual dan perhitungan menggunakan program PLAXIS v8.2. Pada perhitungan manual didapatkan nilai angka aman terhadap pergeseran, penggulingan dan daya dukung ijin tanah memenuhi syarat keamanan. Nilai angka aman terhadap pergeseran adalah 4,05 lebih besar dari yang disyaratkan 1,5. Nilai angka aman terhadap penggulingan adalah 5,45 lebih besar dari yang disyaratkan 1,5. Angka aman terhadap kapasitas daya dukung ijin tanah adalah $8,43 \text{ t/m}^2$ tidak melebihi tegangan yang diizinkan sebesar $12,51 \text{ t/m}^2$. Pada perhitungan menggunakan program PLAXIS v8.2 didapatkan nilai angka aman sebesar 3,783 lebih besar dari yang disyaratkan 1,5.
- Perilaku deformasi yang terjadi pada massa tanah dinding penahan tanah RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051 sesudah diberi beban lalu lintas dan beban gempa. Nilai *effective stresses* dengan beban lalu lintas dengan gempa adalah $-100,92 \text{ kN/m}^2$ dengan angka aman 2,453 lebih besar dari yang disyaratkan 1,5 dan *total displacement* sebesar 0,00184 m lebih kecil dari batas pergerakan longsor yang ditoleransi kan 0,2-0,4 m.

SARAN

Pada saat menganalisa dinding penahan tanah dengan menggunakan program PLAXIS hal yang harus diperhatikan adalah parameter-parameter yang menjadi *input* untuk permodelan yang akan dianalisa dan tahapan-tahapan permodelan agar kesalahan dalam pengerjaan bisa lebih di minimalisir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh kawan-kawan akademika Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin yang telah mendukung kegiatan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Pimpinan Proyek RDMP yang telah membantu memberikan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini dan juga kepada semua mahasiswa/i yang terlibat aktif dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Arif dan A. Widodo. "Analisa Balik Kelongsoran (Studi Kasus di Jember)", *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 16.2 (2012): 130-147
- [2] Bowles, J.E. *Analisis dan Desain Pondasi Jilid 2*. Erlangga, Jakarta (1986)
- [3] M. Endaryanti. dan Marpaung. "Analisis Perkuatan Lereng dengan Menggunakan Dinding Penahan Tanah di Skyland Jayapura Selatan". *Jurnal Teknik Volume VIII*, (2019): 22-35
- [4] R. Fitri. "Analisis Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Safety Factor Lereng dengan Perkuatan Bored Pile Menggunakan Program PLAXIS 8.2, Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta (2016)
- [5] H.C. Hardiyatmo. *Analisis dan Perancangan Fondasi I Edisi Ketiga*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta (2014)
- [6] H.C. Hardiyatmo. *Mekanika Tanah I Edisi Ketiga*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta (2003)
- [7] H.C. Hardiyatmo. *Mekanika Tanah II Edisi Kelima*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta (2010)
- [8] M. Kalalo. "Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Sekitar Areal PT. Trakindo, Desa Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara)", *Jurnal Sipil Statik*, 5.5 (2017): 285-294
- [9] Kementerian Pekerjaan Umum. *Peta Zonasi Gempa Indonesia 2010*. Balitbang PU, Jakarta (2010)
- [10] B. Look. *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Table*. UK Taylor and Francis Group, London (2007)
- [11] N. Nanda. "Studi Stabilitas Lereng Jalan Tarusan Painan Pesisir Selatan dan Penanggulangannya", *Jurnal Universitas Putra Indonesia*, 1.2 (2019): 110-121
- [12] A.A. Noor. "Pengaruh Beban Kendaraan Sebagai Beban Terbagi Rata terhadap Deformasi Geogrid sebagai Perkuatan Embankment", *Dinamika Rekayasa*, 8.1 (2012): 31-35
- [13] O.F. Nur dan A. Hakam. "Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall) Akibat Beban Dinamis dengan Simulasi Numerik", *Jurnal Teknik Sipil Universitas Andalas*, 6.2 (2010): 41-54
- [14] PT. Wijaya Karya. *Data Penyelidikan Tanah (Soil Investigation)*. Balikpapan (2019)
- [15] Rahardjo, Salim dan Widjaja. *Manual Kestabilan Lereng*. Geotechnical Engineering Center Universitas Katolik Parahyangan, Bandung (2002)
- [16] Sosrodarsono dan Nakazawa. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Pradnya Paramita, Jakarta (2002)
- [17] M.K. Wardani, F.T. Nuciferani dan M.F.N. Aulady. "Perencanaan Dinding Penahan Tanah untuk Menanggulangi Kelongsoran pada Kompleks Peternakan Ayam di Kecamatan Kandangan, Kediri, Jawa Timur", *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 2.2 (2018): 87-93
- [18] N.A. Wibowo. "Pengaruh Kondisi Ekstrim Terhadap Stabilitas Internal dan

- Eksternal Dinding Penahan Tanah Menggunakan Program PLAXIS 8.2”, Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta (2016)
- [19] D. Yulianto. “Analisis Dinding Penahan Tanah dan Stabilitas Lereng dengan Struktur Counter Weight Menggunakan Program PLAXIS 8.5”. Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta (2013)