ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN DINDING KANTILEVER DAN SHEET PILE PADA BANTARAN SUNGAI CODE

Rizaldi Hediyanto[1], Muhammad Rifqi Abdurrozak[2]
[1]Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: hrezaldi@yahoo.co.id
[2] Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: 135111101@staf.uii.ac.id

Abstract *River banks slope often experience scouuring due to the river water flow which might result in a slump. It requires slopes retrofitting to minimize the avalance. The variation reinforcemet use cantilever reinforcement and sheet pile. However, river bank slope stability is required to be conducted before applying both reinforcement variation. The analysis can be carried out manually or by using computer program like geoslope/w.*

This research was aimed at finding the safety factor of the slope existing, cantilever reinforcement and sheet pile using cumputer program geoslope/w. Finding slope lateral dispalcement both variation using computer program sigma/w. Vertical load using 30kN/m3 from calculation program SAP2000.

The result of the research show that the safety factor of the slope existing weight self consequence is 1,118 and earthquake consequence is 0,565. Safety factor of the cantilever reinforcement weight self consequence is 2,639 and earthquake consequence is 1,789. Safety factor of the sheetpile weight self consequence is 2,726 and earthquake consequence is 1,846. The safety factor of the slope both reinforcement planig is > 1,5 then, the slope stable and the slump rarely occusr. The biggest dispalcement result from cantilever reinforcement section A-A is 0,7 , section B-B is 1,01m and section C-C is 0,1 m. The biggest dispalcement result from sheetpile section A-A is 0,44 , section B-B is 1,03m and section C-C is 0,088 m.

Keyword*: slope stability, cantilever, geoslope, sheet pile*

1. PENDAHULUAN

Sungai Code berasal dari gunung berapi yang sangat aktif, maka sungai ini seringkali mengalami banjir lahar, atau lebih dikenal dengan banjir yang diakibatkan oleh gugurnya atau hanyutnya lahar dingin yang mengendap di kubah Gunung Merapi, sebagai akibat dari hujan yang terjadi di wilayah gunung tersebut. banjir lahar yang dapat dipastikan akan selalu terjadi apabila endapan lahar yang ada di Gunung Merapi terkena hujan, sehingga lahar tersebut hanyut dan mengalir melalui sungai code akan menimbulkan dampak yang sangat besar bagi penduduk di sepanjang bantaran sungai. Banyak rumah

yang rusak atau hanyut terkena terjangan banjir lahar dingin tersebut.

Langkah mengatisipasi datangnya banjir lahar dingin, pemerintah kota telah membuat talud di sepanjang pinggiran Sungai Code yang ada di wilayah Kota Yogyakarta, dan secara berkala melakukan pengerukan sungai dengan menggunakan ekskavator.

Akhir-akhir ini banyak terjadi kelongsorosan di bantaran Sungai Code Yogyakarta mengakibatkan banyak dinding penahan tanah yang mengalami keruntuhan, pada penelitian ini ini mengambil kasus yang baru saja terjadi di daerah Jl.Sarjito, Terban Yogyakarta.

Penelitian ini menganalisis dinding penahan tanah sebelum terjadi longsor, setelah terjadi longsor dan perkuatan desain yang baru dinding penahan tanah kantilever dan dinding turap. Keunggulan kantilever dibandingkan dengan pasangan batu yaitu lebih kuat, lebih kedap air, dan tahan lama.

2. STUDI PUSTAKA

Suyadi (2015) mengemukakan bahwa peristiwa longsor adalah salah satu ancaman di Indonesia mengingat negara ini memiliki kondisi geografis yang beragam. Banyak kejadian longsor yang mengakibatkan korban jiwa. Salah satunya peristiwa longsor yang terjadi adalah di Kabupaten Trenggalek. Pada awalnya pemerintah sudah membangun dinding penahan tanah pada lereng tersebut, tetapi masih belum cukup untuk menahan kelongsoran tanah pada lokasi tersebut.Melalui data yang diketahui, lereng memiliki ketinggian antara 8 m sampai 8,5 m dengan panjang dinding penahan 375 m dan mengalami kelongsoran pada bagian struktur sepanjang 90 m. Setelah dianalisa dengan bantuan perangkat lunak *slope/w* pada lereng tersebut didapatkan angka keamanan hanya 0,660 sehingga terjadilah longsor. Dilakukanlah desain ulang lereng tersebut menggunakan perkuatan Geotekstil dengan jumlah 5 lapis, kapasitas tarik 400 kN/m, kohesi 0 kN/m2 dan sudut geser terhadap tanah 38°, jarak vertikal 1 m. Dengan analisa menggunakan *slope/w* diperoleh angka keamanan baru sebesar 1,893.

Nugraha (2013), merencanakan dinding penahan tanah di daerah Yogyakarta, jalan Piyungan – Batas Gunung Kidul, dinding yang direncanakan adalah dinding kantilever dengan struktur dari beton.
Tujuan dari penelitian ini untuk merencanakan dimensi dan stabilitas dinding penahan tanah terhadap bahaya pergeseran, penggulingan dan keruntuhan dengan metode manual. Kemudian diolah memggunakan program *Geo5* dan penggunaan program *Geo5* untuk mencari nilai keamanan dari stabilitas dinding penahan tanah.

Diliaristanto (2016) pada penelitiannya mengemukakan bahwa perkuatan lereng menggunakan *sheet pile* untuk menanggulangi longsor. Metode yang dilakukan adalah dengan melakukan analisis stabilitas lereng berdasarkan kondisi eksisting di Desa Tambak merang, Kecamatan Girimarto, Kabupaten Wonogiri, dengan ketinggian 14 m dan kemiringan sebesar 60°. Penelitian stabilitas lereng dengan memperhitungkan pengaruh gempa yang terjadi. Analisis stabilitas lereng menggunakan Software *Geoslope*. Perencanaan perkuatan menggunakan *sheet pile* dengan variasi ketinggian 1/2H, 1/3H, dan 1/4H dari ketinggian lereng dan kelandaian kemiringan permukaan lereng sebesar 60°(kondisi asli lereng), 10°, 20°, dan 30°.

Ashari (2015), menganalisis stabilitas lereng menggunakan perkuatan *sheet pile.* Program yang digunakan adalah Plaxis versi 8.2 untuk membatu mengetahui angka aman dan displacement pada *sheet pile*. Hasil yang didapatkan pada pajang 9m diperoleh *SF* 1,779 dengan perpindahan *sheet pile* 20,7cm dan pada panjang 10m diperoleh nilai *SF* 1,889 dengan perpindahan *sheet pile* 20,45 cm.

Menurut Kasthalisti (2007), penelitian yang berjudul Analisa Pengaruh Gempa Terhadap Konstruksi Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil *Woven* berisi tentang kondisi lereng yang bervariasi dengan ketinggian 5,8,dan 10 m, sudut kemiringan 60º, 75º, dan 90º, dan variasi nilai kohesi berkisar antara 5-20 kN/m^2 . Pengaruh gempa dianalisis terhadap rancangan geotekstil *woven* sebagai perkuatan lereng dengan beban statik, menggunakan alat bantu program *Slope/w* berdasarkan metode kesetimbangan batas. Proses perancangan material perkuatan geotekstil *woven* menggnakan metode *Jewell*.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Dinding Penahan Kantilever

Dinding penahan tanah yang di gunakan pada penelitian ini adalah jenis kantilever. Dinding penahan tanah yang akan digunakan harus mampu menahan gaya-gaya yang bekerja dan aman terhadap penggeseran, penggulingan, dan keruntahan kapasitas dukung tanah.

3.1.1 Stabilitas Penggeseran

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh gesekan antara tanah dengan pondasi dan tekanan tanah pasif bila di

depan dinding penahan tanah terdapat tanah timbunan.

Faktor aman terhadap penggeseran (Fgs) dinyatakan dengan Persamaan 1 berikut ini.

$$Fgs = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph} \geq 2 \quad (1)$$

dengan ∑Rh = tahanan terhadap penggeseran, dan ΣPh = jumlah gaya-gaya horizontal.

3.1.2 Stabilitas Penggulingan

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) dinyatakan dengan Persamaan (2) berikut ini.

$$F_{gl} = \frac{\Sigma Mw}{\Sigma Mgl} \quad (2)$$

dengan ∑Mw = momen yang melawan penggulingan dan ∑Mgl = momen yang mengakibatkan penggulingan.

3.1.3 Stabilitas Kapasitas Dukung

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah dasar dihitung dengan Persamaan 3 berikut ini.

$$SF = \frac{q_u}{q_{maks}} \geq 3 \quad (3)$$

dengan qu = kapasitas dukung ultimit dan qmaks = tekanan akibat beban struktur.

3.2 Dinding Penahan *Sheet Pile*

Dinding sheet pile pada penelitian ini keamana yang di tinjau adalah dari kedalam penetrasi sheet pile, pamjnag sheet pile dan momen maksimal yang terjadi.

3.2.1 Kedalaman *Sheet Pile*

Panjang kedalaman penetrasi turap dinyatakan dengan persamaan (4) berikut ini.

$$D = D1 + y \quad (4)$$

Kedalam turap yang aman dinyatakan pada persamaan (5) berikuit ini

1,2 – 1,5 adalah angka pengkali supaya aman dan diambil nilai 1,2

$$= D \times 1{,}2 \quad (5)$$

dengan D = kedalaman penetrasi

Panjang turap total dinyatakan pada persamaan (6) berikut ini.

$$= H + D \quad (6)$$

dengan H= tinggi sheet pile dan D = kedalaman penetrasi

3.2.2 Momen Maksimal pada *Sheetpile*

Momen maksimum dinyatakan pada persamaan (7) berikut ini.

Mmaks =

$$Pa\left(\frac{Pa}{4c-q'} + y\right) - 0{,}5\frac{Pa}{4c-q'} \quad (7)$$

dengan Pa = tekanan aktif tanah, c= cohesi, q'= beban merata

3.3 Program Geostudio

Menurut *Geostudio International* yang terdapat didalam e-book *Stability Modeling With SLOPE/W* 2007, *Geoslope Office* adalah sebuah paket aplikasi untuk pemodelan geoteknik dan geo-lingkungan. Software ini melingkupi *SLOPE/ W, SEEP / W, SIGMA / W, QUAKE/ W, TEMP / W, dan CTRAN / W.* Yang sifatnya terintegrasi sehingga memungkinkan untuk menggunakan hasil dari satu produk ke dalam produk yang lain. Ini unik dan fitur yang kuat sangat memperluas jenis masalah yang dapat dianalisis dan memberikan fleksibilitas untuk memperoleh modul seperti yang dibutuhkan untuk proyek yang berbeda.

SLOPE / W merupakan produk perangkat lunak untuk menghitung faktor keamanan tanah dan kemiringan batuan. Dengan *SLOPE / W*, kita dapat menganalisis masalah baik secara sederhana maupun kompleks dengan menggunakan salah satu dari delapan metode kesetimbangan batas untuk berbagai permukaan yang miring, kondisi tekanan pori-air, sifat tanah dan beban terkonsentrasi. Kita dapat menggunakan elemen tekanan pori air yang terbatas, tegangan statis, atau tekanan dinamik pada analisis kestabilan lereng. Anda juga dapat melakukan analisis probabilistik.

SIGMA / W adalah salah satu software yang digunakan untuk menganalisis tekanan geoteknik dan masalah-masalah deformasi. Dengan *SIGMA / W*, kita dapat mempertimbangkan analisis mulai dari

masalah deformasi sederhana hingga masalah tekanan-efektif lanjutan secara bertahap dengan menggunakan model konstitutif tanah seperti linier-elastis, anisotropik linier-elastis, nonlinier-elastis (hiperbolik), elastis-plastik atau Cam-clay.

4. METODELOGI

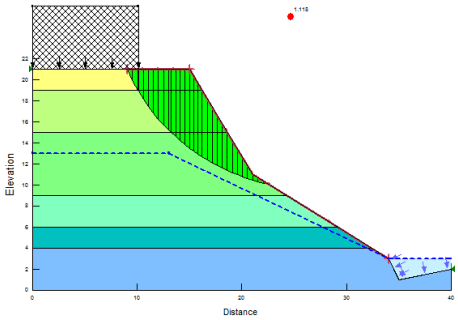
Tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini dengan menngumpulkan data data primer berupa survey pemetaan lereng untuk mengetahui potongan melintang lereng, selain itu data yang digunakan pada penelitian ini ada data sekunder berupa data propertis tanah dan bereat beban diatas lereng yang dihitung dengan perhitungan *SAP2000* didapatkan nilai 30 KN/m^2. Setalah mendapatkan data primer dan sekunder dilakukannya analisis lereng eksisting dengan program *slope/w* untuk mencari angka keamana lereng dan dilajutkan dengan analisis menggunakan program *sigma/w* untuk mengetahui deformasi tanah pada lereng eksisiting. Selanjutnya dilakukannya analisis lereng dengan perkuatan dinding kantilever dengan program *slope/w* untuk mencari angka keamana lereng dan dilajutkan dengan analisis menggunakan program *sigmw/w* untuk mengetahui deformasi tanah pada lereng dengan perkuatan kantilever. Selanjutnya dilakukannya analisis lereng dengan perkuatan *sheet pile*dengan program *slope/w* untuk mencari angka keamana lereng dan dilajutkan dengan analisis menggunakan program *sigma/w* untuk mengetahui deformasi tanah pada lereng dengan perkuatan *sheet pile*. Setelah medapat kan angka aman dan deformasi lereng dari masing-masing perkuatan selanjutnya membuat kesimpulan hasil penelitian dan membuat saran untuk penelitian selanutnya.

5. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Lereng Eksisting

Analisis stabilitas lereng eksisting di bataran Sungai Code dilakukan dengan menggunakan program *slope/w* dengan metode *bishop* dan analisis deformasi tanah menggunakan program *sigma/w*.

Hasil nilai angka aman pada lereng eksisting dengan beban bangunan diatas lereng dan beban gempa dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 1 Hasil Analisis Lereng Eksisitng

Tabel 1 Rekapitulasi Angka Aman Lereng Eksising

Kondisi	Angka Aman
Normal	1,118
Gempa	0,564

5.2 Analisis Lereng Perkuatan Dinding Kantilever

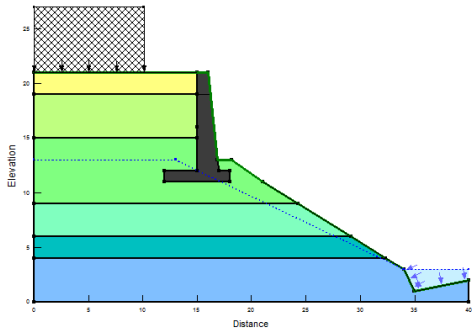
Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan dinding kantilever di bataran Sungai Code dilakukan dengan menggunakan perhitungan manual, program *slope/w* dengan metode *bishop* dan analisis deformasi tanah menggunakan program *sigma/w*.

Perhitungan manual dilakukan untuk menganalisis stabilitas eksternal dinding penahan tanah. Hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah dengan perhitungan manual dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Angka Aman dengan Perhitungan Manual

Ketahanan	SF	Keterangan
Geser	4,09	Aman
Guling	5,29	Aman
Kapasitas Dukung	15,46	Aman

Hasil nilai angka aman pada lereng perkuatan dinding kantilever dengan beban bangunan diatas lereng dan beban gempa dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3 dan Tabel 3.

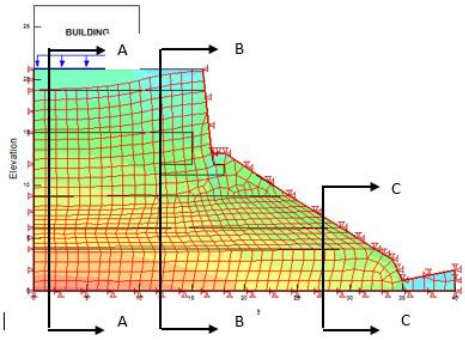


Gambar 2 Hasil Analisis Lereng Dinding kantilever

Tabel 3 Rekapitulasi Angka Aman Lereng Dinding Kantilever

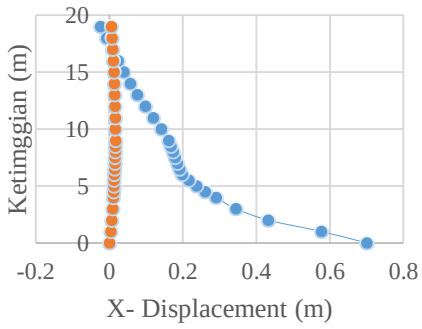
Kondisi	Angka Aman
Normal	2,639
Gempa	1,789

Hasil dari analisis deformasi tanah menggunakan program sigma/w dibagi menjadi tiga potongan yaitu potongan A-A, B-B dan C-C yang dapat dilihat pada Gambar 3.

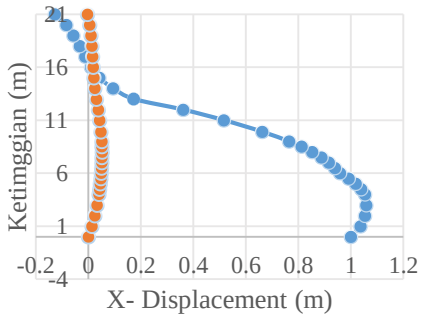


Gambar 3 Hasil Analisis Deformasi Lereng Dinding kantilever

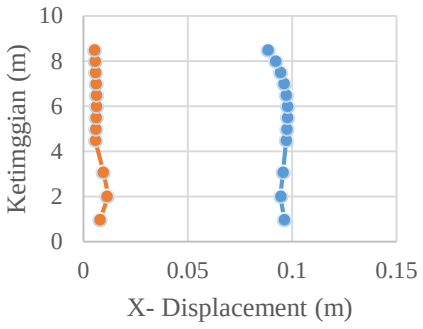
Deformasi tanah yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6. Keterangan garis merah adalag pergerakan saat tidak terjad gempa dan garis biru pada saat terjadi gempa. Ketiga potongan tersebut memiliki persamaan yaitu pergerakan tanah akan semakin besar pada saat keladaman lereng semakin dalam.



Gambar 4 Grafik Lateral *Displacement* Potongan A-A



Gambar 5 Grafik Lateral *Displacement* Potongan B-B

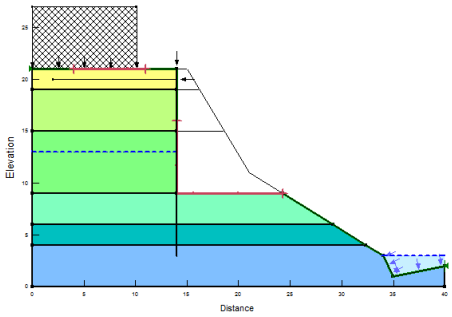


Gambar 6 Grafik Lateral *Displacement* Potongan C-C

5.2 Analisis Lereng Perkuatan *Sheet Pile*

Analisis stabilitas lereng perkuatan *sheet pile* di bataran Sungai Code dilakukan dengan menggunakan program *slope/w* dengan metode *bishop* dan analisis deformasi tanah menggunakan program *sigma/w*.

Hasil nilai angka aman pada lereng perkuatan *sheet pile* dengan beban bangunan diatas lereng dan beban gempa dapat dilihat pada Gambar 6 dan Tabel 4.

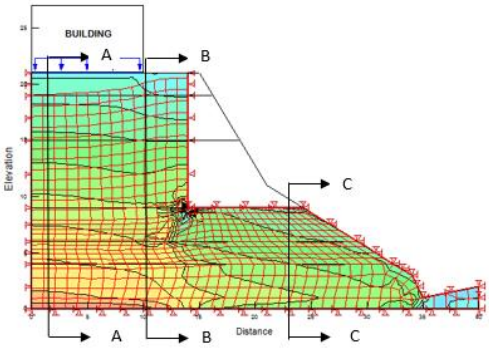


Gambar 7 Hasil Analisis Lereng *Sheet Pile*

Tabel 4 Rekapitulasi Angka Aman Lereng Dinding Kantilever

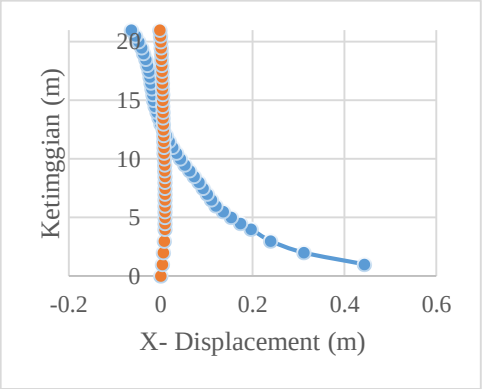
Kondisi	Angka Aman
Normal	2,726
Gempa	1,846

Hasil dari analisis deformasi tanah menggunakan program sigma/w dibagi menjadi tiga potongan yaitu potongan A-A, B-B dan C-C yang dapat dilihat pada Gambar 8.

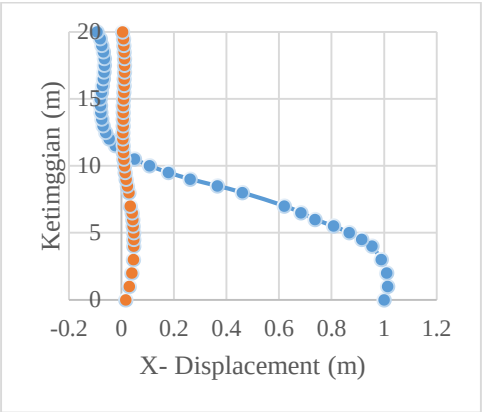


Gambar 9 Hasil Analisis Deformasi Lereng *Sheet Pile*

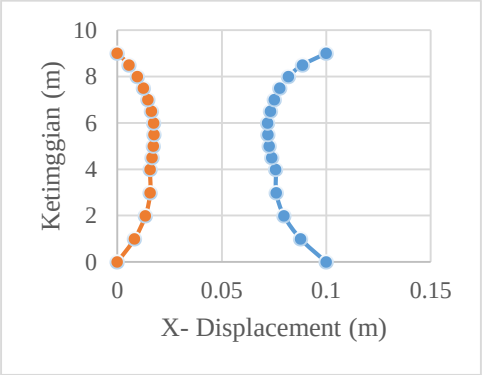
Deformasi tanah yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 10, Gambar 11, dan Gambar 12. Keterangan garis merah adalag pergerakan saat tidak terjad gempa dan garis biru pada saat terjadi gempa. Ketiga potongan tersebut memiliki persamaan yaitu pergerakan tanah akan semakin besar pada saat keladaman lereng semakin dalam.



Gambar 10 Grafik Lateral *Displacement* Potongan A-A



Gambar 11 Grafik Lateral *Displacement* Potongan B-B



Gambar 10 Grafik Lateral *Displacement* Potongan C-C

6. SIMPULAN DAN SARAN

6.1Simpulan

Dari hasil penelitian diatas, kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu.

1. Pada lereng eksisting, hasil dari analisis menggunakan program geoslope/W didapatkan nilai SF lereng dengan beban berat sendiri adalah 1,118 dan nilai SF dengan beban gempa adalag 0,565.
2. Pada perkuatan dinding kantilever, hasil dari analisis menggunakan program geoslope/W didapatkan nilai SF lereng dengan beban berat sendiri adalah 2,639 dan nilai SF dengan beban gempa adalag 1,789.
3. Pada perkuatan *sheet pile*, hasil dari analisis menggunakan program geoslope/W didapatkan nilai SF lereng dengan beban berat sendiri adalah 2,726 dan nilai SF dengan beban gempa adalag 1,846.
4. Pergerakan tanah terbesar pada perkuatan kantilver dengan beban non gempa pada potongan A-A adalah 0,0159m pada potongan B-B adalah 0,0134 m dan pada potongan C-C adalah 0,096 m. Pergerakan dengan beban gempa pada potongan A-A adalah 0,7 m pada potongan B-B adalah 1,03 m dan pada potongan C-C adalah 0,1 m.
5. Pergerakan tanah terbesar pada perkuatan *sheet pile* dengan beban non gempa pada potongan A-A adalah 0,0377 m pada potongan B-B adalah 0,047 m dan pada potongan C-C adalah 0,008 m. Pergerakan dengan beban gempa pada potongan A-A adalah 0,44 m pada potongan B-B adalah 0,9 m dan pada potongan C-C adalah 0,088 m.
6. Perbandingan dari kedua analisis yang di tinjau dari *SF* lereng dan deformasi yang terjadi, nilai SF pada dinding kantilever lebih kecil dari nilai SF dari perkuatan sheet pile. Deformasi yang terbesar terjadi pada dinding kantilever lebih besar dari deformasi yang terbesar pada didning kantilever.

6.2Saran

Berdasarkan hasil peneltian, maka perlu adanya penelitian lanjut untuk melengkapi dan mengembangkan tema penelitian ini. Adapun saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya.

1. Pemodelan selanjutnya dapat dilakukan menggunakan program lain, seperti *STABB, Plaxis, Geo5,* dan lain-lain.
2. Menambahkan perhitungan struktur dengan mengitung jumlah tulangan yang akan dipakai.
3. Menambahkan variasi muka air tanah.
4. Menambahkan variasi beban vertikal.
5. Menambahkan perhitungan rencana anggaran biaya pada perkuatan dinding.
6. Membandingkan dengan jenis perkuatan lain, misalnya *soil nailing*, *strip reinforcement*, geogrid, dan lain-lain.
7. Pada kasus ini perkuatan yang terbaik adalah perkuatan *sheet pile* karena

mempunyai nilai *SF* yang lebih besar dan deformasi pergerakan tanah yang lebih kecil dibandingkan dengan perkuatan *sheet pile*

Daftar Pustaka

Ashari, Muhammad. 2015. Analisis Stabilitas Lereng Sheet pile. *Tugas Akhir*. Universitas Hasanudin. Makasar

Diliaristanto. 2016. Pengaruh Kedalaman Sheet Pile dan kemiringan Tanah Diatas Sheet Pile pada Stabilitas Lereng. *Tugas Akhir*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta

International, GEO-SLOPE. 2008. Stability Modeling With SLOPE/W 2007 Version. (http://downloads.geoslope.com)

Com/geostudioresources/8/0/6/books/slope%20modeling.pdf?v=8.0.7.6129). Diakses 18 Desember 2017.

Kasthalisti. 2007. Analisa Pengaruh Gempa Terhadap Konstruksi Lereng dengan Perkuatan Geotekstil Woven. Tugas Akhir. Universitas Bina Nusantara.

Nugraha, Adi. 2013. Perencanaan Dinding Penahan Tanah denagn Menggunakan Program Geo 5. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta

Suyadi, Widodo. 2015 Stablitilas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Perangkat Lunak. Universitas Brawijaya. Malang