

ANALISIS PERILAKU MASSA TANAH PADA KONSTRUKSI DINDING PENAHAN TANAH, SHEET PILE DAN SHEET PILE DIANGKUR PADA LERENG SUNGAI GAJAH PUTIH

Putri Anggarini¹, Muhammad Rifqi Abdurrozak²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: putrianggarini99@gmail.com

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: rifqi_abdurrozak@uii.ac.id

Abstract : *Gajah Putih River which is located in Surakarta City. This river area is protected by a retaining wall to maintain the strength of the river slope. The failure of the retaining wall is one of the reasons that is caused by the movement of the soil. Causes of soil movement include soil condition, groundwater influence, external load and earthquake load. Beside the retaining wall, sheet pile can also be used to hold the ground. This study was preceded by secondary data retrieval. The analysis of this study began with stability analysis of retaining wall in Gajah Putih River and planning of sheet pile. The analysis continued with modeling building construction using Plaxis program. From this study, the stability of retaining wall had fulfilled the safety factor of shifting, overthrowing and strong soil support. When the water surface condition was normal, the obtained stability values were 3,864, 9,992, 3,322; larger than flood water condition which its stability values were 3,417, 8,584, 3,001. From the result of analysis using Plaxis, it was obtained that the amount of movement of retaining wall with outer load and earthquake load of normal water level condition and flood water level condition respectively were 0,0776 cm, 0,0767 cm, 2,823 cm and 2,817 cm; smaller than the results of sheet pile with same condition which respectively were 2,674 cm, 2,656 cm, 6,653 cm and 6,570 cm. Amount movement of retaining wall smaller too than the results of sheet pile with anchor in same condition which respectively were 2,599 cm, 2,283 cm, 6,096 cm and 6,085 cm. The results were relatively safe of landslide hazards.*

Keywords : *stability, soil mass movement, retaining wall, sheet pile, plaxis*

1. PENDAHULUAN

Lereng Sungai Gajah Putih diperkuat oleh tanggul. Tanggul tersebut terbuat dari pasangan batu kali Namun di musim hujan dengan intensitas hujan yang tinggi, kecepatan aliran air sungai menjadi sangat deras sehingga mengakibatkan tanggul di tebing sungai longsor.

Pembangunan dinding penahan tanah yang baru merupakan salah satu upaya untuk menjaga kekuatan lereng sungai. Dinding penahan tanah yang baru merupakan dinding kantilever yang terbuat dari beton. Selain dinding penahan tanah, *sheet pile* (turap) juga bisa digunakan untuk menahan tanah. Kelebihan *sheet pile* yaitu pemasangan yang mudah, sehingga banyak

digunakan pada pekerjaan-pekerjaan sebagai alternatif dinding penahan tanah.

Kegagalan bangunan penahan tanah salah satunya disebabkan oleh pergerakan tanah. Penyebab terjadinya pergerakan tanah diantaranya keadaan tanah, pengaruh muka air tanah, gravitasi, beban luar dan beban gempa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas dinding penahan tanah pada Sungai Gajah Putih, serta membandingkan pergerakan massa tanah dan *safety factor* dinding penahan tanah, *sheet pile*, dan *sheet pile* diangkur yang dipengaruhi oleh beban luar dan beban gempa dengan variasi muka air tanah. Muka air normal terletak pada kedalaman 4,37 m dan muka air banjir terletak pada kedalaman 3,89 m. Pada penelitian ini digunakan program *Plaxis* sebagai program untuk pengkajian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kalalo (2017) melakukan penelitian mengenai Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Sekitar Areal PT. Trakindo, Desa Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara).

Dari analisis stabilitas dinding penahan tanah akibat pengaruh muka air tanah pada puncak pondasi untuk 2 kondisi yaitu kondisi 1, kondisi rencana awal dinding penahan tanah yang ada di lokasi (kondisi normal), dan kondisi 2, (kondisi eksisting) menunjukkan bahwa dinding penahan tanah pada kondisi 2 sudah tidak stabil dengan angka faktor keamanan daya dukung tanah 1.848 dan 1.031. Dari hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah dengan pengaruh beban gempa (zona 5) untuk kondisi 2 menunjukkan kondisi sudah tidak stabil dan dengan program bantu *Plaxis* untuk muka air tanah pada puncak pondasi, menunjukkan dinding penahan tanah yang tidak stabil dengan angka faktor keamanan 1.0.

Alhadi dkk. (2014) melakukan penelitian mengenai Analisa Ulang Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Sebagai Penyangga

pada Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Jembatan Lingkar Unand.

Dari hasil analisis diperoleh stabilitas dinding penahan tanah tipe kantilever tidak aman dari stabilitas terhadap geser ($1,8 < 2$) dan guling ($1,49 < 2$), dengan tanah yang digunakan di proyek merupakan tanah berkohesi ($f_s=2$). Sehingga peneliti menghitung kembali agar dinding penahan tanah aman terhadap keruntuhan stabilitas geser dan guling, dengan merubah memperpanjang dimensi alas menjadi 3,5 meter untuk memenuhi angka keamanan.

Hidayat (2014) melakukan penelitian mengenai Analisis Pergerakan Dinding Penahan Tanah pada Plaza Andrawina, Komplek Situs Ratu Boko, Yogyakarta.

Dari penelitian ini diketahui bahwa stabilitas dinding penahan tanah 5, 6, dan 7 telah memenuhi faktor aman penggeseran dan penggulingan tetapi belum memenuhi faktor aman daya dukung tanah dasar sedangkan dinding penahan tanah 8 belum memenuhi seluruh angka aman stabilitas. Dari hasil yang diperoleh diberikan rekomendasi perbaikan dengan dinding *counterfort*. *Total displacement* maksimum terletak pada dinding penahan tanah 8 sebesar 3,495 cm dan berkurang dengan adanya perkuatan dinding *counterfort* menjadi 3,452 cm. Hasil tersebut dapat dikatakan relatif aman terhadap bahaya longsor.

Hertiany dan Asyifa (2014) melakukan penelitian mengenai Perencanaan Konstruksi *Sheet Pile Wall* sebagai Alternatif Pengganti *Gravity Wall* pada proyek Sindu Kusuma Edupark, Yogyakarta.

Dari penelitian ini diketahui bahwa nilai stabilitas *gravity wall* bervariasi dan tidak aman terhadap beberapa parameter beban statis namun masih aman menanggung beban dinamis, sedangkan *sheet pile wall* mendapat nilai $SF = 2$. Hasil stabilitas *gravity wall* dan *sheet pile wall* menunjukkan bahwa *sheet pile wall* tipe W-

325 A 1000 – *length*: 8 m lebih aman dilihat dari nilai SF yang memenuhi syarat.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Batas Gerakan Tanah

Dari data Skempton dan Hutchinson (1969) dalam Look (2007), batasan pergerakan yang masih ditoleransikan sebelum terjadi longsor pada lereng dan dinding penahan tanah dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan menurut Duncan dan Wright (2005) dalam Look (2007), toleransi *displacement* akibat gempa untuk lereng dan bendungan adalah 1 m.

Tabel 1 Batas Gerakan Tanah

Tipe	Total pergerakan(cm)
Dinding penahan kecil - besar	20 – 40
Longsor sedang - besar	40 - 130

Sumber: Look (2007)

3.2 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

1. Stabilitas terhadap Penggeseran

Faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}) didefinisikan oleh Persamaan 1.

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \quad (1)$$

dengan $\sum R_h$ = Tahanan terhadap penggeseran (kN), dan $\sum P_h$ = Jumlah gaya-gaya horizontal (kN).

2. Stabilitas terhadap Penggulingan

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) didefinisikan oleh Persamaan 2.

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} \quad (2)$$

dengan $\sum M_w$ = Momen yang melawan penggulingan (kNm), dan $\sum M_{gl}$ = Momen yang menyebabkan penggulingan (kNm).

3. Stabilitas terhadap Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah

Faktor aman dalam memperhitungkan stabilitas terhadap kuat dukung tanah dasar dirumuskan dalam Persamaan 3.

$$F = \frac{q_u}{q} \geq 3 \quad (3)$$

dengan q = tekanan akibat beban struktur.

3.3 Turap Kantilever pada Tanah Granuler

1. Kedalaman *sheet pile*

Kedalaman *sheet pile* dirumuskan oleh Persamaan 4.

$$D = Y + a \quad (4)$$

Kedalaman turap yang aman dengan mengalikan faktor keamanan 1,2 – 1,5.

2. Panjang turap total

Panjang turap total dirumuskan oleh persamaan 5.

$$= H + D \quad (5)$$

dengan H = tinggi *sheet pile* dan D = kedalaman penetrasi.

3. Momen maksimal pada *sheet pile*

Momen maksimal dirumuskan oleh persamaan 6.

$$M_{maks} = Pa \left(\frac{Pa}{4c - q'} + y \right) - 0,5 \frac{Pa}{4c - q'} \quad (6)$$

dengan Pa = tekanan aktif tanah, c = kohesi, dan q' = beban merata.

4. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini proses penelitian dibagi dalam beberapa tahapan. Tahap pertama adalah tahap analisis dan pengolahan data, pada tahap ini menghitung gaya lateral, menghitung stabilitas dinding penahan tanah dan merencanakan *sheet pile* dan angkur.

Tahap kedua adalah tahap pemodelan menggunakan *software* Plaxis untuk mencari pergerakan massa tanah dan *safety factor* dengan beban luar berupa beban pejalan kaki sebesar 1 kN/m² dari PPIUG

1983 dan beban gempa sebesar 0,364 g dari Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017. Pada tahap ini memodelkan bangunan dengan kondisi muka air normal dan muka air banjir pada setiap konstruksi dinding penahan tanah, *sheet pile* dan *sheet pile* dengan angkur.

5. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

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

Tabel 2 Hasil Perhitungan Stabilitas Dinding Penahan Tanah

No	Dinding Penahan Tanah	Faktor Aman		
		Geser	Guling	Kuat Dukung Tanah
1	MAN	3,864	9,992	3,322
2	MAB	3,417	8,584	3,001

Berdasarkan hasil analisis perhitungan stabilitas dinding penahan tanah, dapat diketahui bahwa dinding penahan tanah dengan adanya pengaruh variasi muka air tanah pada kondisi muka air normal dan muka air banjir telah memenuhi syarat aman. Syarat aman stabilitas tersebut ditinjau dari faktor aman terhadap penggeseran, penggulingan, dan kuat dukung tanah dasar

5.2 Perencanaan *Sheet Pile* dan Angkur

Dalam merencanakan *sheet pile*, peneliti menggunakan spesifikasi *Concrete Sheet Pile* produksi WIKA Beton yaitu:

1. *sheet pile* yang digunakan produksi WIKA Beton,
2. *sheet pile* terbuat dari beton,
3. tipe *sheet pile* yaitu W-600 A,
4. mutu beton *sheet pile* yaitu $f_c' = 62$ MPa,
5. tinggi = 60 cm,
6. lebar = 99,6 cm,

7. luas *sheet pile* = 2,078 cm²,
8. inersia *sheet pile* = 765,907 cm⁴, dan
9. berat volume beton $\gamma = 24$ kN/m³.
10. momen *crack* = 50,6 tm

Jadi, *sheet pile* yang digunakan aman secara struktur karena $M_{maks} = 40,927$ tm < $M_{crack} = 50,6$ tm

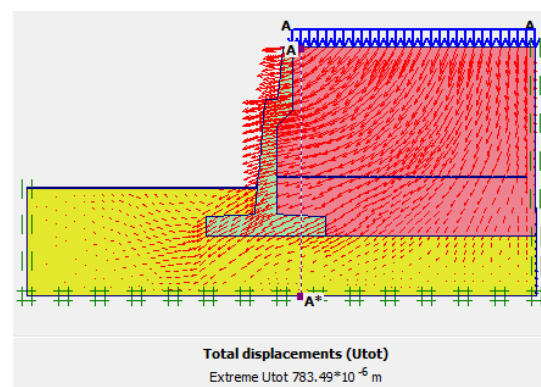
Dalam merencanakan angkur, peneliti menggunakan spesifikasi *Anchor Studs – Typical Properties* produksi ChemSet yaitu:

1. angkur yang digunakan produksi ChemSet,
2. angkur terbuat dari baja,
3. diameter angkur sebesar 25 mm,
4. mutu baja angkur yaitu 430 MPa,
5. modulus elastis baja sebesar 200.000 MPa, dan
6. panjang baja angkur sebesar 8 m.

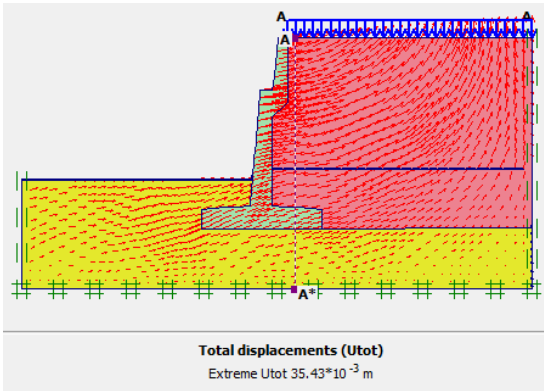
5.3 Pergerakan Massa Tanah

5.3.1. Dinding penahan tanah

Berdasarkan analisis dengan program *Plaxis*, besarnya nilai *total displacement* kondisi muka air normal dengan beban pejalan kaki sebesar 0,078 cm dan dengan beban gempa sebesar 3,543 cm yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

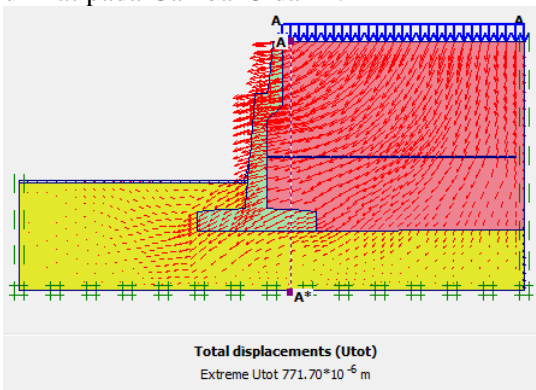


Gambar 1 Arah Pergerakan Total Dinding Penahan Tanah Kondisi Muka Air Normal dengan Beban Luar

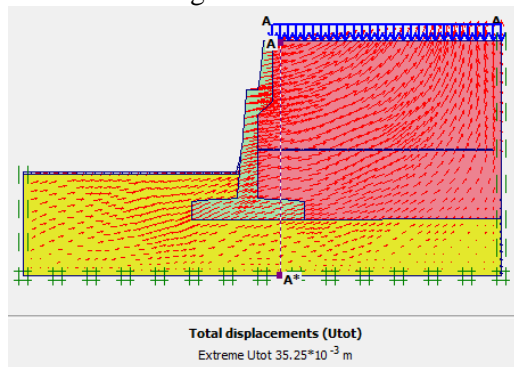


Gambar 2 Arah Pergerakan Total Dinding Penahan Tanah Kondisi Muka Air Normal dengan Beban Gempa

Berdasarkan analisis dengan program *Plaxis*, besarnya nilai *total displacement* kondisi muka air banjir dengan beban pejalan kaki sebesar 0,077 cm dan dengan beban gempa sebesar 3,525 cm yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



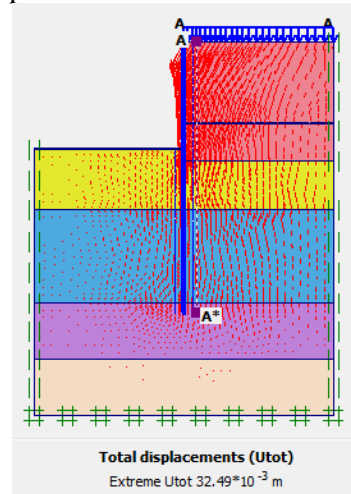
Gambar 3 Arah Pergerakan Total Dinding Penahan Tanah Kondisi Muka Air Banjir dengan Beban Luar



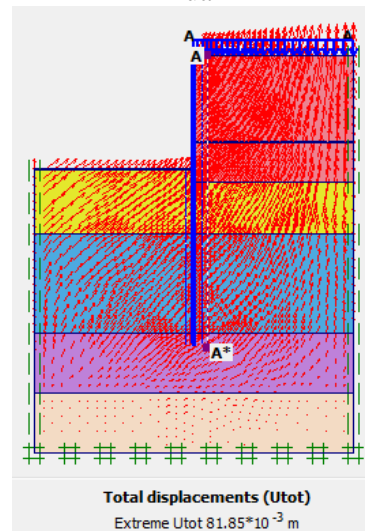
Gambar 4 Arah Pergerakan Total Dinding Penahan Tanah Kondisi Muka Air Banjir dengan Beban Gempa

5.3.2 Sheet pile

Berdasarkan analisis dengan program *Plaxis*, besarnya nilai *total displacement* kondisi muka air normal dengan beban pejalan kaki sebesar 3,249 cm dan dengan beban gempa sebesar 8,185 cm yang dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.

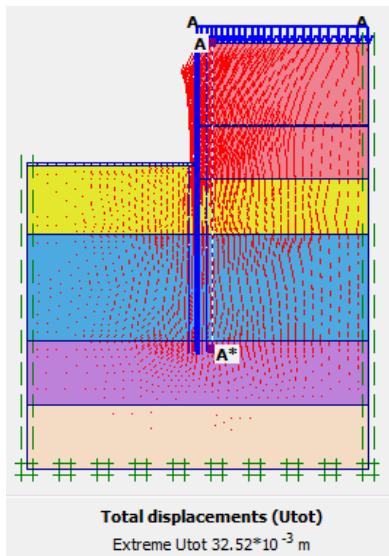


Gambar 5 Arah Pergerakan Total Sheet Pile Kondisi Muka Air Normal dengan Beban Luar

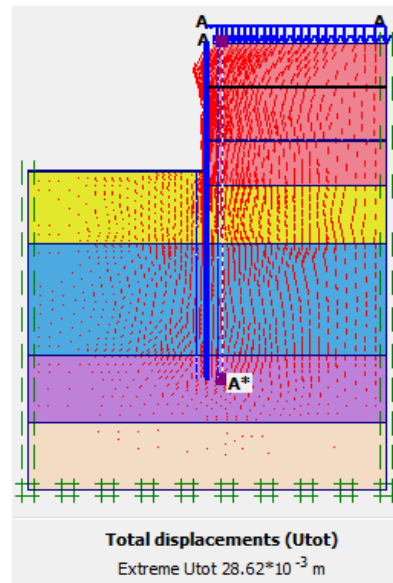


Gambar 6 Arah Pergerakan Total Sheet Pile Kondisi Muka Air Normal dengan Beban Gempa

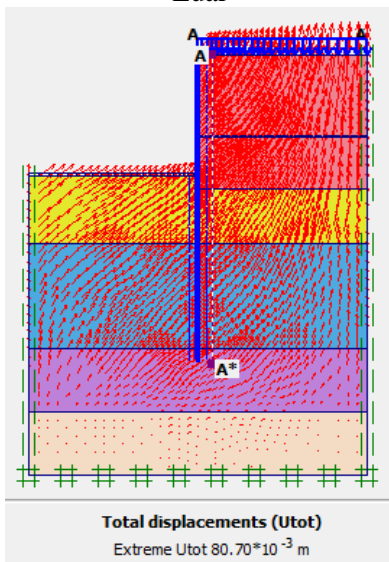
Berdasarkan analisis dengan program *Plaxis*, besarnya nilai *total displacement* kondisi muka air banjir dengan beban pejalan kaki sebesar 3,252 cm dan dengan beban gempa sebesar 8,070 cm yang dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.



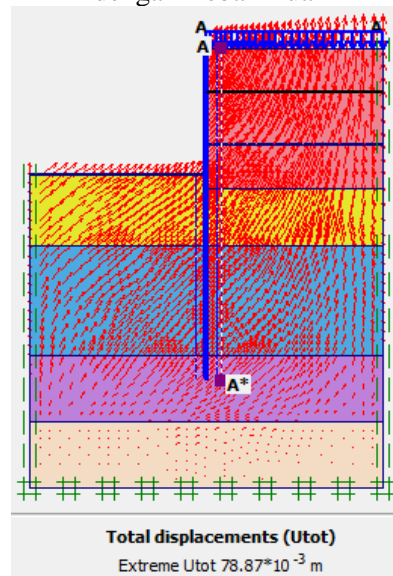
Gambar 7 Arah Pergerakan Total Sheet Pile Kondisi Muka Air Banjir dengan Beban Luar



Gambar 9 Arah Pergerakan Total Sheet Pile dengan angkur Kondisi Muka Air Normal dengan Beban Luar



Gambar 8 Arah Pergerakan Total Sheet Pile Kondisi Muka Air Banjir dengan Beban Gempa

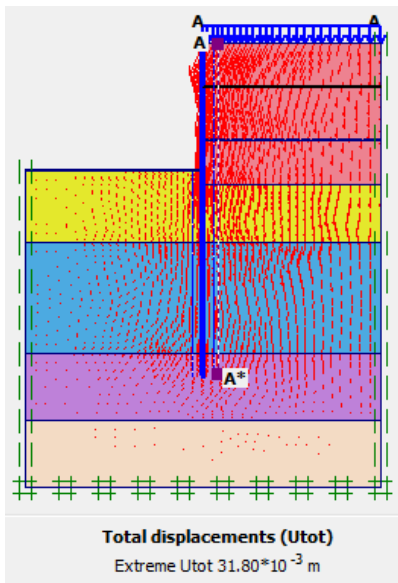


Gambar 10 Arah Pergerakan Total Sheet Pile dengan angkur Kondisi Muka Air Normal dengan Beban Gempa

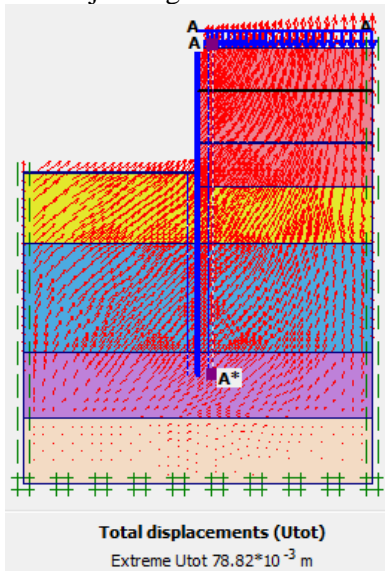
4.3.3 Sheet pile dengan angkur

Berdasarkan analisis dengan program *Plaxis*, besarnya nilai *total displacement* kondisi muka air normal dengan beban pejalan kaki sebesar 2,862 cm dan dengan beban gempa sebesar 7,887 cm yang dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10.

Berdasarkan analisis dengan program *Plaxis*, besarnya nilai *total displacement* kondisi muka air banjir dengan beban pejalan kaki sebesar 3,180 cm dan dengan beban gempa sebesar 7,882 cm yang dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



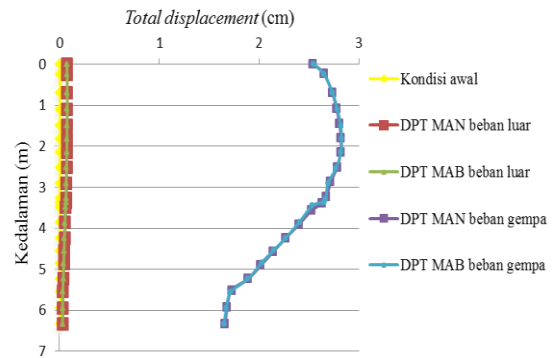
Gambar 11 Arah Pergerakan Total Sheet Pile dengan angguk Kondisi Muka Air Banjir dengan Beban Luar



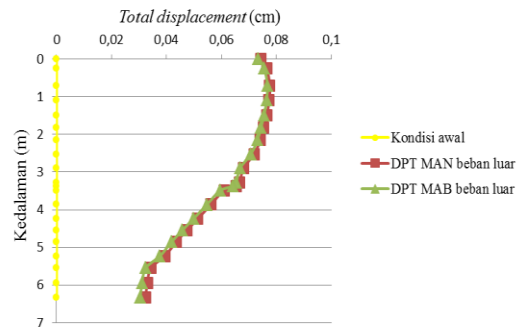
Gambar 12 Arah Pergerakan Total Sheet Pile dengan angguk Kondisi Muka Air Banjir dengan Beban Gempa

5.4 Perbandingan Pergerakan Dinding Penahan Tanah dengan Beban Luar dan Beban Gempa

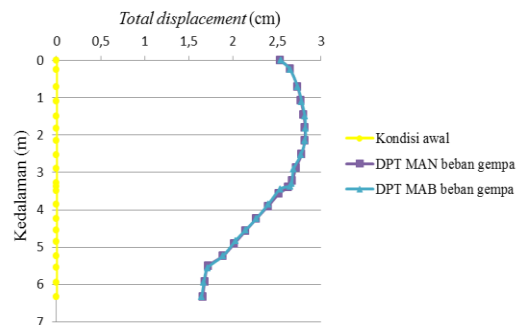
Hasil pemodelan *Plaxis* dengan beban luar dan beban gempa pada muka air yang bervariasi, dapat dilihat pada Gambar 13, Gambar 14 dan Gambar 15 sebagai berikut.



Gambar 13 Perbandingan *Total Displacements* Dinding Penahan Tanah dengan Beban Luar dan Beban Gempa Pada Muka Air yang Bervariatif



Gambar 14 *Total Displacements* Dinding Penahan Tanah dengan Beban Luar Pada Muka Air yang Bervariatif



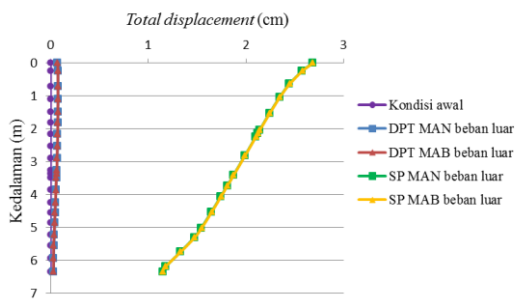
Gambar 15 *Total Displacements* Dinding Penahan Tanah dengan Beban Gempa Pada Muka Air yang Bervariatif

Dari gambar tersebut diperoleh nilai *total displacements* akibat beban gempa lebih besar dari beban luar. Namun nilai tersebut masih relatif aman menurut Skempton dan Hutchinson (1969) dalam Look (2007), batasan pergerakan sebelum dinding

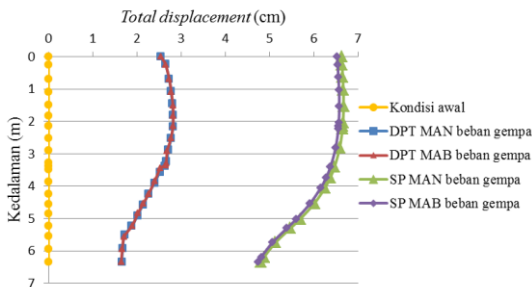
penahan tanah longsor adalah sebesar 20-40 cm. Hal ini mengindikasikan bahwa dinding penahan tersebut relatif aman terhadap bahaya longsor.

5.5 Perbandingan Pergerakan Dinding Penahan Tanah dan Sheet Pile dengan Beban Luar dan Beban Gempa

Hasil pemodelan *Plaxis* dengan beban luar dan beban gempa pada muka air yang bervariasi, dapat dilihat pada Gambar 16, dan Gambar 17 sebagai berikut.



Gambar 16 Perbandingan *Total Displacements* Dinding Penahan Tanah dan *Sheet Pile* dengan Beban Luar

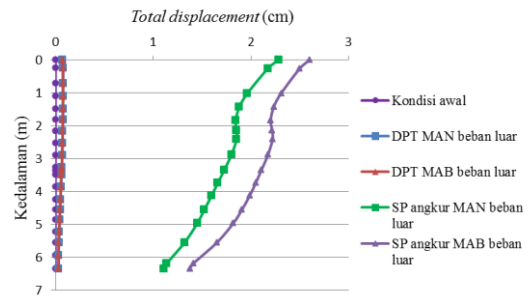


Gambar 17 Perbandingan *Total Displacements* Dinding Penahan Tanah dan *Sheet Pile* dengan Beban Gempa

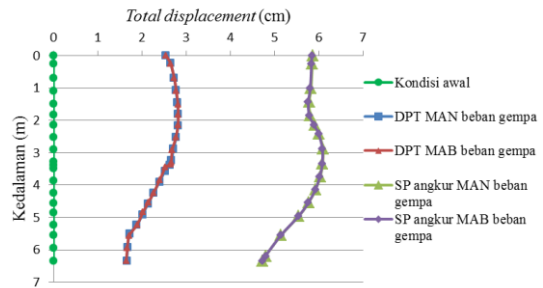
Dari gambar tersebut diperoleh nilai *total displacements* dengan konstruksi *sheet pile* lebih besar dari dinding penahan tanah. Namun nilai tersebut masih relatif aman menurut Skempton dan Hutchinson (1969) dalam Look (2007), batasan pergerakan sebelum dinding penahan tanah longsor adalah sebesar 20-40 cm.

5.6 Perbandingan Pergerakan Dinding Penahan Tanah dan Sheet Pile Diangkur dengan Beban Luar dan Beban Gempa

Hasil pemodelan *Plaxis* dengan beban luar dan beban gempa pada muka air yang bervariasi, dapat dilihat pada Gambar 18, dan Gambar 19 sebagai berikut.



Gambar 18 Perbandingan *Total Displacements* Dinding Penahan Tanah dan *Sheet Pile* Diangkur dengan Beban Luar

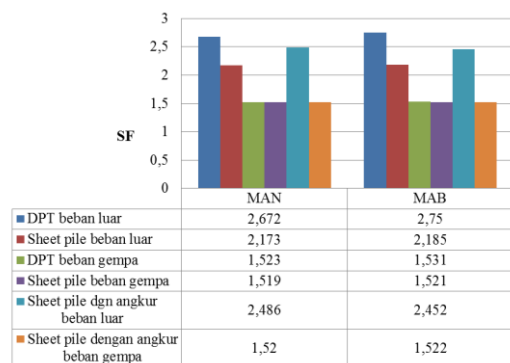


Gambar 19 Perbandingan *Total Displacements* Dinding Penahan Tanah dan *Sheet Pile* Diangkur dengan Beban Gempa

Dari gambar tersebut diperoleh nilai *total displacements* dengan konstruksi *sheet pile* diangkur lebih besar dari dinding penahan tanah. Namun nilai tersebut masih relatif aman menurut Skempton dan Hutchinson (1969) dalam Look (2007), batasan pergerakan sebelum dinding penahan tanah longsor adalah sebesar 20-40 cm.

5.7 Perbandingan Nilai *Safety Factor* Dinding Penahan Tanah, *Sheet Pile* dan *Sheet Pile* Diangkur dengan Beban Luar dan Beban Gempa

Hasil perbandingan *safety factor* (angka aman) pemodelan dari *Plaxis* dengan beban luar dan beban gempa pada muka air yang bervariasi, dapat dilihat pada Gambar 20 sebagai berikut.



Gambar 20 Perbandingan *Safety Factor* Dinding Penahan Tanah, *Sheet Pile* dan *Sheet Pile* Diangkur Pada Muka Air yang Bervariatif

Dari gambar tersebut diperoleh nilai *safety factor* dengan konstruksi dinding penahan tanah lebih besar dari *sheet pile*. Hampir semua konstruksi dengan beberapa kondisi tersebut relatif aman, kecuali konstruksi dinding penahan tanah dengan beban gempa. Karena angka aman dinding penahan tersebut kurang dari 2 menurut Hardiyatmo (2006). Sedangkan angka aman untuk konstruksi *sheet pile* sebesar 1,2 – 1,4 menurut Hardiyatmo (2008).

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari analisis dan pembahasan yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah terhadap penggeseran, penggulingan dan kuat dukung tanah kondisi muka air normal diperoleh masing-masing sebesar 3,864, 9,992, 3,322 yang nilainya lebih besar dari kondisi muka air banjir sebesar 3,417,

8,584, 3,001. Besar nilai stabilitas dinding penahan tanah dari kedua kondisi tersebut memenuhi angka aman terhadap penggeseran, penggulingan dan kuat dukung tanah masing-masing sebesar 2, 2 dan 3.

2. Hasil analisis menggunakan *Plaxis* diperoleh besarnya pergerakan dinding penahan tanah kondisi muka air normal dan muka air banjir dengan beban luar masing-masing sebesar 0,0783 cm dan 0,0771 cm lebih kecil dari kondisi muka air normal dan muka air banjir dengan beban gempa masing-masing sebesar 3,543 cm dan 3,525 cm. Hasil tersebut relatif aman terhadap bahaya longsor.
3. Hasil analisis menggunakan *Plaxis* diperoleh besarnya pergerakan dinding penahan tanah kondisi muka air normal dan muka air banjir dengan beban luar dan beban gempa masing-masing sebesar 0,0783 cm, 0,0771 cm, 3,543 cm dan 3,525 cm lebih kecil dari *sheet pile* kondisi yang sama dengan beban luar dan beban gempa masing-masing sebesar 3,194 cm, 3,183 cm, 8,177 cm dan 8,063 cm. Hasil tersebut relatif aman terhadap bahaya longsor.
4. Hasil analisis menggunakan *Plaxis* diperoleh besarnya pergerakan dinding penahan tanah kondisi muka air normal dan muka air banjir dengan beban luar dan beban gempa masing-masing sebesar 0,0783 cm, 0,0771 cm, 3,543 cm dan 3,525 cm lebih kecil dari *sheet pile* diangkur kondisi yang sama dengan beban luar dan beban gempa masing-masing sebesar 2,862 cm, 3,180 cm, 7,887 cm dan 7,882 cm. Hasil tersebut relatif aman terhadap bahaya longsor.
5. Hasil analisis menggunakan *Plaxis* diperoleh nilai *safety factor* dinding penahan tanah kondisi muka air normal dan muka air banjir dengan beban luar dan beban gempa masing-masing sebesar 2,672, 2,75, 1,523 dan 1,531, nilai *safety factor sheet pile* kondisi muka air normal dan muka air banjir dengan beban luar dan beban gempa masing-masing sebesar 2,115, 2,171,

1,522 dan 1,519. Sedangkan nilai *safety factor sheet pile* diangkur kondisi muka air normal dan muka air banjir dengan beban luar dan beban gempa masing-masing sebesar 2,486, 2,452, 1,520 dan 1,522. Hampir semua konstruksi tersebut relatif aman terhadap bahaya longsor, kecuali dinding penahan tanah dengan beban gempa kurang aman karena kurang dari 2.

6.2 Saran

1. Stabilitas dinding penahan tanah dengan pengaruh gaya internal turut diperhitungkan untuk mengetahui tegangan tarik pada badan dinding penahan tanah.
2. Data percepatan gempa yang digunakan seharusnya merupakan data gempa yang berasal dari Indonesia sehingga mendekati kondisi nyata di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhadi dkk., 2014, "Analisa Ulang Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Sebagai Penyangga" Jurnal Universitas Bung Hatta, Volume I No.2, Sumatra Barat.
- ChemSet, (Tanpa Tahun),"*Anchor Studs-Typical Properties*", Jawa Barat.
- Hardiyatmo, 2006, "*Teknik Fondasi 1*", Edisi Ketiga. Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, 2008, "*Teknik Fondasi 2*", Edisi Keempat. Beta Offset, Yogyakarta.
- Hertiany, I.R. dan Asyifa A, 2014, "Perencanaan Konstruksi *Sheet Pile Wall* sebagai Alternatif Pengganti *Gravity Wall* (Studi Kasus: Proyek Kusuma Edupark, Yogyakarta)", Jurnal Inersia Vol.X No.1, Mei 2014. Yogyakarta.
- Hidayat, R.F, 2014, "Analisis Pergerakan Dinding Penahan Tanah Plaza Andrawina, Komplek Situs Ratu Boko, Yogyakarta", *Tugas Akhir*, (Tidak Diterbitkan), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kalalo, M. 2017, "Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Sekitar Areal PT. Trakindo, Desa Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara)", *Jurnal Sipil Statik*, Vol.5 No.5 Juli 2017 (285-294) ISSN: 2337-6732, Manado.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017, "*Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017*", Jakarta.
- Look, 2007, "*Handbook of Geotechnical Investigation and Design Table*", Taylor and Francis Group, London.
- PT. Wika Beton, (Tanpa Tahun), "*PC Sheet Piles*", Batam.
-