

ANALISIS PERBANDINGAN PERHITUNGAN STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH BRONJONG DAN GEOTEXTILE MENGGUNAKAN PROGRAM GEO 5

Ferel Ferdy Juan Purnomo^{1,*}, Dandung Novianto²², , Supiyono³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Email: ferdyjuan31@gmail.com¹, dandung.novianto@polinema.ac.id², supiyono10@gmail.com³

ABSTRAK

Lereng JLS Lot 7 pada STA 12+025 memiliki tanah dengan indeks plastisitas tinggi, tetapi tipe dinding penahan yang digunakan merupakan dinding penahan dari beton. Hal itu menyebabkan air dibelakang dinding penahan tidak menair sempurna sehingga membebani dinding penahan itu sendiri. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dinding penahan bronjong dan geotekstil dalam mencegah longsor dengan fungsi infiltrasi. Analisis stabilitas dinding penahan menggunakan perhitungan manual dan program GEO5. Metode Fellenius digunakan untuk menghitung stabilitas lereng eksisting dan dinding penahan terhadap kelongsoran dengan atau tanpa beban gempa. Hasil perhitungan faktor keamanan stabilitas lereng manual tanpa beban gempa adalah 2,08 dan dengan beban gempa 1,13. Dengan menggunakan Program GEO5, hasilnya adalah 2,01 tanpa beban gempa dan 1,23 dengan beban gempa. Perkuatan dinding penahan bronjong dan geotekstil diperlukan. Analisis dinding bronjong menunjukkan angka keamanan terhadap guling, geser, daya dukung, dan kelongsoran dengan gempa secara berurutan adalah 5,79; 1,79; 5,87; dan 1,6 dalam perhitungan manual, serta 4,89; 1,79; 5,41; dan 1,77 dengan Program GEO5. Analisis dinding penahan geotekstil menunjukkan tinggi 4 meter, lebar 4,2 meter, dan kuat tarik ultimit 58,08 kN/m. Angka keamanan terhadap guling, geser, daya dukung, dan kelongsoran dengan gempa secara berurutan dalam perhitungan manual adalah 5,04; 1,85; 8,14; dan 1,33, sedangkan dengan Program GEO5 adalah 4,42; 3,74; 11,57; dan 4,04. Rencana anggaran biaya untuk dinding penahan bronjong adalah Rp551.293.275,99, sedangkan untuk dinding penahan geotekstil adalah Rp277.997.331,09. Dengan demikian, dinding penahan geotekstil lebih efisien dari segi stabilitas dan anggaran biaya yang dibutuhkan.

Kata kunci : stabilitas, N-SPT, faktor keamanan, metode pelaksanaan, RAB

ABSTRACT

The slope of JLS Lot 7 at STA 12+025 has soil with a high plasticity index, but the type of retaining wall used is a concrete retaining wall. This causes the water behind the retaining wall to not drain completely so that it burdens the retaining wall itself. Based on this background, this study aims to compare gabion retaining walls and geotextiles in preventing landslides with infiltration functions. Analysis of retaining wall stability using manual calculations and the GEO5 program. The Fellenius method is used to calculate the stability of existing slopes and retaining walls against sliding with or without earthquake loads. The results of manual slope stability factor calculation without earthquake load is 2.08 and with earthquake load is 1.13. By using the GEO5 program, the results are 2.01 without earthquake loads and 1.23 with earthquake loads. Reinforcement of gabion retaining walls and geotextiles is required. Analysis of the gabion walls shows that the safety scores against overturning, shearing, bearing capacity, and sliding with earthquakes are 5.79; 1.79; 5.87; and 1.6 in manual calculations, as well as 4.89; 1.79; 5.41; and 1.77 with the GEO5 Program. Analysis of the geotextile retaining wall shows a height of 4 meters, a width of 4.2 meters, and an ultimate tensile strength of 58.08 kN/m. The safety score against overturning, shearing, carrying capacity, and sliding with earthquakes sequentially in manual calculations is 5.04; 1.85; 8.14; and 1.33, while with the GEO5 Program it is 4.42; 3.74; 11.57; and 4.04. The budget plan for gabion retaining walls is Rp551.293.275,99, while for geotextile retaining walls it is RP277.997.331,09. Thus, geotextile retaining walls are more efficient in terms of stability and budget required.

Keywords: stability, N-SPT, safety factor, implementation method, RAB

1. PENDAHULUAN

Dinding penahan tanah merupakan suatu bangunan yang berfungsi sebagai penyetabil lereng dengan stabilitas yang rendah. Penggunaan masing-masing tipe dinding penahan tanah disesuaikan dengan tujuan dari pembangunan dinding penahan tanah itu sendiri. Seperti tipe bronjong dimana struktur dinding penahan selain mencegah longsor, struktur juga memiliki fungsi infiltrasi sehingga air tanah mudah meresap maupun lolos agar tidak membebani struktur dinding penahan, dan dalam penggunaan geotextile selain sebagai penguat lereng dapat digunakan sebagai pemisah antara tanah timbunan yang digunakan dan mencegah muka air tanah mengalami kenaikan sesuai dengan jenis geotextile yang digunakan. Kondisi tanah pada lereng JLS Lot 7 tepatnya pada STA 12+025 memiliki indeks plastisitas tinggi, yang menyebabkan tanah mengalami perubahan volume yang signifikan saat terkena air atau disebut tanah ekspansif. Berdasarkan kondisi tanah tersebut tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbandingan antara dinding penahan bronjong dan geotekstil yang memiliki fungsi infiltrasi dalam mencegah longsor.

Metode perhitungan yang digunakan dalam analisis stabilitas dinding penahan ini menggunakan perhitungan manual dan program GEO5. Perhitungan stabilitas pada lereng eksisting dan stabilitas dinding penahan terhadap kelongsoran digunakan metode Fellenius dengan pengaruh beban gempa atau tidak. Stabilitas dinding penahan lainnya yang perlu untuk dilakukan perhitungan yaitu stabilitas dinding penahan terhadap geser, guling, daya dukung tanah dan pada dinding penahan geotekstil diperlukan tambahan perhitungan terhadap putus dan cabut tulangan.

Tujuan dari studi ini diantaranya sebagai berikut:

- 1) Menghitung beban yang bekerja pada dinding penahan.
- 2) Mendesain dan menghitung analisis stabilitas dinding penahan terhadap geser, guling, daya dukung, dan longsor global.
- 3) Membandingkan nilai faktor keamanan dinding penahan bronjong dan geotekstil.
- 4) Menyusun metode pelaksanaan dinding penahan bronjong dan geotekstil.
- 5) Membandingkan rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk dinding penahan bronjong dan geotekstil.

2. METODE

Dalam perencanaan stabilisasi lereng terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan dalam perencanaannya, yaitu:

- 1) Menentukan karakteristik tanah sesuai dengan data yang telah didapatkan.

- 2) Menghitung beban gempa yang mengacu pada SNI 1726:2019 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung) dan SNI 8460:2017 (Peraturan Perancangan Geoteknik).
- 3) Metode perencanaan yang digunakan yaitu dengan Metode Fellenius dengan membandingkan nilai FK perhitungan manual dan program GEO5 tanpa beban gempa dan pengaruh terhadap beban gempa menggunakan metode Fellenius.
- 4) Menghitung stabilitas lereng dengan cara manual maupun dengan bantuan program GEO5.
- 5) Jika nilai FK belum memenuhi syarat yaitu $F_k > 1,25$ maka dilanjutkan dengan perencanaan dinding penahan.
- 6) Untuk merencanakan dinding penahan bronjong dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini:
 - a) Menentukan desain dan dimensi dinding penahan bronjong.
 - b) Menghitung beban dan momen akibat berat sendiri.
 - c) Menghitung tekanan tanah aktif dengan metode Coulomb.
 - d) Menghitung stabilitas dinding penahan bronjong terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah.
 - e) Menghitung stabilitas terhadap longsor global digunakan persamaan yang sama dengan perhitungan lereng eksisting
- 7) Perencanaan dinding penahan geotekstil dilakukan dengan beberapa tahapan berikut ini:
 - a) Menghitung koefisien tekanan tanah aktif dengan metode Rankine.
 - b) Menghitung tegangan izin pada lembaran geotekstil.
 - c) Menghitung jarak vertikal antar lapisan geotekstil.
 - d) Menghitung panjang geotekstil yang digunakan
 - e) Menghitung stabilitas internal dinding penahan geotekstil terhadap putus dan cabut tulangan.
 - f) Menghitung *overlap* lembaran geotekstil sebagai penutup lapisan
 - f) Menghitung stabilitas eksternal dinding penahan geotekstil terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah.
 - g) Menghitung stabilitas terhadap longsor global digunakan persamaan yang sama dengan perhitungan lereng eksisting.
- 8) Merencanakan metode pelaksanaan pemasangan dinding penahan bronjong dan geotekstil serta perhitungan rencana anggaran biaya (RAB).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Koefisien Horizontal (Kh)

1) Menentukan Nilai PGA

Berdasarkan peta hazard gempa pada rsa.ciptakarya.pu.go.id didapatkan nilai potensi gempa pada JLS Lot 7 STA 12+025 antara 0,5g-0,6g. nilai PGA didapatkan dari aplikasi spektrum respon gempa senilai 0,5196g.

2) Menentukan Kelas Situs Tanah

Kelas situs tanah ditentukan berdasarkan tabel SNI 8460:2017.

Dengan rata-rata N-SPT 33,4 maka kelas situs tanah termasuk tanah sedang (SD).

3) Menghitung Koefisien Horizontal

Data PGA dan faktor amplifikasi yang didapatkan perhitungan koefisien horizontal berikut ini:

$$F_{PGA} = 1,1$$

$$PGA_M = F_{PGA} \times PGA$$

$$= 1,1 \times 0,5196g$$

$$= 0,57156g$$

$$K_h = 0,5 \times \frac{0,57156g}{g}$$

$$= 0,286$$

Stabilitas Lereng Eksisting

Berdasarkan persamaan 1 untuk perhitungan manual didapatkan nilai faktor keamanan tanpa beban gempa yaitu:

$$FK = \frac{\sum[(c_i \times l_i) + (W_i \times \cos \theta_i - U_i) \times \tan \phi]}{\sum[W_i \times \sin \theta_i]}$$

$$= \frac{[(532,5) + (797,95 - 402,75) \times \tan 12]}{292,66}$$

$$= 2,11 > 1,25 \text{ (Aman)}$$

Sedangkan dengan beban gempa berikut ini

$$FK = \frac{\sum[(c \times l_i) + ((W_i \times \cos \theta_i - U_i) - (F_h \times \sin \theta_i)) \times \tan \phi]}{\sum[(W_i \times \sin \theta_i) + (F_h \times \cos \theta_i)]}$$

$$= \frac{[532,50 + ((797,95 - 402,75) - 83,70) \times \tan 12]}{292,66 + 228,21}$$

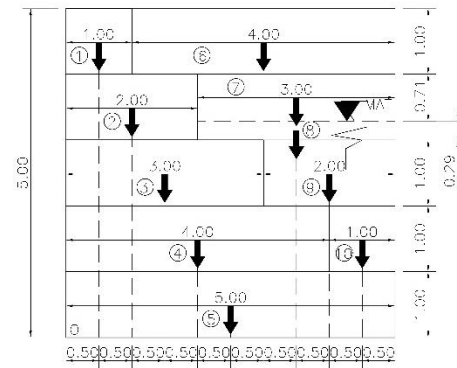
$$= 1,15 < 1,25 \text{ (Tidak Aman)}$$

Pada analisis menggunakan program GEO5 didapatkan nilai faktor keamanan tanpa beban gempa yaitu 2,08 dan 1,23 tanpa beban gempa.

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai Faktor Keamanan Lereng Eksisting

| Nilai Faktor Keamanan (FK) | Tanpa Beban Gempa | Dengan Beban Gempa |
|----------------------------|-------------------|--------------------|
| Manual | 2,08 | 1,13 |
| GEO5 | 2,01 | 1,23 |

Stabilitas Dinding Penahan Bronjong



Gambar 1. Dimensi dan Jarak ke Titik O

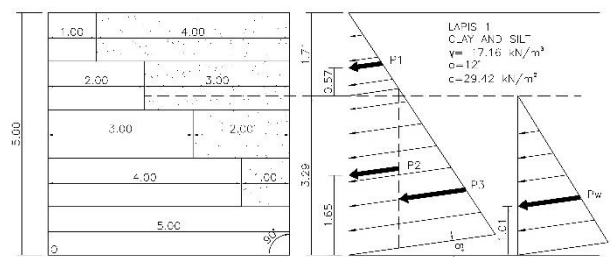
Rekapitulasi perhitungan beban sendiri dan momen per meter didapatkan pada Tabel 2 berikut ini:

$$A_1 = p \times t = 1 \times 1 = 1 \text{ m}^2$$

$$W_1 = A_1 \times \gamma_{batu \text{ pecah}} = 1 \times 15 = 15 \text{ kN/m}^2$$

Tabel 2. Rekapitulasi Berat Sendiri Dinding Penahan Bronjong

| No | Luas (A) | Berat | Berat Total Struktur | Momen ke titik O | Momen Total Struktur |
|------------|----------------|-------|----------------------|------------------|----------------------|
| | m ² | kN | kN | m | kNm |
| 1 | 1 | 15 | 181.5 | 0.5 | 90.75 |
| 2 | 2 | 30 | 363.0 | 1 | 363.00 |
| 3 | 3 | 45 | 544.5 | 1.5 | 816.75 |
| 4 | 4 | 60 | 726.0 | 2 | 1452.00 |
| 5 | 5 | 75 | 907.5 | 2.5 | 2268.75 |
| 6 | 4 | 68.6 | 830.5 | 3 | 2491.63 |
| 7 | 2.13 | 36.6 | 442.3 | 3.5 | 1547.93 |
| 8 | 0.87 | 15.7 | 189.4 | 3.5 | 662.83 |
| 9 | 2 | 35.9 | 435.4 | 4 | 1741.43 |
| 10 | 1 | 17.9 | 217.7 | 4.5 | 979.56 |
| ΣW | | 399,8 | 4837,7 | ΣMr | 12414,63 |



Gambar 2. Tekanan Tanah Lateral Dinding Penahan

Perhitungan stabilitas terhadap guling berdasarkan persamaan 7 didapatkan nilai faktor keamanan berikut ini

$$SF_{guling} = \frac{\sum MW}{\sum M_{gt}} = \frac{12414,63 + 975,38}{2313,26} = 5,79 \text{ (Aman)}$$

Perhitungan stabilitas terhadap geser dengan persamaan 8 didapatkan nilai faktor keamanan berikut ini

$$SF_{geser} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} = \frac{2487,22}{1387,96} = 1,61 \text{ (Aman)}$$

Perhitungan stabilitas terhadap daya dukung didapatkan sebagai berikut

$$q = 12,5 \times 33,4 \left(\frac{5 + 0,3}{5} \right)^2 \times 1 + 0 \times 17,16 = 469,103 \text{ kN/m}^2$$

$$\Sigma W = \frac{4837,73}{(5 \times 12,1)} = 79,96 \text{ kN/m}^2 < 469,103 \text{ kN/m}^2$$

Nilai faktor keamanan dinding penahan bronjong terhadap kelongsoran global dengan beban gempa didapatkan dengan perhitungan berikut ini.

$$FK = \frac{\Sigma[(c \times l_i) + ((W_i \times \cos \theta_i - U_i) - (F_h \times \sin \theta_i)) \times \tan \phi]}{\Sigma[(W_i \times \sin \theta_i) + (F_h \times \cos \theta_i)]} = \frac{[432,47 + ((597,52 - 174,90) - 43,01) \times \tan 12]}{150,39 + 170,89} = 1,60 > 1,25 \text{ (Aman)}$$

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai Faktor Keamanan Dinding Penahan Bronjong

| Metode Analisa | Terhadap Guling (SFguling) | Terhadap Geser (SFgeser) | Terhadap Daya Dukung Tanah (SFq) | Longsor Beban Gempa |
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Manual | 5,79 | 1,79 | 5,87 | 1,6 |
| GEO5 | 4,89 | 1,79 | 5,41 | 1,77 |

Stabilitas Dinding Penahan Geotekstil

Perhitungan koefisien tekanan tanah aktif menggunakan metode Rankine yaitu sebagai berikut.

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{12^\circ}{2} \right) = 0,656$$

Tegangan izin yang digunakan pada perhitungan kuat tarik geotekstil dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$T_{all} = \frac{T_{ult}}{(FS_{ID} \times FS_{CR} \times FS_{CBD})} = \frac{58,08}{(1,1 \times 2,0 \times 1)} = 26,4 \text{ kN/m}$$

Perhitungan stabilitas terhadap putus tulangan dengan contoh perhitungan dengan kedalaman 3,7 m sebagai berikut.

$$SF_{putus1} = \frac{26,4}{(0,656 \times 17,16 \times 3,7) \times 0,3} = 2,02 > 1,5 \text{ (Aman)}$$

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Nilai Keamanan terhadap Putus Tulangan

| Kedalaman | Sv | ΣPh | SFputus |
|-----------|-----|-------|---------|
| 3.7 | 0.3 | 13.09 | 2.02 |
| 3.4 | 0.3 | 12.03 | 2.19 |
| 3.1 | 0.3 | 10.97 | 2.41 |
| 2.8 | 0.3 | 9.91 | 2.66 |
| 2.5 | 0.3 | 8.85 | 2.98 |
| 2.2 | 0.3 | 7.79 | 3.39 |
| 1.9 | 0.3 | 6.72 | 3.93 |
| 1.6 | 0.3 | 5.66 | 4.66 |
| 1.3 | 0.3 | 4.60 | 5.74 |
| 1 | 0.3 | 3.54 | 7.46 |
| 0.7 | 0.3 | 2.48 | 10.66 |
| 0.4 | 0.3 | 1.35 | 19.55 |
| 0.1 | 0.3 | 0.34 | 78.20 |

Perhitungan stabilitas terhadap cabut tulangan dengan contoh perhitungan dengan kedalaman 3,7 m sebagai berikut.

$$SF_{cabut1} = \frac{2 \times \left(\tan \frac{2}{3} \times 12 \right) \times (17,16 \times 3,6) \times \left(4,25 - \tan \left(45 - \frac{12}{2} \right) \times (4 - 3,6) \right)}{(0,656 \times 17,16 \times 3,6) \times 0,4}$$

$$= 1,6 > 1,5 \text{ (Aman)}$$

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Faktor Keamanan Geotekstil terhadap Cabut

| Kedalaman (z) | σv | Lp | ΣPh | SFcabut |
|---------------|------|-----|-------|---------|
| 3.7 | 63.5 | 1.2 | 13.09 | 1.6 |
| 3.4 | 58.3 | 1.4 | 12.03 | 1.9 |
| 3.1 | 55.8 | 1.6 | 10.97 | 2.3 |
| 2.8 | 50.4 | 1.8 | 9.91 | 2.6 |
| 2.5 | 45.0 | 2.0 | 8.85 | 2.9 |
| 2.2 | 39.6 | 2.2 | 7.79 | 3.2 |
| 1.9 | 34.2 | 2.5 | 6.72 | 3.5 |
| 1.6 | 28.8 | 2.7 | 5.66 | 3.8 |
| 1.3 | 23.4 | 2.9 | 4.60 | 4.1 |
| 1 | 18.0 | 3.1 | 3.54 | 4.4 |
| 0.7 | 12.6 | 3.3 | 2.48 | 4.7 |
| 0.4 | 7.2 | 3.5 | 1.35 | 5.3 |
| 0.1 | 1.8 | 3.7 | 0.34 | 5.6 |

Perhitungan panjang overlap untuk bagian penutup permukaan dinding penahan dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$L_{o1} = \frac{((3,6 - 0,4/2) \times 17,16 \times 0,656) \times 0,4 \times 1,5}{2 \times \left(\tan \left(\frac{2}{3} \times 12 \right) \right) \times 3,6 \times 17,16} = 1,32 \text{ m} > 1 \text{ m}$$

Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan Panjang Overlap Geotekstil

| Kedalaman (z) | σhc | sv | Lo |
|---------------|-------|-----|------|
| 3.7 | 39.95 | 0.3 | 1.01 |
| 3.4 | 36.57 | 0.3 | 1.00 |
| 3.1 | 34.80 | 0.3 | 1.00 |
| 2.8 | 31.26 | 0.3 | 0.99 |
| 2.5 | 27.72 | 0.3 | 0.99 |
| 2.2 | 24.18 | 0.3 | 0.98 |
| 1.9 | 20.64 | 0.3 | 0.97 |
| 1.6 | 17.11 | 0.3 | 0.95 |
| 1.3 | 13.57 | 0.3 | 0.93 |
| 1 | 10.03 | 0.3 | 0.89 |
| 0.7 | 6.49 | 0.3 | 0.82 |
| 0.4 | 2.95 | 0.3 | 0.66 |
| 0.1 | 0.59 | 0.3 | 0.52 |

Perhitungan stabilitas terhadap guling untuk dinding penahan geotekstil didapatkan nilai faktor keamanan berikut ini

$$SF_{guling} = \frac{0,5 \times 17,16 \times 4 \times 4,2^2}{\frac{1}{3} \times 4 \times (17,16 \times 4 \times 0,656)} = 5,04 \text{ (Aman)}$$

Perhitungan stabilitas terhadap geser didapatkan nilai faktor keamanan berikut ini

$$SF_{geser} = \frac{(4,2 \times 4 \times 17,16) \times \tan 12}{0,5 \times 4^2 \times 17,16 \times 0,656} = 1,85 \text{ (Aman)}$$

Perhitungan stabilitas terhadap daya dukung didapatkan sebagai berikut

$$q = 12,5 \times 40,5 \left(\frac{4,2 + 0,3}{4,2} \right)^2 \times 1 + 0 \times 17,16 = 581,15 \text{ kN/m}^2$$

$$\Sigma W = \frac{((17,16 \times 4,2 \times 0,71 + 17,99 \times 4,2 \times 3,29) \times 12,1)}{(4,2 \times 12,1)} = 71,37 \text{ kN/m}^2$$

$$SF_q = \frac{q}{\Sigma W} = \frac{581,15}{71,37} = 8,14 \text{ (Aman)}$$

Nilai faktor keamanan dinding penahan bronjong terhadap kelongsoran global dengan beban gempa didapatkan dengan perhitungan berikut ini.

$$FK = \frac{\Sigma[(c \times l_i) + ((W_i \times \cos \theta_i - U_i) - (F_{hi} \times \sin \theta_i)) \times \tan \phi]}{\Sigma[(W_i \times \sin \theta_i) + (F_{hi} \times \cos \theta_i)]}$$

$$= \frac{[248,30 + ((233,47 - 142,65) - 33,98) \times \tan 12]}{118,80 + 76,97}$$

$$= 1,33 > 1,25 \text{ (Aman)}$$

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai Faktor Keamanan Dinding Penahan Geotekstil

| Metode Analisa | Terhadap Guling (SFguling) | Terhadap Geser (SFgeser) | Terhadap Daya Dukung Tanah (SFq) | Longsor Beban Gempa |
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Manual | 5,04 | 1,85 | 8,14 | 1,33 |
| GEO5 | 4,42 | 3,74 | 11,57 | 4,04 |

Metode Pelaksanaan

Setelah merencanakan stabilitas lereng dengan perkuatan bronjong dan geotekstil, selanjutnya menyusun metode pelaksanaan di lapangan. Berikut adalah metode pelaksanaan yang dilakukan.

- 1) Metode pelaksanaan dinding penahan bronjong yaitu dilakukan pembersihan lahan pada daerah yang akan dilakukan pekerjaan, selanjutnya dilakukan pekerjaan galian tanah pada lereng sesuai dengan rencana. Sebelum dilakukan instalasi kawat bronjong, tanah dasar diperlukan pemadatan seluas rencana dinding penahan. Instalasi bronjong dilakukan dari lapisan bronjong paling bawah dengan menyusun batu pecah di dalam kawat bronjong.
- 2) Metode pelaksanaan dinding penahan geotekstil yaitu dilakukan pembersihan lahan pada daerah yang akan dilakukan pekerjaan, selanjutnya dilakukan pekerjaan galian tanah pada lereng sesuai dengan rencana. Sebelum dilakukan instalasi geotekstil, tanah dasar diperlukan pemadatan seluas rencana dinding penahan. Setelah tanah dasar siap geotekstil dihamparkan dan tidak boleh ada kerutan atau lipatan pada lembar geotekstil. Tanah timbunan diratakan di atas lapisan geotekstil untuk selanjutnya dipadatkan. Proses dari penghamparan geotekstil hingga pemadatan tanah dilakukan berulang hingga sesuai dengan jumlah lapisan rencana.

Rencana Anggaran Biaya

Pada perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB), Analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) yang digunakan merupakan AHSP Tahun 2021 dengan berdasarkan PERBUP Blitar No. 32 Tahun 2021. Biaya yang diperlukan untuk perkuatan lereng

menggunakan bronjong senilai Rp 551,293,275.99 dan dinding penahan geotekstil Rp 277,997,331.09.

Tabel 8. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Dinding Penahan Bronjong

| No | Item Pekerjaan | Jumlah Harga |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1 | Pembersihan Lahan | Rp 10.753.594,35 |
| 2 | Galian Tanah | Rp 180.769.783,78 |
| 3 | Pemadatan Tanah Dasar | Rp 975.842,74 |
| 4 | Instalasi Bronjong | Rp 385.794.055,13 |
| Total Harga | | Rp 551.293.275,99 |

Tabel 9. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Dinding Penahan Geotekstil

| No | Item Pekerjaan | Jumlah Harga |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 | Pembersihan Lahan | Rp 10.753.594,35 |
| 2 | Galian Tanah | Rp 180.769.783,78 |
| 3 | Pemadatan Tanah Dasar | Rp 829.466,33 |
| 4 | Pemasangan Geotekstil | Rp 35.941.728,98 |
| 5 | Timbunan dari Sumber Galian | Rp 36.25.644,76 |
| 6 | Pemadatan Timbunan | Rp 13.447.112,90 |
| Total Harga | | Rp 277.997.331,09 |

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perhitungan stabilitas lereng dan dinding penahan tanah bronjong serta geotekstil pada JLS Lot 7 STA 12+025 maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Beban yang bekerja pada saat analisis kelongsoran terhadap gempa digunakan koefisien horizontal gempa disesuaikan dengan kondisi tanah dan lokasi dinding oenanah didapatkan $K_h = 0,286$ dan beban yang bekerja pada dinding penahan yaitu merupakan beban sendiri struktur tersebut dan beban tanah lateral dibelakang struktur dinding penahan.
- 2) Dimensi dan hasil analisa dinding penahan tanah digunakan masing-masing yaitu sebagai berikut:
 - a) Dimensi dinding penahan bronjong digunakan lebar 5 meter dan tinggi 5 meter dengan stabilitas lereng terhadap guling, geser, daya dukung, dan kelongsoran dengan gempa pada perhitungan manual secara berurutan yaitu 5,79; 1,79; 5,87; dan 1,6, sedangkan pada perhitungan dengan Program GEO5 didapatkan 4,89; 1,79; 5,41; dan 1,77.
 - b) Hasil analisa perhitungan dinding penahan geotekstil didapatkan tinggi dinding penahan setinggi 4 meter, lebar 4,2 m dan kuat tarik ultimit digunakan 58,08 kN/m dan stabilitas terhadap guling, geser, daya dukung, dan kelongsoran dengan gempa secara berurutan pada perhitungan manual didapatkan 5,04; 1,85; 8,14; dan 1,33 sedangkan analisa menggunakan Program GEO5 didapatkan 4,42; 3,74; 11,57; dan 4,04.
- 3) Perbandingan nilai faktor keamanan dari kedua dinding penahan tanah bronjong dan geotekstil yaitu dinding penahan kedua struktur baik dalam stabilitas terhadap guling dan daya dukung tanah tetapi memiliki nilai

- angka keamanan yang lebih kecil pada stabilitas terhadap geser dan kelongsoran dengan beban gempa.
- 4) Metode pelaksanaan pada dinding penahan digunakan masing-masing sebagai berikut:
- a) Metode pelaksanaan dinding penahan bronjong yaitu dilakukan pembersihan lahan pada daerah yang akan dilakukan pekerjaan, selanjutnya dilakukan pekerjaan galian tanah pada lereng sesuai dengan rencana. Sebelum dilakukan instalasi kawat bronjong, tanah dasar diperlukan pemadatan seluas rencana dinding penahan. Instalasi bronjong dilakukan dari lapisan bronjong paling bawah dengan menyusun batu pecah di dalam kawat bronjong.
 - b) Metode pelaksanaan dinding penahan geotekstil yaitu dilakukan pembersihan lahan pada daerah yang akan dilakukan pekerjaan, selanjutnya dilakukan pekerjaan galian tanah pada lereng sesuai dengan rencana. Sebelum dilakukan instalasi geotekstil, tanah dasar diperlukan pemadatan seluas rencana dinding penahan. Setelah tanah dasar siap geotekstil dihamparkan dan tidak boleh ada kerutan atau lipatan pada lembar geotekstil. Tanah timbunan diratakan di atas lapisan geotekstil untuk selanjutnya dipadatkan. Proses dari penghamparan geotekstil hingga pemadatan tanah dilakukan berulang hingga sesuai dengan jumlah lapisan rencana.
- 5) Hasil perhitungan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan yaitu dinding penahan bronjong membutuhkan Rp 551.293.275,99 dan dinding penahan geotekstil Rp 277.997.331,09. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka dinding penahan geotekstil dianggap lebih efisien dibandingkan dengan dinding penahan bronjong untuk biaya yang dibutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alzahri, S., Adiguna, Adhiyata, B. B., Sutejo, Y., & Rustam, R. K. (2020). KAJIAN STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL DAN DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER DI RUAS JALAN PADANG-LB.SELASIH SUMATERA BARAT. *Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*.
- [2] Bowles, J. E. (1996). *Foundation Analysis And Design International Edition*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- [3] Chandra, A. A., & Rindi, S. (2021). Analisis Stabilitas Lereng Pada Ruas Jalan Abe-Arso STA 3+700 Dengan Perkuatan Geotekstil. *Civil Engineering Research Journal*.
- [4] Das, B. M. (2010). *Principles of Geotechnical Engineering Seventh Edition*. Stamford: Cengage Learning.
- [5] Das, B. M. (2011). *Principles of Foundation Engineering, SI. Seventh Edition*. Stamford: Cengage Learning.
- [6] Hardiyatmo, H. C. (2002). *Teknik Fondasi I Edisi ke 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Pres.

- [6] Hardiyatmo, H. C. (2003). *Mekanika Tanah II Edisi Ke 3*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [7] Hardiyatmo, H. C. (2008). *Teknik Fondasi II Edisi Ke 4*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- [8] Hardiyatmo, H. C. (2018). *Mekanika Tanah II Edisi ke 6*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [9] Rahma, R. A., Jamal, M., & Sutanto, H. (2021). ANALISIS STABILITAS LERENG PADA RUAS JALAN SAMARINDA-BALIKPAPAN KM.24 DENGAN ALTERNATIF PERKUATAN DINDIN BRONJONG DAN GEOTEKSTIL. *Jurnal Teknologi Sipil*
- [10] Rizqullah, P. G., & yelvi. (2022). Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung-Cilincing Seksi 2 STA 6+475). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*.