

**Optimasi Pengolahan Limbah Cair Textile Menggunakan Metode Sono-Fenton**

Riza Rizkiah, Luciana  
1–10

**Pemilihan Alternatif Strategi Bisnis Pada Line Bisnis Merhandise  
di PT. Caladi Lima Sembilan (C-59) Bandung – Jawa Barat**

Dini Yulianti  
11–24

**Analisis Stabilitas Tanggul Penahan Tanah Pedestrian Zona II Situ Bagendit**

Tiara Nurhuda  
25–32

**Pengujian Konsentrasi Uji Aktivitas Anti Bakteri Terhadap Eschericia Coli  
dan Staphyloous Aureus dari Ekstraki Etanol Daun Talas Bogor**

Rini Siskayanti, Muhamad Engkos Kosim, Muhammad Nitis Jiwana Ksatria  
33–37

**Pengoptimalisasian Persediaan Dengan Menggunakan  
Sistem Distribution Requirement Planning (DRP) di PT XYZ**

Anggit Suryopratomo, R. Kiki Abdul Muluk  
38–44

**Perancangan Enterprise Architecture E-Procurement Framework  
Architecture Development Method (ADM) Pada Krakatau Steel Cilegon**

Roy Amrullah Ritonga, Anita Megayanti, Boy Muhammad Ridwan  
45–59

**Pemodelan Pengeringan Menggunakan Microwave dengan Model Relative  
Energy Activation (REA) Untuk Pengeringan Kacang Hijau Berbentuk Sphere**

Johannes Martua Hutagalung  
60–68

**Re-Layout of STNK Annual Tax Payment at The XXX Samsat Office  
by Promodel Simulation**

Tombak Gapura Bhagya  
69–79

## Analisis Stabilitas Tanggul Penahan Tanah Pedestrian Zona II Situ Bagendit

Tiara Nurhuda<sup>1)</sup>,

<sup>1)</sup> Fakultas Teknik, Universitas Insan Cendekia Mandiri  
Jl. Banten No. 11, Kebonwaru Batununggal, Kota Bandung, 40272  
Email: [tiara\\_nurhuda@uicm.ac.id](mailto:tiara_nurhuda@uicm.ac.id)

**Abstract:** *Situ Bagendit is one of the natural tourism areas in Garut Regency with an area of 124 Ha. Besides being a tourist attraction, Bagendit Lake is also a suggestion for irrigation in the surrounding area. In addition to channeling irrigation, earth retaining embankments built together with pedestrians must also meet the safety requirements of stability. This study aims to determine the value of the safety factor of the Situ Bagendit embankment against slipping and overturning. To determine the value of stability, the forces and moments acting on the embankment and water are analyzed. The value of slip or shear stability is 1.73 and the value of rolling stability is 2.1, where the value is categorized as safe because it is more than 1.5. It concluded that the Situ Bagendit II embankment categorized as safe against sliding and overturning*

*Keyword: Stability, overturning, sliding, forces, moments, embankment.*

**Abstrak:** Situ Bagendit merupakan salah satu kawasan wisata alam di Kabupaten Garut dengan luas 124 Ha. Selain menjadi objek wisata, situ Bagendit juga sebagai sarana irigasi di daerah sekitar. Disamping untuk menyalurkan irigasi, tanggul penahan tanah dibangun bersamaan dengan pedestrian juga harus memenuhi persyaratan aman dari stabilitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai faktor aman tanggul Situ Bagendit terhadap bahaya gelincir atau geser dan bahaya guling. Untuk mengetahui nilai stabilitas maka dianalisis gaya-gaya dan momen yang bekerja pada tanggul dan air. Nilai stabilitas gelincir atau geser yang diperoleh yaitu 1,73 dan nilai stabilitas guling yaitu 2,1, dimana nilai tersebut dikategorikan aman karena lebih dari 1,25. Disimpulkan bahwa tanggul Situ Bagendit II dikategorikan aman terhadap geser maupun guling

Kata Kunci: Stabilitas, guling, geser, gaya, momen, tanggul.

DOI: <https://doi.org/10.37577/sainteks.v3i1.399>

Received: 02, 2022. Accepted: 03, 2022

Published: 03, 2022

### PENDAHULUAN

Tanggul merupakan salah satu bentuk paling kuno dari struktur teknik sipil tetapi masih termasuk yang paling berfungsi di jaman sekarang. Misalnya sebagai tanggul pada waduk atau situ, tanggul untuk pengendalian banjir di sepanjang bantaran sungai dan tanggul jalan raya, rel kereta api dan landasan pacu dalam transportasi. Persyaratan kinerja tanggul terutama tergantung pada tujuannya. Dalam tanggul waduk dan pengendalian banjir, tanggul digunakan untuk menahan air dan untuk pengendalian banjir. Oleh karena itu, perilaku rembesan sangat penting. Bagaimanapun, stabilitas tanggul harus dijamin karena kegagalan tanggul dan struktur bangunan dapat berakibat serius (Wu et al., 2012). Tanggul (umumnya setinggi 2–5 m) yang terletak di atas tanah lunak dirancang sedemikian rupa sehingga stabilitas timbunan dipertahankan selama konstruksi dan penurunan jangka panjang timbunan memenuhi kriteria desain. Untuk memenuhi batasan waktu proyek, tanggul perlu dibangun secepat mungkin untuk memungkinkan durasi pramuat maksimum untuk mencapai tingkat konsolidasi yang diperlukan selama konstruksi. Namun, pembangunan tanggul yang cepat mungkin akan diikuti oleh kegagalan tanggul (Wu et al., 2012).

Langkah-langkah yang dipertimbangkan untuk meningkatkan stabilitas timbunan adalah penggunaan geotekstil kekuatan tinggi yang ditempatkan di dasar timbunan dan saluran pembuangan dipasang melalui lempung lunak. Geotekstil memberikan kekuatan pemulih

terhadap potensi kegagalan slip tanggul, sementara saluran sumbu membantu tanah untuk mendapatkan kekuatan melalui proses konsolidasi. Sistem ini mengandalkan efek gabungan dari geotekstil dan saluran sumbu yang terhubung ke selimut drainase yang ditempatkan di bawah dasar tanggul untuk mencapai stabilitas tanggul yang diperlukan. Untuk memenuhi kendala kinerja perkerasan, serta persyaratan drainase dan banjir, penurunan sisa timbunan yang dibangun di atas tanah lunak perlu dikendalikan dalam batas yang ditentukan setelah penyelesaian proyek. Pengisian timbunan (umumnya pengisian 1–2 m di atas permukaan akhir) dengan saluran sumbu yang dipasang di tanah lunak digunakan untuk menghasilkan penurunan awal dan percepatan di tanah (Hsi & Martin, 2015). Adanya tanggul tanah menyebabkan aliran situ atau waduk harus direlokasi atau dibuat terbuka saluran drainase sehingga kapasitas debit air tidak terganggu, dengan ruang terbatas atau hak jalan untuk mengakomodir kaki tanggul dan merelokasi Situ Bagendit perlu dilakukan perkuatan atau penambahan struktur. Untuk meningkatkan faktor keamanan Stabilitas lereng pada timbunan dapat menggunakan tiang pancang bertulang jika kemiringan yang tersedia terbatas. Sebagai tambahannya, tersedia opsi menggunakan geotekstil atau semen tanah yang dimaksudkan untuk meningkatkan geser kekuatan tanggul (Gardjito et al., 2019).

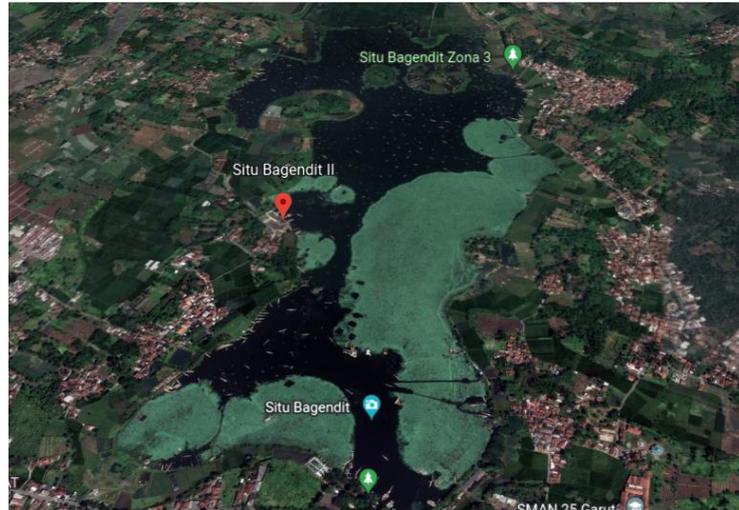
Proses membangun Tanggul penahan tanah harus benar-benar berdasarkan perhitungan kestabilan dan faktor aman karena kesalahan yang terjadi dalam pembangunan Tanggul penahan tanah dapat berakibat fatal yaitu kerugian harta benda dan hilangnya korban jiwa. Jenis kesalahan dalam pembangunan diantaranya bentuk struktur yang tidak sesuai standar, pembangunan di tanah dengan nilai soundir 0 pada kedalaman 1-2 meter. Kegagalan rembesan tanggul berupa rembesan melalui struktur atau pondasi yang meningkatkan dan menghilangkan material saat aliran menumpuk. Selain itu, seperti bentuk-bentuk keruntuhan tanggul, konfigurasi dan lebar saluran akan membatasi debit yang dihasilkan dari kegagalan rembesan. Tanggul dapat dikatakan aman jika telah dilakukan analisis stabilitas dengan memperoleh nilai faktor keamanannya, baik terhadap bahaya pergeseran atau gelincir, juga bahaya guling. Pada dinding penahan, perhitungan stabilitas merupakan salah satu aspek yang tidak boleh diabaikan, karena stabilitas tanggul penahan sangat mempengaruhi usia tanggul, keamanan bangunan, serta kondisi tanah di sekitar bangunan tersebut (Supit, 2019).

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis mencoba melakukan suatu studi Analisis Stabilitas Tanggul Penahan Tanah di Situ Bagendit Zona 2. Tinjauan yang dilakukan menyangkut stabilitas terhadap bahaya penggulingan, penggeseran, gaya-gaya, serta tekanan aktif yang berkerja. Analisa stabilitas dilakukan ketika ketinggian air 1,2 m serta dimensi struktur bangunan sesuai dengan gambar proyek. Penelitian ini juga bermanfaat sebagai sumber terutama bagi pekerja proyek dalam melakukan perencanaan pembangunan sebelum membangun suatu bangunan sehingga bangunan dapat aman dari bahaya geser atau gelincir dan guling. Nilai faktor aman bisa diperoleh sebelum melaksanakan pembangunan atau termasuk ke tahap perencanaan, sehingga dapat mencegah hal-hal yang tidak diinginkan. Namun penelitian ini dilakukan setelah dibangun.

## **METODOLOGI**

### **Lokasi Penelitian**

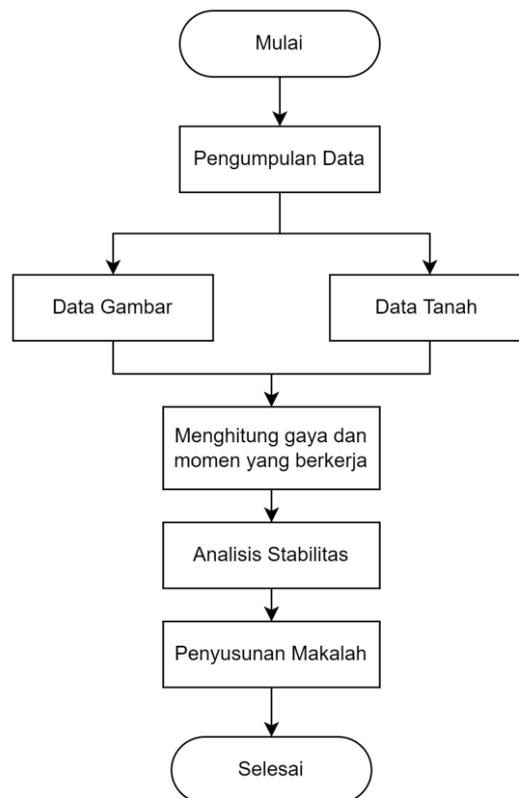
Penelitian dilakukan pada tanggul penahan tanah Situ Bagendit II Zona 2 yang letaknya di kawasan Bagendit 2, Desa Sukaratu, Kecamatan Banyuresmi, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat (Gambar 1). Luas kawasan situ Bagendit 150 Ha, dalam penelitian ini panjang Tanggul yang diteliti berada di zona 2 dengan panjang 3 km.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Situ Bagendit II

### Alur Penelitian

Berikut ini adalah Gambar 1. alur penelitian yang dilakukan untuk menganalisis stabilitas Tanggul Penahan Tanah Pedestrian Situ Bagendit.



Gambar 2. Alur Penelitian

### Analisis Gaya dan Stabilitas

Penelitian ini melakukan beberapa perhitungan analisis gaya diantaranya, gaya berat bangunan dan air, gaya gempa, gaya uplift dan tekan lumpur. Perhitungan gaya berat dilakukan dengan arah vertikal kebawah dimana garis kerjanya melewati pusat massa bangunan dan air, untuk memudahkan analisis maka bangunan dan air dibagi beberapa bagian. Gaya berat diperoleh dari

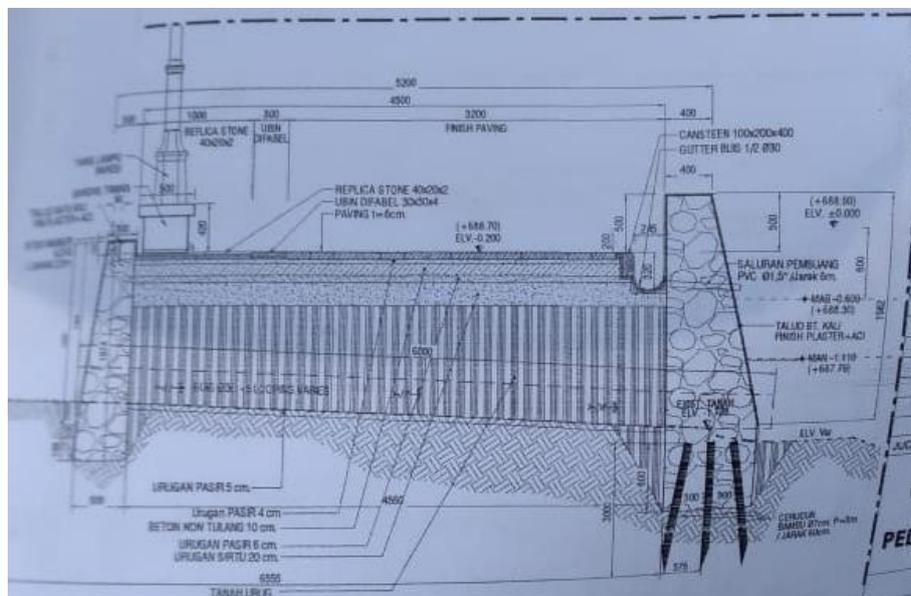
menghitung rapat massa bangunan atau air dikali percepatan gravitasi dan volume total tiap bagian. Kemudian Momen gaya berat diperoleh dari gaya berat dikali lengan gaya ( $x$ ) (Sabihi et al., 2017). Pembagian struktur digambarkan pada gambar 3. dan 4.

Gaya gempa dihitung dengan arah horizontal dimana garis kerjanya melewati pusat massa bangunan dan air. Gaya gempa diperoleh dari gaya horizontal dikali percepatan gempa. Percepatan gempa di lokasi Situ Bagendit II adalah 0,3 (Asrurifak, 2018). Setelah diperoleh gaya gempa, selanjutnya dicari momen gempa dari gaya gempa dikali dengan lengan gaya ( $y$ ).

Gaya tekan ke atas (*Uplift Pressure*) adalah suatu cara untuk mengetahui tekanan air terhadap sebuah dinding atau tanggul. Gaya *Uplift* bekerja ketika sebuah tekanan diketahui tiap titik, setelah itu dicari besaran gaya yang pada setiap bidang yang terdapat pada tanggul (Abror & Hartono, 2019)

Setelah diperoleh data gambar dan data tanah, selanjutnya dilakukan analisis dan pengolahan data dengan cara:

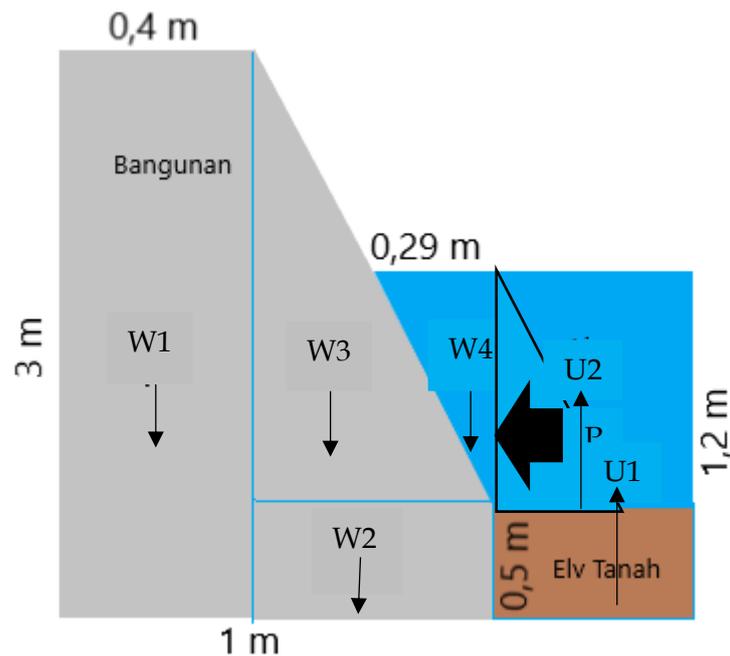
- 1) Menghitung dan menganalisis gaya dan momen yang bekerja pada bangunan dan air
- 2) Menghitung dan menganalisis stabilitas geser dan guling



Gambar 3. Gambar Proyek Tanggul Penahan Tanah Pedestrian Zona II  
Sumber : PT. ADHI KARYA (Persero) Tbk. Departemen Gedung

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data gambar dan observasi secara langsung, berikut ini pada Gambar 4. memuat gambar bangunan tanggul, air, dan elevasi tanah secara melintang. Selanjutnya peneliti melakukan analisis dengan menggambarkan diagram-diagram gaya yang bekerja pada struktur.



Gambar 4. Bangunan Tanggul

#### Gaya Berat

Gaya berat dari bangunan tanggul Situ Bagendit dihitung dengan membagi 4 bagian. Dimensi bangunan tanggul berbentuk trapesium 3 m x 1 m x 0,5 m x 3000 m Seperti Gambar 4. Nilai massa jenis bangunan dicari dengan mengambil 10 sample bahan tembok dan batu kali dengan perbandingan 1:4 hasilnya adalah  $2263 \frac{kg}{m^3}$ , sedangkan massa jenis air yaitu  $1000 \frac{kg}{m^3}$ . Gaya berat dibagi 2, yaitu gaya berat bangunan dan air secara vertikal (V) yaitu  $154.935.706 N$  dan Gaya horizontal dan tekan air sebesar  $H = 21.189.600 N$ . Titik koordinat pusat massa dicari dengan membagi 4 bagian tanggul dan air, kemudian diperoleh masing-masing x dan y adalah  $0,36 m$  dan  $1,28 m$ . Nilai ini dipakai sebagai lengan gaya untuk menghitung momen gaya vertikal dan momen gempa. Hasil perhitungan momen vertikal adalah  $56.086.725 Nm$

$$W_1 = \rho_b \times g \times V_1 = 2263 \left( \frac{kg}{m^3} \right) \times 9,81 \left( \frac{m}{s^2} \right) \times 0,4(m) \times 3(m) \times 3000(m) = -79.920.108 N$$

$$W_2 = \rho_b \times g \times V_2 = 2263 \left( \frac{kg}{m^3} \right) \times 9,81 \left( \frac{m}{s^2} \right) \times 0,6(m) \times 0,5(m) \times 3000(m) = -19.980.027 N$$

$$W_3 = \rho_b \times g \times V_3 = 2263 \left( \frac{kg}{m^3} \right) \times 9,81 \left( \frac{m}{s^2} \right) \times 0,5 \times 0,6(m) \times 2,5(m) \times 3000(m) = -49.950.067 N$$

$$W_4 = \rho_w \times g \times V_4 = 1000 \left( \frac{kg}{m^3} \right) \times 9,81 \left( \frac{m}{s^2} \right) \times 0,5 \times 1,2(m) \times 0,29(m) \times 3000(m) = -5.085.504 N$$

$$P = 0,5 AP_w = 0,5 \times 1,2(m) \times 3000(m) \times 1000 \left( \frac{kg}{m^3} \right) \times 9,81 \left( \frac{m}{s^2} \right) \times 1,2(m) = 21.189.600 N$$

Gaya Horizontal :

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= 0 \\ H - P &= 0 \\ H &= 21.189.600 N \end{aligned}$$

Gaya Vertikal :

$$\Sigma F_y = 0$$

$$V - W_1 - W_2 - W_3 - W_4 = 0$$

$$V = 154.935.706 N$$

Koordinat pusat massa :

sebuah titik koordinat pada struktur dalam tinjauan bidang di mana massa semua partikel penyusun struktur dianggap terpusat pada titik tersebut.

$$\Sigma M = 0$$

$$\bar{x}V - \Sigma(xW) + P(0,4) = 0$$

$$\bar{x} = 0,36 m;$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma Ay}{\Sigma A} = \frac{3,092}{2,422}$$

$$\bar{y} = 1,28 m$$

Momen Gaya Berat :

$$M_V = V\bar{x} = 154.935.706 \times 0,36 = 56.086.725 Nm$$

Gaya Gempa

Percepatan gempa di lokasi Situ Bagendit II adalah sebesar 0,20 g (Asrurifak, 2017). Gaya gempa yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah 30.978.141,2 N sedangkan momen gempa nya 39.590.064,45 Nm.

Gaya Gempa :

$$G = Vg = 154.935.706 \times 0,2 = 30.978.141,2 Nm$$

Momen Gaya Gempa :

$$M_G = G\bar{y} = 30.978.141 \times 1,28 = 39.590.064,45 Nm$$

Gaya Uplift

Gaya angkat atau gaya Uplift yaitu gaya diakibatkan rembesan dan atau tekanan air dan rembesan. Massa jenis air  $1000 \frac{kg}{m^3}$ . Arah gaya Uplift berlawanan dengan gaya akibat beban sendiri atau bangunannya, namun untuk pondasi dalam yang digunakan pada tanggul pedestrian ini adalah menggunakan tiang pancang. Besar total gaya uplift dan momen gaya uplift adalah  $U = 50.301.000 N$  dan  $\Sigma M_U = 28.547.100 Nm$

$$U_1 = \rho_w \times g \times V_1 = 1000 \left( \frac{kg}{m^3} \right) \times 9,81 \left( \frac{m}{s^2} \right) \times 1(m) \times 0,5(m) \times 3000(m) = 14.715.000 N$$

$$U_2 = \rho_w \times g \times V_2 = 1000 \left( \frac{kg}{m^3} \right) \times 9,81 \left( \frac{m}{s^2} \right) \times 1(m) \times 1,2(m) \times 3000(m) = 35.316.000 N$$

$$\Sigma U = 50.301.000 N$$

Momen Gaya Uplift :

$$M_{U1} = 0,5 \times U_1 = 0,5 \times 1 \times 14.715.000 = 7.357.500 Nm$$

$$M_{U2} = 0,6 \times U_2 = 0,6 \times 1 \times 35.316.000 = 21.189.600 Nm$$

$$\Sigma M_U = 28.547.100 Nm$$

Stabilitas Geser

Nilai stabilitas terhadap geser dapat diperoleh jika koefisien gesekan dengan tanah lempung adalah 0,35 (lihat tabel 1.). Faktor aman yang diambil adalah  $\geq 1,5$  karena kondisi pembebanan ekstrem. Hasil perhitungan stabilitas geser adalah 1,73 sehingga masuk ke dalam kategori aman, serta dinding penahan tanah aman terhadap bahaya geser (Direktorat Jendral Sumber Daya Air, 2013).

Tabel 1. Harga Perkiraan Koefisien Gesekan (f)

Bahan	f
Pasangan Batu	0,60-0,75
Batu Keras berkualitas baik	0,75
Kerikil	0,50
Pasir	0,40
Lempung	0,35-0,30

$$S_1 = f \frac{\Sigma W - \Sigma U}{\Sigma H} \geq 1,25$$

$$S_1 = 0,35 \frac{154.935.706 - 50.031.000}{21.189.600} = 1,73$$

#### Stabilitas Guling

Untuk mendapatkan nilai stabilitas terhadap guling atau bangunan aman terhadap guling, maka di hitung total resultan momen gaya yang bekerja secara vertikal dibagi dengan resultan momen gempa. Nilai faktor aman yang diambil adalah  $\geq 1,25$  karena kondisi pembebanan ekstrem. Sedangkan hasil perhitungan stabilitas guling adalah 2,1 sehingga masuk ke dalam kategori aman serta dinding penahan tanah aman terhadap bahaya guling (Direktorat Jendral Sumber Daya Air, 2013).

$$S_2 = \frac{M_W + M_U}{M_G} \geq 1,5$$

$$S = \frac{56.086.725 + 28.547.100}{39.590.064} = 2,1$$

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, analisis stabilitas pada tanggul penahan tanah pedestrian Situ Bagendit II, disimpulkan bahwa:

- 1) Berdasarkan analisis dan perhitungan bahwa kontrol stabilitas tanggul terhadap geser atau gelincir adalah 1,73, dimana nilai ini termasuk dalam kategori aman terhadap geser atau gelincir karena lebih dari 1,25.
- 2) Berdasarkan analisis dan perhitungan bahwa kontrol stabilitas tanggul terhadap guling adalah 2,1, dimana nilai ini termasuk dalam kategori aman terhadap guling karena lebih dari 1,25.

#### REKOMENDASI

Untuk penelitian selanjutnya, peneliti merekomendasikan untuk mencari nilai faktor aman dengan menggunakan metode lain yaitu metode perencanaan probabilistik, karena beban dan ketahanan merupakan variabel yang *random*, sehingga dengan sendirinya angka keamanan yang diperolehnya juga merupakan *variable random*. Hal ini dikarenakan dalam struktur mencakup ramalan-ramalan tidak pasti menyangkut bahan dan geometri serta pola dan integritas pembebanan. Peneliti juga merekomendasikan untuk dilakukan penelitian selanjutnya untuk mencari nilai indeks keandalan struktur sehingga dapat dimanfaatkan oleh pekerja proyek dalam evaluasi pekerjaan karena terdapat hubungan antara antara indeks keandalan, probabilitas kegagalan dan tingkat unjuk kerja yang diharapkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Wu, W., Berhe, T. G., & Ashour, T. (2012). *Embankments and dams. Modern Earth Buildings*, 538-558. doi:10.1533/9780857096166.4.538
2. Ashour T. and Wu W. 2010, 'An experimental study on shrinkage of earth plaster with natural fibres for straw bale buildings', *Int. J. Sustainable Eng.*, 3: 299-304.

3. Hsi, J., & Martin, J. (2015). *Soft Ground Treatment and Performance, Yelgun to Chinderah Freeway, New South Wales, Australia. Ground Improvement Case Histories, 137-174.* doi:10.1016/b978-0-08-100698-6.00005-2
4. Gardjito, E., Limantara, A. D., Ridwan, A., Subiyanto, B., Heryanto, B., & Sudarmanto, H. L. (2019, December). Analysis of the Embankment Stability with Flat Concrete Sheet Pile (FCSP). In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1364, No. 1, p. 012056). IOP Publishing.
5. Supit, D. D. (2019). Analisis Perhitungan Kestabilan Dinding Penahan Tanah Studi Kasus Proyek Interchange Manado. *Jurnal Ilmiah Realtech, 15*(2), 114-120.
6. Sabihi, S., Fauzi, M., & Siswanto, S. (2017). *Analisis Perencanaan Bendung (Studi Kasus Bendung Botung)* (Doctoral dissertation, Riau University).
7. Asrurifak, M. dkk. (2017). REKAYASA KEGEMPAAN: PETA GEMPA INDONESIA 2017. PELATIHAN PERANCANGAN DAN KONSTRUKSI JEMBATAN KHUSUS. [https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/05/f54c9\\_17\\_REKAYASA\\_KE\\_GEMPAAN\\_PETA\\_GEMPA\\_INDONESIA\\_2017\\_-\\_ASRURIFAK.pdf](https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/05/f54c9_17_REKAYASA_KE_GEMPAAN_PETA_GEMPA_INDONESIA_2017_-_ASRURIFAK.pdf)
8. Abror, F. M. (2019). Perancangan Analisis Stabilitas Gaya Uplift Pressure Pada Bendung Berbasis Visual Basic. *Jurnal Student Teknik Sipil, 1*(1), 15-21.
9. Direktorat Jendral Sumber Daya Air. (2013). Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP-02, Kementrian Pekerjaan Umum Jakarta