

**PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH PADA RUAS
JALAN MANGGOPOH PADANG LUA (P.025) KM 160+950
NAGARI SUNGAI LANDIA KECAMATAN IV KOTO
KABUPATEN AGAM**

Tri Putra Ramadhani¹

Universitas Bung Hatta

triputraramadhani99@gmail.com

Rita Anggraini²

Universitas Bung Hatta

ritaanggraini@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Tanah ditinjau dari bidang teknik sipil merupakan pecahan dari kerak bumi yang tidak tersedimentasi termasuk material ukuran besar (batu, pasir dan kerikil) serta dalam ukuran kecil (lanau dan lempung). Elevasi tanah yang terbentuk oleh kondisi alami menyebabkan adanya perbedaan beda tinggi. Beda tinggi yang sangat besar akan menyebabkan terjadinya suatu kondisi alam yang disebut lereng. Lereng yang tidak stabil akan menyebabkan longsor yang dapat membahayakan nyawa dan bangunan sekitar, untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan perencanaan dinding penahan tanah. Metode penelitian yang digunakan menggunakan metode bishop dan fellenius dengan survey lapangan untuk mendapatkan data primer dan sekunder berupa kondisi lapangan, data tanah, analisa stabilitas lereng dan pemodelan perkuatan lereng dengan dinding penahan tanah. Hasil analisis lereng tanpa perkuatan dengan metode bishop mendapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1.20 dan 2.54 dengan faktor keamanan lereng eksisting 1.50 yang berarti lereng eksisting tidak aman dan perlu penanganan lebih lanjut. Perkuatan lereng dilakukan dengan dinding penahan tanah tipe kantilever menggunakan beton bertulang yang dianalisis menggunakan teori coulomb serta mempertimbangkan beban gempa dengan teori mononobe-okabe. Setelah dilakukan modifikasi desain dimensi dinding penahan tanah, hasil evaluasi stabilitas menunjukkan bahwa struktur aman terhadap guling ($SF=5.67$) dan aman terhadap geser ($SF=2.05$), dan daya dukung ($SF=10.08$) sehingga dinding penahan tersebut dinyatakan aman dan memenuhi syarat stabilitas lereng.

Kata Kunci: Tanah, Elevasi, Stabilitas, Lereng, Dinding Penahan Tanah, Longsor.

ABSTRACT

Land reviewed from the field of civil engineering is a fragment of the earth's crust that is not sedimented including large-sized immaterial (rock, sand and gravel) and small-sized (silt and clay). Land elevation formed by natural conditions causes differences in height. A very large height difference will cause a natural condition called a slope. Unstable slopes will cause landslides that can endanger lives and surrounding buildings, to overcome this, retaining wall planning is needed. The research method used uses the Bishop and Fellenius method with field surveys to obtain primary and secondary data in the form of field conditions, soil data, slope stability analysis and slope reinforcement modeling with retaining walls. The results of the slope analysis without reinforcement using the Bishop method obtained a safety factor value

of 1.20 and 2.54 with an existing slope safety factor of 1.50 which means the existing slope is unsafe and requires further handling. Slope reinforcement was carried out with a cantilever type retaining wall using reinforced concrete analyzed using the Coulomb theory and considering earthquake loads with the Mononobe-Okabe theory. After modifying the retaining wall dimension design, the stability evaluation results showed that the structure was safe against overturning ($SF = 5.67$) and safe against shear ($SF = 2.05$), and carrying capacity ($SF = 10,08$) so that the retaining wall was declared safe and met the slope stability requirements.

Keywords: Soil, Elevation, Stability, Slope, Retaining Wall, Landslide.

PENDAHULUAN

Manggopoh merupakan salah satu nagari yang terletak pada provinsi Sumatera Barat. Dimana Sumatera Barat merupakan wilayah rawan lonsor yang dikarekan Sumatera Barat diapit oleh dua lempengan besar yaitu Lempengan Eurasia dan Lempengan Indo-Australia. Manggopoh terletak pada rangkaian Bukit Barisan yang membujur sepanjang Pulau Sumatera, Salah satu daerah yang mengalami kelongsoran pada lerengnya berada di ruas jalan Manggopoh – Padang Lua (Sei Landia) KM 160+950.

Tanah adalah benda alami yang terdapat pada permukaan bumi dan disusun dari bahan- bahan mineral yang disebabkan oleh pelapukan batuan dan bahan organik (pelapukan sisa tumbuhan dan hewan yang telah mati). Pembentukan tanah akibat pelapukan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor yang ada menyebabkan adanya perbedaan pada setiap tempat mulai dari jenis tanah, maupun elevasi tanah. Elevasi tanah yang terbentuk oleh kondisi alami menyebabkan adanya perbedaan beda tinggi. Beda tinggi yang sangat besar akan menyebabkan terjadinya suatu kondisi alam yang disebut lereng.

Lereng yang tidak stabil akan menyebabkan terjadinya longsor yang dapat membahayakan bangunan yang berada diatasnya maupun yang ada dibawahnya, serta dapat menyebabkan adanya korban jiwa dari pengguna jalan dan tertutupnya arus lalu lintas. Longsor secara umum disebabkan oleh adanya gaya gravitasi, namun ada beberapa faktor yang juga dapat mempengaruhi terjadinya longsor seperti penambahan beban pada lereng, penggalian yang mempertajam kemiringan lereng, kenaiakan tekanan lateral oleh air dan gempa bumi.

Longsor yang dapat berdampak buruk dapat dicegah dengan melakukan perkuatan lereng. Fungsi perkuatan lereng adalah untuk memberikan stabilitas terhadap lereng agar tidak terjadinya longsor. Salah satu perkuatan lereng yang dapat digunakan sebagai alternatif adalah Dinding Penahan Tanah.

Oleh karena itu, diperlukan Perencanaan Dinding Penahan Tanah Pada Ruas Jalan Manggopoh Padang Lua (P.025) KM 169+950 Nagari Sungai Landia, Kecamatan IV Koto, Kabupaten Agam terhadap stabilitas lereng tersebut untuk mengetahui nilai faktor keamanan lereng agar dapat mengetahui aman atau tidaknya lereng tersebut. Jika lereng ditemukan dalam keadaan tidak stabil maka dilakukan analisis kembali untuk menentukan perencanaan pengendalian longsor. Sehingga dapat mengurangi resiko yang timbul baik berupa materil maupun korban jiwa.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dirancang untuk merencanakan dinding penahan tanah pada Ruas Jalan Manggopoh Padang Lua (P.025) KM 160+950 Nagari Sungai Landia, Kecamatan IV Koto, Kabupaten Agam, riset ini menerapkan pendekatan kuantitatif berbasis survey ke lapangan

dalam pengumpulan data untuk menganalisis kondisi tanah dan jenis dinding penahan tanah yang akan digunakan. Berikut rangkaian tahapan kajian yang diterapkan:

1. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan tahapan mempelajari dan mencari literatur atau referensi yang berkaitan dengan penelitian ini.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan Data merupakan tahapan yang dilakukan untuk mendukung analisis pada penelitian ini berupa data primer ataupun data sekunder. Data yang diperoleh pada penelitian ini di dapatkan dari CV. ARTESIS GEO REKA berupa data pengujian dari hand bor yang meliputi data analisa sarigan, atterbarg limit, persentase butiran, kadar air, berat jenis, berat isi basah, dan jenis tanah.

3. Melakukan Pemodelan

Melakukan pemodelan lereng alami dan pemodelan perkuatan tanah. Pemodelan lereng dilakukan dengan 2 jenis, yaitu lereng eksisting dan lereng yang telah dirubah geometrinya. Pemodelan lereng dilakukan dengan 2 jenis model yaitu, lereng eksisting dan lereng baru. Lereng eksisting adalah lereng yang sesuai dengan lereng pada kondisi lapangan, sedangkan lereng baru adalah lereng baru lereng yang telah dirubah geometri lerengnya.

4. Menghitung Stabilitas Lereng Eksisting dengan Metode Coulumb

- a. Membuat sketsa lereng berdasarkan data penampang lereng.
- b. Membuat sayatan-sayatan vertikal sampai batas bidang gelincir.
- c. Membuat tabel agar lebih mudah dilakukan perhitungan
- d. Melakukan perhitungan sesuai dengan rumus dari metode coulumb yang digunakan.
- e. Mendapatkan hasil berupa faktor keamanan/safety factory lereng.
- f. Menganalisis hasil yang diperoleh dan menetapkan intensitas kemungkinan terjadinya longsor.

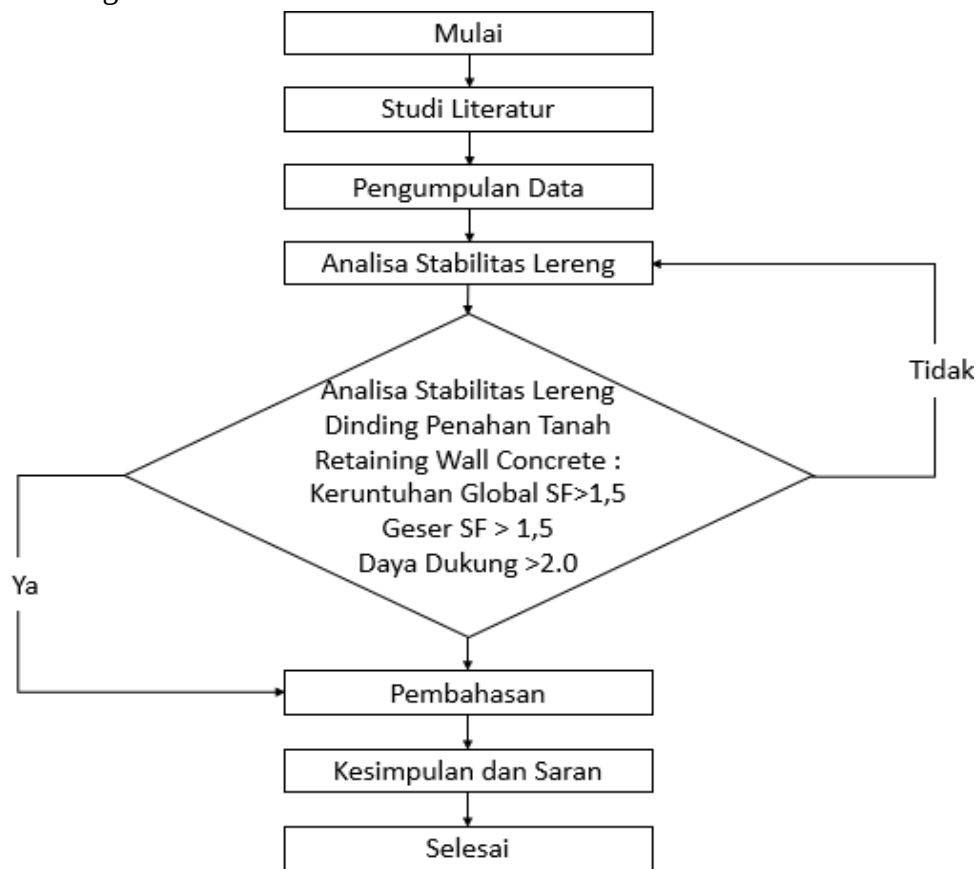
5. Merencanakan dan Menganalisis Perkuatan Lereng dengan Dinding Penahan Tanah

Sebelum menganalisis perlu dilakukan perencanaan pada lereng seperti material dan kemiringan longsor, karena pada saat menganalisa diperlukan data-data seperti :

- a. perencanaan kemiringan sudut yang aman terhadap longsor
- b. penentuan sudut kemiringan longsor terhadap garis horizontal
- c. perencanaan penggunaan diameter dan panjang dinding penahan tanah
- d. perencanaan sudut pemasangan dinding penahan tanah

6. Diagram Penelitian

Langkah – langkah yang akan dilakukan pada penelitian ini yang dijelaskan diatas, dapat diurutkan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Tanah dan Model Lereng

Data primer yang digunakan pada penelitian ini adalah data indeks properties. Data tersebut diperoleh dari uji langsung yang dilakukan di laboratorium. Data parameter tanah yang didapat dari lapangan antara lain :

- a) Berat isi tanah = 10,1 kN/m³
- b) Nilai kohesi tanah = 2.02 kN/m²
- c) Sudut geser = 54°
- d) Tinggi lereng = 14,7 m

Lereng eksisting yang akan dianalisis memiliki tinggi 14,7 meter dengan sudut kemiringan 54° dan dengan panjang tebing 20 meter.

2. Kondisi Lapangan

Kondisi pada lapangan dapat dilihat digambar dibawah ini, dimana kondisi menunjukkan terjadinya kelongsoran yang harus segera dilakukan perkuatan lereng untuk membantu menahan pergerakan tanah dan mencegah terjadinya kelongsoran berikutnya.



Gambar 2. Kondisi Lereng Eksisting

3. Analisa Manual Lereng

Analisis stabilitas lereng manual tanpa perkuatan dilakukan dengan menggunakan Metode Bishop dan Fellenius menggunakan metode irisan. Lereng memiliki ketinggian 14,7 meter. Dengan 1 lapis lereng dengan data tanah dapat dilihat pada Tabel Model lereng eksisting dibawah ini.

a. Metode Bishop

Metode bishop dilakukan dengan membagi membagi lereng pertiap pias untuk menghitung berat tanah lereng tersebut. Permodelan lereng dilakukan dengan menggunakan aplikasi Autocad. Berikut rekapitulasi perhitungan stabilitas lereng eksisting dengan metode bishop:

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Lereng Eksisting Metode Bishop

METODE BISHOP																
Fs Ruas Kiri	No. irisan	A	bn	c	ϕ_i°	ϕ_i°	berat volume tanah kN/m ³	Wn (Kn)	Sin ϕ_i	Cos ϕ_i	Tan Φ_i	Tan ϕ	W Sin ϕ_i (Kn)	W Tan ϕ (Kn)	c.b	Fs Ruas Kanan
1.20	1	12.14	4.1	2.02	3	54	10.1	122.614	0.05234	0.99863	0.05241	1.37638	6.417120939	168.7636928	8.282	1.20
	2	40.68	4.7	2.02	12	54	10.1	410.868	0.20791	0.97815	0.21256	1.37638	85.42426058	565.5112869	9.494	1.20
	3	58.78	4.7	2.02	25	54	10.1	593.678	0.42262	0.90631	0.46631	1.37638	250.8991644	817.1276658	9.494	1.20
	4	47.94	4.7	2.02	40	54	10.1	484.194	0.64279	0.76604	0.8391	1.37638	311.2339039	666.4358676	9.494	1.20
	5	22.32	4.7	2.02	61	54	10.1	225.432	0.87462	0.48481	1.80405	1.37638	197.1672698	310.2805291	9.494	1.20
TOTAL													851.1417196			1021.11

Dapat dilihat nilai SF yang didapatkan yaitu 1,20 dimana nilainya kecil dari pada nilai yang dianjurkan minimal yaitu 1,50. Dikarenakan tidak memenuhi standar yang ada maka perlu dilakukan perkuatan lereng

b. Metode Fellenius

Metode Fellenius yang digunakan menggunakan jari-jari lingkaran R=12 m, dengan sudut kemiringan 38°. Penentuan besar dan pembagian pias-pias dilakukan dengan asumsi sendiri. Berikut rekapitulasi perhitungan stabilitas lereng eksisting dengan metode fellenius.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Lereng Eksisting Metode Fellenius

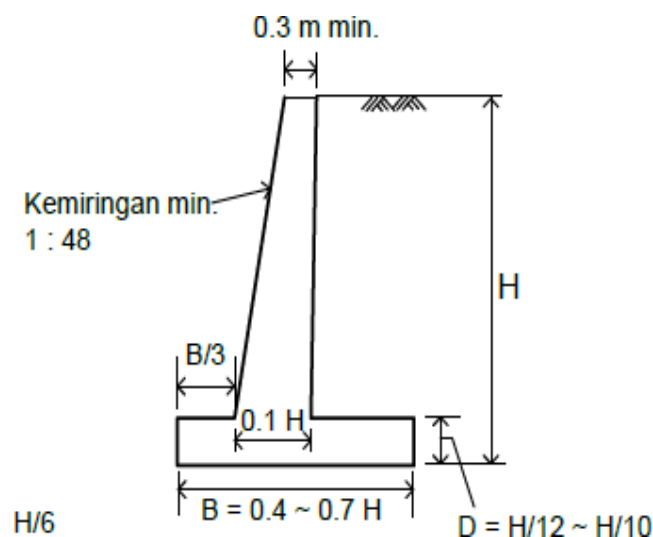
METODE FELLENIUS														
No. irisan	A	bn	c	ϕ °	ϕ (°)	berat volume tanah kN/m ³	Wn (Kn)	Sin ϕ	Cos ϕ	Tan ϕ	$\Delta L(M)$	Sin ϕ (K)	Cos ϕ (K)	FS
1	12.14	4.1	2.02	3	54	10.1	122.614	0.05234	0.99863	1.37638	2.52	6.41712	122.446	2.54565
2	40.68	4.7	2.02	12	54	10.1	410.868	0.20791	0.97815	1.37638	2.64	85.4243	401.89	
3	58.78	4.7	2.02	25	54	10.1	593.678	0.42262	0.90631	1.37638	2.92	250.899	538.055	
4	47.94	4.7	2.02	40	54	10.1	484.194	0.64279	0.76604	1.37638	3.71	311.234	370.914	
5	22.32	4.7	2.02	61	54	10.1	225.432	0.87462	0.48481	1.37638	9.75	197.167	109.292	
											21.54	851.142	1542.6	

Dapat dilihat nilai SF yang didapatkan yaitu 2,54 dimana nilainya besar dari pada nilai yang dianjurkan minimal yaitu 1,50 . Dikarenakan Metode Bishop tidak memenuhi standar yang ada maka perlu dilakukan perkuatan lereng.

4. Dinding Penahan Tanah

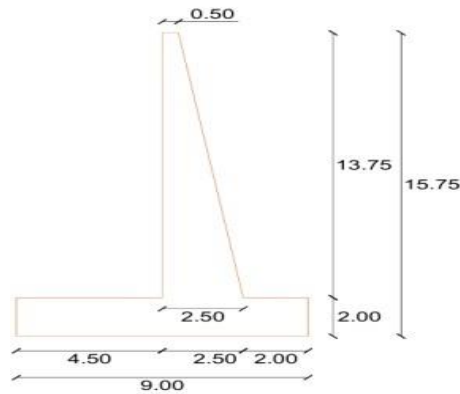
1. Preliminary Desain

Dinding penahan tanah direncanakan berdasarkan SNI 8460:2017 pasal 10.2.5.1 menggunakan dinding penahan tanah kantilever



Gambar 3. Dimensi Dinding Penahan Tanah

Maka didapatkan gambar dimensi pada dinding penahan tanah tipe kantilever sebagai berikut.

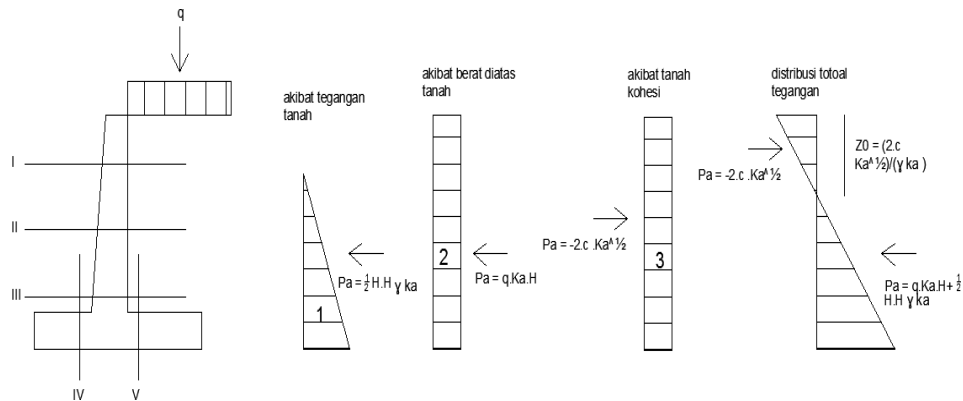


Gambar 4. Dimensi Dinding Penahan Tanah

2. Menghitung Tekanan Tanah Lateral

Untuk menghitung tekanan tanah lateral menggunakan teori Coulomb, kita perlu mengetahui beberapa parameter, dan dari pertanyaan, kamu telah memberikan:

- Sudut geser tanah dalam (ϕ) = 54°
- Berat jenis tanah (γ) = $10,1 \text{ kN/m}^3$
- Kohesi tanah (c) = $2,02 \text{ kN/m}^2$
- Tinggi dinding (H) = 15 m
- Sudut gesekan dinding–tanah (δ) = biasanya diasumsikan antara $0,67\phi$ s/d $\phi \rightarrow$ kita ambil : $\delta = 0,67\phi = 36,18^\circ$
- Sudut kemiringan belakang dinding ke vertikal (β) = 0° (dinding vertikal)
- Permukaan tanah mendatar ($\alpha = 0^\circ$)



Gambar 5. Distribusi Tegangan Tanah Kohesi

- Rumus Koefisien Tekanan Aktif Rankine

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a$$

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

Masukkan nilai:

a. $\phi = 54^\circ$

b. $\sin(54^\circ) \approx 0.8090$

$$K_a = 1 - 0.809 / (1 + 0.809) = 0.105$$

Dengan asumsi $q = 100 \text{ kN/m}$ Maka P_a

$$P_a = q \times K_a \times H + \frac{1}{2} \cdot H^2 \cdot \gamma \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$= 100 \cdot 0.105 \cdot 15 + 0.5 \cdot 15^2 \cdot 10.1 \cdot 0.105 - (2 \cdot 2.02 \cdot \sqrt{0.105}) = 164.14 \text{ kN/m}^2$$

$$Z_o = 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a} / \gamma \times K_a = (2 \cdot 2.02 \cdot \sqrt{0.105}) / (10.1 \cdot 0.105) = 1.23 \text{ m}$$

$$H - z_o = 15 - 1.23 = 13.77 \text{ m}$$

3. Menghitung Gaya yang Bekerja pada Dinding

- Titik Serangan Gaya Resultan (e)

Gaya tanah aktif (P_a) bekerja pada sepertiga tinggi dinding dari dasar:

$$e = \frac{H}{3} = \frac{15}{3} = 5 \text{ m}$$

- Momen Lentur Maksimum (M_{max})

$$M_{max} = P_a \cdot e = 164,14.5 = 820,72 \text{ kN/m}$$

- Gaya Vertikal (Berat Dinding & Pondasi)
 Biasanya untuk dinding kantilever kita perlu mendesain elemen-elemen seperti:
 - Batang vertikal dinding (Stem)
 - Pelat dasar (base slab): Heel (bagian dibawah tanah), Toe (bagian diluar tanah)

Untuk ini, kita perlu asumsi dimensi awal, lalu periksa stabilitas dan ubah jika tidak memenuhi.

- Gaya Gempa (Metode Mononobe-Okabe)
 Dinding penahan tanah berlokasi di Sungai Landia, Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat. Berdasarkan Lokasi tersebut kita bisa cek peta respon percepatan gempa pada website rsa.ciptakarya.pu.go.id dengan asumsi klasifikasi tanah lunak (SE) didapatkan data :

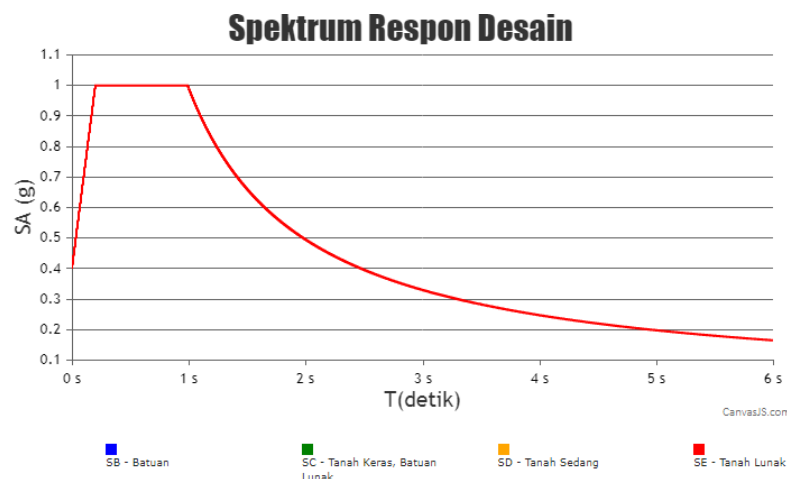
PGA MCEG : 0.7207 (g) bedrock

SS MCEr : 1.8707 (g) bedrock

S1 MCEr : 0.7413 (g) bedrock

TL : 8 Detik

Berikut Spektrum Respon Desain untuk lokasi tinjauan DPT



Gambar 6. Spektrum Respon Desain

Berdasarkan data-data diatas untuk menghitung gaya gempa yang terjadi pada Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever kita menggunakan pendekatan metode Mononobe-Okabe untuk mendapatkan nilai koefisien percepatan gempa (K_a) yang selanjutnya akan menjadi faktor untuk menghitung gaya tekanan aktif seismic (P_a).

Koefisien gempa horizontal (k_h)

$$K_h = \frac{PGA}{g} = \frac{(0,72 \times 9,81)}{9,81} = 0,72$$

$$K_v = 0,5 K_h = 0,5 \times 0,72 = 0,36$$

$$K_{ae} = \frac{\cos(\phi - \theta - \beta)^2}{\cos(\beta) \cos(\delta)} \cdot \left(\frac{1 - \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta - \beta)}{\cos(\beta)^2}}{1 + \sqrt{1 - \frac{k_h}{1 - k_v}}} \right)^2$$

$$K_{ae} = 1,70$$

Hitung gaya Aktif Seismik :

$$P_{ae} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_{ae}$$

$$P_{ae} = 0,5 \times 10,1 \times 152 \times 1,70$$

$$P_{ae} = 1919,44 \text{ kN/m}$$

Dengan titik gaya yang bekerja $H/3 = 15/3 = 5$ meter dari dasar tanah. Tekanan total tanah aktif yang didapat 3 lebih besar daripada teori coulomb dikarenakan mononobe-okabe memperhitungkan gaya gempa didalamnya.

4. Distribusi Tegangan Tanah dan Pengecekan Keamanan

Diketahui distribusi tegangan tanah dan pengecekan keamanan sebagai berikut :

- Total lebar dasar: 9 m
- Heel : 4,5 m
- Toe : 2 m
- Tebal pelat (heel + toe): 2 m
- Tebal badan dinding: 2,5 m

Perhitungan Berat Dinding dan Pelat:

- Volume pelat tumit:
 $V_{heel} = 4,5 \cdot 2 \cdot 1 = 9,0 \text{ m}^3$
 $W_{heel} = 9,0 \cdot 24 = 216 \text{ kN}$
- Volume pelat jari-jari:
 $V_{toe} = 2 \cdot 2 \cdot 1 = 4,0 \text{ m}^3$
 $W_{toe} = 4,0 \cdot 24 = 96 \text{ kN}$
- Volume badan dinding:
 $V_{wall} = 2,5 \cdot 1 \cdot 15 = 37,5 \text{ m}^3$
 $W_{wall} = 37,5 \cdot 24 = 900 \text{ kN}$

d. Total berat:

$$W_{total} = 216 + 96 + 900 = 1212 \text{ kN}$$

e. Momen guling (M_o):

Gaya aktif P_a bekerja 5 m dari dasar:

$$M_o = P_a \cdot 5 = 164,14 \cdot 5 = 820,7 \text{ kN/m}$$

f. Momen Penahan (M_r):

Asumsikan titik tumpu pada ujung jari-jari (*toe*).

Maka:

1. Momen dari Heel:

- Berat = 216 kN
- Lengan = 4,5 m

$$M_{wall} = 216 \cdot 4,5 = 972 \text{ kN/m}$$

2. Momen dari beban dinding:

- Berat = 900 kN
- Lengan: asumsi 6,5 m dari titik tumpu (*toe*)

$$M_{wall} = 900 \cdot 6,5 = 5850 \text{ kN/m}$$

3. Momen dari toe:

- Berat = 96 kN
- Lengan = 1m dari titik tumpu

$$M_{toe} = 96 \cdot 1 = 96 \text{ kN/m}$$

4. Total Momen Penahan

$$M_r = 972 + 5850 + 96 = 6918 \text{ kNm}$$

$$FS_{guling} = \frac{M_r}{M_o} = \frac{6918}{820,7} = 5,67$$

$$5,67 > 1,50 \text{ Aman}$$

6. Stabilitas Geser

a. Gaya geser horizontal = $P_a = 119,3 \text{ kN}$

b. Gaya tahan geser/ $R = W \times \tan(\phi) + c \times A$

$$\tan(54^\circ) = 1,376$$

$$\text{Luas alas} = 9 \times 1 = 9 \text{ m}^2$$

$$R = 1212 \cdot 1,376 + 2,02 \cdot 9 = 1668,9 + 18,18 = 1687,1$$

$$FS_{geser} = \frac{R}{P_a} = \frac{1687,1}{820,72} = 2,05$$

$$2,05 > 1,50 \text{ Aman}$$

6. Daya dukung tanah

kita pakai metode Terzaghi untuk pondasi dangkal:

$$q_{ult} = cN_c + \gamma D_f N_q + 0,5\gamma B N_\gamma$$

Karena pondasi kita cukup lebar, dan tanah granular ($\varphi = 54^\circ$ besar sekali) kita bisa abaikan komponen kohesi dan gunakan :

$$q_{ult} = 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Dari $\varphi = 54^\circ$ kita ambil nilai $N_\gamma = 33.92$ (faktor kapasitas dukung hansen)

$$q_{ult} = 0,5 \cdot 10,1 \cdot 9 \cdot 33.92 = 1541,66 \text{ kN/m}^2$$

7. Tekanan aktual dari struktur (q.actual):

$$q_{actual} = \frac{W + Pa}{B} = \frac{1212 + 164,14}{9} = \frac{1682,4}{9}$$

$$= 152,90 \text{ kN/m}^2$$

8. Faktor keamanan terhadap gaya dukung:

$$FS = \frac{q_{ult}}{q_{actual}} = \frac{1541,6}{152,90} = 10,08 > 2 \text{ (ok)}$$

9. Kesimpulan desain awal:

- Stabilitas guling/keruntuhan global: Aman (FS = 5,67)
- Stabilitas geser: Aman (FS = 2,05)
- Daya dukung : Aman (FS = 10,08)

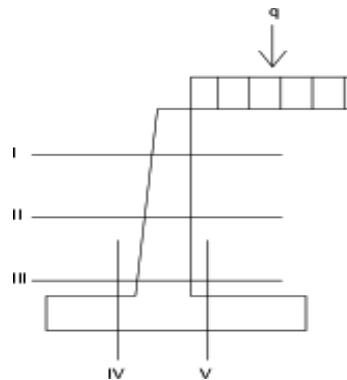
5. Penulangan Struktur Dinding Penahan Tanah

Bagian yang Akan Dihitung Penulangannya:

- Penulangan badan dinding (*stem wall*)
- Penulangan pelat tumit (*heel slab*)
- Penulangan pelat jari-jari (*toe slab*)

Tabel 2. Penulangan Struktur Dinding Penahan Tanah

No	Elemen	Nilai
1	Tinggi dinding	15 m
2	Tebal badan dinding(<i>stem</i>)	2,5 m
3	Tebal plat tumit danjari-jari	2 m
4	Lebar tumit (<i>heel</i>)	4,5 m
5	Lebar jari-jari (<i>toe</i>)	2 m
6	Beton	$f_c=20 \text{ Mpa}$ (asumsi)
7	Baja tulangan	$f_c=400 \text{ Mpa}$ (asumsi)
8	Berat jenis tanah	10,1 Kn/m ³
9	Ka	0,105



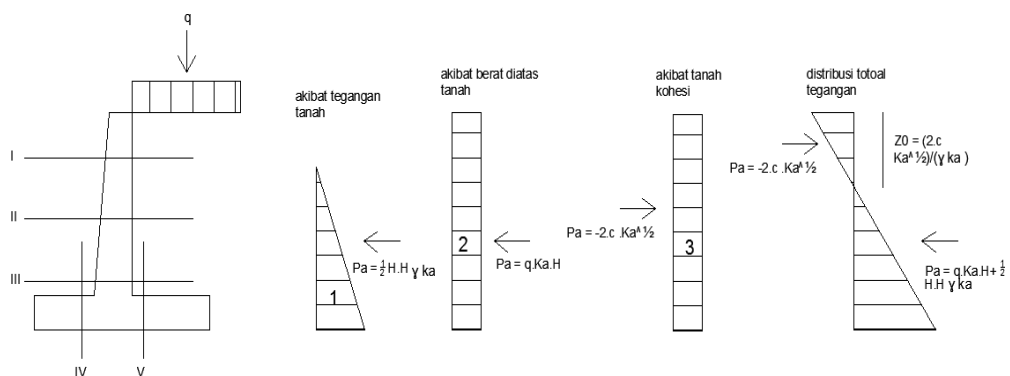
Gambar 7. Pembagian potongan DPT untuk mencari nilai momen dari masing-masing potongan

$$X_e = \frac{\sum Mw - \sum Mgl}{\sum W} = \frac{9193.3 - 2676.46}{1671.3} = 3.902 \text{ m}$$

$$e = B/2 - X_e = \frac{9}{2} - 3.90 = 0.60 < B/6 = \frac{9}{6} = 1.50 \text{ m}$$

Tabel 3. Hitungan Gaya Vertikal dan Gaya Momen Terhadap Kaki Depan

No	Berat W						Jarak dari O	Momen ke O
	(kN)						(m)	(kN)
1	0.5	x	13.8	x	25	x	1.2	= 206,3
2	0.5	x	13.8	x	0.5	x	25	x 1.2 = 103,1
3	2.0	x	9.0	x	25	x	1.2	= 540,0
4	4.5	x	13.8	x	10	x	1.2	= 749,9
q	(9	-	4.5	) x	10	x	1.6	= 72,0
	$\sum W = 1671,3$							$\sum M = 9193,3$



Gambar 8. Distribusi Tegangan Tanah Kohesi

Tabel 4. Beban Horizontal Terfaktor dari Tekanan Tanah Aktif Total

Beban horisontal terfaktor dari tekanan tanah aktif total, P_a (kN)				Jarak dari O	Momen ke O
				(m)	(kN.m)
339,5	x	1,2	= 407,37	5,25	2138,68
42,68	x	1,6	= 68,29	7,875	537,78
$\sum P_a = 475,66$					$\sum M = 2676,46$

Tabel 5. Rangkuman Penulangan

No	Uraian	As(mm ² /m)	Tulangan Disarankan
1	Badan Dinding (Vertikal)	1507	D16-200 mm
2	Badan Dinding (Horizontal)	1507	D16-100 mm
3	Heel Slab Bawah	2470	D22-200 mm
4	Heel Slab Atas (20% dari tulangan bawah)	2470	D22-250 mm
5	Toe Slab Bawah	492	D16-150 mm
6	Toe Slab Atas (20% dari tulangan bawah)	98,4	D16-200 mm

6. Desain Pondasi

Total Momen Penahan $/(M_x)$:

$$M_r = 972 + 5850 + 96 = 6918 \text{ kN/m} = 691 \text{ t.m/m'}$$

a. Momen Guling (M_o) atau (M_y):

Gaya aktif P_a bekerja 5 m dari dasar:

$$M_o = P_a \cdot 5 = 164,14 \cdot 5 = 820,72 \text{ Kn/m} = 83,66 \text{ t.m/m'}$$

Total Berat (W):

$$W_{total} = 216 + 96 + 900 = 1212 \text{ kN/m}$$

Menentukan daya dukung ijin tiang berdasarkan nilai N-SPT

Tabel 6. Data Tiang Pancanh

No	Uraian	Keterangan
1	Diameter Tiang Pancang (D)	60 cm
2	Luas Tiang Pancang (A_p)	0,2826 m ²
3	qd	20 N untuk silt/ clay, 40 N untuk sand
4	N-SPT	60/1,5 = 40 (untuk pasir)
5	Panjang Segmen Tiang yang ditinjau	20 m

Gaya Geser Pada Segmen Tiang (F_i) :

- N maks 12 ton/m² untuk silt/ clay
- N/5 maksimum 10 ton/m² untuk sand
- Keliling penampang tiang (A_{st}) = $\pi \cdot D = 1,884 \text{ m}$
- FK1 dan FK2 = 3 dan 2,5

Tabel 7. Nilai N-SPT

LAPISAN	PANJANG L1 (m)	NSPT (N)	fi = N/5	Fi X Li
1	5	20	4	20
2	1	22	22	22
3	6.5	29	4.461538462	29
4	3	40	13.33333333	40
5	4.5	55	12.22222222	55
TOTAL				166

Analisa daya dukung ijin tiang pada kedalaman 20 m dengan kondisi sand menggunakan nilai N SPT (Meyerhof) dengan rumus sebagai berikut.

$$Pa = (qd \cdot Ap / FK1) + (\sum Li \cdot Fi \text{ Ast} / FK2)$$

$$= (40 \cdot 0,2868 / 3) + (166 \cdot 1,884 / 2,5) = 128,83 \text{ ton}$$

- a. Menentukan daya dukung ijin tarik tiang berdasarkan nilai SPT

Berat pondasi

$$a. Wp = B_j \text{ beton} \cdot \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot h = 2,4 \text{ t/m}^3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,6^2 \cdot 20 = 13,56 \text{ ton}$$

$$b. Pta = (\sum Li \cdot Fi \cdot \text{Ast} \cdot 0,70 / FK2) + Wp$$

$$= (166 \cdot 1,884) \cdot 0,70 / 2,5 + 13,56 \text{ ton}$$

$$= 101,12 \text{ ton}$$

- b. Menentukan jumlah tiang yang diperlukan

$$a. P = 1,212 \text{ kN} = 121,2 \text{ t}$$

Pall berdasarkan ijin tiang yang terkecil = 128,83 ton

$$b. n_p = P / \text{Pall} = 0,94 = 2 \text{ tiang}$$

Jarak Antar Tiang (s)

$$c. s = (2,5 \text{ s/d } 3) D = 2,5 \cdot 0,6 = 1,5 \text{ m}$$

- c. Efisiensi kelompok tiang

$$Eg = n / m \cdot n ((m+n-1) / \sqrt{m \cdot n})$$

Dimana :

a. Eg = efisiensi kelompok tiang

b. M = jumlah tiang dalam satu kolom

c. N = jumlah tiang dalam satu baris

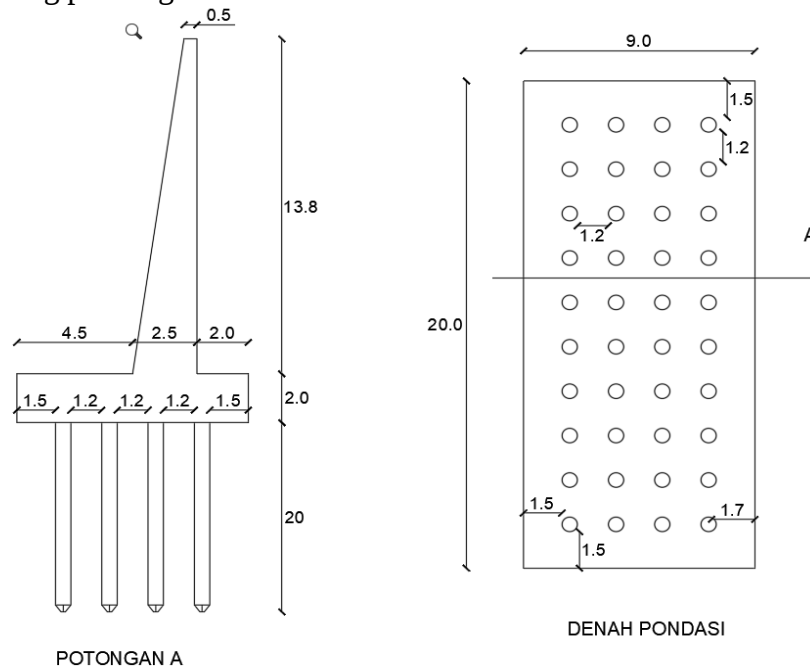
$$d. Eg = (1 / (2 \cdot 1)) ((2+1-1) / \sqrt{2 \cdot 1}) = 0,70$$

e. Daya dukung vertikal kelompok tiang

$$= Eg \cdot \text{jumlah tiang} \cdot \text{daya dukung tiang}$$

$$= 0,70 \cdot 2 \cdot 128,83 = 180,36 \text{ ton} > 121,2 \text{ ton (ok)}$$

Jadi berdasarkan perhitungan sebelumnya didapatkan rencana pondasi diameter 60 cm dengan kedalaman 20 meter sebanyak 2 tiang untuk per 1 meter lari. Berikut adalah gambar tiang pancang.



Gambar Pondasi Pada Dinding Penahan Tanah

7. Tegangan Tanah Pada Dasar Retaining Wall Concrete

Diketahui

- Nilai $P = 128,83 \cdot 2 = 257,66 \text{ t.m/m'}$
- $B = 9 \text{ meter}$

Lakukan analisis Eksentrisitas

- $e = B/2 - X_e = \frac{9}{2} - 3.90 = 0.60$
- Batas Kern $= B/6 = 9/6 = 1,5 \text{ meter}$
- Karena $e > B/6$ pondasi tidak mengalami pengangkatan/uplift (aman)

8. Analisis Tegangan Tanah

- Hitung Tegangan Maksimum dan Minimum
Gunakan rumus distribusi tegangan linear

$$q_{max} = \frac{P}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \quad \text{dan} \quad q_{min} = \frac{P}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

Hitung

$$\frac{P}{B} = \frac{257,66}{10} = 25,766 \text{ kPa}, \quad \frac{6e}{B} = \frac{6 \cdot 0,60}{10} = 0,36$$

$$q_{max} = 28,63 \cdot (1 + 0,608) = 28,63 \cdot 1,4 = 40,08 \text{ kPa}$$

$$q_{min} = 28,63 \cdot (1 - 0,608) = 28,63 \cdot 0,6 = 28,03 \text{ kPa}$$

b. Evaluasi Keamanan

Tabel Evaluasi Keamanan

No	Aspek	Nilai	Status
1	Eksentrisitas (e)	0,60 m	Dalam kern ($e < B/6$)
2	Tegangan maksimum (q_{max})	40,08 kPa	Aman (daya dukung tanah ≥ 100 kPa)
3	Tegangan minimum (q_{min})	28,03 kPa	Tidak ada daya angkat

c. Kesimpulan

Seluruh pondasi masih dalam tekanan penuh (tidak mengangkat).

- Distribusi tekanan linear dan aman.
- Tegangan maksimum masih jauh dibawah daya dukung tanah umumnya ($> 100 \text{ kPa}$).
- Dimensi pondasi aman untuk beban dan momen yang diberikan.

KESIMPULAN

Dari pembahasan mengenai Perencanaan Dinding Penahan Tanah Pada Ruas Jalan Manggopoh Padang Lua (P.025) KM 160+950 Nagari Sungai Landia, Kecamatan IV Koto, Kabupaten Agam, Penulis mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil analisis dari lereng tanpa perkuatan menggunakan metode Bishop dengan perhitungan manual mendapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,20 dan 2,54 untuk metode Fellenius, faktor keamanan lereng eksisting yang didapatkan kecil dari 1,50 memiliki arti bahwa lereng eksisting tidak aman sehingga lereng tersebut perlu penanganan lebih lanjut. lereng yang tidak stabil umumnya disebabkan oleh kondisi geologi yang buruk, sudut kemiringan lereng yang terlalu curam, kurangnya perkuatan terhadap lereng, aktivitas seismik, dan erosi. Faktor Keamanan suatu lereng dapat di tingkatkan dengan merencanakan perkuatan terhadap lereng yang tidak stabil dengan tepat, yaitu dengan merencanakan desain perkuatan lereng yang akan digunakan dengan faktor yang mempengaruhi suatu keamanan lereng.
- Perkuatan lereng dilakukan dengan dinding penahan tanah tipe kantilever menggunakan beton bertulang (Retaining Wall Concrete), yang dianalisis berdasarkan teori Coulomb serta mempertimbangkan beban gempa dengan pendekatan Mononobe-Okabe.
- Setelah dilakukan modifikasi desain dimensi dinding penahan, hasil evaluasi stabilitas menunjukkan bahwa struktur aman terhadap guling ($SF = 5,67$) dan aman terhadap geser ($SF = 2,05$), dan daya dukung ($SF = 10,08$), sehingga dinding penahan tersebut dinyatakan memenuhi syarat stabilitas lereng.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, S. (2007). Dasar-Dasar Analisis Kestabilan Lereng. *PT INCO, Sorowako*. Badan Standardisasi Nasional. SNI 8460:2017. Tipe Dinding Penahan Tanah.
- Bishop, A.W. 1955. The use of slip circle in the stability of analysis of slopes. *Geotechnique*, London,

- Das, Braja M. 1994. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid Edited by Purnomo Wahyu Indarto and Dedi Hidayat. 2nd ed. Surabaya: ERLANGGA.
- Das, Braja M. 1988. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid Edited by Yani Sianipar. 1st ed. Surabaya:
- Djunaedi, Riska Rahmawati. "Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (Studi Kasus: Sdn Lio, Kecamatan Cireunghas)." *Jurnal Student Teknik Sipil* 2.1 (2020): 55-64.
- Hardiyatmo, Hary Chirstady. 2020. PERBAIKAN TANAH. Edited by Galih. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Anggota IKAPI dan APPTI.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2019. MEKANIKA TANAH 2. Edited by Tim UGM Press. 6th ed. Gadjah Mada University Press.
- Lisman, D., Yanti, G., & Megasari, S. W. (2020). Analisis Struktur Dinding Penahan Tanah pada Area Parkir Pascasarjana Universitas Lancang Kuning Pekanbaru. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), 67-74.
- Munir, M. (2006). *Tanah dan Erosi*. Bandung. Penerbit Alumni.
- Panjaitan, S. R. N., Saragi, Y. R., & Sitompul, R. (2024). Evaluasi stabilitas dinding penahan tanah pada pembangunan turap di kabupaten simalungun. *Jurnal Construct*, 4(1), 42-48.
- Soehardi, F., Marpaung, J., & Haris, V. T. (2021). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Di Perumahan Mutiara Palas Permai Kelurahan Rumbai Bukit Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 4(2).
- Sosrodarsono, S. (1990). *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi* (Edisi kelima). Jakarta: Pradnya Paramita.
- Terzaghi, 1923. Mekanika Tanah Jilid 1. Institut Teknologi 10 Nopember Surabaya : Penerbit Erlangga.
- Wandira, S. A., & Rahayu, A. (2021). Peningkatan Stabilitas Lereng pada Ruas Jalan Tawaeli– Toboli dengan Vegetasi/Bioengineering. *Civil Engineering Journal*, 2(1).