

Evaluasi Desain dan Analisis Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*) pada Pembangunan *Underpass* Di Jalan Zainal Abidin Pagar Alam

Hardianto Widyastomo¹⁾

Iswan²⁾

Muhammad Jafri³⁾

Abstract

Underpass is an infrastructure built to provide solutions to road congestion that occurs on a road. To build an underpass, a retaining wall is needed to maintain the stability of the soil deformation so that it is safe. This research wall aims to evaluate the design and analysis of retaining wall on underpass construction that has been built on the Zainal Abidin Pagar Alam street in front of the University of Lampung as another point of view.

The results of this study has conduted that the construction of the retaining wall on the underpass that had been built on the Zainal Abidin Pagar Alam street in front of the University of Lampung was safe against rolling stability, shear stability, carrying capacity stability, and earthquake. Then the calculation results obtained shear reinforcement, main reinforcement, and shrinkage reinforcement on the retaining wall is safe.

Keywords: underpass, retaining wall, lateral earth pressure, landslide

Abstrak

*Underpass merupakan infrastruktur yang dibangun untuk memberikan solusi kemacetan jalan yang terjadi di sebuah jalan. Untuk membangun sebuah *underpass*, maka diperlukan suatu dinding penahan tanah untuk menjaga stabilitas lereng sehingga aman dari kelongsoran. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi desain dan menganalisis dinding penahan tanah pada pembangunan *underpass* yang sudah dibangun di Jalan Zainal Abidin Pagar Alam depan Universitas Lampung.*

*Hasil penelitian ini didapatkan bahwa pembangunan dinding penahan tanah pada *underpass* yang sudah dibangun aman terhadap stabilitas guling, stabilitas geser, stabilitas daya dukung tanah, dan gempa. Selanjutnya hasil perhitungan yang didapatkan tulangan geser, tulangan utama, dan tulangan susut pada dinding penahan tanah sudah aman.*

Kata kunci: underpass, dinding penahan tanah, tekanan tanah lateral, longsor

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Surel: hardianto013@gmail.com

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar lampung.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

Underpass merupakan infrastruktur yang dibangun untuk memberikan sebuah solusi pada kemacetan jalan yang terjadi di sebuah jalan. Untuk membangun sebuah *underpass* maka diperlukan suatu dinding penahan tanah (*retaining wall*) agar tidak terjadi longsor.

Dinding penahan tanah (*retaining wall*) merupakan struktur bangunan yang digunakan untuk menahan tanah atau memberikan kestabilan tanah yang memiliki beda ketinggian. Perhitungan dinding penahan tanah (*retaining wall*) harus benar-benar berdasarkan perhitungan kestabilan dan faktor keselamatan karena agar tidak terjadi kerugian yang besar.

Maka pada penelitian ini mencoba untuk mengevaluasi desain dan menganalisis dinding penahan tanah (*retaining wall*) pada pembangunan *underpass* yang sudah dibangun di Jalan Zainal Abidin Pagar Alam yang berada di depan Universitas Lampung

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*)

Dinding penahan tanah (*retaining wall*) adalah konstruksi yang dapat menahan tekanan tanah pada sekelilingnya, mencegah terjadinya kelongsoran dan terdiri dari dinding dan penyangganya. Dinding penahan tanah (*retaining wall*) terdiri dari bagian-bagian yang dibuat terlebih dahulu (*pre-fabricated*) atau dicetak terlebih dahulu (*pre-cast*) (Sri Respati, 1995).

2.4 Tekanan Tanah Lateral

Dalam buku mekanika tanah jilid 2 (Hardiyatmo, 2011) ada 3 tekanan tanah lateral sebagai berikut :

1. Tekanan tanah diam (K_0)
2. Tekanan tanah aktif (K_a)

Menurut (Hardiyatmo, 2011) menyatakan tekanan tanah aktif adalah tekanan tanah lateral minimum yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah akibat gesekan dinding menjauhi tanah di belakangnya.

Rumus yang digunakan dalam tekanan tanah aktif yaitu :

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi)}{\sin^2 \alpha \times \sin(\alpha - \delta) \times \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \times \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \times \sin(\alpha + \beta)}}\right)^2} \quad (1)$$

$$P_a = 1/2 \times K_a \times \gamma \times h^2 - 2 \times c \times h \times \sqrt{K_a} \quad (2)$$

3. Tekanan tanah pasif (K_p)
Menurut (Hardiyatmo, 2011) menyatakan tekanan tanah pasif adalah tekanan tanah lateral maksimum yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah akibat dinding menekan tanah.
Rumus yang digunakan dalam tekanan tanah pasif yaitu :

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \varphi)}{\sin^2 \alpha \times \sin(\alpha + \delta) \times \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \times \sin(\varphi + \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \times \sin(\alpha + \beta)}}\right)^2} \quad (3)$$

$$P_p = 1/2 \times K_p \times \gamma \times h^2 - 2 \times c \times h \times \sqrt{K_p} \quad (4)$$

2.5 Beban Terbagi Rata

Selain tekanan tanah lateral dinding penahan tanah (*retaining wall*) ada juga beban merata tambahan. Akibat adanya beban merata tambahan, tekanan tanah aktif total pada dinding penahan tanah (*retaining wall*) setinggi H dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$P_a' = q \times K_a \times H \quad (5)$$

2.6 Stabilitas Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*)

Ada beberapa hal yang menyebabkan keruntuhan dinding penahan tanah (*retaining wall*) adalah sebagai berikut :

1. Stabilitas terhadap guling

Faktor aman terhadap guling dapat dinyatakan dengan rumus :

$$FK_{guling} = \frac{\sum MT}{\sum Mgl} \geq 1,5 \quad (6)$$

2. Stabilitas terhadap geser

Faktor aman terhadap geser dapat dinyatakan dengan rumus :

$$FK_{geser} = \frac{\sum Rh}{\sum Ph} \geq 1,5 \quad (7)$$

3. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

Faktor aman terhadap daya dukung tanah dapat dinyatakan dengan rumus :

$$FK_{geser} = \frac{q_{un}}{q} \geq 3 \quad (8)$$

2.7 Beban Gempa

Menurut Bringkgreve (2005) mengatakan bahwa gempa bumi adalah getaran atau vibrasi yang berasal dari alam maupun buatan manusia. Metode yang dipakai untuk menghitung beban gempa menggunakan SNI-1726-2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

2.8 Penulangan Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*)

Penulangan dinding penahan tanah (*retaining wall*) menggunakan SNI-2847-2013 tentang tata cara perhitungan struktur beton bangunan gedung.

2.9 Definisi Longsor

Menurut Hardiyatmo (2011) mengatakan bahwa longsor adalah gerakan material yang membentuk lereng diakibatkan terjadinya keruntuhan geser di sepanjang satu atau lebih bidang longsor.

2.10 Metode Irisan

2.10.1 Metode Fellinius

Metode Fellinius (1927) menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor. Faktor aman dapat dirumuskan sebagai berikut

$$FK = \frac{\sum[(c \times \Delta L) \times R] + [(W \times \cos \alpha \times \tan \varphi) \times R]}{\sum(W \times \sin \varphi) \times R} \geq 1,5 \quad (9)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang di analisis adalah dinding penahan tanah (*retaining wall*) pada pembangunan dinding penahan tanah (*retaining wall*) pada *underpass* di Jalan Zainal Abidin Pagar Alam yang berada di depan Universitas Lampung.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dapat meliputi data sekunder dengan cara mengambil data hasil pengujian tanah yang dilakukan di Laboratorium Tanah Teknik Sipil Universitas Lampung. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan data tanah sebagai berikut :

Tabel 1. Data tanah hasil pengujian

No.	Deskripsi	B-1			B-2	
		2 – 4 meter	4 – 6 meter	6 – 8,5 meter	0 – 4 meter	4 – 10 meter
1	Kadar air (%)	44,55	53,52	25,08	43,97	30,91
2	Massa jenis (gr/cm ³)	1,618	1,639	1,443	1,589	1,644
3	Berat jenis (gr/cm ³)	2,590	2,582	2,644	2,633	2,567
4	Persen lolos no. 200 (%)	44,80	33,35	15,91	60,45	45,95
<i>Atterberg Limit</i>						
5	LL (%)	47,65	41,32	N.P.	34,77	42,88
	PL (%)	34,58	28,18	N.P.	20,26	29,49
	PI (%)	13,07	13,14	N.P.	14,51	13,40
<i>Uji geser langsung</i>						
6	Kohesi (kg/cm ²)	0,086	0,089	0,057	0,098	0,073
	Sudut geser (°)	29,30	28,70	31,20	30,80	30,30

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

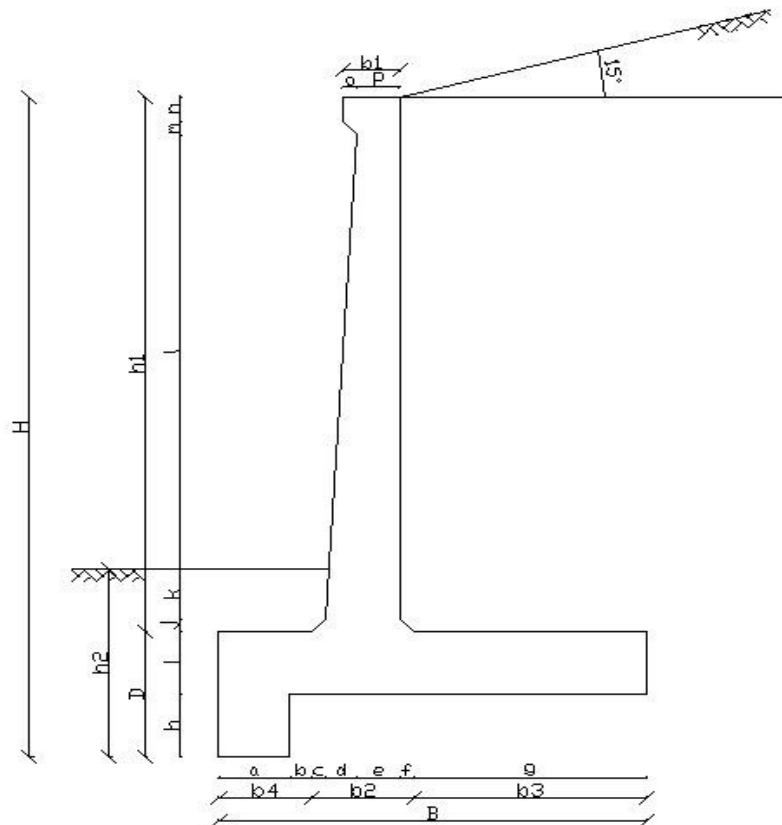
4.1 Data Tanah

Adapun data tanah dari hasil pengujian di Laboratorium Tanah Universitas Lampung yang dibutuhkan untuk perhitungan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Data hasil pengujian di Laboratorium Tansh Universitas Lampung

Tipe	Kedalaman (m)	γ (kN/m ³)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	γ' (kN/m ³)	δ (°)
B-1	2 – 4	25,3991	8,4337	29,30	15,8671	9,7667
	4 – 6	25,3206	8,7279	28,70	16,0730	9,5667
	6 – 8,5	25,9287	5,5898	31,20	14,1509	10,4000
B-2	0 – 4	25,8208	9,6105	30,80	15,5827	10,2667
	4 – 10	25,1735	7,1589	30,30	16,1221	10,1000

4.2 Menentukan Dimensi Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*)



Tabel 3. Dimensi dinding penahan tanah (*retaining wall*)

a	0,50 m	g	1,63 m	m	0,10 m	b2	0,72 m
b	0,15 m	h	0,50 m	n	0,20 m	b3	1,63 m
c	0,10 m	i	0,50 m	o	0,10 m	b4	0,65 m
d	0,22 m	j	0,10 m	h1	4,27 m	H	5,27 m
e	0,30 m	k	0,40 m	h2	1,50 m	D	1,00 m
f	0,10 m	l	3,47 m	b1	0,40 m	B	3,00 m

4.3 Menghitung Koefisien Tekanan Tanah Lateral

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode teori Coulomb :

Tabel 4. Koefisien tekanan tanah lateral

Tipe	Kedalaman (m)	Ka	Kp
B-1	2 – 4	0,3913	3,9756
	4 – 6	0,4024	3,8392
	6 – 8,5	0,3580	4,4541
B-2	0 – 4	0,3647	4,3470
	4 – 10	0,3734	4,2181

4.4 Menghitung Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode teori Coulomb :

Tabel 5. Tekanan tanah aktif dan pasif

Tipe	Kedalaman (m)	Pa (kN/m)	Pah (kN/m)	Pav (kN/m)	y (m)	Pp (kN/m)	y (m)
B-1	2 – 4	62,7294	60,5919	16,2356	1,5900	164,0465	0,5000
	4 – 6	59,3995	57,3755	15,3737	1,5567	160,6649	0,5000
	6 – 8,5	66,3537	64,0928	17,1736	1,5233	165,3163	0,5000
B-2	0 – 4	51,7680	50,0040	13,3985	1,5900	186,3872	0,5000
	4 – 10	61,6343	59,5341	15,9521	1,5567	163,5675	0,5000

Tabel 6. Tekanan tanah aktif dan pasif pada momen terhadap O

Tipe	Kedalaman (m)	Pah (kN)	y (m)	Mgl (kNm)	Pp (kN)	y (m)	MTr (kNm)
B-1	2 – 4	60,5919	1,5900	96,3412	164,0465	0,5000	82,0233
	4 – 6	57,3755	1,5567	89,3145	160,6649	0,5000	80,3324
	6 – 8,5	64,0928	1,5233	97,6347	165,3163	0,5000	82,6581
B-2	0 – 4	50,0040	1,5900	79,5064	186,3872	0,5000	93,1936
	4 – 10	59,5341	1,5567	92,6748	163,5675	0,5000	81,7837

4.5 Menghitung Beban Merata Tambahan

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode teori Coulomb :

Tabel 7. Beban merata tambahan

Tipe	Kedalaman (m)	Pa' (kN/m)	Pa'h (kN/m)	Pa'v (kN/m)	y
B-1	2 – 4	81,3927	78,6193	21,0660	2,2027
	4 – 6	78,1927	75,5283	20,2378	2,1479
	6 – 8,5	82,7126	79,8942	21,4076	2,1344
B-2	0 – 4	69,1656	66,8088	17,9014	2,1850
	4 – 10	79,0705	76,3762	20,4650	2,1634

Tabel 8. Tekanan tanah aktif dan beban merata tambahan pada momen terhadap O

Tipe	Kedalaman (m)	Pah (kN)	y (m)	Mgl (kNm)
B-1	2 – 4	60,5919	1,5900	96,3412
		78,6193	2,2027	173,1753
	Jumlah	139,2112		269,5164
	4 – 6	57,3755	1,5567	89,3145
		75,5283	2,1479	162,2297
	Jumlah	132,9038		251,5442
	6 – 8,5	64,0928	1,5233	97,6347
		79,8942	2,1344	170,5229
	Jumlah	143,9870		268,1575
B-2	0 – 4	50,0040	1,5900	79,5064
		66,8088	2,2027	145,9792
	Jumlah	116,8128		225,4856
	4 – 10	59,5341	1,5567	92,6748
		76,3762	2,1479	165,2298
	Jumlah	135,9104		257,9046

4.6 Menghitung Stabilitas Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*)

4.6.1 Stabilitas Terhadap Guling

Dari hasil perhitungan didapatkan :

Tabel 9. Hasil perhitungan stabilitas terhadap guling

Tipe	Kedalaman (m)	Momen guling (kNm)	Momen tahanan (kNm)	$FK_{guling} \geq 1,5$	Keterangan
B-1	2 – 4	269,5164	634,9279	2,3558	Aman
	4 – 6	251,5442	619,0087	2,4608	Aman
	6 – 8,5	268,1575	625,5566	2,3328	Aman
B-2	0 – 4	225,4856	644,2917	2,8574	Aman
	4 – 10	257,9046	619,9108	2,4036	Aman

4.6.2 Stabilitas Terhadap Geser

Dari hasil perhitungan didapatkan :

Tabel 10. Hasil perhitungan stabilitas terhadap geser

Tipe	Kedalaman (m)	$\sum Rh$ (kN/m)	$\sum Pah$ (kN/m)	$FK_{geser} \geq 1,5$	Keterangan
B-1	2 – 4	293,4589	139,2112	2,1080	Aman
	4 – 6	288,5678	132,9038	2,1713	Aman
	6 – 8,5	284,1333	143,9870	1,9733	Aman
B-2	0 – 4	319,4812	116,8128	2,7350	Aman
	4 – 10	286,5754	135,9104	2,1086	Aman

4.6.3 Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah

Dari hasil perhitungan didapatkan :

Tabel 11. Hasil perhitungan stabilitas terhadap daya dukung tanah

Tipe	Kedalaman (m)	qult (kN/m ²)	qun (kN/m ²)	q (kN/m ²)	FK _{daya dukung tanah} ≥ 3	Keterangan
B-1	2 – 4	767,1051	729,0065	114,4647	6,3688	Aman
	4 – 6	757,1709	719,1899	108,8480	6,6073	Aman
	6 – 8,5	834,7395	795,8466	111,9235	7,1106	Aman
B-2	0 – 4	1166,9482	1128,2170	101,1789	11,1507	Aman
	4 – 10	810,5774	772,8171	109,8386	7,0359	Aman

4.7 Menghitung Stabilitas Dinding Penahan Tanah Akibat Beban Gempa

4.7.1 Stabilitas Terhadap Guling Akibat Beban Gempa

Dari hasil perhitungan didapatkan menggunakan SNI-1726-2012 :

Tabel 12. Hasil perhitungan stabilitas terhadap guling akibat beban gempa

Tipe	Kedalaman (m)	Momen guling (kNm)	Momen tahanan (kNm)	FK _{guling} ≥ 1,5	Keterangan
B-1	2 – 4	269,5164	922,5479	3,4230	Aman
	4 – 6	251,5442	896,6648	3,5646	Aman
	6 – 8,5	268,1575	881,4722	3,2871	Aman
B-2	0 – 4	225,4856	926,6578	4,1096	Aman
	4 – 10	257,9046	885,7735	3,4345	Aman

4.7.2 Stabilitas Terhadap Geser Akibat Beban Gempa

Dari hasil perhitungan didapatkan menggunakan SNI-1726-2012 :

Tabel 13. Hasil perhitungan stabilitas terhadap geser akibat beban gempa

Tipe	Kedalaman (m)	ΣRh (kN/m)	ΣPah (kN/m)	FK _{geser} ≥ 1,5	Keterangan
B-1	2 – 4	366,9557	139,2112	2,6360	Aman
	4 – 6	359,4618	132,9038	2,7047	Aman
	6 – 8,5	349,6788	143,9870	2,4285	Aman
B-2	0 – 4	391,7565	116,8128	3,3537	Aman
	4 – 10	354,6476	135,9104	2,6094	Aman

4.7.3 Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah Akibat Beban Gempa

Dari hasil perhitungan didapatkan menggunakan SNI-1726-2012 :

Tabel 14. Hasil perhitungan stabilitas terhadap daya dukung tanah

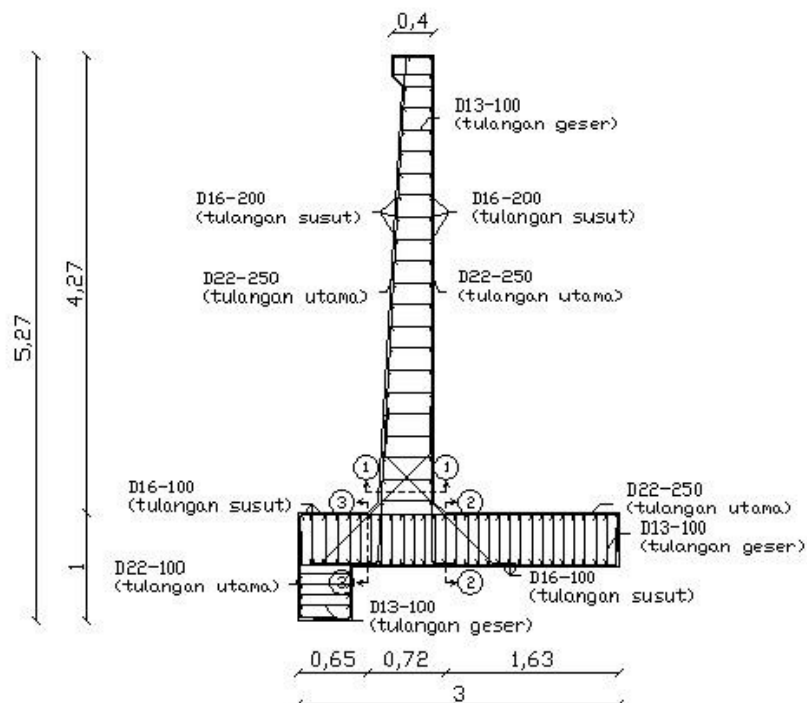
Tipe	Kedalaman (m)	qult (kN/m ²)	qun (kN/m ²)	q (kN/m ²)	FK _{daya dukung tanah} ≥ 3	Keterangan
B-1	2 – 4	1110,8022	1072,7036	190,8548	5,6205	Aman
	4 – 6	1067,4535	1029,4726	182,6363	5,6367	Aman
	6 – 8,5	1286,0884	1247,1955	180,2148	6,9206	Aman
B-2	0 – 4	1532,1038	1493,3726	176,6005	8,4562	Aman
	4 – 10	1183,5217	1145,7614	180,8413	6,3357	Aman

4.8 Menghitung Penulangan Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*)

Dari hasil perhitungan didapatkan menggunakan SNI-2847-2013 :

Tabel 15. Hasil perhitungan tulangan

Tipe	Kedalaman (m)	Potongan	Tulangan Geser	Tulangan Utama	Tulangan Susut
B-1	2 – 4	1 – 1	D13-100	D22-250	D16-200
		2 – 2	D13-100	D22-250	D16-100
		3 – 3	D13-100	D22-100	D16-100
	4 – 6	1 – 1	D13-100	D22-250	D16-200
		2 – 2	D13-100	D22-250	D16-100
		3 – 3	D13-100	D22-100	D16-100
	6 – 8,5	1 – 1	D13-100	D22-250	D16-200
		2 – 2	D13-100	D22-250	D16-100
		3 – 3	D13-100	D22-100	D16-100
B-2	0 – 4	1 – 1	D13-100	D22-250	D16-200
		2 – 2	D13-100	D22-250	D16-100
		3 – 3	D13-100	D22-100	D16-100
	4 – 10	1 – 1	D13-100	D22-250	D16-200
		2 – 2	D13-100	D22-250	D16-100
		3 – 3	D13-100	D22-100	D16-100



Gambar 1. Denah penulangan dinding penahan tanah (*retaining wall*)

4.9 Menghitung Kelongsoran Lereng

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan Fellenius (1927) :

Tabel 16. Hasil perhitungan longsor

Tipe	Kedalaman (m)	ΣMR	ΣMD	$FK \geq 1,5$	Keterangan
B-1	2 – 4	5640,6806	4274,8499	1,3195	Tidak Aman
	4 – 6	5523,4763	4261,6457	1,2961	Tidak Aman
	6 – 8,5	5950,8618	4363,9780	1,3636	Tidak Aman
B-2	0 – 4	6127,2184	4345,8223	1,4099	Tidak Aman
	4 – 10	5966,3983	4236,8879	1,4082	Tidak Aman

5. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pembangunan dinding penahan tanah (*retaining wall*) pada *underpass* di Jalan Zainal Abidin Pagar Alam yang sudah dibangun aman terhadap stabilitas guling, geser, dan daya dukung tanah.
2. Pembangunan dinding penahan tanah (*retaining wall*) pada *underpass* di Jalan Zainal Abidin Pagar Alam yang sudah dibangun aman terhadap gempa.
3. Tulangan geser, tulangan utama, dan tulangan susut dinding penahan tanah (*retaining wall*) pada *underpass* di Jalan Zainal Abidin Pagar Alam yang sudah dibangun aman.
4. Berdasarkan perhitungan stabilitas lereng didapatkan nilai stabilitas lereng yaitu kurang dari 1,5 maka diperlukan dinding penahan tanah (*retaining wall*).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2018. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Unila Offset. Bandar Lampung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2005, *Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng Pada Tanah Residual dan Batuan*, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2011. *Desain Pondasi I*. Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2011. *Mekanika Tanah II*. Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Nur, Oscar Fithrah dan Hakam, Abdul., 2010. *Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall) Akibat Beban Dinamis Dengan Simulasi Numerik*. Andalas University, Padang.
- Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013*.
- Soewandy, Irwan., 2012. *Studi Efisiensi Lebar Alas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Pada Perumahan The Mutiara*. Hasanuddin University, Makassar.
- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726-2012*.