

REDESAIN UNDERPASS MAYJEND SINGKONO DENGAN SHEET PILE PROFIL BAJA DAN ANGKUR

Octa Dwi Damara¹, Gati Sri Utami²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITATS
e-mail: gatisriutami@itats.ac.id

ABSTRACT

In implementing the underpass, a retaining wall is needed which functions to hold the soil during the dredging process. The problem faced in making retaining walls is how the retaining walls function optimally and are durable. The main factor for optimal functioning of the retaining wall is the safety factor for sliding and rolling stability. In this thesis I will discuss about re-planning the retaining wall of the underpass at Jl. Mayjend Sungkono sheet pile model, because the condition in the field the retaining wall used is reinforced concrete secant pile and is safe or there are no problems. But it takes a long time to build. From the calculation of W that fulfills the planning is the Larssen 704 profile with a sheet pile length of 8.4 m embedded in the ground 2.4 m, an anchor diameter of 2cm, 14.22m long, the armature block width 0.6m high 2m and the value of stability against sliding SF = 1.373 and rolling SF = 1,764.

Keywords: retaining wall, underpass, stability, sheet pile, stability

ABTRAKS

Dalam pelaksanaan underpass dibutuhkan dinding penahan tanah yang berfungsi untuk menahan tanah saat proses pengerukan. Masalah yang dihadapi dalam pembuatan dinding penahan tanah adalah bagaimana fungsi dinding penahan tersebut dapat optimal dan tahan lama. Faktor utama supaya dinding penahan berfungsi optimal adalah faktor keamanan terhadap stabilitas sliding dan guling. Pada skripsi ini saya akan membahas mengenai merencanakan ulang dinding penahan *underpass* Jl. Mayjend Sungkono model *sheet pile*, karena kondisi di lapangan dinding penahan yang digunakan adalah *secant pile* beton bertulang dan aman atau tidak terjadi permasalahan. Tapi memakan waktu yang cukup lama untuk pembangunannya. Dari hasil perhitungan W yang memenuhi perencanaan adalah profil Larssen 704 dengan panjang turap 8.4 m dengan tertanam di dalam tanah 2.4 m, diameter angkur 2cm panjang 14.22m, lebar blok angkur 0.6m tinggi 2m dan nilai stabilitas terhadap sliding SF = 1.373 dan guling SF = 1.764.

Kata kunci: dinding penahan, underpass, stabilitas, *sheet pile*, stabilitas

PENDAHULUAN

Di Mayjend Sungkono dilakukan perencanaan *underpass* dan *overpass* di wilayah bundaran Mayjend Sungkono sebagai jalan alternatif. Dengan adanya perencanaan *underpass* dan *overpass* diharapkan dapat mengatasi kemacetan yang sering terjadi di daerah jalan tersebut. Alternatif tersebut yaitu, rute dari arah jalan HR. Muhammad dapat langsung ke jalan Mayjend Sungkono secara langsung, begitupun sebaliknya. Sehingga dari HR Muhammad, Mayjend Sungkono, maupun tol Kupang Indah mampu mengurangi jarak tempuh. Selain itu adanya proyek *overpass* ini dapat mengurangi kemacetan, kendaraan dari arah Kupang Indah yang menuju ruas jalan tol tidak perlu lagi berputar di bundaran, begitu juga kendaraan dari arah tol yang akan menuju kupang indah juga dapat langsung melewati arah jalan *overpass* tersebut.

Pada pelaksanaan *underpass* dibutuhkan dinding penahan tanah yang berfungsi untuk menahan tanah saat proses pengerukan. Pada proses pengerukan masalah yang dihadapi dalam pembuatan dinding penahan tanah adalah bagaimana caranya agar fungsi dinding penahan tersebut dapat optimal dan tahan lama. Faktor utama supaya dinding penahan berfungsi optimal adalah faktor keamanan terhadap stabilitas guling dan sliding

Pada kondisi di lapangan dinding penahan yang digunakan adalah *secant pile* beton bertulang dan aman atau tidak terjadi permasalahan.

Pelaksanaan pembangunan *secant pile* membutuhkan waktu yang lama, sehingga bisa mengganggu pekerjaan lain dan aktifitas lalu lintas di Jalan Mayjend Sungkono yang padat. Berdasarkan hal tersebut, maka kami merencanakan ulang dinding penahan *underpass* Jl. Mayjend Sungkono model *sheet pile*.

TINJAUAN PUSTAKA

Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah timbul selama pergeseran tanah (*soil displacement*) atau selama peregangannya tetapi sebelum tanah tersebut mengalami keruntuhan. Pengetahuan tekanan tanah lateral dibutuhkan untuk merencanakan turap/dinding penahan tanah. Tekanan tersebut memiliki tiga kondisi yang dapat ditinjau yakni tekanan tanah saat diam (*earth pressure-at rest*), tekanan tanah aktif (*active earth pressure*), dan tekanan tanah pasif (*passive earth pressure*).

Tekanan lateral yang mendorong dinding penahan disebut tekanan aktif, merupakan tekanan tanah lateral minimum yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah akibat gerakan dinding menjauhi tanah dibelakangnya [1]. Jika berat suatu tanah sampai kedalaman h maka tekanan tanahnya adalah $\gamma \times h$ dimana γ adalah berat volume tanah, arah dari tekanan tersebut adalah vertikal. Sedangkan untuk mendapatkan tekanan arah horisontal maka dikalikan K_a atau konstanta yang fungsinya mengubah tekanan vertikal menjadi tekanan horisontal.

Menurut teori Rankine [2,3,4]

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \text{ Atau } K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Sehingga gaya lateral aktif

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

Jika tanahnya berkoheesi rumus menjadi

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot h^2 \cdot \gamma K_a - 2C \sqrt{K_a} \cdot h \dots\dots\dots (3)$$

Tekanan tanah pasif, tekanan yang berlawanan dengan arah tekanan tanah aktif dan bekerja jika dinding bergerak menahan tanah. Tekanan tanah pasif mempunyai koefisien sebesar K_p .

:

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \text{ Atau } K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (4)$$

Gaya lateral pasif

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot h^2 \cdot \gamma K_p + 2C \sqrt{K_p} \cdot h \dots\dots\dots (5)$$

Perencanaan Turap [1,2]

Menentukan Kedalaman Penanaman (D) dan Panjang Turap (L) [2]

- Menghitung nilai K_a dan K_p
- Menghitung tegangan horizontal di tiap titik
- Gambar Diagram Tegangan Aktif dan Pasif
- Menghitung Momen yang Bekerja Pada Turap
- Mencari Kedalaman dan Panjang Turap

Persamaan yang digunakan

$$\Sigma M_{\text{total}} = \Sigma M_{\text{pasif}} - \Sigma M_{\text{aktif}} \dots\dots\dots (6)$$

Dalam kondisi seimbang :

$$\Sigma M_{\text{aktif}} - \Sigma M_{\text{pasif}} = 0 \dots\dots\dots (7)$$

Perencanaan Profil Baja [5,6]

Dalam perencanaan ini, digunakan baja dengan profil Larssen. Penentuan ukuran dan geometri profil turap baja didasarkan pada *Widerstands Moment* yang tersedia pada tabel profil Larssen. Sebelumnya menentukan letak Momen maksimum yaitu dengan cara mendeferensialkan persamaan momen total terhadap dx dimana $x = d$ atau kedalaman penanaman turap

$$\frac{d\Sigma M_{\text{total}}}{dx} = 0 \dots\dots\dots (8)$$

$$W = \frac{\Sigma M_{\text{total}}}{\sigma_t} \dots\dots\dots (9)$$

Perencanaan Angkur [5,6]

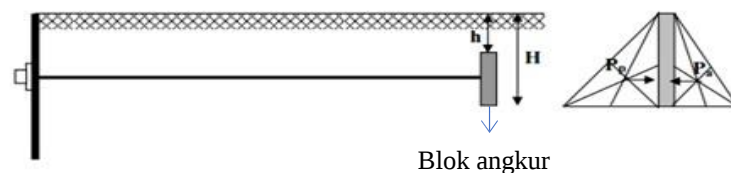
Diameter angkur

Pada kondisi seimbang maka ;

$$\Sigma P_{\text{aktif}} - (\Sigma P_{\text{pasif}} + T) = 0 \dots\dots\dots (10)$$

$\sigma_{\text{angkur}} = T/A$, dimana A = Luas penampang baja angkur (A) = $0,25\pi d^2$

Dimensi Blok angkur



Gambar 1. Gambar blok angkur

Apabila nilai $h \leq H/3$ maka dianggap tinggi papan anker = H dan termasuk jenis blok angkur yang memanjang didekat permukaan tanah, sehingga tekanan tanah pasif dan aktif yang bekerja pada blok angkur adalah setinggi H

Persamaan menghitung kapasitas ultimit blok angkur pendek didekat permukaan tanah dengan lebar blok angkur L adalah sebagai berikut :

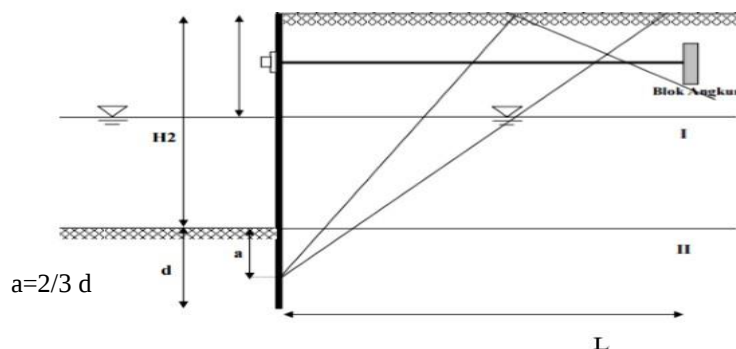
$$T \leq L (P_p - P_a) \dots\dots\dots (11)$$

Menentukan panjang angkur

Letak angkur harus terletak pada zone tanah yang stabil. blok angkur bekerja penuh jika:

- daerah aktif turap yang akan runtuh tidak memotong bidang longsor blok angkur;

2. blok angkur terletak dibawah garis yang ditarik dari ujung bawah turap yang



Gambar 2. Panjang Angkur

Stabilitas Dinding Penahan Tanah [1,2]

Stabilitas Terhadap Guling

Tanah urugan dibelakang dinding mengakibatkan tekanan tanah lateral yang cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat pondasi. Momen akibat berat sendiri dinding penahan dan momen akibat berat tanah di atas pelat pondasi. Faktor keamanan yang bias untuk melawan guling terhadap tapak adalah 1,2 disarankan untuk tanah kohesif yang dihitung sebagai berikut :

Faktor aman akibat guling (Fgl), didefinisikan sebagai

$$FS_{guling} = \frac{\sum M_R}{\sum M_O} \geq 1,2 \quad \dots\dots\dots(12)$$

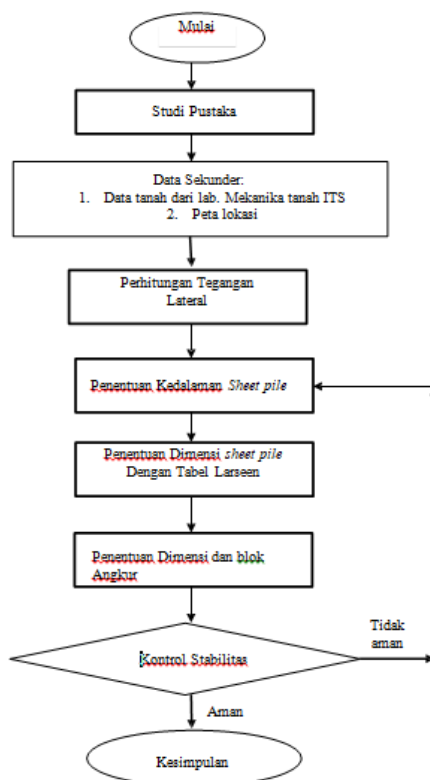
Stabilitas Terhadap Sliding

Faktor keamanan paling sedikit (minimal) untuk melawan geseran harus 1,2 untuk tekanan tanah pasif diabaikan dan kira-kira 2,0 untuk tekanan pasif diperhitungkan, yang dihitung sebagai berikut:

Faktor aman terhadap sliding (Fsl) didefinisikan sebagai

$$FS_{sliding} = \frac{\sum P_p}{\sum P_a} \geq 1,2 \quad \dots\dots\dots(13)$$

METODE



Gambar 3. Diagram alir perencanaan

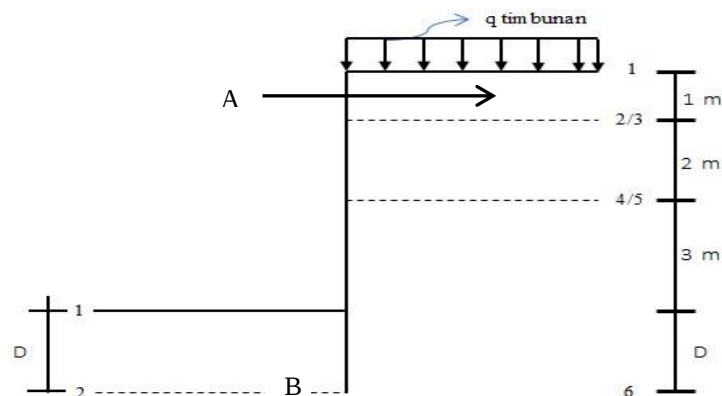
HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan Kedalaman Penanaman dan Panjang Turap

Perhitungan Gaya lateral atau horisontal dan momen

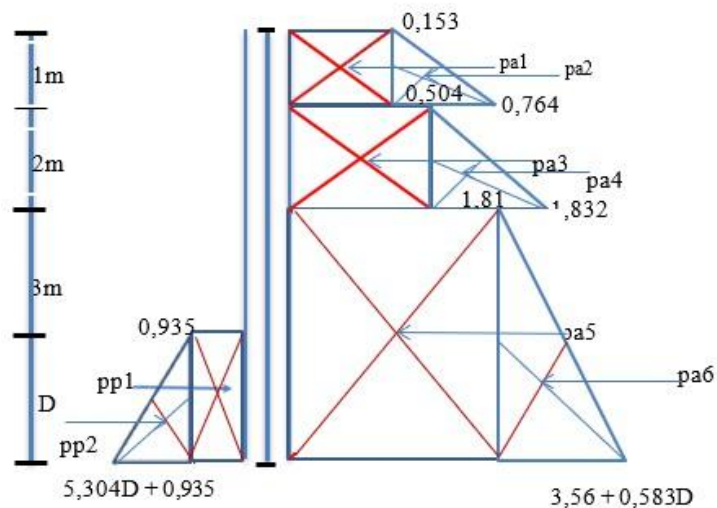
Beban luar akibat beban timbunan di permukaan tanah aktif

$$q = 1.593 \cdot 1 = 1.593 \text{ t/m}^2$$



Gambar 4. Perencanaan turap

Setelah tegangan horisontal didapat, kemudian digambar untuk menghitung besarnya gaya horisontal



Gambar 5. Tegangan horisontal

Gaya yang bekerja pada turap

Tabel 1. Gaya-gaya lateral tanah aktif :

P	σ_h' (ton/m ²)	Pa (ton)
1	0,153	0,153
2	0,504	0,176
3	0,764	1,528
4	1,832	1,068
5	1,81	1,81D + 5,43
6	3,56 + 0,583D	0,292D ² + 1,751D + 2,625

Tabel 2. Gaya-gaya lateral tanah pasip :

P	σ_h' (ton/m ²)	Pp (ton)
1	0,935	0,935D
2	5,304D + 0,935	2,65D ²

Tabel 3. Momen tekanan lateral aktif dan pasif terhadap titik A (letak angkur)

Titik	P (ton)	Lengan thd A (m)	Momen (t.m)
Aktif			
1	0,153	0	0
2	0,176	$2/3 \times 1 - 0,5$	0,0293
3	1,528	$1/2 \times 2 + 0,5$	2,292
4	1,068	$2/3 \times 2 + 0,5$	1,958
5	$1,81D + 5,43$	$1/2 \times (3+D) + 2,5$	$1,81D^2 + 12,57D + 12,72$
6	$0,292D^2 + 1,751D + 2,625$	$2/3 \times (3+D) + 2,5$	$0,292D^3 + 3,065D^2 + 4,505D + 11,813$
ΣM_{aktif}		$0,292 D^3 + 4,875D^2 + 17,075D + 28,812$	
Pasif			
1	$0,935D$	$1/2 \times D + 5,5$	$0,468D^2 + 5,14D$
2	$2,65D^2$	$2/3 \times D + 5,5$	$1,76 D^3 + 14,575 D^2$
ΣM_{pasif}		$1,76 D^3 + 15,043 D^2 + 5,14D$	

Kedalaman penanaman dan panjang turap

$$-1,468D^3 - 10,168D^2 + 2,032D + 28,812 = 0$$

Dengan cara coba-coba maka didapatkan :

$$D = 1,6004 \text{ (memenuhi) } \text{dibulatkan} = 2\text{m.}$$

Sehingga panjang turap yang masuk kedalam tanah adalah $D' = 1,2 \times D = 1,2 \times 2 = 2,4\text{m}$

Sedangkan panjang total turap secara actual = $2,4 + 6 = 8,4 \text{ m}$

Perencanaan Profil Turap

$$\Sigma M_{total} = -1,468D^3 - 10,168D^2 + 2,032D + 28,812$$

Menghitung letak momen maksimum yaitu dengan cara mendefersialkan persamaan momen total

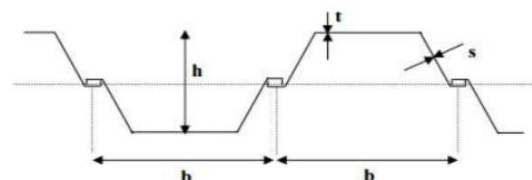
$$4,404D^2 + 20,336D - 2,032 = 0$$

Dengan menggunakan rumus ABC didapat $X_1 = 0,098$

$$M_{maks.} = (-1,468 \times 0,098^3) + (-10,168 \times 0,098^2) + (2,032 \times 0,098) + 23,6272 = 24,727 \text{ ton.m}$$

Digunakan turap baja dengan profil Larssen dengan $\mu = 2,1 \times 10^5 \text{ t/m}^2$ maka dari tabel turap Larssen, digunakan profil

Larssen 600 dengan $W = 510 \text{ cm}^3 > 117,75 \text{ cm}^3$ dengan dimensi



$$b = 600 \text{ mm } h = 150 \text{ mm } t = 9,5 \text{ mm } s = 9,5 \text{ mm}$$

Gambar 6. Gambar profil Larssen

Perencanaan Baja Angkur

Gaya akibat tanah aktif dan pasif dengan $D = 2\text{m}$

$$P_{aktif} = 19,27 \text{ t}$$

$$\Sigma P_{pasif} = 12,47 + T \text{ t Pada kondisi seimbang maka ; } \Sigma P$$

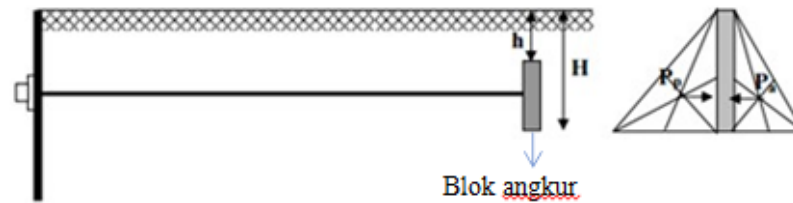
$$aktif - \Sigma P_{pasif} = 0$$

$$19,27 - (12,47 + T) = 0 \quad T = 6,8\text{t}$$

Didapat diameter angker 2cm

$$T = 3700 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 2^2 = 11681\text{kg} = 11,681\text{t} > 6,8\text{t}$$

Perhitungan blok angker



Gambar 7. Gaya lateral yang bekerja pada blok angker

Direncanakan $h = 1\text{m}$ dan $H = 3\text{m}$

Apabila nilai $h \leq H/3$ dianggap tinggi papan angker = H dan termasuk jenis blok angkur memanjang didekat permukaan tanah, sehingga tekanan tanah aktif dan pasif yang bekerja pada blok angkur adalah setinggi H .

Persamaan menghitung kapasitas ultimit blok angkur pendek didekat permukaan tanah adalah sebagai berikut :

$$P_p = 0,5 \times \gamma_t \times H \times k_p \times H = 0,5 \times 1,593 \times 3 \times 3 \times 3 = 21,506$$

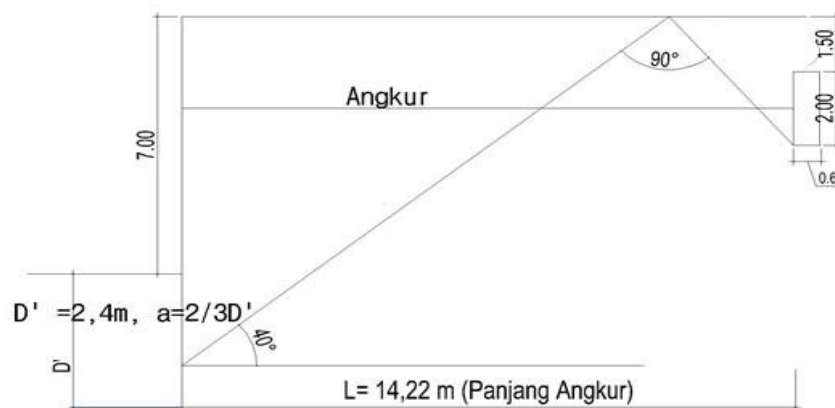
$$P_a = 0,5 \times \gamma_t \times H \times k_p \times H = 0,5 \times 1,593 \times 3 \times 0,22 \times 3 = 1,577$$

$$11,681 < L(21,506 - 1,577)$$

Maka dipakai $L = 0,6\text{m}$

Dipakai $H = 3$, sehingga tinggi blok angkur = $H - h = 3 - 1 = 2\text{ m}$

Penentuan panjang angker



Gambar 8. Cara menentukan panjang angkur

Kontrol Stabilitas Lereng

Tabel 4. Momen akibat gaya aktif dan pasif terhadap titik B dengan $D = 2,4\text{m}$

Titik	P(t)	Lengan/Jarak ke titik B (m)	Momen (t.m)
Aktif			
1	0,153	7,900	1,209
2	0,176	7,700	1,355
3	1,528	6,400	9,779
4	1,068	6,000	6,408
5	9,774	2,700	26,39
6	8,509	1,800	15,316
	21,208	Jumlah	60,457
Pasif			
1	2,244	1,200	2,669
2	15,264	0,800	12,211
3	11,618	7,900	91,782
	29,126	Jumlah	106,682

Stabilitas terhadap sliding

$$FS_{\text{sliding}} = \frac{29,126}{21,208} = 1,373 \geq 1,2 \text{ (aman)}$$

Stabilitas terhadap guling

$$FS_{\text{guling}} = \frac{106,682}{60,457} = 1,764 \geq 1,2 \text{ (aman)}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan perencanaan perkuatan lereng *underpass* menggunakan turap berangker dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Besarnya gaya lateral yang terjadi pada turap
 - Gaya lateral aktif = 21,208t
 - Gaya lateral pasif + gaya angker = 29,126t
2. Panjang turap 8,4 m yang tertanam dalam tanah = 2,4 m
3. Profil turap proofil Larssen 704 dengan dimensi : b = 650 mm h = 150 mm t = 9,5 mm s = 9,5 mm
4. Profil Angkur Diameter = 2 cm Panjang baja angkur = 14,22 m,
Lebar blok angkur = 0,6 m tinggi 2m
5. Kontrol Stabilitas lereng setelah dipasang turap berangker
 - Stabilitas terhadap sliding didapatkan SF = 1,373 > 1,2
 - Stabilitas terhadap guling didapat SF = 1,764 > 1,2

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardiyatmo, H.C, “*Analisis Dan Perencanaan Fondasi I dan II*”, Yogyakarta GajahMada Univercity, 2015
- [2] Bowles, J. E, “*Analisa dan desain Pondasi*”, Edisi Keempat Jilid 1, Erlangga. Jakarta, 1991
- [3] Das, B.M, 1995, “*Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*” Jilid 1 dan , Jakarta : Erlangga
- [4] Terzaghi, K. & Peck, R., S, “*Soil Mechanics In Engineering Practice*”, 2 nd. Ed. Jhon Wiley and Sons. New Yor ,1967
- [5] Isti Radhista Hertiany dan Adwiyah Asyifa,” *Perencanaan Konstruksi Sheet Pile Wall sebagai alternatif pengganti Gravity Wall*”, Program Studi Teknik Sipil, FST-Universitas Teknologi Yogyakarta, 2014
- [6] Mila Roofi Priliyani dan Laela Fitriyantina dan Muhrozi dan Kresno Wikan Sadono, “*Perencanaan Underpass Zaenal Abidin – Soekarno Hatta, Bandar Lampung*”, JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL, Volume 6, Nomor 2, Halaman 22 – 30, 2017