

# DESAIN METODE *GROUND ANCHOR* TERHADAP PERGESERAN TANAH PROYEK APARTEMEN GRAND DHARMAHUSADA LAGOON (Studi Kasus pada Pembangunan Apartemen *Grand Dharmahusada Lagoon* Surabaya)

**Tar Sun Said**

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [tarsaid@mhs.unesa.ac.id](mailto:tarsaid@mhs.unesa.ac.id)

**Yogie Risdianto, S.T., M.T.**

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [yogierisdianto@unesa.ac.id](mailto:yogierisdianto@unesa.ac.id)

## Abstrak

*Grand Dharmahusada Lagoon* merupakan apartemen yang memiliki beberapa permasalahan terhadap kondisi tanah, sehingga dalam penerapan digunakan metode *ground anchor* sebagai penguat dinding penahan tanah dalam pembangunan *basement* apartemen. Pemasangan *ground anchor* sangat dibutuhkan karena dapat menahan gaya lateral tanah dari tekanan tanah aktif. *Ground anchor* sendiri memiliki beberapa komponen antara lain: *head anchor*, *free length*, *bond length*, *strand*, *cement grout*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain *Ground Anchor* yang sesuai dalam menanggulangi permasalahan pergeseran *bored pile* yang di akibatkan oleh tekanan tanah proyek apartemen *Grand Dharmahusada Lagoon*. Oleh sebab itu di butuhkan data tanah yang lengkap agar bisa di gunakan sebagai dasar dalam mendesain *ground anchor*.

Hasil penelitian ini setiap *bored pile* berdiameter 1 meter dan memiliki tinggi 12 meter. Untuk *ground anchor* yang dipasang memiliki jarak 1 meter, dapat menahan gaya lateral sebesar 5,8 ton. Dalam perencanaan didapat diameter *grouting* pada setiap *anchor* 0,3 meter dan panjang *grouting* pada setiap *anchor* sepanjang 13 meter, sedangkan jumlah *strand* pada setiap *anchor* terdiri dari 15 *strand* berdiameter 0,5 inc (1,27 cm/strand).

**Kata Kunci:** *Ground Anchor*, Pergeseran, Tanah.

## Abstract

*Grand Dharmahusada Lagoon* is an apartment that has a number of problems with soil conditions, so that the *ground anchor* method is used as a reinforcement for ground retaining walls in apartment basement development. *Ground anchor* installation is needed because it can withstand lateral ground forces from active soil pressure. *Ground anchors* have several components, including: *anchor head*, *free length*, *bond length*, *strand*, *cement grout*.

The purpose of this study was to obtain a suitable *Ground Anchor* design in overcoming the problem of *bored pile* shifts caused by the ground pressure of the *Grand Dharmahusada Lagoon* apartment project. Therefore complete ground data is needed so that it can be used as a basis for designing *ground anchor*.

The results of this study each *bored pile* 1 meter in diameter and 12 meters high. For a *ground anchor* that has a distance of 1 meter, it can withstand a lateral force of 5.8 tons. In planning, the diameter of *grouting* at each *anchor* is 0.3 meters and the length of *grouting* at each *anchor* is 13 meters, while the number of strands at each *anchor* consist of 15 strands with a diameter of 0.5 inc (1.27 cm / strand).

**Keywords:** *Ground Anchor*, Shift, Land.

## A. PENDAHULUAN

*Grand Dharmahusada Lagoon* merupakan apartemen yang memiliki beberapa permasalahan terhadap kondisi tanah, dalam pelaksanaan proyek digunakan beberapa metode pelaksanaan penguatan tanah. Salah satu metode yang digunakan adalah Metode *Ground Anchor*.

*Ground Anchor* adalah jangkar tanah yang dapat berfungsi untuk menahan beban lateral dari timbunan tanah dibelakang dinding penahan tanah, hal ini yang

menyebabkan *ground anchor* dipilih sebagai solusi dalam kelongsoran akibat tekanan tanah aktif. Prinsip penjangkaran pada tanah merupakan proses konstruksi dimana jangkar dimasukkan ke dalam tanah. *Ground Anchor* merupakan bagian penting dari struktur yang mengirimkan gaya tarik (*tensile force*) dari struktur utama ke tanah disekitar jangkar. Kekuatan geser dari tanah disekitarnya digunakan untuk melawan gaya tarik jangkar itu, dan untuk mengikat jangkar pada tanah yang cocok.

Pemasangan *Ground Anchor* sangat dibutuhkan karena diarea apartemen tersebut memiliki kondisi tanah lunak (tanah lempung). Pemasangan *Ground Anchor* ditujukan untuk menahan tanah agar tidak terjadi penggulingan dari arah horizontal maupun vertikal dari bangunan itu sendiri serta bangunan-bangunan disekitaran apartemen *Grand Dharmahusada Lagoon*.

$$F = \frac{1}{\sum_{n=1}^{n=6} (W_1 + W_2) \sin \theta_i} \sum_{n=1}^{n=6} \left( [c' b + (W_1 + W_2 - bu) \tan \Phi'] \frac{1}{M_i} \right)$$

Dimana:

- W1 = berat tanah diatas muka air disaluran  
W2 = berat efektif tanah terendam  
 $\theta_i$  = sudut (Gambar 2.9)  
C' = kohesi tanah efektif  
bu = lebar irisan dikali tekanan air pori  
b = lebar irisan arah horizontal  
 $\mu$  = tekanan air pori  
 $\Phi$  = sudut gesek dalam efektif  
hw = tinggi tekanan air rata-rata dalam irisan yang ditinjau.

#### 4. Perhitungan Ground Anchor

Untuk mendapatkan perhitungan  $\Delta MR$ , gaya prategang ( $N_{anchor}$ ) yang diterima tiap *anchor* dan juga panjang lekatan atau panjang *grouting* (L) yang dibutuhkan untuk perkuatan dinding penahan tanah maka, rumus yang diterapkan:

$$a. \text{ Mendorong} = \frac{M_{resisten}}{SF} = \frac{ph \times d}{SF}$$

Dimana keterangan notasi adalah:

- Md = nilai momen dorong  
SF = angka keamanan rencana  
Ph = tekanan tanah aaktif arah horisontal  
d = Panjang dinding penahan tanah dibawah galian

$$b. \text{ Mresisten rencana} = \text{Mendorong} \times SF_{rencana}$$

Dimana keterangan notasi adalah:

- MR = momen penahan  
MD = momen dorong

$$c. \Delta MR = \text{Mresisten rencana} - \text{Mresisten yang terjadi}$$

Dimana keterangan notasi adalah:

- $\Delta MR$  =momen penahan yang akan dipikul *ground anchor*

$$d. N_{anchor} = \frac{\Delta MR}{R \times \tan \alpha}$$

Dimana keterangan notasi adalah:

- $N_{anchor}$  = gaya prategang tegak lurus bidang longsor  
R = jari-jari lingkaran yang diterapkan oleh metode bishop

$\alpha$  = sudut pemasangan *ground anchor*

$$e. P_{anchor} = \frac{N_{anchor}}{\cos \beta}$$

Dimana keterangan notasi adalah:

- $P_{anchor}$  = gaya prategang yang tegak lurus dinding penahan tanah  
 $\beta$  = sudut kemiringan tanah urugan

$$f. \text{ Gaya Tiap Anchor} = \frac{N_{anchor}}{\text{jumlah anchor}}$$

$$g. \text{ Jumlah Seluruh Anchor} = \frac{\Delta MR}{P_{anchor}}$$

$$h. \text{ Panjang Grouting} = P \times SF = C \times \pi \times D \times L$$

$$L = \frac{P \times SF}{C \times \pi \times D}$$

Dimana keterangan notasi adalah:

- L = Panjang *grouting*  
P = gaya yang terjadi pada setiap *anchor*  
SF = angka keamanan  
D = diameter *grouting*  
C = kohesi tanah

#### 5. Perhitungan Strand Pada Ground Anchor

Menentukan jumlah strand yang digunakan memiliki beberapa tahapan, menghitung jumlah strand yang digunakan dalam perkuatan dinding penahan tanah memiliki beberapa tahapan antara lain sebagai berikut:

a. Tegangan ijin batang tarik

- a.  $T_{design} = 0,6 \times f_u \times A$   
b.  $T_{proof} = 0,80 \times f_u \times A$

b. Gaya tarik aktual yang terjadi

- a.  $T_{design} = \Delta MR \times 9,81$   
b.  $T_{proof} = 1,3 \times T$

c. Kapasitas *Ground Anchor*

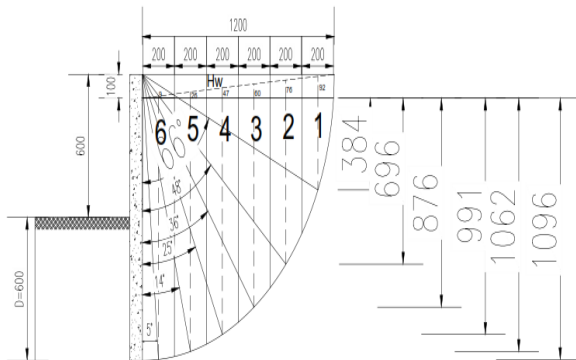
- a.  $\sigma_n = (Y \times 18) + (Y' \times 2,6)$   
b.  $P_{ult} = \pi \times d \times L_b \times (\sigma_n (\tan \Phi)) + c$

#### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perencanaan dinding penahan tanah dari beberapa metode memiliki nilai yang berbeda-beda sehingga dipilih yang memiliki nilai kritis terjauh terhadap SF yang direncanakan, dalam perencanaan ini metode Bishop dipilih sebagai metode yang akan dilanjutkan dalam perencanaan *ground anchor* karena memiliki nilai SF terkritis.

## 1. Perhitungan Metode Bishop

Metode ini dibuat oleh bishop (1955), Analisa stabilitas ini lebih cocok untuk tanah yang tidak homogen dan ada aliran air tidak menetap. Gaya normal suatu titik dilingkaran bidang longsor dipengaruhi oleh berat tanah diatas titik tersebut. Tanah yang akan longsor dipecah-pecah menjadi beberapa irisan vertikal, kemudian keseimbangan tiap irisan diperhatikan. Berikut akan ditampilkan gambar irisan perpias pada gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2: Pembagian Irisan Metode Bishop

$$F = \frac{1}{\sum_{n=1}^{n=6} (W_1 + W_2) \sin \theta_i} \sum_{n=1}^{n=6} \left( [c' b + (W_1 + W_2 - bu) \tan \phi'] \frac{1}{M_i} \right)$$

$$F = \frac{1}{(2,9 + 11,14) \sin 66} \times \left( [0,24 + (2,9 + 11,4 - 1,84) \tan 8] \frac{1}{0,38} \right)$$

$$= 0,4$$

Dalam perhitungan dengan menggunakan metode bishop atau irisan, setiap lapisan tanah dibagi menjadi beberapa pias tergantung dari jarak yang diasumsikan, sehingga dalam perhitungan metode ini untuk setiap pias berikutnya dilampirkan pada tabel 1 sebagai berikut:

Diketahui:

Tabel 1 – Data Tanah GDL DB-4

| DB – 4  | Data tanah GDL |
|---------|----------------|
| Y       | 1.45           |
| Yw      | 1              |
| $\phi'$ | 8              |
| C       | 0.12           |
| F       | 1.5            |

Tabel 2 – Perhitungan Metode Irisan

| No Irisan | b   | h1  | h2    | $\theta 1$ | W1 = Y.b.h1 | W2 = Y.b.h2 | Wtot = W1 + W2 |
|-----------|-----|-----|-------|------------|-------------|-------------|----------------|
|           | (m) | (m) | (m)   | (°)        | (ton/m³)    | (ton)       | (ton)          |
|           | 1   | 2   | 3     | 4          | 5           | 6           | 7              |
| 1         | 2   | 1   | 3.84  | 66         | 2.9         | 11.14       | 14.04          |
| 2         | 2   | 1   | 6.96  | 48         | 2.9         | 20.18       | 23.08          |
| 3         | 2   | 1   | 8.76  | 36         | 2.9         | 25.40       | 28.30          |
| 4         | 2   | 1   | 9.91  | 25         | 2.9         | 28.74       | 31.64          |
| 5         | 2   | 1   | 10.62 | 14         | 2.9         | 30.80       | 33.70          |
| 6         | 2   | 1   | 10.96 | 5          | 2.9         | 31.78       | 34.68          |

Lanjutan Tabel 2

| sin $\theta 1$ | Wtot . sin $\theta 1$ | Hw   | $\mu = \frac{Hw}{Yw}$ | bu    | Wtot - bu |
|----------------|-----------------------|------|-----------------------|-------|-----------|
|                |                       | (m)  |                       | (ton) | (ton)     |
| 8              | 9                     | 10   | 11                    | 12    | 13        |
| 0.91           | 12.82                 | 0.92 | 0.92                  | 1.84  | 12.20     |
| 0.74           | 17.15                 | 0.76 | 0.76                  | 1.52  | 21.56     |
| 0.59           | 16.64                 | 0.60 | 0.60                  | 1.20  | 27.10     |
| 0.42           | 13.37                 | 0.47 | 0.47                  | 0.94  | 30.70     |
| 0.24           | 8.15                  | 0.26 | 0.26                  | 0.52  | 33.18     |
| 0.09           | 3.02                  | 0.09 | 0.09                  | 0.18  | 34.50     |
| $\Sigma$       | 71.16                 |      |                       |       |           |

Lanjutan Tabel 2

| (Wtot - bu) . $\tan \phi'$ | c'.b | 14 + 15 (ton) | M1 (FS=1.5) | 16:17 | Hitungan FS |
|----------------------------|------|---------------|-------------|-------|-------------|
| 14                         | 15   | 16            | 17          | 18    | 19          |
| 1.74                       | 0.24 | 1.95          | 0.38        | 5.11  |             |
| 3.03                       | 0.24 | 3.27          | 0.65        | 5.03  |             |
| 3.81                       | 0.24 | 4.05          | 0.80        | 5.07  | 0.43        |
| 4.31                       | 0.24 | 4.55          | 0.90        | 5.05  |             |
| 4.66                       | 0.24 | 4.90          | 0.97        | 5.06  |             |
| 4.85                       | 0.24 | 5.09          | 1.00        | 5.11  |             |
|                            |      |               | $\Sigma$    | 30.42 |             |

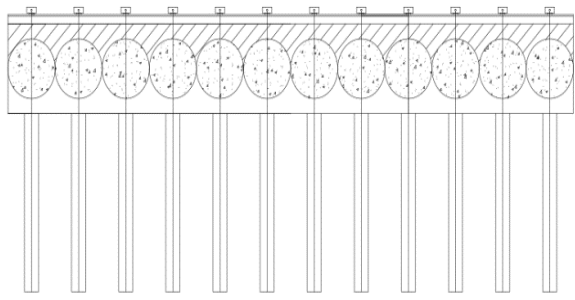
Jadi, Fs yang didapat  $0,43 < 1,5$ , sedangkan syarat  $Fs > 1,5$  untuk tanah stabil (Tidak Aman).



Sehingga diperlukan penerapan *ground anchor* pada pembangunan dinding penahan tanah. Tahapan yang digunakan dalam perhitungan metode *ground anchor*.

## 2. Perhitungan Ground Anchor

Direncanakan 1 buah *ground anchor* dipasang dengan jarak 1 meter dengan diameter *grouting* 0,3 m. Berikut adalah perhitungan  $\Delta MR$ , gaya prategang ( $N_{anchor}$ ) yang diterima tiap *anchor* dan juga panjang lekatan atau panjang *grouting* ( $L$ ) yang dibutuhkan untuk perkuatan dinding penahan tanah.



Gambar 3: Denah Ground Anchor

Tahapan perencanaan *ground anchor* antara lain:

- $M_{dorong} = \frac{M_{resisten}}{SF} = \frac{ph \times d}{SF} = \frac{71,16 \times 6}{0,43} = 992,93 \text{ tm}$
- $M_{resisten \text{ rencana}} = M_{dorong} \times SF_{rencana} = 992,93 \times 1,07 = 1062,44 \text{ tm}$
- $\Delta MR = M_{resisten \text{ rencana}} - M_{resisten \text{ yang terjadi}} = 1062,44 - 992,93 = 69,51 \text{ tm}$
- Dikarnakan *ground anchor* direncanakan setiap 1 meter, maka nilai momen yang dipikul *ground anchor* harus dikali 1:  
 $\Delta MR = 69,51 \times 1 = 69,51 \text{ tonm}$
- Perhitungan  $N$  (gaya prategang tegak lurus bidang longsor) adalah sebagai berikut:  
 $N_{anchor} = \frac{\Delta MR}{R \times \tan \alpha} = \frac{69,51}{12 \times \tan 45} = 5,8 \text{ ton}$
- Setelah mendapatkan nilai  $N$ , maka dicari nilai  $P$  yaitu gaya prategang yang tegak lurus dinding penahan tanah yang dimana memiliki nilai  $\beta = 0^\circ$ , maka nilai  $P$ :  
 $P_{anchor} = \frac{N_{anchor}}{\cos \beta} = \frac{5,8}{\cos 0^\circ} = 5,8 \text{ ton}$
- Direncanakan menggunakan 1 buah *anchor*, maka  $\Delta MR$  dibagi 1 untuk mendapatkan gaya tiap *anchor*:

$$P_{anchor} = \frac{N_{anchor}}{1} = \frac{5,8}{1} = 5,8 \text{ ton}$$

- Untuk mendapatkan jumlah *ground anchor* yang dipasang, maka dilakukan persamaan yaitu:

$$\text{Jumlah Anchor} = \frac{\Delta MR}{P_{anchor}} = \frac{69,51}{5,8} = 11,95 \approx 12 \text{ buah.}$$

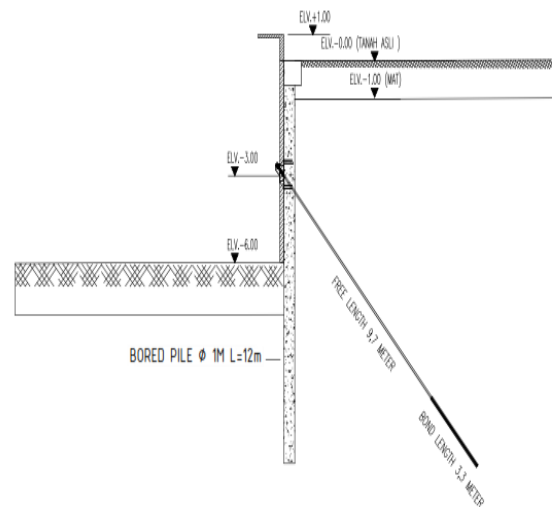
- Lebar dinding penahan tanah yang dipasang adalah:

$$B_{dinding} = \text{Jumlah anchor} \times \text{jarak anchor} = 12 \times 1 = 12 \text{ meter.}$$

- Menentukan panjang *grouting* yaitu dengan nilai  $SF = 2,5$  dan nilai  $C = 1,2 \text{ ton/m}^2$

$$P \times SF = C \times \pi \times D \times L$$

$$L = \frac{P \times SF}{C \times \pi \times D} = \frac{5,8 \times 2,5}{1,2 \times 3,14 \times 0,3} = 12,83 \text{ meter} \approx 13 \text{ meter.}$$



Gambar 4: Ground Anchor Rencana

Dari perhitungan didapatkan Panjang *grouting* total adalah 19 meter, sehingga panjang *bond length* adalah 9,3 meter sedangkan untuk *free length* memiliki panjang 9,7 meter, panjang *free length* dan *bond length* didapatkan dari gambar dengan menerapkan metode irisan.

## 3. Perhitungan Strand Pada Ground Anchor

Direncanakan 15 buah *strand* dengan diameter 0,5 inch, data dari ASTM A416/A416M – 13 (brosur VSL), diperoleh data sebagai berikut:

|                   |                                    |
|-------------------|------------------------------------|
| Penampang Nominal | = 100 mm <sup>2</sup>              |
| Beban Ijin        | = 186 kN                           |
| Diameter Nominal  | = 12,9 mm                          |
| A total           | = jumlah <i>strand</i> x P nominal |
|                   | = 15 x 100                         |
|                   | = 1500 mm <sup>2</sup>             |

$$\begin{aligned} f_u &= \text{Beban Ijin} / P \text{ nominal} \\ &= 186 \text{ kN} / 100 \text{ mm}^2 \\ &= 1,86 \text{ kN/mm}^2 \end{aligned}$$

1. Tegangan ijin batang tarik

$$\begin{aligned} T_{\text{design}} &= 0,6 \times f_u \times A \\ &= 0,6 \times (1,86 \times 1500) \\ &= 1674 \text{ kN} \\ T_{\text{proof}} &= 0,80 \times f_u \times A \\ &= 0,80 \times (1,86 \times 1500) \\ &= 2232 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. Gaya tarik aktual yang terjadi

$$\begin{aligned} T_{\text{design}} &= \Delta MR \times 9,81 \\ &= 69,51 \text{ ton} \times 9,81 \\ &= 681,9 \text{ kN} \\ T_{\text{proof}} &= 1,3 \times T \\ &= 1,3 \times 681,9 \\ &= 886,47 \text{ kN} \end{aligned}$$

3. Kapasitas *Ground Anchor*

$$\begin{aligned} d &= 0,3 \text{ m} \\ l_b &= 9,3 \text{ m} \\ Y &= 14,5 \text{ kN/m}^3 \\ HM &= 12 \text{ m} \\ Y_w &= 9,81 \text{ kN/m}^3 \\ \sigma &= 681,9 \text{ kN/m}^3 \\ c &= 1,17 \text{ kN/m}^3 \\ \sigma_n &= (Y \times 18) + (Y' \times 2,6) \\ &= (14,5 \times 18) + (14,5 \times 2,6) \\ &= 298,7 \text{ kN} \\ P_{\text{ult}} &= \pi \times d \times L_b \times (\sigma_n (\tan \Phi) + c) \\ &= \frac{22}{7} \times 0,3 \times 3,3 \times (298,7 \cdot (\tan 45) + 1,17) \\ &= 933,02 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{ll} T_{\text{proof}} & < P_{\text{ult}} \\ 886,47 & < 933,02 \dots \dots \text{ (OK)} \end{array}$$

Jadi jumlah *strand* yang dipasang pada setiap *anchor* adalah 15 buah dimana setiap *strand* berdiameter 0,5 inch (1,27 cm/*strand*).

#### D. SIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa yang telah dilakukan dalam penyusunan Skripsi “Desain Metode *Ground Anchor* Terhadap Pergeseran Tanah Proyek Apartemen *Grand Dharmahusada Lagoon*” ini dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya sebagai berikut:

1. Total beban yang dipikul oleh *ground anchor* secara keseluruhan adalah 69,51 tm. Untuk dinding sepanjang 12 meter.

2. Setiap *ground anchor* yang dipasang memiliki jarak 1 meter. Jadi total kebutuhan *ground anchor* adalah 12 buah dan pada setiap *ground anchor* mampu menahan gaya lateral sebesar 5,8 ton.
3. Dalam perencanaan didapat diameter *grouting* pada setiap *anchor* 0,3 meter dan panjang *grouting* pada setiap *anchor* sepanjang 13 meter, sedangkan untuk panjang *bond length* didapat sepanjang 3,3 meter dan *free length* didapat sepanjang 9,7 meter.
4. Jumlah *strand* pada setiap *anchor* terdiri dari 15 *strand*, setiap *strand* berdiameter 0,5 inch (1,27 cm/*strand*).

#### E. DAFTAR PUSTAKA

- Adjafar, Lela; Rahayum, Astri. 2014. Analisa Stabilitas Lereng dengan Menggunakan Metode Bioteknik pada Ruas Jalan Tawaeli – Tobali. Palu: Universitas Tadulako.
- Bowles, E Joseph. (1992). Analisa dan Desain Pondasi. Jakarta: Erlangga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2012, Buku Petunjuk Teknis Perencanaan dan Penanganan Kelongsoran, Jakarta.
- Hendarsin, L Shirley. (2000). Perencanaan Teknik Jalan Raya. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Herman, ST. MT. (tahun tidak diketahui). Mekanika Tanah II (Bahan Ajar). Padang: Institut Teknologi Padang.
- Terzaghi, K. And Peck R.B. (1967). Soil Mechanics in Engineering Practice, 2nd edition. Jakarta: Erlangga.
- Widyawati, Mita Octavenia. 2017. Perencanaan Perkuatan Talud pada Kasus Tanah Longsor di RSUD Balikpapan Menggunakan *Ground Anchor* dan *Soldier Pile*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.