

Analisa Stabilitas Sheet Pile Sebagai Perkuatan Tebing Sungai (Studi Kasus: Sungai Karang Mumus Pada Sta 0+040-Sta 0+160 Kota Samarinda)

Ahmad Baihaqi Bafandi¹⁾, Raudah Ahmad²⁾, Priyo Suroso³⁾

E-Mail : haqi.bafandi@gmail.com; raudah@polnes.ac.id; Priyo.suroso@gmail.com

Jurusan Teknik Sipil/Rekayasa Jalan Dan Jembatan

Politeknik Negeri Samarinda, Jalan Dr. Cipto Mangunkusumo Kampus Gunung Lipan Samarinda Seberang

Koresponden naskah : haqi.bafandi@gmail.com

ABSTRACT

The construction of anchored sheet piles on the Karang Mumus riverbank aims to withstand lateral loads and increase the carrying capacity of the river so that scouring / landslides do not occur. However, there was a collapse in the anchored sheet pile that had been built, so the analysis was carried out with the aim of knowing the cause of the collapse. The analysis of the calculation method uses Rankine theory to determine the value of soil pressure, and uses the Plaxis 2D V20 program to determine the safety factor and displacement that occurs on the sheet pile. The results based on the analysis results : using the Wika type W-350 B sheet pile with 14 m length, and anchor length of 15 m. The value of active soil pressure is 547.54 kN, and passive soil pressure of 1455.981 kN, this sheet pile deflection value is 0.094m. The deflection value that occurs on the 14 m long pile is greater than the required deflection value of 0.07 m so it is considered unsafe. Then the re-analysis was carried out with an additional length of 16 m, obtained a deflection of 0.078 m, smaller than the requirement of 0.08 m, and obtained a SF value of $3.281 > 1,5$ then it can be concluded that after adding the length, the river bank becomes more stable.

Keywords : *Anchored Sheet Pile, Plaxis 2D, Sheet Pile Stability*

ABSTRAK

Pelaksanaan pembangunan pekerjaan turap berjangkar di tepi sungai Karang Mumus yang bertujuan untuk menahan beban lateral serta meningkatkan daya dukung sungai agar tidak terjadi gerusan/longsoran. Namun terjadi keruntuhan pada turap berjangkar yang telah dibangun, maka dilakukan analisis dengan tujuan mengetahui penyebab keruntuhan tersebut. Analisis metode perhitungan menggunakan teori Rankine untuk mengetahui nilai tekanan tanah, serta menggunakan program Plaxis 2D V20 untuk mengetahui angka aman dan displacement yang terjadi pada turap. Hasil yang didapatkan berdasarkan analisis yang dilakukan, digunakan turap wika tipe W-350 B dengan panjang turap 14 m, dan panjang angkur 15 m diperoleh nilai tekanan tanah aktif sebesar 547,54 kN, dan tekanan tanah pasif sebesar 1455,981 kN mengalami defleksi sebesar 0,094 m. Nilai defleksi yang terjadi pada turap sepanjang 14 m lebih besar dari nilai defleksi yang di syaratkan yaitu 0,07 m jadi dianggap turap tidak aman. Maka dilakukan analisis ulang dengan penambahan panjang menjadi 16 m, didapatkan defleksi sebesar 0,078 m, lebih kecil dari syaratnya yaitu sebesar 0,08 m, serta diperoleh nilai SF $3,281 > 1,5$ maka dapat disimpulkan bahwa setelah penambahan panjang, tebing sungai menjadi stabil.

Kata Kunci: *Turap Berjangkar, Plaxis 2D, Stabilitas Turap*

1. PENDAHULUAN

Dalam upaya peningkatan infrastruktur di bantaran Sungai Karang Mumus (SKM), Pemerintah Kota Samarinda telah melakukan serangkaian proyek normalisasi dan pembangunan turap berjangkar. Normalisasi tersebut bertujuan untuk meningkatkan daya dukung bantaran sungai. Pembangunan turap berjangkar diharapkan dapat memberikan perkuatan yang efektif pada dinding

sungai. Pembangunan turap di jalan Mayor Jendral S. Parman gang 2 telah terjadi keruntuhan pada turap berjangkar yang dibangun pada tahun 2022

Untuk mengetahui penyebab keruntuhan pada lokasi tersebut, perlu dilakukan analisa terhadap turap berjangkar tersebut dengan tujuan untuk rekomendasi penanggulangan yang menyebabkan keruntuhan turap berjangkar. Analisis tersebut mencakup perhitungan secara analitik

terhadap berbagai faktor yang mempengaruhi stabilitas struktur, serta numerik dengan melakukan permodelan pada aplikasi PLAXIS 2D V20.

Berdasarkan uraian diatas, Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui gaya lateral aktif dan pasif yang terjadi pada bantaran sungai
2. Mengetahui nilai displacement dan faktor aman sheet pile eksisting
3. Mengetahui nilai panjang displacement dan faktor aman pada sheet pile setelah dilakukan perhitungan ulang

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Dinding turap adalah dinding vertikal relatif tipis yang berfungsi kecuali menahan tanah, juga berfungsi untuk menahan masuknya air ke dalam lubang galian. Karena pemasangan yang mudah dan biaya pelaksanaan yang relatif murah, turap banyak digunakan pada pekerjaan-pekerjaan, seperti: penahan tebing galian sementara, bangunan-bangunan di pelabuhan, dinding penahan tanah, bendungan elak dan lain-lain. Bila tanah yang ditahan dangkal, maka cukup digunakan turap kantilever. Namun, bila kedalaman tanah yang ditahan sangat dalam, maka harus digunakan turap yang diangker. Dinding turap tidak cocok untuk menahan tanah yang sangat tinggi, karena akan memerlukan luas tampang bahan turap yang besar. Selain itu, turap juga tidak cocok digunakan pada tanah yang mengandung banyak batuan-batuan, karena menyulitkan pemancangan (Prihatin dkk. 2017).

B. Dinding Turap Kantilever

Menurut (Hardiyatmo, 2020), Dinding turap kantilever merupakan turap yang dalam menahan beban lateral mengandalkan tahanan tanah di depan dinding. Defleksi lateral yang terjadi relatif besar pada pemakaian turap kantilever. Karena luas tampang bahan turap yang dibutuhkan bertambah besar dengan ketinggian tanah yang ditahan (akibat momen lentur yang timbul), turap kantilever hanya cocok untuk menahan tanah dengan ketinggian/kedalaman sedang.

C. Dinding Turap Berjangkar

Dinding turap diangker cocok untuk menahan tebing galian yang dalam, tetapi masih juga bergantung pada kondisi tanah. Dinding turap ini menahan beban lateral dengan mengandalkan tahanan pada bagian turap yang terpancang ke dalam

tanah dengan dibantu oleh angker yang dipasang pada besarnya tekanan tanah. Untuk dinding turap yang tinggi, diperlukan turap baja dengan kekuatan tinggi. Stabilitas dan tegangan-tegangan pada turap yang diangker bergantung pada banyak faktor, misalnya: kekakuan relatif bahan turap, kedalaman penetrasi turap, kemudah-mapatan tanah, kuat geser tanah, keluluhan angker dan lain-lainnya. Untuk ketinggian tanah yang ditahan $H > 11$ m, maka diperlukan turap dengan 2 angker.

D. Tekanan Aktif dan Pasif menurut Rankine

Tekanan tanah aktif pada tanah kohesif :

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

Dimana:

K_a = Koefisien tekanan tanah aktif

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

Tekanan tanah aktif pada tanah kohesif :

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot H \sqrt{K_p} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

K_p = Koefisien tekanan tanah pasif

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

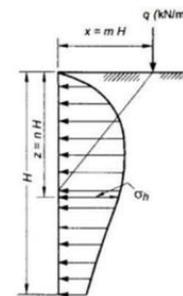
E. Pembebanan

Pembebanan pada dinding penahan tanah terdiri dari beban terbagi rata, beban garis, beban terbagi rata memanjang.

Tekanan tanah lateral akibat beban garis dapat dihitung dengan persamaan Terzaghi (1954) dalam Hardiyatmo (2003) sebagai berikut :

$$c_h = \frac{4q}{\pi H} \times \frac{m^2 n}{(m^2 + n^2)^2} \text{ untuk } m > 0,4 \dots\dots\dots (5)$$

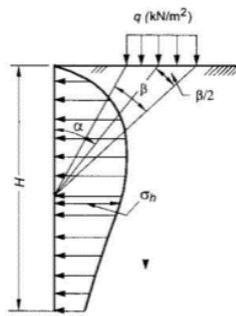
$$c_h = \frac{4q}{H} \times \frac{0,203n}{(0,16 + n^2)^2} \text{ untuk } m \leq 0,4 \dots\dots\dots (6)$$



Gambar 1. Diagram Beban Garis
Sumber: Hardiyatmo (2020)

Tekanan tanah lateral akibat beban terbagi rata memanjang dapat dihitung dengan persamaan Terzaghi (1943) dalam Hardiyatmo (2003) sebagai berikut :

$$c_h = \frac{2q}{\pi} (\beta - \sin \beta \cos 2\alpha) \dots\dots\dots (7)$$



Gambar 2. Diagram Beban Terbagi Rata Memanjang

Sumber: Hardiyatmo (2020)

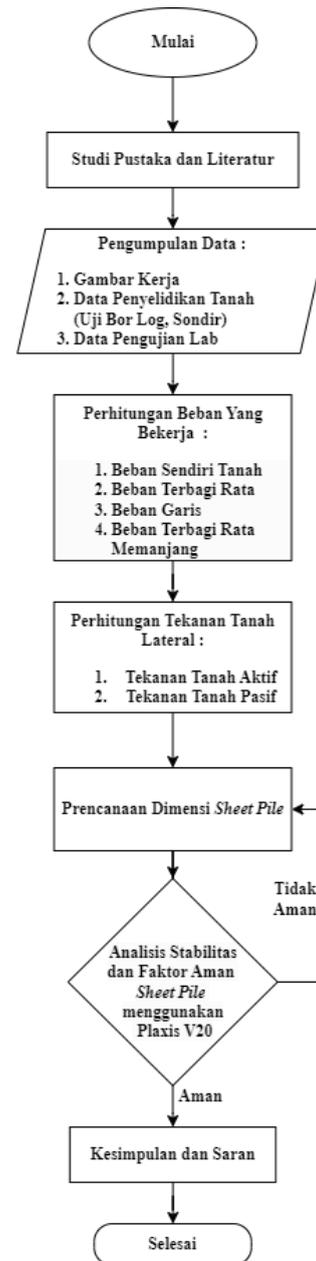
F. Program Plaxis

Plaxis adalah program yang disusun berdasarkan metode elemen hingga yang telah dikembangkan secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas dalam bidang rekayasa geoteknik. Prosedur pembuatan model secara grafis yang mudah memungkinkan pembuatan suatu model elemen hingga yang rumit dapat dilakukan dengan cepat, sedangkan berbagai fasilitas yang tersedia dapat digunakan untuk menampilkan hasil-hasil secara mendetail. (Ansyah, 2019).

Output yang dihasilkan dalam program ini adalah dapat menampilkan bidang longsor, nilai faktor aman, tekanan air pori, deformasi, dan lain-lain. Perhitungan program ini seluruhnya secara otomatis dan berdasarkan prosedur- prosedur angka yang tepat.

3. METODOLOGI PENELITIAN

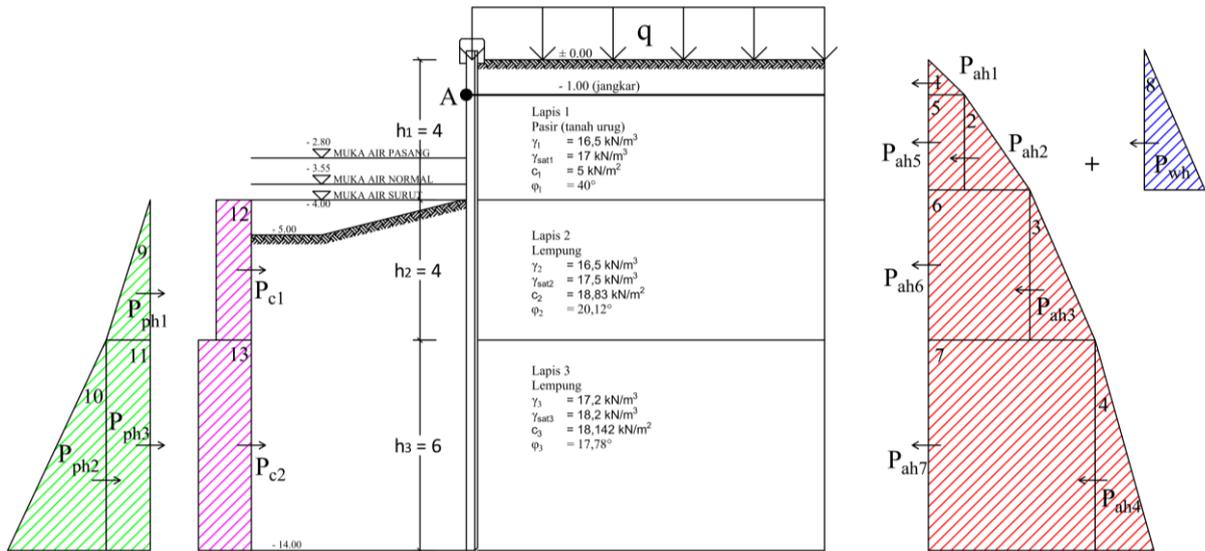
Metode penelitian ini meliputi lokasi penelitian, objek penelitian, metode pengumpulan data, dan alur tahapan penelitian. Bagan alir penelitian dijabarkan sebagai berikut.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan mengenai tekanan tanah pada tanah di depan maupun di belakang, diperoleh diagram tekanan tanah aktif dan pasif berikut, serta parameter tanah tiap kedalaman yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 4. Diagram Tekanan Tanah

Berdasarkan perhitungan tekanan tanah diperoleh tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif serta momen aktif dan momen pasif, adapun rekapitulasi dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Gaya dan Momen yang Terjadi Pada Turap

No.	Keterangan	Gaya kN	Momen kN.m
Gaya aktif			
1	Tekanan Tanah Lateral	444.602	3286.052
2	Beban terbagi rata akrobat tanah urug	38.340	247.975
3	Beban terbagi rata akrobat pejalan kaki dan genangan air hujan	35.354	253.404
4	Beban terbagi rata memanjang akrobat jalan pedestrian	0.513	0.274
5	Beban garis akrobat drainase	2.589	41.378
6	Beban garis akrobat pagar besi dan blok beton	16.149	53.451
Total		537.548	3882.536
Gaya pasif			
1	Tekanan Tanah Lateral	356.8	3719.36
Total		356.8	3719.36

A. Momen maksimum pada turap berjangkar

Hasil nilai momen maksimum pada turap berjangkar berdasarkan perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 M_{maks} &= M_a - M_p \\
 &= 3882,536 \text{ kN.m} - 3719,36 \text{ kN.m} \\
 &= 163,176 \text{ kN.m} = 16,317 \text{ ton.m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan momen sebesar 163,176 kN.m atau sebesar 16,317 ton.m. Berdasarkan dari spesifikasi sheet pile yang diproduksi oleh PT Wijaya Karya Beton, maka dapat digunakan sheet pile CPC tipe W-350 class B dengan momen crack sebesar 17,00 ton.m karena momen maksimal yang terjadi lebih kecil dari momen crack pada CPC tipe W-350 class B (16,317 ton.m < 17,00 ton.m).

B. Perhitungan Jangkar

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui besaran gaya jangkar serta diameter jangkar yang digunakan.

$$\begin{aligned}
 \text{Gaya pada jangkar} &= \Sigma P_a - \Sigma P_p \\
 &= 10,748 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Gaya jangkar per 1m} &= 10,748 \text{ kN/m} \times 1 \text{ m} \\
 &= 10,748 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan leleh baja } (\sigma_a) &= 240 \text{ Mpa} \\
 &= 240000 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas batang angkur } (A_s) &= \frac{T_{1m}}{\sigma_a} \\
 &= 0,000753 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter angkur, } \varnothing &= \sqrt{\frac{A_s}{0,25 \times \pi}} \\
 &= 0,0031 \text{ m} = 32 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

C. Parameter Pada Plaxis

Data yang digunakan untuk permodelan pada Plaxis adalah, data tanah asli, data tanah timbunan, data turap dan data angkur. Parameter tanah asli digunakan dari hasil uji lab titik BH 02 pada kedalaman 1 m, 5 m dan 22,5 m, yang diperoleh dari PT. Geosindo Utama. Parameter data tanah yang kurang lengkap digunakan pendekatan secara empiris untuk mendapatkan kebutuhan data yang kurang.

Tabel 2. Data Input Parameter Tanah

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Modulus Young E (psi)	γ _{unsat} (kn/m ³)	γ _{sat} (kn/m ³)	c (kn/m ²)	φ (°)
Tanah	Pasir		16,5	17,00	5,00	40,00
Timbunan						
0 - 4	Lempung	390,00	16,50	17,50	19,20	20,12
4 - 10	Lempung	910,00	17,20	18,20	18,500	17,776
10 - 26	Lempung	780,00	17,10	18,10	32,900	19,736

Untuk melakukan analisis turap pada Plaxis 2D diperlukan adanya data sifat-sifat dari material

turap itu sendiri. Data input material dari turap adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Data Input Turap

No.	Parameter Struktur	Simbol	Nilai	Satuan
1	Mutu beton	fc'	62	Mpa
2	Modulus young	E	37.007.837,01	kN/m ²
3	Normal stiffness	EA	12.952.742,95	kN/m
4	Flexural rigidity	EI	132.225,92	kN.m
5	Berat struktur	w	2,45	kN
6	Angka poisson	v	0,15	

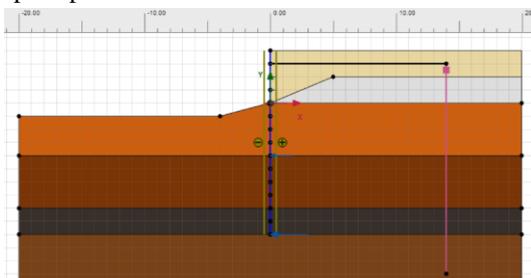
Adapun data input material jangkar adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Data Input Jangkar

No.	Parameter Struktur	Simbol	Nilai	Satuan
1	Normal stiffness	EA	150.623	kN
2	Spacing	L	1	m

D. Permodelan Sheet Pile

Sheet pile serta jangkar existing dimodelkan dengan beban yang terjadi di atasnya, dengan tanah timbunan setinggi 4 meter dan tanah asli dengan panjang sheet pile 14 m menggunakan jangkar diameter 25 dimodelkan dalam Plaxis seperti pada Gambar 5.



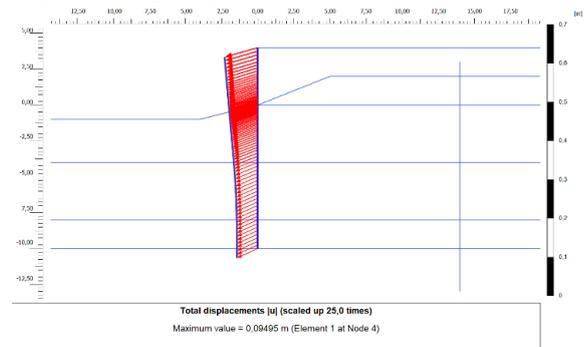
Gambar 5. Permodelan pada Plaxis

Data parameter tanah dan material telah di input maka tahap perhitungan disesuaikan berdasarkan tahapan pelaksanaan konstruksi. Tahapannya adalah sebagai berikut :

- Kondisi awal (*initial condition*), adalah kondisi asli sebelum dilakukan tahapan konstruksi
- Tahap ke satu, merupakan tahap pemasangan turap sepanjang 14 meter menggunakan *crawler crane* dengan kapasitas 35 ton
- Tahap ke dua, merupakan tahap pemasangan jangkar dengan jarak 15 m dari *sheet pile* dan dengan kedalaman 16 meter
- Tahap ke tiga, merupakan tahap galian tanah dibelakang turap sedalam 4 m menggunakan *excavator*
- Tahap ke empat, tahap timbunan di belakang turap setinggi 4 meter

- Tahap ke lima, merupakan tahap terakhir dimana semua beban berkerja

Berdasarkan analisa seluruh tahapan di atas menggunakan Plaxis, diperoleh defleksi terbesar terjadi pada tahap kelima yaitu tahap pembebanan sebesar yaitu sebesar 0,094 m yang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Defleksi Tahap Pembebanan

Berdasarkan SNI 8460 (2017), mensyaratkan defleksi maksimum untuk dinding *embedded walls* sebagai batas toleransi adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Defleksi maksimum} &= 0,5\% \times H \\ &= 0,5\% \times 14 \text{ m} \\ &= 0,07 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan di atas menunjukkan hasil defleksi maksimum sebagai batas toleransi adalah sebesar 0,07 m. Defleksi terbesar yang terjadi pada gambar 4.22 adalah sebesar 0,094 m sehingga dapat disimpulkan turap dengan panjang 14 m tidak memenuhi syarat defleksi horizontal maksimum.

Adapun rekapitulasi hasil analisa menggunakan program Plaxis dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan pada Plaxis

No.	Tahap	Defleksi (m)	SF	Defleksi maksimum	Keterangan
1	Pemasangan turap	0.076	1.293		tidak aman
2	Pemasangan angkur	0.075	1.805		tidak aman
3	Galian	0.039	4.366	0.07	tidak aman
4	Timbunan	0.076	1.053		tidak aman
5	Pembebanan	0.094	2.975		tidak aman

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisa Stabilitas Sheet Pile Sebagai Perkuatan Tebing Sungai Karangmumus menggunakan PLAXIS 2D dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut :

- Dari hasil perhitungan diperoleh total gaya lateral aktif sebesar 537,548 kN, dan gaya lateral pasif sebesar 356,8 kN.

2. Berdasarkan analisis turap eksisting dengan panjang 14 m serta ukuran diameter angkur sebesar 25 mm menggunakan program PLAXIS 2D, diperoleh nilai displacement sebesar 0,094 m (tidak aman) serta nilai safety factor sebesar 2,975.
3. Berdasarkan hasil analisis dilakukan penambahan ukuran diameter angkur menjadi 32 mm, lalu dilakukan perhitungan ulang menggunakan program PLAXIS 2D, lalu diperoleh nilai displacement sebesar 0,044 serta nilai safety factor sebesar 3,011.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansyah, A. (2019) Analisis Stabilitas Sheet Pile Sebagai Perkuatan Tebing Sungai Alam Stadion Sempaja Samarinda, KURVA MAHASISWA. Tersedia di: <http://ejurnal.untag-smd.ac.id/index.php/TEK/article/view/4312> (Diakses pada: 27 Februari 2023)..
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta: SNI 8460-2017.
- Hardiyatmo, H.C. (2020). Analisis dan Perancangan Fondasi I. Edisi Keempat. Yogyakarta:UGM Press.
- Hardiyatmo, H.C. (2020). Analisis dan Perancangan Fondasi II. Edisi Keempat. Yogyakarta:UGM Press.
- Hardiyatmo, H.C. (2003) Mekanika Tanah Jilid 2 Edisi Ketiga. Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- PLAXIS b.v. (2020) Manual of PLAXIS Finite Element Code for Soil and Rock Analysis Version 20.
- Prihatin, K., Suroso, P. and Sa'adah, N.L. (2017) Perancangan Turap Berjangkar Pada Tepian Sungai Mahakam di Jalan KH. Mas Mansyur Loa Bakung Samarinda, Jurnal Inersia. Tersedia di : <http://ejournal.polnes.ac.id/index.php/inersia/article/view/499> (Diakses pada: 26 Februari 2023).
- Sutarto, Tommy E. (2022) Laporan Investigasi Tanah Pekerjaan Perkuatan Tebing Sungai Karangmumus di Kecamatan Samarinda Ulu dan Sungai Pinang : KSO PT. Maindo Prima, PT. Mitra Geohidrolika Indonesia, PT. Geosindo Utama