

## Perencanaan Turap Berjangkar Pada Jalan St Aminuddin Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau Kalimantan Timur

Budi Nugroho<sup>1)</sup>, Raudah Ahmad<sup>2)</sup>, Nia Septiani<sup>3)</sup>

[budinugroho@polnes.ac.id](mailto:budinugroho@polnes.ac.id)<sup>1)</sup>; [raudah@polnes.ac.id](mailto:raudah@polnes.ac.id)<sup>2)</sup>; [niaseptiani036@gmail.com](mailto:niaseptiani036@gmail.com)<sup>3)</sup>;

Program Studi Rekayasa Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Samarinda

Jl. Cipto Mangun Kusumo, Sungai Keledang, Kec. Samarinda Seberang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

Koresponden naskah : [email1@domain.ekstensi](mailto:email1@domain.ekstensi)

SUBMITTED Sept 2, 2020 | REVISED Dec 4, 2020 | ACCEPTED Feb 25, 2021 (Editor)

### ABSTRACT

*The ST Aminuddin street is one of the road in Sambaliung District. On the left side of the road is directly adjacent to the Berau River and on the right side there is houses of residents. Based on the average daily traffic survey, the road classification is classified into class II, where the influence of traffic loads can be a factor causing potential landslides, infrastructure improvement programs carried out by the Berau Regency Government in the form of a continuation program for the construction of sheet piles. Become a supporting factor for design of sheet pile. The purpose of this study was to design a safe sheet pile structure as an alternative to the sheet pile design At ST Aminuddin Street. Calculating the sheet pile using the free end method. Slope analysis of existing conditions at BH01, BH02, BH03 and BH04 are 1.083; 5,690; 7,130; 1,150. Anchored sheet pile design using BH01 test obtained a sheet penetration depth of 3,936m with a working load of 60 kN/m<sup>2</sup>, the required sheet length is 12m, and IIIw type steel sheet pile is used. The designed anchor length is 10m and Ø5,2cm. The results of slope stability analysis using the Plaxis program after the installation of anchored sheet piles obtained a safe number of 1.432. The anchoring system is added by using piles with concrete material with a diameter of 400mm, thickness of 75mm and a height of 9m. Pile caps on piles have dimensions of 0.7mx0.7m.*

**Keywords:** Safety Factor, Anchored sheet pile, pile

### ABSTRAK

Jalan ST Aminuddin merupakan salah satu jalan yang terdapat pada Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau Kalimantan Timur. Pada sebelah kiri ruas jalan berbatasan langsung dengan tepi Sungai Berau dan pada sebelah kanan ruas jalan terdapat rumah penduduk. Berdasarkan survey lalu lintas harian rata rata yang dilakukan oleh PT Surya Praga Tahun 2015 klasifikasi jalan tergolong dalam kelas II, dimana pengaruh beban lalu lintas dapat menjadi faktor penyebab potensi longsor sehingga diperlukan pemasangan turap yang bersifat permanen, program peningkatan infrastruktur yang dilakukan oleh Pemerintah Kabupaten Berau berupa program lanjutan pembangunan turap disepanjang bibir sungai Berau. Menjadi faktor penunjang perencanaan turap ini. Tujuan Penelitian ini adalah merencanakan struktur turap yang aman sebagai alternatif desain perencanaan turap pada Jalan ST Aminuddin Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau. Dengan perhitungan turap menggunakan metode ujung bebas. Analisis lereng kondisi eksisting pada BH 01, BH 02, BH 03 dan BH 04 berturut-turut 1,083; 5,690; 7,130; 1,150. Perencanaan turap berjangkar menggunakan data pengujian BH 01 diperoleh kedalaman penetrasi turap sedalam 3,936 m dengan beban yang bekerja sebesar 60 kN/m<sup>2</sup>, panjang turap yang dibutuhkan ialah 12 m, dan digunakan turap baja tipe IIIw. Panjang jangkar direncanakan 10 m dan berdiameter Ø5,2 cm. Hasil analisa stabilitas lereng menggunakan program plaxis setelah dilakukan pemasangan turap berjangkar diperoleh angka aman sebesar 1,432. Sistem penjangkaran ditambah dengan menggunakan tiang pancang dengan material beton berdiameter 400 mm, tebal 75 mm dengan tinggi 9 m. *Pile cap* pada tiang pancang memiliki dimensi 0,7 m x 0,7m.

**Kata kunci :** Faktor aman, Turap Berjangkar, Tiang Pancang

**1. PENDAHULUAN**

Jalan ST Aminuddin merupakan salah satu jalan yang terdapat pada Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau Kalimantan Timur. Lokasi jalan ST Aminuddin yang berada tepat dipinggiran aliran sungai Berau membuat jalan menjadi rawan longsor akibat gerusan air sungai pada tepi sungai Berau.

Berdasarkan survey jumlah lalu lintas harian rata-rata yang dilakukan PT. Surya Praga tahun 2015 klasifikasi Ruas Jalan ST Aminuddin Kecamatan Sambaliung tergolong dalam kelas II. Pengaruh beban lalu lintas dapat menjadi faktor penyebab potensi longsor pada tepi sungai Berau. Berdasarkan faktor tersebut, untuk menghindari terjadinya potensi longsor di tepi sungai Berau pada Jalan ST Aminuddin diperlukan adanya penanganan potensi longsor.

Faktor penunjang pemasangan turap pada Jalan ST Aminuddin ialah program peningkatan infrastruktur yang dilakukan oleh Pemerintah Kabupaten Berau berupa program lanjutan pembangunan turap disepanjang tepi sungai Berau dengan tipe turap yang telah dipasang pada tahun 2020 di sebagian panjang ruas jalan ST. Aminuddin berupa turap beton *Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP) W450B* dengan panjang turap 20 m.

Dalam jurnal ini, penulis akan melakukan perencanaan pada lanjutan ruas Jalan ST Aminuddin yang belum dilakukan pemasangan turap pada tahun 2020 dengan tipe dinding berupa turap baja dan diberi jangkar. Dengan tujuan sebagai alternatif desain perencanaan turap pada Jalan ST Aminuddin Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau Kalimantan Timur.

Dalam perencanaan dinding turap berjangkar, timbul permasalahan yaitu bagaimana merencanakan struktur turap yang aman sebagai alternatif desain perencanaan turap pada Jalan ST Aminuddin Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau. Dengan uraian sebagai berikut :

1. Berapa nilai faktor aman pada tepi Sungai Berau saat kondisi eksisting?
2. Berapa besar beban yang dibutuhkan untuk mencari kedalaman penetrasi turap ?
3. Berapa kedalaman turap yang diperlukan untuk

alternatif desain perencanaan turap pada Jalan ST Aminuddin Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau?

4. Berapa dimensi turap dan letak jangkar yang diperlukan untuk alternatif desain perencanaan turap pada Jalan ST Aminuddin Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau?
5. Berapa nilai faktor aman pada tepi Sungai Berau setelah dilakukan pemasangan turap menggunakan program plaxis V.8.2 dengan analisis tahap pelaksanaan konstruksi ?

**2. TINJAUAN PUSAKA**

**2.1 Analisis stabilitas Lereng**

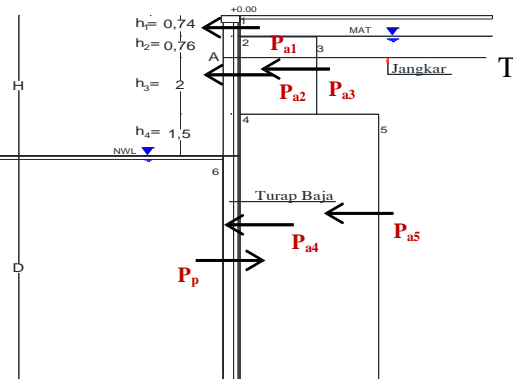
Menurut SNI 8460:2017 tentang persyaratan perencanaan geoteknik faktor aman yang disyaratkan seperti pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1** Faktor keamanan

Faktor Aman yang disyaratkan	Nilai minimum
Faktor aman terhadap guling (SF <sub>guling</sub> )	2
Faktor aman terhadap geser lateral (SF <sub>geser</sub> )	1,5
Faktor aman terhadap gaya dukung (SF <sub>daya dukung</sub> )	3
Faktor aman terhadap stabilitas global (SF <sub>stabilitas global</sub> )	1,5

**2.2 Tekanan Tanah Lateral**

Hardiyatmo (2003), menyatakan bahwa tekanan tanah lateral adalah gaya yang ditimbulkan oleh akibat dorongan tanah di belakang struktur penahan tanah. Besarnya tekanan tanah lateral sangat dipengaruhi oleh perubahan letak (*displacement*) dari dinding penahan dan sifat-sifat tanahnya.



**Gambar 2.1** Distribusi tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif pada dinding turap

Persamaan Tekanan tanah sebagai berikut :

Persamaan tekanan tanah aktif pada tanah :

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot (H + D)^2 \dots \dots \dots (2.1)$$

Persamaan tekanan tanah berdasarkan Gambar 2.1

$$P_{a1} = \frac{1}{2} \cdot (K_{a1} \cdot \gamma \cdot h_1) (h_1) \dots \dots \dots (2.2)$$

$$P_{a2} = (K_{a1} \cdot \gamma \cdot h_1) (h_2 + h_3) \dots \dots \dots (2.3)$$

$$P_{a3} = \frac{1}{2} \cdot (K_{a1} \cdot \gamma' \cdot (h_2 + h_3)) (h_2 + h_3) \dots \dots (2.4)$$

$$P_{a4} = \frac{1}{2} \cdot (K_{a2} \cdot \gamma' \cdot (h_2 + h_3)) (h_4 + D) \dots \dots (2.5)$$

$$P_{a5} = \frac{1}{2} \cdot (K_{a2} \cdot \gamma' \cdot (h_2 + h_3)) (h_2 + h_3) \dots \dots (2.6)$$

Persamaan tekanan tanah pasif pada tanah :

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma \cdot D^2 \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan persamaan koefisien sebagai berikut :

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\gamma \sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) [1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}]} \dots \dots (2.8)$$

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha + \delta) [1 - \frac{\sin(\phi + \beta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}]} \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

- $P_{a,p}$  = gaya akibat tekanan tanah aktif, pasif (kN/m)
- $K_{a,p}$  = koefisien tekanan tanah aktif, pasif
- $\gamma$  = berat isi tanah (kN/m<sup>3</sup>)
- $\gamma'_{1,2}$  = berat isi tanah efektif lapis 1, 2 (kN/m<sup>3</sup>)
- $h$  = kedalaman tanah yang diperhitungkan (m)
- $\alpha$  = sudut Kemiringan dinding turap terhadap garis horisontal (°)
- $\beta$  = sudut kemiringan permukaan tanah urug (°)
- $\delta$  = sudut geser antara tanah dengan turap (°)
- $\varphi$  = sudut gesek dalam tanah (°)

**2.3 Pengaruh Beban diatas Tanah Urug**

**Beban terbagi rata**

$q_{surcharge} = 0,7 \times \gamma_{urug}$  .....(2.10)

$\sigma_q = q_{surcharge} \times K_A$  .....(2.11)

$P_q = \sigma_q \times H$  .....(2.12)

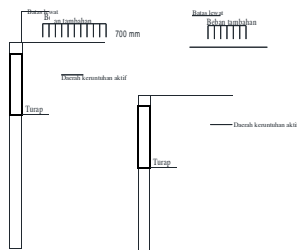
Dimana,

$q_{surcharge}$  = beban terbagi rata di atas tanah urug (kN/m<sup>2</sup>)

$H$  = ketinggian tanah (m)

$\sigma_q$  = tekanan tanah akibat beban terbagi rata (kN/m<sup>2</sup>)

$P_q$  = gaya tekanan tanah akibat beban terbagi rata (kN/m)



**Gambar 2.2** Tekanan tanah akibat beban terbagi  
*Sumber : RSNI T-02-2005*

**Beban garis**

$\sigma_h = \frac{4x}{\pi H} \times \frac{q^2}{(x^2 + z^2)^2}$  untuk  $m > 0,4$  .....(2.13)

$\sigma_h = \frac{4x}{\pi H} \times \frac{0,203q}{(0,16 + x^2)^2}$  untuk  $m \leq 0,4$ .....(2.14)

$m = \frac{x}{H}$  .....(2.15)

$n = \frac{z}{H}$  .....(2.16)

Dimana,

- $\sigma_h$  = tekanan tanah akibat beban garis (kN/m<sup>2</sup>)
- $H$  = tinggi dinding (m)
- $z$  = kedalaman saluran (m)
- $x$  = letak beban garis dari muka dinding sebelah belakang (m)

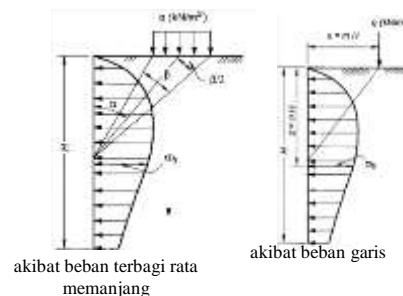
**Beban rata memanjang**

$\sigma_h = \frac{2q}{\pi} (\beta - \sin \beta \cos 2\alpha)$  .....(2.17)

Dimana,

- $\sigma_h$  = tekanan tanah akibat beban terbagi rata memanjang (kN/m<sup>2</sup>)
- $H$  = tinggi dinding (m)

- $x$  = letak beban garis dari muka dinding sebelah belakang (m)
- $\alpha, \beta$  = sudut dalam radian



**Gambar 2.3** Diagram tekanan tanah  
*Sumber : Hardiyatmo, 2017*

**2.4 Turap**

Dalam perencanaan turap ini, menggunakan turap baja bentuk U dengan spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.2

**Tabel 2.2** Spesifikasi turap baja bentuk U

Section	Width		Height		Thicnes s		Cros s Sectional Area	Weight		Elastic Section Modulus	Moment of Inertia
	W	h	Flange (tf)	web (tw)	Per Pile	Per Wall					
	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup> /m	Kg/m	Kg/m <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup> /m	cm <sup>4</sup> /m		
Type II	400	200	10,50	-	152,90	48	120	874	8780		
Type III	400	250	13,00	-	191,10	60	150	1340	16800		
Type IIIA	400	300	13,10	-	186,00	58,4	146	1520	22800		
Type IV	400	340	15,50	-	242,00	76,1	190	2270	38600		
Type VL	500	400	24,30	-	267,50	105	210	3150	63000		
Type IIw	600	260	10,30	-	131,20	61,8	103	1000	13000		
Type IIIw	600	360	13,40	-	173,30	81,6	136	1800	32400		
Type IVw	600	420	18,00	-	225,50	106	177	2700	56700		
Type VII	500	450	27,60	-	305,70	120	240	3820	86000		

*Sumber : [www.esccsteel.co.id](http://www.esccsteel.co.id)*

**Perhitungan kedalaman turap**

$\Sigma M_A = 0$  .....(2.18)

$\Sigma M_A = \Sigma M_{aktif} - \Sigma M_{pasif}$  .....(2.19)

**Perhitungan profil turap**

Dengan mencari lokasi gaya lintang (D) = 0, maka akan diperoleh momen maksimum.  $M_{maks}$  dapat ditentukan berdasarkan:

$\Sigma M_{maks} = 0$  .....(2.20)

Menentukan jenis turap menggunakan persamaan

$S_{rencana} = \frac{\Sigma M_{maks}}{\sigma_s}$  .....(2.21)

$S_{rencana} < S_{profilTurap}$  (**Tabel 2.2**) .....(2.22)

Dimana,

$S_{rencana}$  = Section modulus pada hasil perhitungan momen maksimum turap (cm<sup>3</sup>)

$z$  = kedalaman saluran (m)

$S_{\text{profil turap}}$  = *section modulus* pada profil turap

$M_{\text{mak}}$  = momen maksimum (kg.cm)

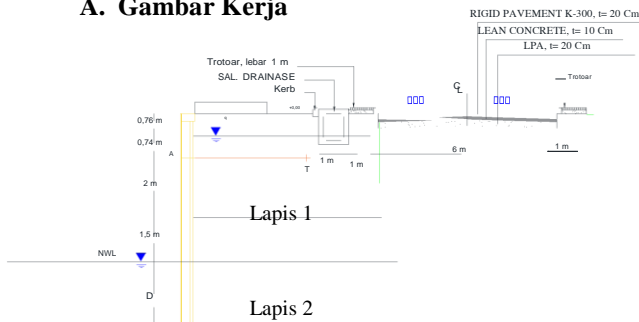
$\sigma_s$  = Tegangan izin dasar (kg/cm<sup>2</sup>)

**Perhitungan gava iangkar**

$$T = \Sigma P_a - P_p \dots\dots\dots(2.23)$$

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Gambar Kerja



Gambar 3.1 Gambar kerja

#### B. Data Properties Tanah

Tabel 3.1 Data properties tanah

Lapis 1		Lapis 2	
$\gamma_1$	= 16,475 kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_2$	= 16,279 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_w$	= 9,81 kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$	= 9,81 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{sat1}$	= 18,727 kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat2}$	= 17,154 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_1'$	= 8,917 kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_2'$	= 7,344 kN/m <sup>3</sup>
$\phi_1$	= 30°	$\phi_2$	= 28°
$c_1$	= 0 kN/m <sup>2</sup>	$c_2$	= 0 kN/m <sup>2</sup>
$h_1$	= 0,74 m	$h_4$	= 1,5 m
$h_2$	= 0,76 m	$K_{a2}$	0,321
$h_3$	= 2 m		
$K_{a1}$	0,297		

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Lereng Kondisi Eksisting Menggunakan Plaxis

Analisis dilakukan sebanyak 4 kali dengan menggunakan data laboratorium yaitu pada titik pengujian BH 01, BH 02, BH 03, dan BH 04. Nilai angka aman dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Rekapitulasi nilai angka aman lereng sungai

No	Titik Pengujian	Angka Aman
1	BH 01	1,083
2	BH 02	5,69
3	BH 03	7,13
4	BH 04	1,15

Nilai angka aman lereng terendah terletak pada pengujian BH 01 dengan nilai 1,083. Berdasarkan hasil boring log diketahui jenis tanah dominan pasir dan nilai N-SPT terbesar 20 sehingga lereng pada BH 01 lebih berpotensi longsor. Menurut SNI 8460 : 2017 tentang persyaratan perancangan geoteknik nilai minimum faktor keamanan terhadap stabilitas

Sehingga untuk perencanaan pembangunan infrastruktur diperlukan penanggulangan potensi longsor berupa pembangunan turap berjangkar.

#### 4.2 Perencanaan Turap Berjangkar

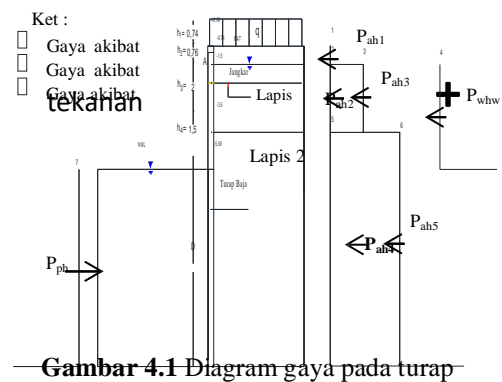
##### 4.2.1 Perhitungan Turap

Dalam perencanaan turap pada jurnal ini, dimodelkan dalam kondisi ekstrim. Adapun permodelan dikaji dalam hal sebagai berikut :

1. Kondisi yang diperhitungkan. Jika didaratkan hujan lebat dan disungai dalam kondisi surut. Dimana, Elevasi 0.00 terletak diatas timbunan .
2. Elevasi muka air tanah terletak 0,74 m dari elevasi 0,00.
3. Muka air surut terletak pada dasar galian.

##### 4.2.1.1. Perhitungan Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah Aktif

Diagram tekanan tanah lateral pada turap dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gaya dan momen yang terjadi pada turap dapat dilihat pada Tabel 4.2



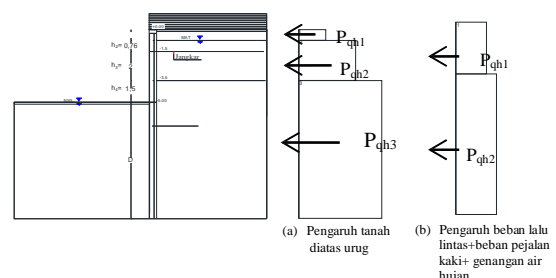
Gambar 4.1 Diagram gaya pada turap

Tabel 4.2 Gaya dan momen yang terjadi pada turap akibat tekanan tanah

Notasi	Gaya (P)	Jarak Ke A	Momen ke A
	kN	m	kN.m
	(a)	(b)	(c) = (a) x (b)
<b>Tekanan Aktif</b>			
$P_{ah1}$	1,433	-1,01	-1,442
$P_{ah2}$	10,686	0,62	6,625
$P_{ah3}$	9,488	1,08	10,248
$P_{wh}$	83,646	2,08	173,983
$P_{ah4}$	$10,835 D + 16,253$	$0,5 D + 2,75$	$5,418 D^2 + 37,924D + 44,696$
$P_{ah5}$	$1,118D^2 + 3,353 D + 2,515$	$0,67 D + 3,00$	$0,745D^3 + 5,589D^2 + 11,736D + 7,545$
$\Sigma P_{ah}$	$1,118D^2 + 14,189 D + 124,021$		$\Sigma M_{aktif} \quad 0,745D^3 + 11,007D^2 + 49,661D + 241,655$
<b>Tekanan Pasif</b>			
$P_{ph}$	$17,925 D^2$	$0,67 D + 3,5$	$11,950D^3 + 62,739D^2$
$\Sigma P_{ph}$	$17,925 D^2$		$\Sigma M_{pasif} \quad 11,950D^3 + 62,739D^2$

##### 4.2.1.2. Perhitungan Gaya dan Momen Akibat Beban Terbagi Rata

Gambar diagram gaya akibat beban terbagi rata dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan gaya akibat beban terbagi rata dapat dilihat pada Tabel 4.3



Gambar 4.2 Diagram gaya beban terbagi rata

**Tabel 4.3** Gaya dan momen beban terbagi rata

Notasi	Gaya Aktif (P)		Jarak Ke A (y)		Momen ke A
	kN	m	kNm		
	(a)	(b)	(c) = (a) x (b)		
<b>Beban terbagi rata pengaruh tanah urug</b>					
P <sub>qh1</sub>	2,71	-1,13	-3,062		
P <sub>qh2</sub>	4,813	0,62	2,984		
P <sub>qh3</sub>	1,565 D + 2,347	0,5 D + 2,750	0,782D <sup>2</sup> + 5,477D + 6,455		
$\Sigma P_{qhi}$	<b>1,565 D + 9,870</b>	$\Sigma M_{qhi}$	<b>0,782D<sup>2</sup> + 5,477D + 6,377</b>		
<b>Beban terbagi rata pengaruh beban lalu lintas + beban pejalan kaki + genangan air hujan</b>					
P <sub>qh1</sub>	17,601	0,25	4,4		
P <sub>qh2</sub>	5,479 D + 8,219	0,5 D + 2,750	2,740D <sup>2</sup> + 19,177D + 22,601		
$\Sigma P_{qh2}$	<b>5,479 D + 25,820</b>	$\Sigma M_{qh2}$	<b>2,740D<sup>2</sup> + 19,177D + 27,001</b>		

**4.2.1.3. Perhitungan Gaya dan Momen Akibat Beban Rata Memanjang**

a. Perhitungan beban terbagi rata memanjang pada lapis perkerasan jalan

Dengan nilai q = 9,9 kN/m<sup>2</sup>, diperoleh gaya dan momen seperti pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Gaya dan momen beban rata memanjang pada lapis perkerasan

No	Sudut		$\sigma_h$	$\sigma_{aktif}$	P <sub>aktif</sub>	y	Momen
	$\alpha$	$\beta$					
	Rad	Rad	kN/m	kN/m <sup>2</sup>	kN	m	kN.m
1	1,47	0,070	0,43	0,432	0,216	-0,833	-0,18
2	1,36	0,140	0,87	0,43	0,432	0,216	0
3	1,26	0,21	1,3	0,87	0,43	0,865	0,252
4	1,15	0,26	1,62	1,3	0,32	1,297	0,351
5	1,07	0,3	1,84	1,62	0,22	1,621	0,342
6	0,87	0,33	2,05	1,84	0,22	1,837 D	0,108 D
						0,500D	0,667 D
						+ 1,837 + 0,108 + 3,500	+ 6,431 + 0,378
							<b>0,919 D<sup>2</sup> + 0,072 D<sup>2</sup> + 7,350 D + 0,450 D + 14,753</b>
							<b>1,837 D</b>
							<b>0,108 D</b>
							<b>+ 6,053 + 0,811</b>
							$\Sigma P_{aktif}$
							<b>1,945 D</b>
							<b>+ 7,079</b>
							$\Sigma$ Momen
							<b>0,991 D<sup>2</sup> + 7,800 D + 15,933</b>
							per-jalan

b. Perhitungan beban terbagi rata memanjang pada Trotoar Kanan

Dengan nilai q = 3,26 kN/m<sup>2</sup>, diperoleh gaya dan momen seperti pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Gaya dan momen beban rata memanjang trotoar kanan

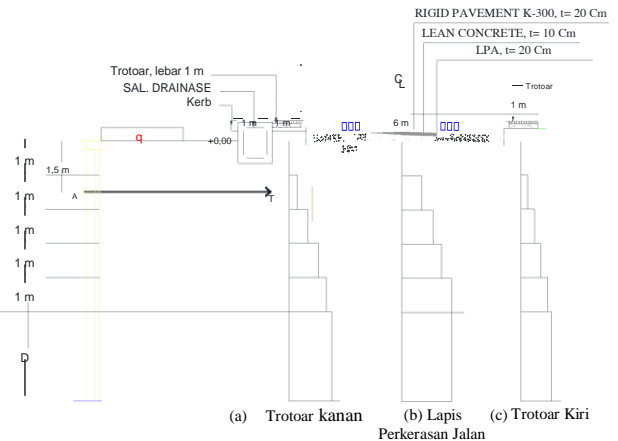
No	Sudut		$\sigma_h$	$\sigma_{aktif}$	P <sub>aktif</sub>	y	Momen
	$\alpha$	$\beta$					
	Rad	Rad	kN/m	kN/m <sup>2</sup>	kN	m	kN.m
1	1,47	0,01	0,02	0,018	0,009	-0,833	-0,007
2	1,38	0,02	0,03	0,02	0,018	0,006	0
3	1,31	0,02	0,04	0,03	0,01	0,003	0,006
4	1,24	0,03	0,05	0,04	0,01	0,041	0,013
5	1,17	0,03	0,06	0,05	0,01	0,053	0,009
6	1,01	0,04	0,07	0,06	0,02	0,059 D	0,007 D
						0,007 D	0,500D
						+ 0,059 + 0,007 + 3,500 + 3,500	0,667 D
							0,029 D <sup>2</sup> + 0,005 D <sup>2</sup> + 0,029 D + 0,005 D + 0,206 D + 0,026 D + 0,206
							<b>0,059 D</b>
							<b>0,007 D</b>
							<b>+ 0,200 + 0,028</b>
							$\Sigma P_{aktif}$
							<b>0,066 D</b>
							<b>+ 0,237</b>
							$\Sigma$ Momen
							<b>0,029 D<sup>2</sup> + 0,005 D<sup>2</sup> + 0,235 D + 0,030 D + 0,476</b>
							<b>0,048</b>
							<b>0,034 D<sup>2</sup> + 0,265 D + 0,524</b>

c. Perhitungan beban terbagi rata memanjang pada Trotoar Kiri

**Tabel 4.6** Gaya dan momen beban rata memanjang trotoar kiri

No	Sudut		$\sigma_h$	$\sigma_{aktif}$	P <sub>aktif</sub>	y	Momen
	$\alpha$	$\beta$					
	Rad	Rad	kN/m	kN/m <sup>2</sup>	kN	m	kN.m
1	1,33	0,04	0,09	0,087	0,043	-0,833	-0,036
2	1,17	0,07	0,13	0,09	0,05	0,087	0
3	1,03	0,08	0,16	0,13	0,03	0,133	0,133
4	0,91	0,09	0,18	0,16	0,02	0,163	0,326
5	0,8	0,09	0,18	0,18	0,01	0,178	0,534
6	0,61	0,08	0,17	0,18	0,01	0,172 D	0,006 D
						0,500D	0,333 D
						+ 0,172 + 0,006 + 3,500 + 3,500	0,086 D + 0,002 D + 0,600 D + 0,020 D + 0,600
							<b>0,086 D<sup>2</sup> + 0,002 D<sup>2</sup> + 0,686 D + 0,022 D + 1,593</b>
							<b>0,088 D<sup>2</sup> + 0,708 D + 1,623</b>
							$\Sigma P_{aktif}$
							<b>0,177 D</b>
							<b>+ 0,830</b>

Diagram gaya akibat beban rata memanjang dapat dilihat pada Gambar 4.3



**Gambar 4.3** Diagram gaya beban terbagi rata memanjang

**4.2.1.4. Perhitungan Gaya dan Momen Pada Beban Garis**

Sebelum menghitung momen dan gaya akibat beban garis terlebih dahulu mencari kedalaman penetrasi turap akibat tekanan tanah aktif, beban rata memanjang, beban terbagi rata dan tekanan tanah pasif.

$$\Sigma M = 0$$

$$\Sigma M = \Sigma M_{aktif} - \Sigma M_{pasif} + \Sigma M_{beban\ rata\ memanjang} + \Sigma M_{beban\ terbagi\ rata}$$

$$= -11,205 D^3 + (-47,100) D^2 + 83,087 D + 293,112$$

Dari persamaan diperoleh nilai D sebesar 2,584. Beban garis yang bekerja pada dinding turap berupa saluran drainase + air penuh yang mengisi drainase dan beban kerb. Gambar diagram beban garis dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan rekapitulasi gaya dan momen dapat dilihat pada Tabel 4.7 – Tabel 4.8





**Tabel 4.10** Rekapitulasi perhitungan gaya aktif untuk mencari momen maksimum

No	Keterangan	Gaya kN	Gaya Arah Horizontal kN
1		$P_{a1}$ 1,524	$P_{ah1}$ 1,433
2		$P_{a2}$ 4,120x	$P_{ah2}$ 3,872x
3	Gaya akibat tekanan tanah	$P_{a3}$ 1,326x <sup>2</sup>	$P_{ah3}$ 1,246x <sup>2</sup>
4		$P_w$ 4,905x <sup>2</sup>	$P_{wh}$ 4,609x <sup>2</sup>
		$0,421x^2 + 4,120x + 1,524$	$3,022x^2 + 3,072x + 1,433$
5	Gaya akibat beban terbagi rata pengaruh urugan	$P_{q1}$ 2,884	$P_{qh1}$ 2,71
6		$P_{q2}$ 1,854x	$P_{qh2}$ 1,742x
		1,854x + 2,884	1,742x + 2,710
7	Gaya akibat beban terbagi rata pengaruh beban lalu lintas + pejalan kaki + genangan air hujan	$P_{q1}$ 3,956	$P_{qh1}$ 3,717
8		$P_{q2}$ 5,346x	$P_{qh2}$ 5,024x
		5,346x + 3,956	5,024x + 3,717
9	Gaya akibat beban rata memanjang + drainase	$P_q$ -1,906	$P_{qh}$ -1,837
		-1,906	-1,837
<b>Total</b>		$P_q$ 6,231x <sup>2</sup> + 11,320x + 6,458	$P_{qh}$ 5,855x <sup>2</sup> + 10,638x + 6,023

Menghitung nilai x dengan persamaan pada gaya aktif arah horizontal

$$\Sigma F_x = 0$$

$$5,855x^2 + 10,638x + 6,023 - T = 0$$

$$5,855x^2 + 10,638x + 6,023 - 122,704 = 0$$

$$5,855x^2 + 10,638x - 116,681 = 0$$

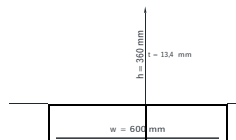
Sehingga didapat jarak momen maksimum x = 3,647 m dari muka air tanah. Kemudian mensubstitusi nilai x dengan persamaan gaya arah horizontal sehingga diperoleh besarnya gaya. Sehingga diperoleh momen maksimum sebesar  $M_{maks} = 139,112 \text{ kN.m} = 1418547,329 \text{ kg.cm}$

Menentukan profil turap baja yang digunakan dengan syarat  $S_{rencana} < S_{profil turap}$  yang digunakan  
Mutu baja Bj. 37  $\sigma_s = 1600 \text{ kg/cm}^2$

$$S_{rencana} = \frac{M_{maks}}{\sigma_s}$$

$$= \frac{1418547,329 \text{ kg.cm}}{1600 \text{ kg/cm}^2}$$

$$= 886,592 \text{ cm}^3$$



**Gambar 4.6** Turap baja "U" tipe IIIw

#### 4.2.2 Perhitungan Jangkar

##### 4.2.2.1 Perhitungan Diameter Batang Jangkar

Jangkar direncanakan dipasang pada tiap 3 buah turap, dengan lebar 1 turap 600 mm. sehingga direncanakan jarak jangkar (s) sebagai berikut :



**Gambar 4.7** Penempatan batang jangkar

#### Diketahui :

Jarak jangkar (s) = 3 .600 mm = 1800 mm = 180 cm  
Gaya jangkar per meter (T) = 122,704 kN/m  
Gaya jangkar per 1,8 m (T<sub>1,8</sub>) = 220,867 kN  
= 22522,135 kg  
Tegangan izin baja ( $\sigma_s$ ) Bj 37 = 1600 kg/cm<sup>2</sup>

#### Penyelesaian :

$\sigma_{angkar} = \frac{T_{1,8}}{A}$ , dimana A luas penampang batang angkur sehingga, persamaan untuk mencari diameter sebagai berikut :

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot T_{1,8}}{\pi \cdot \sigma_s}}$$

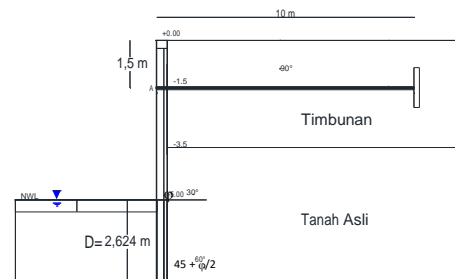
$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 22522,135 \text{ kg}}{\pi \cdot 1600 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$= 4,23 \text{ cm} \approx 5 \text{ cm}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh tebal minimum diameter batang jangkar (*tie rod*) mutu baja Bj.37 ialah 5 cm. dalam perencanaan turap berjangkar ini digunakan *tie rod*  $\phi 5,2 \text{ cm}$ .

#### 4.2.2.2 Penentuan Panjang Jangkar

Panjang jangkar yang direncanakan pada jurnal ini berjarak 10 m.



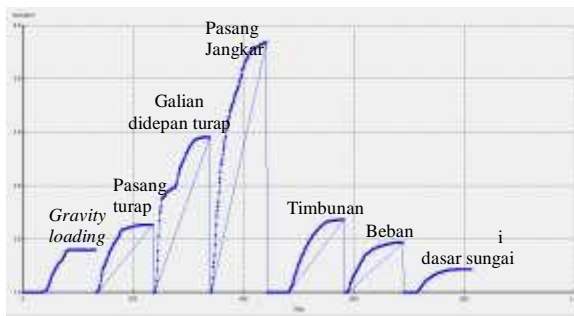
**Gambar 4.8** Panjang jangkar dengan metode grafis

#### 4.2.2.3 Analisis Program Plaxis

Analisis dalam program plaxis turap dimodelkan sebagai *fixes anchor* dimana dalam analisis program menggunakan data spesifikasi dari turap baja tipe IIIw dan spesifikasi dari batang jangkar  $\phi 5,2 \text{ cm}$ . Hasil analisis turap baja dengan kondisi ekstrim mengalami kegagalan struktur, nilai deformasi sebesar 10,175 cm sedangkan Menurut Clough dan O'Rourke (1990), syarat deformasi maksimum ialah 0,4% H (tinggi turap pada elevasi 0.00 hingga dasar sungai). Besarnya deformasi maksimum berdasarkan teori tersebut adalah 2 cm.

Berdasarkan hasil analisis diatas perlu dilakukan penambahan panjang turap. Sehingga digunakan turap baja tipe IIIw dengan panjang 12 m dan batang jangkar  $\phi 5,2 \text{ cm}$ . Adapun hasil analisis dengan tahap konstruksi pada program plaxis sebagai berikut :





**Gambar 4.9** Nilai Msf tahap konstruksi

**Tabel 4.11** Rekapitulasi hasil analisis program plaxis

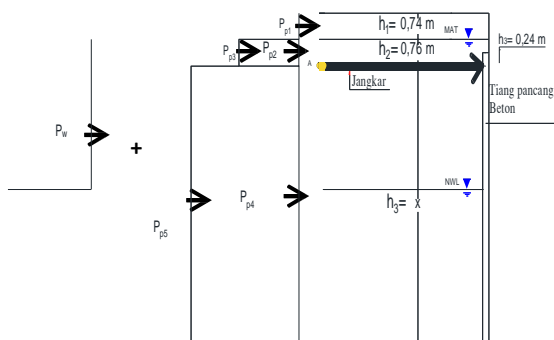
Tahap	Nilai		
	Displacement cm	Deformasi cm	Angka Aman
Gravity Loading	0,906	1,025	1,794
Pemasangan turap	0,921	1,046	
Galian di depan turap	0,879	1,037	3,906
Pemasangan jangkar	0,879	1,037	5,682
Timbunan	1,017	1,16	2,365
Pembebanan	1,132	1,214	1,938
Galian pada dasar sungai	1,731	1,802	1,432

Dari hasil analisis, deformasi terbesar terjadi pada tahap konstruksi galian didasar sungai dengan nilai yang dihasilkan sebesar 1,802 cm. (memenuhi syarat maksimum deformasi). Dalam analisis program plaxis diperoleh nilai *safety factor* terhadap stabilitas global tahap konstruksi akhir sebesar  $1,432 < 1,5$ . Dengan kondisi tersebut, desakan untuk menggulingkan turap akibat pembebanan, galian dan gerusan di dasar sungai dapat mengakibatkan kerusakan turap. Dalam jurnal ini perencanaan turap berjangkar pada perkuatan jalan ST Aminnuddin menggunakan jangkar tipe tiang pancang dan tipe blok jangkar (*dead man*) yang diaplikasikan sebagai *pile cap* pada tiang pancang.

### 4.3 Perhitungan Dimensi Jangkar

#### 4.3.1 Perhitungan Kedalaman Tiang Pancang

Kedalaman tiang pancang dinotasikan dengan  $x$  dengan titik 0 pada letak jangkar dan elevasi awal tiang pancang setinggi 0,24 m diatas jangkar.



**Gambar 4.10** Diagram gaya pada tiang pancang

Berdasarkan hasil perhitungan gaya pasif, tahap selanjutnya ialah menghitung tekanan tanah

yang terjadi pada pancang, dengan menggunakan pancang beton berdiameter 400 mm dan tebal 75 mm dengan mutu beton ( $f'c$ ) 52 Mpa.

**Tabel 4.12** Tekanan pasif di jangkar

Notasi	Gaya Pasif	Tebal Tiang Pancang	Tekanan Tanah pada Pancang
	(kN)	(m)	(kNm)
$P_{ph1}$	29,417	0,075	2,206
$P_{ph2}$	60,423	0,075	4,532
$P_{ph3}$	14,774	0,075	1,108
$P_{ph4}$	$0,36x^2 + 3,77x + 2,662$	0,075	$0,027x^2 + 0,283x + 0,200$
$P_{ph5}$	$118,38x$	0,075	$8,879x$
$P_{ph6}$	$25,578x^2$	0,075	$1,918x^2$
$\Sigma P_p$	$122,15x + 107,276$	$\Sigma P_{p1\text{pancang}}$	$1,945x^2 + 9,162x + 8,046$

Perhitungan kedalaman tiang pancang

$$T_{1,8} \cdot = \Sigma P_{p1\text{pancang}} \cdot = 0$$

$$1,945x^2 + 9,162x + (-212,821) = 0$$

Dari persamaan diatas diperoleh nilai  $x = 8,367$ , sehingga direncanakan tinggi tiang pancang sepanjang 9 m.

#### 4.3.2 Kontrol Daya Dukung Terhadap Beban Horizontal dan Beban Vertikal

##### 4.3.2.1 Beban Yang Bekerja Pada Pancang

###### Berat akibat beban horizontal

$$W_h = T_{1,8}$$

$$= 220,867 \text{ kN}$$

###### Berat akibat beban vertikal

Besarnya beban vertikal dipengaruhi berat tanah, berat tiang, berat pile cap, beban lalu lintas.

Sehingga besarnya beban vertikal :

$$W_v = 135,941 \text{ kN}$$

##### 4.3.2.2 Beban yang Mampu yang ditanggung Pancang

Hasil perhitungan beban yang mampu ditanggung tiang pancang akibat beban horizontal dan vertikal dapat dilihat pada **Tabel 4.13 - Tabel 4.14**

**Tabel 4.13** Beban Horizontal Yang Mampu Ditanggung Tiang Pancang

No	Beban Horizontal Yang Mampu Ditanggung Tiang Pancang	$H_s$ kN
1	Gaya keruntuhan akibat beban H	231,716

**Tabel 4.14** Beban vertikal yang mampu ditanggung tiang pancang

No	Beban Vertikal Yang Mampu Ditanggung Tiang Pancang	$Q_u$ kN
1	Berdasarkan uji SPT	312,153
2	Berdasarkan uji sondir	263,312
3	Berdasarkan uji Laboratorium	321,059
4	Berdasarkan kekuatan bahan	2134,567
Kapasitas dukung tiang terkecil		263,312

Kontrol terhadap beban horisontal

$$\Sigma H < H_s$$

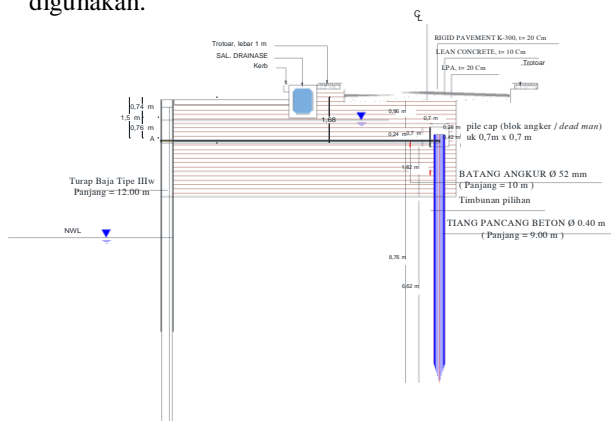
$$220,867 \text{ kN} < 231,716 \text{ kN} \dots(\text{Memenuhi})$$

Kontrol terhadap beban vertikal

$$\Sigma V < Q_a$$

$$135,941 \text{ kN} < 263,312 \text{ kN} \dots(\text{Memenuhi})$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan tiang pancang beton dengan diameter  $\varnothing$  400 mm, tebal 75 mm dan panjang 9 m dapat digunakan.



**Gambar 4.11** Gambar desain

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

- Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan program plaxis, diperoleh nilai faktor aman pada lereng Jl . ST. Aminuddin sebagai berikut :  
Pada titik BH 01 = 1,083  
Pada titik BH 02 = 5,690  
Pada titik BH 03 = 7,130  
Pada titik BH 04 = 1,150  
Hasil faktor aman BH 01 memiliki nilai yang terkecil, sehingga pada perencanaan turap pada menggunakan data pengujian pada BH 01.
- Beban yang bekerja pada turap untuk mencari kedalaman penetrasi sebesar  $60 \text{ kN/m}^2$
- Dari hasil perhitungan diperoleh kedalaman penetrasi turap setelah dikalikan dengan faktor aman sedalam 3,936 m sehingga panjang total turap ialah 9 m. Analisis angka aman terhadap stabilitas global menggunakan program plaxis dengan panjang turap 9 m mengalami kegagalan

struktur sehingga digunakan turap yang lebih panjang yakni 12 m

- Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada perencanaan turap, diperoleh
  - Digunakan turap baja IIIw dengan lebar 600 mm dan panjang 12 m
  - Panjang jangkar 10 m dan diameter  $\varnothing$ 5,2 cm
  - Blok jangkar sepanjang 0,7 m
  - Jangkar tipe pancang beton dengan diameter 400 mm, tebal 75 mm dan tinggi 9 m
- Nilai faktor aman terhadap stabilitas global setelah dilakukan pemasangan turap berjangkar yang dimodelkan dalam plaxis dengan permodelan jangkar menggunakan *fixed end anchor* dimana dalam melakukan analisis berkuatan yang dihitung berasal dari turap dan batang jangkar ialah 1,432

### 5.2 Saran

- Apabila diperoleh nilai angka aman lereng terhadap stabilitas global setelah dilakukan pemasangan turap berjangkar kurang dari 1,5. Dalam perencanaan dapat dilakukan hal sebagai berikut :
  - memperkecil jarak antar jangkar dengan syarat tidak boleh lebih kecil dari lebar turap yang digunakan.
  - Memperbesar dimensi dari blok jangkar.
  - Memperbesar dimensi tiang pancang.
- Dalam perencanaan dimensi blok jangkar dan tiang pancang tetap harus mempertimbangkan faktor efisiensi dalam pelaksanaan dilapangan, dimana dalam skripsi ini *pile cap* pada tiang pancang berfungsi sebagai penutup tiang dan blok jangkar. Apabila jangkar tiang pancang dan penutup tiang (*pile cap*) sudah dengan ukuran desain dimensi maksimum masih kurang memberikan kekuatan maka dapat menambahkan blok jangkar dengan jarak  $> 0,5$  m dari tiang pancang atau dapat menambahkan bronjong.
- Penentuan panjang turap, diameter batang jangkar (*tie rod*), dan panjang pancang perlu disesuaikan dengan ketersediaan produk dilapangan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arwinda, L.C., 2020. *Perencanaan Sheet Pile Pada Ruas Jalan Laksamana Kecamatan Gunung Tabur Kota Tanjung Redeb Kabupaten Berau*. Samarinda: Politeknik Negeri Samarinda.
- Badan Standardisasi Nasional, (2016). *Pembebanan Untuk Jembatan*, SNI 1725:2016. Jakarta: BSN.

- Badan Standardisasi Nasional, (2017). *Persyaratan Perancangan Geoteknik*, SNI 8460:2017. Jakarta: BSN.
- Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, (2002). *Panduan Geoteknik 4 Desaian dan Konstruksi Tentang Timbunan jalan Pada Tanah Lunak*, Pedoman Kimpraswil No:Pt T-10-2002-B, Edisi Pertama. Bandung: Pusat Litbang Prasarana Transportasi.
- Hardiyatmo, H.C., (2003). *Mekanika Tanah II*. Edisi Ke Tiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C., (2014). *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Edisi Ke Tiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C., (2015). *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Edisi Ke Tiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kempfert, H. G., & Gebreselassie, B., (2006). *Excavations and founfations in Soft Soils*. Netherlands: Springer – Verlag Berlin Heidelberg.
- Pemerintah Republik Indonesia.(2022). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 Perubahan Kedua Atas Undang – Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*.
- PLAXIS b.v., (2007). *Manual of PLAXIS Finite Element Code for Soil and Rock Analyses Version 8*. Netherland: Delft University of Technology & PLAXIS b.v.
- Putra, N.P.D., 2019. *Evaluasi Kegagalan Struktur Sheet Pile dan Desain Perbaikan Pada Lereng Gardu Induk 150 kV Tenggarong*. Samarinda: Politeknik Negeri Samarinda.
- Sa'adah, N.L., 2016. *Perencanaan Turap Berjangkar Pada Tepian Sungai Mahakam Di Jl. KH. Mas Mansyur Loa Bakung Samarinda*. Samarinda: Politeknik Negeri Sanarinda.
- Sunggono, (1995). *Buku Teknik Sipil*. Bandung: Nova.
- Wardana, A., 2018. *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Pada Ruas Jalan Tol Samarinda-Balikpapan Segmen 2 STA 06+525 – STA 06+650*. Samarinda: Politeknik Negeri Samarinda.