

ANALISIS PERPINDAHAN TURAP AKIBAT PENGARUH MUKA AIR BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 2D (STUDI KASUS PROYEK PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI BOLANGO)

M. Hidayatullah Zakaria¹⁾, Fadly Achmad²⁾, Indriati Martha Patuti³⁾

¹Mahasiswa S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Gorontalo

³Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Gorontalo

Jl. Jendral Sudirman No 6, Dulalowo Timur, Kota Tengah, Kota Gorontalo

E-mail: hidayatzakaria76@gmail.com, fadly_achmad30@yahoo.com, indri.m.patuti@ung.ac.id

ABSTRAKS

Perkembangan daerah persawahan, permukiman serta rencana pengembangan jalan lingkar di Kabupaten Bone Bolango memberikan dampak penyempitan alur Sungai Bolango. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pengaruh dari perubahan muka air sungai terhadap kestabilan turap dengan menggunakan program komputer Plaxis 2D. Penelitian ini mengambil studi kasus di Sungai Bolango pada Target Area-1. Data-data yang dianalisis merupakan data sekunder. Metode yang digunakan adalah metode ujung bebas. Pada lokasi ini dilakukan pengeboran sebanyak empat titik. Titik pertama BH-1, berada di muara sungai sebelah kanan. Titik kedua BH-2, di sebelah kanan Sungai Bolango dekat jembatan Tenda. Titik ketiga BH-3, di sebelah kiri Sungai Bolango dekat jembatan Tenda. Titik terakhir pada area ini yaitu BH-4, di bibir muara sebelah kiri Sungai Bolango. Untuk menganalisis stabilitas turap menggunakan program plaxis 2D. Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai perpindahan terbesar terjadi di lokasi 2. Perpindahan total pada lokasi 1, 2, 3, dan 4 berturut-turut adalah 21,62 mm, 24,09 mm, 16,84 mm, dan 16,84 mm. Perpindahan total per titik terbesar pada kondisi banjir di lokasi 1 pada titik B, sedangkan lokasi 2, 3, dan 4 pada titik A. Pada kondisi ekstrim, titik terjadinya perpindahan paling besar adalah titik A. Pada plaxis, kondisi paling aman di lokasi 1 sebesar 3,77.

Kata kunci : Kestabilan Turap, Muka Air Sungai, Plaxis 2D

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan fenomena alam dimana terjadi kelebihan air yang tidak tertampung oleh sungai, sehingga menimbulkan genangan yang merugikan. Masalah banjir akan menarik perhatian setelah mempengaruhi kehidupan manusia dan menimbulkan bencana bagi masyarakat di sekitar lingkungan sungai tersebut. Banjir disebabkan oleh berbagai macam faktor yaitu daerah tangkapan hujan, durasi hujan yang lama, intensitas hujan yang tinggi, kondisi topografi, dan kapasitas jaringan sungai.

Provinsi Gorontalo memiliki beberapa sungai besar, salah satunya adalah Sungai Bolango. Sungai Bolango melintasi 3 (tiga) wilayah administratif yang ada di Provinsi Gorontalo, yaitu Kota Gorontalo, Kabupaten Gorontalo, dan Kabupaten Bone Bolango. Pembangunan di daerah persawahan, permukiman, serta pengembangan jalan lingkar di daerah Kabupaten Bone Bolango memberikan dampak penyempitan alur Sungai Bolango. Hal ini berakibat kurang optimalnya kapasitas pengaliran sungai terhadap debit air maksimal, sehingga berdampak terjadinya banjir pada wilayah Kota Gorontalo. Melihat potensi dan permasalahan yang ada pada Daerah Aliran Sungai Bolango, maka upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya banjir tersebut adalah dengan program Pengendalian Banjir Sungai Bolango Kota Gorontalo.

Pekerjaan pembangunan *sheet pile* menjadi salah satu dari beberapa rangkaian pekerjaan yang terdapat pada program ini. Dalam perencanaannya, stabilitas turap harus benar-benar diperhitungkan guna untuk mengantisipasi terjadinya kegagalan pada struktur turap dan menghindari terjadinya kasus ambruknya turap

tersebut. Salah satu program komputer yang dapat menghitung dan menganalisis stabilitas turap ialah *plaxis*. Berdasarkan latar belakang di atas, maka akan dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh muka air terhadap kestabilan turap dengan bantuan program *plaxis*.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh keadaan muka air banjir sungai terhadap stabilitas dinding turap beton pada pekerjaan pemasangan *Corrugated Concrete Sheet Piles (CCSP) di Sungai Bolango*.

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Sebagai acuan atau bahan pertimbangan dalam memutuskan kebijakan pada masa yang akan datang terutama dalam pekerjaan yang menyangkut *sheet pile*.
2. Memberi pengetahuan tentang perilaku dan kestabilan dari dinding turap beton (*Corrugated Concrete Sheet Pile*) pada saat adanya perubahan muka air sungai beton pada pekerjaan pemasangan *Corrugated Concrete Sheet Piles (CCSP) di Sungai Bolango*.
3. Memberikan informasi bagi pembaca mengenai bagaimana stabilitas dinding turap beton dengan adanya pengaruh perubahan muka air sungai.
4. Sebagai rujukan, sumber informasi dan bahan referensi penelitian selanjutnya agar bisa lebih dikembangkan dalam materi-materi lainnya. Peneliti juga berharap agar penelitian ini dapat memotivasi peneliti lain agar dapat lebih baik dalam melakukan penelitian.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

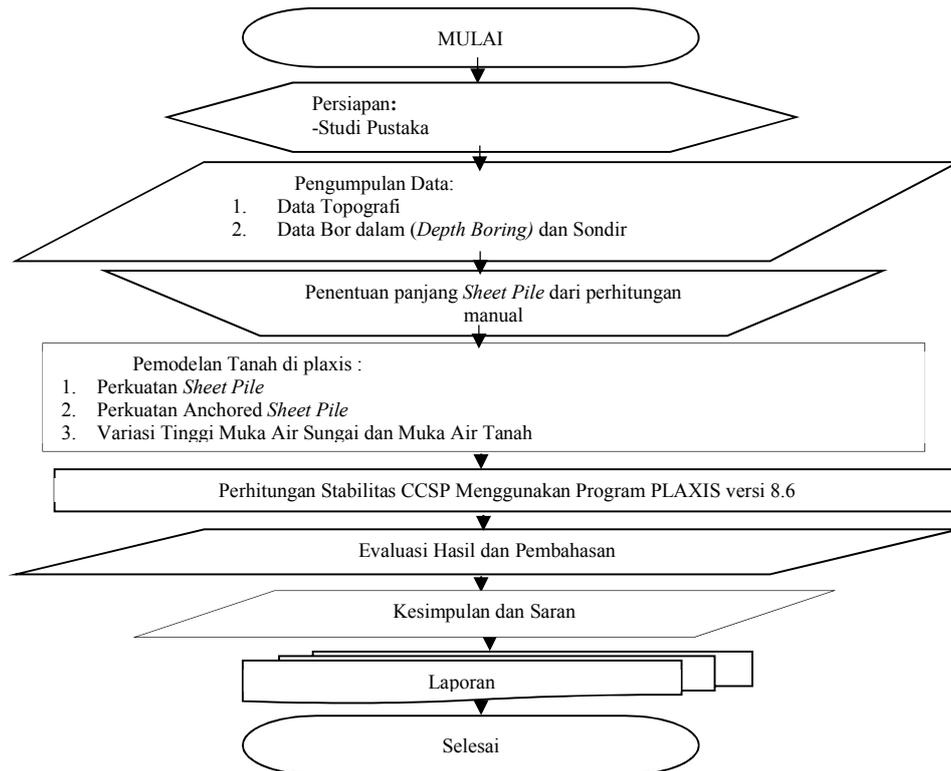
Lokasi penelitian yaitu pada Target Area-1 proyek Pengendalian Banjir Sungai Bolango yang letaknya di kelurahan Tenda Kota Gorontalo. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

2.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dari persiapan. Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data. Tahap ketiga adalah penentuan panjang *sheet pile*. Tahap keempat setelah perhitungan manual adalah permodelan pada program *plaxis*. Tahap kelima adalah perhitungan stabilitas menggunakan program *Plaxis*. Setelah didapat hasilnya kemudian masuk ke tahap evaluasi dan pembahasan. Pada tahap selanjutnya adalah tahap pembuatan kesimpulan dan saran. Tahap terakhir dari penelitian ini adalah pembuatan laporan. Secara ringkas tahapan penelitian ini juga dijelaskan pada gambar 5.



Gambar 2 Flow Chart

2.3 Prosedur Analisis

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis pengaruh muka air banjir pada turap. Metode yang digunakan adalah metode elemen hingga. Analisis pada penelitian ini menggunakan bantuan program komputer yaitu aplikasi plaxis 2D yang menggunakan metode elemen hingga programnya. Data-data sekunder di input ke plaxis 2D mulai dari data parameter tanah hingga data material turap. Selanjutnya di input data tinggi muka air banjir kemudian masuk ke tahap kalkulasi. Pada kalkulasi, plaxis menghitung berdasarkan tahap pekerjaan dilapangan. Setelah kalkulasi, hasil dari analisis dapat dilihat di jendela output.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum

Di lokasi Target Area-1 ini dilakukan pengeboran sebanyak empat titik. Lokasi titik tersebut dijelaskan dalam Gambar 6. Untuk mempermudah penyajian data, nama titik lokasi diganti. Untuk BH-1 diganti menjadi lokasi 1. Untuk BH-2 diganti menjadi lokasi 2. Untuk BH-3 diganti menjadi lokasi 3. Untuk BH-4 diganti menjadi lokasi 4.



Gambar 3 Lokasi Penyelidikan Tanah (PT. Aditya Engineering Consultant, 2017)

3.2 Data Masukkan Plaxis

Adapun data yang digunakan dalam masukkan program plaxis dijelaskan dalam Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Parameter	Nama	Satuan	Nilai	Material Turap
Jenis Perilaku	Jenis Material	-	Elastis	
Kekakuan Normal	EA	kN/m	6,57E+06	
Kekakuan Lentur	EI	kNm ² /m	5,26E+06	
Tebal Ekuivalen	d	-	3,1	
Berat	W	kN/m/m	4,04	
Angka Poisson	ν	-	0,2	

Tabel 2 Data Tanah Timbunan

Parameter	γ_{Sat} (kN/m ³)	γ_{Unsat} (kN/m ³)	E (kN/m ²)	ν	C (kN/m ²)	ϕ (°)
Nilai	19,6	9,79	15400	0,15	0	41,52

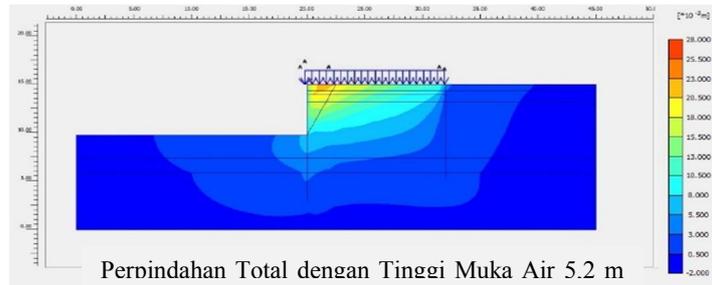
Tabel 3 Data Parameter Tanah

Lok.	Deskripsi Tanah	γ_{sat} kN/m ³	γ_{unsat} kN/m ³	k mm/hari	E kN/m ²	ν	C (kN/m ²)	ϕ (°)
1	Pasir Berlanau	16	6,19	3,60E-07	1,96E+04	0,3	26,8	-
	Pasir Berlanau	16	6,19	3,60E-07	1,96E+04	0,3	-	28
	Pasir Berlanau	17	7,19	3,60E-07	1,96E+04	0,3	-	32
	Pasir Berlanau	18	8,19	8,53E-07	1,96E+04	0,3	-	42
	Pasir Berkerikil	18	8,19	8,53E-07	9,81E+04	0,15	-	47
2	Pasir Berlanau Berkerikil	16	6,19	3,60E-07	9,81E+04	0,3	-	29
	Pasir berlanau	17	7,19	3,60E-07	1,96E+04	0,3	-	47
	Pasir Berkerikil	18	8,19	8,53E-07	9,81E+04	0,15	-	47
3	Pasir Berlanau	16	6,19	3,60E-07	1,96E+04	0,3	-	27
	Pasir Berlanau	17	7,19	3,60E-07	1,96E+04	0,3	-	32
	Pasir Berkerikil	17	7,19	3,60E-07	9,81E+04	0,15	-	35
	Pasir Berkerikil	18	8,19	8,53E-07	9,81E+04	0,15	-	46
4	Pasir Berlanau	17	7,19	3,60E-07	1,96E+04	0,3	-	35
	Pasir Berlanau	17	7,19	3,60E-07	1,96E+04	0,3	-	37

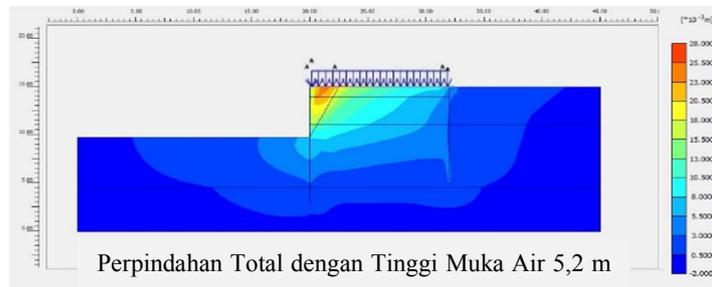
	Pasir Berkerikil	18	8,19	8,53E-07	9,81E+04	0,15	-	46
--	------------------	----	------	----------	----------	------	---	----

3.3 Hasil Analisis Program Plaxis 2D

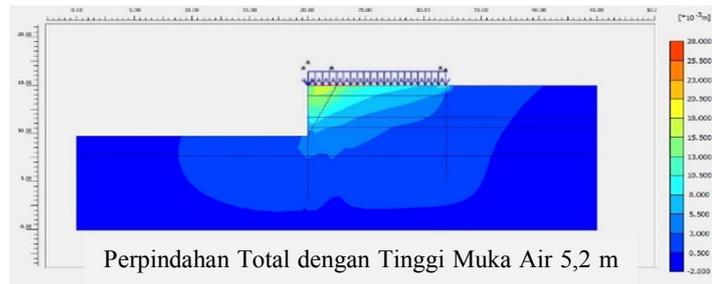
Adapun hasil keluaran dari kalkulasi program *plaxis* pada semua kondisi disetiap lokasi dijelaskan dalam grafik warna. Hasil keluaran pada tinggi muka air banjir dijelaskan pada Gambar 4 sampai Gambar 7.



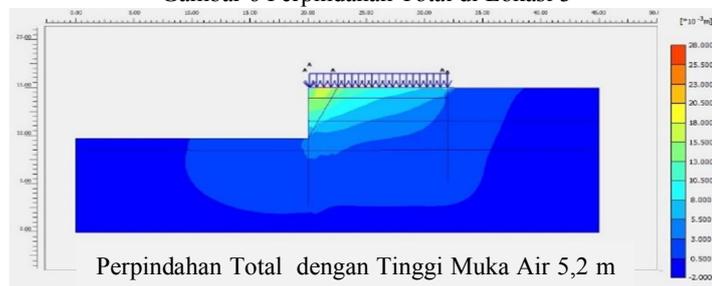
Gambar 4 Perpindahan Total di Lokasi 1



Gambar 5 Perpindahan Total di Lokasi 2



Gambar 6 Perpindahan Total di Lokasi 3



Gambar 7 Perpindahan Total di Lokasi 4

3.4 Rekapitulasi Hasil Analisis Program Plaxis 2D

Analisis pengaruh muka air sungai terhadap turap dilakukan menggunakan metode elemen hingga melalui program plaxis 2D. Rekapitulasi hasil analisis dilampirkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai Perpindahan Total

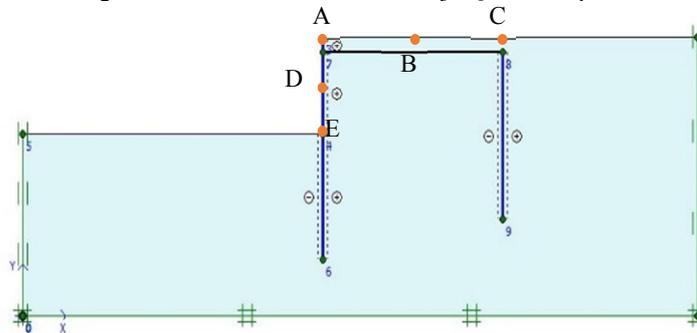
NO	Lokasi	Perpindahan Total (mm)
		Banjir
1	1	21,62
2	2	24,09
3	3	16,84
4	4	16,84

Hasil dari perpindahan total menunjukkan bahwa nilai perpindahan total paling besar terjadi di lokasi 2. Hal ini disebabkan oleh perbedaan parameter tanah dan jumlah lapisan di setiap lokasi.

3.5 Perpindahan Total per Titik

Untuk lebih detail, pada penelitian ini dibuat beberapa titik tinjauan untuk melihat besar perpindahan total pada titik-titik tertentu. Berikut koordinat titik-titik tinjauan seperti yang dijelaskan dalam Gambar 12 dan Tabel **Error! Reference source not found.**5. Hasil dari program plaxis untuk besar perpindahan total per titik pada dua kondisi berbeda dijelaskan dalam Tabel 6.

Hasil dari perhitungan perpindahan total dapat dilihat bahwa perpindahan total terbesar berbeda-beda di setiap lokasi. Untuk lokasi 1 sama dengan lokasi 4, yaitu perpindahan total terbesar ada pada titik B. Untuk lokasi 2 sama dengan lokasi 3, perpindahan terbesar terletak pada titik A. Hal ini disebabkan oleh letak titik-titik tersebut. Titik B terletak di tengah beban dan titik A terletak di ujung beban tepat di atas turap utama.



Gambar 8 Titik Tinjauan

Tabel 5 Koordinat Titik Tinjauan

Titik Tinjauan	Koordinat	
	X (m)	Y (m)
A	20	15
B	26	15
C	32	15
D	20	12
E	20	9,8

Berdasarkan Gambar 12, nilai perpindahan per titik di lokasi 1 yang terbesar terjadi pada titik B di kondisi muka air normal 2,6 m. Titik B terletak di koordinat X=26 dan Y=15. Koordinat ini tepat berada di titik tengah dari beban. Beban di atas tanah dianggap beban merata, sehingga titik tengah beban tersebut merupakan titik beratnya. Titik B yang merupakan titik berat beban merata ini memberikan beban yang lebih sehingga perpindahan di titik ini menjadi lebih besar dari titik yang lainnya. Pada kondisi ekstrim, titik paling besar nilai perpindahannya ada pada titik A.

Tabel 6 Nilai Perpindahan Total per Titik

Lokasi	Titik	Perpindahan total Utot (mm)	Lokasi	Titik	Perpindahan total Utot (mm)
		Banjir			Banjir
1	Titik A	14,71	3	Titik A	16,03
	Titik B	15,51		Titik B	10,08
	Titik C	5,67		Titik C	9,76
	Titik D	11,32		Titik D	11,75
	Titik E	8,58		Titik E	4,46
2	Titik A	15,32	4	Titik A	12,75
	Titik B	13,21		Titik B	11,5
	Titik C	8,3		Titik C	9,69
	Titik D	11,74		Titik D	10,44
	Titik E	8,74		Titik E	7,96

Berdasarkan Tabel 6, nilai perpindahan per titik di lokasi 1 yang terbesar terjadi pada titik B. Titik B terletak di koordinat X=26 dan Y=15. Koordinat ini tepat berada di titik tengah dari beban. Beban di atas tanah dianggap beban merata, sehingga titik tengah beban tersebut merupakan titik beratnya. Titik B yang merupakan titik berat beban merata ini memberikan beban yang lebih sehingga perpindahan di titik ini menjadi lebih besar dari titik yang lainnya. Pada kondisi ekstrim, titik paling besar nilai perpindahannya ada pada titik A.

Tabel 6 juga menjelaskan nilai perpindahan per titik terbesar di lokasi 2 terjadi pada titik A. Koordinat titik A terletak di ujung beban tepat di kepala turap utama. Titik ini paling rawan terjadinya perpindahan. Bagian turap di titik ini (kepala turap) akan bergerak menjauhi tanah di belakang karena adanya suatu gaya dorongan dari tanah. Pada kondisi ini, tanah bergerak ke bawah dan ke samping menekan dinding turap. Pergerakan ini menyebabkan perpindahan di titik A menjadi lebih besar dibandingkan titik lainnya. Hal ini juga terjadi pada lokasi 3 dan lokasi 4.

3.6 Faktor Aman

Perhitungan faktor aman untuk turap akan lebih tepat jika didefinisikan sebagai perbandingan kuat geser yang tersedia terhadap kuat geser yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan. Pada program Plaxis 2D ini, prosedur 'Reduksi phi-c' dapat digunakan untuk menghitung faktor aman dari turap.

Tabel 7 Faktor Aman

NO	Lokasi	Faktor Aman
		Banjir
1	1	3,77
2	2	1,35
3	3	1,06
4	4	1,61

Pada hasil perhitungan faktor aman tersebut didapat bahwa nilai faktor aman lebih tinggi pada kondisi muka air banjir hampir di seluruh lokasi terkecuali pada lokasi 3. Pada lokasi 1, faktor aman mencapai lebih dari 3 ($SF > 3$). Pada lokasi 2, 3, dan 4, faktor aman berkisar antara angka 1 sampai 2.

Pada hasil perhitungan faktor aman secara manual didapat nilai faktor aman lebih dari 1,5 hampir di semua lokasi kecuali lokasi 1. Nilai faktor aman di lokasi 1 rendah karena memiliki 5 lapisan tanah dengan data tanah yang berbeda-beda disetiap lapisan. Lokasi 1 juga memiliki beban sebesar $26,32 \text{ kN/m}^2$. Besarnya beban dan banyaknya lapisan tanah di belakang turap menambah beban yang besar pada turap. Hal tersebut dapat mempengaruhi besarnya tekanan horisontal yang diterima oleh turap, sehingga dibutuhkan penetrasi turap yang lebih besar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang diperoleh dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kondisi muka air banjir 5,2 m
Perpindahan total pada kondisi muka air banjir yang paling besar terjadi di lokasi 2. Pada lokasi 1, nilai perpindahan total pada kondisi banjir sebesar 21,62 mm. Pada lokasi 2 terlihat bahwa nilai perpindahan total pada kondisi banjir sebesar 24,09 mm dan pada lokasi 3 nilai perpindahan total pada kondisi banjir sebesar 16,84 mm. Pada lokasi 4, nilai perpindahan total pada kondisi banjir sebesar 16,84 mm.
2. Besar nilai perpindahan per titik sama, baik di kondisi muka air normal maupun di kondisi muka air banjir. perpindahan yang paling besar terjadi di titik A dan B. Pada lokasi 1, perpindahan terbesar terjadi di titik B dan di kondisi banjir terkecuali pada kondisi ekstrim. Pada kondisi ekstrim, titik paling besar mengalami perpindahan adalah titik A. Pada lokasi 2, 3, dan 4, perpindahan per titik terbesar terjadi di titik A dan pada kondisi banjir.
3. Faktor Aman
Berdasarkan perhitungan program plaxis, didapatkan hasil yang aman hanya di lokasi 1 saja. Di lokasi 1 memiliki nilai faktor aman mencapai lebih dari 3. Kondisi muka air banjir 5,2 m memiliki faktor aman sebesar 3,77.

PUSTAKA

- Consultant, P. A. E., 2017. Final Report Soil Investigation Bolango River Kel. Tenda, Kec. Hulonthalangi-Gorontalo, Gorontalo: PT. Aditya Engineering Consultant.
- Das, B. M., 2011. Principles of Foundation Engineering, SI. 7 penyunt. USA: PWS Publishing Company.
- Hardiyatmo, H. C., 2015. Analisis dan Perancangan Fondasi II. 4 penyunt. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Plaxis, 2007. Manual Plaxis Indonesia. 2D-Versi 8 penyunt. Belanda: An Delft.
- Soewandy, I., 2012. Studi Elevasi Lebar Alas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Pada Perumahan The Mutiara, Makassar: Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.