

ANALISIS PERANCANGAN KONSTRUKSI GALIAN BERTURAP PADA TANAH PASIR

ARREVAN M. HARRISLA, RINA YULIET*

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat.

*Corresponding Author : ✉ rina@eng.unand.ac.id

Naskah diterima : 9 Agustus 2024. Disetujui: 29 September 2024. Diterbitkan : 30 September 2024

ABSTRAK

Galian berturap (*braced cuts*) merupakan turap yang dibangun pada galian yang dibuat untuk pembangunan fondasi cukup dalam dan sisi galian adalah tegak (vertikal). Permukaan vertikal dari galian memerlukan perlindungan dengan sistem pemasangan turap sementara untuk menghindari keruntuhan yang mungkin terjadi bersamaan dengan penurunan atau keruntuhan daya dukung fondasi disekitarnya. Pada pekerjaan galian berturap tidak jarang terjadi kegagalan pada pekerjaannya. Keruntuhan pada galian berturap dapat membuat kerugian finansial yang sangat besar hingga menelan korban jiwa. Salah satu penyebab keruntuhan pada galian berturap adalah karena dimensi galian berturap yang terlalu ramping sehingga tidak mampu menahan tekanan tanah aktif saat jenuh air. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan spesifikasi turap dan kedalaman aktual pemancangan turap. Metode analisis untuk perancangan turap (*sheet pile*) dan penyangga (*strut*) menggunakan diagram tekanan menurut Peck. Dari hasil analisis perancangan turap didapatkan spesifikasi turap dan penyangga jenis U tipe IIIA. Kedalaman aktual pemancangan turap sebesar 10 m dan panjang total turap adalah 20 m.

Kata kunci : Galian, turap, penyangga, spesifikasi, kedalaman aktual

1. PENDAHULUAN

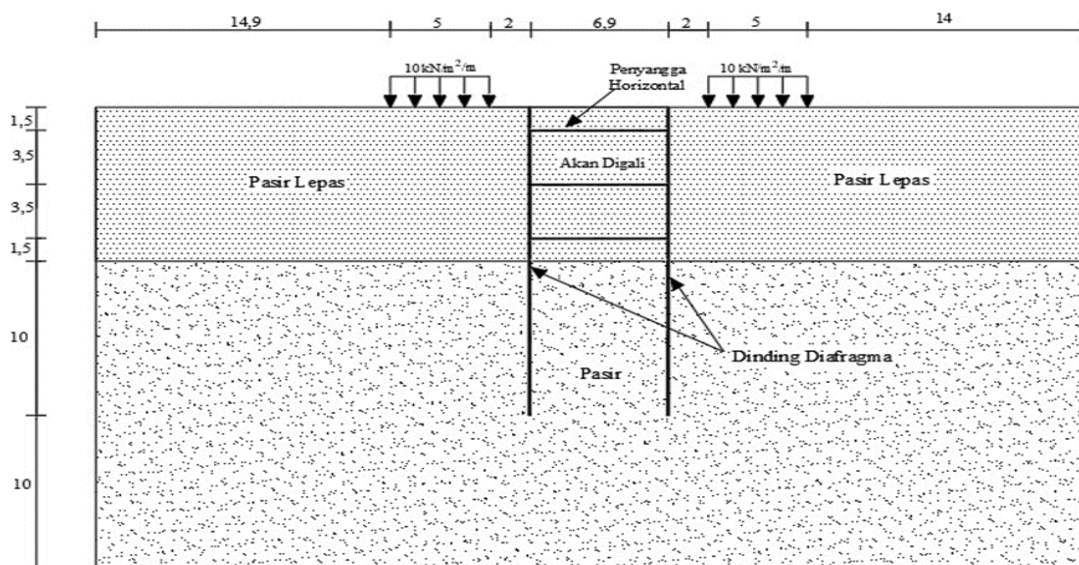
Pada zaman yang modern ini, transportasi darat tidak hanya berada di permukaan tanah namun ada juga di bawah permukaan tanah yang dinamakan terowongan. Pembuatan terowongan berguna untuk keperluan transportasi yang terhalang oleh kondisi alam yang ada. Terowongan dibuat menembus gunung, di bawah sungai, laut, pemukiman, gedung-gedung atau jalan raya. Pada pekerjaan konstruksi suatu terowongan dibutuhkan pekerjaan galian. Adapun tanah yang digali memiliki beberapa klasifikasi yaitu kerikil, tanah pasir, tanah lempung, tanah lanau, dan sebagainya berdasarkan ukuran butirannya (Prasadj, 2003). Tanah pasir merupakan tanah yang terpisah-pisah dan melekat hanya apabila berada dalam keadaan basah akibat gaya tarik permukaan air. Akibatnya tanah berpasir akan mudah mengalami keruntuhan (Das dkk., 1995)

Penggalian tanah yang dalam untuk konstruksi terowongan memerlukan waktu yang lebih lama. Untuk menahan sisi-sisi (dinding) galian agar tidak mudah runtuh, maka dalam penggalian tanah tersebut dibutuhkan turap (Tae-Hyun dan Kang-II, 2017). Turap adalah dinding vertikal relatif tipis yang berfungsi selain untuk menahan tanah juga berfungsi untuk menahan masuknya air ke dalam lubang galian (Badan Standarisasi Nasional, 2017; Hakiki dkk., 2021). Konstruksi dimulai dengan menancapkan dinding turap ke dalam tanah. Setelah penggalian dimulai, kolom atas dan penyangga akan dipasang. Hal ini harus dilakukan dengan cepat agar tanah disekitar lubang galian tidak mengalami deformasi yang dapat mengakibatkan pergerakan struktur dinding turap. Hal penting yang harus diperhatikan saat merancang turap adalah kemungkinan rotasi dari turap relatif terhadap tumpuan-tumpuan yang berada di baris atas. Berdasarkan hal tersebut perlu perancangan dan analisis yang tepat pada suatu galian tanah yang dinamakan galian berturap. Analisis pada galian berturap dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi dari komponen-komponen galian berturap (turap, penyangga dan tumpuan), mendapatkan kedalaman aktual pemancangan turap, dan mengamati deformasi dan perpindahan pada turap dan penyangga (Das dkk., 1995; Martini dkk., 2012). Perancangan galian berturap pada tanah pasir yang berada di atas tanah lempung telah diteliti oleh (Yohaned, 2014). Diharapkan dengan desain turap yang benar dapat menjadi acuan dalam perancangan galian berturap yang aman dan efektif pada tanah pasir.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan dalam perancangan turap diawali dengan menentukan parameter tanah pasir lepas dan pasir padat menggunakan tabel korelasi menurut Bowles dalam Hannigan dkk. (2006). Parameter tanah pasir yang digunakan dalam perancangan adalah sudut geser dalam (ϕ) = $26,5^\circ$, dan berat volume (γ) = 17 kN/m^3 . Selanjutnya dilakukan perancangan turap dan penyangga menggunakan diagram tekanan tanah menurut Peck. Kedalaman aktual dari turap dihitung dengan asumsi turap kantilever terpenetrasi pada tanah pasir.

2.1. Model Geometri Galian Berturap



Gambar 1. Model Geometri Galian Berturap

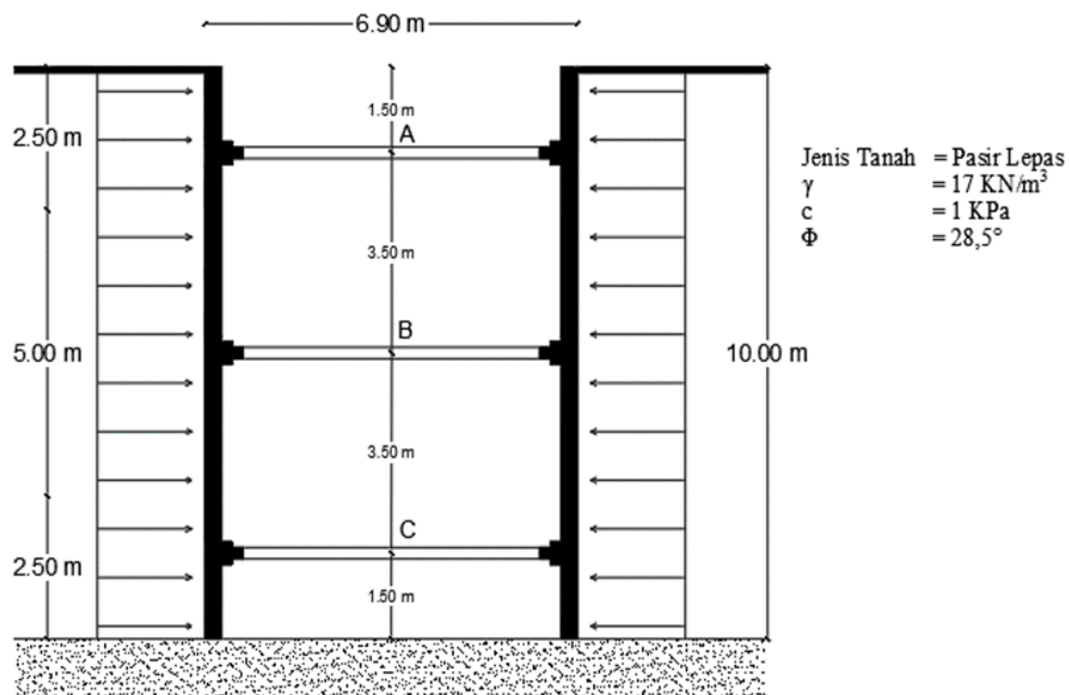
Gambar 1. merupakan model geometri galian berturap pada tanah pasir. Penggalian tanah dilakukan selebar 6,9 m dan kedalamannya adalah 10 m. Sisi-sisi galian ditahan oleh dinding-dinding diafragma sedalam 20 m, yang ditopang oleh penyangga horisontal. Beban permukaan yang bekerja sepanjang galian juga diperhitungkan. Beban bekerja mulai dari jarak 2 m hingga 7 m dari dinding diafragma sebesar 10 kN/m²/m.

2.2. Perhitungan Komponen Galian Berturap

Tekanan tanah aktif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$\sigma_a = 0,65 \gamma H \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) \quad (1)$$

Gambar 2. menunjukkan diagram tekanan tanah kesamping yang digunakan untuk perancangan turap dan penyangga pada tanah pasir. Untuk menghitung reaksi perletakan maka turap diasumsikan memiliki hubungan sendi pada setiap penyangga A, B dan C seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Rencana Galian Berturap

Modulus penampang turap dapat dihitung berdasarkan Persamaan (2).

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{all}} \quad (2)$$

Berdasarkan nilai modulus penampang turap (S), maka untuk mendapatkan profil turap dapat digunakan Tabel 1.

Tabel 1. Turap jenis U (ESC Steel Indonesia, n.d.)

Tipe	Lebar	Tinggi	Ketebalan		Luas Penampang	Berat		Modulus penampang (S)
	(w)	(h)	Flange (tf)	Web (tw)		Per turap	Per dinding	
	mm	mm	mm	mm		cm ² /m	kg/m	
II	400	200	10.5	-	152.9	48	120	874
III	400	250	13	-	191.1	60	150	1340
IIIA	400	300	13.1	-	186	58.4	146	1520
IV	400	340	15.5	-	242	76.1	190	2270
VL	500	400	24.3	-	267.5	105	210	3150
IIw	600	260	10.3	-	131.2	61.8	103	1000
IIIw	600	360	13.4	-	173.2	81.6	136	1800
IVw	600	420	18	-	225.5	106	177	2700
VIL	500	450	27.6	-	305.7	120	240	3820

Profil turap baja ini menggambarkan bagian-bagian utama dari struktur tersebut, yang terdiri dari elemen-elemen sebagai berikut:

- Web (dinding vertikal) adalah bagian vertikal dari profil U yang berfungsi sebagai penahan utama beban tanah dan air. Dinding ini biasanya lebih tebal untuk memberikan kekuatan dan stabilitas yang lebih tinggi.
- Flange (flens atau penampang horizontal atas dan bawah) adalah bagian horizontal di bagian atas dan bawah profil "U". Flens berfungsi untuk menambah kekuatan dan memberikan stabilitas pada turap tersebut.

2.3. Kapasitas Aksial Penyangga

Kapasitas aksial penyangga haruslah lebih besar dari gaya luar yang bekerja pada turap. Persamaan (3) dapat digunakan untuk menghitung kapasitas aksial penyangga.

$$\phi_c \times P_n = \phi_c \times F_{cr} \times A_g \quad (3)$$

Keterangan:

P_n = Kekuatan tekan nominal komponen struktur (kN)

ϕ_c = 0.9 (untuk komponen struktur yang memikul gaya tekan aksial)

F_{cr} = Tegangan kritis

A_g = Luas penampang (m²)

Untuk mendapatkan F_{cr} (tegangan kritis) gunakan persamaan (4) dan persamaan (5)

$$\frac{kL}{r_{min}} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ atau } \frac{F_y}{F_e} \leq 2,25, \text{ mengalami tekuk inelastis} \quad (4)$$

$$\frac{kL}{r_{min}} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ atau } \frac{F_y}{F_e} \geq 2,25, \text{ mengalami tekuk elastis} \quad (5)$$

Untuk mendapatkan nilai F_e (tegangan tekuk euler/ elastis) gunakan persamaan (6).

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \quad (6)$$

Keterangan:

K = Faktor tekuk (sendi-sendik $K = 1$)

L = Panjang efektif ($L = 6,9$ m)

r_{min} = Jari-jari girasi

$$r_{min} = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (7)$$

E = Modulus elastisitas ($E_{baja} = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2$ atau $205.938.600 \text{ kN/m}^2$)

F_y = Tegangan leleh baja ($F_y = 32.000 \text{ kN/m}^2$)

I = Momen Inersia ($8740 \text{ cm}^4/\text{m} = 0,0000874 \text{ m}^4/\text{m}$)

A = Luas penampang

2.4. Kedalaman Pemancangan Turap

Pemancangan turap pada tanah pasir dilakukan untuk mempekuat struktur turap agar tidak runtuh saat diberi beban. Ujung bawah turap biasanya dibentuk meruncing untuk memudahkan pemancangan (Yuliet dkk., 2014).

Koefisien tanah aktif:

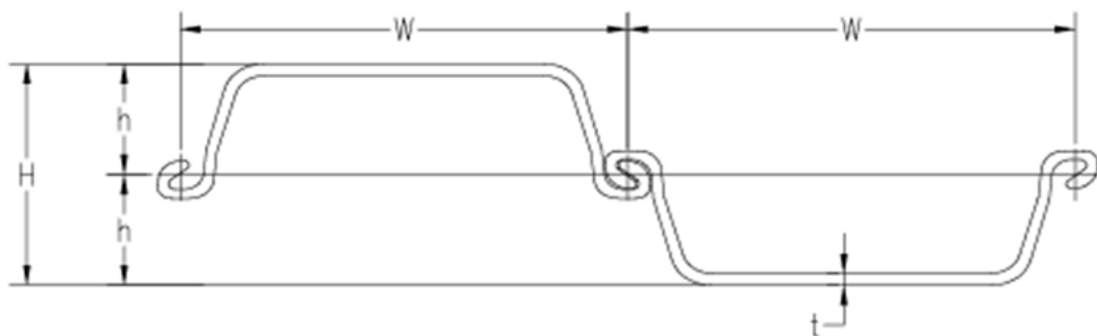
$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) \quad (8)$$

Tekanan tanah aktif :

$$P_a = q \times H \times K_a \quad (9)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan penyangga yang menerima beban terbesar yaitu penyangga B dengan nilai beban penyangga (P_B) sebesar 836 kN. Nilai momen terbesar berada pada titik B yaitu 267,8 kN.m/m. Dengan menggunakan tegangan izin baja (σ_{izin}) sebesar 17 KN/m², maka dengan menggunakan persamaan (2) didapat nilai modulus penampang turap (S) sebesar 1575,1 cm³/m. Dengan menggunakan Tabel 2 maka didapatkan profil turap jenis U tipe III A seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Turap Jenis U Tipe IIIA (ESC Steel Indonesia, n.d.)

Turap baja jenis U tipe III sering digunakan dalam konstruksi pelabuhan, sungai, kanal, dan proyek-proyek lainnya yang membutuhkan penahan tanah untuk mencegah erosi atau pergeseran tanah. Keunggulan dari bahan baja adalah kekuatan dan daya tahan terhadap korosi, serta kemudahan dalam pemasangannya.

Kedalaman aktual pemancangan turap merupakan hasil analisis yang mempertimbangkan berbagai faktor teknis dan lingkungan untuk memastikan turap berfungsi dengan optimal dalam menahan tekanan tanah dan air. Kedalaman aktual pemancangan turap merujuk pada kedalaman di mana turap atau dinding penahan tanah dipasang secara efektif di dalam tanah untuk mencapai kestabilan struktural dan menahan beban yang diberikan. Proses pemancangan ini biasanya dilakukan dengan cara menancapkan elemen turap ke dalam tanah atau dasar yang lebih keras agar dapat mencegah pergerakan atau geseran tanah yang dapat merusak struktur yang dibangun di atasnya.

Kapasitas aksial didapatkan sebesar 2541,115 kN dengan gaya luar sebesar 1003,98 kN. Karena kapasitas aksial penyangga lebih besar dari gaya luar maka desain penyangga dapat digunakan. Tabel 2. menunjukkan hasil perhitungan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif untuk mendapatkan kedalaman pemancangan turap. Berdasarkan tabel tersebut didapatkan kedalaman pemancangan turap sebesar 9,25 atau dibulatkan menjadi 10 m.

Tabel 2. Hasil perhitungan tekanan tanah aktif dan pasif

Aktif	Gaya	Lengan	Perhitungan	Total
P_{q1}	35,395	5 + D	177 + 35,395 D	
P_{a1}	300,858	3,333 + D	1003 + 300,858 D	
P_{q2}	2,71 D	0,5 + D	1,355 D ²	0,903 D ³ + 24,389 D ² + 336,253 D + 1179,835
P_{a2}	46,068 D	0,5 D	23,03 D ²	
P_{a3}	2,71 D ²	0,333 D	0,903 D ²	
Pasif	P_p	36,902 D ²	0,333 D	12,301 D ³

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis perancangan didapatkan spesifikasi turap jenis U type IIIA. Kapasitas aksial penyangga 2542,1 kN lebih besar dari gaya luar yang bekerja yaitu 1003,98 kN, sehingga penyangga aman untuk digunakan. Kedalaman turap galian 10 m dan kedalaman aktual pemancangan turap 10 m sehingga panjang total turap yang digunakan adalah 20 m. Secara keseluruhan, turap baja jenis U tipe III adalah solusi struktural yang efisien dan kuat untuk menahan beban tanah dan air dalam berbagai kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2017). SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik. BSN.
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis (Jilid 1). Erlangga.
- ESC Steel Indonesia. (n.d.). ESC Hot Rolled U Sheet Piles Inventory - Readily Available In Indonesia. <https://www.escsteel.co.id/u-Series>.
- Hakiki, M. W., Warsito, & Suprpto, B. (2021). Studi Perencanaan Dinding Turap (Sheet Pile) pada Proyek Perkuatan Struktur Dermaga Terminal Berlian Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Jurnal Rekayasa Sipil, 10(3).
- Hannigan, P. J., Rausche, F., Likins, G. E., Robinson, B., & Becker, M. (2006). FHWA-NHI-16-009 Design and Construction of Driven Pile Foundations – Volume I.

- Martini, Maricar, S., & Setiawan, H. (2012). Perencanaan Konstruksi Turap sebagai Pengganti Dinding Penahan (Studi Kasus Jalan Lingkar Donggala). *Martini Martini, Shyama Maricar, Hendra Setiawan*, 2(2), 96–104.
- Prasadj, M. H. (2003). Analisis Perubahan Parameter Kuat Geser Tanah terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung dengan Variasi Campuran Kapur Karbid. Universitas Islam Indonesia.
- Tae-Hyun, H., & Kang-II, L. (2017). Behavior of Cable Tunnel and Braced Cut Wall by Space of Wall in Numerical Analysis. *J. Korean Soc. Hazard Mitig*, 17(5).
<https://doi.org/10.9798/KOSHAM.2017.17.5.251>
- Yohaned, A. (2014). Perilaku Galian Berturap (Braced Cuts) pada Tanah Pasir yang Berada di Atas Tanah Lempung.
- Yuliet, R., Hakam, A., & Ramanugraha, Y. (2014). Studi Stabilitas Turap Beton pada Tepi Sungai Anai Kabupaten Padang Pariaman. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 13(1), 56–68