

ANALISIS EFEKTIVITAS DRAINASE SULINGAN DASAR DINDING PENAHAN TANAH DENGAN VARIASI DIAMETER PIPA

Muttabie Kamil Taorik¹⁾, Hartono²⁾, Haadi Kusumah³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Sarjana Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sukabumi

²⁾Staf Pengajar dan Pembimbing Program Sarjana Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sukabumi

³⁾Staf Pengajar dan Pembimbing Program Sarjana Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sukabumi

muttabiekamil07@ummi.ac.id

Abstrak

Dinding penahan tanah berfungsi untuk menahan tekanan tanah dan menjaga kestabilan lereng. Salah satu faktor utama yang memengaruhi kestabilan dinding penahan tanah adalah tekanan air pori akibat akumulasi air di belakang dinding. Oleh karena itu, diperlukan sistem drainase yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas drainase sulingan dasar pada dinding penahan tanah dengan variasi diameter pipa drainase. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium dengan pemodelan skala kecil dinding penahan tanah. Variasi diameter pipa drainase yang digunakan adalah $\frac{3}{4}$ inci, 1 inci, dan $1\frac{1}{2}$ inci. Tanah yang digunakan merupakan tanah asli yang terlebih dahulu diuji sifat fisik dan mekaniknya melalui pengujian kadar air, berat jenis, berat isi, analisis saringan, dan uji kuat geser langsung. Simulasi hujan dilakukan untuk mengetahui debit aliran drainase dan perubahan ketinggian muka air tanah di belakang dinding penahan tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi diameter pipa drainase berpengaruh terhadap efektivitas drainase sulingan dasar. Pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inci menunjukkan kemampuan drainase paling rendah dengan kenaikan muka air tanah tertinggi. Pipa berdiameter 1 inci menunjukkan kinerja drainase yang lebih baik, sedangkan pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inci merupakan yang paling efektif karena mampu mengalirkan air dengan baik tanpa menyebabkan kenaikan muka air tanah selama pengujian. Analisis stabilitas menunjukkan bahwa dinding penahan tanah aman terhadap guling dan daya dukung tanah, namun tidak aman terhadap geser pada kondisi muka air di atas dinding penahan tanah. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar diameter pipa drainase, semakin efektif sistem drainase sulingan dasar dalam mengurangi tekanan air pada dinding penahan tanah.

Kata Kunci : Dinding Penahan Tanah, Drainase Sulingan, Diameter Pipa, Tekanan Air Pori, Stabilitas

I. PENDAHULUAN

Sukabumi merupakan salah satu kabupaten yang berada di Jawa Barat dengan kondisi geologis khas ditandai oleh banyaknya pegunungan, perbukitan, dan daerah aliran sungai sehingga rawan terhadap kestabilan tanah atau longsor. Longsor adalah fenomena geologi yang melibatkan pergerakan tanah batuan ke bawah lereng dipicu oleh faktor alami maupun aktivitas manusia. Di wilayah ini curah hujan tinggi sebagai faktor utama pemicu pergeseran tanah atau longor, didukung dengan keadaan tanahlempung yang dominan di wilayah sukabumi. (Salamah et al., 2016). Tanah lempung di daerah ini memiliki karakteristik fisik dan mekanik khusus, seperti kadar air yang tinggi, yang sering menimbulkan tantangan dalam kegiatan konstruksi, terutama pada pembangunan infrastruktur yang membutuhkan kestabilan tanah tinggi.

Dalam kondisi tersebut, dinding penahan tanah (DPT) atau retaining wall menjadi struktur penting untuk menahan massa tanah dan mencegah pergerakan tanah pada lereng curam(Sari, 2023). Namun, stabilitas DPT sangat dipengaruhi oleh tekanan air di belakang dinding, khususnya tekanan air pori, yang dapat mengurangi gaya tahan terhadap guling dan geser sehingga meningkatkan risiko

kegagalan struktur(Soares et al., 2017) . Oleh karena itu, penerapan sistem drainase menjadi solusi efektif untuk mengurangi tekanan hidrostatik dengan mengalirkan air yang terakumulasi di belakang dinding. Menurut (Sulistiyani Frida et al., 2018) salah satu sistem yang umum digunakan adalah drainase sulingan dasar, yaitu drainase bawah permukaan yang dipasang di bagian bawah dinding penahan tanah untuk mengelola aliran air tanah dan mencegah genangan yang dapat membahayakan kestabilan struktur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Drainase, yang berasal dari kata dalam Bahasa Inggris "drainage," berarti mengalirkan, menguras, atau membuang air. Secara umum, drainase dapat dijelaskan sebagai tindakan teknis yang bertujuan untuk mengurangi kelebihan air, baik berasal dari hujan, rembesan, ataupun kelebihan air irigasi di suatu area atau lahan, agar fungsi dari area atau lahan tersebut tetap tidak terganggu.(Savitri, 2016)

2.2 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah merupakan suatu konstruksi yang dibangun untuk menahan tanah

atau mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun ditempat, kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri, serta untuk mendapatkan bidang yang tegak. Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil.(Hardiyatmo, 2002)

2.3 Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan milimeter atau inchi namun untuk di indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan dalam 1 (satu) milimeter memiliki arti dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter.

2.4 Pipa Resapan

Pipa resapan merupakan elemen krusial dalam sistem drainase yang berfungsi untuk mengalirkan air yang terperangkap di dalam tanah, sehingga mencegah penumpukan air yang dapat memberikan tekanan berlebihan pada struktur dinding penahan tanah (DPT). (Systems et al., n.d.)

2.5 Diameter Pipa

Variasi diameter pipa pada sistem drainase sulingan dapat mempengaruhi laju aliran air dan kapasitas drainase. Pipa dengan diameter yang lebih besar umumnya dapat mengalirkan lebih banyak air, tetapi hal ini harus diimbangi dengan pemilihan jenis dan jumlah pipa yang tepat agar tidak menimbulkan penyumbatan atau penurunan kinerja drainase. Peningkatan diameter pipa dapat meningkatkan kapasitas drainase, namun harus disesuaikan dengan kondisi tanah dan beban yang diterima dinding penahan tanah.(Agustian et al., 2020)

III. METODOLOGI PENELITIAN

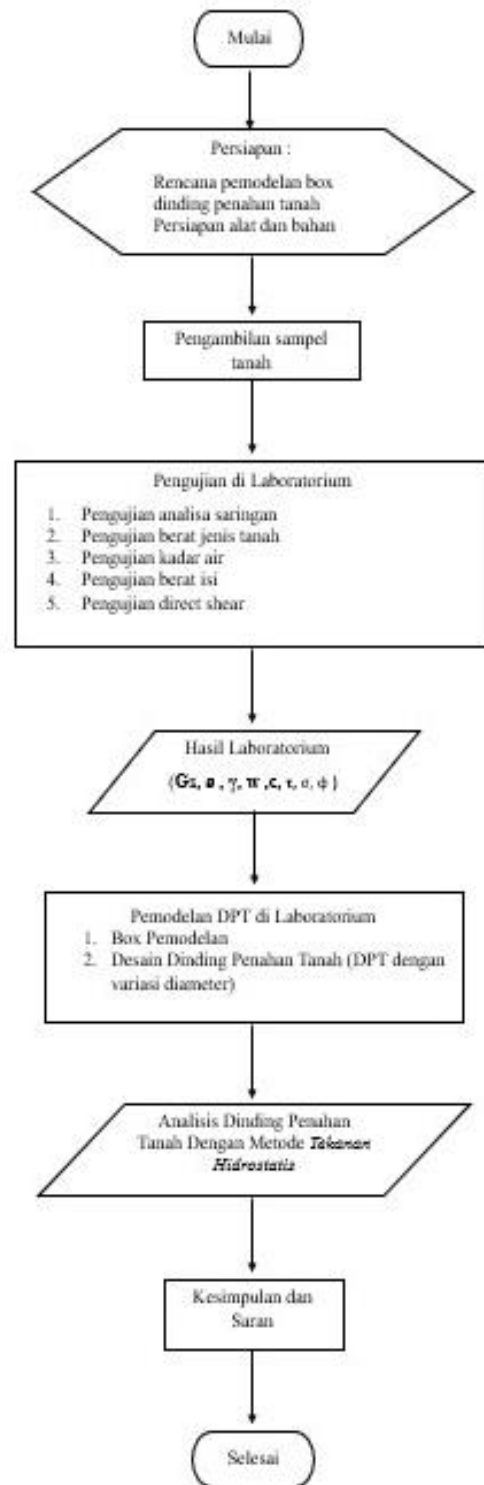
3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini berjenis studi kasus dimana peneliti melakukan menganalisis dinding penahan tanah tanpa sulingan, fokus penelitaian adalah menganalisis pengaruh diameter pipa pada dinding penahan tanah

3.2 Lokasi Penelitian

Studi dilakukan di Subang Jaya, Kecamatan Cikole Kabupaten Sukabumi

3.3 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Tanah

Tabel 1. Pengujian Tanah

Pengujian	Tanah Lempung Berpasir
Analisa Saringan	< 50% Pass #200
Kadar Air	51,41%
Specificgravity	2,67gram
Berat Isi	1,718 Gram/cm ³
Kohesi (C)	0,15 Kg/cm ²
Sudut Geser (Φ)	28,97°

Berdasarkan hasil pengujian tanah hasil saringan <50% lolos saringan 200 maka termasuk tanah berpasir, memiliki berat jenis 2,67, kadar air 52,41%, berat isi 1,718 Gram/cm³ dan sudut geser 28,97°. Hasil pengujian ini akan dijadikan parameter dalam menghitung stabilitas dinding penahan tanah.

4.2 Hasil Analisis Dinding Penahan Tanah

a) Stabilitas Terhadap Guling

$$F_{gl} = \frac{\sum M_{tahan}}{\sum M_{guling}} \geq 1,5$$

$$F_{gl} = \frac{27,867}{11,43} = 2,43$$

$$F_{gl} = 2,04 > 1,5 \dots\dots (\text{aman})$$

b) Stabilitas Terhadap Geser

$$F_{gs} = \frac{(\sum v) \cdot \tan \phi + B \cdot c}{\sum H} \geq 1,5$$

$$F_{gs} = \frac{(16,96) \cdot 0,55 + 2,5 \cdot 0,15}{6,59} = 1,08$$

$$F_{gs} = 1,47 < 1,5 \dots\dots (\text{tidak aman})$$

c) Stabilitas Keamanan Terhadap Daya Dukung Tanah

Nilai Eksentrisitas

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum M_{tahan} - \sum M_{guling}}{\sum v}$$

$$e = \frac{2,5}{2} - \frac{27,867 - 11,43}{26,96}$$

$$e = 0,29$$

Faktor Keamanan Terhadap Daya Dukung

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \frac{D}{(B - 2 \cdot e)}$$

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \frac{1}{(2,5 - 2,0,29)}$$

$$F_{cd} = 1,20$$

$$F_{gd} = 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot \frac{D}{(B - 2 \cdot e)}$$

$$F_{gd} = 1 + 2,0,55 \cdot (1 - 0,64)^2 \cdot \frac{1}{(2,5 - 2,0,29)}$$

$$F_{gd} = 1,07$$

$$F_{yd} = 1$$

$$\psi^\circ = \tan^{-1} \left(\frac{\sum H}{\sum V} \right)$$

$$\psi^\circ = \tan^{-1} \left(\frac{6,59}{16,96} \right)$$

$$\psi^\circ = 24,42$$

$$F_{ci} = F_{gi} = \left(1 - \frac{\psi^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{ci} = F_{gi} = \left(1 - \frac{24,42^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{ci} = F_{gi} = 0,53$$

$$F_{yi} = \left(1 - \frac{\psi^\circ}{\phi} \right)^2$$

$$F_{yi} = \left(1 - \frac{24,42}{28,97} \right)^2$$

$$F_{yi} = 0,02$$

Q Ujung / Tumit

$$\frac{\sum V}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$$= \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$$= \frac{16,96}{2,5} \left(1 + \frac{6,0,29}{2,5} \right)$$

$$= 11,50 \text{ t/m}^2$$

$$q_{ult} = C \cdot N_c \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} + \left(\frac{1}{2} \cdot D \cdot N_q \cdot f_{gd} \cdot f_{gi} + \frac{1}{2} \cdot (B - 2 \cdot e) \cdot N_y \cdot f_{yd} \cdot f_{yi} \right)$$

$$\begin{aligned} q_{ult} &= 0,15 \cdot 37,2 \cdot 1,20 \cdot 0,53 \\ &+ (0,718 \cdot 4) \cdot 22,5 \cdot 1,07 \cdot 0,53 \\ &+ 0,5 \cdot 0,718 \cdot (2,5 \\ &- (2 \cdot 0,29)) \cdot 19,7 \cdot 1 \cdot 0,02 \end{aligned}$$

$$q_{ult} = 40,737 \text{ t/m}^2$$

$$FK = \frac{q_{ult}}{F_{tumit(max)}}$$

$$FK = \frac{40,737}{11,50} = 3,54$$

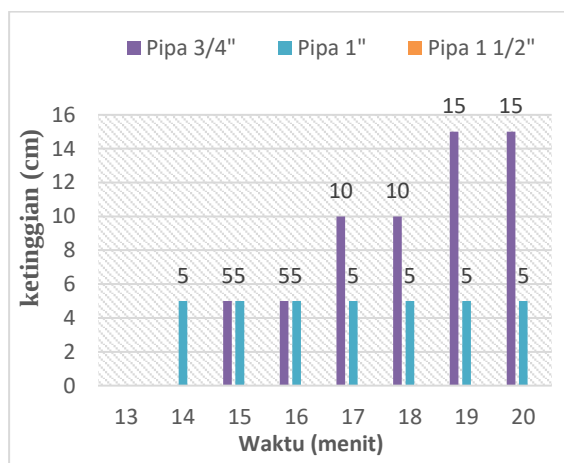
$$FK = 3,54 > 2 \dots\dots (\text{aman})$$

Tabel 2 Analisis Gaya Pada Dinding Penahan Tanah
Stabilitas

Analisa	Stabilitas		Daya dukung Tanah
	Guling	Geser	
1	2,43 > 1,5	1,47 < 1,5	3,45 > 2

Dari hasil analisis setelah menerima air penuh tanah lempung berpasir tidak aman terhadap geser. Adanya air di belakang dinding penahan tanah membuat gaya horizontal yang bekerja pada dinding penahan tanah menjadi besar sehingga membuat dinding penahan tanah tidak aman terhadap geser.

4.2 Hasil Pengujian Simulasi Hujan



Gambar 2. Grafik Simulasi Hujan

Hasil dari pengujian simulasi hujan pada dinding penahan tanah tanpa sulingan menghasilkan aliran air dibawah tanah dengan hasil perhitungan debit aliran air percobaan pertama menggunakan pipa berukuran 3/4" menghasilkan kenaikan air tanah setinggi 15cm pada waktu 19 mnt sedangkan pipa berukuran 1" menghasilkan kenaikan air tanah setinggi 5cm pada waktu 14 mnt dan pipa berukuran 1 1/2" tidak ada kenaikan air , semua pengujian variasi diameter pipa ini dilakukan dalam waktu 20 menit.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pemodelan DPT pada tanah yang diambil dari Subang Jaya kecamatan Cikole Kabupaten Sukabumi, Jawa barat dengan menggunakan variasi diameter pipa dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Bahwa variasi diameter pipa sangat berpengaruh terhadap efektivitas drainase sulingan dasar. Pipa dengan diameter yang lebih besar menunjukkan kemampuan mengalirkan debit air yang lebih tinggi serta menurunkan ketinggian muka air dinding penahan tanah lebih cepat dibandingkan dengan pipa diameter kecil. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa pipa berdiameter 3/4" memiliki kapasitas aliran air kecil sehingga air lebih lambat terbuang dan menyebabkan genangan air dengan ketinggian 15cm pada waktu 19mnt, sedangkan menggunakan pipa dengan diameter 1" menunjukkan peningkatan kapasitas aliran air dan penurunan muka air dengan ketinggian air 5 cmn pada waktu 14mnt lebih baik dibanding pipa dengan diameter 3/4" dan pengujian menggunakan pipa berdiameter 1 1/2" merupakan yang paling efektif dari ketiga diameter yang diuji karena memiliki kapasitas aliran air yang besar sehingga tidak menimbulkan genangan air.
2. Diameter pipa sangat berpengaruh terhadap dinding penahan tanah terutama terhadap gaya – gaya yang ada pada dinding penahan tanah, pada kondisi muka air di atas dinding penahan tanah dengan dimensi yang sudah direncanakan menunjukkan bahwa nilai kegagalan dinding penahan tanah terhadap nilai guling sebesar 2,43 > 1,5 dan nilai terhadap daya dukung sebesar 3,45 > 2 dinyatakan aman karna melebihi nilai faktor keamanan yang direncanakan sedangkan nilai terhadap gaya geser 1,47 < 1,5 dinyatakan tidak aman karna tidak memenuhi faktor keamanan yang sudah direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aghastya, A., 2018. *Perencanaan Dan Normalisasi Drainase Ring Dalam Kereta Api Di Akademi Perkeretaapian Indonesia Madiun*. Jurnal Perkeretaapian Indonesia, II(1), 28–35.
- [2] Agustian, D., Pandulu, G. D., & Sulistyani, K. F., 2020, *Analisis Dimensi Street Inlet pada Ruas Jalan Simpang Gajayana Kota Malang*. Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur), 3(3), B5.1-8.
- [3] Ajr, E. Q., & Dwirani, F., 2019,, *Dengan Metode Polygon Thiessen Daerah Kabupaten Lebak*. 2(2), 139–146
- [4] Dr. Ir. Hary Christady Hardiyatmo, M. E. D., 1992. *Mekanika Tanah II*. Gadjah Mada University Press, 91(5), 1–398.
- [5] Fidelis Mungkur, S., & Panjaitan, N. H. 2021. *Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Pembangunan Rumah Pompa Di Jl Sidorukun Pulo Brayon Darat Medan*. Jurnal Engineering Development, 1(1), 46–51.

- [6] Hardiyatmo, H. C., 2002. *Mekanika Tanah I* Jilid III. Gadjah Mada University Press, 1.
- [7] Kalalo, M., Ticoh, J. H., & Mandagi, A. T. 2017. *Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Sekitar Areal PT. Trakindo, Desa Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara)*. Jurnal Sipil Statik, 5(5), 285–294.
- [8] Ramadhani, S., 2010. *Perencanaan Dinding Penahan Tipe Gravitasi Pada Lokasi Bukit Btn Teluk Palu Permai*. SMARTek, 8(1), 34–49.
- [9] Salamah, S., Chandra, A., & Paikun. 2016. *Analisis Potensi Pergerakan Tanah Longsor Di Gegebitung Kabupaten Sukabumi*. Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra, 2(2), 41–48.
- [10] Sari, A. K. R., 2023. *Analisis Faktor Yang Harus Dipertimbangkan Dalam Perencanaan Pembangunan Tembok Penahan Tanah*. Innovative: Journal Of Social Science Research, 3, 5469–5478.
- [11] Savitri, Y. R., 2016. *Drainage Facilities Design of Ciputra University Surabaya East Java*.