

SURAT TUGAS

Nomor: 925-R/UNTAR/PENELITIAN/III/2024

Rektor Universitas Tarumanagara, dengan ini menugaskan kepada saudara:

1. **ANIEK PRIHATININGSIH, Ir., M.M.**
2. **ALFRED JONATHAN SUSILO, S.T., M.Eng., Ph.D.**

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian/publikasi ilmiah dengan data sebagai berikut:

Judul	: Studi Kasus Perbandingan Desain Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Di Kota Medan, Sumatera Utara
Nama Media	: Jurnal Serina Sains Teknik Kedokteran
Penerbit	: Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Untar
Volume/Tahun	: 01/02/2023/September
URL Repository	: https://journal.untar.ac.id/index.php/JSSTK

Demikian Surat Tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan melaporkan hasil penugasan tersebut kepada Rektor Universitas Tarumanagara

11 Maret 2024

Rektor



Prof. Dr. Ir. AGUSTINUS PURNA IRAWAN

Print Security : 0c464c9c80108aec070ba0cdb4d24a2b

Disclaimer: Surat ini dicetak dari Sistem Layanan Informasi Terpadu Universitas Tarumanagara dan dinyatakan sah secara hukum.

Lembaga

- Pembelajaran
- Kemahasiswaan dan Alumni
- Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat
- Penjaminan Mutu dan Sumber Daya
- Sistem Informasi dan Database

Fakultas

- Ekonomi dan Bisnis
- Hukum
- Teknik
- Kedokteran
- Psikologi
- Teknologi Informasi
- Seni Rupa dan Desain
- Ilmu Komunikasi
- Program Pascasarjana

JURNAL SERINA SAINS, TEKNIK DAN KEDOKTERAN

Volume 1
Nomor 2
Tahun 2023



Jurnal Serina Sains, Teknik dan Kedokteran

ISSN : 2986-5204



Lembaga Penelitian dan
Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Tarumanagara
Jl. Letjend, S.Parman No 1, Jakarta 1140



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, Jurnal Serina Sains, Teknologi dan Kedokteran (JSSTK) edisi perdana Volume 1 Nomor 2 Bulan September 2023 telah terbit.

Jurnal ini merupakan wadah publikasi khususnya bagi para penulis yang ikut serta dalam Seri Seminar Nasional (SERINA) Universitas Tarumanagara yang diadakan secara rutin setiap tahun. Selain itu JSSTK juga menerima artikel baik dari akademisi dan periset dalam dan luar Untar. JSSTK merupakan salah satu dari 4 seri Jurnal Serina yang diterbitkan dan dikelola oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Tarumanagara. Sesuai dengan namanya, JSSTK memuat artikel ilmiah dalam bidang Sains, Teknologi dan Kedokteran. Seluruh manuskrip yang masuk telah melalui proses review untuk diperbaiki dan diterbitkan.

Terbitnya jurnal ini merupakan hasil kerja keras dan perhatian dari berbagai pihak. Kami mengucapkan terima kasih kepada tim editor yang telah meluangkan waktu dan membantu menjaga proses penerbitan edisi jurnal ini. Terima kasih kami sampaikan juga kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Tarumanagara untuk dukungan dan fasilitas yang diberikan, sehingga JSSTK Volume 1 Nomor 2 dapat terbit.

Kami berharap jurnal ini memberi manfaat bagi khalayak luas dan untuk diseminasi serta pengembangan keilmuan. Kami harap JSSTK dapat memberi andil dalam memperkaya pengetahuan dalam bidang ilmu Sains, Teknologi dan Kedokteran. Kedepannya JSSTK akan terus berupaya untuk meningkatkan kualitas sehingga dapat berkontribusi lebih baik dalam pengembangan keilmuan.

Salam hangat,

Editor in Chief

DAFTAR ISI

IMPLEMENTASI METODE CONTENT BASED FILTERING UNTUK REKOMENDASI FILM BERDASARKAN GENRE DAN SINOPSIS	227
Christine Yuliana Fuady, Viny Christanti Mawardi, Tri Sutrisno	
APLIKASI DETEKSI KOMENTAR SPAM YOUTUBE DENGAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE BERBASIS WEB	237
Raymond Tjahyadi, Viny Christanti Mawardi, Novario Jaya Perdana	
ANALISIS ERGONOMI BEBAN KERJA FISIK PADA PEKERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE CARDIOVASCULAR LOAD, REBA, DAN NORDIC BODY MAP	247
Berta Lawrensa, Lamto Widodo, Carla O. Doaly	
APLIKASI PEMESANAN BERBASIS WEBSITE PADA LIFE AND STORY COFFEE	259
Kevin Sutanto, Desi Arisandi, Novario Jaya Perdana	
SISTEM PERPARKIRAN MOBIL BERPENGAMAN GANDA MENGGUNAKAN DETEKSI PLAT NOMOR DAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION BERBASIS MIKROKONTROLER	267
Zhafiri, Henry Candra, Susan Sulaiman, Suhartati Agoes	
PERANCANGAN GAME SIMULASI “INCUS” BERBASIS WEB	277
Leonardo Goutama, Darius Andana Haris, Jeanny Pragantha	
PENERAPAN ALGORITMA APRIORI UNTUK MENENTUKAN GENRE GAME YANG DIMINIATI MAHASISWA UNIVERSITAS TARUMANAGARA	285
Kevin Alexander Walewangko, Jeanny Pragantha, Tri Sutrisno	
PEMBUATAN WEBSITE GAMEDEV FTI UNTAR DENGAN METODE PROTOTYPE	293
Carlene Lim, Wasino, Darius Andana Haris	

STUDI KASUS PERBANDINGAN DESAIN DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK DI KOTA MEDAN, SUMATERA UTARA	299
Aniek Prihatiningsih, Alfred Jonathan Susilo, Valencia Renata, Atiek Untarti	
ANALISIS ALIRAN UDARA PADA RUANG TOILET DENGAN MENGGUNAKAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)	309
Robin Tan, Glorianus Jonathan Hie, Vito Cristianto Niti Sumita, Ricco Marcellio, Crispin Verdianza, Michael Lorenzo, Steven Darmawan	
PERANCANGAN DAN PENGUKURAN KINERJA PERUSAHAAN DENGAN PENDEKATAN METODE PERFORMANCE PRISM PADA PERUSAHAAN KAROSERI TRUK	319
Lithrone Laricha S, Wilson Kosasih	
PERANCANGAN KINCIR AIR PORTABEL HYBRID PADA KOLAM IKAN UNTUK SUPLAI OKSIGEN	329
Benaya Halomoan Wijaksono, Sugiharto J., M. Ally Pratikno, Sobron Lubis	
PERANCANGAN PAYUNG HUJAN TAMAN PENGHASIL ENERGI LISTRIK	337
Aldy Zainurdin, Richard Ken, Andre Wijaya, Sobron Lubis	
ANALISIS UNJUK KERJA KOLEKTOR SURYA PELAT DATAR DENGAN PENAMBAHAN SIRIP POSISI STAGGERED	349
Ketut Astawa, I Gusti Ngurah Putu Tenaya, I Gede Teddy Prananda Surya	
POLA RUANG PADA KAWASAN DAN BANGUNAN TAMAN SUKASADE UJUNG KARANG ASEM BALI	357
Naniek Widayati Priyomarsono, Rudy Surya	
WEBSITE PEMANTAU SUHU, SATURASI OKSIGEN, DETAK JANTUNG DAN TEKANAN DARAH UNTUK PASIEN HOME CARE	367
Linda Wijayanti, Theresia Ghozali, Melisa Mulyadi, Veronica Windha, Chrisantian	
PERANCANGAN SISTEM PENGGERAK ROBOT BERKAKI MENGGUNAKAN FORWARD KINEMATICS & INVERSE KINEMATICS	375
Ferry Rippun Gideon Manalu, Melisa Mulyadi, Linda Wijayanti	

STUDI KASUS PERBANDINGAN DESAIN DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK DI KOTA MEDAN, SUMATERA UTARA

Aniek Prihatiningsih¹, Alfred Jonathan Susilo², Valencia Renata³, Atiek Untarti⁴

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta

Email: aniekp@ft.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta

Email: alfred@ft.untar.ac.id

³Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta

Email: valencia.325189102@stu.untar.ac.id

⁴Program Studi Sarjana Arsitektur, Universitas Pancasila Jakarta

E-mail: atiek.untarti@univpancasila.ac.id

Masuk : 11-12-2022, revisi: 16-12-2022, diterima untuk diterbitkan : 20-12-2022

ABSTRAK

Dinding penahan tanah merupakan suatu konstruksi yang dibangun dengan tujuan menahan tanah yang mempunyai kemiringan dimana kestabilannya mudah terganggu. Konstruksi dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah timbunan ataupun tanah asli yang labil akibat kondisi topografinya. Kegagalan dinding penahan tanah umumnya terjadi akibat desain yang tidak sesuai dengan kondisi tanah pada lokasi proyek atau akibat faktor eksternal yang tidak dipertimbangkan dalam proses perencanaan. Oleh karena itu, dalam mendesain dinding penahan tanah, parameter dan sifat-sifat tanah, baik tanah asli maupun tanah timbunan, menjadi faktor yang penting untuk diperhitungkan. Maksud dari penelitian ini adalah untuk membandingkan desain dinding penahan tanah pada dua kondisi tanah yang memiliki konsistensi tanah asli dan tanah timbunan yang berbeda, di mana kondisi pertama memiliki tanah asli padat dengan tanah timbunan lepas dan kondisi kedua memiliki tanah asli lepas dengan tanah timbunan padat. Jenis dinding penahan tanah yang akan digunakan dalam desain adalah dinding kantilever dan dinding semi gravitasi. Analisis metode konvensional meliputi perhitungan faktor keamanan terhadap stabilitas guling, geser, penurunan, dan keruntuhan daya dukung. Teori Coulomb digunakan untuk perhitungan tekanan tanah lateral dan perhitungan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah dihitung berdasarkan persamaan Hansen dan Vesic berdasarkan data-data karakteristik tanah kohesi dan sudut geser dalam. Metode elemen hingga dilakukan untuk menunjukkan perbandingan nilai pada metode konvensional. Permodelan bidang longsor dilakukan dengan bantuan program berbasis metode elemen hingga dengan menggunakan data sondir dan boring log pada proyek di Kota Medan, Sumatera Utara.

Kata kunci: dinding penahan tanah; stabilitas geser; stabilitas guling; penurunan; kapasitas dukung tanah

ABSTRACT

A retaining wall is a construction structure built to hold soil that has a slope or slope where its stability is easily disturbed. Retaining walls are used to withstand lateral earth pressure caused by embankment soil or original soil which is unstable due to topographical conditions. The failure of this retaining wall is generally caused by a design that is not in accordance with the soil conditions at the project site or due to external factors that were not considered in the planning process. Therefore, in designing a retaining wall, the parameters and properties of the soil, both original soil and embankment soil, are important factors to consider. The purpose of this study is to compare the design of retaining walls in 2 soil conditions that have different consistencies of original soil and piled up soil, where the first condition has dense original soil with loose embankment and the second condition has loose native soil with compacted embankment. The types of retaining walls to be used in the design are cantilever walls, semi gravity walls. Analysis of conventional methods includes the calculation of the factor of safety on overturning, shearing, settlement and failure of carrying capacity. Calculation of earth pressure is calculated using the Coulomb theory and calculation of stability against collapse soil bearing capacity is calculated based on the Hansen and Vesic equations based on engineering characteristics data (c and ϕ). The finite element method is performed to show a comparison of values to the conventional method. Landslide modeling was carried out with the help of a program based on the finite element

method using sondir data and boring logs on a project in Medan City, North Sumatra

Keywords: *retaining wall; shear stability; overturning stability; settlement; soil bearing capacity*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bencana tanah longsor banyak terjadi pada tanah dengan kondisi tanah yang tidak stabil, terutama pada musim hujan. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mencegah longsor pada suatu konstruksi dengan perbedaan elevasi tanah adalah dengan membangun konstruksi dinding penahan tanah. *Retaining wall* atau dinding penahan tanah adalah bangunan yang berfungsi untuk menahan tekanan lateral tanah yang ditimbulkan oleh tanah di belakang dinding penahan tanah (Setiawan, 2011), khususnya pada struktur bangunan di lahan miring, dan dapat memberikan stabilitas pada lereng sehingga tidak terjadi longsor.

Pada dinding penahan tanah, berat struktur sangat berpengaruh dalam menahan longsor lereng. Analisis stabilitas pada desain dinding penahan tanah konvensional ditinjau dari berbagai faktor keamanan yaitu, guling, geser, daya dukung, penurunan, dan keruntuhan global. Analisis faktor keamanan untuk struktur dinding penahan tanah ini dipengaruhi oleh parameter tanah, seperti kuat gesek tanah, berat jenis tanah, permeabilitas, dan tingkat elastisitas tanah. Sementara kegagalan guling dan geser merupakan tinjauan dari dinding penahan tanah dalam menahan beban yang bekerja. Selain pemeriksaan terhadap faktor-faktor keamanan, pertimbangan penting lainnya dalam mendesain dinding penahan tanah adalah muka air tanah yang berpengaruh signifikan terhadap tekanan lateral.

Pada penelitian ini dilakukan analisis untuk dua tanah yang berbeda, di mana kondisi pertama merupakan tanah asli padat dengan tanah timbunan lepas, dan kondisi kedua merupakan tanah asli lepas dengan tanah timbunan padat. Tujuan penggunaan 2 kondisi ini untuk membandingkan desain dinding penahan tanah yang efektif agar dapat menahan tanah dan mencegah terjadi longsor dengan memperhitungkan faktor keamanan dinding terhadap guling, geser, daya dukung, dan penurunan.

Kondisi Lokasi Penelitian

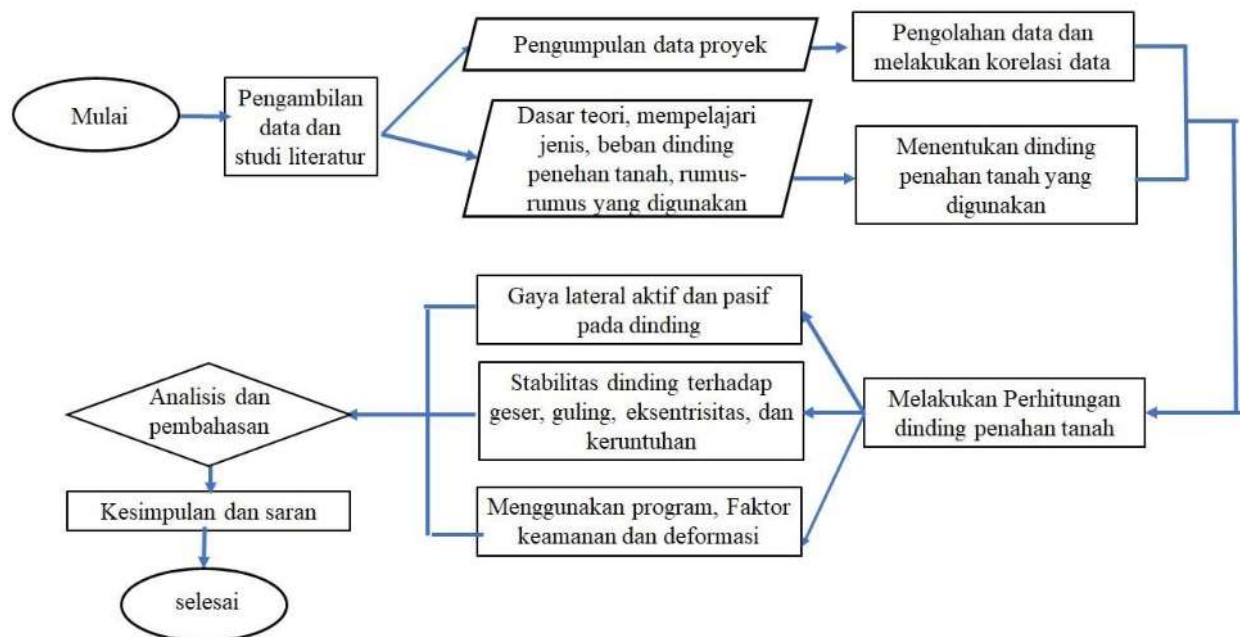
Lokasi yang menjadi penelitian adalah kantor pemasaran di Kota Medan, Sumatera Utara. Kondisi eksisting beban tanah di belakang dinding berupa tanah urug setinggi 3 meter. Dikawatirkan beban air akan meresap ke dalam tanah jika tanah urug tidak dipadatkan dengan baik. Perhitungan dinding yang dilakukan sesuai dengan gambar tender di mana tinggi dinding penahan tanah setinggi 3 meter dengan tanah yang dipadatkan sehingga beban air tidak diperhitungkan. Beban luar atau *surcharge load* disesuaikan dengan SNI 8470:2017, yaitu sebesar 1 ton/m².

Rumusan Masalah

- Mengidentifikasi beban apa saja yang bekerja pada dinding penahan tanah pada kondisi tanah satu dan dua.
- Menganalisis pengaruh beban yang bekerja terhadap gaya tekan lateral dinding penahan tanah kondisi satu dan dua
- Menganalisis pengaruh kondisi tanah satu dan dua terhadap berbagai nilai faktor keamanan.
- Menganalisis desain dinding penahan tanah yang paling efektif dan efisien untuk kondisi tanah satu dan dua.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan seperti diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

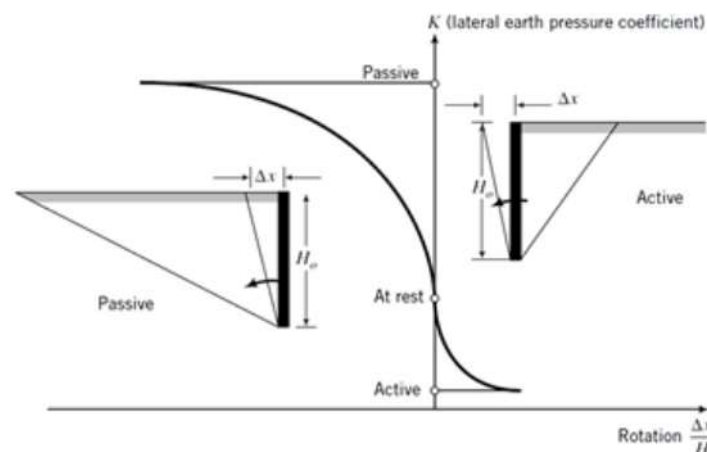
Perhitungan dilakukan secara manual dan menggunakan program berbasis metode elemen hingga. Perhitungan faktor keamanan dilakukan terhadap 4 jenis stabilitas, yaitu stabilitas terhadap guling, geser, keruntuhan daya dukung tanah, dan penurunan.

Tekanan Lateral Tanah

Tekanan Lateral tanah atau gaya tanah dalam arah horizontal menjadi penentu desain dinding penahan tanah. Besarnya gaya horizontal di tentukan dari tegangan tanah arah vertikal. Tegangan horizontal didefinisikan sebagai perkalian antara konstanta dengan tegangan vertikal. Konstanta pengali ini dibagi menjadi tiga jenis sesuai arah pergerakan relatif dinding penahan tanah, yaitu: kondisi diam atau *at rest* (K_0), kondisi tekanan aktif (K_a), dan kondisi tekanan pasif (K_p) Thomson (2021).

Tekanan Tanah Teori Coulomb

Konsep Coulomb (1776) bahwa kondisi keseimbangan batas ada pada massa tanah di belakang dinding penahan tanah. Menurut Coulomb massa tanah akan bergeser pada bidang dengan suatu sudut tertentu pada dasar dinding. Bidang geser yang terjadi ini kemudian dihitung secara analitis untuk menentukan bidang geser yang menghasilkan gaya dorong maksimal. Gambar 2. memperlihatkan bidang keruntuhan tanah yang terjadi di belakang dinding dengan konsep pendekatan keseimbangan batas.

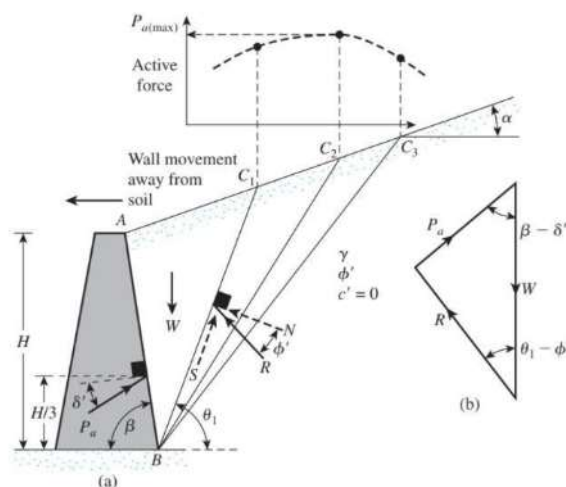


Gambar 2. Pergerakan Rotasi Dinding Penahan Tanah Terhadap Koefisien Tekanan Lateral Tanah Aktif dan Pasif

Gaya dorong aktif (P_a) maksimum dan kemiringan bidang geser dan diperoleh persamaan berikut:

$$P = P_a = \frac{1}{2} \gamma H_o^2 \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\theta}{2} \right) = \frac{1}{2} K_a \gamma H_o^2 \quad (1)$$

Dengan P_a = Gaya dorong aktif (ton/m), H_o = Ketinggian *backfill* (m), γ = Berat isi tanah (ton/m³), θ = Sudut geser tanah efektif (derajat), K_a = Koefisien tekanan tanah aktif



Gambar 3. Teori Tekanan Tanah Aktif Coulomb

Poncelet (1840) mendapatkan nilai K_a dan K_p dengan menggunakan pendekatan keseimbangan batas Coulomb dengan mempertimbangkan gesekan antara tanah dan dinding, kemiringan dinding, dan kemiringan timbunan. Rumus persamaan K_a dan K_p sebagai berikut:

$$K_{ac} = \frac{\cos^2(\theta - \eta)}{\cos^2 \eta \cos(\eta + \delta) \left[1 + \frac{\sin(\theta + \delta) \sin(\theta - \beta)}{\cos(\eta + \delta) \cos(\eta - \beta)} \right]^{1/2}} \quad (2)$$

$$K_{pc} = \frac{\cos^2(\theta + \eta)}{\cos^2 \eta \cos(\eta - \delta) \left[1 - \frac{\sin(\theta + \delta) \sin(\theta + \beta)}{\cos(\eta - \delta) \cos(\eta - \beta)} \right]^{1/2}} \quad (3)$$

Dengan K_{aC} = koefisien tekanan tanah aktif, K_{pC} = koefisien tekanan tanah pasif, ϕ = sudut geser tanah efektif (derajat), δ = gesekan dinding dengan tanah (derajat), β = kemiringan *backfill* (derajat), η = kemiringan dinding (derajat).

Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Stabilitas dinding penahan tanah sangat dipengaruhi oleh tekanan tanah dan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah. Perlu diperhatikan pemampatan atau penggunaan bahan dalam konstruksi dinding penahan tanah berarti memberikan perkuatan pada massa tanah timbunan di belakang dinding penahan tanah. Menurut Suryolelono (1994), perkuatan ini dapat mengurangi potensi gaya lateral yang dapat menimbulkan deformasi ke arah horizontal pada dinding tersebut. Gaya horizontal ini timbul akibat adanya beban vertikal yang dipindahkan menjadi tekanan horizontal, biasa disebut tekanan tanah aktif yang bekerja dibelakang dinding penahan tanah.

Stabilitas Terhadap Guling

Tekanan tanah lateral timbul akibat adanya tanah urug/asli di belakang dinding penahan tanah yang menyebabkan dinding terguling. Pusat rotasi berada pada ujung kaki depan di dasar dinding penahan tanah. Persamaan (4) adalah faktor keamanan guling yang berlaku untuk dinding gravitasi dimana momen penyebab guling adalah tekanan-tekanan tanah, dan momen perlawanan guling dari berat sendiri konstruksi.

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} = \frac{W b_1}{\sum P_{ah} h_1 + \sum P_{av} B} \quad (4)$$

Dengan: $\sum M_w$ = momen yang melawan penggulingan (kNm), $\sum M_{gl}$ = momen yang mengakibatkan penggulingan (kNm), W = berat tanah di atas pelat fondasi + berat sendiri dinding penahan (kN), B = lebar kaki dinding penahan (m), $\sum P_{ah}$ = jumlah gaya-gaya horizontal (kN), $\sum P_{av}$ = jumlah gaya-gaya vertikal (kN).

Berdasarkan ketentuan SNI 8460:2017, faktor keamanan guling diambil sebesar $F_{gl} \geq 1,5$ untuk tanah dasar granular dan $F_{gl} \geq 2$ untuk tanah dasar kohesif.

Stabilitas Terhadap Geser

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh gesekan antara tanah dengan dasar fondasi dan tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan tanah terdapat tanah timbunan. Gaya tekanan tanah aktif selain dapat menimbulkan momen juga akan menimbulkan gaya dorong yang menyebabkan dinding bergeser. Menurut Suryolelono (1994), perlawanan terhadap gaya dorong akan terjadi pada bidang kontak antara tanah dengan dasar fondasi. Untuk *sliding stability* (gaya perlawanan geser) pada jenis tanah non kohesif, kestabilan geser diperoleh dari keseimbangan gaya vertikal akibat berat sendiri konstruksi (W) dikalikan dengan koefisien gesek antar dinding beton dan tanah dasar fondasi (f) dibagi dengan keseimbangan gaya tanah aktif horizontal. Faktor keamanan terhadap pergeseran (F_{gs}) menurut Bowles (1997):

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \quad (5)$$

- a. Untuk tanah granular ($c = 0$)

$$\begin{aligned}\sum R_h &= W f \\ &= W \operatorname{tg} \delta_b \quad ; \quad \delta_b \leq \emptyset\end{aligned}\quad (6)$$

- b. Untuk tanah kohesif ($\emptyset = 0$)

$$\sum R_h = c_a B \quad (7)$$

- c. Untuk tanah campuran ($c > 0$ dan $\emptyset > 0$)

$$\sum R_h = c_a B + W \operatorname{tg} \delta_b \quad (8)$$

Dengan: $\sum R_h$ = tahanan dinding penahan tanah terhadap pergeseran (kN), W = berat total dinding penahan tanah dan tanah di atas pelat fondasi (kN), δ_b = sudut geser antara tanah dan dasar fondasi = $\frac{1}{3} \emptyset - \frac{2}{3} \emptyset$, c_a = adhesi antara tanah dan dasar dinding penahan tanah = $a_d \cdot c$, c = kohesi tanah dasar, a_d = faktor adhesi, b = lebar fondasi (m), $\sum P_h$ = jumlah gaya-gaya horizontal (kN), f = koefisien gesek antara tanah dasar dan dasar fondasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 1. Koefisien Gesek (f) antara tanah dasar dan dasar fondasi

Jenis Tanah Dasar Dinding Penahan Tanah	$f = \tan \delta_b$
Tanah granular kasar tanpa lanau atau lempung	0,55
Tanah granular kasar mengandung lanau	0,45
Tanah lanau tidak berkohesi	0,35
Batu keras dengan permukaan kasar	0,60

Jika dasar dinding penahan tanah sangat kasar, seperti beton yang dicor langsung ke tanah, maka:

$$f = \operatorname{tg} \delta_b = \operatorname{tg} \emptyset \quad (9)$$

Dengan: $\emptyset$ = sudut gesek dalam tanah dasar dinding penahan tanah

Berdasarkan ketentuan SNI 8460:2017, faktor keamanan geser $F_{gs} \geq 1,5$ untuk tanah dasar granular dan $F_{gs} \geq 2$ untuk tanah dasar kohesif.

Stabilitas Keruntuhan Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah dalam mendukung beban fondasi yang bekerja di atasnya. Fondasi merupakan bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban akibat berat struktur secara langsung ke tanah yang berada di bawahnya. Umumnya, faktor keamanan (F) terhadap keruntuhan tanah dasar diambil minimum sebesar 3 (SNI 8460:2017). Faktor keamanan terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai:

$$F_{qu} = \frac{q_u}{q} \quad (10)$$

$$q = \frac{2V}{3(B-2e)} \quad (11)$$

Dengan: q_u = kapasitas dukung ultimit, q = tekanan akibat beban struktur

Perhitungan lebar efektif fondasi, yaitu tekanan tanah fondasi ke tanah dasar terbagi rata secara sama, dapat dilakukan bila:

$$e \leq B/6 \quad (12)$$

Dalam perancangan, lebar fondasi dinding penahan (B) sebaiknya dibuat sedemikian rupa supaya eksentrisitas (e) lebih kecil atau sama dengan B/6. Maksud diambil besarnya eksentrisitas kurang dari B/6 agar efisiensi fondasi menjadi maksimum dan perbedaan tekanan fondasi pada ujung-ujung kaki dinding tidak besar, sehingga dapat mengurangi resiko keruntuhan dinding akibat guling.

Persamaan Hansen (1970) dan Vesic (1975) untuk menghitung kapasitas dukung ultimit untuk beban eksentris dan miring terlihat pada persamaan 13.

$$q_u = d_c i_c c N_c + d_q i_q D_f \gamma_{\text{atas pondasi}} N_q + d_\gamma i_\gamma 0,5 B \gamma_{\text{bawah p}} N_\gamma \quad (13)$$

Dengan: d_c, d_q, d_γ = faktor kedalaman, i_c, i_q, i_γ = faktor kemiringan beban, N_c, N_q, N_γ = faktor kapasitas dukung, B= lebar dasar fondasi sebenarnya (m), e = eksentrisitas beban (m), γ = berat volume tanah (kN/m^3)

Stabilitas Terhadap Penurunan

Penurunan dinding penahan tanah dapat dihitung dengan cara yang sama seperti menghitung penurunan fondasi. Dinding penahan tanah akan mengalami penurunan akibat beban dan kemiringan akibat rotasi ujung kaki fondasi. Dinding penahan tanah akan miring ke arah luar (menjauhi tanah urug). Dalam perancangan, kemiringan maksimum dibatasi sampai 0,01 kali tinggi dinding penahan tanah.

$$S_i = \frac{qB}{E} (1 - \mu^2) I_p \quad (14)$$

$$I_p = \frac{1}{\pi} \left[\frac{L}{B} \ln \left(\frac{1 + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1}}{L/B} \right) + \ln \left(\frac{L}{B} + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1} \right) \right] \quad (15)$$

Dengan: S_i = penurunan segera (m), q = tekanan pada dasar fondasi (kN/m^2), E = modulus elastisitas, I_p = faktor pengaruh

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi tanah

1. Kondisi pertama, tanah asli merupakan tanah eksisting dengan konsistensi lepas dan tanah timbunan merupakan tanah urug yang dipadatkan setiap 30 cm dengan parameter diasumsikan sama dengan lapisan tanah asli pada kedalaman 14 - 22 meter di mana jenis konsistensi tanah padat sehingga besarnya nilai sudut geser dapat digunakan $40,5^\circ$ dan besarnya nilai kohesi dapat digunakan 145 kPa atau $14,5 \text{ ton/m}^2$.
2. Kondisi kedua, tanah asli merupakan tanah eksisting dimana tanah dipadatkan setiap 30 cm hingga mencapai konsistensi padat dengan dengan parameter diasumsikan sama dengan lapisan tanah asli pada kedalaman 14 - 22 meter di mana jenis konsistensi tanah sangat tanah padat dan tanah timbunan merupakan tanah urug tanpa pemadatan dengan parameter diasumsikan sama seperti lapisan atas tanah asli di mana jenis konsistensi tanah lepas sehingga besarnya nilai sudut geser dapat digunakan 32° dan besarnya nilai kohesi dapat digunakan 20 kPa atau 2 ton/m^2 .

Parameter Tanah

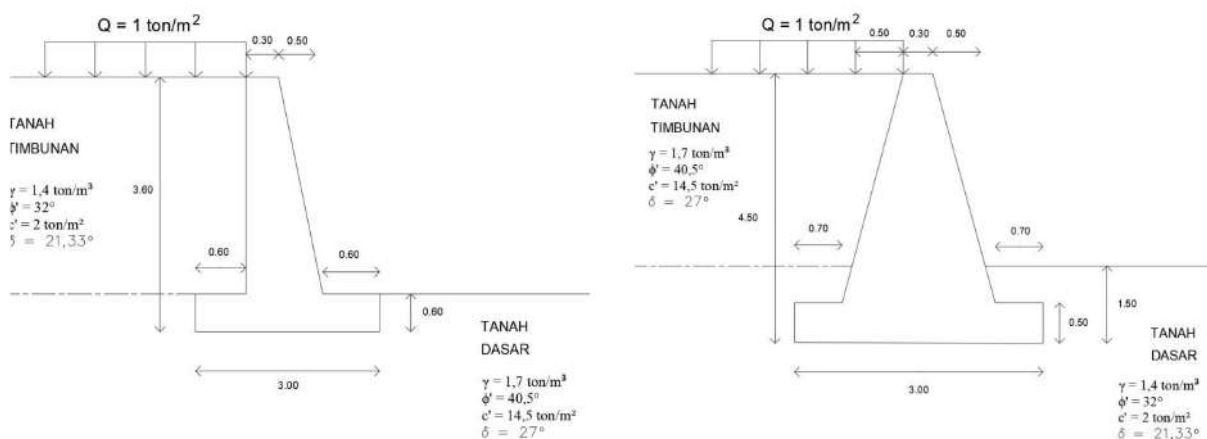
Hasil rekapitulasi parameter tanah di lokasi proyek di Medan seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Parameter Tanah

Kedalaman (m)	Soil Type	Consistency	γ_{sat} (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	E' (MPa)
0 - 2	Sand	Loose	14	32	20	6
2 - 7,5	Clayey Sand	Very Loose	12,5	28,5	12	1,5
7,5 - 14	Sand	Medium	15,5	36	60	18
14 - 22	Sand	Dense	17	40,5	145	42
22 - 30	Sand	Very Dense	20	45	205	63

Gambar Desain Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan data pembebanan, parameter tanah, dan ketentuan SNI, diperoleh hasil *dimensioning* untuk dinding penahan tanah pada kondisi tanah pertama dan kedua sebagai berikut:



Gambar 4. *Dimensioning* Dinding Penahan Tanah

a. Kantilever Kondisi Tanah 1

b. Semi-Gravitas Kondisi Tanah 2

Hasil Perhitungan

Rekapitulasi hasil perhitungan dinding penahan tanah secara manual dan menggunakan program untuk dua kondisi tanah yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan

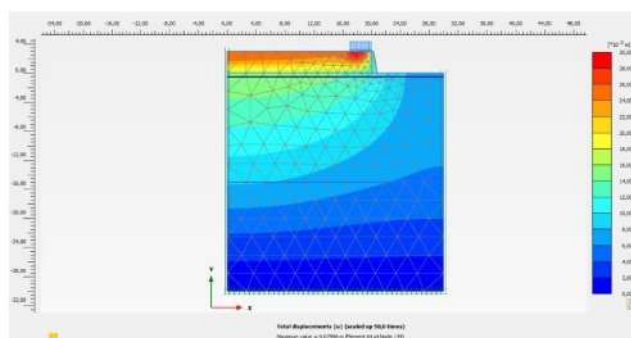
	Kondisi Tanah 1		Kondisi Tanah 2	
Koefisien tekanan tanah				
Ka	0.5012		0.3707	
Kp	2.6014		1.68	
Tekanan Tanah Lateral				
Pa1	45.4696	kN	63.809	kN
Pa2	38.9414	kN	36.0033	kN
Pp1	7.9603	kN	5.1412	kN
Pp2	280.643	kN	77.7718	kN
Stabilitas dinding				
Geser	4.73 > 1.5		4.99 >	

	Kondisi Tanah 1		Kondisi Tanah 2	
			1.5	
Guling	$3.03 > 2$		$3.03 > 2$	
eksentrisitas	$0.0042 <$		0.306	
Keruntuhan	$42.85 > 3$	kPa	$20.17 >$	kPa
Dengan program				
Faktor keamanan	3.77		3.54	
Deformasi	30	mm	240	mm

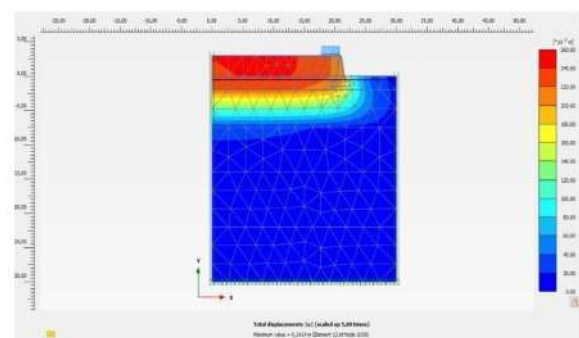
Pembahasan

Desain dinding penahan tanah dengan volume beton yang relatif banyak, menjadi prioritas untuk efisiensi desain. Desainer harus dapat menghubungkan antara beban yang bekerja dan elemen struktur, serta interaksi keduanya dengan tanah sedetail mungkin, agar didapat nilai *safety factor* (SF) optimal.

Berdasarkan hasil analisis dari program berbasis metode elemen hingga, untuk desain dinding penahan tanah pada kondisi tanah 1 diperoleh nilai $SF = 3,77$ dan deformasi total maksimal sebesar 0,03 m. Untuk desain dinding penahan tanah pada kondisi tanah 2 diperoleh nilai $SF = 3,54$ dan deformasi total maksimal sebesar 0,24 m

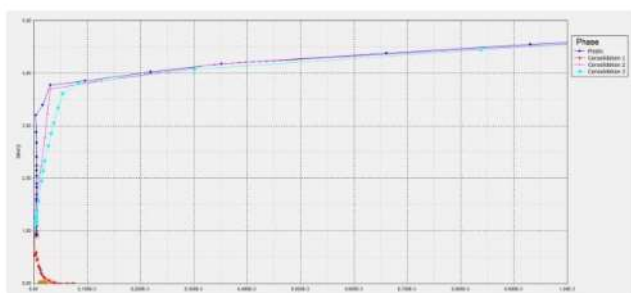


a. Kantilever pada Kondisi Tanah 1

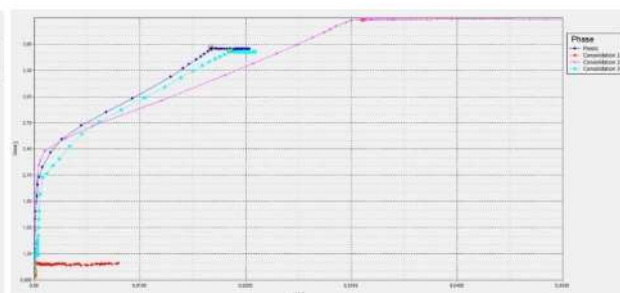


b. Kantilever pada Kondisi Tanah 2

Gambar 5. Total Displacement Model Elemen Hingga untuk Struktur Dinding Penahan Tanah



a. Kantilever pada Kondisi Tanah 1



b. Kantilever pada Kondisi Tanah 2

Gambar 6. Grafik Perbandingan Safety Factor Struktur Dinding Penahan Tanah

4. KESIMPULAN DAN SARAN

- Sesuai dengan ketentuan SNI 8470:2017 beban yang bekerja pada dinding penahan tanah diambil sebesar 1 ton/m^2 , beban tersebut akibat tanah timbunan di belakang dinding penahan tanah dan beban luar tambahan seperti beban pemadatan akibat konstruksi.
- Tanah timbunan di belakang dinding penahan tanah dengan variasi konsistensi yang berbeda antara tanah asli dan tanah timbunan pada kondisi pertama dan kedua memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tekanan lateral yang bekerja pada dinding penahan tanah. Tanah dengan

konsistensi yang lebih padat memberikan tekanan lateral yang lebih besar, sehingga pada kondisi tanah kedua nilai tekanan lateral aktif akibat dorongan tanah timbunan (P_a) lebih besar, yaitu sebesar 99,8123 kN. Sementara pada kondisi tanah pertama nilai tekanan pasif akibat dorongan tanah dasar (P_p) lebih besar, yaitu sebesar 288,6034 kN.

- c. Pada kondisi tanah pertama di mana tanah timbunan memiliki konsistensi lepas dan tanah dasar memiliki konsistensi padat, tingkat kestabilan struktur dinding penahan tanah lebih tinggi dibanding dengan kondisi tanah pertama di mana tanah timbunan memiliki konsistensi padat dan tanah dasar memiliki konsistensi lepas. Berdasarkan hasil analisis program berbasis metode elemen hingga, diperoleh nilai *safety factor overall slope stability* untuk struktur dinding penahan tanah pada kondisi tanah pertama sebesar 3,77 dan untuk kondisi tanah kedua sebesar 3,54.
- d. Desain dinding penahan tanah yang efektif dan efisien untuk kondisi tanah pertama adalah dinding kantilever dengan ketinggian total 3,6 m, lebar atas 0,3 m, dan lebar bawah 3 m. Sedangkan untuk kondisi tanah kedua, dipilih dinding semi-gravitasi sebagai desain dinding penahan tanah yang paling efektif dan efisien dengan ketinggian total 4,5 m, lebar atas 0,3 m, dan lebar bawah 3 m.

Saran

Perlu dilakukan pemodelan tipe dinding lain untuk dianalisis agar lebih bervariasi dan dengan tambahan penulangan sehingga bisa menambah efisiensi desain dinding.

Ucapan Terima Kasih (*acknowledgement*)

Terima kasih kepada LPPM Untar yang telah memberikan pendanaan pada kegiatan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

REFERENSI

- Allowenda, A., Priadi, E., & Aprianto, (2018). Analisa Modulus Elastisitas dalam Memprediksi Besarnya Keruntuhan Lateral Dinding Penahan Tanah pada Tanah Lunak. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5(2).
- Budhu, M., (2000), Soil Mechanics and Foundations, John Wiley & Sons, Inc. United States of America
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. *SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2017. *SNI 8460:2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik*. BSN, Jakarta.
- Das, Braja M. (2006). Principles of Geotechnical Engineering. Thomson, Canada .
- Setiawan, H. (2011). Perbandingan penggunaan dinding penahan tanah tipe kantilever dan gravitasi dengan variasi ketinggian lereng. *Journal Teknik Sipil Dan Infrastruktur*, 1(2).
- Thomson, D. & Prihatiningsih, A. (2021), Analisis Keefektifitasan Jenis Dinding Penahan Tanah Pada Tanah Gambut. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(3), 695-710
- Zhang, J., Ding, L., Liang Y., Zong, J., & Li, Z. (2018). *Upper-Bound Finite Element Adaptive Analysis of Plane Strain Heading in Soil with a Soft Upper Layer and Hard Lower Layer*.

