

SKY EAST: Education of Aviation Science and Technology

ISSN : 3025-2709 (Online) & P-ISSN : - (Print)

DOI: [10.61510/skyeast.v4i1.81](https://doi.org/10.61510/skyeast.v4i1.81)

This is an open access article under the [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license

Perhitungan Dinding Penahan Tanah Tipe *Gravity Wall* pada Tanah Pasir Berlanau di Bandara

Rizki Januardo¹, Fazetti Nazhifah², Viktor Suryan³, Direstu Amalia⁴.

¹Politeknik Penerbangan Palembang, Indonesia, email : januardorizki0@gmail.com

²Politeknik Penerbangan Palembang, Indonesia, email : fazettinazhifah14071@gmail.com

³Politeknik Penerbangan Palembang, Indonesia, email : viktor@poltekbangplg.ac.id

⁴Politeknik Penerbangan Palembang, Indonesia, email : direstu@poltekbangplg.ac.id

Corresponding Author: januardorizki0@gmail.com

Abstract: *This study primarily aims to calculate and analyze a gravity-type retaining wall designed to support silty sand soil conditions at Zainuddin Abdul Madjid International Airport (BIZAM), Mandalika. The study's background is the need for stable supporting structures at airports, especially in areas where the ground level changes and aircraft operations put dynamic loads on them. The goal is to check how stable a gravity wall is against sliding, tipping over, and holding weight. The method uses field data, laboratory soil parameters, and relevant rules as a guide. It combines quantitative analysis with manual calculations. The analysis shows that a gravity wall that is three meters high and three meters wide at the base meets the safety factor requirements for sliding ($FS = 2.0$), overturning ($FS = 2.4$), and bearing capacity ($FS = 3.9$). Based on these results, the design is structurally sound for the type of soil specified. However, the design of the drainage system requires special attention because silty sand loses shear strength when it gets wet. The study's results show that gravity retaining walls can be put up successfully at airports with soft subgrade conditions, as long as safety and geotechnical data are carefully considered.*

Keywords: *retaining wall, gravity wall, airport engineering, silty sand, soil stability*

Abstrak: Penelitian ini membahas perhitungan dan analisis dinding penahan tanah tipe *gravity* yang dirancang untuk kondisi tanah pasir berlanau di Bandara Internasional Zainuddin Abdul Madjid (BIZAM), Mandalika. Latar belakang penelitian ini adalah pentingnya struktur pendukung yang stabil di kawasan bandara, dengan memprioritaskan pada daerah yang mengalami perbedaan elevasi dan beban dinamis dari operasional pesawat. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi stabilitas struktur *gravity wall* terhadap gaya geser, gaya guling, dan daya dukung tanah. Metode yang diterapkan adalah pendekatan kuantitatif dengan perhitungan manual berdasarkan data lapangan, parameter tanah laboratorium, dan acuan regulasi teknis terkait. Hasil analisis menunjukkan bahwa dinding penahan tanah dengan tinggi 3 meter dan lebar dasar 3 meter memenuhi syarat faktor keamanan terhadap geser ($FS = 2,0$), guling ($FS = 2,4$), dan daya dukung tanah ($FS = 3,9$). Temuan ini menunjukkan bahwa desain tersebut aman secara struktural terhadap kondisi tanah yang ada. Namun, karena karakteristik pasir berlanau yang cenderung kehilangan kekuatan geser saat jenuh air, perhatian khusus perlu diberikan pada perencanaan sistem drainase. Studi ini menyimpulkan bahwa *gravity wall* dapat diterapkan secara efektif di lingkungan bandara dengan kondisi tanah lunak, selama data geoteknik dan faktor keamanan dipertimbangkan secara menyeluruh.

Kata kunci: dinding penahan tanah, *gravity wall*, pasir berlanau, stabilitas tanah, teknik bandara.

PENDAHULUAN

Bandar udara merupakan infrastruktur transportasi yang memiliki fungsi vital dalam mendukung konektivitas wilayah dan pertumbuhan ekonomi suatu negara. Di dalam kawasan bandara, stabilitas struktur penunjang seperti dinding penahan tanah memegang peranan penting, terutama pada area dengan elevasi yang tidak seragam, tanah urugan, atau lokasi dekat tebing. Salah satu tipe yang banyak digunakan dalam pembangunan dinding penahan tanah adalah *gravity retaining wall*, yaitu dinding yang mengandalkan berat sendiri untuk menahan tekanan lateral tanah tanpa bantuan struktur penunjang lainnya seperti angkur atau perkuatan internal. Namun, efektivitas struktur ini sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah dasar dan beban kerja, terutama dalam konteks lingkungan bandara yang dinamis (Corrêa Pereira dkk., 2023; Hanantyo & Susanto, 2022).

Pembangunan *gravity wall* di kawasan bandara menghadapi tantangan signifikan akibat kondisi tanah yang kurang stabil, terutama pada jenis pasir berlanau (*silty sand*). Tanah ini cenderung mengalami penurunan kekuatan geser saat jenuh air akibat peningkatan tekanan pori, yang dapat meningkatkan tekanan lateral tanah dan menurunkan kestabilan struktur. Selain itu, aktivitas operasional bandara seperti pendaratan dan lepas landas pesawat menghasilkan beban dinamis berulang yang signifikan. Beban ini dapat mempercepat degradasi material dan mengganggu integritas struktur jika tidak diantisipasi dengan baik. Oleh karena itu, perencanaan *gravity wall* harus mempertimbangkan tidak hanya aspek geometri dan material, tetapi juga kondisi geoteknik spesifik serta karakteristik beban dinamis lapangan untuk menjamin kestabilan dan keandalan jangka Panjang (Fattah dkk., 2024; Jiao dkk., 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas dinding penahan tanah tipe *gravity wall* terhadap gaya guling, geser, dan daya dukung tanah di Bandara Internasional Zainuddin Abdul Madjid (BIZAM) Mandalika, yang memiliki kondisi tanah dominan berupa pasir berlanau. Metode analisis dilakukan secara kuantitatif menggunakan pendekatan manual berdasarkan parameter tanah hasil studi pustaka dan dimensi desain yang direncanakan. Rujukan terhadap regulasi teknis seperti *SNI 8460:2017* dan *ICAO Annex 14* turut menjadi landasan validitas analisis dalam konteks kebandarudaraan (Astuty dkk., 2023; Nugraha, 2020).

Meskipun berbagai studi telah membahas desain dinding penahan tipe *gravity* di berbagai kondisi tanah, kajian khusus yang mengintegrasikan analisis kestabilan terhadap kondisi tanah pasir berlanau yang jenuh air, serta mempertimbangkan beban dinamis khas operasional bandara tropis, masih sangat terbatas. Studi-studi sebelumnya umumnya hanya berfokus pada kondisi tanah granular secara umum dan belum mengevaluasi penurunan kuat geser secara spesifik pada pasir berlanau (*silty sand*) saat kondisi jenuh air, terutama ketika dihadapkan pada kombinasi beban dinamis intens dari operasional pesawat. Terlebih lagi, pendekatan yang menggabungkan regulasi nasional (*SNI 8460:2017*) dan standar internasional (*ICAO Annex 14*) dalam satu kerangka analisis praktis belum banyak dijumpai dalam studi sebelumnya (Alsirawan & Alnmr, 2023; Salsabila dkk., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut melalui pendekatan teknis berbasis data aktual dan simulasi maket di lokasi studi BIZAM.

Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada fokus spesifik terhadap tanah pasir berlanau yang belum banyak dikaji secara mendalam pada lingkungan bandara tropis aktif dengan potensi kejenuhan tinggi dan beban dinamis. Selain itu, studi ini juga menyajikan integrasi antara pendekatan desain konvensional dengan pemahaman terhadap kondisi operasional aktual di bandara. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai acuan awal bagi pengembangan desain dinding penahan tanah yang lebih adaptif dan kontekstual (Pratama dkk., 2021; Pratiwi dkk., 2021). Sehingga, rumusan masalah yang akan dijawab dalam artikel ini Adalah “Apakah dinding penahan tanah tipe *gravity wall* yang dirancang berdasarkan parameter

tanah pasir berlanau di kawasan Bandara Zainuddin Abdul Madjid mampu memenuhi kriteria kestabilan terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah sesuai standar yang berlaku??"

KAJIAN PUSTAKA

Dinding penahan tanah tipe *gravity wall* adalah struktur sederhana yang mengandalkan berat sendiri untuk menahan tekanan lateral tanah tanpa memerlukan tulangan atau sistem penjangkaran tambahan. Sistem ini sering digunakan di area terbuka seperti bandara karena konstruksinya yang efisien dan mudah diaplikasikan. Prinsip kerjanya mencakup stabilitas terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah. Kestabilan *gravity wall* sangat dipengaruhi oleh geometri dinding, berat jenis material, serta karakteristik tanah dasar dan tanah urug di belakang dinding. Sistem drainase yang baik juga diperlukan untuk menghindari peningkatan tekanan air pori yang dapat mengganggu kestabilan struktur (Dermawan dkk., 2022; Mustafa dkk., 2022).

Tanah pasir berlanau (*silty sand*) merupakan jenis tanah campuran yang mengandung proporsi signifikan partikel lanau halus di antara butiran pasir. Kandungan lanau yang tinggi menyebabkan permeabilitas tanah ini menjadi rendah, sehingga kemampuan tanah dalam mengalirkan air cukup terbatas. Dalam kondisi jenuh air, karakteristik mekanik tanah ini cenderung memburuk secara signifikan. Terutama, kekuatan geser efektif mengalami penurunan drastis akibat peningkatan tekanan air pori, yang menyebabkan tanah kehilangan daya dukung dan menjadi rentan terhadap deformasi serta keruntuhan. Hal ini menjadikan tanah pasir berlanau sebagai salah satu material yang kurang stabil untuk digunakan sebagai lapisan dasar konstruksi, terutama dalam aplikasi seperti dinding penahan tanah (*retaining wall*) atau struktur bawah lainnya. Oleh karena itu, diperlukan perhatian ekstra terhadap perencanaan sistem drainase yang efektif untuk mencegah akumulasi air di belakang struktur, yang dapat memicu tekanan lateral berlebih dan menurunkan kestabilan sistem secara keseluruhan. Pemilihan material perkuatan atau stabilisasi tambahan juga dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan performa tanah ini dalam kondisi lapangan (Bachtiar dkk., 2022; Xu dkk., 2022).

Beban Dinamis di Kawasan Bandara Struktur penahan tanah di bandara harus mempertimbangkan beban dinamis yang dihasilkan dari operasional pesawat, kendaraan bandara, dan getaran lingkungan. Beban dinamis memiliki dampak signifikan terhadap performa *gravity wall*, karena dapat mempercepat kegagalan struktur jika tidak diperhitungkan secara akurat. Maka dari itu, penting untuk memasukkan analisis beban dinamis dalam desain dinding penahan tanah di lingkungan bandara aktif (Alsirawan & Alnmr, 2023; Ghazi & Ifani Rizaldhy, 2023). Regulasi dan Standar Teknis Perencanaan dinding penahan tanah harus mengacu pada standar teknis yang berlaku, seperti *SNI 8460:2017* yang mengatur tentang persyaratan stabilitas terhadap guling, geser, dan daya dukung. Selain itu, *ICAO Annex 14* memberikan pedoman internasional terkait pengembangan infrastruktur bandara yang aman, termasuk desain struktur pendukung seperti *retaining wall* (Ge dkk., 2022; Kuili dkk., 2024; Li & Xiao, 2023; Septiani dkk., 2024).

Penelitian Terkait Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji desain *gravity wall* di area bandara maupun lokasi lain. Septiani et al. (2024) membahas stabilitas *gravity wall* menggunakan metode Rankine pada tanah granular di Bandara APT Pranoto, sedangkan Mazni dkk. (2023) fokus pada pengaruh muka air tanah terhadap stabilitas *gravity wall* pada tanah pasir. Kuningsih dkk. (2022) menggabungkan metode manual dan numerik (*PLAXIS*) untuk mengevaluasi faktor keamanan, meskipun tidak secara khusus dilakukan di lingkungan bandara tropis.

Kajian-kajian tersebut memperlihatkan bahwa meskipun pendekatan terhadap desain *gravity wall* telah dilakukan, studi khusus pada tanah pasir berlanau dengan simulasi kondisi jenuh air dan beban dinamis di area bandara masih sangat terbatas, sehingga menjadikan penelitian ini relevan dan memiliki kebaruan tersendiri.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan teknis-analitis yang berfokus pada analisis stabilitas dinding penahan tanah tipe *gravity wall*. Evaluasi dilakukan berdasarkan parameter tanah seperti kohesi, sudut geser dalam, dan berat volume, serta dimensi geometri dinding. Tujuan utamanya adalah menilai kinerja struktur terhadap gaya guling (*overturning*), geser (*sliding*), dan daya dukung tanah (*bearing capacity*) menggunakan pendekatan perhitungan manual berbasis teori mekanika tanah dan struktur, sehingga diperoleh gambaran teknis yang akurat terkait kestabilan desain (Akbar dkk., 2024; Khalid dkk., 2023; Syahputri dkk., 2023).

Subjek dan Lokasi Penelitian Objek penelitian adalah dinding penahan tanah tipe *gravity wall* pada tanah pasir berlanau, dengan studi kasus di kawasan Bandara Internasional Zainuddin Abdul Madjid (BIZAM), Mandalika, Nusa Tenggara Barat. Lokasi penelitian simulatif dilakukan di Laboratorium Tanah Program Studi TRBU, Politeknik Penerbangan Palembang. Waktu Penelitian Penelitian ini dilaksanakan selama 14 hari dengan pengumpulan data sekunder dan analisis model maket pada bulan Juli 2025.

Teknik dan Instrumen Penelitian Pengumpulan data dilakukan melalui tiga metode utama: (a) observasi langsung terhadap maket dinding penahan tanah, (b) studi pustaka teknis geoteknik dan regulasi nasional-internasional, dan (c) perhitungan manual teknis menggunakan rumus-rumus mekanika tanah dan geoteknik. Data sekunder berupa parameter mekanis tanah diperoleh dari dokumen penyelidikan tanah (uji *Cone Penetration Test/CPT* atau pengujian laboratorium seperti *Direct Shear Test*) di proyek BIZAM. Validitas parameter tanah ini dipastikan mengacu pada standar pengujian geoteknik yang berlaku dan instrumen yang digunakan antara lain lembar observasi dimensi maket, formulir data tanah, dan spreadsheet Excel untuk perhitungan. Parameter dan Data parameter tanah yang digunakan dalam perhitungan meliputi tinggi dinding, berat jenis tanah, kohesi, sudut geser dalam, tekanan air tanah, dan koefisien tekanan aktif-pasif sebagaimana dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Parameter Tanah di Lombok

No	Parameter Tanah	Nilai	Satuan	No	Parameter	Nilai	Satuan
1	H1	3	m	11	C	8,7	kN/m ²
2	H2	1	m	12	γ	16,68	kN/m ³
3	b1	2	m	13	γ air	10	kN/m ³
4	b 2	1	m	14	γ' (γ - γ air)	6,68	kN/m ³
5	B	3	m	15	Nc	2,2	
6	Φ (sudut geser)	22,57	°	16	Nq	3,5	
7	sin θ	0,23666858		17	Ny	10,2	
8	tan δ	0,243589		18	q	18,5	kN/m ²
9	Ka (koef Tanah Aktif)	0,61724818		19	W	125,1	kN
10	Kp (Koef Tanah Pasif)	0,243589		20	Cd	8,7	kN/m ²

Sumber: Artikel

Penelitian Prosedur dan Teknik Analisis Langkah-langkah dalam analisis meliputi stabilitas dinding penahan tanah dianalisis melalui perhitungan terhadap guling menggunakan momen tahan dan momen guling. Evaluasi gaya geser dilakukan berdasarkan gaya horizontal dan tahanan pada fondasi. Daya dukung tanah dihitung dengan rumus kapasitas dukung Terzaghi. Seluruh hasil perhitungan digunakan untuk menentukan faktor keamanan (FS), yang kemudian dibandingkan dengan batas aman sesuai SNI 8460:2017.

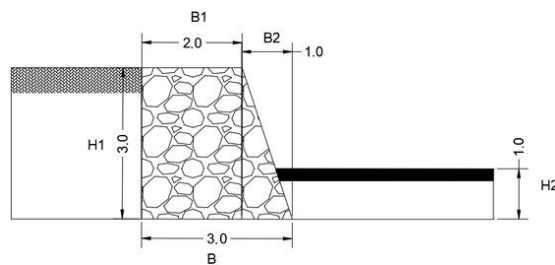
Adapun tahapan yang akan dilakukan pada analisis stabilitas terhadap guling yaitu mengetahui momen penahan total ($\sum Mb$) = Mb1 + Mb2 , momen pengguling total ($\sum Ma$) = (Pa1 x Y1) + (Pa2 x Y2) + (Pa3 x Y3) , faktor keamanan $Fgl = \frac{\sum Mw}{\sum Ma}$, untuk analisis stabilitas terhadap geser berupa tahanan geser total, dan untuk analisis daya dukung tanah berupa gaya horizontal total $\sum Rh = Cd x B + (w x \tan \delta)$, Faktor yang terkait dengan kontribusi

kohesi tanah (N_c), Faktor yang terkait dengan tekanan efektif vertikal (N_q), Faktor yang terkait dengan berat tanah dan lebar fondasi (N_γ), daya dukung maksimum tanah $Q_{ult} = c \times N_c + q \times N_q + 0,5 \times \gamma \times B \times N_\gamma$, tekanan aktual yang terjadi pada tanah $Q_{terjadi} = H_1 \times \gamma + q$, Faktor keamanan daya dukung $SF (DDT) = \frac{Q_{ult}}{Q_{terjadi}}$. Semua hasil perhitungan diverifikasi melalui tabulasi dan pengecekan manual terhadap standar baku dalam SNI 8460:2017 dan referensi literatur geoteknik, guna memastikan keakuratan dan kesesuaian teknis dalam evaluasi stabilitas *gravity wall*. Teknik perhitungan dilakukan secara manual dengan verifikasi melalui tabulasi. Hasil dari perhitungan ini menjadi dasar pembahasan pada bagian hasil dan diskusi untuk menjawab rumusan masalah penelitian.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Teknis Tanah dan Dimensi Struktur Data teknis yang digunakan dalam perhitungan diperoleh dari studi geoteknik BIZAM dan hasil observasi maket di laboratorium. Berikut adalah perhitungannya:



Sumber: Penulis Tahun 2025
Gambar 1. Dimensi Dinding Penahan Tanah

a. Analisis Stabilitas Terhadap Guling

Analisis dilakukan dengan menghitung momen penahan (M_b) dan momen pengguling (M_a):

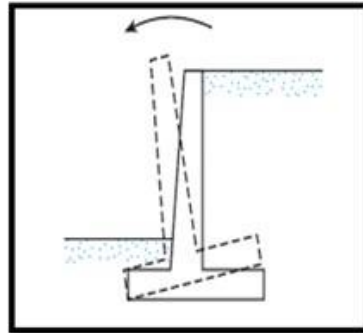
- Momen penahan total ($\sum M_b$) berupa momen yang melawan gaya guling :
 $= M_{b1} + M_{b2}$
 $= 200,16 + 12,51$
 $= 212,67 \text{ kNm}$

- Momen pengguling total ($\sum M_a$) berupa momen yang menyebabkan dinding terguling:
 $= (P_{a1} \times Y_1) + (P_{a2} \times Y_2) + (P_{a3} \times Y_3)$
 $= (24,7 \times 1,5) + (13,4 \times 1) + (45 \times 1)$
 $= 95,5 \text{ kNm}$

- Faktor keamanan (FS guling) berupa) adalah rasio antara momen penahan dan momen pengguling:

$$\begin{aligned} Fgl &= \frac{\sum Mw}{\sum Ma} \\ &= 233,7/95,5 \\ &= 2,4 \geq 2 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

Alasan aman karena nilai FS guling melebihi batas minimum 2,0 yang disyaratkan oleh SNI 8460:2017 untuk kestabilan guling artinya, momen penahan yang dimiliki dinding lebih dari dua kali lipat momen pengguling, sehingga kecil kemungkinan dinding akan tumbang akibat tekanan tanah lateral.



Sumber: Penulis, Tahun 2025
Gambar 2. Stabilitas Guling Dinding Penahan Tanah

b. Analisis Stabilitas Terhadap Geser

Tahanan geser dihitung dari interaksi gesekan antara tanah dan dasar dinding. Tahanan geser total $\sum Rh$ berupa kapasitas geser di dasar dinding untuk menahan gaya horizontal.

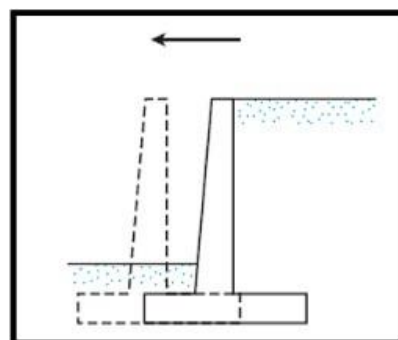
$$\begin{aligned} &= Cd \times B + (w \times \tan \delta) \\ &= 8,7 \times 3 + (125,1 \times 0,42) \\ &= 78,10 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya horizontal total $\sum Ph$ berupa resultan gaya lateral yang bekerja pada dinding

$$\begin{aligned} &= \sum Pa - \sum Pp \\ &= 83,1 - 42,1 = 41 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga dapat diketahui : } Fgs &= \frac{\sum Rh}{\sum Ph} \\ &= 78,10/41 = 2 \geq 2 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

Alasan aman karena nilai FS geser tepat memenuhi batas minimum 2,0 sesuai SNI 8460:2017 dimana Kapasitas geser di dasar dinding cukup untuk menahan gaya horizontal yang mendorong dinding. Ini menunjukkan struktur mampu bertahan terhadap potensi pergeseran pada fondasi.



Sumber: Penulis, Tahun 2025
Gambar 3. Stabilitas Geser Dinding Penahan Tanah

c. Analisis Daya Dukung Tanah

Evaluasi kapasitas tanah menahan beban struktur menggunakan metode Terzaghi dengan parameter:

- $N_c = 2,2; N_q = 3,5; N_\gamma = 10,2$
- Qult berupa daya dukung maksimum tanah sebelum runtuh
 $= c \times N_c + q \times N_q + 0,5 \times \gamma \times B \times N_\gamma$
 $= 8,7 \times 13,34 + 18,5 \times 4,77 + 0,5 \times 16,68 \times 3 \times 2,47$
 $= 266,2 \text{ kN/m}^2$

- QTerjadi berupa beban aktual yang diterima tanah
 $= H1 \times \gamma + q$
 $= 3 \times 16,68 + 18,5 = 68,54 \text{ kN/m}^2$

- Faktor keamanan daya dukung (FS DDT) berupa rasio Qult terhadap Q terjadi, menunjukkan keamanan terhadap keruntuhan tanah:

$$SF (DDT) = \frac{Q_{ult}}{Q_{Terjadi}} = \frac{266,2}{68,54} = 3,9 \geq 3 (\text{ Aman })$$

Alasan aman karena nilai FS ini jauh di atas batas minimum 3,0 menurut SNI 8460:2017, yang juga selaras dengan praktik geoteknik internasional bahwa beban yang diterima tanah hanya sekitar 25% dari kapasitas ultimitnya. Hal ini memberi margin keamanan yang besar terhadap potensi keruntuhan tanah di bawah pondasi.

Sehingga hasil perhitungan diperoleh bahwa seluruh aspek utama stabilitas struktur, yakni terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah, telah memenuhi batas aman sesuai standar SNI 8460:2017. Hal ini menunjukkan bahwa desain *gravity wall* yang dirancang pada kondisi tanah pasir berlanau di BIZAM dapat digunakan secara andal (Nasional, 2017).

Permasalahan utama yaitu penurunan kekuatan tanah akibat kejenuhan air telah diantisipasi melalui pemilihan desain yang mempertimbangkan tekanan air tanah dan penambahan beban lateral. Walaupun analisis ini belum memasukkan simulasi numerik terhadap beban dinamis, pendekatan manual yang digunakan telah menggambarkan batas bawah keamanan yang cukup. Dengan demikian, hasil ini menjawab rumusan masalah bahwa *gravity wall* dengan parameter yang dirancang dapat memenuhi kriteria stabilitas yang ditetapkan. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan penggunaan simulasi numerik untuk memodelkan kondisi ekstrem dan efek dinamis dari operasional bandara.



Sumber: Penulis, Tahun 2025

Gambar. 4 Maket Dinding Penahan Tanah Tipe *Gravity wall*

Temuan dalam penelitian ini konsisten dengan studi Kuningsih dkk. (2022) dan Septiani et al. (2024) yang menunjukkan bahwa dinding *gravity wall* dapat memenuhi syarat stabilitas struktural apabila desain mempertimbangkan parameter tanah secara akurat. Namun, pendekatan dalam studi ini lebih kontekstual karena mempertimbangkan kondisi tanah pasir berlanau yang khas di kawasan tropis dengan potensi kejenuhan tinggi. Selain itu, berdasarkan praktik terbaik dalam desain infrastruktur bandara (ICAO, 2018), sistem drainase bawah permukaan menjadi komponen kunci dalam menjaga stabilitas jangka panjang. Oleh karena itu, integrasi data geoteknik lokal dengan pendekatan desain konvensional seperti yang dilakukan dalam studi ini dapat menjadi acuan penting dalam pengembangan dinding penahan di bandara dengan kondisi tanah lunak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan manual, dapat disimpulkan bahwa desain dinding penahan tanah tipe *gravity wall* pada kondisi tanah pasir berlanau di BIZAM, Mandalika, memenuhi kriteria stabilitas terhadap gaya guling, gaya geser, dan daya dukung tanah sesuai standar minimum SNI 8460:2017. Desain dengan tinggi 3 meter dan lebar dasar 3 meter menghasilkan faktor keamanan sebesar FS guling = 2,4; FS geser = 2,0; dan FS daya dukung = 3,9, yang seluruhnya berada di atas ambang batas aman. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap bidang teknik sipil dan geoteknik bandara dengan menunjukkan bahwa *gravity wall* tetap dapat diandalkan pada lingkungan dengan tanah lunak seperti pasir berlanau, asalkan perencanaan dilakukan berdasarkan data geoteknik lokal, serta dilengkapi dengan sistem drainase yang efektif untuk mengatasi potensi kejenuhan air. Hasil ini relevan untuk pengembangan infrastruktur bandara tropis yang menghadapi tantangan serupa. Namun demikian, penelitian ini masih terbatas pada pendekatan perhitungan manual tanpa simulasi numerik atau analisis dinamis. Oleh karena itu, studi lanjutan dengan metode pemodelan numerik dan evaluasi terhadap pengaruh beban dinamis dari operasional pesawat sangat disarankan untuk meningkatkan ketelitian desain dan keandalan struktur secara keseluruhan. Sebagai implikasi praktis dalam desain infrastruktur bandara, perencanaan dinding penahan tanah pada pasir berlanau mutlak membutuhkan sistem drainase bawah permukaan (*subdrain*) yang andal. Hal ini dikarenakan tingginya sensitivitas pasir berlanau terhadap kondisi jenuh air yang dapat menurunkan kuat geser tanah secara drastis. Untuk implementasi di lapangan, direkomendasikan penggunaan material timbunan bergradasi baik di area belakang dinding serta pengujian lebih lanjut menggunakan pemodelan numerik untuk mensimulasikan efek kombinasi dari curah hujan tinggi dan beban dinamis operasional pesawat.

REFERENSI

- Akbar, R., Sukmawati, U. S., & Katsirin, K. (2024). Analisis Data Penelitian Kuantitatif. *Jurnal Pelita Nusantara*, 1(3). <https://doi.org/10.59996/jurnalpelitanusantara.v1i3.350>
- Alsirawan, R., & Alnmr, A. (2023). Dynamic behavior of gravity segmental retaining walls. *Pollack Periodica*, 18(1). <https://doi.org/10.1556/606.2022.00722>
- Astuty, D. R., Sinaga, N. A., & Mardianis, M. (2023). Pengaturan Safety Management System Penerbangan Untuk Mewujudkan Keamanan Dan Keselamatan Di Bandara Halim Perdana Kusuma. *Jurnal Hukum Sehasen*, 9(2).
- Bachtiar, Y. S., Harisuseno, D., & Fidari, J. S. (2022). Prediksi Laju Infiltrasi Berdasarkan Sifat Porositas Tanah, Distribusi Butiran Pasir, dan Lanau. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(1). <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.01.12>
- Corrêa Pereira, A. C., Milne, D., & Timms, P. (2023). Investigation of the Aerotropolis Concept and Its Transferability Around the World. *Journal of Air Transport Management*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2022.102271>
- Dermawan, A., Syaiful, S., Alimuddin, A., & Fachruddin, F. (2022). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Desa Mekarjaya, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor).

- Rona Teknik Pertanian*, 15(2). <https://doi.org/10.17969/rtp.v15i2.27778>
- Fattah, M. Y., Hussein, H. H., Aswad, M. F., & Hamdi, R. E. (2024). Studying the lateral displacement of retaining wall supporting sandy soil under dynamic loads. *Open Engineering*, 14(1). <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0553>
- Ge, B., Ruan, H., Shu, S., Zhang, F., & Gao, Y. (2022). Effects of seismic amplification on the stability design of geosynthetic-reinforced soil walls. *Geotextiles and Geomembranes*, 50(5). <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2022.05.003>
- Ghozi, M., & Ifani Rizaldhy, A. (2023). Perbandingan Struktur Gedung Perkantoran BPR Delta Artha Dengan Desain Beban Gempa Statis Dan Dinamis Berdasarkan SNI 1729-2020. *INTER TECH*, 1(2). <https://doi.org/10.54732/i.v1i2.1060>
- Hanantyo, B., & Susanto, T. D. (2022). Kajian Potensi Penerapan Teknologi Smart Airport di Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta Indonesia. *is The Best Accounting Information Systems and Information Technology Business Enterprise this is link for OJS us*, 7 (1). <https://doi.org/10.34010/aisthebest.v7i1.7123>
- Jiao, P., Yang, L., Li, Z., Liu, C., Zheng, P., Tong, D., Chang, X., Tang, C., & Xiao, H. (2023). Responses of microbial community composition and respiration to soil moisture in eroded soil. *Applied Soil Ecology*, 181. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104662>
- Khalid, N., Derahman, A., Razali, R., & Kamaluddin, N. A. (2023). The Construction of a Gravity Retaining Wall to Prevent Landslides on the Grogol Kediri Highway. *UKaRsT*, 7(1). <https://doi.org/10.30737/ukarst.v7i1.4554>
- Kuili, S., S Aswathi, T., & S. Jakka, R. (2024). Probabilistic assessment of the seismic stability of gravity retaining wall. *Japanese Geotechnical Society Special Publication*, 10(15), 489–494. <https://doi.org/10.3208/jgssp.v10.os-4-08>
- Li, Z., & Xiao, S. (2023). Seismic Overall Stability of Embankment Slopes Retained by Multi-step Cantilever Retaining Walls Using Pseudo-Static Method. *Geotechnical and Geological Engineering*, 41(3). <https://doi.org/10.1007/s10706-023-02378-9>
- Mustafa, R., Samui, P., & Kumari, S. (2022). Reliability Analysis of Gravity Retaining Wall Using Hybrid ANFIS. *Infrastructures Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 7(9). <https://doi.org/10.3390/infrastructures7090121>
- Nasional, B. S. (2017). SNI 8460-2017. Dalam Standar Nasional Indonesia (Vol. 8460).
- Nugraha, R. (2020). Evaluasi Pengujian Ground Anchor Berdasarkan SNI 8460:2017, BS8081:1989, EN 1537:2013, DAN PTI DC35.1-14. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan*, 1(1). <https://doi.org/10.25105/jrltb.v1i1.7789>
- Pratama, B. B., Hendri, O., & Sarie, F. (2021). Analisis Peningkatan Nilai Kuat Geser Tanah Gambut Dengan Bahan Stabilitas Abu Ampas Tebu dan Kapur. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(2). <https://doi.org/10.31602/jk.v4i2.6439>
- Pratiwi, M., Fahriani, F., & Hambali, R. (2021). Pemetaan Konsistensi Tanah Menggunakan Sistem Informasi Geografis Berdasarkan Nilai Uji Penetrasi Kerucut (CPT). *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 10(1). <https://doi.org/10.36055/fondasi.v10i1.10606>
- Salsabila, G. A., Feranie, S., & Tohari, A. (2021). Karakteristik Sifat Fisik Tanah Residual Lereng Rawan Longsor Di Sidamukti, Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Fisika 7.0*.
- Septiani, V., Sukahir, S., Viktor, S., & Nabilah, A. A. (2024). Analisa Perancangan Dinding Penahan Tanah Terhadap Stabilitas Dan Daya Dukung Tanah Bandara. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 6(4). <https://doi.org/10.38035/rrj.v6i4.912>
- Syahputri, A. Z., Fallenia, F. Della, & Syafitri, R. (2023). Kerangka berfikir penelitian kuantitatif. *Tarbiyah: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pengajaran*, 2(1).

Xu, X. T., Liu, D. Q., Xian, Z. X., Yang, F., Jian, W. Bin, Xu, X., & Huang, J. Bin. (2022). Influence of Drying-Wetting Cycles on the Water Retention and Microstructure of Residual Soil. *Geofluids*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9948>