

PERBEDAAN DIMENSI DINDING PENAHAN TANAH ANTARA ANALISIS KONVENSIONAL DAN ANALISIS MODIFIKASI

**Studi Kasus : Efisiensi dan Akurasi Perhitungan Dinding Penahan Tanah Dengan Metode
Analisis Modifikasi.**

I Putu Bagus Purnama Dharma Putra¹, I.G.A.G Surya Negara Dwipa R.S²,

I Wayan Wiraga,³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Politeknik Negeri
Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali 80364

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan,
Kabupaten Badung, Bali 80364

E-mail : baguspurnama323@gmail.com

ABSTRACT

Infrastructure development in contour areas like Ubud, Bali, requires precise structural planning, especially for retaining walls (DPT) to ensure slope stability and building safety. This study compares the results of DPT planning between conventional analysis methods and modified analysis, focusing on structural dimensions and construction cost efficiency. The conventional method uses a static approach based on Rankine's theory, while the modified method integrates additional variables like soil-structure interaction and groundwater conditions, aided by analysis software. A case study was conducted on the Villa Granada project in Banjar Sembuwuk, Gianyar, Bali. Calculations were performed for stability against overturning, shear, and soil bearing capacity, as well as cost analysis for each method. The results show that the modified method with slimmer structural dimensions still meets structural safety requirements with a safety factor value > 1.5 . The base width of the DPT was reduced from 2 meters to 1 meter, significantly impacting material volume reduction and cost efficiency up to 46%. Thus, the modified method is proven to be more efficient and accurate, making it suitable for construction projects in areas with challenging soil conditions.

Keywords: retaining wall, conventional analysis, modified analysis, cost efficiency, slope stability.

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur di daerah berkontur seperti Ubud, Bali, memerlukan perencanaan struktur yang tepat, khususnya pada dinding penahan tanah (DPT) untuk menjamin kestabilan lereng dan keamanan bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil perencanaan DPT antara metode analisis konvensional dan analisis modifikasi, dengan fokus pada dimensi struktur dan efisiensi biaya konstruksi. Metode konvensional menggunakan pendekatan statis berdasarkan teori Rankine, sedangkan metode modifikasi mengintegrasikan variabel tambahan seperti interaksi tanah-struktur dan kondisi air tanah, dengan bantuan perangkat lunak analisis. Studi kasus dilakukan pada proyek Villa Granada di Banjar Sembuwuk, Gianyar, Bali. Perhitungan dilakukan terhadap kestabilan guling, geser, dan daya dukung tanah, serta analisis biaya dari masing-masing metode. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode modifikasi dengan dimensi struktur yang lebih ramping tetap memenuhi syarat keamanan struktur dengan nilai faktor

keamanan > 1,5. Lebar dasar DPT yang semula 2 meter dapat diperkecil menjadi 1 meter, yang berdampak signifikan terhadap pengurangan volume material dan efisiensi biaya hingga 46%. Dengan demikian, metode modifikasi terbukti lebih efisien dan akurat, serta layak diterapkan pada proyek-proyek konstruksi di daerah yang memiliki kondisi tanah yang menantang.

Kata kunci: dinding penahan tanah, analisis konvensional, analisis modifikasi, efisiensi biaya, kestabilan lereng

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di daerah berkontur seperti Ubud, Bali, menuntut perencanaan struktur yang cermat untuk menjamin kestabilan lereng dan keamanan bangunan jangka panjang. Dinding penahan tanah (DPT) merupakan elemen krusial dalam proyek-proyek semacam ini, namun metode perencanaannya seringkali menjadi tantangan antara efektivitas struktural dan efisiensi biaya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan secara kuantitatif hasil desain DPT antara metode analisis konvensional dan metode analisis modifikasi, dengan mengambil studi kasus pada proyek pembangunan Villa Granada di Kabupaten Gianyar, sebuah lokasi yang merepresentasikan tantangan topografi Bali. Metode konvensional yang umum digunakan dalam praktik rekayasa sipil mengacu pada teori tekanan tanah Rankine. Meskipun sederhana dan cepat dalam kalkulasi, pendekatan ini memiliki keterbatasan signifikan karena asumsi-asumsinya yang konservatif. Metode ini cenderung mengabaikan variabel-variabel spesifik lokasi seperti interaksi tanah-struktur dan kondisi air tanah yang dinamis, sehingga seringkali menghasilkan dimensi struktur yang masif dan berlebihan. Akibatnya, terjadi pemborosan material dan pembengkakan biaya konstruksi yang sebenarnya dapat dihindari. Sebagai alternatif, metode analisis modifikasi menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif dan akurat. Dengan memanfaatkan perangkat lunak analisis geoteknik modern, metode ini mampu mengintegrasikan berbagai variabel tambahan yang lebih realistis. Faktor-faktor seperti kohesi tanah, sudut geser internal, pengaruh muka air tanah, serta interaksi langsung antara struktur dinding dan massa tanah di belakangnya dapat disimulasikan secara lebih detail. Hal ini membuka peluang untuk menghasilkan desain yang lebih optimal dan efisien tanpa mengorbankan standar keamanan. Fokus utama penelitian ini adalah melakukan analisis perbandingan yang mendalam antara kedua metode tersebut. Parameter yang dievaluasi meliputi perbedaan dimensi DPT yang dihasilkan, perbandingan rinci faktor keamanan terhadap stabilitas guling (overturning), geser (sliding), dan daya dukung tanah (bearing capacity). Selain itu, penelitian ini juga akan melakukan evaluasi efisiensi biaya konstruksi secara menyeluruh, mencakup perhitungan volume material, estimasi biaya tenaga kerja, dan total anggaran yang dibutuhkan untuk masing-masing desain. Melalui studi kasus pada proyek Villa Granada, penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti

empiris mengenai keunggulan metode modifikasi. Hasilnya ditujukan untuk menjadi panduan teknis yang bermanfaat bagi para perencana, insinyur, dan praktisi konstruksi dalam memilih metode analisis yang tidak hanya aman, tetapi juga lebih akurat, efisien, dan ekonomis. Pada akhirnya, penelitian ini diharapkan dapat mendukung praktik pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan di Bali dan wilayah lain dengan karakteristik geografis serupa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode deskriptif kuantitatif untuk menganalisis dan membandingkan hasil desain dinding penahan tanah. Lokasi studi kasus adalah proyek pembangunan Villa Granada di Banjar Sembuwuk, Desa Pejeng Kaja, Kabupaten Gianyar, Bali. Pengumpulan data dilakukan melalui dua pendekatan utama. Pertama, studi literatur digunakan untuk mengkaji teori-teori relevan, standar desain, dan penelitian terdahulu mengenai analisis dinding penahan tanah. Kedua, observasi lapangan dan analisis dokumen proyek dilakukan untuk memperoleh data primer, seperti karakteristik dan parameter tanah di lokasi, serta data sekunder dari laporan teknis dan gambar desain yang ada. Data yang telah terkumpul kemudian dianalisis menggunakan simulasi perhitungan untuk dua skenario: metode analisis konvensional (berdasarkan teori Rankine) dan metode analisis modifikasi (menggunakan perangkat lunak dengan variabel yang lebih kompleks). Hasil dari kedua simulasi tersebut kemudian dibandingkan secara kuantitatif untuk mengevaluasi perbedaan dimensi, tingkat faktor keamanan (stabilitas guling, geser, dan daya dukung), serta efisiensi biaya konstruksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

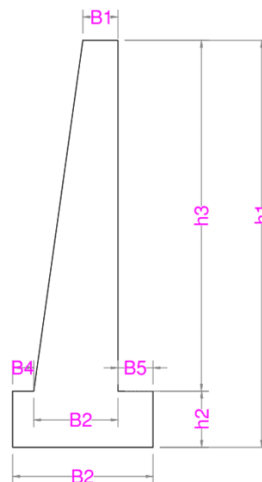
Perhitungan untuk kedua metode analisis didasarkan pada data karakteristik tanah yang sama untuk memastikan perbandingan yang objektif. Data ini diperoleh dari pengujian laboratorium dan observasi lapangan di lokasi proyek Villa Granada, Gianyar, Bali. Parameter tanah yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Perhitungan Dinding Penahan Tanah

Data	Notasi	Besaran	Satuan
Cohesi	c	0.64	t/m ²
Berat volume tanah		1.675	t/m ³
Berat volume beton		2.4	t/m ³
sudut geser	Φ	32.52	derajat

Sudut geser tanah dengan DPT $\phi = 2/3 \Phi$ 21.68 derajat

Analisis konvensional dilakukan dengan menggunakan pendekatan statis berdasarkan teori tekanan tanah Rankine. Dimensi awal DPT ditetapkan melalui beberapa percobaan hingga ditemukan desain yang memenuhi faktor keamanan (FK) minimum, yaitu $FK > 1,5$. Dimensi DPT yang digunakan untuk analisis konvensional ditunjukkan pada Gambar 1 dan Tabel 2.

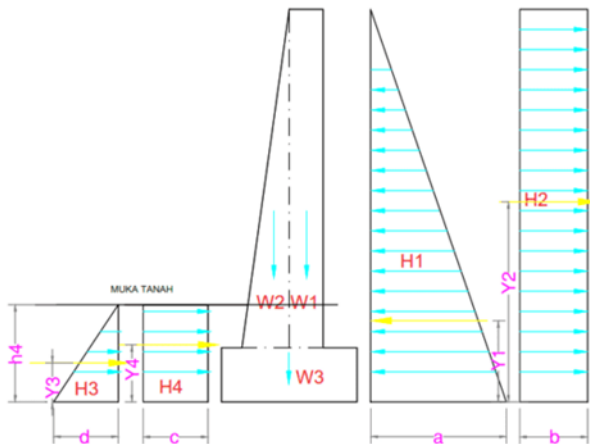


Gambar 1 Perencanaan Dinding Penahan Tanah Metode Konvensional

Tabel 2 Percobaan Dimensi Dinding Penahan Tanah

Notasi	Besaran	Satuan
h1	6	m
h2	0.8	m
h3	5.2	m
B1	0.4	m
B2	2	m
B3	1.2	m
B4	0.3	m
B5	0.5	m

Berdasarkan dimensi tersebut, dilakukan perhitungan koefisien tekanan tanah aktif ($K_a = 0,299$) dan tekanan tanah pasif ($K_p = 3,325$). Selanjutnya, dihitung gaya-gaya yang bekerja pada dinding, termasuk tekanan tanah aktif, tekanan tanah pasif, dan berat sendiri struktur DPT, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4.2.



Gambar 2 Tekanan Tanah Metode Analisis Konvensional

Analisis stabilitas dilakukan terhadap tiga aspek utama: guling (overturning), geser (sliding), dan daya dukung tanah (bearing capacity).

1. Stabilitas Terhadap Guling: Analisis ini membandingkan momen penahan (M_t) dengan momen guling (M_g). Dari perhitungan, diperoleh total momen guling sebesar 18,03 ton meter dan total momen penahan sebesar 32,34 ton meter. Angka keamanan yang dihasilkan adalah:

$$FK = \frac{M_t}{M_g} = \frac{31,06}{18,03}$$

$$= 1,79 > 1,5 \text{ OK}$$

2. Stabilitas Terhadap Geser: Analisis ini membandingkan total gaya penahan geser ($\sum R_h$) dengan total gaya penggeser ($\sum P_h$). Total gaya geser yang bekerja adalah 9,015 ton, sedangkan total gaya penahan geser adalah 18,078 ton. Angka keamanan yang dihasilkan adalah:

$$FK = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} = \frac{18,08}{9,015}$$

$$= 2,01 > 1,5 \text{ OK}$$

3. Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah: Analisis ini membandingkan daya dukung ultimit tanah (q_{ult}) dengan tegangan maksimum (σ_{max}) yang terjadi di dasar pondasi. Berdasarkan perhitungan dengan rumus Terzaghi, daya dukung ultimit tanah adalah 94,493 t/m², sementara tegangan maksimum yang bekerja adalah 11,634 t/m². Angka keamanan yang dihasilkan adalah:

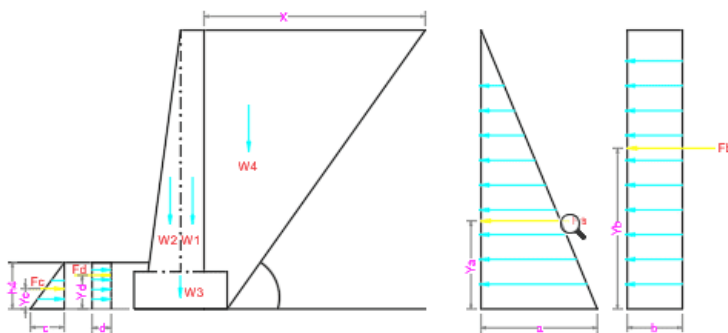
$$FK = \frac{q_{ult}}{q_{maks}}$$

$$FK = \frac{94,493}{11.634}$$

$$= 8,12 > 1,5 \text{ OK}$$

Dari hasil analisis konvensional, disimpulkan bahwa dimensi DPT dengan lebar dasar 2 meter telah memenuhi semua persyaratan keamanan

Metode modifikasi menggunakan pendekatan yang lebih maju dengan memperhitungkan interaksi tanah-struktur, di mana berat baji tanah di belakang dinding turut diperhitungkan sebagai bagian dari momen penahan. Analisis dilakukan dalam dua tahap: pertama menggunakan dimensi yang sama dengan metode konvensional untuk perbandingan langsung, dan kedua menggunakan dimensi yang lebih ramping untuk optimasi. Menggunakan dimensi yang sama seperti pada Tabel 4.2, perhitungan stabilitas diulang dengan metode modifikasi. Perbedaan utama terletak pada perhitungan tekanan tanah aktif, di mana gaya lateral yang dihasilkan lebih kecil karena memperhitungkan berat baji tanah.



Gambar 3 Perencanaan Dinding Penahan Tanah Metode Modifikasi

Hasil perhitungan stabilitas menunjukkan angka keamanan yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode konvensional:

1. Stabilitas Terhadap Guling: Momen guling yang dihasilkan lebih kecil, yaitu 9,01 ton meter, sementara momen penahan tetap sama. Angka keamanannya menjadi:

$$FK = \frac{Mt}{Mg}$$

$$= \frac{32,34}{18,03}$$

$$= 3,59 > 1,5 \text{ OK}$$

2. Stabilitas Terhadap Geser: Gaya geser total berkurang menjadi 4,507 ton. Angka keamanannya menjadi:

$$FK = \frac{\sum Rh}{\sum Ph}$$

$$= \frac{18,08}{4,507}$$

$$= 4,01 > 1,5 \text{ OK}$$

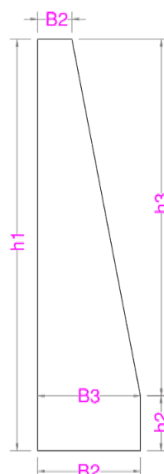
3. Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah: Angka keamanan daya dukung tanah juga meningkat signifikan menjadi $10,04 > 1,5$ (OK)

$$FK = \frac{q_{ult}}{W/A}$$

$$FK = \frac{94,493}{9,408}$$

$$= 10,04 > 1,5 \text{ OK}$$

Angka keamanan yang sangat tinggi ini menunjukkan bahwa desain yang dihasilkan oleh metode konvensional bersifat *overdesign* jika dianalisis menggunakan metode modifikasi yang lebih realistis. Berdasarkan hasil sebelumnya, dilakukan optimasi dengan memperkecil dimensi DPT. Lebar dasar dinding (B2) dikurangi dari 2 meter menjadi 1 meter, dan lebar atas (B1) dikurangi dari 0,4 meter menjadi 0,3 meter.

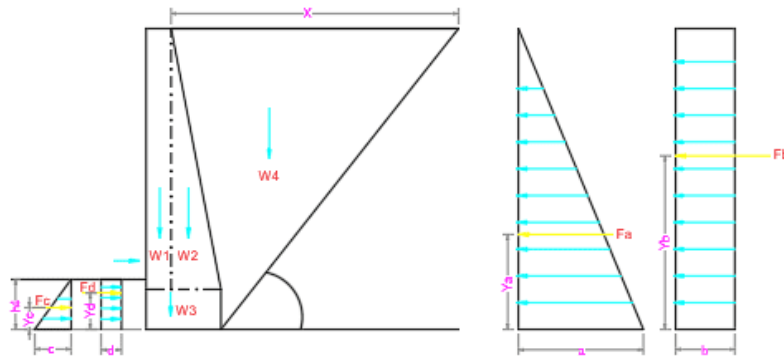


Gambar 4 Perencanaan Dinding Penahan Tanah Metode Konvensional

Tabel 3 Percobaan Dimensi Dinding Penahan Tanah

notasi	besaran	satuan
h1	6	m
h2	0.8	m
h3	5.2	m
h4	1	m
B1	0.3	m
B2	1	m
B3	1	m

Dengan dimensi yang lebih ramping ini, analisis stabilitas metode modifikasi diulang.



Gambar 5 Perencanaan Dinding Penahan Tanah Metode Modifikasi

Hasil analisis stabilitas untuk dimensi yang telah dioptimalkan adalah sebagai berikut:

1. Stabilitas Terhadap Guling: Momen guling tetap 9,01 ton meter , namun momen penahan berkurang karena berat struktur yang lebih ringan, menjadi 18,25 ton meter. Angka keamanannya adalah:

$$FK = \frac{Mt}{Mg}$$

$$= \frac{18,25}{9,01}$$

$$= 2,02 > 1,5 \text{ OK}$$

2. Stabilitas Terhadap Geser: Gaya penahan geser berkurang menjadi 13,95 ton. Angka keamanannya adalah:

$$FK = \frac{\sum Rh}{\sum Ph}$$

$$= \frac{13,95}{4,507}$$

$$= 3,09 > 1,5 \text{ OK}$$

3. Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah: Daya dukung ultimit tanah untuk lebar dasar 1 meter adalah 77,994 t/m² , dan tegangan di bawah pondasi adalah 10,032 t/m². Angka keamanannya adalah:

$$FK = \frac{q_{ult}}{W/A}$$

$$FK = \frac{82,943}{10,032}$$

$$= 7,77 > 1,5 \text{ OK}$$

Hasil ini membuktikan bahwa metode modifikasi dapat menghasilkan desain DPT yang jauh lebih ramping namun tetap memenuhi semua kriteria keamanan yang disyaratkan.

Perbedaan dimensi yang signifikan antara kedua metode berdampak langsung pada volume material dan biaya konstruksi. Analisis biaya dilakukan untuk pekerjaan beton per meter panjang dinding.

**RENCANA ANGGARAN BIAYA DINDING PENAHAN TANAH
DENGAN METODE ANALISIS KONVENSIONAL**

No.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	VOL.	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
<i>I.</i>	PEKERJAAN BETON				
1	Pekerjaan beton dinding penahan tanah	m ³	5.76	1,668,750	9,612,000.00

|

**RENCANA ANGGARAN BIAYA DINDING PENAHAN TANAH
DENGAN METODE ANALISIS MODIFIKASI**

No.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	VOL.	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
<i>I.</i>	PEKERJAAN BETON				
1	Pekerjaan beton dinding penahan tanah	m ³	4.18	1,668,750	6,975,375.00

KESIMPULAN

Perhitungan analisis konvensional menghasilkan nilai faktor keamanan terhadap guling = $1,79 > 1,5$ (OK), faktor keamanan terhadap geser = $2,01 > 1,5$ (OK), dan faktor keamanan terhadap daya dukung tanah = $8,12 > 1,5$ (OK). Perhitungan analisis modifikasi menggunakan dimensi yang sama dengan metode konvensional menghasilkan nilai faktor keamanan terhadap guling = $3,59 > 1,5$ (OK), faktor keamanan terhadap geser = $4,01 > 1,5$ (OK), dan faktor keamanan terhadap daya dukung tanah = $10,04 > 1,5$ (OK). Hal ini menunjukkan bahwa metode modifikasi memberikan hasil yang lebih presisi dan realistis meskipun menggunakan dimensi yang sama dengan analisis konvensional. Namun, struktur tersebut tetap dianggap overdesign karena dimensi tersebut masih dapat diperkecil dengan tetap memenuhi persyaratan kestabilan. Dengan memperhitungkan dimensi pada metode modifikasi, dimensi dinding penahan tanah bisa diperkecil secara signifikan (contoh: lebar atas dinding penahan tanah yang ukuran awalnya dari 0,4meter berkurang menjadi 0,3meter dan lebar dasar dinding penahan tanah yang ukuran awalnya dari 2 meter berkurang menjadi 1 meter). Hasil perhitungan tetap memenuhi syarat keamanan dengan nilai faktor keamanan terhadap guling = $2,02 > 1,5$ (OK), faktor keamanan terhadap geser = $3,09 > 1,5$ (OK), dan faktor keamanan terhadap daya dukung tanah = $7,79 > 1,5$ (OK). Dengan pengurangan dimensi ini, volume material yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit, sehingga berpengaruh langsung pada efisiensi biaya konstruksi. Dari segi

efisiensi biaya jika menggunakan perhitungan metode analisis konvensional biaya yang dihabiskan sebesar RP. 9,612,000,00 per meter³ Sedangkan pada penggunaan perhitungan metode analisis modifikasi biaya yang dihabiskan sebesar RP. 6,975,375,00 per meter³. Dari perbandingan biaya tersebut penggunaan metode analisis modifikasi ini dapat menghemat biaya sebesar RP. 2,636,625,00. Dari selisih biaya tersebut, penghematan biaya yang dihasilkan menggunakan metode analisis modifikasi sebesar 27,43%

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Irawan, “Studi perbandingan perhitungan stabilitas dinding penahan tanah antara metode konvensional dan metode elemen hingga,” no. 227, 2017, [Online]. Available: <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/2095>
- [2] Ninla Elmawati Falabiba, “Dinding Penahan Tanah,” *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, pp. 5–28, 2019.
- [3] Annarose, Y. P. Manaha, E. Andrian Yudianto, and E. Priskasari, “Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Pada Jalan Soekarno-Hatta Kilometer 48 Samarinda-Balikpapan,” *Student J. GELAGAR*, vol. 5, no. 1, pp. 23–31, 2023.
- [4] M. A. Ikrimah, H. Sutanto, and E. Budiman, “Studi Penanganan Longsor Dengan Beberapa Alternatif Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus : Area Gedung Politeknik Balikpapan),” *J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 30–43, 2020, [Online]. Available: <https://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TS/article/view/5236>
- [5] Asiva Noor Rachmayani, “No Title,” p. 6, 2015.
- [6] M. Kalalo, J. H. Ticoh, and A. T. Mandagi, “Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Sekitar Areal Pt. Trakindo, Desa Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara),” *J. Sipil Statik*, vol. 5, no. 5, pp. 285–294, 2017.