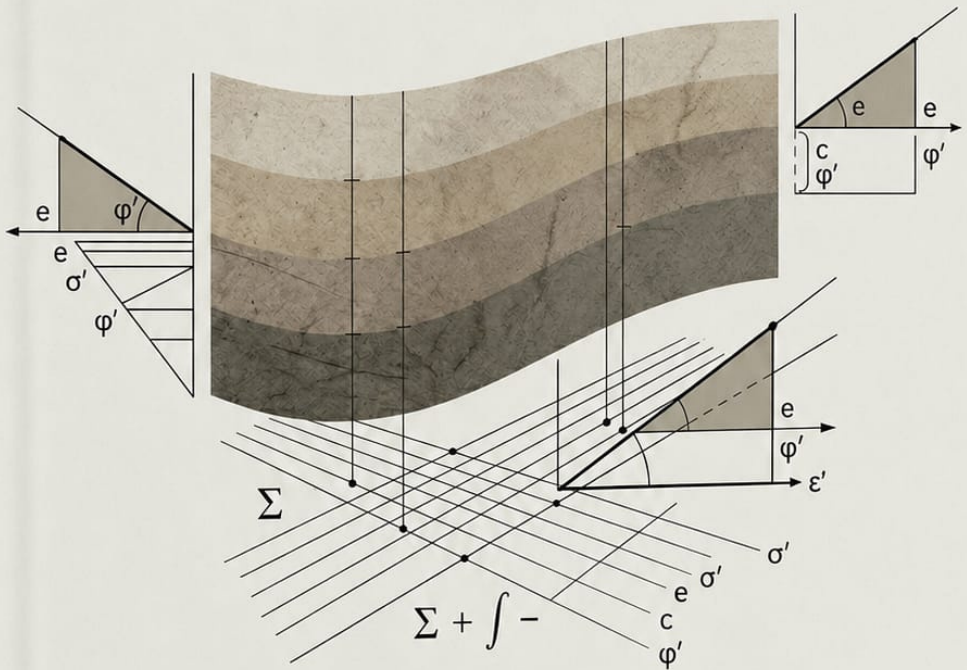


TANAH BICARA, KAMU YANG HITUNG

Pengantar Mekanika Tanah



1. Ir. H. JOHAN BUDIMAN., S.T., M.M., Ph.D
2. Ir. LADIKA., ST., MT | 3. EDY JUNAEDI., Ph.D.

Editor : Fatihatul Firda Muhimmah

TANAH BICARA, KAMU YANG HITUNG
Pengantar Mekanika Tanah

Penulis :

Ir.H.Johan Budiman.,ST.,MM.,Ph.D

Ir. LADIKA., ST., MT

Edy Junaedi.,Ph.D



TANAH BICARA, KAMU YANG HITUNG

Pengantar Mekanika Tanah

Penulis : Ir.H.Johan Budiman.,ST.,MM.,Ph.D, Ir. LADIKA., ST., MT,
Edy Junaedi.,Ph.D
Editor : Fatihatul Firda Muhimmah
Setting & layout : DSI Press
Desain cover : DSI Press
ISBN : 978-634-7749-06-2
Link : www.dutasains.com
Ukuran : Unesco
Halaman : vi, 370
Terbit : Juni 2026

Hak Penerbitan ada pada CV. Duta Sains Indonesia

Hak Cipta di lindungi Undang-undang Dilarang mengutip,
memperbanyak dan menerjemahkan sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa se-izin penerbit dari CV. Duta Sains Indonesia



Sedati Agung 3 RT 07 RW 03 Kec. Sedati Kab. Sidoarjo

Jawa Timur - Indonesia

Telp. 0877-5551-0658

E-mail : dutasainsindonesia@gmail.com

Website: www.dutasains.com

KATA PENGANTAR

Tanah Bicara, Kamu yang Hitung

Mekanika Tanah: Pendekatan Sederhana pada Rembesan, Konsolidasi, Kekuatan Geser, Stabilitas Lereng, dan Daya Dukung Pondasi

Setiap insinyur sipil yang pernah berdiri di tepi lubang galian sedalam 5 meter, menyaksikan dinding tanah yang tiba-tiba retak dan ambrol, tahu persis satu kebenaran fundamental: **Tanah tidak pernah diam. Ia selalu bergerak, selalu mendorong, selalu berusaha menemukan keseimbangannya.** Dan di saat-saat kritis itu, tanah "bicara" — dalam bahasa tekanan air pori yang naik tiba-tiba, dalam bahasa retakan rambut yang menjalar diam-diam, dalam bahasa penurunan yang tak terlihat namun pasti.

Buku ini lahir dari keyakinan bahwa **mekanika tanah bukanlah ilmu yang rumit dan menakutkan.** Ia adalah ilmu yang indah, logis, dan — yang terpenting — dapat dipahami dengan pendekatan yang sederhana dan sistematis. Penulis telah menyaksikan sendiri bagaimana mahasiswa pascasarjana yang cerdas sekalipun sering tersesat dalam belantara rumus dan asumsi, melupakan bahwa inti dari mekanika tanah sebenarnya sangat sederhana: **Memahami bagaimana air, udara, dan partikel padat berinteraksi dalam suatu sistem tiga fase, dan bagaimana interaksi itu menentukan perilaku tanah di bawah beban.**

Data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat bahwa sepanjang tahun 2022-2024, Indonesia mengalami lebih dari 1.500 kejadian tanah longsor setiap tahunnya, dengan puncak terjadi pada bulan Februari 2024 sebanyak 262 kejadian dalam satu bulan. Di balik angka-angka ini tersimpan pertanyaan mendasar: **Berapa banyak dari longsor ini yang sebenarnya dapat diprediksi dan dicegah jika prinsip-prinsip mekanika tanah diterapkan dengan benar?** Bukan rahasia lagi bahwa banyak pembangunan di Indonesia masih

mengabaikan aspek geoteknik, menganggap tanah sebagai "kotoran biasa" yang bisa dipaksa menahan beban berapa pun.

Fakta ilmiah menunjukkan sebaliknya. Penelitian yang dipublikasikan dalam *Journal of Degraded and Mining Lands Management* (2025) mengungkapkan bahwa penerapan **biopores** — lubang-lubang alami yang dibuat oleh akar dan fauna tanah — dapat meningkatkan permeabilitas tanah Ultisol di perkebunan kelapa sawit dari 0,5 cm/jam menjadi 3,8 cm/jam. Ini adalah peningkatan hampir 8 kali lipat! Artinya, tanah yang kita anggap seragam ternyata memiliki "jalan tol" tersembunyi untuk aliran air. Memahami hal ini bukan hanya soal akademik, tetapi soal keselamatan dan keberlanjutan.

Buku ini disusun dalam 14 bab yang mengalir secara logis, dimulai dari yang paling fundamental — **sifat dasar tanah** — hingga yang paling aplikatif — **desain pondasi dan perbaikan tanah**. Setiap bab dirancang dengan pendekatan "satu konsep per satu waktu", dilengkapi dengan contoh soal yang diselesaikan langkah demi langkah, serta wawasan dari penelitian terkini yang terindeks Scopus.

Di Bab 1, kita akan belajar bahwa tanah bukan sekadar kotoran, melainkan sistem tiga fase yang kompleks. Di Bab 2, kita akan mengenal "kode genetik" tanah melalui batas-batas Atterberg. Di Bab 3, kita akan memberi nama pada tanah melalui sistem klasifikasi USCS dan AASHTO. Bab 4 membawa kita menyelami Hukum Darcy — fondasi dari semua analisis rembesan. Bab 5 mengajarkan kita membaca "peta tersembunyi" aliran air melalui jaring arus.

Bab 6 adalah jantung dari mekanika tanah modern: **prinsip tegangan efektif Terzaghi**, yang ditemukan pada tahun 1923 dan hingga kini menjadi fondasi pemahaman perilaku tanah. Bab 7 membahas bagaimana beban menyebar ke dalam tanah. Bab 8 menjelaskan mengapa tanah lempung "belajar mengalah" dengan lambat melalui konsolidasi. Bab 9 mengupas kekuatan geser — kapan tanah mulai "menyerah". Bab 10 membahas tekanan lateral yang mendorong dinding penahan. Bab 11 membawa kita ke dunia stabilitas lereng, di mana kita akan memahami mengapa bukit tiba-tiba longsor. Bab 12 dan 13 membahas pondasi

dangkal dan dalam — "telapak kaki" bangunan. Dan Bab 14 adalah puncaknya: aplikasi pascasarjana yang mengintegrasikan semua konsep dalam kasus-kasus nyata.

Penelitian pada Proyek Tol Semarang-Demak menunjukkan bahwa penggunaan **Prefabricated Vertical Drain (PVD)** dan vacuum preloading mampu mempercepat konsolidasi tanah lunak dari puluhan tahun menjadi hanya 30 hari, dengan penurunan total mencapai 3,10 meter. Ini adalah contoh nyata bagaimana pemahaman mekanika tanah yang baik menghasilkan solusi konstruksi yang cepat, aman, dan ekonomis. Buku ini tidak menuntut Anda menjadi ahli matematika atau fisikawan. Yang diperlukan hanyalah **rasa ingin tahu, ketelitian, dan kemauan untuk mendengarkan apa yang "dikatakan" oleh tanah**. Setiap rumus yang disajikan telah disederhanakan tanpa menghilangkan esensinya. Setiap tabel dan grafik dirancang agar mudah diikuti. Setiap contoh soal dipilih untuk merepresentasikan masalah yang benar-benar Anda hadapi di lapangan.

Penulis menyadari bahwa mekanika tanah adalah ilmu yang terus berkembang. Teori Boussinesq yang dikembangkan pada tahun 1885 masih kita gunakan hingga kini, tetapi kini hadir metode elemen hingga yang mampu memodelkan tanah dengan anisotropi dan non-linearitas yang kompleks. Yang terpenting bukanlah menghafal rumus, tetapi **memahami asumsi di balik rumus** — kapan rumus itu berlaku, dan kapan kita harus beralih ke metode yang lebih canggih. Akhir kata, selamat membaca, selamat menghitung, dan selamat mendengarkan "bisikan" tanah. Karena pada akhirnya, tanah tidak pernah berbohong. Ia selalu jujur tentang siapa dirinya. Tugas kitalah untuk mendengarkan dengan benar.

"Tanah Bicara, Kamu yang Hitung" — judul ini bukan sekadar motto. Ini adalah panggilan untuk menjadi insinyur yang tidak hanya mengandalkan perangkat lunak dan rumus jadi, tetapi yang benar-benar memahami bahasa tanah, sehingga mampu menerjemahkannya menjadi struktur yang aman, kokoh, dan berkelanjutan.

Kota Tangerang, April 2026

Penulis

DAFTAR ISI

COVER

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN BALIK JUDUL ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI vii

Bab 1: Tanah Bukan Sekedar Kotoran – Sifat Dasar yang Menentukan

1.1 Fase Tanah: Padat, Air, Udara – Model Kue Lapis 2

1.2 Berat Volume, Kadar Air, Angka Pori 5

1.3 Derajat Kejenuhan dan Berat Jenis – Logika Sederhana dari
Timbangan 12

1.4 Latihan Soal 16

Bab 2: Batas-Batas Atterberg – Kapan Tanah Berubah Watak

2.1 Batas Cair: Tes Cawan Casagrande yang Mudah Dibayangkan ... 26

2.2 Batas Plastis dan Batas Susut – Analogi Tanah 32

2.3 Indeks Plastisitas dan Aktivitas Tanah – Kode Genetik Tanah 36

2.4 Perhitungan Cepat: Klasifikasi Tanah dengan Grafik Plastisitas ... 41

Bab 3: Klasifikasi Tanah (USCS & AASHTO) – Memberi Nama pada Tanah

3.1 Dasar Klasifikasi: Butir Kasar vs Butir Halus 51

3.2 Diagram Alir Sederhana untuk USCS 58

3.3 AASHTO untuk Jalan Raya 66

3.4 Contoh Perhitungan: Mengubah Data Laboratorium 73

Bab 4: Aliran Air dalam Tanah (Permeabilitas) – Rahasia Tanah yang ‘Bernapas’

4.1 Hukum Darcy: Air Mengalir Lambat Bukan Salah 83

4.2 Uji Permeabilitas Falling Head & Constant Head 91

4.3 Faktor Bentuk dan Gradien Hidrolik – Perhitungan	96
4.4 Soal Terapan: Debit Rembesan pada Bendungan Kecil	103

Bab 5: Rembesan dan Jaring Arus – Menggambar Aliran Air Bawah Tanah

5.1 Konsep Jaring Arus: Kotak-Kotak Ajaib	112
5.2 Debit Rembesan dari Gambar Sederhana	122
5.3 Tekanan Air Pori dan Gaya Rembesan	127
5.4 Perhitungan Cepat: Stabilitas terhadap Piping	132

Bab 6: Tegangan Efektif – Jantung Mekanika Tanah

6.1 Tegangan Total, Pori, Efektif	142
6.2 Tegangan Efektif Akibat Berat Tanah Sendiri	148
6.3 Pengaruh Muka Air dan Kapilaritas	154
6.4 Latihan Soal: Profil Tanah Berlapis dengan 3 Kotak Ajaib	159

Bab 7: Beban Terbagi Rata & Tegangan di Dalam Tanah – Jejak Beban

7.1 Beban Terpusat	169
7.2 Beban Lajur Memanjang	176
7.3 Beban Empat Persegi Panjang	182
7.4 Contoh Perhitungan	185

Bab 8: Penurunan Konsolidasi – Tanah yang Lambat Mengalah

8.1 Apa Itu Konsolidasi?	197
8.2 Hitung Penurunan Primer (S_c) dengan Rumus C_c , C_r , e_0	203
8.3 Waktu Konsolidasi (Uji Oedometer ke T_v) – Pakai Grafik Saja	209
8.4 Soal Terapan: Prediksi Penurunan Timbunan Jalan	214

Bab 9: Kekuatan Geser Tanah – Saat Tanah Mulai ‘Nyerah’

9.1 Kriteria Mohr-Coulomb: Kohesi dan Sudut Geser (c & ϕ)	225
9.2 Uji Triaksial: UU, CU, CD – Pilih yang Cocok untuk Kasus	231

9.3 Uji Geser Langsung dan Vane Shear – Alternatif	239
9.4 Hitungan Cepat	243

Bab 10: Tekanan Tanah Lateral – Dorongan dari Samping

10.1 Tekanan Saat Diam (K_0) – Tanah yang Diam	252
10.2 Tekanan Aktif Rankine – Tanah Mendorong Dinding	257
10.3 Tekanan Pasif – Tanah Menahan Dorongan	262
10.4 Contoh Perhitungan	267

Bab 11: Stabilitas Lereng – Ketika Bukit Tak Mau Diam

11.1 Penyebab Longsor: Air, Sudut, dan Beban	277
11.2 Metode Bidang Licin Datar – Hitungan Manual 5 Menit	282
11.3 Metode Irisan Bishop Sederhana – Tabel Perhitungan	286
11.4 Latihan: Hitung Faktor Keamanan Lereng Tanpa Software	293

Bab 12: Pondasi Dangkal – Menjejakkan Kaki dengan Aman

12.1 Daya Dukung Ultimit Terzaghi – Rumus 3 Suku	305
12.2 Faktor Keamanan dan Tekanan Kontak	311
12.3 Pengaruh Muka Air dan Beban Miring – Koreksi	315
12.4 Soal: Desain Pondasi Telapak 2m x 2m	318

Bab 13: Pondasi Dalam (Tiang Pancang & Bor) – Mencari Tanah Keras di Bawah

13.1 Daya Dukung Ujung vs Lekatan – Dua Sumber Kekuatan	329
13.2 Rumus Meyerhof dan Luciano Decourt	334
13.3 Uji SPT untuk Tiang – Koreksi yang Tidak Rumit	337
13.4 Hitungan Kelompok Tiang: Efisiensi dan Penurunan	341

Bab 14: Aplikasi Pascasarjana – Dari Perhitungan ke Keputusan

14.1 Kasus 1: Timbunan di Atas Tanah Lunak	352
14.2 Kasus 2: Dinding Penahan dengan Gempa	357

14.3 Kasus 3: Instrumentasi Lapangan – Memantau.....	361
14.4 Tugas Akhir Bab: Proyek Mini Analisis Tanah	365