

KONSOLIDASI TANAH

Prinsip perhitungan

DR. IR. NURLY GOFAR, MSCE

2

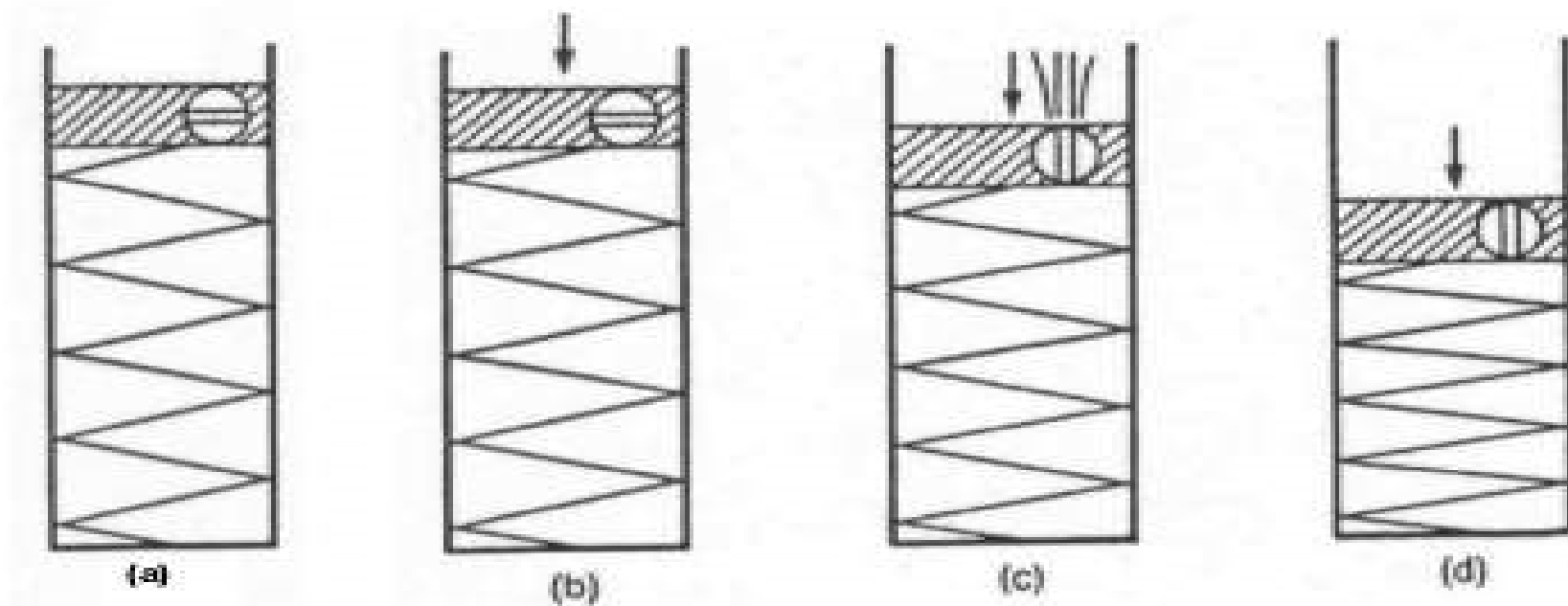
Penurunan akibat konsolidasi

Dari pembahasan sebelum ini, komponen terbesar dari penurunan pondasi / tanah (*terutama untuk tanah lempung*) adalah yang diakibatkan oleh proses konsolidasi. Penurunan akibat konsolidasi bersifat:

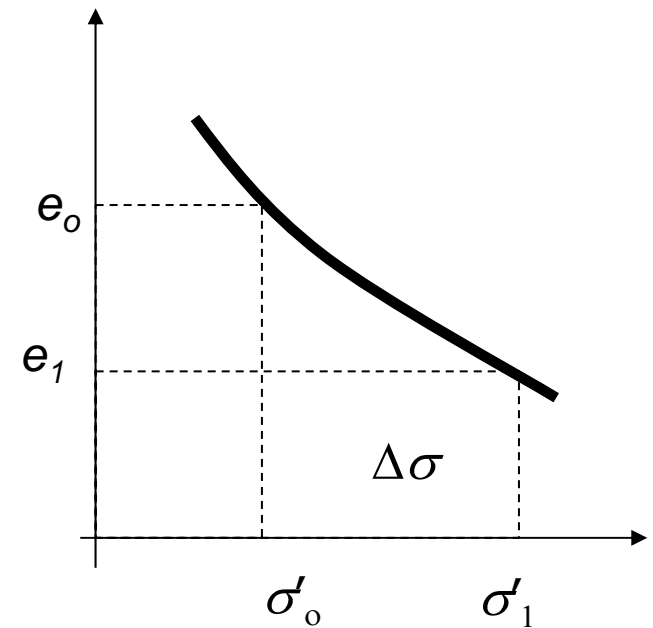
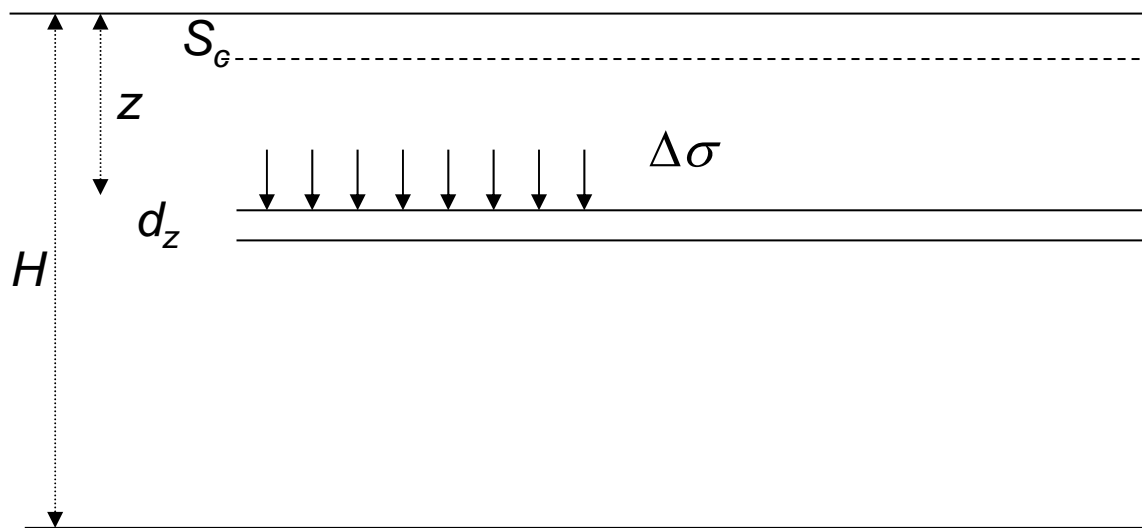
- **Non-linear & irreversible** (plastis)
- **Time dependent** (berlangsung lama) → **Rate of settlement**
- Diakibatkan oleh keluarnya air dari rongga tanah (**dissipation of pore water pressure**) karena volume air tidak dapat berubah (**water is incompressible**)

Penurunan akibat konsolidasi

(a) Bejana berisi air dan pegas (pegas menggambarkan struktur tanah) sebagai ilustrasi tanah jenuh air (b) Diberikan beban di atas penutup bejana (katup dalam posisi tertutup) (c) Katup dibuka sehingga air keluar melalui katup (d) Beban sepenuhnya ditahan oleh pegas → Deformasi

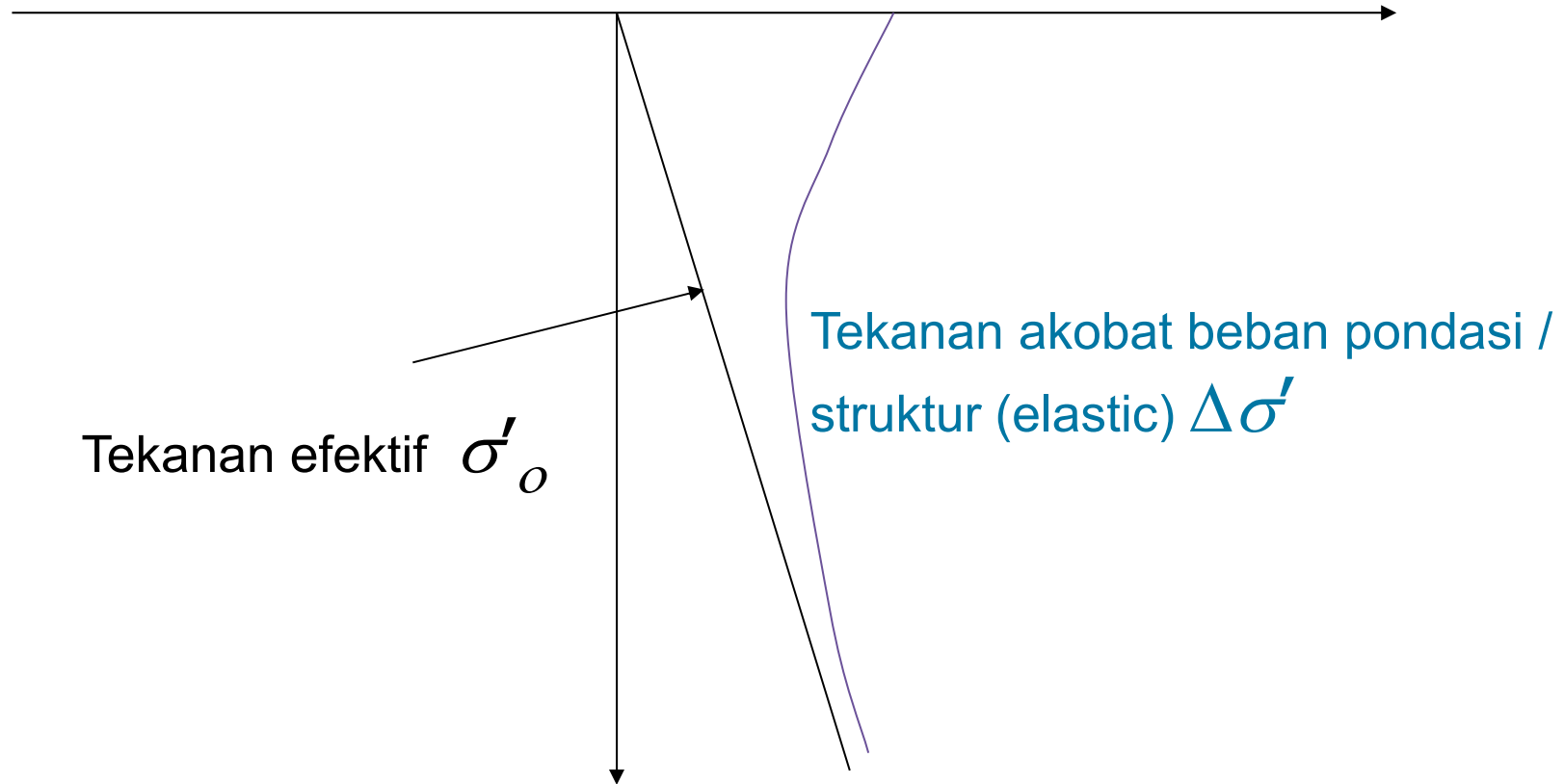


Penurunan akibat konsolidasi: 1-Dimensi



Consider a layer of saturated clay of thickness H , due to construction, the total vertical stress in an elemental layer of thickness d_z at depth z is increased by $\Delta\sigma$

Tekanan awal (σ'_o) dan penambahan beban ($\Delta\sigma'$)



Penurunan Tanah terkonsolidasi Normal

$$S_c = C_c \frac{H}{1 + e_o} \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma}{\sigma'_o}$$

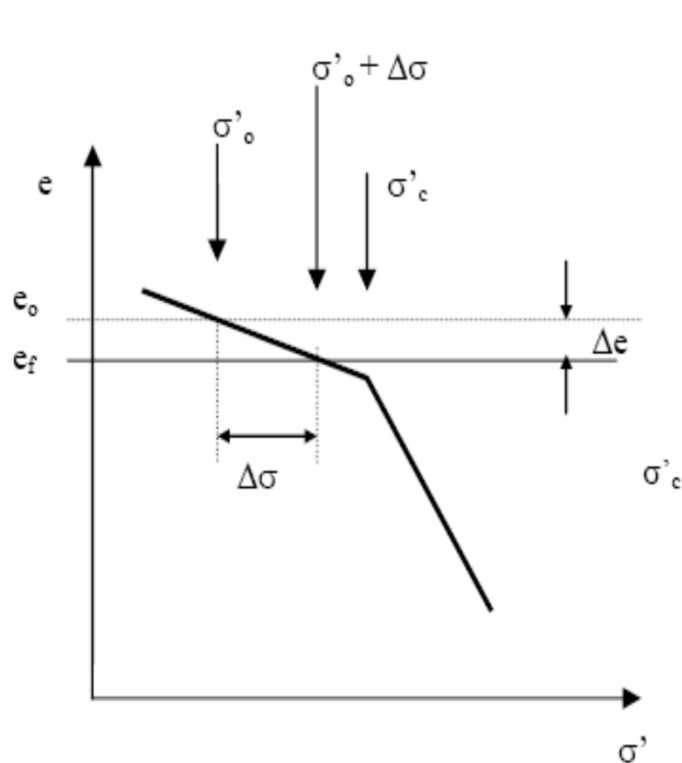
If we use m_v , then

$$S_c = m_v \Delta\sigma' H \quad \text{or} \quad S_c = a_v/(1+e_o) \Delta\sigma' H$$

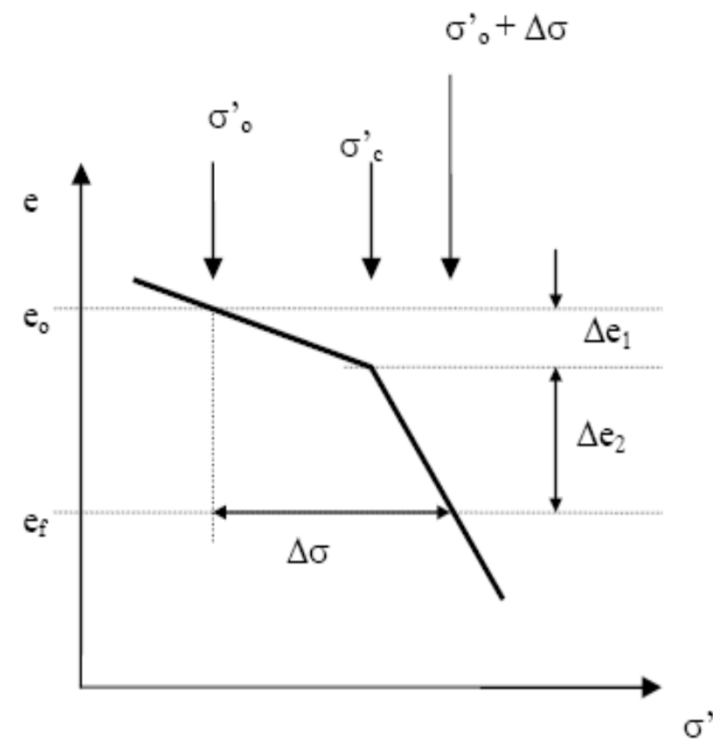
Penurunan Tanah terkonsolidasi berlebih (Over-consolidated)

$$S_c = C_r \frac{H}{1+e_o} \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma}{\sigma'_o}$$

$$S_c = C_r \frac{H}{1+e_o} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} + C_c \frac{H}{1+e_{o1}} \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma}{\sigma'_c}$$



(a)

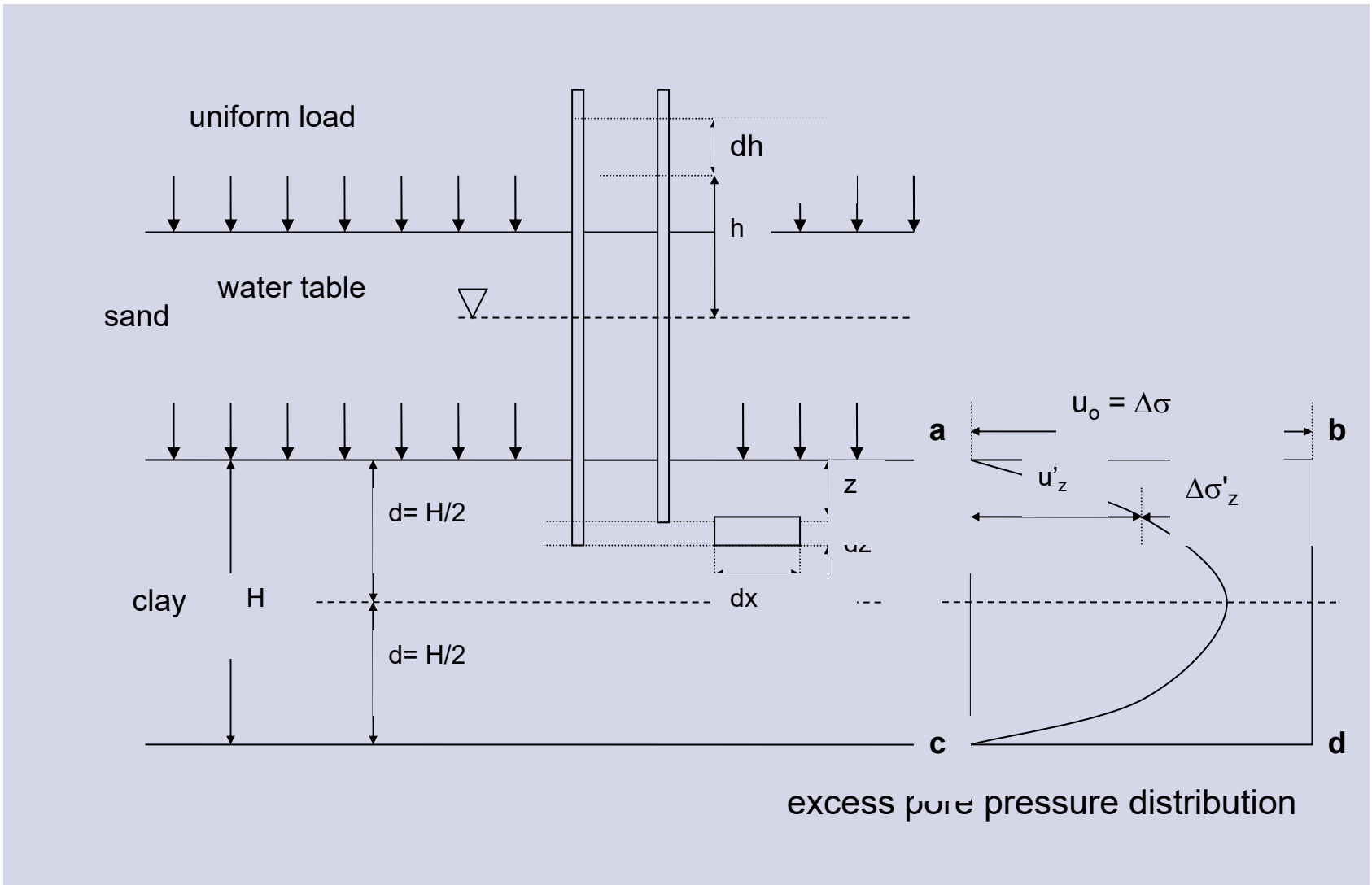


(b)

Kecepatan Konsolidasi

Teori konsolidasi Terzaghi 1-D; Asumsi:

1. Kompresibilitas dan aliran air adalah 1-dimensi
2. Tanah homogen and jenuh air
3. Partikel tanah and dan air tidak dapat ditekan (volumenya tetap)
4. Hukum Darcy berlaku
5. Regarang akibat beban luar adalah kecil dan bersifat elastis
6. Koefisien m_v and permeabilitas k constant selama proses konsolidasi
7. Ada hubungan yang unik antara angka pori dengan tekanan efektif (tidak berubah dengan waktu)



Sebaran tekanan air pori berlebih (excess pore water pressure) dalam lapisan lempung akibat beban uniform

Solusi Analitis dengan Fourier Series

The solution which satisfies these boundary conditions is obtained using sine harmonic Fourier series

$$\Delta u(z, t) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{2\Delta\mu_o}{M} \sin M \left(1 - \frac{z}{H_d} \right) \exp(-M^2 T_v)$$

Where $M = \frac{\pi}{2}(2m+1)$ and m is a positive integer

and T_v is Time factor: $T = C_v \frac{t}{H_d^2}$

Derajat Konsolidasi (U)

Derajat Konsolidasi atau Degree of consolidation is the amount of consolidation completed at a particular time and depth. The ratio is equal to 0 everywhere at the beginning of consolidation and becomes unity when the consolidation completed

$$U_z = 1 - \frac{\Delta u_z}{\Delta u_o} = 1 - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{2}{M} \sin\left(\frac{M z}{H_{dr}}\right) \exp(-M^2 T_v)$$

Hubungan antara U , T and z digambarkan sebagai ***isochrones***

Derajat Konsolidasi

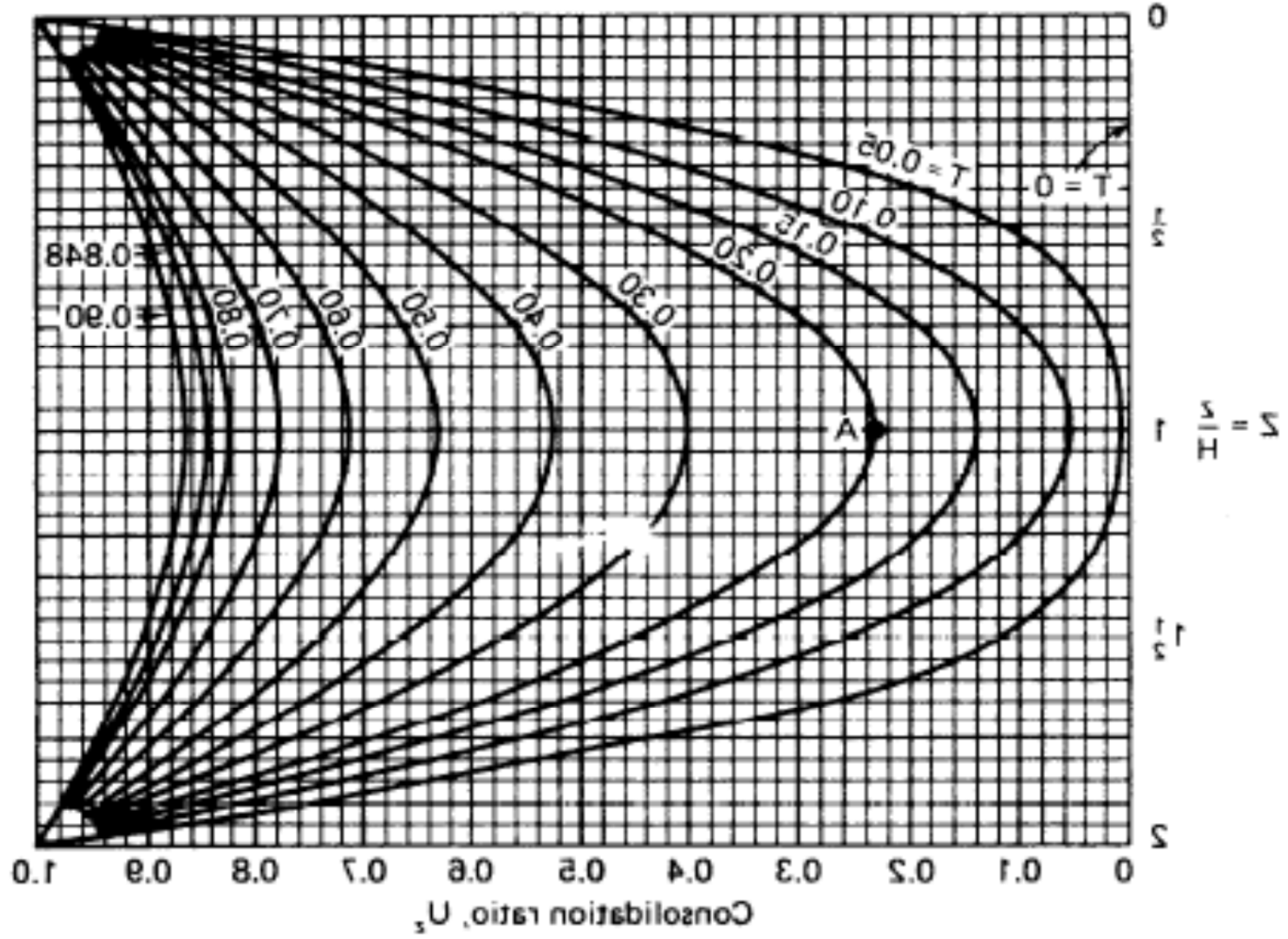


Fig. 9.3 Consolidation for any location and time factor in a doubly drained layer (after Taylor, 1948).

Derajat konsolidasi

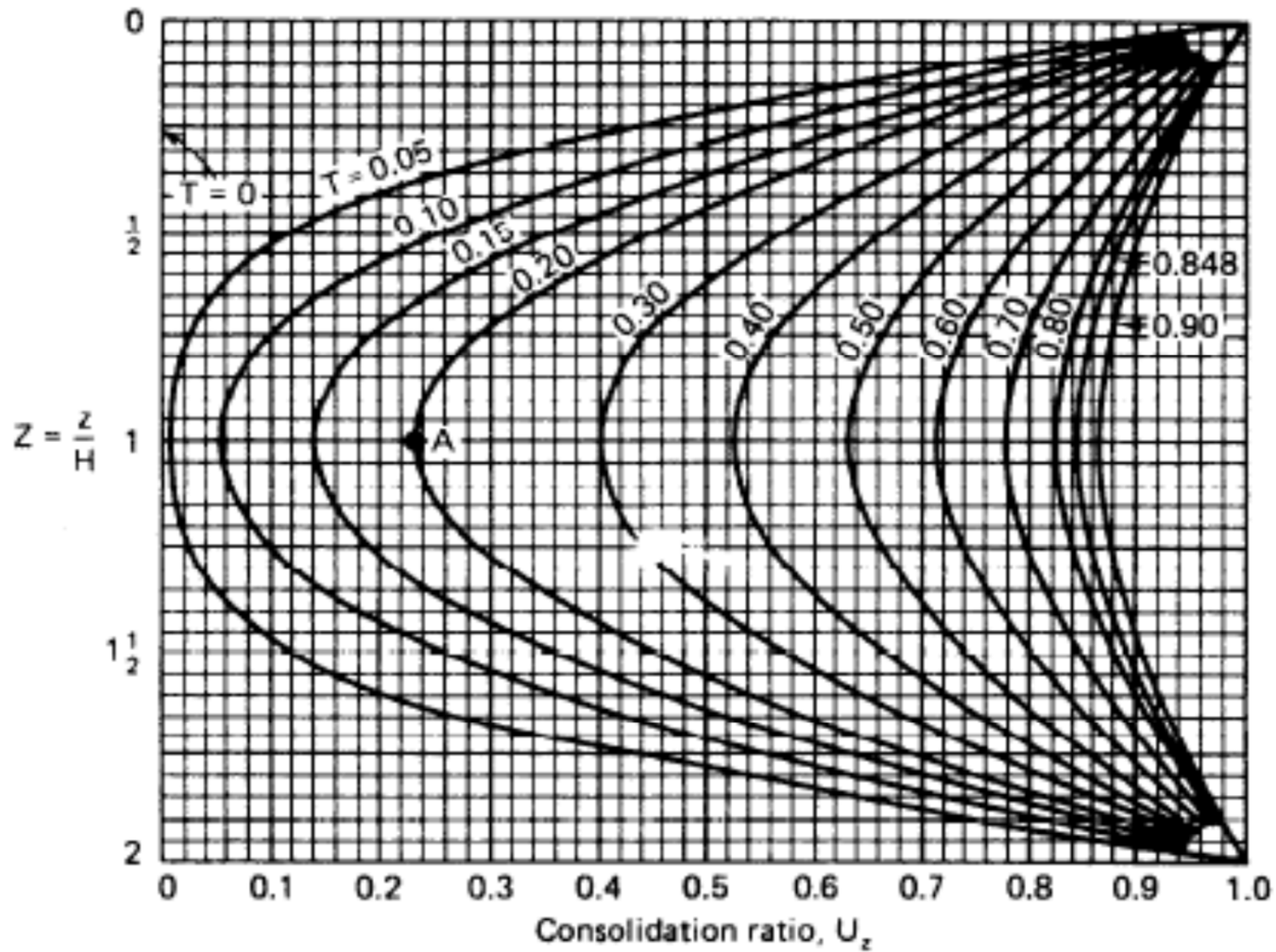
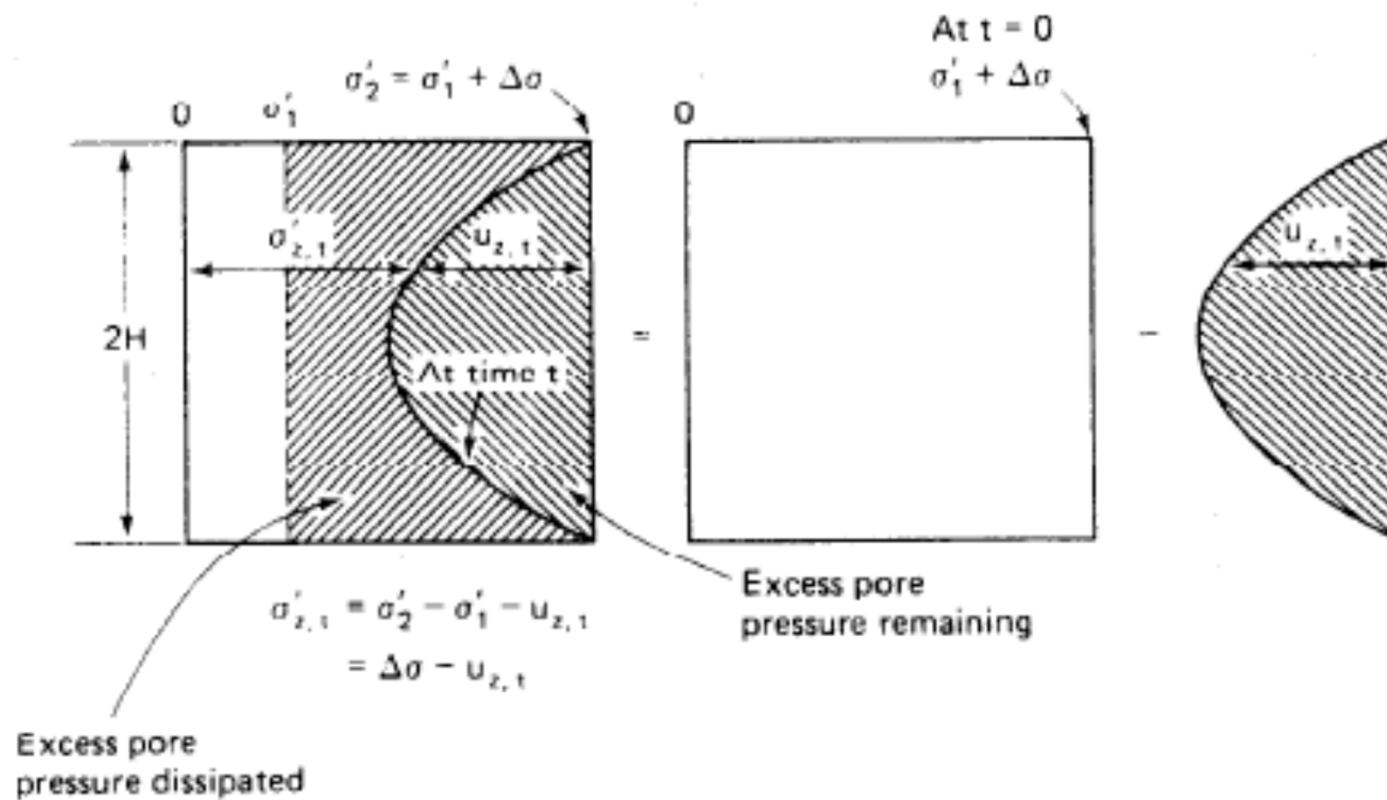


Fig. 9.3 Consolidation for any location and time factor in a doubly drained layer (after Taylor, 1948).



$$U_{avg} (\%) = \frac{\text{Area of shaded region (dissipated)} + \text{Area of unshaded region (remaining)}}{\text{Total area}} \times 100 = 1 - \frac{\text{Area of shaded region (remaining)}}{\text{Total area}} \times 100$$

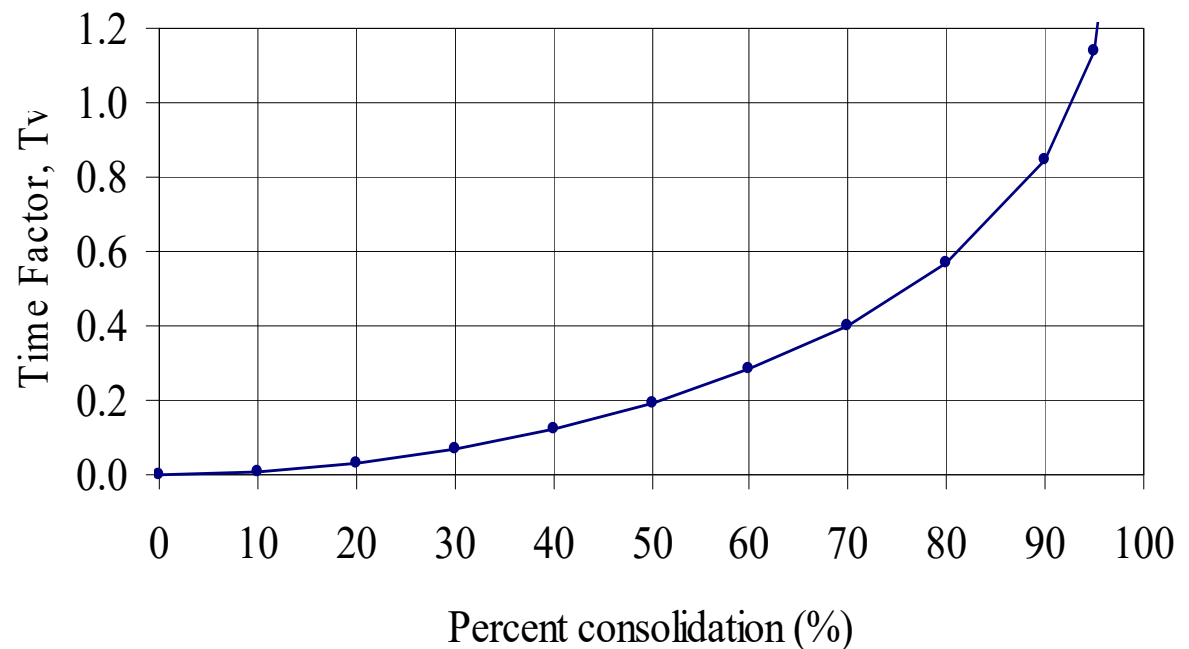
Fig. 9.4 Average degree of consolidation, U_{avg} , defined.

Derajat konsolidasi rata2 (U)

Kita tidak tertarik untuk mengetahui derajat konsolidasi pada satu titik dalam tanah tapi derajat konsolidasi rata rata di dalam lapisan tanah

$$U = 1 - \frac{\Delta u_z}{\Delta u_o} = 1 - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{2}{M^2} \exp(-M^2 T_v)$$

Hubungan antara
 T_v dan U



Hubungan antara T_v dan U

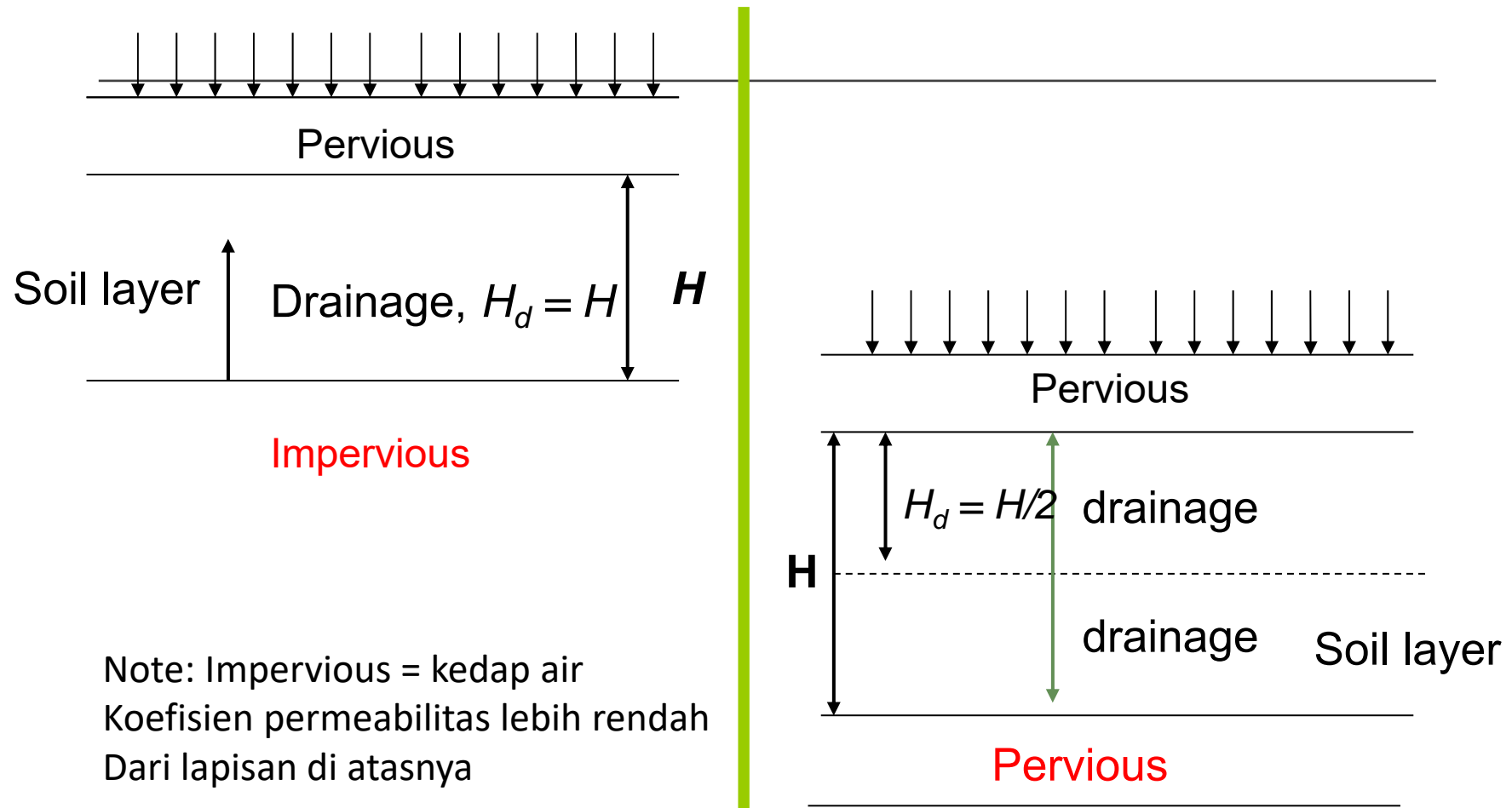
Consolidation Percentage	U average	T_v Double drainage
10%	0.1	0.008
20%	0.2	0.031
30%	0.3	0.071
40%	0.4	0.126
50%	0.5	0.196
60%	0.6	0.287
70%	0.7	0.403
80%	0.8	0.567
90%	0.9	0.848
95%	0.95	1.136
100%	1.0	a

Cassagrande: $U < 60\% \rightarrow T_v = (\pi/4) U^2$

$U > 60\% \rightarrow T_v = -0.933 \log(1-U) - 0.085$

$= 1.781 - 0.933 \log(100\% - U\%)$

Drainase 1-arah vs Drainase 2-arah



Thank you

