

Perbandingan Metode Kompaksi

Summary of *Standard Proctor* Compaction Test Specifications (ASTM D-698, AASHTO)

Description	Method A	Method B	Method C	Method D
Mold:				
Volume (ft ³)	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{13.33}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{13.33}$
Height (in.)	4.58	4.58	4.58	4.58
Diameter (in.)	4	6	4	6
Weight of hammer (lb)	5.5	5.5	5.5	5.5
Height of drop of hammer (in.)	12	12	12	12
Number of soil layers	3	3	3	3
Number of blows per layer	25	56	25	56
Test on soil fraction passing sieve	No. 4	No. 4	$\frac{3}{4}$ in.	$\frac{3}{4}$ in.

Perbandingan Metode Kompaksi

Summary of *Modified Proctor* Compaction Test Specifications (ASTM D-698, AASHTO)

Description	Method A	Method B	Method C	Method D
Mold:				
Volume (ft ³)	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{13.33}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{13.33}$
Height (in.)	4.58	4.58	4.58	4.58
Diameter (in.)	4	6	4	6
Weight of hammer (lb)	→ 10	10	10	10
Height of drop of hammer (in.)	→ 18	18	18	18
Number of soil layers	→ 5	5	5	5
Number of blows per layer	25	56	25	56
Test on soil fraction passing sieve	No. 4	No. 4	$\frac{3}{4}$ in.	$\frac{3}{4}$ in.

Resume Perbandingan

Standard Proctor Test

12 in height of drop

5.5 lb hammer

25 blows/layer

3 layers

Mold size: $1/30 \text{ ft}^3$

Energy $12,375 \text{ ft}\cdot\text{lb}/\text{ft}^3$

Modified Proctor Test

18 in height of drop

10 lb hammer

25 blows/layer

5 layers

Mold size: $1/30 \text{ ft}^3$

Energy $56,250 \text{ ft}\cdot\text{lb}/\text{ft}^3$

Higher compacting energy

Modifikasi Uji Proctor, Mengapa?



- Pada awalnya, untuk konstruksi di lapangan, digunakan peralatan yang kecil dan ringan, sehingga memberikan nilai kepadatan yang kecil pula, sehingga pengujian di laboratorium pun menggunakan teknik kompaksi dengan energi yang kecil
- Saat ini, peralatan yang digunakan adalah peralatan berat dengan ukuran yang besar, sehingga pengujian di laboratoriumpun disesuaikan dengan peralatan yang di lapangan. Sehingga teknik kompaksi yang ada harus dimodifikasi
- Modified proctor test ditemukan pada perang dunia ke dua oleh U.S Army Corps of Engineering, dimana saat teknik kompaksi dengan energi besar diperlukan saat membuat lapangan terbang untuk pesawat berbadan besar

(Holtz and Kovacs, 1981; Lambe, 1991)

Parameter Uji Kompaksi

Proctor menyatakan bahwa kompaksi tergantung pada 4 parameter:

- (1) Dry density (ρ_d) or dry unit weight γ_d .
- (2) Water content w
- (3) Compactive effort (energy E)
- (4) Soil type (gradation, presence of clay minerals, etc.)

For standard
Proctor test

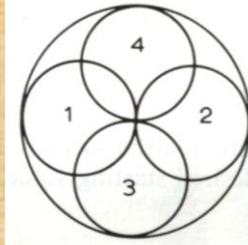
$$E = \frac{\text{Weight of hammer} \times \text{Height of drop of hammer} \times \text{Number of blows per layer} \times \text{Number of layers}}{\text{Volume of mold}}$$

$$\begin{aligned} E &= \frac{2.495 \text{ kg} (9.81 \text{ m/s}^2) (0.3048 \text{ m}) (3 \text{ layers}) (25 \text{ blows/layer})}{0.944 \times 10^{-3} \text{ m}^3} \\ &= 592.7 \text{ kJ / m}^3 \text{ (12,375 ft} \cdot \text{lb / ft}^3\text{)} \end{aligned}$$

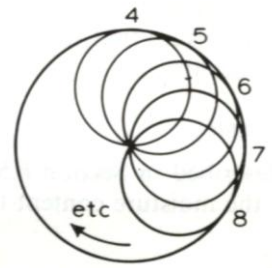
Prosedur Uji

- (1) Beberapa sampel tanah dengan kadar air berbeda-beda di kompaksi sesuai dengan spesifikasi

The first four blows



The successive blows

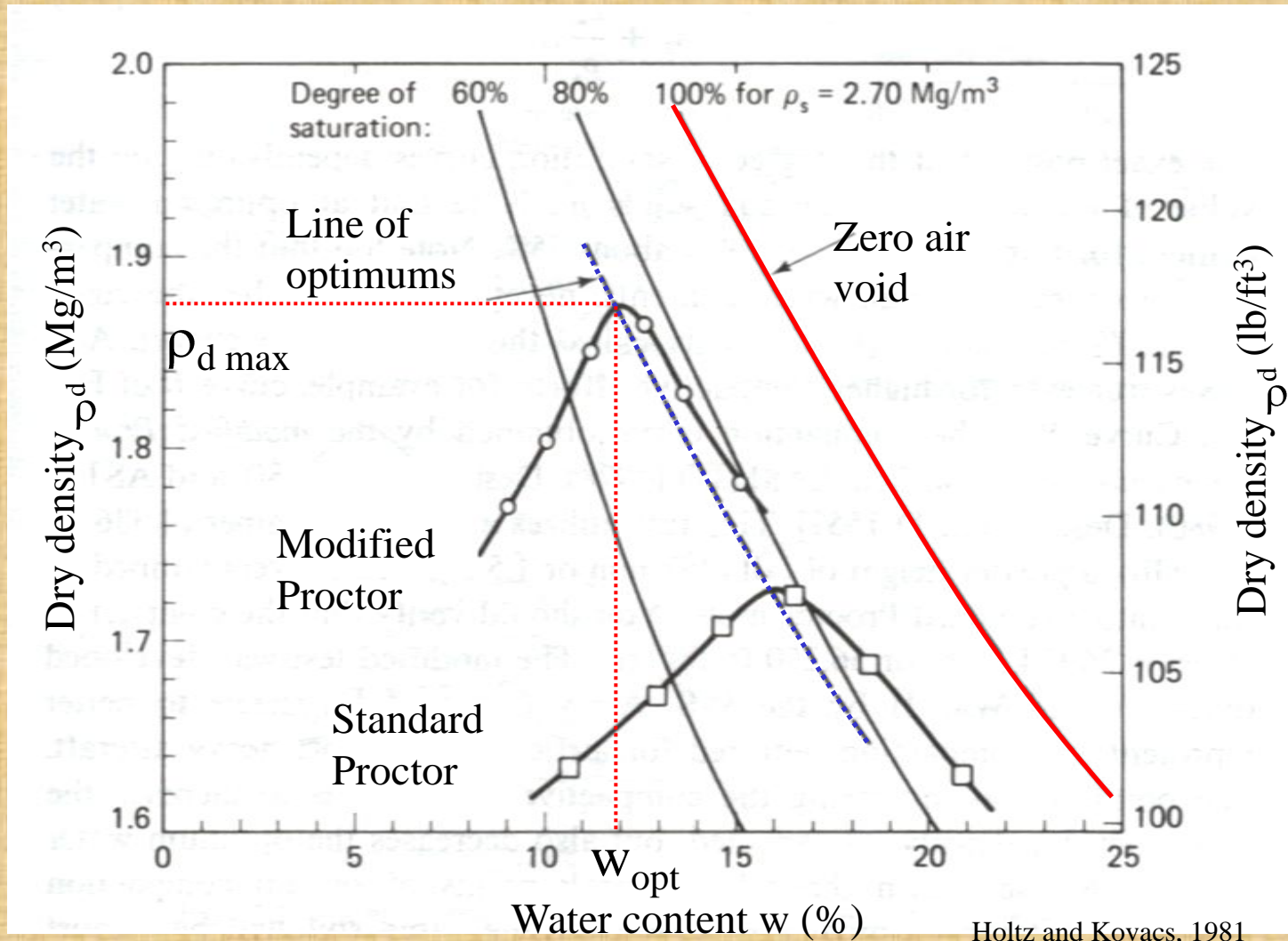


- (2) Berat isi total atau berat isi basah dan nilai kadar airnya untuk setiap sampel dihitung

$$\gamma = \frac{M_t}{V_t}, \gamma_d = \frac{\gamma}{1 + (w/100)} \quad \text{dari } \gamma \text{ dan } w \text{ tentukan } \gamma_d$$

- (3) Plot nilai berat isi kering γ_d versus water contents (w) untuk setiap sampel. Kurva tersebut disebut *compaction curve*.

Hasil Uji



Penjelasan Hasil Uji dan Catatan



Puncak Kurva Kompaksi

Titik yang menunjukkan posisi berat isi maksimum dan kadar air optimum (disebut juga OMC = Optimum Moisture Content). Titik berat isi maksimum spesifik untuk energi dan metode pemadatan tertentu, belum tentu sama dengan berat isi di lapangan

Zero Air Voids Curve (ZAVC)

Kurva untuk kondisi tersaturasi penuh ($S_r = 100\%$) – tidak akan pernah dicapai oleh kompaksi

Garis Optimum

Garis yang menghubungkan puncak beberapa kurva kompaksi pada sampel tanah yang sama – paralel dengan kurva ZAVC

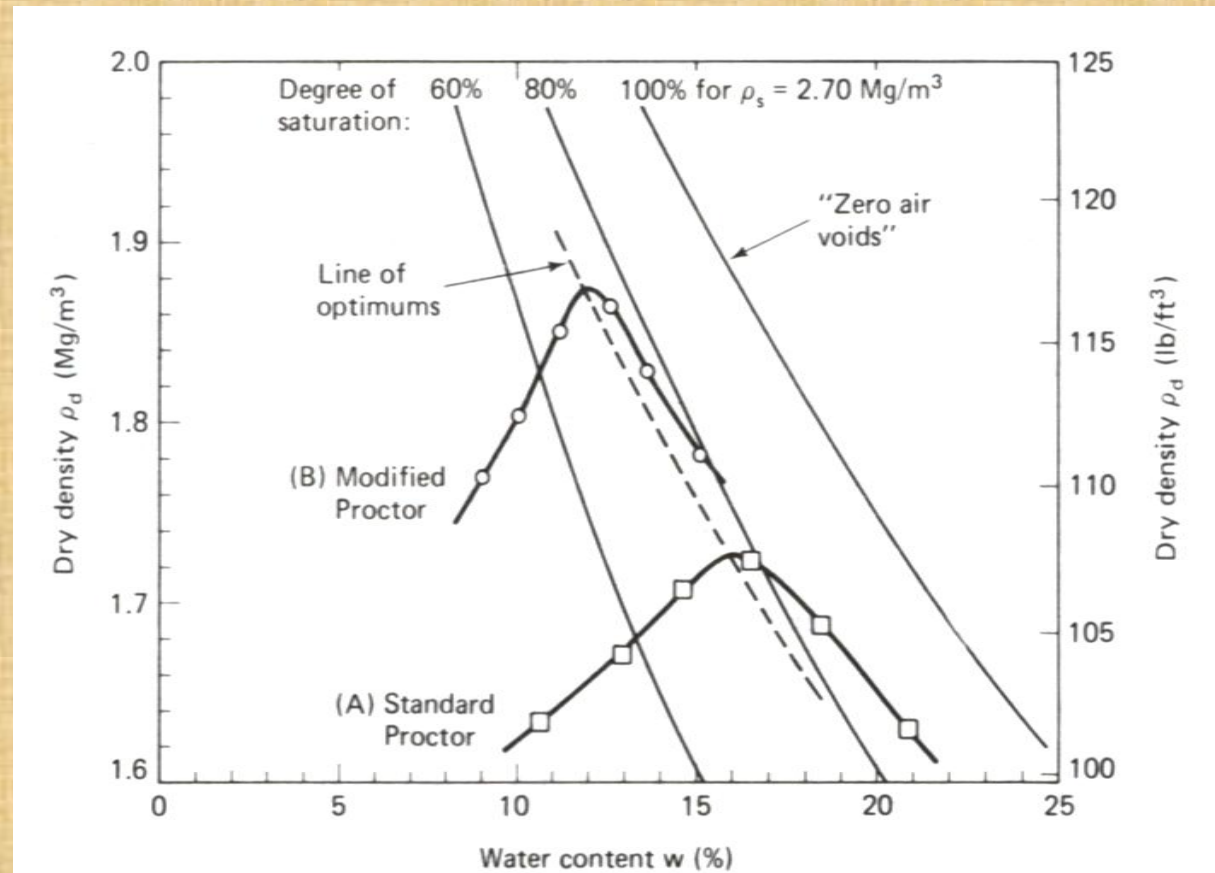
Penjelasan Hasil Uji dan Catatan

$$\rho_d = \frac{\rho_w S}{w + \frac{\rho_w}{\rho_s} S} = \frac{\rho_w S}{w + \frac{S}{G_s}}$$

Ingat bahwa:

$$\rho_d = \frac{\rho_s}{1+e}$$

$$Se = wG_s$$



Penjelasan Hasil Uji dan Catatan

Dibawah w_{opt} (dry side of optimum):

Dengan peningkatan kadar air, partikel tanah menciptakan lapisan air di sekeliling partikel tanah tersebut, sehingga lapisan air ini menjadi “pelicin”, sehingga lebih mudah untuk digerakkan \rightarrow kepadatan meningkat

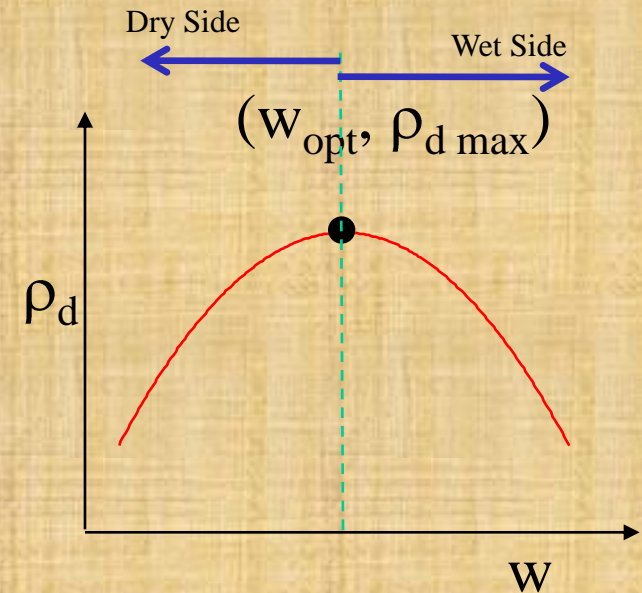
Pada w_{opt} :

Kepadatan yang diperoleh adalah kepadatan maximum, tidak akan meningkat lagi kepadatannya

Di atas w_{opt} (wet side of optimum):

Air mulai menggantikan posisi partikel tanah dalam mold, karena berat isi air lebih kecil dari pada berat isi tanah maka berat isi keringnya berkurang seiring penambahan kadar air

*Lubrication or
loss of suction??*

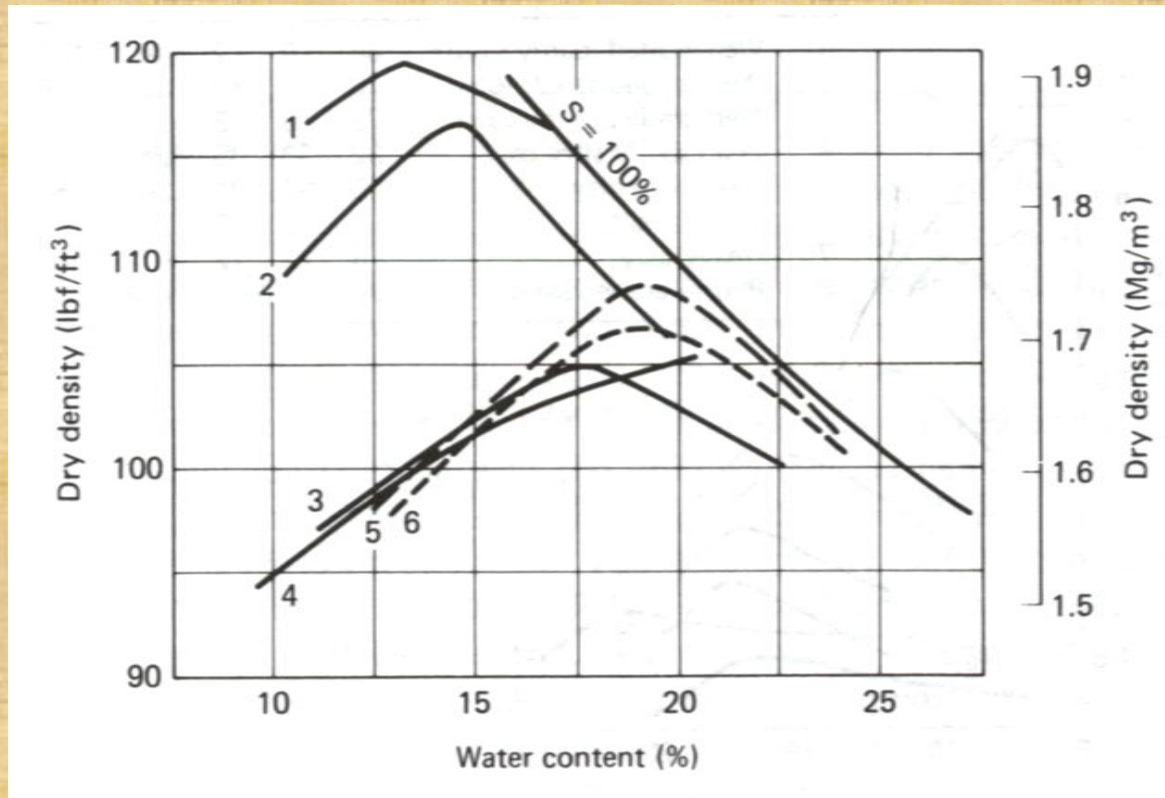


Penjelasan Hasil Uji dan Catatan

- Kurva kompaksi dibuat dengan melakukan beberapa uji kompaksi, biasanya 4 atau 5 uji kompaksi pada kadar air yang berbeda, dibutuhkan untuk membentuk kurva kompaksi
- Dari 5 uji kompaksi dibutuhkan 2 titik di daerah dry side dan 2 titik di daerah wet side dengan perbedaan masing-masing sekitar 2 %, 1 titik disekitar w_{opt}
- ASTM menyarankan bahwa nilai w_{opt} berada sedikit dibawah plastic limit
- Biasanya nilai berat isi kering maksimum sekitar 1.6 hingga 2 t/m³, sedangkan kadar air optimum biasanya diantara 10% hingga 20%

Kompaksi : Lapangan vs laboratorium

- Sulit untuk memilih lab test yang mewakili prosedur uji di lapangan
- Kurva uji lab umumnya memberikan nilai w_{opt} yang lebih rendah dibandingkan dengan uji lapangan
- Uji kompaksi di lapangan dikontrol oleh uji lab dinamik



Kurva 1, 2,3,4: Kompaksi laboratorium

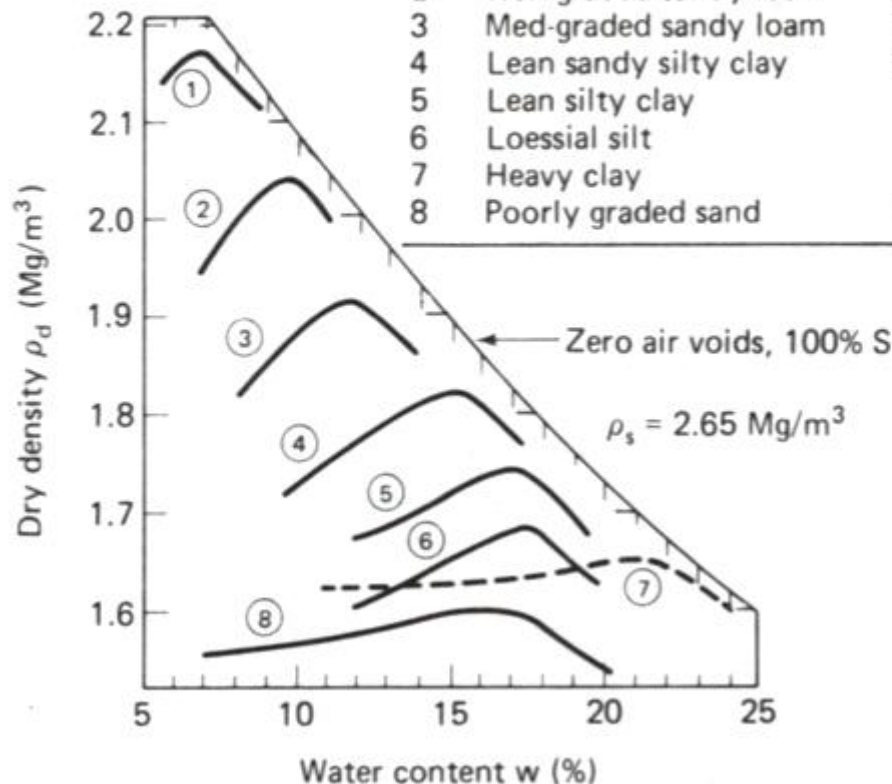
Kurva 5, 6: Kompaksi lapangan

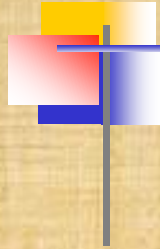
Pengaruh Jenis Tanah Pada Kompaksi

Distribusi ukuran butir, ukuran partikel, berat jenis, dan jenis serta jumlah mineral pada tanah lempung

Soil texture and plasticity data

No.	Description	Sand	Silt	Clay	LL	PI
1	Well-graded loamy sand	88	10	2	16	N.P.
2	Well-graded sandy loam	72	15	13	16	N.P.
3	Med-graded sandy loam	73	9	18	22	4
4	Lean sandy silty clay	32	33	35	28	9
5	Lean silty clay	5	64	31	36	15
6	Loessial silt	5	85	10	26	2
7	Heavy clay	6	22	72	67	40
8	Poorly graded sand	94	—	6	N.P.	—





4. Properties dan Struktur Tanah Butir Halus Yang Dipadatkan

Struktur Tanah Lempung Yang Dipadatkan

- Komposisi partikel tanah di daerah dry side lebih tidak teratur dibandingkan dengan daerah wet side
- Pada mold yang sama, menambah energi kompaksi membuat partikel tanah terdispersi (tersebar,) terutama untuk daerah dry side)

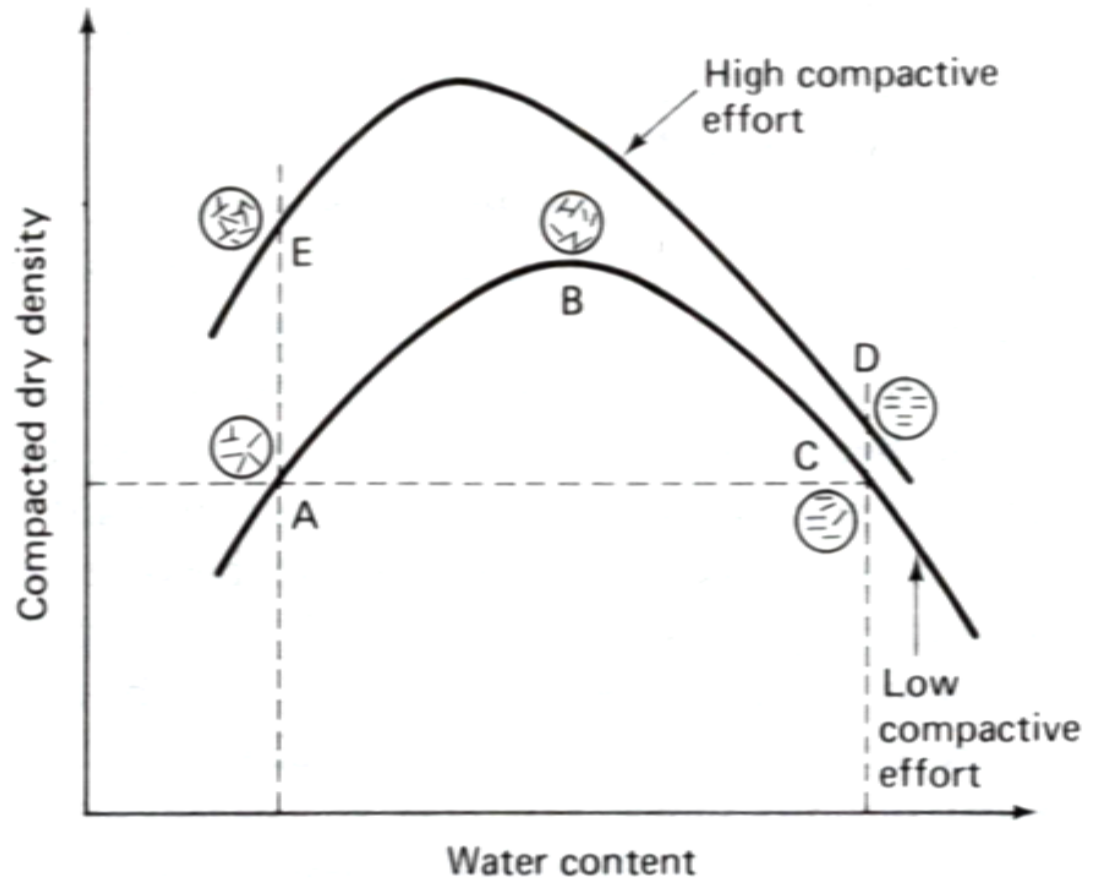
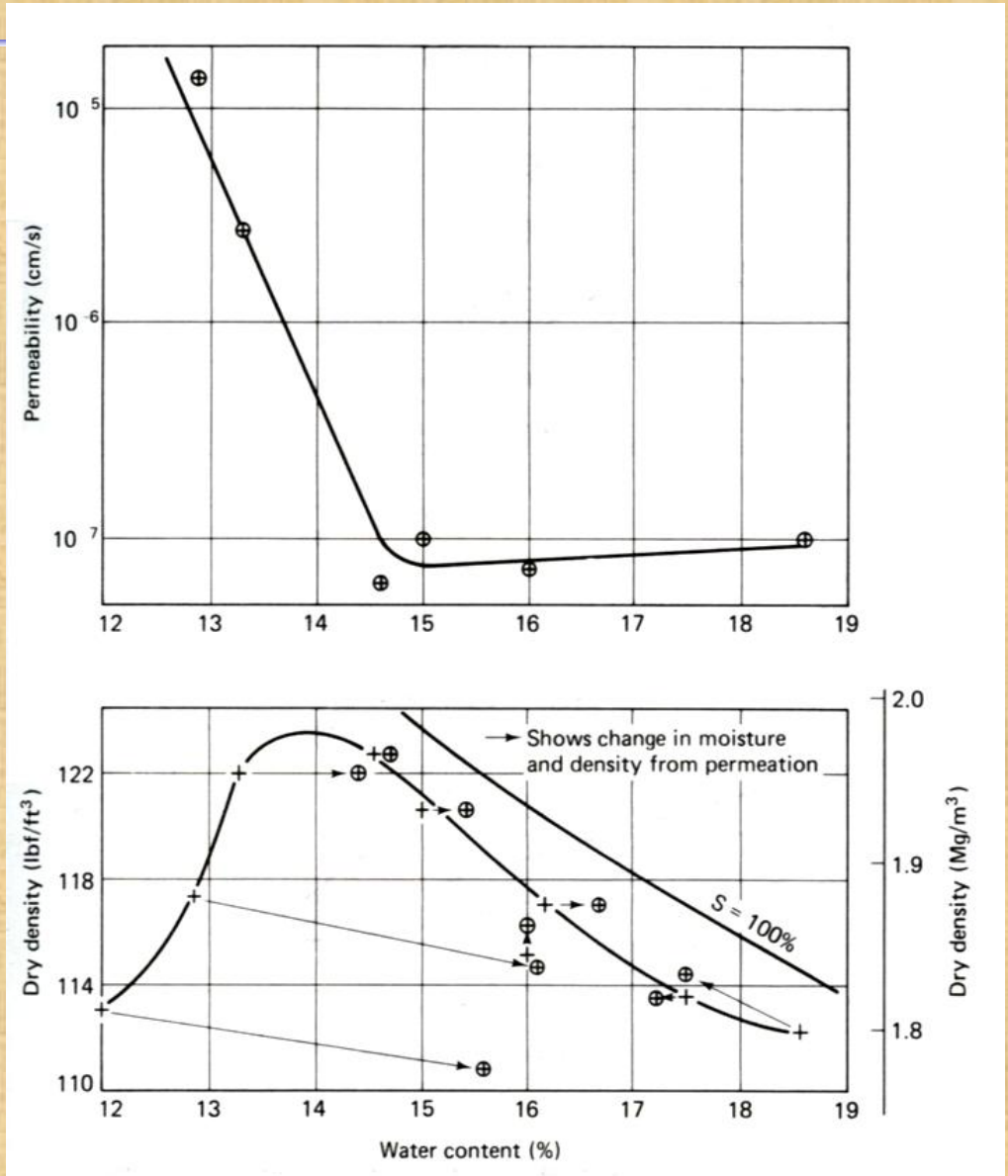


Fig. 5.5 Effect of compaction on soil structure (after Lambe, 1958a).

Permeabilitas

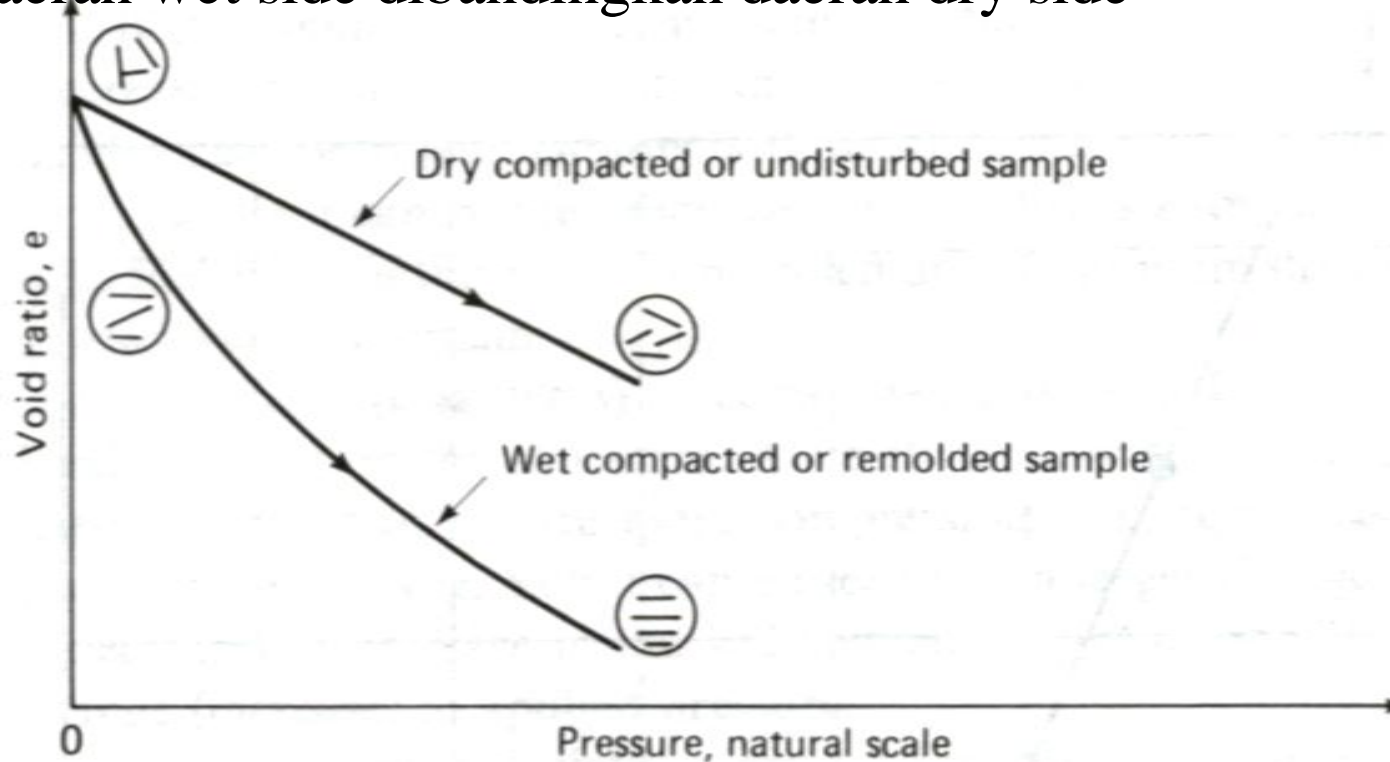
- Seiring dengan peningkatan kadar air, permeabilitas pada daerah dry side turun tajam, dan agak sedikit naik pada daerah wet side
- Meningkatkan energi kompaksi menurunkan nilai permeabilitas yang disebabkan meningkatnya kepadatan (pori berkurang)



From Lambe and Whitman, 1979;
Holtz and Kovacs, 1981

Kompresibilitas

Pada tegangan rendah, maka sampel tanah yang dikompaksi memiliki nilai kompresibilitas yang lebih besar pada daerah wet side dibandingkan daerah dry side

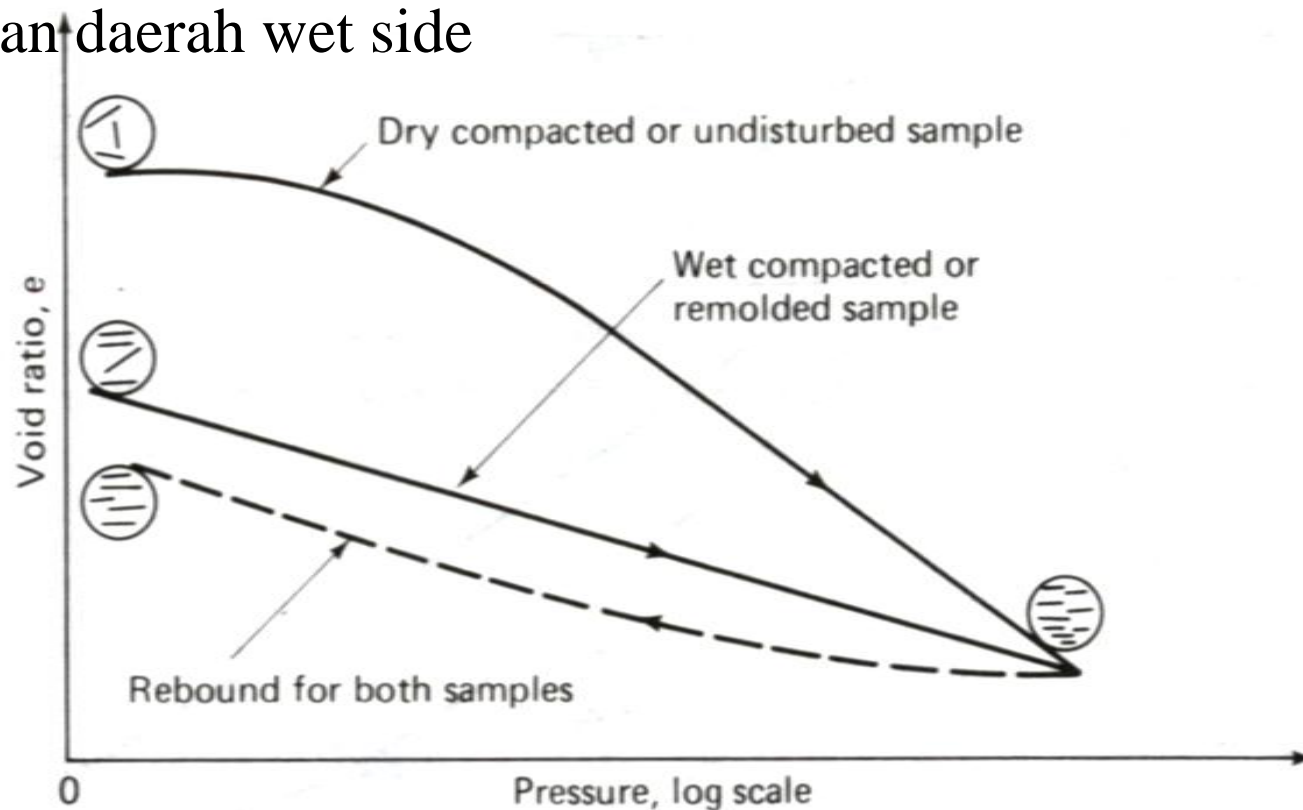


From Lambe and Whitman, 1979;
Holtz and Kovacs, 1981

Low pressure consolidation.

Kompresibilitas

Pada tegangan tinggi, maka yang terjadi adalah sebaliknya, Kompresibilitas pada daerah dry side lebih besar dibandingkan dengan daerah wet side



High-pressure consolidation.

From Lambe and Whitman, 1979;
Holtz and Kovacs, 1981

Tanah Mengembang (Swelling)

- Potensi terjadinya swelling lebih besar pada daerah dry side dibandingkan dengan daerah wet side, karena pada daerah dry side memiliki kecenderungan menyerap air yang lebih besar. Sedangkan potensi untuk susut lebih besar pada daerah wet side.

