

SOIL MECHANIC 1

Soil Classification

Sherly Meiwa , ST., MT



Department of Civil Engineering
Universitas Komputer Indonesia
Bandung, 2020

sipilUNIKOM2020

Rencana Materi Pembelajaran

UTS

Pengantar Geoteknik

1. Asal Usul Pembentukan Tanah
2. Komposisi Tanah
3. Index Properties Tanah

Struktur Tanah dan Mineral Lempung

Atterberg Limit

Soil Classification USCS

UAS

Pengeboran Teknik :

Tes PIT, Sampling, Penetration Test, and Vane shear Test

Permeabilitas Tanah, Pengujian Permeabilitas Tanah di Laboratorium

Rembesan Tanah (Seepage)

Penilaian

UTS	: 30%
UAS	: 30%
TUGAS	: 20%
KUIS	: 20%

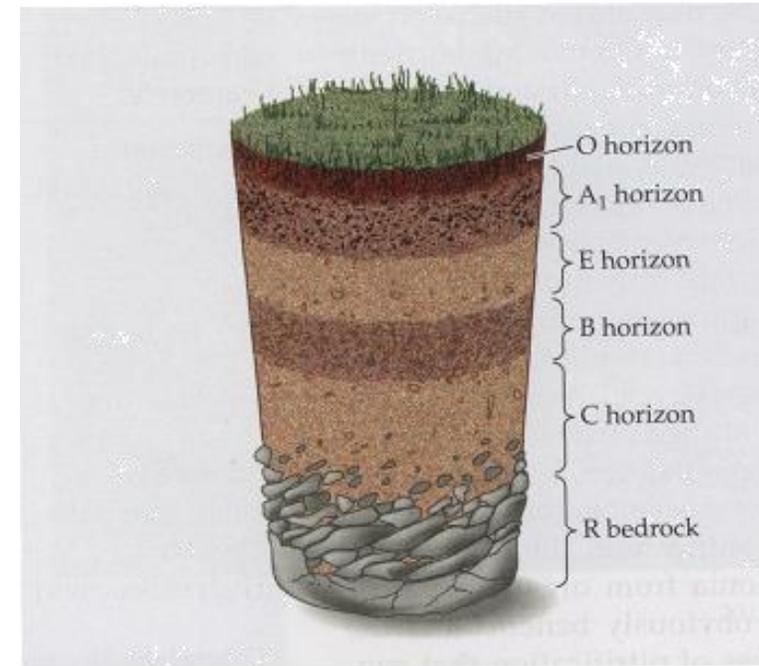
Proses Pembentukan Tanah

Batuan

bagian dari kerak bumi yang mengandung satu macam atau lebih mineral yang terikat sangat kuat. Berdasarkan proses pembentukannya batuan dapat dikategorikan sebagai: Batuan Beku, Batuan Endapan, dan Batuan Metamorf

Tanah

hasil pelapukan batuan berupa kumpulan butiran-butiran partikel dengan ikatan antar butir yang lemah.



Pembagian Kelompok Tanah

Berdasarkan Proses Transportasi:

- Tanah Residual
- Tanah Colluvial
- Tanah Endapan Air (Alluvial Soils)
- Tanah Endapan Angin (Eolian Soils)
- Tanah Endapan Sungai Es (Glacial Soils)

Tanah Residual: hasil pelapukan batuan dasar dan masih berada di tempat asalnya.

Contoh: Tanah merah/tanah laterit hasil dekomposisi batuan di daerah tropis. Tanah merah lebih banyak mengandung lempung kaolinite, tidak begitu aktif, dan non-swelling.

Pembagian Kelompok Tanah

Tanah Colluvial: terbentuk dari tanah yang berpindah dari tempat asalnya akibat gaya gravitasi pada saat kejadian keruntuhan lereng

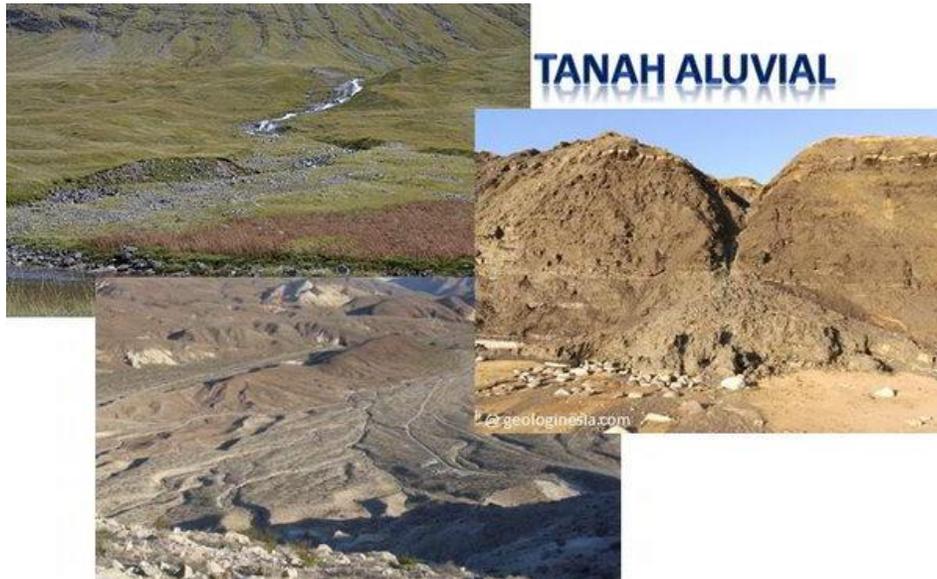


Jenis Material : Boulder (>300mm), cobbles (>75mm), tanah asal lereng

Sifat-sifat tanah colluvial: Tanah colluvial di atas lereng umumnya tidak stabil

Pembagian Kelompok Tanah

Tanah Alluvial (endapan air): terbentuk dari tanah yang berpindah dari tempat asalnya akibat terbawa air yang mengalir



- **Fluvial:** tanah deposit endapan sungai
Streambed (dasar sungai): Coarse granular to fine, loose
Alluvial fan: Coarse to fine, loose
Floodplain: Loose sand & silt, compressible clay of low strength
- **Lacustrine:** tanah deposit endapan danau
Jenis material: Fine-grained, organic soils
- **Coastal:** tanah deposit endapan di tepi pantai
Jenis material: Coarse to fine sand (medium dense to dense) Very soft organic
- **Marine deposits:** offshore deposits (clay, sand)

Pembagian Kelompok Tanah

Tanah Eolian (endapan angin): tanah deposit yang ditransportasikan oleh angin

- Sand dunes
- Loess (silty)
- Volcanic clay

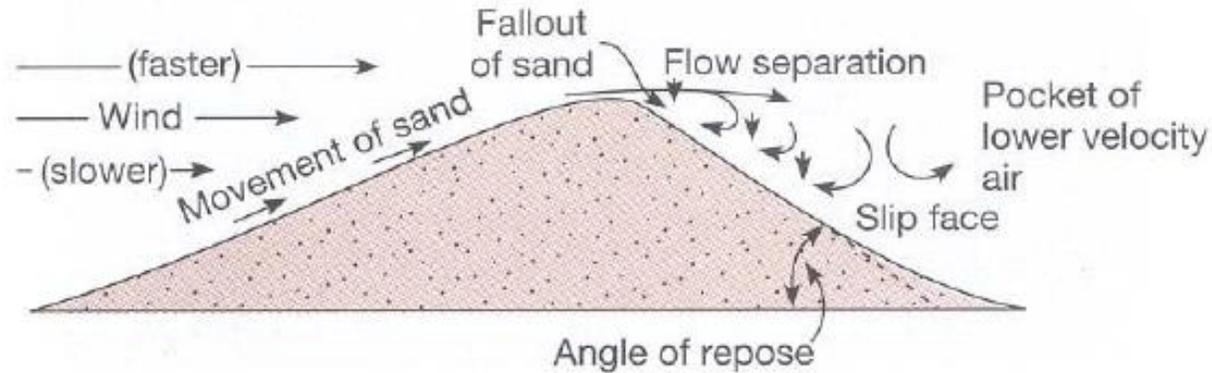


FIGURE 17.11 Development of the windward and lee slopes of a bare sand dune.



Pembagian Kelompok Tanah

Tanah Glacial: tanah yang terbentuk karena terbawa oleh perpindahan/gerakan massa es dan oleh air dari lelehan massa es tersebut

- TILL: tanah endapan yang terbawa langsung oleh massa es
- OUTWASH: tanah yang diendapkan oleh aliran air lelehan massa es



Pembagian Kelompok Tanah

- **Tanah Expansive:**

tanah yang berpotensi mengembang (peningkatan volume) akibat terjadi peningkatan kadar air dan menyusut bila kadar air berkurang.
Contoh: Tanah lempung montmorillonite

- **Tanah Collapsible:**

tanah yang berpotensi mengalami pengurangan volume yang besar bila terjadi peningkatan kadar air tanpa adanya perubahan beban luar.

Jenis Tanah: SM, SC, ML, CL

Karakteristik: Berat kering rendah, kadar air rendah, antar butir tersemen

Soil Classification

Dalam bidang geoteknik, tanah dibedakan antara **cohesionless soils** (tanah tidak kohesif atau sering juga disebut tanah berbutir kasar) dan **cohesive soils** (tanah kohesif atau sering juga disebut tanah berbutir halus). Perbedaan ini didasarkan pada kondisi apakah partikel tanah tersebut bergabung hanya diakibatkan oleh beban gravitasi atau beban luar lainnya (a cohesionless soil) atau disebabkan juga oleh ikatan antara partikel (a cohesive soil). Karakteristik-karakteristik ini akan sangat berpengaruh terhadap perilaku dari tanah-tanah tersebut.

Soil Classification

Yang termasuk dalam cohesionless soils adalah gravels, sands, nonplastic silts dan kombinasi dari ketika material ini. Kuat geser dari jenis tanah ini didapat dari tahanan geser dan interlocking diantara partikelnya yang mana hal ini sangat tergantung pada gaya-gaya tekan yang bekerja pada partikel tersebut. Oleh karena itu apabila gaya tersebut tidak ada (unconfined), maka jenis tanah ini tidak akan mempunyai kuat geser. Jenis tanah ini mempunyai koefisien permeabilitas yang besar sehingga air dapat mengalir melalui porinya dengan sangat cepat (consolidation settlement diabaikan).

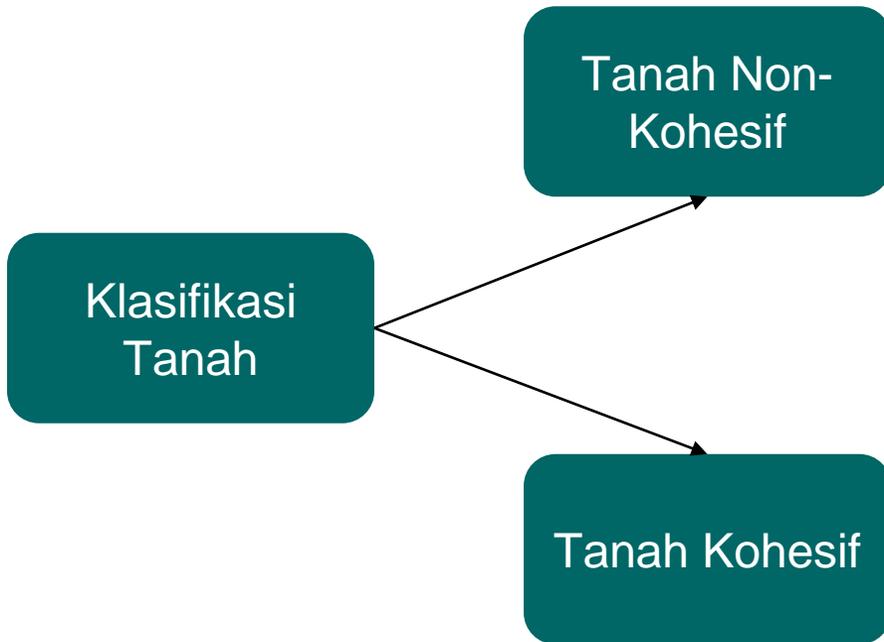


Soil Classification

Yang termasuk dalam cohesive soils umumnya lempung atau campuran antara beberapa partikel dimana partikel lempungnya dominan. Untuk jenis tanah ini kuat gesernya didapat dari ikatan antar partikel yang mana tidak tergantung pada gaya-gaya normal yang bekerja. Hal inilah yang menyebabkan kenapa jenis tanah ini tetap mempunyai kuat geser walaupun dalam kondisi unconfined. Jenis tanah ini mempunyai koefisien permeabilitas yang sangat kecil sehingga aliran air melalui pori-pori tanah akan sangat lambat (consolidation settlement diperhitungkan)



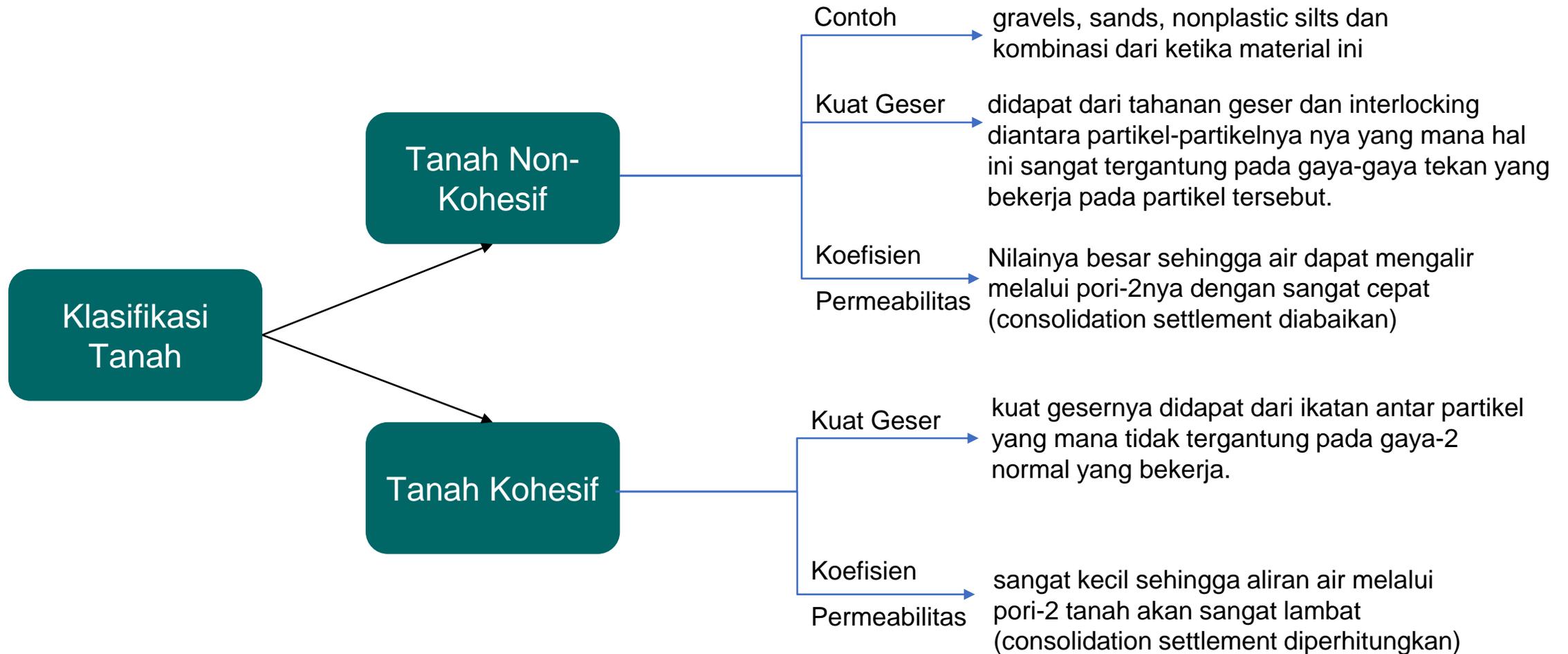
Soil Classification



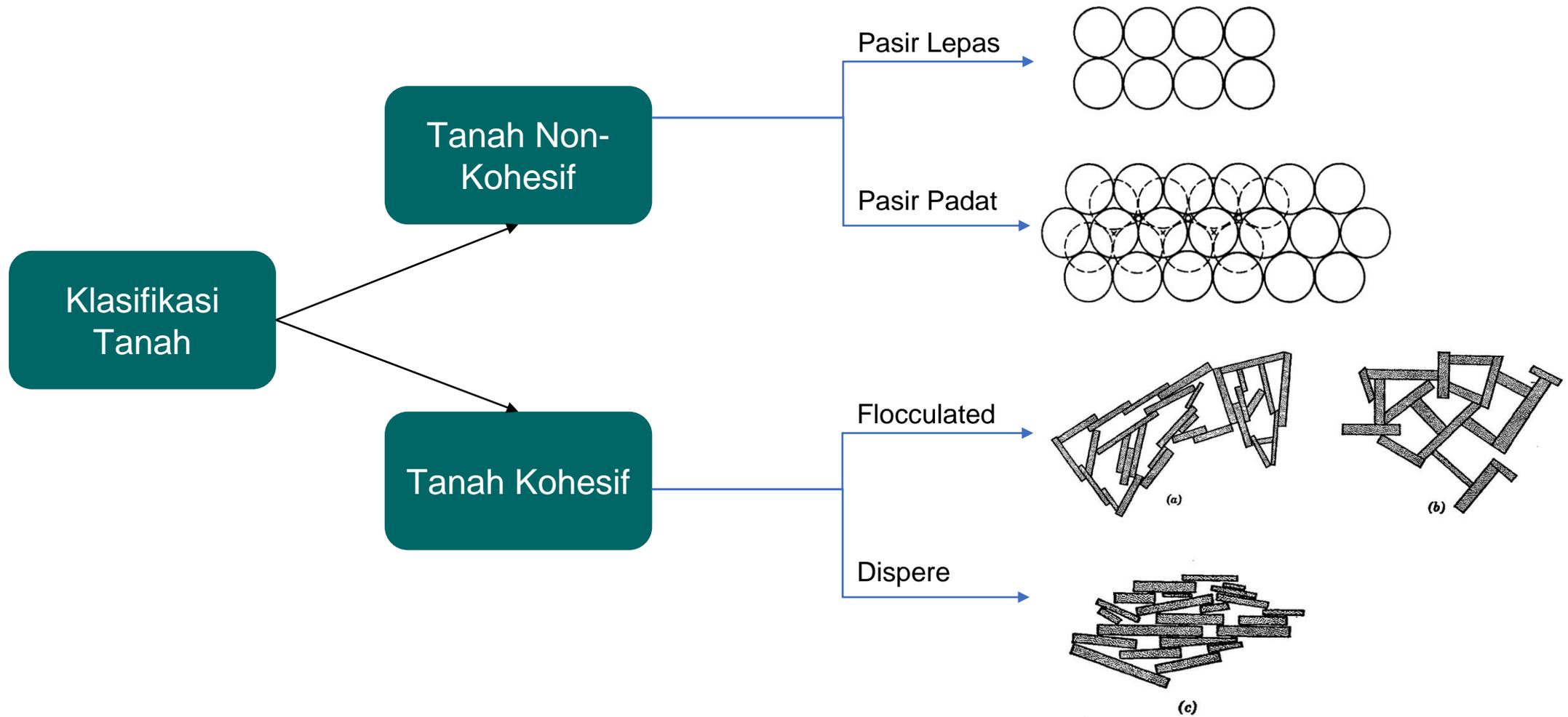
tanah tidak kohesif atau sering juga disebut tanah berbutir kasar.
partikel tanah tersebut bergabung hanya diakibatkan oleh beban gravitasi atau beban luar lainnya

tanah kohesif atau sering juga disebut tanah berbutir halus.
partikel tanah tersebut bergabung disebabkan oleh ikatan antara partikel

Soil Classification



Soil Classification



Tanah Non Kohesif

relative density

Kondisinya ditentukan oleh

Nilai void ratio dan porosity dari tanah berbutir kasar

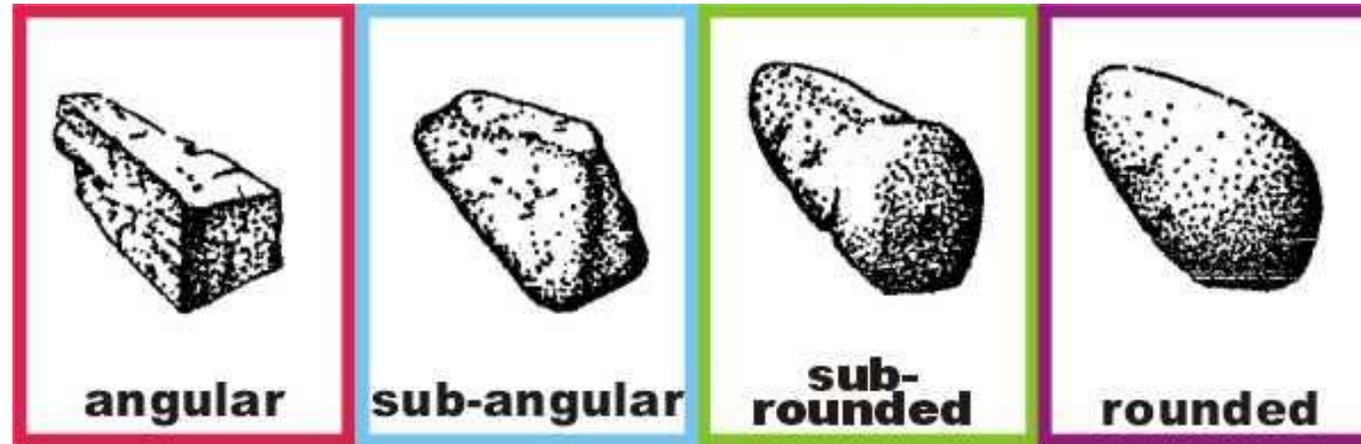
Berdasarkan nilai D_r maka tingkat kepadatan dari tanah berbutir kasar

State of packing	Relative Density	Standard Penetration Resistance, N blows/ft
Very loose	< 0.2	< 4
Loose	0.2 - 0.4	4 - 10
Medium Dense/ Compact	0.4 - 0.6	10 - 30
Dense	0.6 - 0.8	30 - 50
Very Dense	> 0.8	> 50

Tanah Non Kohesif

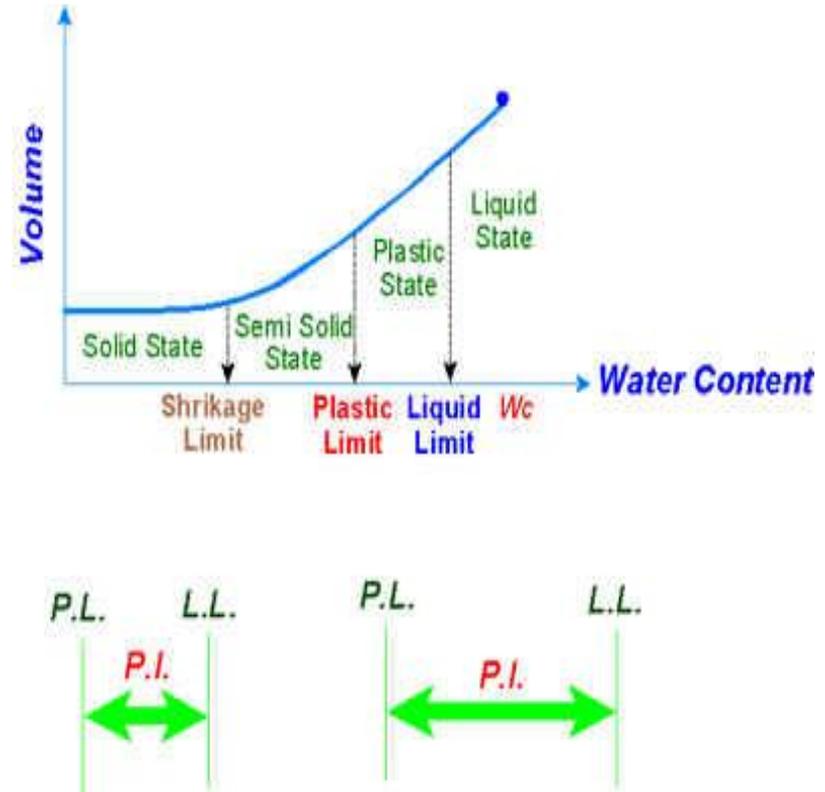
Bentuk butiran:

- *Angular*
- *Subangular*
- *Subrounded*
- *Rounded*

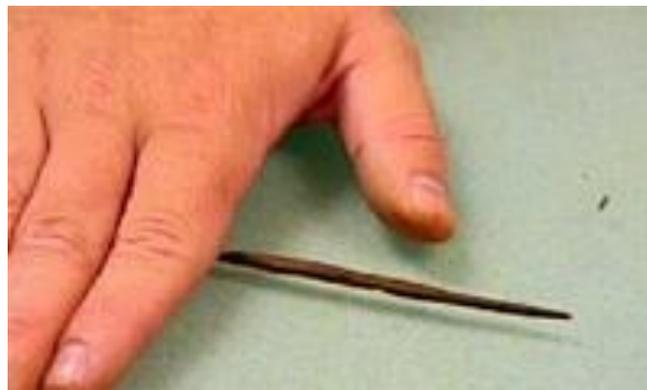
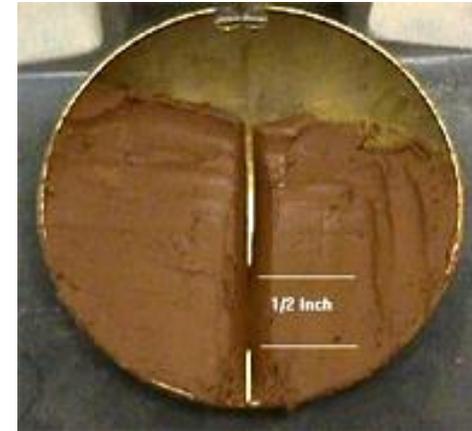
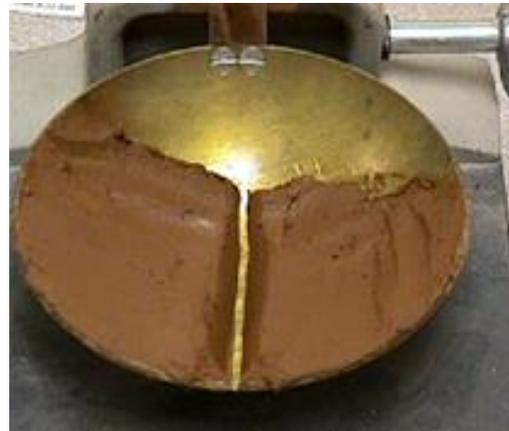


Tanah Kohesif

Salah satu karakteristik dari tanah lempung adalah **plastisitasnya**, yang mana hal ini tergantung dari banyak dan jenis mineral, dan kadar air dari lempung tersebut. Konsistensi dari tanah lempung akan bervariasi dari kadar airnya, yang terbentang antara kondisi solid yaitu kondisi pada saat kering, kondisi semi solid dan non-plastic pada kadar air yang rendah, kondisi plastik pada kadar air yang lebih tinggi dan akhirnya kondisi liquid pada kadar air yang sangat tinggi (lihat gambar).



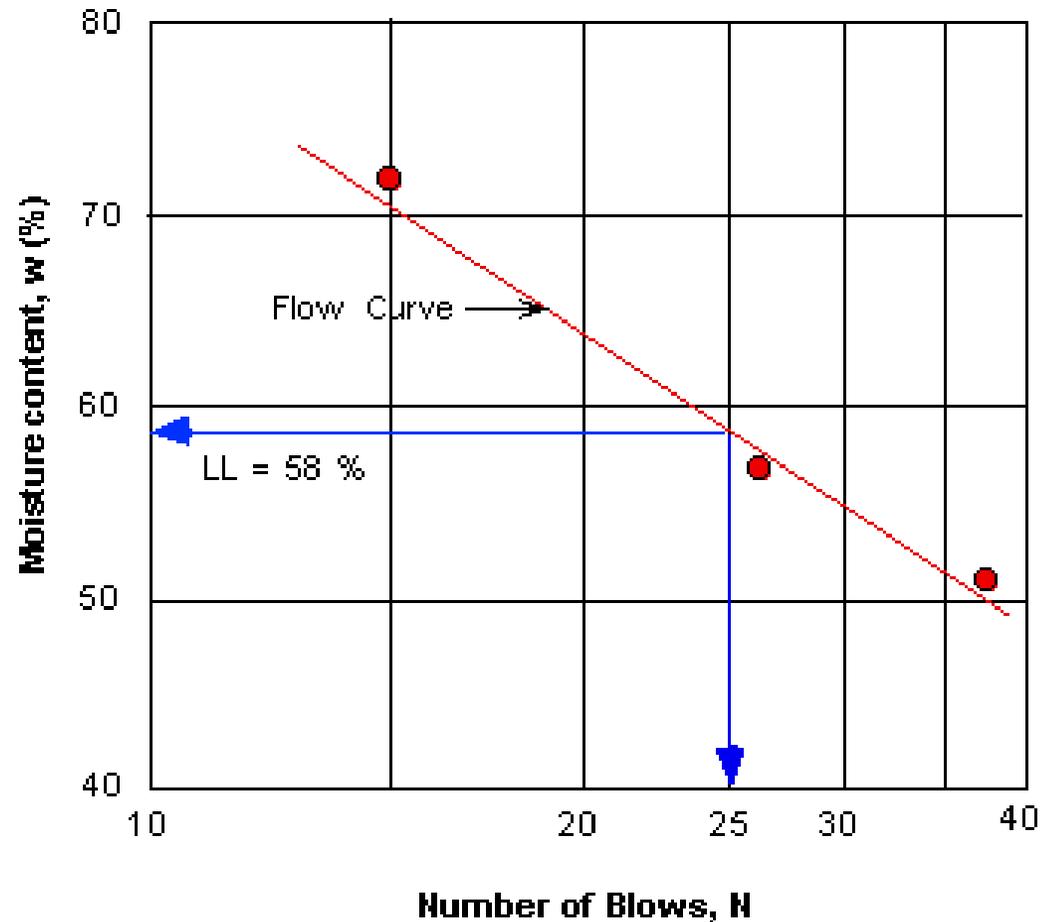
Pengujian Batas-batas Atterberg (1)



$$PI = W_L - W_P$$

$$LI = \frac{\omega - W_P}{W_L - W_P}$$

Pengujian Batas-batas Atterberg



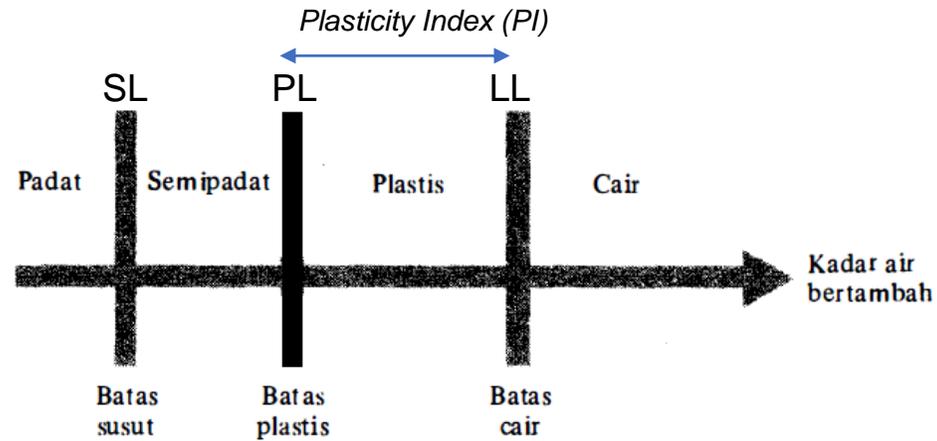
<i>PI</i>	Description
0	Nonplastic
1–5	Slightly plastic
5–10	Low plasticity
10–20	Medium plasticity
20–40	High plasticity
>40	Very high plasticity

Tabel 2.2. Hubungan Antara Indeks Plastis Dengan Tingkat Plastisitas dan Jenis Tanah Menurut Atterberg

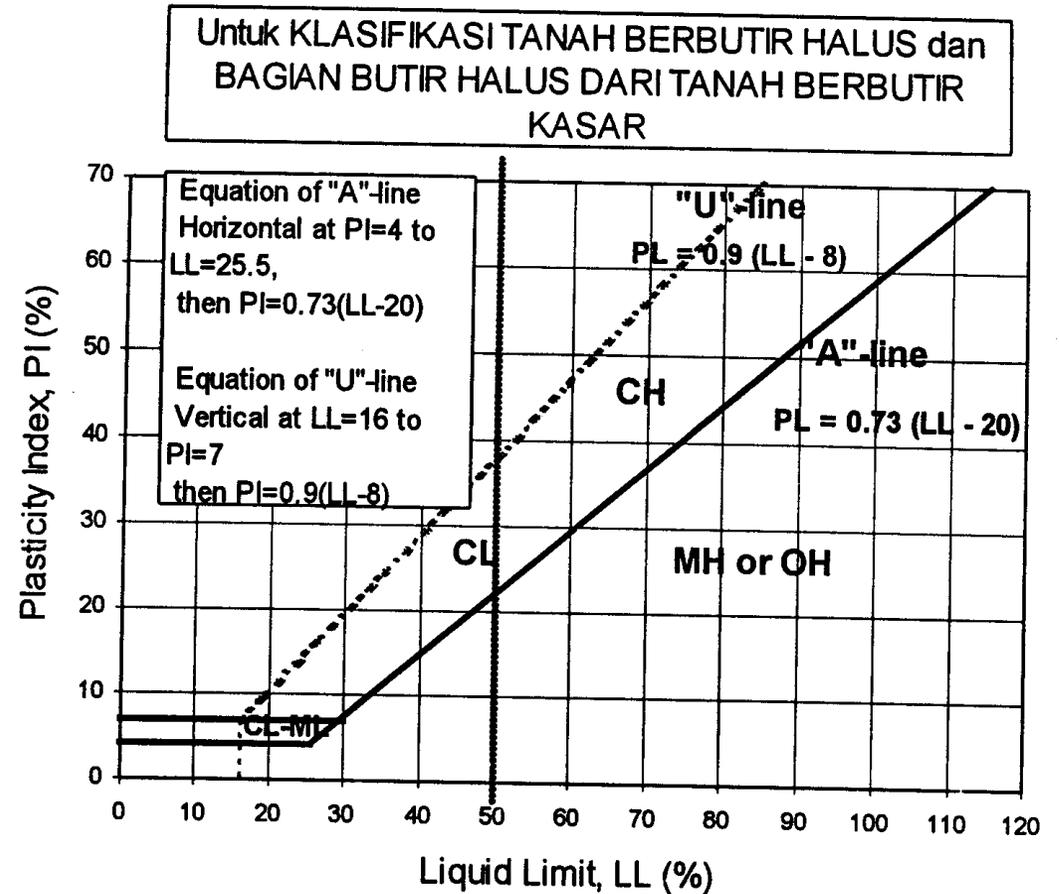
PI	TINGKAT PLASTISITAS	JENIS TANAH
0	Tidak plastis / Non PI	Pasir
$0 < PI < 7$	Plastisitas rendah	Lanau (<i>Silt</i>)
7 – 17	Plastisitas sedang	<i>Silty – Clay</i>
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung (<i>Clay</i>)

(Sumber : Hary Christady Hardiyatmo, 2002)

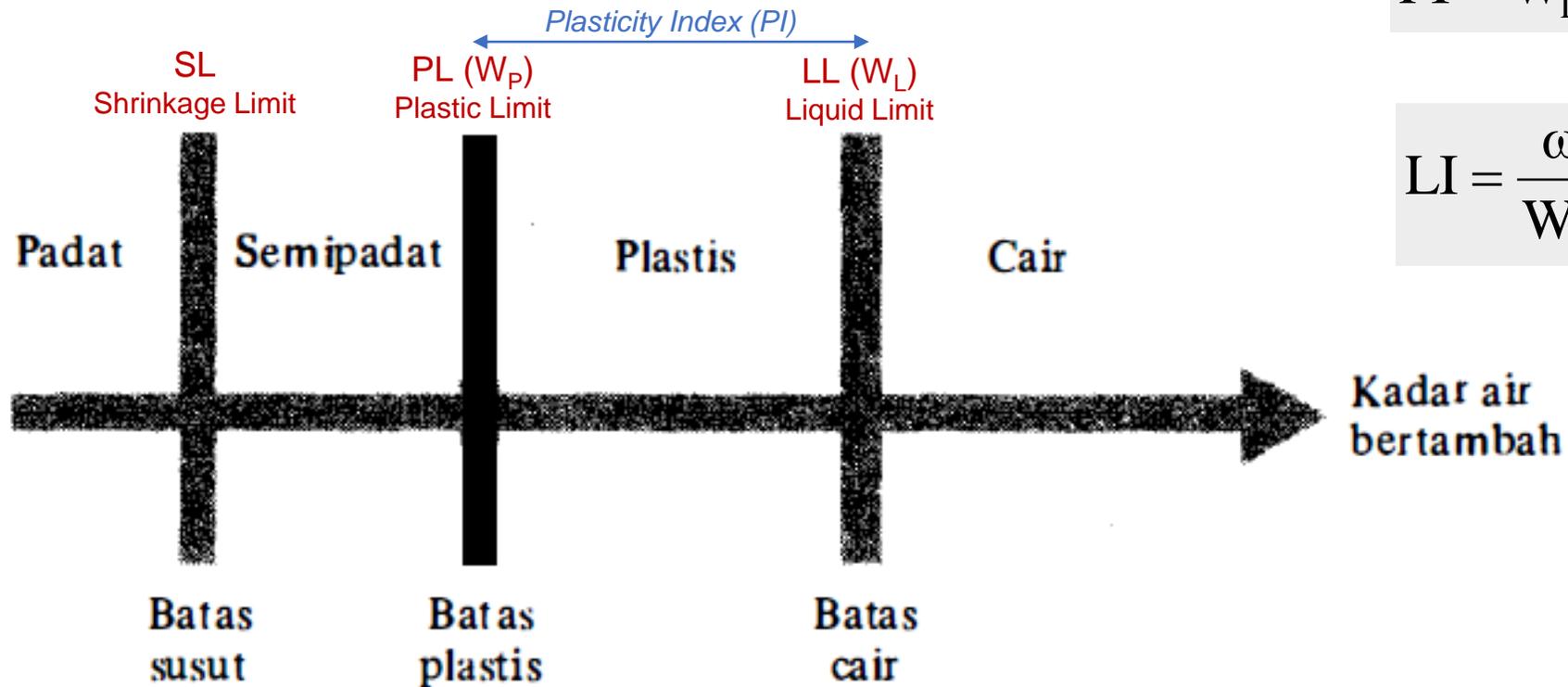
Pengujian Batas-batas Atterberg



Gambar 2.8. Batas-batas Atterberg.



Pengujian Batas-batas Atterberg



$$PI = W_L - W_P$$

$$LI = \frac{\omega - W_P}{W_L - W_P}$$

Gambar 2.8. Batas-batas Atterberg.

Consistency of Clays and Atterberg Limits

- **Shrinkage Limit, SL atau w_s** , adalah kadar air yang mendefinisikan batas antara kondisi solid dan kondisi semi solid atau kondisi non-plastic.
- **Plastic Limit, PL atau w_p** , adalah kadar air yang merupakan antara lempung berada pada kondisi non-plastic dan plastic.
- **Liquid Limit, LL atau w_l** , adalah kadar air yang merupakan batasan antara lempung berada pada kondisi cair dan kondisi plastis.
- **Plasticity Index, PI atau I_p** , adalah rentang dari kadar air dimana tanah berada dalam kondisi plastic dinyatakan dengan persamaan $I_p = LL - PL$
- **Liquidity Index, LI**, adalah indeks kecairan yang digunakan untuk menggambarkan kondisi lempung yang berada di lapangan

$$LI = \frac{w - PL}{LL - PL} = \frac{w - PL}{PI}$$

dimana w adalah kadar air lempung di lapangan. Terlihat bahwa apabila LI mendekati 100%, maka konsistensi tanah mendekati batas cairnya (liquid limit), sementara apabila nilai LI mendekati 0%, maka konsistensi tanah mendekati batas plastiknya.

Unified Soil Classification System (USCS)

Klasifikasi **USCS membagi tanah menjadi 2 kelompok besar**

1. Tanah berbutir kasar (Coarse Grained Soil)

- Tanah kerikil dan pasir dimana <50% berat lolos ayakan No. 200
- Simbol kelompok ini dimulai dengan huruf :
 - G (Gravel/Kerikil)
 - S (Sand/pasir)

Unified Soil Classification System (USCS)

Klasifikasi **USCS** membagi tanah menjadi 2 kelompok besar

2. Tanah berbutir halus (Fine Grained Soil)

- Tanah dimana >50% berat lolos No. 200
- Simbol kelompok ini dimulai dengan huruf :
 - M (Silt/lanau organik)
 - C (Clay/lempung anorganik)
 - O untuk tanah lempung dan lanau organik
 - PT (Peat) dipakai untuk tanah gambut, muck, dan tanah lain dengan kadar organik tinggi

Simbol lain:

- W = well graded (tanah dengan gradasi baik)
- P = poorly graded (tanah dengan gradasi buruk)
- L = low plasticity/plastisitas rendah ($LL < 50$)
- H = high plasticity/plastisitas tinggi ($LL > 50$)

Unified Soil Classification System (USCS)

Tanah berbutir kasar (coarse grains):

- lebih dari 50% tertahan disaringan no.200 (0.075mm)

Tanah berbutir halus (fine grains):

- lebih dari 50% lolos disaringan no.200 (0.075mm)



Unified Soil Classification System (USCS)

System	Soil Type	Upper Boundary (mm)	Lower Boundary (mm)	Notes	
ASTM (D422;D653)	Boulder	> 300	75		
	Kerakal (cobbles)	75	4.750		
		Kerikil	4.750	2.000	(4)
	Pasir		2.000	0.425	(10)
			0.425	0.075	(40)
	Lanau	0.075	0.005	(200)	
		0.005	0.001		
	Lempung	0.005	0.001		
		0.001	< 0.001		
	AASHTO (T88)	Boulder	> 75		
Kerikil		75	2.000		
		Pasir	2.000	0.425	
0.425			0.075		
Lanau		0.075	0.005		
	0.005	0.001			
USCS	Boulder	> 300	75		
	Kerakal (cobbles)	75	19		
		Kerikil	19	4.750	
	Pasir		4.750	2.000	
		2.000	0.425		
		0.425	0.075		
	Tanah Berbutir Halus (Lanau, Lempung)				
	British Standard and M.I.T.	Boulder	> 200	60	
		Kerakal (Cobbles)	60	20	
			Kerikil	20	6
Pasir		6		2	
		2		0.6	
Lanau		0.6	0.2		
		0.2	0.06		
		0.06	0.02		
Lempung		0.02	0.006		
		0.006	0.002		

Unified Soil Classification System (USCS)

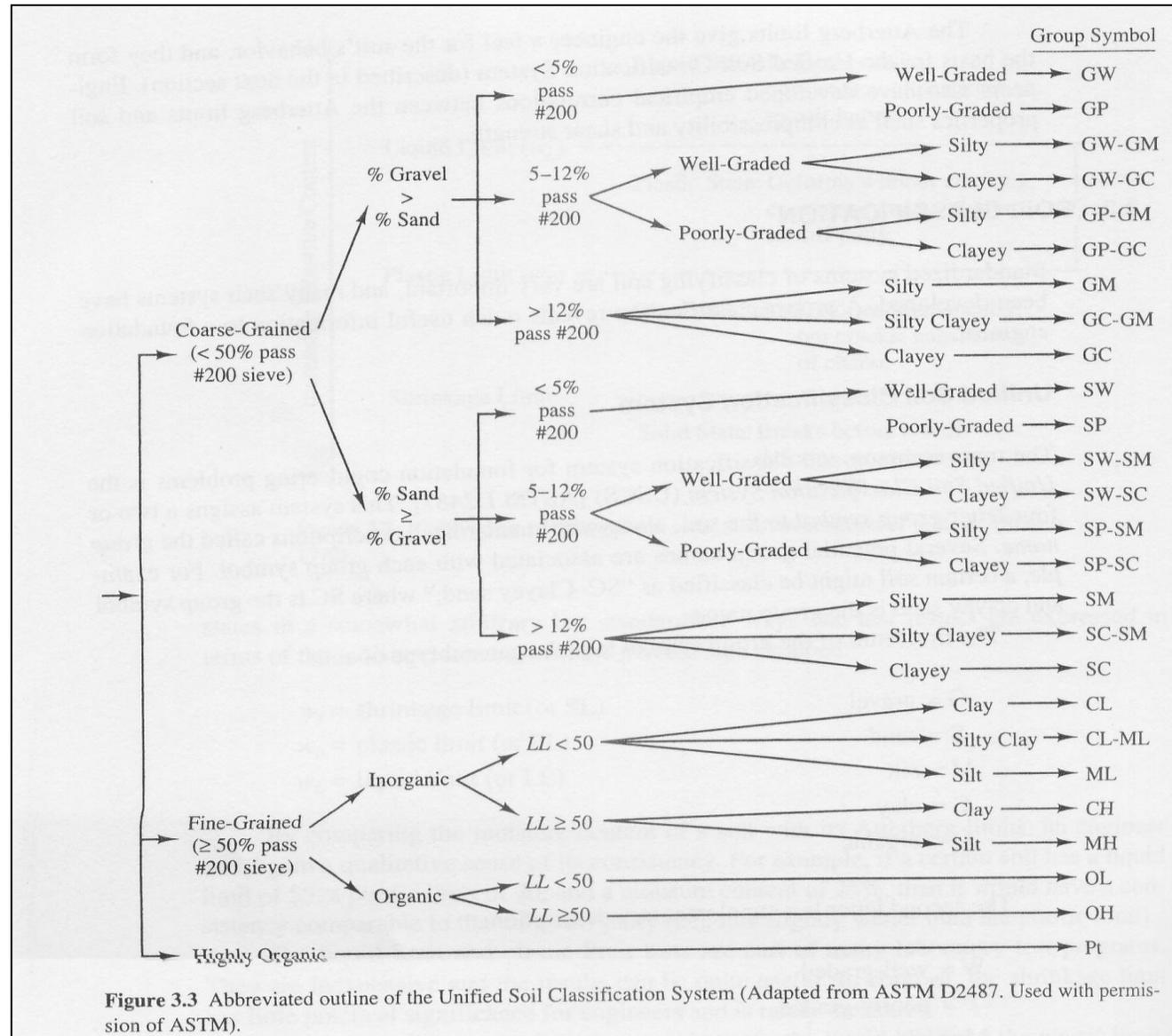


Figure 3.3 Abbreviated outline of the Unified Soil Classification System (Adapted from ASTM D2487. Used with permission of ASTM).

Unified Soil Classification System (USCS)

USCS – fine grains

- Silts (lanau) simbolnya M
- Clays (lempung) simbolnya C
- Organic silts dan organic clays

Tanah berbutir halus dibedakan berdasarkan plasticity index dan liquid limit:

- Low plasticity L, bila Liquid limit $< 50\%$
- High plasticity H, bila liquid limit $> 50\%$

Pengujian Distribusi Ukuran Partikel

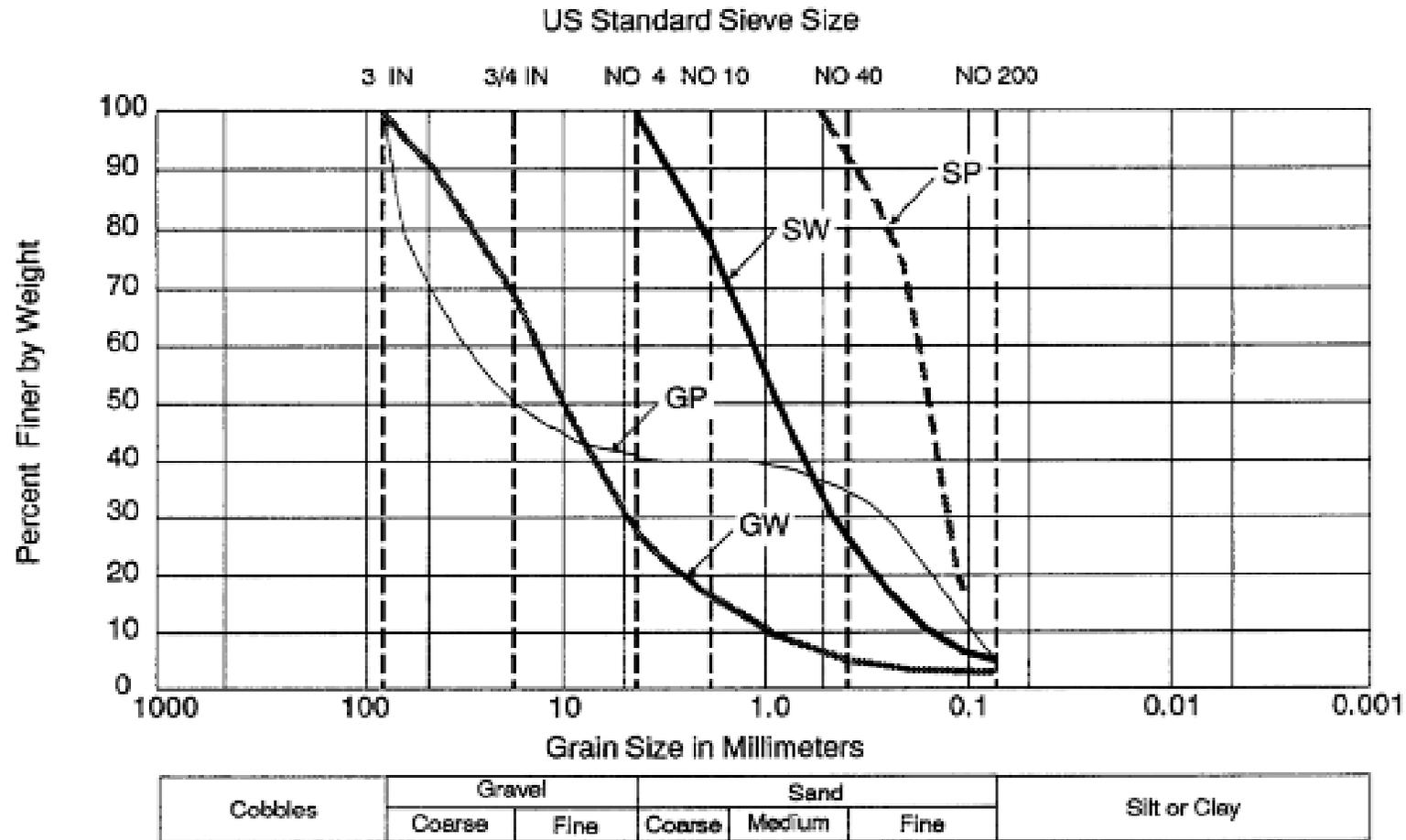


Figure 4-9. Typical grain-size distribution curves for well-graded and poorly graded soils.

Soil	D_{10}	D_{30}	D_{60}	C_u	C_z
A	0.47	3.5	16	34	1.6
B	0.23	0.30	0.41	1.8	0.95
C	0.003	0.042	2.4	800	0.25

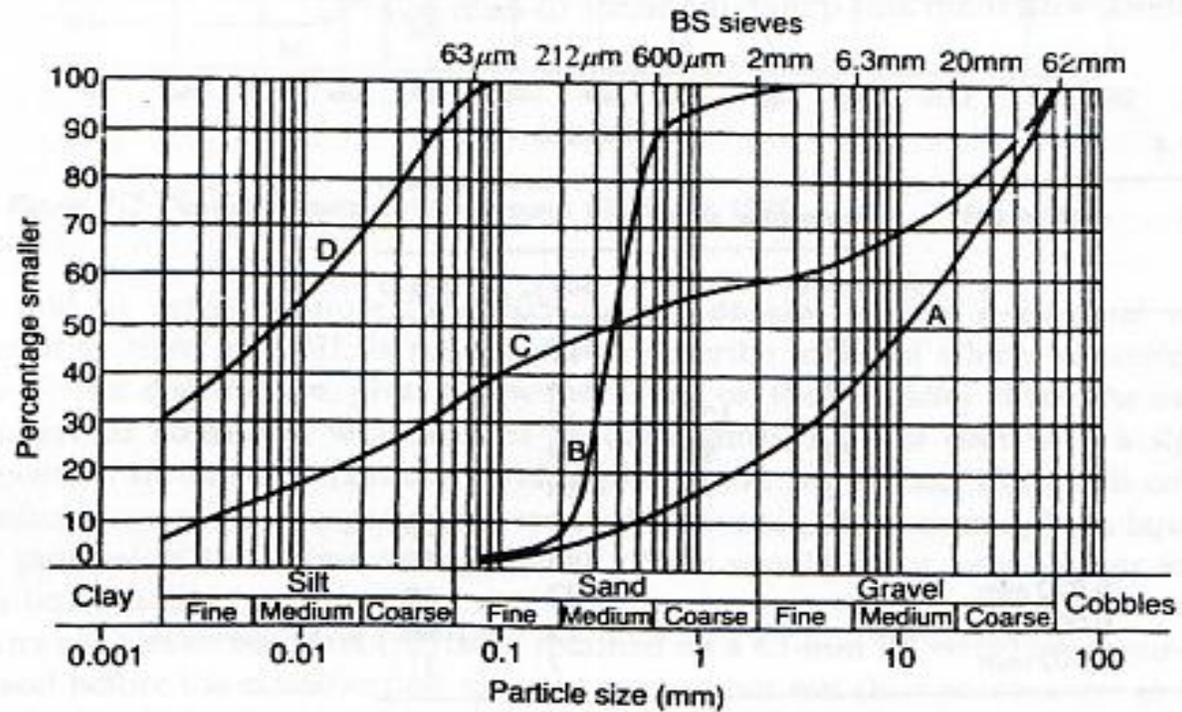


Figure 1.8 Particle size distribution curves (Example 1.1).

Diagram Plastisitas AST, Cassagrande

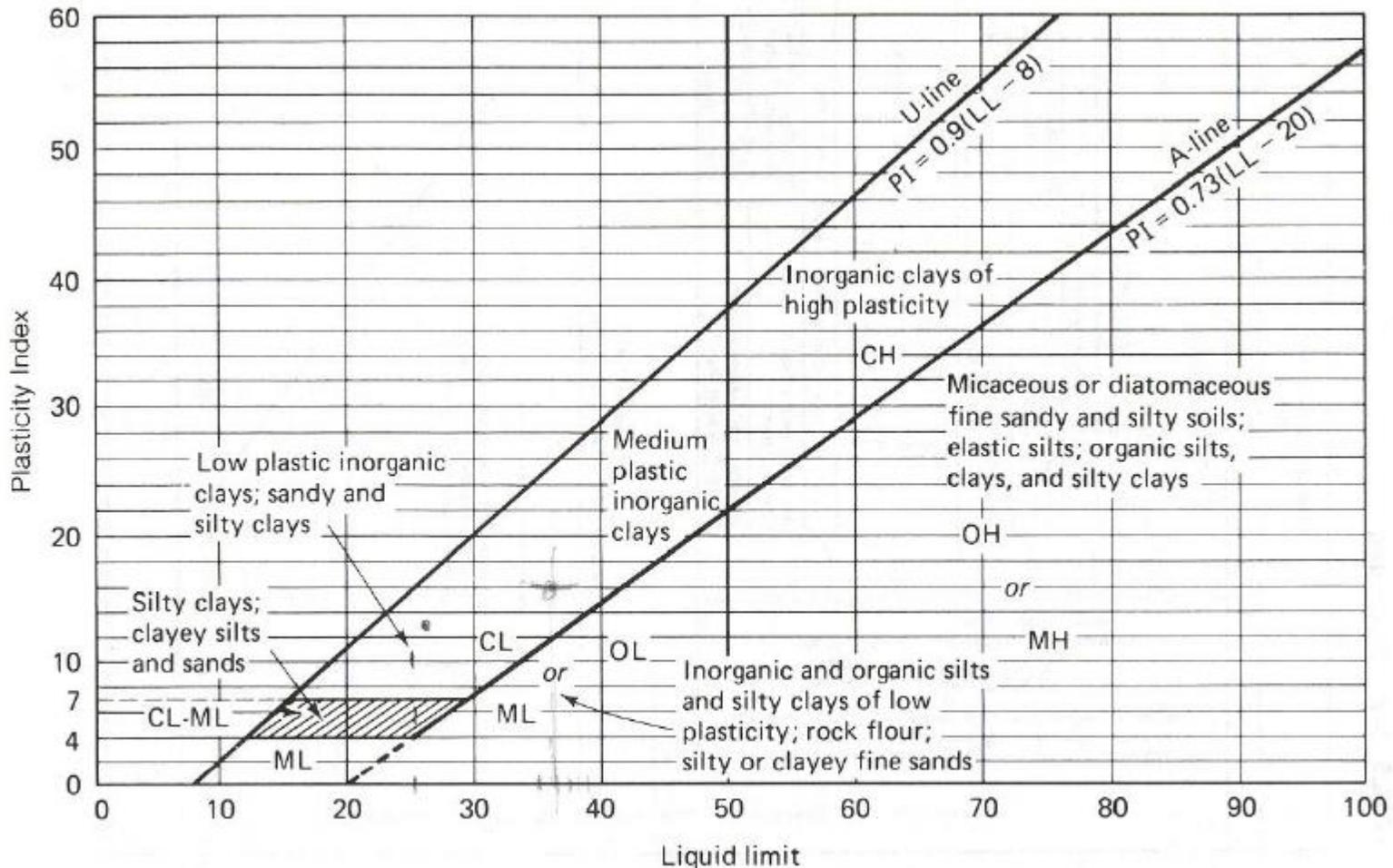


Diagram Plastisitas (ASTM, Casagrande)

Untuk tanah berbutir halus dan bagian butir halus dari tanah berbutir kasar

Contoh Identifikasi Tanah dari Data Lab

**SOIL MECHANICS LABORATORY**

FACULTY OF CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BANDUNG INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Form no. (No. formulir)

Issue/Revision

Revision (Revisi)

RESULT OF GRAIN SIZE ANALYSIS

Page 2 of 2

Project : Assessment Tangki 946-TK-106 Area Kilang Sungai Pakning PT. Pertamina
Type of sample : UDS - 1 Location : Sungai Pakning
Sample no : BH - 01
Depth (m) : 1.00 - 1.50 Date
Weight of soil : 500 gr Sample Accepted : 28 Januari 2020
Water Content : 0 % Sample Tested : Januari 2020
Test Finished : 06 Februari 2020

Sieve no. (No. Ayakan)	Diameter (mm)	Mass Retained (gr)	Percent Retained (%)	Percent Cumulative Retained (%)	Percent Passing (%)	Remarks
4	4.76	7.97	1.59	1.59	98.41	
10	2.00	29.77	5.95	7.55	92.45	
18	1.00	26.53	5.31	12.85	87.15	
35	0.50	24.51	4.90	17.76	82.24	
60	0.25	21.02	4.20	21.96	78.04	
100	0.15	40.50	8.10	30.06	69.94	
200	0.08	43.40	8.68	38.74	61.26	
PAN (%)		61.26				

RESULT OF HYDROMETER ANALYSIS

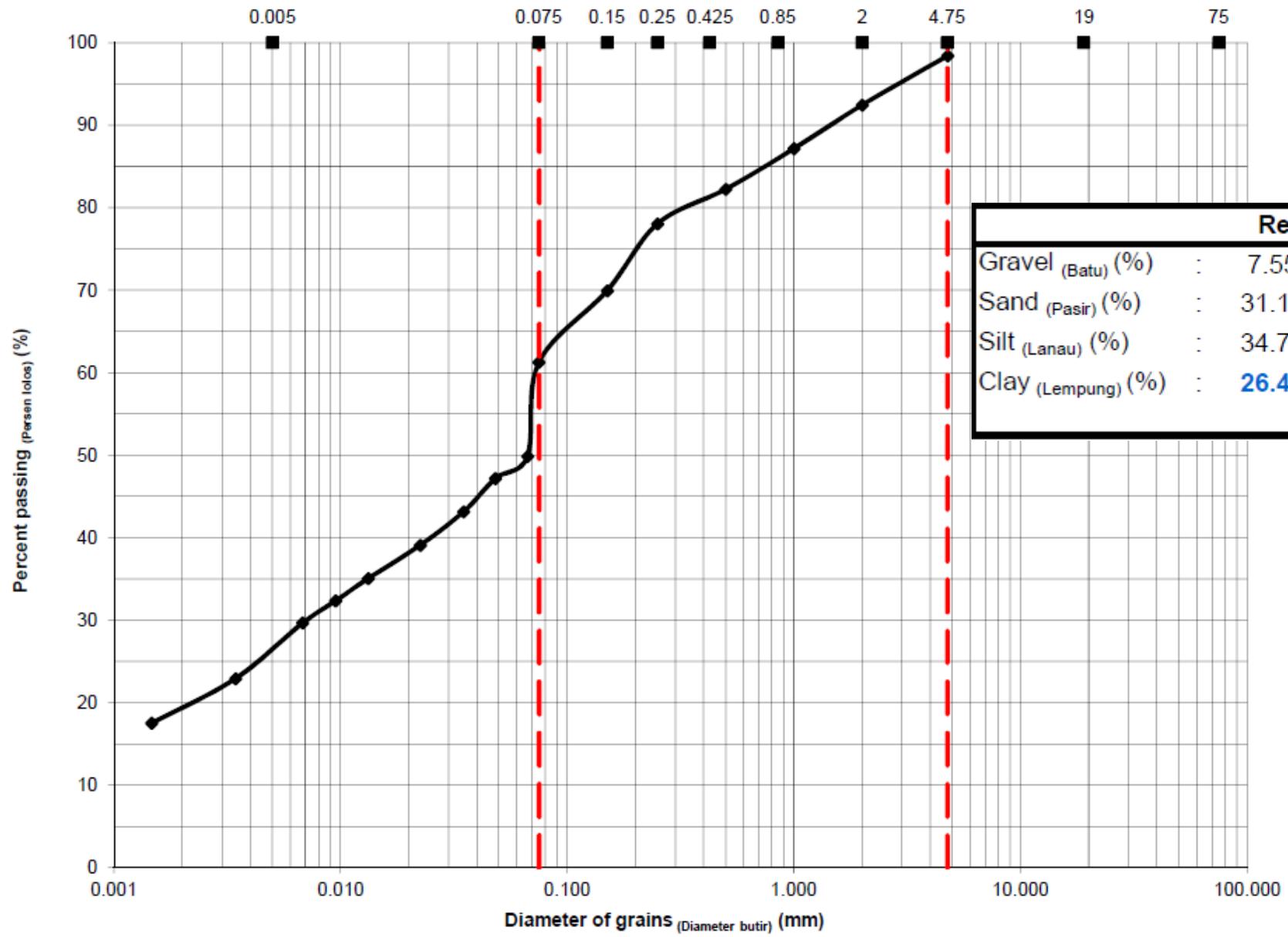
A : 1.1 (lihat tabel)
 k : 0.0148 (lihat tabel)

Specific gravity (Berat Jenis) (G_s) : 2.221
 Percent Passing No.200 : 61.26 %
 Berat tanah untuk hidrometer : 50 gr

Elapsed time (minute)	R 1000 (r-1)	Ra 1000 (Ra-1)	Temp. T °C	R-Ra	Zr	$\sqrt{\frac{Z_r}{t}}$	D (mm)	N (%)	N' (%)
0.5	35	-2	25	37.00	10.20	4.517	0.0668	81.40	49.87
1	33	-2	25	35.00	10.60	3.256	0.0482	77.00	47.17
2	30	-2	25	32.00	11.10	2.356	0.0349	70.40	43.13
5	27	-2	25	29.00	11.50	1.517	0.0224	63.80	39.08
15	24	-2	25	26.00	12.00	0.894	0.0132	57.20	35.04
30	22	-2	25	24.00	12.40	0.643	0.0095	52.80	32.35
60	20	-2	25	22.00	12.70	0.460	0.0068	48.40	29.65
250	15	-2	25	17.00	13.50	0.232	0.0034	37.40	22.91
1440	11	-2	25	13.00	14.20	0.099	0.0015	28.60	17.52

Tested by Technician : Zamzam

Date : 06 Februari 2020



Contoh Identifikasi Tanah Boring di Lapangan

Tabel 2.7 Korelasi Berat Jenis Tanah (γ) Untuk Tanah Non Kohesif dan Kohesif.

	Cohesionless Soil				
N	0-10	11-30	31-50	>50	
Unit Weight γ , kN/m ³	12-16	14-18	16-20	18-23	
Angle of Friction ϕ	25-32	28-36	30-40	>35	
State	Loose	Medium	Dense	Very Dense	
	Cohesive				
N	<4	4-6	6-15	16-25	>25
Unit Weight γ , kN/m ³	14-18	16-18	16-18	16-20	>20
q_u , kPa	<25	20-50	30-60	40-200	>100
Consistency	Very Soft	Soft	Medium	Stiff	Hard

(Soil Mechanics, Whilliam T., Whitman ,Robert V., 1962)

N-SPT VALUE				SAMPLE DOCUMENTATION
N ¹	N ²	N ³	N =	
				
DS 1				
14	11	6	N = 17	
4	14	12	N = 26	
4	7	9	N = 16	
DS 2				
21	50	0	N = 50	
50	0	0	N = 50	
50	0	0	N = 50	
50	0	0	N = 50	

50	0	0	N = 50	
50	0	0	N = 50	
50	0	0	N = 50	
50	0	0	N = 50	
DS 3				
50	0	0	N = 50	
22	50	0	N = 50	
21	50	0	N = 50	
50	0	0	N = 50	