

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan yang dapat dijadikan literatur untuk penyusunan penelitian ini adalah ;

No	Judul / Penelitian	Penulis	Metode & Variable	Hasil
1.	Analisis Karakteristik Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>) Jalan (Studi Kasus : Jalan Gunung Tugel-Kabupaten Banyumas)	Rima Ekawati (2016)	Metode : Analisa data sekunder untuk mengetahui potensi pengembangan (<i>sweeling potential</i>) dan tingkat keaktifan (<i>activity</i>) Variabel : Karakteristik Tanah Dasar	Hasil penelitian ruas Jalan Gunung Tugel-Kabupaten banyumas merupakan Tanah Lempung CH (<i>High Clay</i>). Hasil potensi pengembangan sangat tinggi dengan Indeks Plastisitas 97,39% dan diketahui tingkat keaktifan tanah sebesar 1,23.
2.	Identifikasi Tanah Lempung Kota Padang Berdasarkan Uji Klasifikasi Teknik dan Uji Batas-Batas Konsistensi Atterberg	Rina Yuliet(2010)	Metode : Uji Klasifikasi Teknik untuk mengetahui hasil pengujian indeks properties tanah Uji Minerologi untuk mengetahui Difraksi Sinar X (X-Ray Diffraction), Uji Batas Konsistensi Atterberg untuk Kriteria Tanah Ekspansif menurut PI dan, Klasifikasi pengembangan Variabel : Tanah Lempung Padang	Hasil Penelitian berdasarkan uji klasifikasi teknik dan uji batas-batas konsistensi Atterbergh yaitu Anduring dan PasarAmbacang serta 10 daerah lainnya memiliki derajat mengembang dari tinggi ke sangat tinggi. Tanahlempung mengembang di masing-masing daerah hanya 24,07%, 16,67% derajat pengembangan sedang, 33,33% derajat pengembangan tinggi dan 25,93% menyatakan derajat pengembangan sangat tinggi.

<p>3. Analisis Struktur Perkerasan Jalan Di Atas Tanah Ekspansif (Studi Kasus : Ruas Jalan Purwodadi-Blora)</p>	<p>Surat (2011)</p>	<p>Metode : analitis kuantitatif untuk analisa desain konstruksi struktur perkerasan jalan metode eksperimental untuk membuat pemodelan struktur perkerasan jalan yang akan dianalisa perilaku strukturnya dengan alat bantu program komputer SAP-2000 dan BISAR 3.0 yang menghasilkan <i>output</i> berupa besaran gaya gaya dalam, tegangan dan deformasi untuk dibandingkan serta dianalisis lebih lanjut guna dipilih model desain perbaikan perkerasan yang paling baik dan tepat untuk dilaksanakan pada ruas jalan Purwodadi-Blora. Variabel : struktur perkerasan kaku (perkerasan beton semen) dan struktur perkerasan lentur (<i>overlay AC</i>)</p>	<p>Hasil penelitian analisis struktur desain perkerasan yang dilakukan dengan SAP-2000 didapatkan hasil besarnya momen, tegangan dan lendutan maksimal yang terjadi pada dasar lapis perkerasan lentur adalah 126 Kg.cm; 0,30 Kg/cm²; dan 0,14 cm. Besarnya momen, tegangan dan lendutan adalah 40 Kg.cm; 0,35 Kg/cm²; dan 0,17 cm. Hasil analisis BISAR 3.0 didapatkan hasil besarnya nilai tegangan dan lendutan adalah 0,17 Kg/cm²; dan 0,10 cm. Besarnya tegangan dan lendutan maksimal perkerasan kaku adalah 0,035 Kg/cm²; dan 0,05 cm. Dengan pertimbangan bahwa perkerasan kaku memenuhi persyaratan teknis yaitu momen yang relatif kecil pada dasar perkerasan, daya dukung yang besar, lendutan yang kecil, distribusi tegangan dan distribusi lendutan yang merata serta kemampuan dalam meredam tekanan pengembangan tanah dasar yang besar.</p>
---	---------------------	--	---

4. Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif (Studi Kasus Di Desa Tanah Awu, Lombok Tengah)	I Gusti Ayu Istri Lestari (2014)	Metode : tahap pengambilan sampel tanah, tahap pengujian <i>soil test</i> , tahap penentuan batas-batas konsistensi, tahap uji pemadatan proctor, Variabel : Sampel tanah lempung	Hasil penelitian Tanah Awu memiliki kadar air awal rata-rata sebesar 47.50 %. Dari uji batas-batas Atterbergberat jenis sebesar 2.71, batas cair (LL) sebesar 125.84 %, (PL) sebesar 28.45 %, (SL) sebesar 9.88 % dan (IP) sebesar 97.39 %, Uji pematankadar air 20,34% pada kedalaman 0.60 meter sedangkan kadar air 29,43% pada kedalaman 1.20 meter , berat volume kering (γ_d) pada kedalaman 0.60 meter = 1,37 gr/cm ³ , pada kedalaman 1.20 meter = 1,34 gr/cm ³
---	----------------------------------	---	---

B. Umum

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006, jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala aspek jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Semua prasarana jalan akan mengalami kerusakan, atau penurunan kondisi, kualitas dan lain-lain, apabila telah digunakan untuk melayani kegiatan operasi lalu lintas penumpang maupun barang. Untuk itu, semua prasarana yang terdapat pada suatu sistem transportasi khususnya transportasi darat, memerlukan perawatan dan perbaikan kerusakan yang baik. Hal ini dimaksudkan untuk memperpanjang masa pelayanan ekonominya dengan mempertahankan tingkat pelayanan pada batas standar yang aman (Prasetyo, 2007).

Tanah adalah suatu himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (Hardiyatmo, 2002). Tanah yang ekspansif menunjukkan perubahan volume dengan perubahan kadar air, menyebabkan masalah serius pada teknik sipil seperti perkerasan jalan (G Radhakrishnan, dkk., 2014) . Pada tanah pondasi yang secara langsung mendukung beban lalu lintas dari suatu perkerasan, disebut lapisan tanah dasar(*subgrade*). Lapisan tanah dasar ini, merupakan suatu lapisan tanah yang dipadatkan dan berfungsi sebagai pondasi dari suatu sistem perkerasan jalan, tanah dasar sebagai pondasi jalan yang terdiri dari material galian pada bagian atas timbunan dan dibawah dasar struktur perkerasan. Dalam integritas struktur perkerasan bergantung pada stabilitas tanah dasar (Hardiyatmo, 2007).

Lapisan tanah dasar mengalami tegangan akibat beban roda kendaraan lebih rendah dibandingkan dengan lapis permukaan. Tegangan akibat beban roda, berkurang dengan bertambahnya kedalaman dan pengontrolan tegangan pada lapisan tanah dasar umumnya pada puncaknya. Kondisi tidak umum tersebut, misalnya tanah berlapis-lapis, kadar air atau kepadatannya sangat bervariasi, kondisi lapisan tanah dasar tersebut dapat dianalisa saat penyelidikan tanah. Perkerasan di atas lapisan tanah dasar, harus mampu mereduksi tegangan yang diterima oleh lapisan tanah dasar pada suatu nilai yang cukup rendah, sehingga dapat mencegah deformasi berlebihan pada tanah dasar tersebut (Hardiyatmo, 2007).

Apabila konstruksi perkerasan jalan tidak memperhitungkan kondisi tanah dapat berakibat kegagalan struktur. Kejadian amblasnya jalan Banjarparakan-Menganti merupakan awal terjadi retak (*cracking*) hingga akhirnya jalan tersebut amblas (*depression*) dengan jarak 50 meter dengan kedalaman amblas 3-5 meter.

Dalam identifikasi tanah merupakan tahap yang sangat penting untuk memberikan masukan pada proses desain atau perencanaan. Besar dan nilai pengembangan bergantung pada banyaknya mineral lempung di dalam tanah dan kadar air awal. Tanah dengan susunan random cenderung

lebih mudah mengembang dari pada tanah dengan susunan teratur. Gangguan tanah atau pembentukan kembali tanah lempung dapat menambah sifat mudah mengembang. *Kation-kation monovalent* dalam lempung (contohnya *sodium montmorillonite*) akan mengembang lebih besar dari pada lempung *divalent* (contohnya *kalsium montmorillonite*). Dalam sementasi dan bahan-bahan organik cenderung mengurangi pengembangan. Untuk memprediksi potensi mengembang tanah lempung perlu dilakukan identifikasi tanah lempung berdasarkan uji batas-batas konsistensi *Atterberg* (Yuliet, 2010).

Menurut (Javad Behmanesh dan Zahra Mehrmousavi, 2014) penurunan tanah adalah suatu masalah utama di kota industri Urmia setelah konstruksi karena tanah lempung yang ada. Konstruksi perkerasan yang fleksibel di tanah ekspansif mahal karena bagian perkerasan yang besar akibat nilai CBR yang rendah dalam kondisi basah. Ketidakstabilan volume tanah mempengaruhi perkerasan jalan dan menuntut perawatan yang sering. Oleh karena itu, usaha harus dilakukan untuk mengurangi bagian perkerasan yang besar dan juga untuk menekan pembengkakan tanah dasar (C.N.V. Satyanarayana Reddy dan K. Chinnapa Reddy, 2011).

Permasalahan yang terjadi dengan tanah lempung berhubungan dengan perkerasan jalan adalah nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dan permasalahan keretakan pada permukaan perkerasan jalan dikarenakan ada reaksi tanah dasar yang bergantung pada beberapa parameter karakteristik tanah yaitu potensi pengembangan dan tingkat keaktifan tanah (Surat, 2011).

Berdasarkan kajian pustaka diatas maka dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan alternatif desain perkerasan jalan diperlukan mengetahui karakteristik tanah dasar (*subgrade*) sehingga didapatkan desain perbaikan struktur perkerasan jalan yang tepat sesuai kondisi tanah pada ruas Jalan Banjarparakan-Menganti.

C. Tipe Kerusakan Jalan Pada Perkerasan lentur

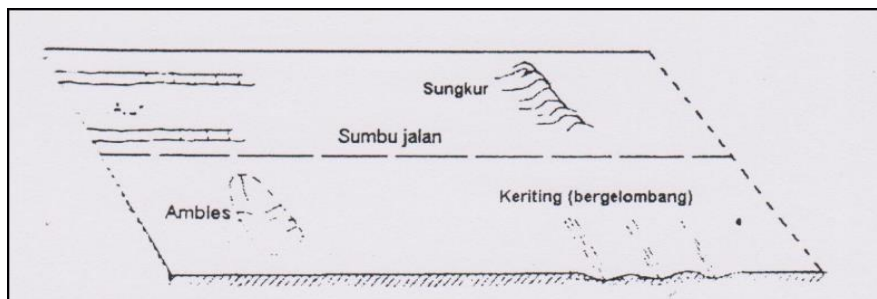
Tipe-tipe kerusakan jalan ini mengacu yang disarankan oleh Bina Marga (1995), RRL (1968), Yoder dan Witzcak (1975), Shahin (1994), Lavin (2003), dan mengacu pada buku katalog tentang kerusakan perkerasan yang diterbitkan oleh FHWA (2003), Austroads (1987) dan Asphalt Intitute MS-16 (Ekawati, 2016). Jenis-jenis kerusakan jalan pada perkerasan lentur, dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Deformasi

Deformasi adalah penurunan permukaan perkerasan jalan dari profil aslinya. Deformasi merupakan kerusakan penting dari kondisi perkerasan, karena mempengaruhi kenyamanan lalu-lintas terutama pada kendaraan yang lewat/kekasaran, genangan air yang mengurangi kekesatan permukaan sehingga lapisan jalan menjadi seperti lendutan sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur perkerasan jalan.

Mengacu pada AUSTROADS (1987) dan Shahin (1994), beberapa tipe deformasi perkerasan lentur, adalah

- a. Bergelombang (*corrugation*).
- b. Alur (*rutting*).
- c. Ambles (*depression*).
- d. Sungkur (*shoving*).
- e. Mengembang (*swell*).
- f. Benjol dan turun (*bump and sags*).



Sumber : Hardiyatmo (2007)

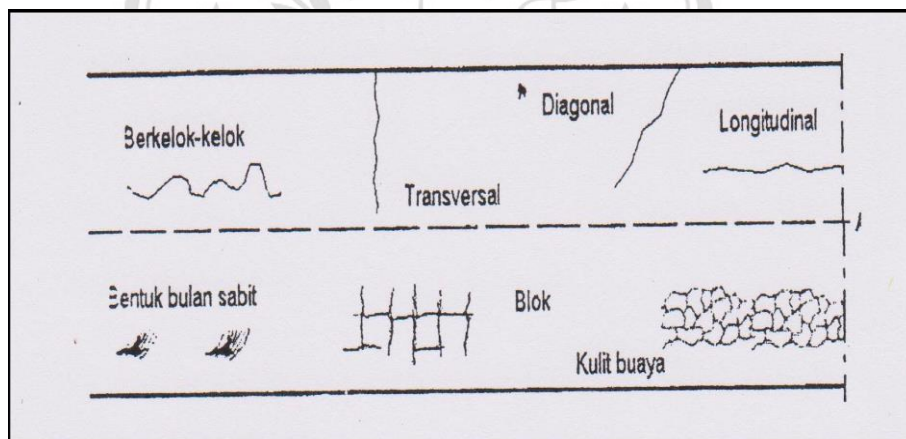
Gambar 2.1. Tipe kerusakan deformasi pada permukaan aspal

2. Retak (*crack*)

Retakan dapat terjadi dalam berbagai bentuk. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor dan melibatkan mekanisme yang kompleks. Retak dapat terjadi bila tegangan tarik maksimum yang dapat ditahan oleh suatu perkerasan. Perkerasan yang kurang kuat tidak mempunyai tahanan terhadap tegangan tarik yang tinggi sehingga mengakibatkan retakan yang cukup besar.

Mengacu pada Austroads (1987), retak pada perkerasan lentur dapat dibedakan menurut bentuknya antara lain :

- a. Retak memanjang (*longitudinal cracks*)
- b. Retak melintang (*transverse cracks*)
- c. Retak diagonal (*diagonal cracks*)
- d. Retak berkelok-kelok (*meandering*)
- e. Retak reflektif sambungan (*joint reflective cracks*)
- f. Retak blok (*block cracks*)
- g. Retak kulit buaya (*alligator cracks*)
- h. Retak selip (*slippage cracks*)



Sumber : Hardiyatmo (2007)

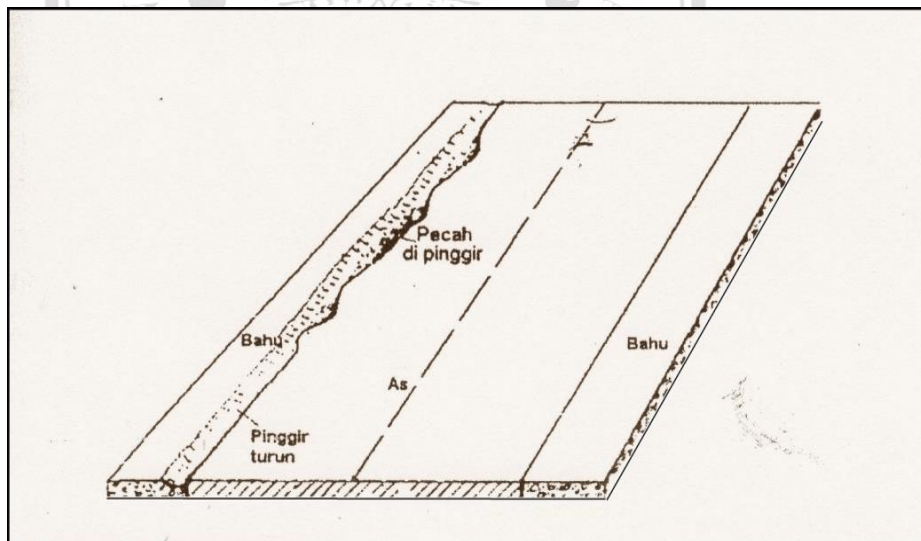
Gambar 2.2. Tipe retakan perkerasan lentur

3. Kerusakan tekstur permukaan

Kerusakan tekstur permukaan merupakan kehilangan material perkerasan secara berangsur-angsur dari lapisan permukaan ke arah bawah. Perkerasan nampak seakan pecah menjadi bagian-bagian kecil, seperti pengelupasan pada bagian jalan akibat terbakar sinar matahari, atau mempunyai garis-garis goresan yang sejajar. Butiran lepas dapat terjadi di atas seluruh permukaan jalan, dengan lokasi terburuk di jalur lalu lintas.

4. Kerusakan Pinggir Perkerasan

Kerusakan pinggir perkerasan merupakan keretakan yang terjadi di sepanjang pertemuan permukaan aspal dan bahu jalan. Kejadian kerusakan ini mengakibatkan lapisan permukaan aspal menjadi tidak kuat saat lapisan aspal dilalui beban di atasnya, kerusakan ini terjadi secara bertahap namun kalau tidak segera ditangani dapat memanjang di sepanjang jalan, pada kerusakan ini terjadi disalah satu bagian jalan.



Sumber : Hardiyatmo (2007)

Gambar 2.3. Kerusakan pinggir perkerasan

5. Gerakan Tanah Pondasi

Gerakan tanah pondasi adalah suatu penurunan konsolidasi tanah di bawah timbunan yang menyebabkan distorsi perkerasan jalan.

Perencanaan konstruksi perkerasan lentur yang dibangun di atas tanah gambut akan mengakibatkan amblasnya jalan. Dalam tanah urugan yang gagal mengakibatkan keretakan yang berbentuk cekungan dan setengah lingkaran pada permukaan perkerasan jalan. Gerakan ini dapat diketahui awalnya dari terbentuknya retakan dipuncak dari permukaan jalan yang akan amblas, gerakan ini dapat diketahui dari penurunan lapisan perkerasan jalan perlahan.

6. Lubang

Lubang merupakan suatu lekukan pada permukaan perkerasan jalan yang terjadi karena hilangnya lapisan material pondasi. Lubang bisa terjadi ketika beban lalu lintas menggerus bagian-bagian kecil dari permukaan perkerasan jalan sehingga air dapat masuk ke celah-celah perkerasan. Air yang masuk ke dalam lubang dan lapis pondasi dapat mengakibatkan kerusakan jalan, kerusakan yang terjadi berbentuk lubang kecil yang dapat berhubungan atau tidak berhubungan dengan kerusakan permukaan lainnya.

D. Kerusakan Jalan Di Atas Tanah Ekspansif

Menurut (Surat, 2011), perilaku tanah ekspansif dapat dapat mengakibatkan kerusakan jalan seperti di bawah ini :

1. Pengangkatan Tanah

Pengangkatan tanah atau cembungan perkerasan jalan dapat diakibatkan oleh mengembangnya tanah yang berada di bawah perkerasan jalan. Cembungan pada perkerasan jalan ini dapat mempengaruhi struktur perkerasan sehingga menyebabkan permukaan jalan bergelombang dan lapisan jalan menjadi rusak. Pada saat-saat tertentu cembungan terjadi pada tepi perkerasan akibat pengangkatan tanah dasar yang lunak oleh roda kendaraan yang melintasi jalan tersebut.

2. Longsor

Air yang berada di atas permukaan dapat masuk ke dalam celah yang besar sehingga kadar air tanah meningkat. Dengan adanya peningkatan kadar air yang sangat tinggi pada tanah, maka kuat geser tanah semakin berkurang dan akan mencapai kuat geser kritisnya. Semakin berkurangnya kuat geser tanah akan berakibat semakin berkurang pula daya dukung tanah dasarnya, sehingga pada saat faktor keamanan mendekati satu, tanah dasar tidak mampu lagi menahan beban di atasnya sehingga terjadi longsor pada jalan.

E. Parameter Karakteristik Tanah Dasar (*subgrade*)

Dalam mengidentifikasi tanah dasar dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter hasil dari uji indeks. Pada pengujian indeks ini diperlukan antara lain adalah uji tanah dan CBR. Pada umumnya, tanah dengan indeks plastisitas ($PI < 15\%$) tidak akan memperlihatkan perilaku pengembangan. Pada tanah dengan indeks plastisitas lebih besar dari 15%, kandungan kadar lempung harus dievaluasi (Ekawati, 2016).

Analisa secara sederhana dapat dilakukan dengan menghitung nilai potensi pengembangan (*swelling potential*) dan tingkat keaktifan (*activity*) berdasarkan nilai-nilai batas *atterberg* / presentasi kandungan lempung pada nilai CBR (*California Bearing Ratio*).

1. Potensi Pengembangan (*Swelling Potential*)

a. Menurut Cara *USBR*

Potensi Pengembangan (*Swelling Potential*) menurut cara *United State Bureau of Reclamation* (*USBR*) dikembangkan oleh Holtz dan Gibbs dapat diidentifikasi berdasarkan Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Potensi Pengembangan Tanah (*United State Bureau of Reclamation*)

Indeks Plastisitas	Kemungkinan Mengembang (%)	Derajat Mengembang
>35	>30	Sangat Tinggi
25-41	20-30	Tinggi
15-28	10-20	Sedang
<18	<10	Rendah

Persamaan Potensi Mengembang Seed, Woodward, dan Lundgren

$$S = 60 * K * (PI)^{2,44}$$

$$K = 3,6 * 10^{-5}$$

Sumber : USBR, 1974

b. Menurut Chen (1975)

Potensi Pengembangan (*Swelling Potential*) menurut Chen (1975) dapat diidentifikasi menggunakan indeks tunggal berdasarkan nilai indeks plastisitas dari data atterberg, dapat diidentifikasi berdasarkan Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Potensi Pengembangan Tanah

Indeks Plastisitas (%)	Potensi Pengembangan
0-15	Rendah
10-35	Sedang
20-55	Tinggi
>55	Sangat Tinggi

Sumber : Chen, 1975

2. Tingkat Keaktifan (*Activity*)

Menurut batas-batas *atterbergh* dan fraksi lempung dapat dikombinasikan menjadi satu parameter yaitu tingkat keaktifan (*activity*). Pada umumnya, tanah dengan indeks plastisitas (PI) < 15% tidak akan memperlihatkan perilaku pengembangan (Ekawati, 2016).

a. Menurut Skempton (1953)

Pada tingkat keaktifan (*activity*) suatu tanah dapat ditentukan dengan rumus :

$$Ac = \frac{PI}{CF} \Rightarrow$$

Keterangan :

Ac = Tingkat Keaktifan

PI = Indeks Plastisitas (%)

CF = Persentase Fraksi Lempung (%)

Setelah dikorelasikan dengan potensi pengembangan, maka tanah lempung dibagi menjadi tiga kelas berdasarkan tingkat keaktifan (*activity*), dapat diidentifikasi seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Korelasi Tingkat Keaktifan Dengan Potensi Pengembangan (Skempton, 1953)

Tingkat Keaktifan	Potensi Pengembangan
< 0,75	Tidak Aktif
0,75-1,25	Normal
> 1,25	Aktif

Sumber : Skempton, 1953

F. Klasifikasi Tanah

Menurut (Hardiyatmo, 2002) penentuan sifat-sifat tanah banyak dijumpai dalam masalah teknis yang berhubungan dengan tanah. Penyelidikan sifat-sifat tanah kemudian dapat digunakan untuk mengevaluasi masalah-masalah tertentu.

1. Indeks plastisitas (*plasticity index*)

Indeks plastisitas merupakan selisih batas cair dan batas plastis : $PI = LL - PL$. Klasifikasi tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang sangat sederhana. Dalam klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel-partikel yang diperoleh dari analisis (percobaan sedimentasi dan batas plastis (PI)). Batas mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah diberikan oleh *Atterbergh* yang terdapat dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Nilai indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non Kohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagai
7-14	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>14	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber :Hary Christady, Mekanika Tanah 1 hal 48, 2002

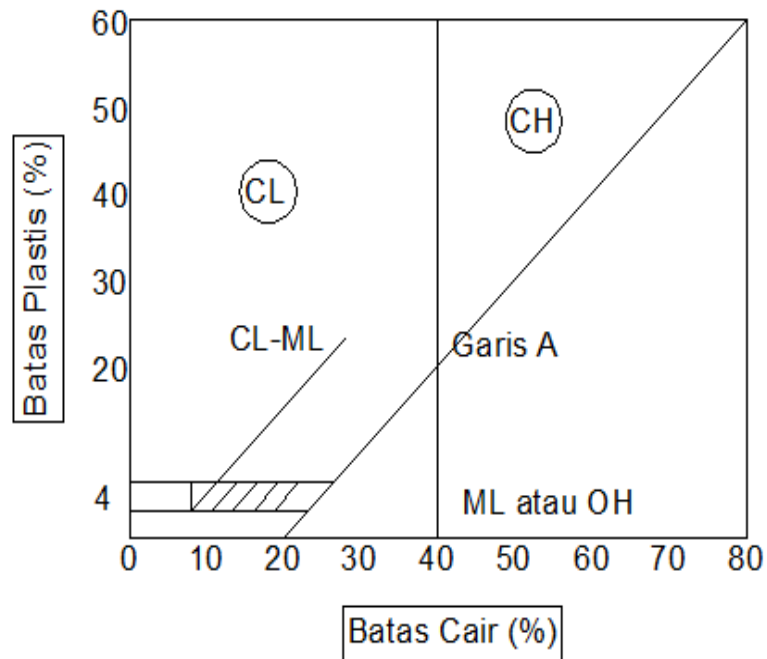
2. Bentuk sistem klasifikasi tanah *unified (Unified Soil Classification System)*

Sistem ini mengklasifikasikan tanah ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika lebih dari 50% tinggal dalam saringan no. 200 dan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih 50% lewat saringan no. 200. Setelah itu, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan subkelompok.

Simbol-simbol yang digunakan dalam sistem ini :

G = kerikil	Pt= tanah gambut & tanah organik tinggi
S = pasir	W= gradasi baik
C = lempung	P = gradasi buruk
M = lanau	H = plastisitas tinggi
O= lanau/ lempung organik	L = plastisitas rendah

Dalam klasifikasi *USCS*, klasifikasi tanah dijelaskan pada diagram plastisitas yang menjelaskan untuk mengklasifikasikan kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Pada batas pemeriksaan konsistensi *atterbergh* yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.



Sumber : Hardiyatmo, 2002

Gambar 2.4. Diagram Plastisitas

Garis A pada gambar 2.4 menjelaskan batas empiris antara lempung inorganik yang khas (CL dan CH) dengan lanau inorganik yang khas kemudian garis tegak lurus pada batas cair 50 itu memisahkan lanau dan lempung yang batas cairnya tinggi (H). Sifat-sifat tanah menunjukkan gejala saling berhimpitan dan karena itulah garis A di daerah ini menjadi suatu daerah, klasifikasi dualistik CL - ML dipakai untuk tanah-tanah yang berbeda di dalam daerah ini, tanah-tanah berbutir kasar dibagi menjadi pasir dan kerikil dan kemudian dibagi lagi menjadi: yang mengandung bahan halus dalam jumlah yang ada artinya dan yang bebas dari bahan-bahan halus (Soedarmo, 1993).