

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tanah**

##### **A.1. Pengertian Tanah**

Tanah dari pandangan ilmu Teknik Sipil merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, 1992).

Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-ngendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya (Hardiyatmo, 1992).

Sedangkan pengertian tanah menurut Bowles (1984), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

- a. Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm dan untuk ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles/pebbles*).
- b. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- c. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm sampai 5 mm sampai bahan halus yang berukuran  $< 1$  mm.
- d. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm.

- e. Lempung (*clay*) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
- f. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

## **A.2. Klasifikasi Tanah**

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran dan plastisitas.

Ada beberapa macam sistem klasifikasi tanah yang umumnya digunakan sebagai hasil pengembangan dari sistem klasifikasi yang sudah ada. Beberapa sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas *Atterberg*, sistem-sistem tersebut adalah sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dan sistem klasifikasi tanah *unified* (USCS).

### **A.2.1. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO**

Sistem klasifikasi AASHTO awalnya membagi tanah kedalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk subkelompok. Sistem yang direvisi (*Proc. 25 th Annual Meeting of Highway Research Board, 1945*) mempertahankan delapan kelompok dasar tanah tadi tapi menambahkan dua subkelompok dalam A-1, empat kelompok dalam A-2, dan dua subkelompok dalam A-7. Kelompok A-8

tidak diperlihatkan tetapi merupakan gambut atau rawang yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompok, yang dihitung dengan rumus - rumus empiris. Pengujian yang dilakukan hanya analisis saringan dan batas-batas Atterberg (Bowles, 1984).

Tabel 2.1. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10  No.40  No.200	Maks 50  Maks 30 Maks 15	Maks 50  Maks 25	Min 51  Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40  Batas Cair (LL) Indeks  Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40  Maks 10	Min 41  Maks 10	Maks 40  Min 11	Min 41  Min 41
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi Umum	Tanah berbutir (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						

Klasifikasi Kelompok	A-4	A-5	A-6	A-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek			

Sumber : Aria febriantama,2016 hal 8.

Tabel 2.1 merupakan sistem klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO. Tanah A-1 sampai A-3 adalah tanah berbutir (granular) dengan tidak lebih dari 35 persen bahan lolos saringan No.200. Bahan khas dalam kelompok A-1 adalah campuran bergradasi baik dari kerikil, pasir kasar, pasir halus, dan suatu bahan pengikat (binder) yang mempunyai plastisitas sangat kecil atau tidak sama sekali ( $I_p \leq 6$ ). Kelompok A-3 terdiri dari campuran pasir halus, bergradasi buruk, dengan sebagian kecil pasir kasar dan kerikil, fraksi lanau yang merupakan bahan

tidak plastis lolos saringan No.200. Kelompok A-2 juga merupakan bahan berbutir tetapi dengan jumlah bahan yang lolos saringan No.200 yang cukup banyak (tidak lebih dari 35 persen). Bahan ini terletak di antara bahan dalam kelompok A-1 dan A-3 dan bahan lanau – lempung dari kelompok A-4 sampai A-7. Kelompok A-4 sampai A-7 adalah tanah berbutir halus dengan lebih dari 35 persen bahan lolos saringan No.200.

#### **A.2.2. Sistem Klasifikasi Tanah Sistem *Unified* (USCS)**

Dalam sistem ini, *Cassagrande* membagi tanah atas 3 (tiga) kelompok (Sukirman, 1992) yaitu :

- a. Tanah berbutir kasar, < 50% lolos saringan No. 200.
- b. Tanah berbutir halus, > 50% lolos saringan No. 200.
- c. Tanah organik yang dapat dikenal dari warna, bau dan sisa-sisa tumbuhan-tumbuhan yang terkandung di dalamnya.

Sistem klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan teknik fondasi seperti bendungan, bangunan dan konstruksi yang sejenis. Sistem ini biasa digunakan untuk desain lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah untuk jalan. Klasifikasi berdasarkan *Unified System* (Dalam skripsi Aria febriantama,2016), tanah dikelompokkan menjadi:

1. Tanah berbutir kasar adalah tanah yang lebih dan 50% bahannya tertahan pada ayakan No. 200. Tanah butir kasar terbagi atas kerikil dengan simbol G (*gravel*), dan pasir dengan simbol S (*sand*).
2. Tanah butir halus adalah tanah yang lebih dan 50% bahannya lewat pada saringan No. 200. Tanah butir halus terbagi atas lanau dengan simbol

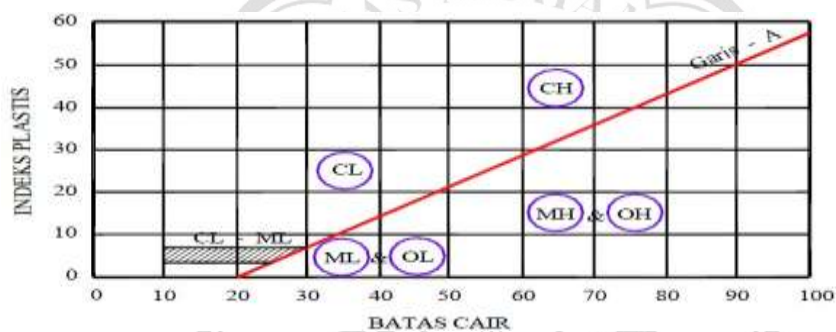
M (*silt*), lempung dengan simbol C (*clay*), serta lanau dan lempung organik dengan symbol O, bergantung pada tanah itu terletak pada grafik plastisitas. Tanda L untuk plastisitas rendah dan tanda H untuk plastisitas tinggi.

Adapun simbol simbol lain yang digunakan dalam klasifikasi tanah ini adalah

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) ( $LL > 50$ )



Gambar 2.1. Grafik Plastisitas USCS

Sumber : Dalam skripsi Aria febriantama,2016 hal 10.

Lanau adalah tanah berbutir halus yang mempunyai batas cair dan indeks plastisitas terletak dibawah garis A dan lempung berada diatas garis A. Lempung organis adalah pengecualian dari peraturan diatas karena batas cair dan indeks plastisitasnya berada dibawah garis A. Lanau, lempung dan tanah organis dibagi lagi menjadi batas cair yang rendah (L) dan tinggi (H). Garis pembagi antara batas cair yang rendah dan tinggi ditentukan pada angka 50 seperti:

1. Kelompok ML dan MH adalah tanah yang diklasifikasikan sebagai lanau pasir, lanau lempung atau lanau organis dengan plastisitas relatif rendah.

Juga termasuk tanah jenis butiran lepas, tanah yang mengandung mika juga beberapa jenis lempung *kaolinite* dan *illite*.

2. 2. Kelompok CH dan CL terutama adalah lempung organik. Kelompok CH adalah lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi mencakup lempung gemuk. Lempung dengan plastisitas rendah yang dikalsifikasikan CL biasanya adalah lempung kurus, lempung kepasiran atau lempung lanau.
3. Kelompok OL dan OH adalah tanah yang ditunjukkan sifat-sifatnya dengan adanya bahan organik. Lempung dan lanau organik termasuk dalam kelompok ini dan mereka mempunyai plastisitas pada kelompok ML dan MH.

Tabel 2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem *Unified*

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi
Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran kerikil $50\% \geq$ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$  $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
	Kerikil dengan Butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$  Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus ; Kuran g dari 5% lolos saringan No.200: GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan No.200 : GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan No.200 : Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol double				Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW  Bila batas <i>Atterberg</i> berada dari diagram plastisitas, maka dipakai double simbol



Pasir $\geq 50\%$ fraksikasas	lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanyap pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerkil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 $D_{10} \times D_{60}$	
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerkil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$	
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair $\leq 50\%$	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar.  Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.		
		CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerkil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" ( <i>lean clays</i> )			
		OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah			
	Lanau dan lempung batas cair $\geq 50\%$	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis			
		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" ( <i>fat clays</i> )			
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi			



Tanah-tanah organik sangat Tinggi	dengan kandungan	PT	Peat (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488
-----------------------------------	------------------	----	---	--

Sumber :HaryChristady, 1992.

## B. Tanah Lempung

### B.1 Definisi Tanah Lempung

Mengatakan sifat – sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat. Dengan adanya pengetahuan mengenai mineral tanah tersebut, pemahaman mengenai perilaku tanah lempung dapat diamati. (Hardiyatmo, 1992).

### B.2. Mineral Lempung

Mineral - mineral lempung merupakan produk pelapukan batuan yang terbentuk dari penguraian kimiawi mineral - mineral silikat lainnya dan selanjutnya terangkut ke lokasi pengendapan oleh berbagai kekuatan.

Mineral - mineral lempung digolongkan ke dalam golongan besar yaitu:

- a. *Kaolinite* merupakan anggota kelompok *kaolinite serpentin*, yaitu *hidrus alumino silikat* dengan rumus kimia  $Al_2 Si_2O_5(OH)_4$ . Kekokohan sifat struktur dari partikel *kaolinite* menyebabkan sifat- sifat plastisitas dan daya pengembangan atau menyusut *kaolinite* menjadi rendah.
- b. *Illite* dengan rumus kimia  $K_yAl_2(Fe_2Mg_2Mg_3) (Si_4yAl_y)O_{10}(OH)_2$  adalah mineral bermika yang sering dikenal sebagai *mika tanha* dan

merupakan mika yang berukuran lempung. Istilah *illite* dipakai untuk tanah berbutir halus, sedangkan tanah berbutir kasar disebut *mika hidrus*.

- c. *Montmorilonite* Mineral ini memiliki potensi plastisitas dan mengembang atau menyusut yang tinggi sehingga bersifat plastis pada keadaan basah dan keras pada keadaan kering. Rumus kimia *montmorilonite* adalah  $\text{Al}_2\text{Mg}(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ .

### B.3. Sifat Tanah Lempung

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 1992) :

- a. Ukuran butir halus, yaitu kurang dari 0,002mm.
- b. Permeabilitas rendah.
- c. Kenaikan air kapiler tinggi.
- d. Bersifat sangat kohesif.
- e. Kadar kembang susut yang tinggi.
- f. Proses konsolidasi lambat.

Jenis-Jenis Lempung yang Digunakan dalam Pembuatan Batu Bata Berdasarkan tempat pengendapan dan asalnya, lempung dibagi dalam beberapa jenis :

#### 1. Lempung Residual

Lempung Residual adalah lempung yang terdapat pada tempat dimana lempung itu terjadi dan belum berpindah tempat sejak terbentuknya. Sifat lempung jenis ini adalah berbutir kasar dan masih bercampur dengan batuan asal yang belum mengalami pelapukan, tidak

plastis. Semakin digali semakin banyak terdapat batuan asalnya yang masih kasar dan belum lapuk.

## 2. Lempung Illuvial

Lempung illuvial adalah lempung yang sudah terangkut dan mengendap pada suatu tempat yang tidak jauh dari tempat asalnya seperti di kaki bukit. Lempung ini memiliki sifat yang mirip dengan lempung residual, hanya saja lempung illuvial tidak ditemukan lagi batuan dasarnya. Di Indonesia pada pembuatan batu bata merah dan genteng pada umumnya menggunakan lempung jenis ini.

## 3. Lempung Alluvial

Lempung alluvial adalah lempung yang diendapkan oleh air sungai di sekitar atau di sepanjang sungai. Pasir akan mengendap di dekat sungai, sedangkan lempung akan mengendap jauh dari tempat asalnya.

## 4. Lempung Rawa

Lempung rawa adalah lempung yang diendapkan di rawa-rawa. Jenis lempung ini dicirikan oleh warnanya yang hitam. Apabila terdapat di dekat laut akan mengandung garam.

Tanah liat merupakan bahan dasar yang dipakai dalam pembuatan bata merah. Tanah liat terjadi dari tanah napal (tanah bawah, asam kersik) yang dicampur dengan bermacam-macam bahan yang lain. Bahan dasar pembuatan batu bata merah berasal dari batu karang dan diperoleh dari proses pelapukan batuan. Tanah liat kebanyakan diambil dari permukaan tanah yang mengendap.

Endapan tanah liat sering juga terdapat dalam lapisan lain, sehingga proses pengambilannya dengan cara membuat sumur-sumur. Tanah liat yang dipergunakan dalam pembuatan batu bata merah adalah bahan yang asalnya dari tanah porselin yang telah bercampur dengan tepung pasir-kwarsa dan tepung oxidbesi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan tepung kapur ( $\text{CaCO}_3$ ).

Tanah liat memiliki komposisi kimia sebagai berikut:

- a. Silika ( $\text{SiO}_2$ ), silika dalam bentuk sebagai kuarsa jika memiliki kadar yang tinggi akan menyebabkan tanah liat menjadi pasiran dan mudah *slaking*, kurang plastis dan tidak begitu sensitif terhadap pengeringan dan pembasahan.
- b. Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), terdapat dalam mineral lempung, feldspar dan mika.
- c.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , komponen besi ini dapat menguntungkan atau merugikan tergantung jumlahnya dan sebar butirannya. Makin tinggi kadar besi tanah liat, makin rendah temperatur peleburan tanah liat. Mineral besi yang berbentuk Kristal dengan ukuran yang besar dapat menyebabkan cacat pada permukaan produknya seperti pada batu bata atau keramik.
- d.  $\text{CaO}$  (kapur), terdapat dalam tanah liat dalam bentuk batu kapur. Bertindak sebagai pelebur bila temperatur pembakarannya mencapai lebih dari 11000 C.
- e.  $\text{MgO}$ , terdapat dalam bentuk dolomite, magnesit atau silikat. Dapat meningkatkan kepadatan produk hasil pembakaran.

- f.  $K_2O$  dan  $Na_2O$ , Alkali ini menghasilkan garam-garam larut setelah pembakaran. Dapat menyebabkan penggumpalan klorid dan dalam pembakaran dapat bertindak sebagai pelebur yang baik.
- g. Organik, bahan-bahan yang bertindak sebagai protektor koloid dan menaikkan keplastisan, misalnya : humus, bitumen dan karbon.

## **C. Batu Bata**

### **C.1. Definisi Batu Bata**

Definisi batu bata menurut SNI 15-2094-2000 merupakan suatu unsur bangunan yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.

Batu bata merah adalah salah satu unsur bangunan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah liat ditambah air dengan atau tanpa bahan campuran lain melalui beberapa tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, membakar pada temperatur tinggi hingga matang dan berubah warna, serta akan mengeras seperti batu setelah didinginkan hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.

### **C.2. Standar Batu Bata**

Standardisasi menurut Organisasi Internasional (ISO) merupakan proses penyusunan dan pemakaian aturan-aturan untuk melaksanakan suatu kegiatan secara teratur demi keuntungan dan kerjasama semua pihak yang berkepentingan, khususnya untuk meningkatkan ekonomi keseluruhan secara

optimum dengan memperhatikan kondisi-kondisi fungsional dan persyaratan keamanan. (Suwardono, 2002).

Adapun syarat-syarat batu bata dalam SNI 15-2094-2000 meliputi beberapa aspek seperti :

### 1. Sifat Tampak

Batu bata merah harus berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisinya harus datar, tidak menunjukkan retak-retak.

### 2. Ukuran dan Toleransi

Standar Bata Merah di Indonesia oleh BSN (Badan Standardisasi Nasional) nomor 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk bata merah sebagai berikut:

Tabel 2.3. Ukuran dan Toleransi Bata Merah Pasangan Dinding

<b>Modul</b>	<b>Tebal (mm)</b>	<b>Lebar (mm)</b>	<b>Panjang (mm)</b>
M-5a	$65 \pm 2$	$90 \pm 3$	$190 \pm 4$
M-5b	$65 \pm 2$	$100 \pm 3$	$190 \pm 4$
M-6a	$52 \pm 3$	$110 \pm 4$	$230 \pm 4$
M-6b	$55 \pm 3$	$110 \pm 6$	$230 \pm 5$
M-6c	$70 \pm 3$	$110 \pm 6$	$230 \pm 5$
M-6d	$80 \pm 3$	$110 \pm 6$	$230 \pm 5$

(Sumber: SNI 15-2094-2000)

### 3. Kuat Tekan

Besarnya kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diijinkan untuk bata merah untuk pasangan dinding.

Tabel 2.4. Klasifikasi Kekuatan Bata

Kelas	Kekuatan Tekan Rata-Rata	
	kg/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
25	25	2,5
50	50	5,0
100	100	10
150	150	15
200	200	20
250	250	25

(Sumber : Dalam skripsi Aria febriantama,2016)

### 4. Garam Berbahaya

Garam yang mudah larut dan membahayakan : Magnesium Sulfat (MgSO<sub>4</sub>), Natrium Sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Kalium Sulfat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), dan kadar garam maksimum 1,0%, tidak boleh menyebabkan lebih dari 50% permukaan batu bata tertutup dengan tebal akibat pengkristalan garam.

### 5. Kerapatan Semu

Kerapatan semu minimum bata merah pasangan dinding 1,2 gram/cm<sup>3</sup>.

### 6. Penyerapan Air

Penyerapan air maksimum bata merah pasangan dinding adalah 20%.

## D. DIFA SS ( Difa Soil Stabilizer)



Di dunia ini ketergantungan terhadap jalan terus berkembang seiring dengan kebutuhan akan sarana dan prasarana transportasi. Pembangunan yang didasari dengan teknologi dan keterlibatan mesin-mesin canggih yang mulai diperkenalkan juga belum bisa meningkatkan pembangunan dan mengatasi masalah mengenai jalan raya. Bidang stabilisasi tanah mampu merekayasa tanah sehingga dapat meningkatkan daya dukung dan memperbaiki sifat tanah. Sehingga dengan mempergunakan proses stabilisasi tanah, tanah yang ada dapat ditingkatkan menjadi bahan konstruksi jalan, menggantikan fungsi batu pada lapisan pondasi bawah (LPB) dan atau lapisan pondasi atas (LPA) dari struktur perkerasan jalan. (<http://www.difa.co/produk.html>)

Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanik, fisik dan kimiawi. Stabilisasi tanah secara mekanik antara lain dengan pemadatan (compaction) dan drainase vertikal (vertical drainage); Stabilisasi secara fisik antara lain dengan perbaikan gradasi tanah dengan menambahkan butiran tanah yang dibutuhkan untuk mencapai gradasi baik (well graded) dari keadaan sebelumnya (poor graded). Stabilisasi secara kimiawi antara lain dengan mempergunakan bitumen, kapur, polymer dan bahan kimia lain.

PT. DIFA MAHAKARYA dengan semangat kemandirian Indonesia dalam bidang teknologi, telah berhasil mengembangkan bahan stabilisasi tanah (soil stabilizer) yang diberi nama DIFA SOIL STABILIZER. DIFA SOIL STABILIZER® adalah bahan aditif yang berfungsi untuk memadatkan (solidifikasi) dan menstabilkan (stabilizer) tanah secara fisik – kimia yang berupa material serbuk halus terdiri dari komposisi mineral anorganik. Semua jenis tanah

dapat distabilisasi dengan DIFA SOIL STABILIZER®. Terutama pada tanah di daerah kurang batu dan pasir.

#### **D.1. KEUNGGULAN DIFA SOIL STABILIZER®:**

1. Meningkatkan parameter daya dukung tanah (pengganti LPA dan LPB, sekaligus stabilisasi tanah Jalan menjadi tidak lembek/becek saat musim hujan dan tidak berdebu di musim kering.
2. Jalan dapat dilalui pada hari ke 4 (curing time 4 – 14 hari), tergantung tanah dan cuaca.
3. Sesudah curing time, semakin sering terendam air semakin baik, tanah yang distabilisasi akan menjadi lebih keras.
4. Tidak brittle, karena mampu memanfaatkan kadar air di udara secara optimum (dikembangkan di Indonesia), bahan Soil Stabilizer lainnya umumnya dikembangkan di daerah sub tropis.
5. Memperkecil permeabilitas tanah sehingga dapat digunakan sebagai lapis kedap air (substitusi geosynthetic dan beton).
6. Memaksimalkan fungsi bahan stabilitas lain seperti semen PC dan kapur.
7. Meminimalkan settlement karena elastisitas (E) DIFA SOIL STABILIZER® antara Etanah dan Ebeton.
8. Ramah lingkungan.

Dengan penggunaan DIFA SOIL STABILIZER® Soil Stabilizer kita dapat menghemat dari segi ekonomi dalam beberapa kategori yaitu :

- a. Biaya peralatan
- b. Pembersihan, drainasi dan biaya pengerukan

- c. Biaya staf meliputi pekerja, kontraktor, dan teknisi
- d. Earthworks dan biaya transportasi bahan dan bahan baku

## **D.2. APLIKASI DIFA SOIL STABILIZER®**

- a. Aplikasi bidang transportasi.
- b. Aplikasi bidang geoteknik (pondasi tanah).
- c. Aplikasi bidang keairan – hidro.
- d. Aplikasi bidang teknik lingkungan.

## **D.3. APLIKASI DIFA SOIL STABILIZER® DI LAPANGAN**

Dalam penggunaannya di lapangan DIFA SOIL STABILIZER® tidak bisa bekerja sendiri, tetapi selalu dipadukan dengan unsur-unsur lainnya yaitu tanah, semen, dan air. Tahapan yang harus dilakukan untuk penentuan jumlah semen dan DIFA SOIL STABILIZER® adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan swelling tanah
- b. Menentukan gradasi tanah
- c. Menentukan jumlah DIFA SOIL STABILIZER®.

### **D.3.1 Menentukan cara pelaksanaan pekerjaan**

#### **D.3.1.1. Cara Kering**

1. Pengukuran jalan konstruksi dan desain
2. Pembentukan Badan Jalan
3. Persiapan tanah untuk konstruksi badan jalan DIFA SOIL STABILIZER®
4. Penghalusan tanah atau perbaikan gradasi
5. Penaburan Semen

6. Pencampuran semen dengan tanah
7. Penyiraman DIFA SOIL STABILIZER® tahap pertama (2/3 volume)
8. Pencampuran Tanah-Semen dan Air DIFA SOIL STABILIZER®
9. Pemadatan konstruksi jalan DIFA SOIL STABILIZER®
10. Penyiraman larutan DIFA SOIL STABILIZER® tahap kedua (1/3 volume)
11. Perawatan Konstruksi Jalan

#### **D.3.1.2. Cara Basah**

Metode pelaksanaan dengan cara basah secara garis besar sama dengan metode pelaksanaan cara kering. Pada metode kering, pencampuran larutan DIFA SOIL STABILIZER® + tanah + semen dilakukan secara bertahap. Untuk lebih jelasnya, metode pelaksanaan dengan cara basah adalah sebagai berikut :

1. Perataan tanah
2. Pencampuran larutan DIFA SOIL STABILIZER® + tanah +semen, kemudian diaduk dengan menggunakan excavator atau rotary mixer.
3. Penghamparan material.
4. Pekerjaan finishing.

#### **D.4. Perbandingan jalan DIFA SOIL STABILIZER® dengan jalan batu jalan DIFA SOIL STABILIZER®**

1. Meningkatkan daya dukung tanah dasar.
2. Tebal lapisan pengganti LPA dan LPB cukup 20 cm, karena CBR dapat didesain  $\geq 100\%$  (desain berdasarkan beban dan volume lalu lintas yang setara).

3. Ikatan antara partikel bersifat mikro.
4. Tidak memerlukan penyiraman air untuk mencegah debu.
5. Mampu meningkatkan produktifitas tanaman karena tidak ada debu yang menutup stomata daun.
6. Lapisan jalan bersifat kedap air, sehingga air hujan yang jatuh tidak masuk ke tanah di bawah badan jalan. Jika tanah dasar jalan adalah tanah ekspansif dengan kembang susut yang besar, maka jalan tidak menjadi bergelombang
7. Struktur di atas jalan DIFA SOIL STABILIZER, dapat dilapisi dengan beton (highway, landasan pacu pesawat), aspal atau hotmix.
8. Saat musim hujan, tidak perlu penambahan batu. Jalan akan bertambah kuat jika terendam air ( sesudah umur jalan 21 hari )
9. Jika dilapisi lapisan aus (aspal, hotmix) lapisan jalan DIFA SOIL STABILIZER® tidak terlepas, meskipun aspal rusak ringan.
10. Beban kendaraan lebih merata karena nilai modulus elastisitas lebih besar dari tanah.

#### **D.4.1. JALAN BATU:**

1. Tidak dapat meningkatkan daya dukung tanah dasar jalan.
2. Tebal LPA dan LPB , masing-masing 30 cm dan 20 cm, dengan CBR 50% dan 80%. Sulit mendapatkan batu dengan CBR = 100%
3. Tidak ada ikatan antara batu, saling terlepas.
4. Jika jalan dari tanah, saat hujan licin dan saat kemarau berdebu.
5. Debu mengurangi produktifitas tanaman hingga 20%.

6. Lapisan jalan lolos air, sehingga air hujan yang jatuh masuk ke tanah di bawah badan jalan.
7. Harga batu mahal, karena harus didatangkan dari luar daerah lokasi.
8. Pada musim hujan lapisan batu masuk ke dalam badan jalan, sehingga perlu ditambahkan batu setiap musim hujan.
9. Meskipun dengan aspal jika aspal rusak, lapisan batu (LPA –LPB) ikut terlepas.
10. Beban kendaraan terpusat ke tanah, sehingga tanah dasar cepat rusak.



### **BAB III METODE PENELITIAN**