

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Paving Block*

1. Definisi *PavingBlock*

Menurut SII-0819-88 *paving block* atau beton untuk lantai ialah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat *hidrolis* sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton itu.

Lapis perkerasan *paving block* adalah jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*), dimana lapis permukaannya menggunakan unit-unit blok beton atau segmental beton yang disusun sedemikian rupa sehingga unit-unit blok beton tersebut saling kunci mengunci (*interlocking*) antara unit blok yang satu dengan unit blok lainnya.

2. Klasifikasi *Paving Block*

Klasifikasi dari *paving block* didasarkan atas bentuk, tebal, kekuatan dan warna antara lain, yaitu:

a. Klasifikasi berdasarkan bentuk

Secara garis besar *paving block* dapat dibedakan menjadi 2 bentuk

yaitu :

1. *Paving block* bentuk segiempat (*rectangular*)
2. *Paving block* bentuk segibanyak

Kuipers (1984) dalam penelitiannya berkesimpulan bahwa pemakaian bentuk segiempat untuk lalu lintas sedang dan berat lebih cocok karena sifat pengunciannya yang konstan serta mudah dicungkil apabila sewaktu-waktu akan diadakan perbaikan. Untuk keperluan konstruksi ringan (misalnya: trotoar plaza, tempat parkir, jalan lingkungan) dapat dipakai bentuk segiempat maupun segibanyak

b. Klasifikasi Berdasarkan Ketebalan

Paving block yang diproduksi secara umum mempunyai variasi ketebalan sebagai berikut:

1. *Paving block* dengan ketebalan 60 mm diperuntukkan bagi beban lalu lintas ringan yang frekuensinya terbatas pada pejalan kaki dan kadang-kadang sedang.
2. *Paving block* dengan ketebalan 80 mm, diperuntukkan bagi beban lalu lintas sedang yang frekuensinya terbatas pada pick up, truck, dan bus.
3. *Paving block* dengan ketebalan 100 mm. diperuntukkan bagi beban lalu lintas berat, antara lain: *crane*, *loader*, dan alat berat lainnya. *Paving block* ini sering dipergunakan dikawasan industri dan pelabuhan.

c. Klasifikasi berdasarkan kekuatan

Kekuatan dari *paving block* berkisar antara 250 kg/cm^2 sampai 450 kg/cm^2 bergantung dari penggunaan lapis perkerasan. Pada umumnya *paving block* yang sudah banyak diproduksi memiliki kuat tekan karakteristik antara 300 kg/cm^2 sampai dengan 350 kg/cm^2 .

d. Klasifikasi berdasarkan warna

Warna selain menampakkan keindahan juga digunakan sebagai pembatas seperti pada tempat parkir. Warna *paving block* yang ada di pasaran adalah merah, hitam dan abu-abu.

3. Keuntungan Penggunaan *Paving Block*

Penggunaan *paving block* mempunyai beberapa keuntungan : Penggunaan *paving block* memiliki beberapa keuntungan, antara lain :

- Dapat diproduksi secara massal.
- Dapat diaplikasikan pada pembangunan jalan dengan tanpa memerlukan keahlian khusus.
- Pada kondisi pembebanan yang normal (sesuai dengan kualitas jalan dan kendaraan yang melalui), *paving block* dapat digunakan dengan aman, awet dan *paving block* tidak mudah rusak.
- *Paving block* lebih mudah dihamparkan dan langsung bisa digunakan tanpa harus menunggu pengerasan seperti pada beton.
- Tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu pada saat pengerjaannya.

- *Paving block* menghasilkan sampah konstruksi lebih sedikit dibandingkan penggunaan pelat beton.
- Adanya pori-pori pada paving block meminimalisasi aliran air pada permukaan dan memperbanyak *infiltrasi* dalam tanah.
- Pengerasan dengan *paving block* mampu menurunkan hidrokarbon dan menahan logam berat.
- *Paving block* memiliki nilai estetika yang unik terutama jika didesain dengan pola dan warna yang indah
- Perbandingan harganya lebih rendah dibanding dengan jenis pengerasan *konvensional* yang lain.
- Pemasangannya cukup mudah dan biaya perawatannya pun murah, karena jika dikemudian hari terjadi kerusakan cukup hanya pada bagian yang rusak tersebut yang diganti.

4. Syarat Mutu *Paving Block*

Paving block untuk lantai harus memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut :

- Sifat tampak *paving block* untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.
- Bentuk dan ukuran *paving block* untuk lantai tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Setiap produsen memberikan penjelasan tertulis dalam *leaflet* mengenai bentuk, ukuran, dan konstruksi pemasangan *paving block* untuk lantai.
- Penyimpangan tebal *paving block* untuk lantai diperkenankan kurang

lebih 3 mm.

- *Paving block* untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisik sebagai berikut

Tabel 2.1. Kekuatan Fisik *Paving Block*

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (Kg/cm ²)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks (%)
		Rata2	Min	Rata2	Min	
A	Perkerasan jalan	400	350	0,0090	0,103	3
B	Tempat parkir mobil	200	170	0,1300	1,149	6
C	Pejalan kaki	150	125	0,1600	1,184	8
D	Taman Kota	100	85	0,2190	0,251	10

Sumber : SNI 03-0691-1996

5. Penggunaan *Paving Block* Sebagai Lapisan Perkerasan Permeabel

Pada prinsipnya terdapat 3 buah jenis sistem pada penggunaan *paving block* sebagai lapisan perkerasan permeabel, yaitu :

a. Sistem *Infiltrasi Total*

Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara *paving block*, melewati lapisan *sub base* kemudian masuk ke dalam tanah *sub grade*.

b. Sistem *Parsial Infiltrasi*

Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara *paving block*, melewati lapisan *sub base* kemudian sebagian akan mengalir melalui pipa berlubang dan dilepaskan pada saluran drainase, sebagian lagi masuk ke dalam tanah *sub grade*.

c. Sistem *Non Infiltrasi*

Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara *paving block*, melewati lapisan *sub base* kemudian seluruh air akan mengalir melalui pipa berlubang dan dilepaskan pada saluran drainase tanpa ada yang masuk ke dalam tanah *sub grade*.

B. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci (Das, 1995).

Klasifikasi tanah berfungsi untuk studi yang lebih terinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1989).

Sistem klasifikasi dimaksudkan untuk menentukan dan mengidentifikasi tanah dengan cara sistematis guna menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu dan juga berguna untuk menyampaikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisik tanah serta mengelompokkannya berdasarkan suatu kondisi fisik tertentu dari tanah tersebut dari suatu daerah ke daerah lain dalam bentuk suatu data dasar.

Adapun sistem klasifikasi tanah tersebut sebagai berikut :

1. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified (Unified Soil Classification System/USCS)*

Sistem klasifikasi tanah *unified* atau *Unified Soil Classification System* (USCS) diajukan pertama kali oleh Prof. Arthur Cassagrande pada tahun 1942 untuk mengelompokkan tanah berdasarkan sifat teksturnya dan selanjutnya dikembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation* (USBR) dan *United State Army Corps of Engineer* (USACE). Kemudian *American Society for Testing and Materials* (ASTM) memakai USCS sebagai metode standar untuk mengklasifikasikan tanah. Menurut sistem ini tanah dikelompokkan dalam tiga kelompok yang masing-masing diuraikan lebih spesifik lagi dengan memberi simbol pada setiap jenis (Hendarsin, 2000), yaitu:

- a. Tanah berbutir kasar, yaitu tanah yang mempunyai prosentase lolos ayakan No.200 < 50 %.

Klasifikasi tanah berbutir kasar terutama tergantung pada analisa ukuran butiran dan distribusi ukuran partikel. Tanah berbutir kasar dapat berupa salah satu dari hal di bawah ini :

- Kerikil (G) apabila lebih dari setengah fraksi kasar tertahan pada saringan No. 4
- Pasir (S) apabila lebih dari setengah fraksi kasar berada diantara ukuran saringan No. 4 dan No. 200

- b. Tanah berbutir halus, adalah tanah dengan persentase lolos ayakan No. 200 $>$ 50 %.

Tanah berbutir ini dibagi menjadi lanau (M). Lempung Anorganik (C) dan Tanah Organik (O) tergantung bagaimana tanah itu terletak pada grafik plastisitas.

- c. Tanah Organik

Tanah ini tidak dibagi lagi tetapi diklasifikasikan dalam satu kelompok Pt. Biasanya jenis ini sangat mudah ditekan dan tidak mempunyai sifat sebagai bahan bangunan yang diinginkan. Tanah khusus dari kelompok ini adalah peat, humus, tanah lumpur dengan tekstur organik yang tinggi. Komponen umum dari tanah ini adalah partikel-partikel daun, rumput, dahan atau bahan-bahan yang regas lainnya.

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

Jenis Tanah	Simbol	Sub Kelompok	Simbol
Kerikil	G	Gradasi Baik	W
Pasir	S	Gradasi Buruk	P
Lanau	M	Berlanau	M
Lempung	C	Berlempung	C
Organik	O	WL<50%	L
Gambut	Pt	WL>50%	H

Sumber : Bowles, 1989.

Dimana :

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).

2. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dikembangkan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 dan dipergunakan hingga sekarang, yang diajukan oleh *Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* (ASTM Standar No. D-3282, AASHTO model M145). Sistem klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*sub-base*) dan tanah dasar (*subgrade*).

Dalam sistem ini tanah dikelompokkan menjadi tujuh kelompok besar yaitu A1 sampai dengan A7. Tanah yang termasuk dalam golongan A-1 , A-2, dan A-3 masuk kedalam tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah yang lolos ayakan No.200, sedangkan tanah yang masuk dalam golongan A-4, A-5, A-6 dan A-7 adalah tanah lanau atau lempung. A-8 adalah kelompok tanah organik yang bersifat tidak stabil sebagai bahan lapisan struktur jalan raya, maka revisi terakhir oleh AASHTO diabaikan (Sukirman, 1992). Percobaan yang dibutuhkan untuk mendapatkan data yang diperlukan adalah analisis saringan, batas cair, dan batas plastis.

Data yang akan didapat dari percobaan laboratorium telah ditabulasikan pada Tabel 2.4 Dimana pada tabel itu menunjukkan bahwa kelompok tanah yang paling kiri dengan kualitas paling baik, makin ke kanan semakin berkurang kualitasnya.

Tabel 2.4. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASTHO

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: Das (1995).

C. Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah yang bersifat *multi component*, dimana tanah lempung terdiri dari tiga fase yaitu padat, cair, dan udara. Bagian yang padat merupakan *polyamorphous* yang mana pada bagian ini terdiri dari mineral inorganis dan organis.

Menurut Terzaghi (1987) tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran *mikrokonis* sampai dengan sub *mikrokonis* yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. *Permeabilitas* lempung sangat rendah, bersifat *plastis* pada kadar air sedang. Di Amerika bagian barat, untuk lempung yang keadaan plastisnya ditandai dengan wujudnya yang bersabun atau seperti terbuat dari lilin disebut “gumbo”. Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (*kohesif*) dan sangat lunak.

Bowles (1991) Mendefinisikan tanah lempung sebagai deposit yang mempunyai partikel berukuran lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm dalam jumlah lebih dari 50 %.

Hardiyatmo (1992) 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.

1. Karakteristik Fisik Tanah Lempung Lunak

Menurut Bowles (1989), mineral-mineral pada tanah lempung umumnya memiliki sifat-sifat:

a. *Hidrasi*

Partikel mineral lempung biasanya bermuatan *negatif* sehingga partikel lempung hampir selalu mengalami hidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan- lapisan molekul air yang disebut sebagai air *teradsorbsi*. Lapisan ini pada umumnya mempunyai tebal dua molekul karena itu disebut sebagai lapisan *difusi* ganda atau lapisan ganda. Lapisan *difusi* ganda adalah lapisan yang dapat menarik molekul air atau kation disekitarnya. Lapisan ini akan hilang pada temperatur yang lebih tinggi dari 60⁰ sampai 100⁰C dan akan mengurangi *plastisitas* alamiah, tetapi sebagian air juga dapat menghilang cukup dengan pengeringan udara saja.

b. Pengaruh Zat cair

Fase air yang berada di dalam struktur tanah lempung adalah air yang tidak murni secara kimiawi. Pada pengujian di laboratorium untuk batas *Atterberg*, ASTM menentukan bahwa air suling ditambahkan sesuai dengan keperluan. Pemakaian air suling yang relatif bebas ion dapat membuat hasil yang cukup berbeda dari apa yang didapatkan dari tanah di lapangan dengan air yang telah terkontaminasi.

Air yang berfungsi sebagai penentu sifat plastisitas dari lempung. Satu molekul air memiliki muatan positif dan muatan negative pada ujung yang berbeda (dipolar). Fenomena hanya terjadi pada air yang

molekulnya dipolar dan tidak terjadi pada cairan yang tidak dipolar seperti karbon tetraklorida (CCl_4) yang jika dicampur lempung tidak akan terjadi apapun.

2. Struktur Komposisi Mineral Lempung

Jenis-jenis tanah liat menurut susunan mineralnya :

a. Lempung *Kaolinit*

Susunan kimianya adalah $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ disebut juga mineral kaolin. Lempung ini berwarna putih bila kadar besinya rendah.

b. Lempung *Monmorilonit*.

Berwarna kelabu sampai hijau, bila basah bersifat sangat plastis dan mudah mengembang, bila kering keras dan mudah hancur. Karena sifatnya yang mudah mengembang, serta sifat susut kering yang tinggi maka lempung jenis ini, dalam bidang keramik jarang dipakai.

c. Lempung *Illite*

Lempung ini mengandung *illite* yaitu sejenis kristal hidromika yang mempunyai sifat susut muainya rendah.

c. Lempung *klorit*

Bentuk kristalnya *monokolin*, warna khas hijau dan berkilap kaca hingga pudar seperti tanah. Bersifat susut bakar rendah sehingga baik untuk bahan keramik maka dapat diasumsikan bahwa jenis ini juga bagus untuk *paving block*.

3. Kriteria Tanah Lempung

Suatu tanah dapat digolongkan sebagai tanah lempung jika memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Mengandung 30% pasir, 40% butiran-butiran ukuran lanau, dan 30% butiran-butiran ukuran lempung.
- b. Butiran yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) berdasarkan ASTM standar dan berukuran $< 0,002$ mm.
- c. Suatu bahan yang hampir seluruhnya terdiri dari pasir, tetapi ada yang mengandung sejumlah lempung.

4. Sifat tanah Lempung Pada Pembakaran

Tanah Lempung yang dibakar akan mengalami perubahan seperti berikut:

- a. Pada temperatur $\pm 150^{\circ}\text{C}$, terjadi penguapan air pembentuk yang ditambahkan dalam tanah lempung pada pembentukan setelah menjadi *paving block* mentah.
- b. Pada temperatur antara 400°C - 600°C , air yang terikat secara kimia dan zat-zat lain yang terdapat dalam tanah lempung akan menguap.
- c. Pada temperatur diatas 800°C , terjadi perubahan-perubahan Kristal dari tanah lempung dan mulai terbentuk bahan gelas yang akan mengisi pori- pori sehingga paving block menjadi padat dan keras.
- d. Senyawa-senyawa besi akan berubah menjadi senyawa yang lebih stabil dan umumnya mempengaruhi warna *paving block*.

- e. Tanah lempung yang mengalami susut kembali disebut susut bakar. Susut bakar diharapkan tidak menimbulkan cacat seperti perubahan bentuk (melengkung), pecah-pecah dan retak. Tanah lempung yang sudah dibakar tidak dapat kembali lagi menjadi tanah lempung atau liat oleh pengaruh udara maupun air.

D. Kapur

Kapur untuk bahan bangunan dibagi dalam 2 macam berdasarkan penggunaan yaitu kapur pemutih dan kapur aduk. Kedua macam kapur tersebut terdapat dalam kapur tohor, maupun kapur padam. Disamping itu, kapur dapat diklasifikasikan dalam jenis-jenis kapur sebagai berikut (PUBI, 1982:7-8) :

1. Kapur tohor yaitu hasil pembakaran batu alam yang komposisinya adalah sebagian besar *kalsium karbonat*; pada suhu sedemikian tinggi, sehingga jika diberi air dapat terpadamkan (dapat bersenyawa dengan air membentuk hidrat).
2. Kapur padam yaitu Hasil pemadaman kapur tohor dengan air dan membentuk hidrat.
3. Kapur udara yaitu Kapur padam yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa waktu hanya dapat mengeras di udara karena pengikatan karbon dioksida (CO₂).
4. Kapur *hidrolis* yaitu Kapur padam yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa waktu dapat mengeras, baik di dalam air maupun di udara.
5. Kapur magnesa yaitu Kapur yang mengandung lebih dari 5%

magnesiumoksida (MgO), dihitung dari contoh kapur yang dipijarkan.

Kapur juga dapat disebut dengan semen non *hidrolik* karena fungsinya hampir sama dengan semen tetapi kapur tidak dapat mengikat dan mengeras dalam air. Kapur untuk bahan bangunan dibagi dalam 2 macam berdasarkan penggunaannya yaitu kapur pemutih dan kapur aduk. Kedua macam kapur tersebut boleh terdapat dalam kapur tohor maupun kapur padam.

Sifat-sifat kapur sebagai bahan bangunan (bahan ikat) yaitu:

- Mempunyai sifat *plastis* yang baik (tidak getas)
- Sebagai *mortel*, member kekuatan pada tembok.
- Dapat mengeras dengan cepat dan mudah.
- Mudah dikerjakan.
- Mempunyai ikatan yang bagus dengan batu atau bata.

Sejauh ini kapur dimanfaatkan sebagai bahan bangunan diantaranya untuk pekerjaan plester dan pembuatan semen, sebagai bahan pengikat beton, sebagai batuan dan juga sebagai pemutih.

E. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton. (Tri Mulyono, 2004)

Air yang digunakan dapat berupa air tawar, air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan, yaitu:

1. Air tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, bahan padat, sulfat, klorida dan bahan lainnya yang dapat merusak beton. Sebaiknya digunakan air yang dapat diminum.
2. Air yang keruh sebelum digunakan harus diendapkan selama minimal 24 jam atau jika bisa, disaring terlebih dahulu.

F. Reaksi Kapur terhadap Tanah Lempung

Pada saat kapur dicampur dengan material lempung akan terjadi berbagai reaksi kimia. Air juga turut memicu adanya reaksi dalam campuran kedua material tersebut. Absorpsi air, reaksi *eksotermis*, reaksi *ekspansif* selain itu pertukaran ion dan *pozzolanic* merupakan reaksi yang akan terjadi sebagai akibat dari pencampuran kapur dan tanah. Berikut dapat dilihat bagaimana proses reaksi itu berlangsung dan akibat dari reaksi tersebut :

1. Absorpsi air, reaksi *eksotermis* dan reaksi *ekspansif*

Bila kapur dicampurkan pada tanah, maka pada tanah yang ada kandungan airnya, akan terjadi reaksi sebagai berikut:



Melalui reaksi kimia ini 0,321 kg air bereaksi dengan 1 kg kapur dan menimbulkan panas sebesar 278 Kcal. Pada saat bersamaan, volume kapur menjadi kira-kira dua kali lebih besar dari volume asal sehingga berakibat turunnya kandungan air didalam tanah tersebut.

2. Reaksi Pertukaran Ion

Butiran lempung dalam kandungan tanah berbentuk halus dan bermuatan negatif. Ion positif seperti ion hidrogen, ion sodium, ion kalsium serta air yang berpolarisasi, semuanya melekat pada permukaan butiran-butiran lempung tadi. Jika kapur ditambahkan pada tanah dengan kondisi seperti diatas tersebut, maka pertukaran ion segera terjadi dan ion sodium yang berasal dari kapur diserap oleh permukaan butiran lempung. Ini diikuti oleh flokulasi butir-butir lempung menjadi gumpalan- gumpalan butir kasar yang gembur. Efeknya adalah pada umumnya menambah batas plastis dan memperkecil batas cair. Efek keseluruhan adalah memperkecil indeks plastis.

3. Reaksi Pozzolan

Dengan berlalunya waktu, maka *silika* (SiO_2) dan *alumina* (Al_2O_3) yang terkandung dalam tanah lempung dengan kandungan mineral reaktif, akan bereaksi dengan kapur dan akan membentuk *kalsium silikat hidrat*, *kalsium aluminat hidrat* dan *gehlenite hidrat*. Pembentukan senyawa-senyawa kimia ini terus menerus berlangsung untuk waktu yang lama.

Menurut Kezdi (1979), proses pencampuran tanah dengan kapur terjadi dalam beberapa tahap, pada tahap awal pembentukan gel berupa pasta lempung-kapur tahap berikutnya perubahan formasi akibat proses *ionisasi*, selanjutnya tahap pembentukan pencampuran dan tahap pencampuran. Pada tahap pembentukan akan mulai terjadi proses

pengerasan atau *sementasi* pada partikel lempung dengan kapur. Pencampuran lempung-kapur akan menyebabkan perubahan sifat lempung asli karena proses sementasi. dengan berkurangnya penyerapan air pada mineral lempung karena terhalang dan terkekang formasi sementasi pada partikel lempung. Terbentuknya sementasi dalam struktur tanah lempung akan menimbulkan terbentuknya rongga pori di dalam bagian *kristalisasi/sementasi*, yang lebih sulit ditembus air.

Penambahan kapur terhadap lempung akan menyebabkan pertukaran *kation* yang berdekatan. Keuntungan dari penambahan kapur adalah karena material tersebut mereduksi plastisitas dan mengurangi sifat pengembangan.

Pada waktu kapur ditambahkan pada tanah lempung. akan terjadi perubahan yang disebabkan oleh:

- a. Adanya perubahan lapisan air sekeliling mineral lempung. Kekuatan antara 2 mineral lempung bergantung pada muatan, ukuran dan hidrasi dari ton-ion yang ditarik. *Ion Calcium* mempunyai 2 *valensi* dan mengikat partikel tanah menjadi tertutup sesamanya. Hal demikian dapat menurunkan plastisitas dan mengakibatkan struktur granular menjadi lebih terbuka.
- b. Kapur dapat mengubah tanah menjadi gumpalan-gumpalan partikel. Banyaknya kapur yang digunakan berkisar antara 5-10 %, menghasilkan konsentrasi *ion kalsium* lebih besar dari yang diperlukan sebenarnya.

- c. Reaksi kapur dengan komponen-komponen tanah, akan membentuk bahan kimia baru. Dua komponen penting dari tanah yang bereaksi dengan kapur adalah alumina dan silika. Reaksi ini berlangsung dalam waktu yang lama dan menghasilkan kekuatan yang lebih besar. bila campuran tanah dengan kapur dibiarkan dulu selama periode waktu tertentu. Reaksi ini disebut *Pozzolanic action* atau sementasi (Whitehurst & Yoder, 1952).

Menurut Ingles dan Metcalf (1972) kapur bereaksi dengan mineral lempung dari tanah dan membentuk cairan kental atau pasta *calcium silicate*. Proses yang terjadi adalah dengan segera akan terbentuk lapisan *silikat* gel yang berbentuk gumpalan dan menyelubungi pori tanah. Reaksi ini memerlukan air.