

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Identifikasi Tanah

Dalam sistem klasifikasi tanah menurut sistem *Unified Soil Classification*, tanah dapat digolongkan menjadi dua golongan besar yaitu tanah tanah yang berbutir kasar < 50 % melalui saringan No 200 dan tanah tanah berbutir halus > 50 % melalui saringan No 200.

Tanah yang berbutir halus terbagi menjadi dua yaitu tanah lanau dan tanah lempung, karena memiliki ukuran yang mikroskopis sehingga lolos saringan No 200 lebih dari 50 %.

Tanah lempung memiliki berbagai macam karakteristik yaitu :

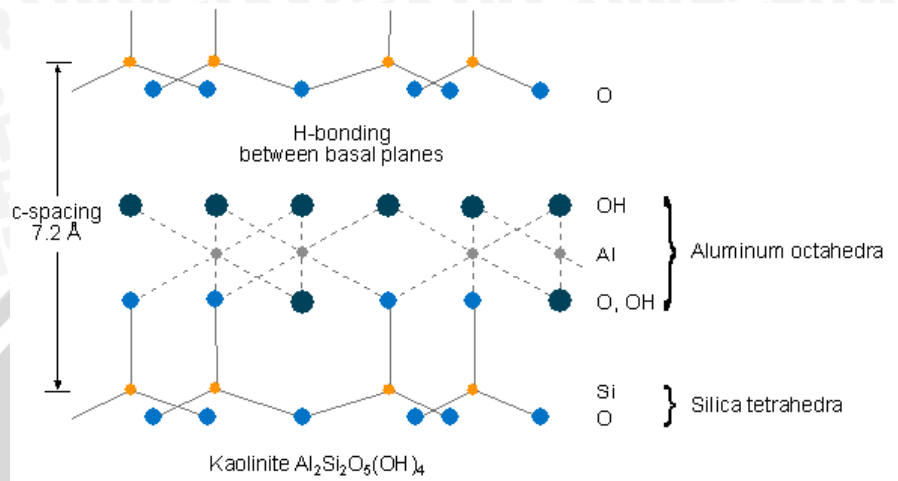
1. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan air kapiler tinggi
4. Bersifat sangat kohesif
5. Kadar kembang susut yang tinggi
6. Proses konsolidasi lambat

Dilihat dari mineral pembentuknya, tanah lempung dapat dibagi menjadi lempung ekspansif dan lempung non ekspansif. Tanah lempung ekspansif tersusun dari mineral lempung yang mempunyai karakter kembang dan susut yang besar apabila terjadi perubahan kadar air. Hal ini dikarenakan tanah ekspansif mengandung jenis-jenis material tertentu yang mengakibatkan tanah ekspansif mempunyai luas permukaan cukup besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah besar.

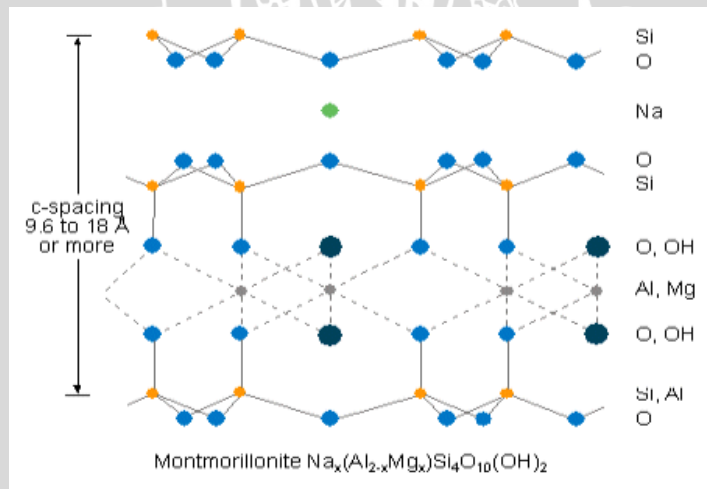
2.1.1 Minerologi Tanah Lempung Ekspansif

Mineral lempung bersifat ekspansif tersusun oleh alumunia hidrat. Bentuk dasarnya berupa tetrahedral silika oksigen (satu atom silika mengikat empat atom oksigen) dan oktahedral aluminium hidrat (satu atom aluminium mengikat enam ion hidrat). Bentuk-bentuk dasar berikatan satu sama lain membentuk lembaran (*sheet*). Karakteristik lempung yang terjadi ditentukan oleh susunan dan komposisi tetrahedral silika dan oktahedral alumunia.

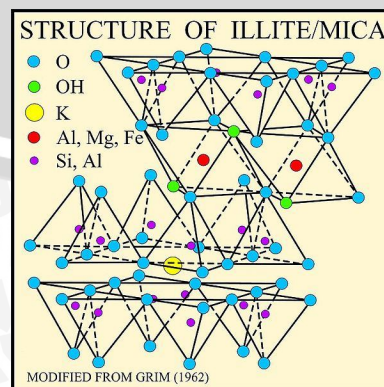
Berdasarkan susunan bentuk dasarnya dibedakan tiga jenis lempung yaitu: kelompok kaolinite, kelompok montmorillonite dan kelompok illite. Tanah lempung kelompok montmorillonite sangat sensitif terhadap air permukaan lapisan sheet yang bermuatan negatif membutuhkan ion positif (*kation*) untuk menetralkannya.



Gambar 2.1 Struktur susunan Kaolinite



Gambar 2.2 Struktur susunan montmorillonite



Gambar 2.3 Struktur susunan illite

Kenaikan volume akibat peristiwa *swelling* bergantung pada ion terhidrasi, kadar air dan jenis lempung. Semakin besar ion penetral, semakin besar pula kenaikan volume lempung. *Monmorillonite* merupakan kelompok lempung yang mudah *swelling*, sedangkan *kaolinite* yang paling sulit. Kemudahan *swelling* menurut kelompok lempung bersifat ekspansif adalah sebagai berikut: *montmorillite* > *illite* > *kaolinite*.

Kaiton penetral yang berada diantara dua sheet bersifat mobile sehingga dapat ditukar dengan kaiton penetral jenis lain. Kemudahan menggantikan ion-ion sebagai berikut: $Li^+ < Na^+ < K^+ < Mg^{2+} < Ca^{2+} < H^+$, pada konsentrasi yang sama, ion Ca^{2+} akan menggantikan ion Na^+ dan cenderung stabil. Dengan demikian perubahan volume akibat *swelling* dapat dikendalikan dengan mempertukarkan kaiton penetral.

Dalam Kriteria Raman, tanah digolongkan berdasarkan batas – batas *Atterberg* pada tanah ekspansif dengan menggunakan dua parameter yaitu PI (*Plasticity Index*) dan SI (*Shrinkage Index*).

Tabel 2.1 Kriteria Tanah Ekspansif Berdasarkan IP dan SI

Plasticity Index (%)	Shrinkage Index (%)	Degree Of Ekspansion
< 12	< 15	Low
12 – 23	15 – 30	Medium
23 - 30	30 – 40	High
> 30	> 40	Very High

Pada kriteria Chen nilai *swelling potential* pada tanah ekspansif hanya didasarkan pada parameter PI (*Plasticity Index*) saja.

Tabel 2.2 Kriteria Pengembangan Berdasarkan IP

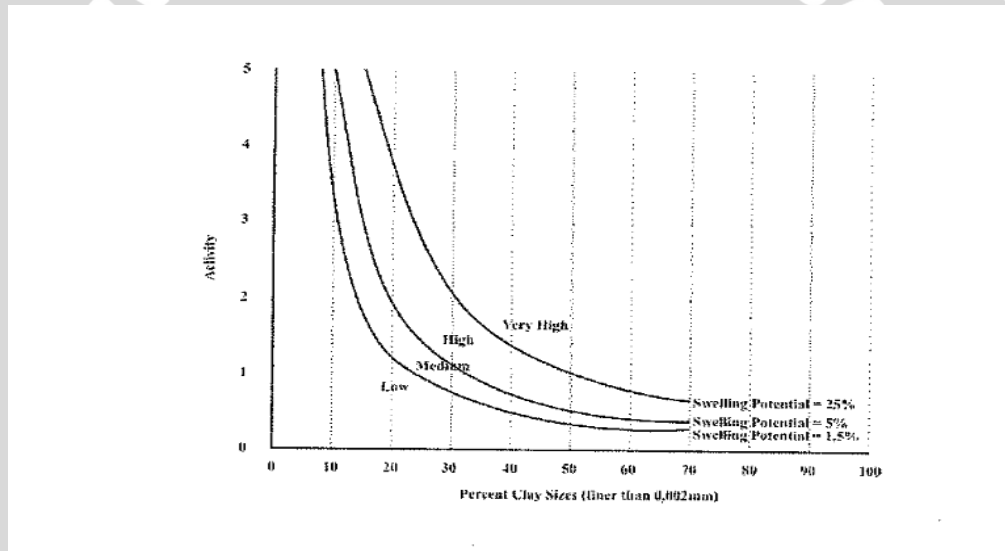
Plasticity Index (%)	<i>Swelling</i> Potensial
0 – 15	Low
10 – 35	Medium
35 – 55	High
> 55	Very High

Dalam kriteria Altmeyer tanah ekspansif dapat digolongkan dengan menggunakan *linear shrinkage* dan *shrinkage limit*(SL).

Tabel 2.3 Kriteria Tanah Ekspansif Berdasarkan Linear Shrinkage dan Shrinkage limit

Linear Shrinkage	SL(%)	Probable Swell	Degree Of Ekspansion
< 5	>12	< 0.5	Non Critical
5 - 8	10 - 12	0.5-1.5	Marginal
> 8	< 12	< 1.5	Critical

Dalam kriteria Seed nilai *swelling potential* pada tanah ekspansif ditentukan dengan grafik antara jumlah tanah lempung dalam persen dengan parameter aktivitas(A).



Gambar 2.4 Grafik Klasifikasi Pada Tanah Lempung

Setelah dilakukan uji pendahuluan pada tanah maka didapatkan hasil PI sebesar 80,685 % dan SI sebesar 116,770 %. Berdasarkan kriteria tabel 2.1 maka tanah termasuk tinggi untuk derajat ekspansi. Sedangkan berdasarkan kriteria tabel 2.2 tanah ini juga termasuk dalam kriteria sangat tinggi untuk potensi *swelling*. Untuk kategori Altmeyer tanah termasuk critical karena SL sebesar 8,203 %.

Tanah di kecamatan ngasem memiliki sifat yang termasuk dalam lempung ekspansif. Karena sifat-sifat di atas tanah lempung itu cenderung menyerap air lebih banyak dan membuat tanah lempung menjadi mudah mengembang.

Beberapa penelitian sudah dilakukan untuk memperbaiki kondisi tanah yang seperti ini. Khususnya stabilisasi tanah dengan menggunakan bahan kimiawi.

Pencampuran tanah dengan kapur, semen portland serta dengan geosta. Serta penggunaan beberapa limbah buangan seperti *fly ash*, abu sekam dan bottom ash sudah banyak juga dilakukan.

Dalam penelitian ini akan digunakan bahan *fly ash* dalam stabilisasi tanah yang berasal dari hasil pembakaran batu bara dari PLTU Paiton. Penelitian ini dilakukan untuk menambah nilai CBR dan mengurangi *swelling* pada tanah.

2.2 Material dan Jenis Percobaan

Fly ash adalah material yang sangat halus dengan gradasi yang seragam. *Fly ash* termasuk material yang disebut dengan pozzolanic material karena mengandung bahan-bahan pozzolan seperti Silika (SiO_2), besi oksida (Fe_2O_3), aluminium oksida (Al_2O_3), kalsium oksida (CaO), Magnesium oksida (MgO), dan sulfat (SO_4).

Penambahan *fly ash* terhadap tanah lempung yang ini dimaksudkan agar terjadi reaksi pozzolanic yaitu reaksi antara kalsium yang terdapat pada *fly ash* dengan alumina dan silikat yang terdapat pada tanah, sehingga menghasilkan masa yang keras dan kaku. Penambahan *fly ash* selain memperkaya kandungan alumina dan silika pada tanah, juga memperbaiki gradasi tanah.

Faktor –faktor yang mempengaruhi sifat fisik, kimia dan teknis dari *fly ash* adalah tipe batubara dan kemurnian batubara, tingkat penghancuran, tipe pemanasan dan operasi, metode penyimpanan dan penimbunan.

Menurut ASTM 618 – 78 *fly ash* dibagi menjadi dua kelas, yaitu :

a. *Fly ash* kelas C

Merupakan *fly ash* yang diproduksi dari pembakaran *subbituminous coal* atau batubara lignite selain mempunyai sifat pozzolanic, *fly ash* ini juga memiliki sifat *cementitious* apabila bereaksi dengan air dan sifat ini timbul tanpa penambahan kapur. Kandungan ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) minimal 50 %.

b. *Fly ash* kelas F

Merupakan *fly ash* yang diproduksi dari *bituminous coal*. Pada *fly ash* kelas F ini untuk mendapatkan sifat *cementitious* harus diberi penambahan kapur atau semen. *Fly ash* kelas F ini kadar kalsiumnya rendah. Kandungan ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) minimal 70 %.

Sedangkan menurut ACI (*Manual of Concrete Practice* 1993 Part 1 226.3R-

3) *fly ash* dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu ;

a. Kelas C

Fly ash yang mengandung CaO di atas 10% yang dihasilkan dari pembakaran lignite atau sub-bitumen batubara (batubara muda).

1. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) > 50%.
2. Kadar CaO mencapai > 10%.

b. Kelas F

Fly ash yang mengandung CaO lebih kecil dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran anthracite atau bitumen batubara.

1. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) > 70%.
2. Kadar CaO < 10%.

c. Kelas N

Pozzolan alam atau hasil pembakaran yang dapat digolongkan antara lain tanah diatomic, opaline chert, shales, tuff dan abu vulkanik, yang mana biasa diproses melalui pembakaran atau tidak melalui proses pembakaran. Selain itu juga mempunyai sifat pozzolan yang baik.

Penelitian yang akan dilakukan meliputi beberapa pelaksanaan yaitu:

1. Uji specific gravity (Gs) sesuai ASTM D-854-72
2. Uji distribusi ukuran butir tanah meliputi : analisa ayakan (sieve analysis) sesuai ASTM D136-46.
3. Uji Atterberg Limit sesuai ASTM D-4318-84 meliputi batas cair/liquid limit (LL) dan batas Plastis/Plastic Limit (PL).
4. Uji Proctor Standar (Standard Proctor Test) sesuai ASTM D-698
5. Uji CBR sesuai ASTM 1883-87

2.3 Pengaruh *Fly ash* terhadap tanah lempung

Menurut Neville (1998), sifat pozzolan adalah sifat yang dimiliki bahan-bahan yang mengandung senyawa silika dan alumina. Sebenarnya bahan tersebut tidak memiliki sifat seperti semen.

Bahan pozzolan terbagi menjadi 2 yaitu pozzolan alam dan pozzolan buatan. Bahan pozzolan alam contohnya trass, sedangkan bahan pozzolan buatan contohnya yaitu *fly ash*. *Fly ash* memiliki silika dan alumina yang mampu mengeraskan diri sendiri seperti semen walaupun tidak mirip dengan semen. Sehingga *fly ash* termasuk material pozzolan.

Alumina dan silika pada *fly ash* akan menambah alumina dan silika pada tanah sehingga tanah lebih padat. Kemudian panas yang dihasilkan oleh *fly ash* akan

mengurangi kadar air yang ada pada tanah pada proses hidrasi. Dan kemudian meningkatkan kekuatan tanah dan IP menjadi rendah.

Diharapkan tanah lempung di kecamatan ngasem akan bereaksi dengan *fly ash* setelah keduanya dicampur dan menjadikan tanah menjadi lebih padat karena sifat pozzolan yang dikandung oleh *fly ash*.

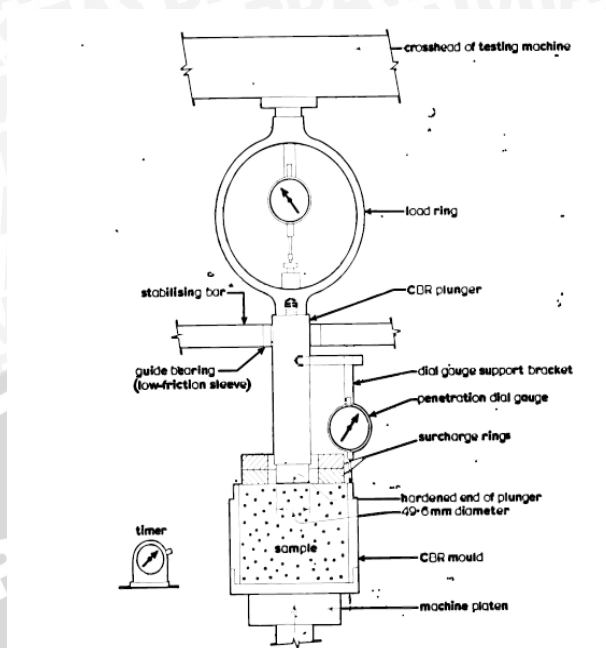
2.4 Lingkup Penelitian

2.4.1 Uji CBR

Pengujian CBR dipakai untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang akan dipakai pada pembuatan perkerasan jalan raya. Nilai CBR selanjutnya dipakai untuk penentuan tebal perkerasan yang akan dibuat di atas tanah dasar. Semakin besar nilai CBR-nya, maka tebal perkerasannya akan semakin kecil. Hasil percobaan dinyatakan sebagai nilai CBR (dalam %) yang nantinya dipakai untuk menentukan tebal perkerasan.

California Bearing Ratio (CBR) adalah rasio dari gaya perlawanan penetrasi dari tanah terhadap penetrasi sebuah piston yang ditekan secara kontinu dengan gaya perlawanan penetrasi serupa pada contoh tanah standard berupa batu pecah di California. Rasio tersebut diambil pada penetrasi 2.5 dan 5.0 mm (0.1 dan 0.2 in) dengan ketentuan angka tertinggi yang digunakan. Gaya perlawanan Penetrasi adalah gaya yang diperlukan untuk menahan penetrasi konstan dari suatu piston ke dalam tanah.

Dengan menggunakan grafik yang telah dibuat, harga CBR dapat dihitung dengan dengan cara membagi masing- masing beban dengan bahan standar CBR pada penetrasi 0,1" dengan beban standar 70,31 kg (1000psi), penetrasi 0,2 " dengan beban standar 1045,47 kg (1500 psi) dan dikalikan dengan 100 %. Umumnya nilai CBR diambil pada penetrasi 0,1 inc. Apabila terjadi koreksi grafik, maka beban yang dipakai adalah beban yang sudah dikoreksi pada 2,54 mm (0,1 inc) dan 5,08 mm (0,2 inc). Dengan catatan apabila nilai CBR pada 0,1 inc lebih kecil dari 0,2 inc maka percobaan harus diulang. Apabila pada pengujian yang kedua ini masih lebih kecil pada 0,1 inc, maka nilai CBR yang dipakai adalah yang terbesar.



Gambar 2.5 Alat Uji CBR

2.4.2 Uji Swelling

Swelling adalah bertambahnya volume tanah secara perlahan-lahan akibat tekanan air pori berlebih negatif. Sifat kembang susut (*Swelling*) Tanah-tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Perubahan itulah yang membahayakan bangunan. Tingkat pengembangan secara umum bergantung pada beberapa faktor, yaitu :

1. Tipe dan jumlah mineral yang ada di dalam tanah.
2. Kadar air
3. Susunan tanah.
4. Konsentrasi garam dalam air pori
5. Sementasi.
6. Adanya bahan organik, dll

Secara umum sifat kembang susut tanah lempung tergantung pada sifat plastisitasnya, semakin plastis mineral lempung semakin potensial untuk menyusut dan mengembang.

2.5 Penelitian terdahulu

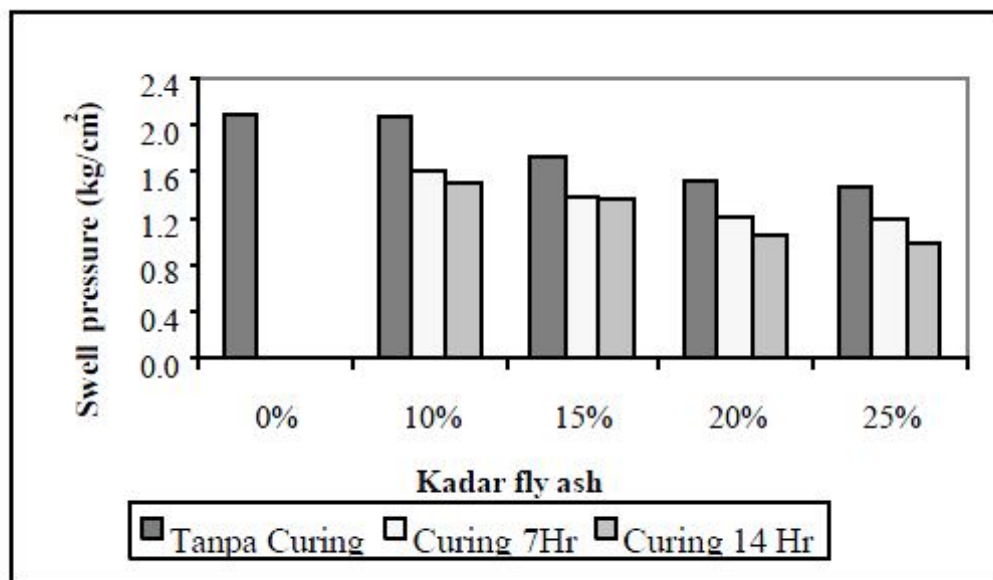
Untuk mendukung penelitian yang akan kami lakukan disini maka akan ditampilkan beberapa penelitian terdahulu yang menjadi dasar dan saling bersinggungan sehingga bisa dijadikan pedoman.

Penelitian yang dilakukan oleh Gogot Setyo Budi (2003) dalam jurnalnya yang berjudul “pengaruh *fly ash* terhadap sifat pengembangan tanah ekspansif “ bahwa *fly ash* bisa digunakan untuk stabilisasi tanah.

Percobaan yang dilakukan meliputi *index properties, grain size distribution, density, swelling* dan *unconfined compression test (UCS)*. Kemudian dilakukan curing selama 7 hari dan 14 hari sebelum dilakukan uji *swelling* dan 7 hari dan 28 hari untuk uji UCS.

Hasil dari percobaan dalam jurnal itu yaitu :

1. Penambahan *fly ash* cenderung menurunkan Gs tanah.
2. LL dan PI tanah ekspansif yang dicampur dengan *fly ash* cenderung menurun sejalan dengan bertambahnya kandungan *fly ash*.
3. Penambahan kadar *fly ash* dapat memperbaiki gradasi butiran tanah, yang ditunjukkan oleh adanya kecenderungan penurunan kadar air optimum untuk mencapai berat volume kering maksimum dan kenaikan kekuatan tanah.
4. Penambahan kandungan *fly ash* sebesar 25 % dan curing selama 28 hari dapat menurunkan *swell pressure* tanah ekspansif.



Gambar 2.6 Hubungan antara *fly ash* dengan *swell pressure*

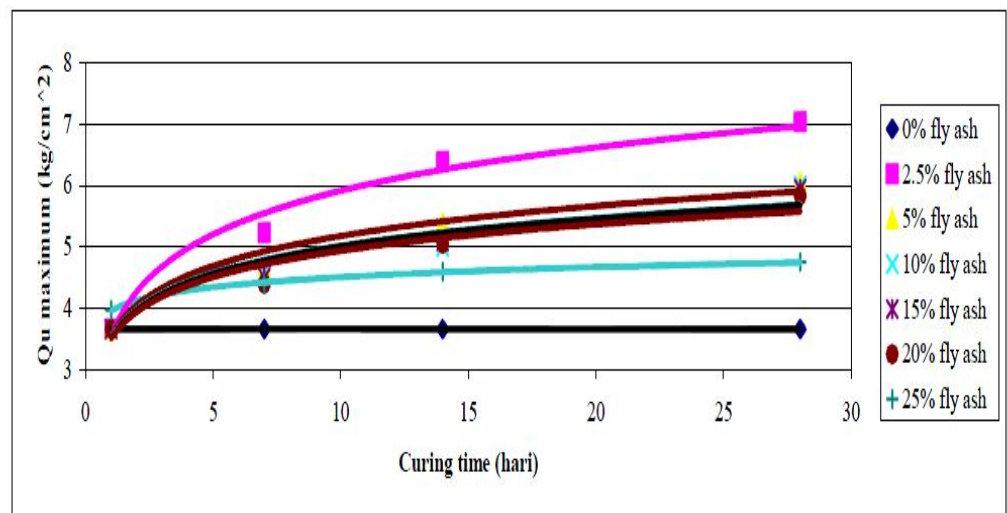
Dalam penelitian lain yang dilaksanakan oleh taufan candra abadi(2007) bahwa *fly ash* dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah.

Percobaan yang dilakukan pada penelitian tersebut yaitu :

1. Tes sifat-sifat fisis tanah
2. Tes Unconfined untuk tanah tak terganggu dan tanah terganggu

Hasil percobaan dalam jurnal itu yaitu:

1. *Fly ash* dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah, khususnya tanah ekspansif cikampek.
2. Hasil pengujian pemadatan dengan metode modified, campuran tanah - *fly ash* dan tanah-semen menunjukkan peningkatan kepadatan dibandingkan dengan kepadatan dari tanah saja.



Gambar 2.7 Hubungan curing time dengan kuat tekan ultimate untuk kadar *fly ash* yang sama untuk kondisi basah

Dalam jurnal yang juga dipublikasikan oleh Murat M, Yuksel Y, dan Ahmet Gurkan G (2009) disimpulkan bahwa *fly ash* bisa digunakan menjadi bahan dalam stabilisasi tanah.

Percobaan yang dilakukan adalah uji pemadatan, uji kembang susut dan uji CBR didapatkan beberapa hasil yaitu :

1. Dalam uji kembang susut setelah digunakan *fly ash* maka kembang susut tanah menjadi berkurang dan tanah menjadi lebih padat.
2. Kembang susut yang tinggi semakin berkurang seiring dengan penambahan *fly ash* pada tanah.