



# Potensi Sifat Ekspansif Tanah Kelempungan

Oleh :  
**M. Suherman**

## **RINGKASAN**

*Pada tahapan awal dan rekonesan dari suatu proyek, identifikasi tanah lempungan ekspansif merupakan yang esensial untuk memberikan kesesuaian pengambilan contoh, pengujian dan tahapan desain. Penyelidikan tanah harus mencakup untuk dua tahapan penting. Tahapan pertama adalah rekonesan dan identifikasi sebagai tanah ekspansif dan yang kedua adalah pengambilan contoh dan penentuan sifat material yang digunakan sebagai dasar perkiraan desain. Cara identifikasi yang sering digunakan didasarkan pada hasil klasifikasi standar, seperti analisis ukuran butir dan batas-batas Atterberg, walaupun uji-uji lainnya dapat digunakan untuk menentukan sifat tanah mengembang.*

## **SUMMARY**

*During the reconnaissance and preliminary stage of a project, identification of expansif clay soils is essential to allow for appropriate sampling, testing and design stages. The investigation must actually comprise two important phases. The first is recognition and identification of the soil as expansive soil and the second is for design prediction. The common identification methods are based on standard classification result, such as grain size analysis and Atterberg limits, however other tests used in identifying potentially swelling soils are also available.*

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Identifikasi Masalah**

Banyak kasus kerusakan jalan yang terjadi pada jalan yang melewati daerah yang memiliki tanah ekspansif seperti di propinsi Jawa Tengah (ruas jalan Semarang-Purwodadi, Demak – Godong, Demak – Kudus, Wirosari-Cepu), di propinsi Jawa Timur (ruas jalan Ngawi-Caruban, Surabaya – Gresik, Gresik – Lamongan), di propinsi Yogyakarta (ruas jalan Yogya - Wates) dan di propinsi Jawa Barat (jalan tol Jakarta – Cikampek). Kejadian ini disebabkan oleh perilaku tanah ekspansif yang berada di bawah perkerasan jalan yang mempunyai sifat mengembang dan menyusut yang besar. Sifat kembang-susut ini merupakan faktor penyebab yang dominan terhadap kejadian kerusakan karena dapat mendorong perkerasan jalan ke arah vertikal dan dapat menarik secara lateral. Masalah kembang – susut ini terjadi pada tanah kelempungan dengan perubahan kadar air yang tinggi, sehingga fleksibilitas perkerasan tidak mampu mengikuti perubahan sifat tanah ekspansif, maka kerusakanpun tak dapat dihindari. Kegagalan konstruksi yang terjadi pada tanah ekspansif pada prinsipnya disebabkan oleh pemahaman yang masih terbatas terhadap sifat-

sifat teknis tanah tersebut. Kurangnya pemahaman para perencana dan pelaksana terhadap perilaku tanah ekspansif, sering menyebabkan pendekatan desain dan metode pelaksanaan yang dipilih kurang begitu tepat

### **1.2 Hipotesis**

Hipotesis yang dikemukakan adalah “ Tanah yang mengandung dominan lempung mempunyai sifat mengembang yang tinggi dikarenakan butirannya yang halus serta terdapat mineral montmorilonite”. Dengan sifat mengembang yang tinggi dari tanah kelempungan ini sering menjadi faktor penyebab terjadinya kerusakan jalan. Kurangnya pemahaman para perencana dan pelaksana terhadap perilaku sifat tanah ekspansif, dapat menyebabkan pendekatan desain dan metode pelaksanaan yang dipilih kurang begitu tepat. hal ini mengakibatkan metode analisis yang digunakan dalam penentuan penanganan menjadi kurang relevan dan berimplikasi lebih jauh yaitu akan mahalnya konstruksi penanganan yang harus diterapkan,

### **1.3 Metodologi**

Cara pendekatan untuk pencapaian sasaran penelitian adalah, menggunakan metodologi analisis terhadap hasil uji tanah di laboratorium.

Dengan cara metode ini sasaran penelitian dikonsentrasikan pada pengambilan sampel tanah dan melakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui sifat-sifat ekspansif yang dapat merusak perkerasan jalan. Langkah yang dilakukan meliputi :

a. Kajian literatur

Kajian literatur merupakan studi untuk memperoleh teori dan prinsip dasar tanah ekspansif seperti pembentukan tanah, identifikasi, jenis mineral dan sifat mengembang atau menyusut.

b. Pengumpulan data

Pengumpulan data primer yang berupa sifat fisik dan sifat teknik tanah kelembungan diperoleh dengan cara pengambilan sampel tanah pada lokasi ruas jalan yang mengalami kerusakan.

- Pengambilan sampel tanah ;dilakukan dengan pemboran untuk mendapatkan contoh tanah tidak terganggu dan contoh tanah terganggu. Pengambilan contoh tanah tidak terganggu digunakan alat tabung berdinding tipis yang dimasukan ke dalam tanah secara ditekan, sedangkan contoh tanah terganggu diambil dari tanah yang dibawa oleh matabor.
- Pengujian laboratorium ; dilakukan dengan pemeriksaan tanah di laboratorium yang meliputi : pengujian klasifikasi, sifat mengembang dan kekuatan. Data ini merupakan data karakteristik tanah kelembungan untuk menyatakan besaran ekspansifitasnya.

c Analisis data ; dilakukan terhadap data hasil uji laboratorium untuk menentukan besaran tingkat pengembangan dengan menggunakan beberapa kriteria yang telah dikemukakan oleh para ahli geoteknik.

- Klasifikasi tanah  
Tanah ekspansif dapat diklasifikasikan dengan cara unified (USCS) yang didasarkan pada persentase pembagian butir, persentase fraksi lempung dan nilai indeks plastisitasnya. Untuk menentukan plastisitas tinggi atau rendah dapat memplotkan pada grafik "Casagrande plasticity"
- Karakteristik tanah  
Penentuan karakteristik tanah dapat dilakukan dengan menganalisis mineral pembentuk tanah lempung yang menyebabkan perubahan volume yang besar. Mineral tanah yang potensi terjadi perubahan volume diantaranya : montmorilonite, kaolinite dan illite.
- Identifikasi potensi mengembang  
Untuk mengidentifikasi mengembang tanah ekspansif dapat digunaka cara identifikasi tidak langsung dan cara identifikasi langsung. Identifikasi cara tidak langsung dapat menggunakan parameter tanah hasil pengujian batas-batas Atterberg, tingkat keaktifan dan mineralnya.

**1.4 Hasil penelitian**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tanah kelembungan yang berada pada ruas jalan lokasi penelitian mempunyai sifat mengembang tinggi sampai sangat tinggi. Hal ni didasarkan pada analisis terhadap hubungan antara nilai plastisitas dan kadar lempung, nilai indeks susut dan besarnya nilai aktifitas tanah. Klasifikasi tanah yang mempunyai tingkat pengembangan tinggi sampai sangat tinggi terdiri dari jenis tanah lempung lanauan plastis tinggi (CH) dan lanau lempungan plastis tinggi (MH) serta didominasi mineral montmorilonite. Kegiatan penelitian ini dilakukan pada tahun 2003.

**II. PRINSIP DASAR**

Identifikasi tanah ekspansif secara sederhana melalui uji laboratorium umumnya menggunakan nilai batas Atterberg dan persentase kandungan lempung untuk menggambarkan potensi pengembangan suatu tanah secara kualitatif. Identifikasi cara tidak langsung ini tidak merupakan berdiri sendiri tetapi perlu dibandingkan antara cara yang satu dengan yang lainnya. Dari berbagai metode identifikasi tanah ekspansif yang tersedia saat ini menggunakan klasifikasi berdasarkan faktor-faktor indeks plastisitas, fraksi lempung, dan batas susut.

a. Batas Atterberg dan fraksi lempung  
Identifikasi tanah ekspansif secara tidak langsung dengan menggunakan nilai indeks plastisitas (PI) dan fraksi lempung (CF) serta membagi tanah ekspansif ke dalam tiga kelas aktivitas, yaitu aktivitas rendah, sedang dan tinggi.

b. Indeks plastisitas (PI)  
Selain itu dapat pula menggunakan indeks plastisitas sebagai indeks tunggal untuk mengidentifikasi tanah ekspansif yang diperlihatkan pada tabel berikut..

**Tabel 2.1**  
**Korelasi indeks plastisitas dengan potensi mengembang**

Indeks Plastisitas (PI)	Potensi mengembang
0 – 15	Rendah
10 – 35	Sedang
20 – 55	Tinggi
> 55	Sangat Tinggi

(Chen, 1988)

c. Indeks plastisitas dan indeks susut  
Cara lain adalah menggunakan indeks plastisitas (PI) dan indeks susut (SI) untuk mengidentifikasi tingkat pengembangan, seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut ini :

**Tabel 2.2**  
**Korelasi indeks plastisitas, indeks susut dengan tingkat pengembangan**

PI (%)	SI (%)	Tingkat Pengembangan
< 12	< 15	Rendah
12 – 23	13 – 50	Sedang
23 – 32	30 – 40	Tinggi
> 32	> 40	Sangat Tinggi

(Chen, Raman, 1967)

d, Tingkat keaktifan

Batas Atterberg dan fraksi lempung dapat dikombinasikan menjadi satu parameter yang dinamakan tingkat keaktifan (*activity*). Pada umumnya, tanah dengan indeks plastisitas (PI) kurang dari 15 persen tidak akan memperlihatkan perilaku pengembangan.

- Menurut Skemton

Tingkat keaktifan suatu tanah dapat ditentukan dari persamaan :

$$Ac = \frac{PI}{CF} \quad (1)$$

dengan pengertian :

Ac adalah tingkat keaktifan

PI adalah indeks plastisitas (%)

CF adalah persentase fraksi lempung (%)

**Tabel 2.3**  
**Korelasi tingkat keaktifan dengan potensi pengembangan**

Tingkat keaktifan	Potensi Pengembangan
< 0,75	Rendah
0,75 – 1,25	Sedang
1,25 – 2,00	Tinggi
>2,00	Sangat tinggi

(Skempton, 1953)

- Menurut Seed

Memperlihatkan potensi kembang suatu tanah remasan dikaitkan dengan tingkat keaktifan dan fraksi lempung. Tingkat keaktifan suatu tanah dapat ditentukan dari persamaan di bawah ini dan diplotkan dalam grafik berikut :

$$Ac = \frac{PI}{CF - 10} \quad (2)$$

Hasil aktifitas ini bersama persentase fraksi lempung kemudian diplotkan pada grafik klasifikasi mengembang yang telah dibuat oleh Seed (1962)

Titik perpotongan ini akan berada diantara garis potensi pengembangan 1,5%, 5% dan 25%, maka tanah akan bersifat pengembangan rendah, medium, tinggi dan sangat tinggi.

### III. TANAH EKSPANSIF

#### 3.1 Pembentukan tanah ekspansif

Daerah-daerah yang rawan terhadap tanah ekspansif adalah daerah yang sering mengalami periode kering yang panjang diikuti dengan periode basah yang pendek. Pada kondisi ini air hanya tersedia untuk proses pelapukan sehingga kation yang terakumulasi tidak akan hilang terbawa pergerakan air keluar sistem. Secara umum mineral lempung terbentuk melalui proses pelapukan material asal seperti feldspar, mika dan batugamping. Proses pelapukan ini dapat berupa disintegrasi, oksidasi dan pelepasan. Khusus pembentukan montmorillonite seringkali diasosiasikan dengan proses disintegrasi yang ekstrim, hidrasi kuat, serta sedikit atau tanpa pelepasan.

Dengan demikian kemungkinan besar mineral montmorillonite terbentuk pada daerah dengan sistem drainase yang tidak begitu baik, sehingga kation magnesium, kalsium, sodium dan besi dapat terakumulasi dalam sistem. Kondisi seperti ini sering ditemui pada daerah kering sedang dengan curah hujan rendah atau tinggi tetapi bersifat musiman, khususnya daerah dimana penguapan lebih tinggi dari penyerapan.

#### 3.2 Karakteristik tanah

Tanah ekspansif memiliki karakteristik yang berbeda dengan jenis tanah pada umumnya, berikut akan dijelaskan satu persatu:

##### a. Mineral lempung

Mineral lempung yang menyebabkan perubahan volume umumnya mengandung montmorillonite atau vermiculite, sedangkan illite dan kaolinite dapat bersifat ekspansif bila ukuran partikelnya sangat halus.

##### b. Kimia tanah

Meningkatnya konsentrasi kation dan bertambahnya tinggi valensi kation dapat menghambat pengembangan tanah. Sebagai contoh, kation  $Mg^{++}$  akan memberikan pengembangan yang lebih kecil dibandingkan dengan  $Na^+$ .

##### c. Plastisitas

Tanah dengan indeks plastisitas dan batas cair yang tinggi mempunyai potensi untuk mengembang yang lebih besar.

d. Struktur tanah

Tanah lempung yang berflokulasi cenderung bersifat lebih ekspansif dibandingkan dengan yang terdispersi.

e. Berat isi kering

Tanah yang mempunyai berat isi kering yang tinggi menunjukkan jarak antar partikel yang kecil, hal ini berarti gaya tolak yang besar dan potensi pengembangan yang tinggi.

3.3 Faktor yang mempengaruhi

a. Karakteristik Material

Kembang-susut terjadi akibat adanya perubahan sistem tanah dengan air yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan gaya-gaya di dalam struktur tanah. Gaya tarik yang bekerja pada partikel yang berdekatan terdiri dari gaya elektrostatik yang bergantung pada komposisi mineral, serta gaya Van der Waals yang bergantung pada jarak antar permukaan partikel. Partikel lempung pada umumnya berbentuk pelat pipih dengan permukaan bermuatan listrik negatif dan ujung-ujungnya bermuatan positif. Muatan negatif ini diseimbangkan oleh kation air tanah yang terikat pada permukaan pelat oleh suatu gaya listrik. Sistem gaya internal kimia-listrik ini harus dalam keadaan seimbang antara gaya luar dan hisapan matrik. Apabila susunan kimia air tanah berubah sebagai akibat adanya perubahan komposisi maupun keluar masuknya air tanah, keseimbangan gaya-gaya dan jarak antar partikel akan membentuk keseimbangan baru. Perubahan jarak antar partikel ini disebut sebagai proses kembang-susut.

b. Faktor Lingkungan

Tanah ekspansif dalam keadaan kadar air rendah atau hisapan yang tinggi akan menarik air lebih kuat dibanding tanah yang sama dengan kadar air yang lebih tinggi. Perubahan kadar air pada zona aktif dekat permukaan tanah, akan menentukan besarnya kembang-susut. Pada zona ini terjadi perubahan kadar air dan volume yang lebih besar. Variasi peresapan dan penguapan mempengaruhi perubahan kedalaman zona aktif. Keberadaan fasilitas seperti drainase, irigasi dan kolam akan memungkinkan tanah memiliki akses terhadap sumber air. Keberadaan air pada fasilitas tersebut akan mempengaruhi perubahan kadar air tanah. Selain itu vegetasi seperti pohon, semak dan rumput mengisap air tanah dan menyebabkan terjadinya perbedaan kadar air pada daerah dengan vegetasi berbeda.

c. Kondisi Tegangan

Tanah yang terkonsolidasi berlebih bersifat lebih ekspansif dibanding tanah yang terkonsolidasi normal, untuk angka pori yang sama.

Proses pengeringan-pembasahan yang berulang cenderung mengurangi potensi pengembangan sampai suatu keadaan yang stabil. Besarnya pembebanan akan menyeimbangkan gaya antar partikel sehingga akan mengurangi besarnya pengembangan. Ketebalan dan lokasi kedalaman lapisan tanah ekspansif mempengaruhi besarnya potensi kembang susut dan yang paling besar terjadi apabila tanah ekspansif yang terdapat pada permukaan sampai dengan kedalaman zona aktif.

IV. DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan sampel

Dalam uraian data dan pembahasan ini diarahkan pada data tanah yang diperoleh dari hasil kegiatan lapangan dan pengujian laboratorium untuk mengetahui perilaku tanah ekspansif. Cara melakukan pengambilan sampel tanah melalui pemboran tangan dengan menggunakan tabung berdinding tipis. Di bawah ini merupakan data ruas jalan dan lokasi pengambilan sampel tanah untuk keperluan pengujian laboratorium

Tabel 4.1 Lokasi pengambilan sampel

No	Ruas Jalan	Lokasi pengambilan sampel	Kedalaman sampel dari muka tanah (m)	Geologi regional
1	Semarang – Purwodadi	Km Smg 36,0 s/d km 43,00	2,0 - 3,0	Dataran rendah, termasuk pantai utara, ketinggian ± 10-15 m di atas muka laut
2	Demak – Godong	Km Dmp 13+800	1,0 - 3,0	Dataran rendah, termasuk pantai utara, ketinggian ± 11 m di atas muka laut
3	Demak – Kudus	Km Smg 38+800	2,0 - 5,0	Dataran rendah, termasuk pantai utara, ketinggian ± 10-15 m di atas muka laut
4	Wirosari – Cepu	Wrs Sta 37+500 s/d Sta 58+250	1,0 - 4,0	Perbukitan rendah, ketinggian ± 50 m di atas muka laut.
5	Ngawi – Caruban	Km Crb 5+400 s/d Km 19+000	1,0 - 4,0	Perbukitan rendah, ketinggian ± 70 m di atas muka laut.
6	Surabaya – Gresik	Km Sby 12+800 dan Sta 14+450	1,0 - 3,0	Dataran rendah, termasuk pantai utara, ketinggian ± 1,0 m di atas muka laut
7	Gresik – Lamongan	Km Gsk 16+500	1,0 - 3,0	Dataran rendah, termasuk pantai utara, ketinggian ± 1,5 m di atas muka laut.
8	Yogya – Wates	Km Ygy 23+00 s/d km 27+00	2,0 - 5,0	Dataran rendah, ketinggian ± 25 m di atas muka laut.
9	Jakarta – Cikampek	Sta Jkt 25+500 s/d 69+600	1,0 - 3,0	Perbukitan rendah, ketinggian ± 45 m di atas muka laut.

## 4.2 Karakteristik tanah

**Tabel 4.2**  
**Karakteristik tanah**

Parameter	Semarang – Purwodadi	Demak-Godong	Demak – Kudus
1. Berat isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,63 - 1,76	1,68 - 1,75	1,67 - 1,74
2. Kadar lempung (%)	22 - 43	25 - 40	24 - 34
3. Batas Cair LL (%)	80 - 110	72 - 108	83 - 94
4. Indeks Plast PI (%)	52 - 69	40 - 74	44 - 58
5. Susut linear (%)	18 - 22	12 - 26	-
6. Kadar air (%)	32 - 48	37 - 53	29 - 49
7. Lewat saringan # 200(%)	83 - 98	82 - 98	95 - 98
8. Tek mengembang/kg/cm <sup>2</sup> )	-	0,06 - 0,55	0,46 - 1,2

**Tabel 4.2**  
**Karakteristik tanah (lanjutan 1)**

Parameter	Wirosari-Cepu	Ngawi-Caruban	Surabaya-Gresik
1. Berat isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,75 - 1,86	1,63 - 1,89	1,61 - 1,79
2. Kadar lempung (%)	30 - 52	30 - 61	23 - 45
3. Batas Cair LL (%)	53 - 107	72 - 130	62 - 90
4. Indeks Plast PI (%)	24 - 57	39 - 79	28 - 45
5. Susut linear (%)	-	15 - 27	-
6. Kadar air (%)	24 - 40	40 - 55	38 - 58
7. Lewat saringan # 200 (%)	73 - 96	92 - 98	89 - ,94
8. Tek mengembang kg/cm <sup>2</sup> )	0,07 - 0,09	0,06 - 0,52	0,06 - 0,27

**Tabel 4.2**  
**Karakteristik tanah (lanjutan 2)**

Parameter	Gresik-Lamongan	Yogya-Wates	Jakarta-Cikampek
1. Berat isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,73	1,68 - 1,73	1,59 - 1,71
2. Kadar lempung (%)	44,0	30 - 52	25 - 58
3. Batas Cair LL (%)	81,0	53 - 107	82 - 104
4. Indeks Plast PI (%)	48,0	24 - 67	46 - 62
5. Susut linear (%)	-	18	-
6. Kadar air (%)	34,0	27 - 32	34 - 52
7. Lewat saringan # 200 (%)	97,06	76 - 96	92 - ,94
8. Tek mengembang kg/cm <sup>2</sup> )	-	0,07 - 1,25	0,36

## 4.3 Analisis dan Evaluasi

### 4.3.1 Klasifikasi Tanah

Untuk keperluan klasifikasi cara USCS ( Unified soil classification system) dapat didasarkan pada hasil pembagian butir yang meliputi persentase tanah yang lolos saringan no 200 dan persentase kadar lempungnya. Dari hasil ini dapat di klasifikasi jenis tanahnya. Untuk menentukan sifat plastisitasnya dapat digunakan berdasarkan grafik Casagrande yaitu dari nilai indeks plastisitas (PI) dan nilai batas cair (LL). Bila diplotkan pada grafik plastisitas Casagrande: berada di atas "A line" sehingga menurut klasifikasi USCS termasuk kelompok CH (lempung plastis tinggi), MH (lanau plastis tinggi)

**Tabel 4.3**  
**Analisis klasifikasi tanah**

No	Lokasi	Nilai batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI)	Plot pada grafik plastisitas Casa grande	Klasifikasi
1	Semarang-Purwodadi	LL = 80 – 110 PI = 52 – 69	di atas garis A.	Lempung lanauan(CH)
2	Demak-Godong	LL = 72 – 108 PI = 40 – 74	di atas garis A	Lempung lanauan (CH)
3	Demak – Kudus	LL = 83 – 94 PI = 44 – 58	di atas garis A	Lempung lanauan (CH)
4	Wirosari-Cepu	LL = 53 – 107 PI = 24 – 57	di atas garis A	Lempung lanauan (CH)
5	Ngawi-Caruban	LL = 72 – 130 PI = 39 – 79	di atas garis A	Lempung lanauan (CH)
6	Surabaya-Gresik	LL = 62 – 90 PI = 28 – 45	di atas garis A	Lempung lanauan (CH)
7	Gresik-lamongan	LL = 81,0 PI = 48,0	di bawah garis A	Lanau lempungan (MH)
8	Yogya-wates	LL = 53 – 107 PI = 24 – 67	di bawah garis A	Lanau lempungan(MH)
9	Jakarta-Cikampek	LL = 82 -104 PI = 46 - 62	di atas garis A	Lempung lanauan (CH)

### 4.3.2 Potensi Pengembangan

#### a..Cara Van der Merwe

Dengan menggunakan cara Van der Merwe (1964) yang didasarkan pada nilai plastisitas (PI) dan persentase fraksi lempung (CF), maka berada pada daerah aktiviti tinggi.

#### b. Cara Chen

Chen (1988) menggunakan indeks tunggal berdasarkan nilai indeks plastisitas untuk mengidentifikasi tanah ekspansif, dengan ketentuan bahwa untuk potensi tingkat pengembangan tinggi PI = 20 - 55 ,sedangkan sangat tinggi PI >55:

Dengan menggunakan ketentuan tersebut, maka diperoleh :

**Tabel 4.4**  
**Analisis tingkat pengembangan**

No	Lokasi	Potensi pengembangan
1	Semarang-Purwodadi	Tinggi s/d sangat tinggi
2	Demak – Godong	Tinggi s/d sangat tinggi
3	Demak - Kudus	Tinggi s/d sangat tinggi
4	Wirosari – Cepu	Tinggi s/d sangat tinggi
5	Ngawi-Caruban	Tinggi s/d sangat tinggi
6.	Surabaya – Gresik	Tinggi
7	Gresik – Lamongan	Tinggi
8.	Yogya - Wates	Tinggi
9.	Jakarta – Cikampek	Tinggi s/d sangat tinggi

c. Cara Raman

Raman (1967) menggunakan indeks plastisitas (PI) dan indeks susut (SI) untuk mengidentifikasi tingkat pengembangan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa tanah tersebut mempunyai tingkat pengembangan tanah adalah tinggi sampai sangat tinggi

4.3.3 Aktivitas

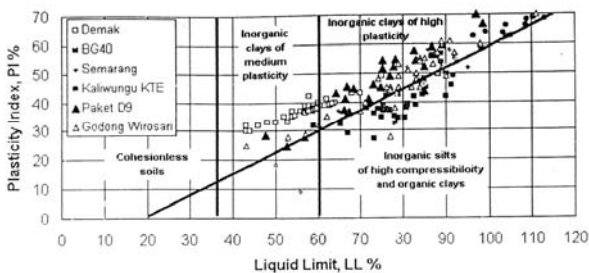
Menurut Skemton (1953) besarnya nilai aktivitas tanah dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan  $A_c = PI/(CF)$ . Untuk nilai aktivitas  $A_c > 1,25$ , maka tanah termasuk keaktifan tinggi.

**Tabel 4.5**  
**Analisis tingkat keaktifan**

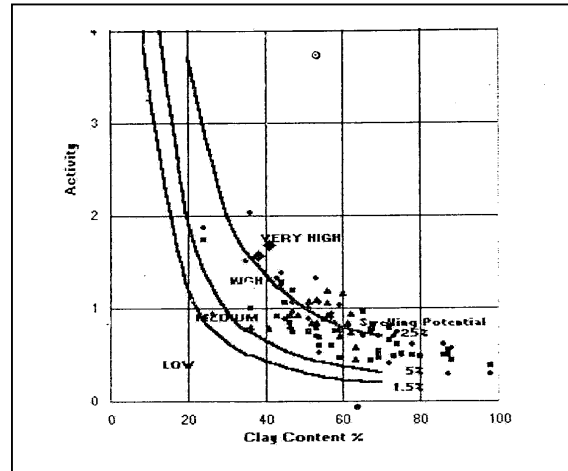
No	Lokasi	Tingkat keaktifan
1	Semarang-Purwodadi	Tinggi
2	Demak – Godong	Tinggi
3	Demak - Kudus	Tinggi
4	Wirosari – Cepu	Tinggi
5	Ngawi-Caruban	Tinggi
6	Surabaya – Gresik	Tinggi
7	Gresik – Lamongan	Tinggi
8	Yogya - Wates	Tinggi
9	Jakarta – Cikampek	Tinggi

**4.4 Gambar sebaran tanah kelempungan ekspansif**

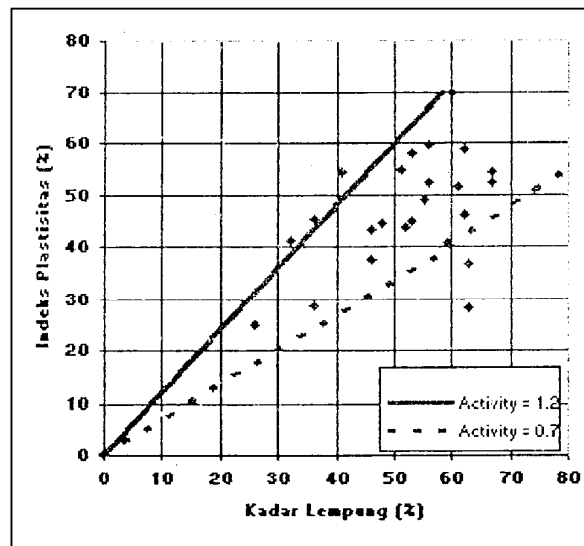
Sebaran tanah lempung dan korelasinya dapat di sajikan seperti terlihat pada gambar di bawah ini



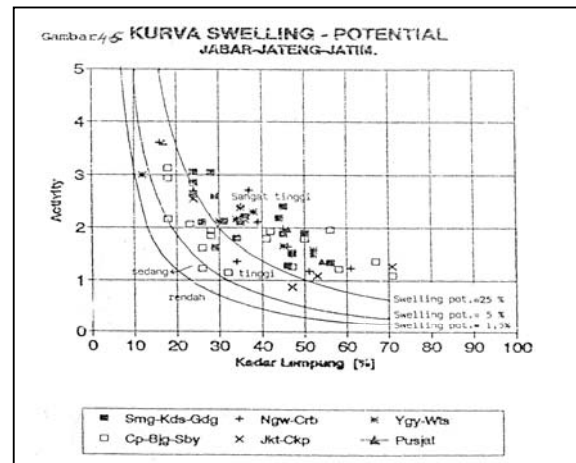
**Gambar 4.1** Sebaran tanah lempung pada grafik Casagrande



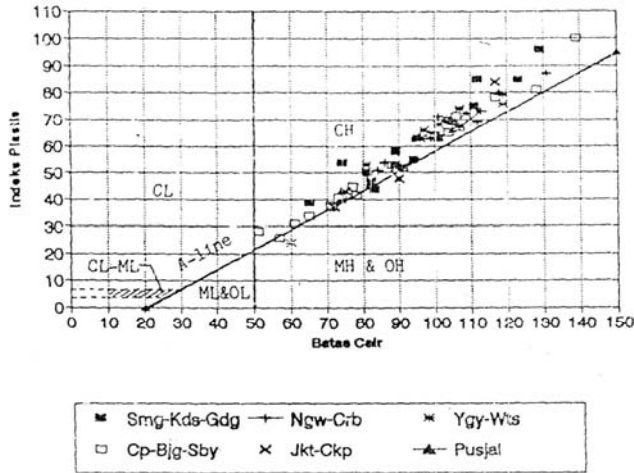
**Gambar 4.2** Sebaran tanah kelempungan pada klasifikasi SEED (1962)



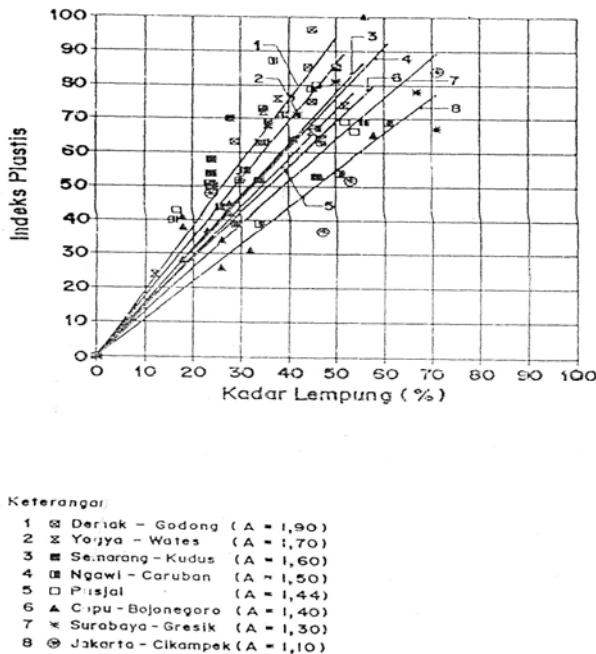
**Gambar 4.3** Korelasi kadar kelempungan dengan indeks plastisitas



**Gambar 4.4** Sebaran tanah kelempungan pada klasifikasi SEED (1962)



**Gambar 4.5** Sebaran tanah kelempungan pada grafik Casagrande



**Gambar 4.6** Korelasi kadar lempung dengan indeks plastisitas

## V. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan yang telah diuraikan di muka, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Penelitian sifat ekspansif tanah kelempungan dilakukan pada lokasi ruas jalan Semarang-Purwodadi, Dempet – Godong, Demak-Kudus, Wirosari-Cepu, Ngawi-Caruban, Surabaya – Gresik, Gresik – Lamongan, Yogya -

Wates dan jalan tol Jakarta – Cikampek. Tanah yang berada di bawah badan jalan mempunyai sifat pengembangan tinggi sampai sangat tinggi yang terdiri dari tanah lempung lanauan dan lanau lempungan

- b. Analisis untuk memperkirakan tingkat pengembangan tanah kelempungan dapat diidentifikasi dengan menggunakan parameter tanah dari hasil pengujian batas-batas Atterberg dan analisis ukuran butir, yang kemudian dikorelasikan terhadap grafik penentu tingkat pengembangan.

- c. Klasifikasi

Klasifikasi untuk tanah kelempungan ini digunakan grafik Casagrande, yang didasarkan pada nilai indeks plastisitas (PI) dan batas cairnya (LL). Hasil klasifikasi tanah yang mempunyai tingkat pengembangan tinggi sampai sangat tinggi terdiri dari jenis tanah lempung lanauan plastis tinggi (CH) dan lanau lempungan plastis tinggi (MH) serta didominasi mineral montmorilonite.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Chen, FH, Foundation on expansif soils, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam 1975
2. Frenlund a,DG and Rahardjo, H Soil mechanics for unsaturated soils, Wiley inter science, 1993
3. Nelson,JD and Miller,DJ, Expansive soils and practice in foundation and pavemen engineering, John Wiley and sons, New york 1992
4. Laporan pengkajian penanganan Kerusakan Jalan di atas tanah ekspansif Pusat Litbang Jalan 1995
6. Laporan pengkajian perilaku lempung ekspansif dan tinjauan penang gulangannya Pusat Litbang Jalan,1993

### Penulis :

*Drs.M. Suherman, Peneliti Madya bidang Geoteknik di Pusat penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi Departemen Pekerjaan Umum*