UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN *EPOXY* DENGAN METODE *TRIAL AND ERROR*

ABDUL HARIS MAULANA

INTISARI

penggunaan tiang pancang pada lokasi tanah kohesif (lempung dan lanau) biasanya akan mengakibatkan kenaikan permukaan tanah disekitar tiang yang diikuti dengan konsolidasi tanah. Untuk meminimalisir hal tersebut, pengeboran tanah dilakukan terlebih dahulu lalu tiang pancang dimasukkan kemudian kedalam lubang bor tanpa proses pemancangan, sehingga dibutuhkan suatu pengikat antara tiang dan tanah sekitar. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi campuran pasta tanah, semen, dan *epoxy optimum* yang difungsikan sebagai pengikat antara tiang dan tanah beserta waktu fase cairnya. Percobaan dilakukan dengan cara melakukan pengamatan pada campuran pasta yang memiliki komposisi tanah, semen, dan epoxy tetap dengan penambahan air yang berbeda. Dimana metode *trial and error* digunakan untuk menentukan penambahan air yang dibutuhkan. Pengamatan dilakukan pada campuran pasta yang dituang kedalam lubang uji berbentuk setengah tabung disetiap sisi kotak akrilik dengan tanah yang telah disesuaikan kondisinya seperti pada lapangan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, Semakin tinggi penambahan air pada campuran pasta, maka semakin singkat waktu fase cairnya. Berdasarkan hasil penelitian dan perkiraan waktu persiapan pekerjaan tiang pancang, maka komposisi campuran pasta tanah, semen, dan *epoxy optimum* yang digunakan untuk acuan aplikasi lapangan ialah 200 gr tanah, 40 gr semen, 80 gr campuran *epoxy* yang terdiri dari resin *epoxy* dan *hardener* dengan perbandingan 2:1, serta penambahan air sebanyak 210 ml yang memiliki kisaran waktu fase cair 64 menit.

Kata kunci : tanah lempung, tanah lempung berlanau, semen, pasta tanah-semen, *epoxy*, waktu fase cair, fondasi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

COMPARATIVE ANALYSIS OF LEVEL OF SOIL MIXTURE OF CEMENT AND EPOXY BY TRIAL AND ERROR METHOD

ABDUL HARIS MAULANA

ABSTRACT

The use of pile foundation in cohesive soils location (clay and silts) will usualy result in the increase in ground surface around the pile followed by a land consolidation. To minimize that condition, the land drilling is done first and then the pile is inserted then into the borehole without erection process, so it takes a binder between the pile and the ground arouund. The main objecttive of this study is to determine the composition of the soil mixture of cement and epoxy optimum function as a binder between the pile and the ground on field aplications along with their liquid phase times. Experiments done by observing the mixture that having a composition of soil, cement, and epoxy stick with different additional water. Where the trial and error method is used to determine the additional water is needed. Observation were made on the mixture is poured into the test hole on each side of the tube-shaped half acrylic box with soil that has adjusted the conditions are like on the real field.

The results of this study indicate that higher levels of water in the mixture, then the shorter time of their liquid phase. Based on the rresearch result and estimated time of preparation of pile foundation work, then the composition of soil mixture of cement and epoxy optimum used for the reference on the field aplication is 200 g of soil, 40 g of cement, 80 g of a epoxy mixture consisting of epoxy resin and hardener in the ratio 2:1, as well as the water addition of 210 ml water which have a range of a liquid phase for 64 minutes.

Keywords : clay soil, silty clay soil, cement, epoxy, soil cement mixture, epoxy, liquid phase time, foundati

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tahap awal pelaksanaan suatu konstruksi gedung ialah pekerjaan fondasi (struktur bawah) baru kemudian melaksanakan pekerjaan struktur atas. Pekerjaan fondasi pada suatu konstruksi memiliki peran awal yang sangat besar bagi bangunan yang akan didirikan. Secara umum fondasi didefinisikan sebagai bangunan bawah tanah yang meneruskan beban dari berat bangunnan itu sendiri dan beban luar yang berada di sekitarnya. Fondasi sebagai struktur bawah secara umum dapat dibagi dalam 2 (dua) jenis, yaitu fondasi dalam dan fondasi dangkal. Pemilihan jenis fondasi ditinjau dari jenis tanah di lokasi pembangunan dan jenis struktur diatasnya, apakah termasuk konstruksi beban ringan atau beban berat. Untuk jenis konstruksi beban ringan dengan kondisi tanah cukup baik, biasanya dipakai fondasi dangkal. Sedangkan untuk jenis konstruksi beban berat, penggunaan fondasi dalam adalah pilihan yang tepat.

Secara umum permasalahan fondasi dalam lebih rumit dari fondasi dangkal. Ditinjau dari cara pemasangan, fondasi dalam dapat dibagi menjadi dua jenis, yakni tiang bor (*bored pile)* dan tiang pancang (*pile foundation).* Dimana pelaksanaan dan pembuatan tiang dilakukan di lokasi, sedangkan pada pelaksanaan tiang pancang, tiang yang digunakan merupakan tiang yang sudah dibuat di pabrik terlebih dahulu. Tiang pancang tersebut yang nantinya akan ditanam untuk menyalurkan beban melewati lapisan tanah dengan daya dukung rendah menuju lapisan tanah keras yang memiliki daya dukung tinggi. Daya dukung tiang pancang didapat dari daya dukung ujung (*end bearing capacity)* yang ditimbulkan akibat tekanan ujung tiang dan daya dukung geser atau selimut (*friction bearing capacity)* yang diperoleh dari daya dukung gesek antara tiang pancang dan tanah disekelilingnya.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Jenis tanah di lokasi pembangunan juga mempengaruhi cara-cara pemasangan tiang dalam yang akan digunakan, proses pemancangan pada tanah kohesif (lempung dan lanau) biasanya akan mengakibatkan kenaikan permukaan tanah disekitar tiang yang diikuti dengan konsolidasi tanah. Untuk meminimalisir hal tersebut, pengeboran tanah dilakukan terlebih dahulu lalu tiang pancang dimasukkan kemudian kedalam lubang bor tanpa proses pemancangan. Dalam hal ini, tiang pancang tersebut memiliki daya dukung tiang yang relatif rendah karena tidak adanya daya dukung gesek dan ikatan antara tiang dengan tanah, sehingga dibutuhkan bahan tambahan yang sifatnya dapat mengikat tiang dengan tanah sekitar. Bahan tambahan tersebut diharapkan dapat menghasilkan gaya gesek akibat beban vertikal yang ditimbulkan oleh tiang.

1.2 Rumusan Masalah

Pemasangan tiang pancang dengan metode bor pada dasarnya mengakibatkan tiang pancang tersebut tidak memiliki gaya gesek antara tiang dan tanah, hal ini menyebabkan rendahnya daya dukung tiang terhadap struktur diatasnya. Demi mengatasi hal tersebut maka penambahan suatu pengikat antara tiang dan tanah yang dapat menambah daya dukung tiang menjadi penting. Pengikat yang akan digunakan ialah campuran pasta tanah, semen, dan *epoxy* sebagai bahan tambahan. Akan tetapi komposisi dari campuran pasta serta berapa lama waktu fase cair pasta sebelum mengeras masih perlu diteliti lebih lanjut.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mencari jumlah penambahan air yang sesuai untuk campuran pasta tanah, semen, dan *epoxy*.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2. Mengetahui pengaruh penambahan air terhadap waktu fase cair campuran pasta tanah, semen, dan *epoxy*.
3. Mengetahui komposisi dan perbandingan campuran pasta tanah, semen, dan *epoxy optimum* untuk aplikasi lapangan.

1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Tanah yang digunakan untuk campuran pasta berupa tanah lempung berlanau lolos saringan no. 40 pada kondisi sudah terusik (*Disturb)* yang diambil dari mangunan, Imogiri, Bantul - Yogyakarta.
2. Komposisi campuran pasta pengikat yang digunakan terdiri dari tanah lempung lolos saringan no. 40, semen, *epoxy*, dan air.
3. Penentuan penambahan air dalam campuran pasta tanah, semen, dan *epoxy* menggunakan metode trial and error.
4. Pengujian diakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada.

1.5 Manfaat Penelitian

Penyusun mengharapkan dengan penelitian ini dapat memberikan manfaat atau sumbangsih baik kepada praktisi maupun akademisi di bidang rekayasa geoteknik untuk mengikatkan daya dukung tiang pancang dengan menggunakan pasta tanah, semen, dan *epoxy* sebagai pengikat antara tiang dan tanah pada metode bor.

1.6 Keaslian Penelitian

Beberapa penelitian yang terkait dengan penelitian ini antara lain :

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1. Rakhmadika (2015) membahas tentang pengaruh kadar campuran semen terhadap faktor gegek tiang dengan perkuatan pasta friksi.
2. Arianti (2015) melakukan pengujian viskositas campuran tanah dan semen untuk aplikasi pasta friksi.
3. Anagnostopoulus (2015) membahas tentang sifat kekuatan dari resin *epoxy* dan semen terhadap tanah lempung berlanau.

Berdasarkan hasil penelitian diatas maka penelitian dengan judul Analisis Kadar Campuran Pasta Tanah, Semen, dan *Epoxy* dengan Metode Trial and Error dinyatakan belum pernah dilakukan dan diteliti sebelumnya. Tugas akhir ini merupakan karya sendiri yang penelitiannya dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Diploma Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung

Tan (1991) dalam Obelia (2014), mengatakan lempung adalah salah satu fraksi tanah yang memiliki kemampuan mengadsorbsi logam berat, yang disebabkan oleh adanya muatan elektronegatif dan dimampukan untuk melakukan pertukaran kation dan serapan air sehingga lempung memiliki pengaruh terhadap sifat kimia dan sifat fisika tanah.

Rahmawati (2015), menyebutkan bahwa tanah lempung terdiri dari partikel yang berbentuk lempeng pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral lempung dan mineral lainnya. Faktor utama yang digunakan untuk mengontrol ukuran, bentuk, sifat fisik, sifat kimia, dan partikel tanah adalah mineralogi. Tiga jenis mineral lempung utama yang sudah dikenal yaitu *kaolinite, illite, montmorillonite.*

Rahmawati (2015), juga menyebutkan bahwa tanah lempung yang ditinjau dari kelompok mineral pembentuknya dapat dibagi menjadi lempung ekspansif dan lempung non ekspansif. Tanah lempung ekspansif merupakan tanah yang memiliki kembang susut luar biasa yang disebabkan oleh kandungan mineral ekspansif sehingga memiliki kapasitas pertukaran ion yang tinggi dan biasanya tanah jenis lempung ekspansif ini bersifat sangat terpengaruh oleh kadar air. Sebaliknya, tanah lempung non ekspansif tidak mudah terpengaruh oleh kadar air disekitarnya. Klasifikasi potensi pengembangan tanah dapat dilihat pada tabel 2.1.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 2.1 Klasifikasi potensi didasarkan pada atterberg limit

Batas susut atterberg	**Susut linier**	**Derajat mengembang**
(%)	(%)	
<10	>8	Kritis
10 -12	5-8	Sedang
>12	0-8	Tidak kritis

Skempton (1953) dalam Rahmawati (2015), telah mendefinisikan sebuah parameter kemampuan mengembang dari suatu tanah lempung yang disebut aktivitas dalam rumus sebagai berikut :

$$\text{Activity (A)} = \frac{\text{PI}}{C} \qquad \text{.....(2.1)}$$

Dimana :

A = Aktifitas

PI = Indeks plastisitas

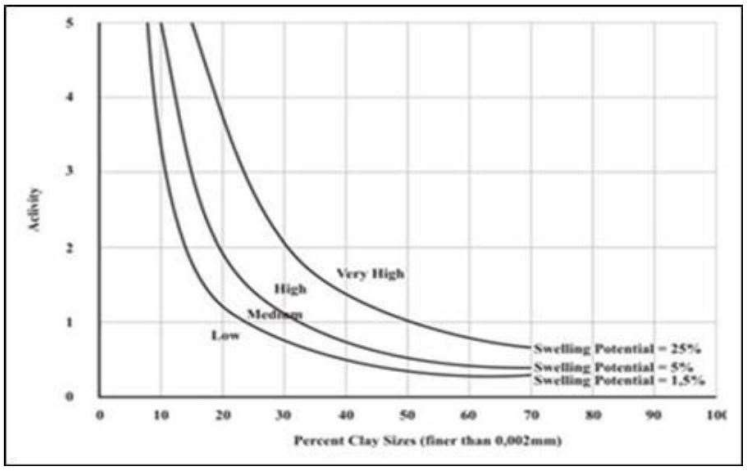
C = Prosentase lempung <0,002 mm

Kemampuan kembang-susut tanah dipengaruhi oleh aktivitas tanah. Setiap tanah lempung memiliki nilai aktivitas yang berbeda-beda, terdapat 4 kelompok dalam mengidentifikasi tingkat aktivitas tanah, seperti pada Gambar 2.1.

Ukuran butiran semakin kecil, maka luas permukaan butiran akan semakin besar. Pada konsep atterberg, jumlah air yang tertarik oleh permukaan partikel tanah akan bergantung pada jumlah partikel lempung yang ada di dalam tanah. Hardiyatmo (2006) dalam Negoro (2015), mengklasifikasikan mineral lempung berdasar nilai aktivitasnya, yaitu:

1. *Montmorrillonite* : Tanah lempung dengan nilai (A) > 7,2
2. *Illite* : Tanah lempung dengan nilai (A) > 0,9
3. *Kaolinite* : Tanah lempung dengan nilai (A) > 0,38
4. *Polygorskite* : Tanah lempung dengan nilai (A) > 0,38

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2.1 Grafik klasifikasi potensi mengembang.

2.2 Semen

Tjokrodimuljo (2007) dalam Arianti (2015), menjelaskan bahwa ketika butiran semen bersentuhan dengan air maka proses hidrasi akan berlangsung dengan arah dari luar ke dalam, dalam hal ini hasil hidrasi mengendap di bagian luar sedangkan inti semen yang belum terhidrasi di bagian dalam akan terhidrasi secara bertahap sehingga volumenya mengecil.

Takaendengan (2013) dalam Arianti (2015), menyebutkan bahwa semen merupakan bahan stabilisasi tanah lempung yang mudah diperoleh dan efektif dihunakan, karena semen memiliki kemampuan mengeras dan mengikat partikel-partikel mineral menjadi padat sehingga bisa mengurangi sifat kembang susut dari tanah lempung.

Sedangkan menurut Hardiyatmo (2014), waktu ikatan didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh semen saat bercampur dengan air, sehingga terbentuk suatu pasta yang secara berangsur-angsur menjadi agak plastis dan pada akhirnya menjadi massa yang keras/kaku.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.3 *Epoxy*

Anagnostopoulus (2015), menyebutkan bahwa penambahan semen secara signifikan mampu meningkatkan kekuatan dari seluruh campuran pasta tanah, semen, dan *epoxy* yang telah didiamkan dalam jangka waktu yang berbeda-beda. Meningkatnya kekuatan pasta tanah, semen dan *epoxy* tersebut disebabkan oleh penambahan air yang tepat, sehingga polimerisasi dari resin *epoxy* dan *hardener* dapat mengikat dengan baik.

Anagnostopoulus (2015), juga menyatakan bahwa perubahan sifat-sifat mekanis tanah lempung dan *epoxy* dalam campuran pasta dipengaruhi oleh air dan semen, tepat tidaknya kadar air dalam campuran mempengaruhi prosos polimerisasi resin *epoxy* yang menyebabkan peningkatan kekuatan atau bahkan penurunan kekuatan pasta tersebut. serta penggunaan 20% atau 30% kadar semen sudah cukup memberikan kontribusi terhadap peningkatan sifat-sifat mekanis dari campuran pasta tanah, semen, dan *epoxy*.

2.4 Pasta Tanah dan Semen

Arianti (2015), menjelaskan dalam penelitiaannya bahwa beberapa sampel campuran pasta tanah dan semen dengan kadar 2%, 3%, dan 4% yang ditambah dengan air tidak dapat digunakan. sedikitnya kadar semen dalam campuran tersebut menyebabkan proses pengerasan pasta yang relatif lebih lama, sehingga pasta yang digunakan ialah pasta tanah dan semen dengan kadar 15% dan 20%.

Rakhmadika (2015), menjelaskan dalam penelitiannya bahwa semakin lama waktu penanaman fondasi menyebabkan ikatan antara tanah dan semen meningkat sehingga semakin besar pula nilai gesek pada tiang. Diperoleh nilai tegangan gesek optimum fondasi dengan diameter 4 cm dan panjang 10 cm yang ditanam dalam pasta tanah dan semen dengan kadar 15% selama 14 hari ialah sebesar 15,69 kg/cm^2.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Rakhmadika (2015), juga menyebutkan bahwa pasta semen dan tanah dengan kadar 15% memiliki nilai tegangan gesek lebih besar daripada pasta semen dengan kadar 20% yang dikarenakan semakin banyak kadar semen yang ditambahkan pada pasta dapat mengurangi nilai kohesif tanah lempung itu sendiri

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

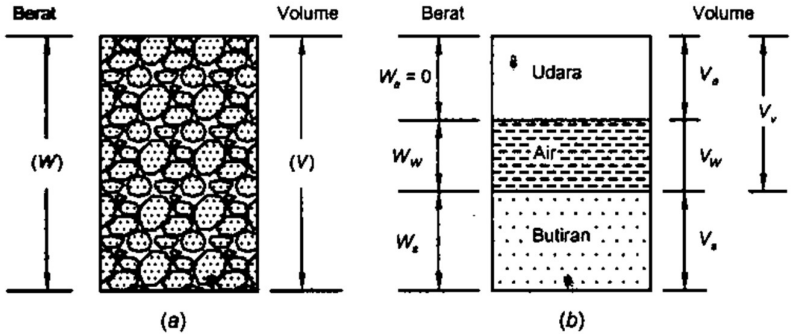
Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat atau butiran mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu dengan yang lain, dan dari bahan organik yang telah melapuk atau yang berpartikel padat yang disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut, Das (1994).

Hardiyatmo (2010), menyebutkan bahwa dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan material, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock).* Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya seperti pada Gambar 3.1. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah. Pembentukan tanah dari batuan induknyam, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali) dan proses-proses kimia yang lain. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka tanah ini disebut tanah residual (*residual soil)* san apabila tanah berpindah tempatnya, disebut tanah terangkut (*transported soil).*

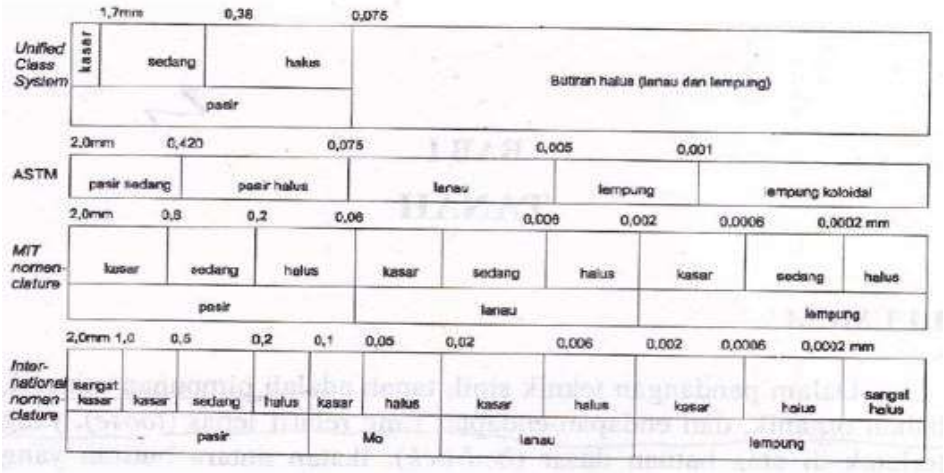
Istilah pasir, lempung, lanau, atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partkel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran, atau lebih dari satu macam ukuran partikel. Tanah lempung belum tentu terdiri dari

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

partikel lempung saja, akan tetapi dapat bercampur dengan butiran-butiran ukuran lanau maupun pasir, dan mungkin terdapat campuran bahan orgaik. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi dari lebih besar 100 mm sampai dengan lebih kecil dari 0,001 mm. batas-batas interval ukuran butiran lempung, lanau, pasir, dan kerikil menurut *Unified Soil Classification System,* ASTM, MIT dan *International Nomenclature* seperti pada Gambar 3.2*,* Hardiyatmo (2010).



Gambar 3.1 Diagram fase tanah.



Gambar 3.2 Klasifikasi butiran tanah menurut *Unified Soil Classification System*, ASTM, MIT dan *International Nomenclature*.

Tanah dapat diklasifikasikan secara umum sebagai tanah kohesif dan tanah non kohesif. Tanah disebut kohesif apabila masa butiran tanah bersatu dalam kondisi kering, sehingga diperlukan gaya untuk memisahkannya,

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

sedangkan disebut non kohesif apabila dalam kondisi kering butirannya lepas dan dalam kondisi basah butirannya saling melekat akibat adanya gaya tarik permukaaan dalam air, Bowles (1989) dalam Rahmawati (2015).

3.2.1 *Klasifikasi Tanah*

Lambe (1979) dalam Hardiyatmo (2010), mengatakan bahwa dalam banyak masalah teknis (semacam perencanaan perkerasan jalan, bendungan dalam urugan, dan lain-lainnya) pemilihan tanah-tanah dalam kelompok ataupun subkelompok yang menunjukkan sifat atau kelakuan yang sama akan sangat membantu pemilihan ini disebut klasifikasi. Klasifikasi tanah sangat membantu perancang dalam memberikan pengarahan melalui cara empiris yang tersedia dari hasil pengalaman yang telah lalu.

Kebanyakan klasifikasi tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang sangat sederhana untuk memperoleh karakteristik tanah. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasi. Umumnya, klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan (dan uji sedimentasi) dan plastisitas, Hardiyatmo (2010).

Berikut adalah beberapa sistem klasifikasi tanah yang sering digunakan :

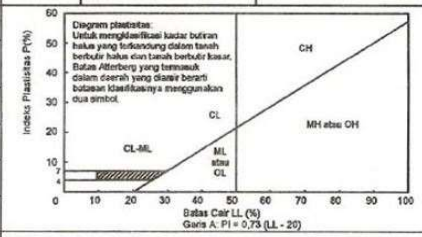
1. Sistem Klasifikasi *Unified*

   Pada Sistem *Unified* tanah diklasifikasikan kedalam tanah berbutir kasar (krikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan nomer 200, dan tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan nomer 200. Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan subkelompok yang dapat dilihat dalam tabel 3.1, Hardiyatmo (2010).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 3.1 Sistem klasifikasi tanah Unified

Divisi Utama			Simbol Kelompok	Nama Jenis		Nama Jenis
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus. Kurang dari 5% lolos saringan no. 200: GW, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no. 200: GM, GC. 5% - 12% lolos saringan no. 200: Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel.	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4, \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3
			GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung		Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI < 4 / Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 7 — Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung		
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus).	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.		$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6, \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3
			SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau		Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI < 4 / Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 7 — Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang		ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung		
			CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ("lean clays")		
			OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.		
	Lanau dan lempung batas cair > 50%		MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.		
			CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ("fat clays")		
			OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi		
Tanah dengan kadar organik tinggi			P_t	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandunagn organik tinggi.		Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

Simbol-simbol yang digunakan adalah :

G = kerikil (*gravel)*

S = pasir (*sand)*

C = lempung (*clay)*

M = lanau (*silt)*

O = lanau atau lempung organik (*organic silt or clay)*

Pt = tanah gambut atau tanah organik tinggi (*peat and highly organic soil)*

W = gradai baik (*well-graded)*

P = gradasi buruk (*poorly-graded)*

H = plastisitas tinggi (*high-plasticity)*

L = plastisitas rendah (*low-plasticity)*

2. Sistem Klasifikasi AASTHO

Sistem klasifikasi AASTHO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification)* berguna untuk

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

menentukan kualitas tanah dalam perancangan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade.* Sistem ini terutama ditujukan untuk maksud-maksud dalam lingkup tersebut.

Sistem klasifikasi AASTHO membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk sub-sub kelompok tanah (Tabel 3.2). dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang digunakan adalah analisis saringan dan batas-batas konsistensi, Hardiyatmo (2010).

Hardiyatmo (2010), menjelaskan bahwa indeks kelompok (*group index*) (GI) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan persamaan :

$$GI = (F-35)[0,2+0,005(LL-40)] + 0,1\ (F-15)(PI-10) \quad \text{.....(3.1)}$$

dengan,

GI = indeks kelompok (*group index)*

F = persen buutiran lolos saringan no. 200 (0,075 mm)

LL = batas cair

Pl = indeks plastisitas

Bila kelompok (GI) semakin tinggi, maka ketapan penggunaan tanah semakin berkurang. Tanah granuler diklasifikasikan kedalam A-1 sampai A-3. Tanah A-1 merupakan tanah granuler bergradasi baik, sedangkan A-3 adalah pasir bersih bergradasi buruk. Tanah A-2 termasuk tanah granuler (kurang dari 25% lolos saringan no. 200), tetapi masih mengandung lanau dan lempung. Tanah berbutir halus diklasifikasikan dari A-4 sampai dengan A-7, yaitu tanah lempung-lanau.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 3.2 Sistem klasifikasi AASTHO

Klasifikasi Umum	Material Berbutir Kasar (35% atau kurang lolos saringan No. 200)							Material Lanau -Lempung (lebih dari 35% lolos saringan No. 200)			
Klasifikasi Group	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Analisa Tapis; persen lolos:											
No. 10	50 max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 40	30 max	50 max	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Karakteristik fraksi lolos saringan No. 40:											
Batas Cair	-			40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Indeks Plastisitas	6 max		N.P.	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min*
Jenis Material Pokok	Fragmen batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan Pasir Kelanauan atau kelempungan				Tanah lanau		Tanah lempung	
Tingkat Kegunaan sebagai Subgrade	Sangat baik hingga baik							Cukup baik hingga buruk			

* Indeks Plastisitas untuk sub group A-7-5 sama dengan atau kurang dari batas cair dikurang 30. Indeks Plastisitas untuk sub grou A-7-6 lebih besar dari batas cair dikurang 30.

3. Sistem Klasifikasi USDA

Berdasarkan ukuran partikel tanah, dikenal empat fraksi partikel tanah berdasarkan USDA (*United States Department of Agriculture)* yaitu :

a. Fraksi kerikil, berbutir lebih besar dari 0,002 mm.

b. Fraksi pasir, berbutir antara 0,05 mm sampai dengan 2 mm.

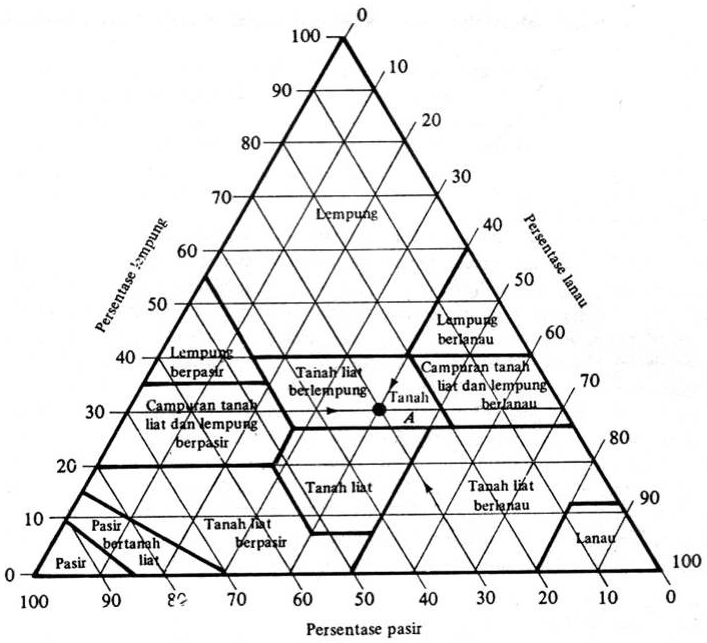
c. Fraksi lanau, berbutir antara 0,002 sampai dengan 0,05 mm

d. Fraksi lempung, berbutir kurang dari 0,002 mm.

Tekstur tanah biasanya ditempatkan karena berhubungan dengan pergerakan air dan zat terlarut, udara, pergerakan panas, berat volume tanah, luas permukaan spesifik, kemudahan tanah memadat (*compressibility)* dan lain-lain, Hillel (1982) dalam Kurnia dkk (2006).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tekstur adalah perbandingan relatif antara fraksi pasir, lanau dan lempung. Klasifikasi tanah atas berbagai kelas tekstur dapat dilihat pada Gambar 3.3. Salah satu kelas tekstur tanah adalah lempung, lempung memiliki komposisi yang imbang antara fraksi kasar dan fraksi halus, lempung merupakan komponen penyusun tanah bersama dengan logam oksida, dan bahan organik. Pada dasarnya lempung terdiri dari senyawa alumina silika hidrat yang bersifat plastis bila ditambah air, sedangkan kaku dan padat bila dibakar pada suhu yang cukup tinggi, Obelia (2014).



Gambar 3.3 Segitiga Tekstur.

3.2.2 *Tanah Lempung*

Tanah lempung mengandung leburan silika dan alumunium yang halus, dimana unsur-unsur silikon, oksigen, dan alumunium adalah unsur yang paling banyak menyusun kereak bumi. Lempung terbentuk dari proses pelapukan batuan silika oleh asam karbinat dan sebagian dihasilkan oleh aktivitas bumi, Obelia (2014).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lempung membentuk gumpalan keras saat kering dan lengket apabila basah terkena air. Sifat ini ditentukan oleh jenis mineral lempung yang mendominasinya. Mineral lempung digolongkan berdasarkan susunan lapisan oksida silikon dan oksida alumunium yang membentuk kristalnya. Golongan 1:1 memiliki lapisan satu oksida silikon yang mengapit satu oksida alumunium, sementara golongan 2:1 memiliki dua lapis oksida silikon yang mengapit satu lapis oksida alumunium. Mineral lempung golongan 2:1 memiliki sifat elastis yang kuat, menyusut saat kering dan memuai saat basah. Karena perilaku inilah beberapa jenis tanah dapat membentuk kerutan atau pecah-pecah bila kering, (Wikipedia.com).

Mineral lempung memiliki karakteristik yang sama, beberapa sifat umum mineral lempung antara lain:

1. Hidrasi

   Partikel lempung hampir selalu terhidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul air yang disebut dengan "air teradsorbsi" (*adsorbsed water*). Lapisan ini umumnya memiliki tebal dua molekul dan disebut lapisan difusi (*difusi layer*), atau lapisan ganda. Difusi "kation teradsorbsi" dari mineral lempung meluas keluar dari peremukaan lempung sampa ke lapisan air. Lapisan air ini dapat hilang pada temperatur yang lebih tinggi dari 60 ^{o}C sampai 100 ^{o}C dan akan mengurangi plastisitas alamiah tanah, sebagian air ini juga dapat menghilang hanya dengan pengeringan udara. Apabila lapisan ganda mengalami dehidrasi pada temperatur rendah, maka sifat plastisitasnya dapat dikembalikan lagi dengan mencampurkan air yang cukup kemudian dikeringkan selama 24 jam sampai 48 jam. Sedangkan bila dehidrasi terjadi pada temperatur yang lebih tinggi, sifat plastisitasnya akan turun atau berkurang untuk selamanya.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2. Aktivitas

Hardiyatmo (2010), menyatakan bahwa Ketebalan air yang mengelilingi butiran tanah lempung tergantung dari macam mineralnya. Bila ukuran butiran semakin kecil, maka luas permukaan butiran semakin besar. Pada konsep atterberg, jumlah air yang tertarik oleh permukaan partikel tanah akan bergantug pada jumlah partikel lempung yang ada di dalam tanah. berdasarkan alasan ini, skempton (1953) mendefinisikan aktivitas sebagai perbandingan antara indeks plastisitas dengan persen fraksi ukuran lempung, dinyatakan dalam persamaan :

$$A = \frac{\text{Indeks Plastisitas (IP)}}{C} \quad \text{.....(3.2)}$$

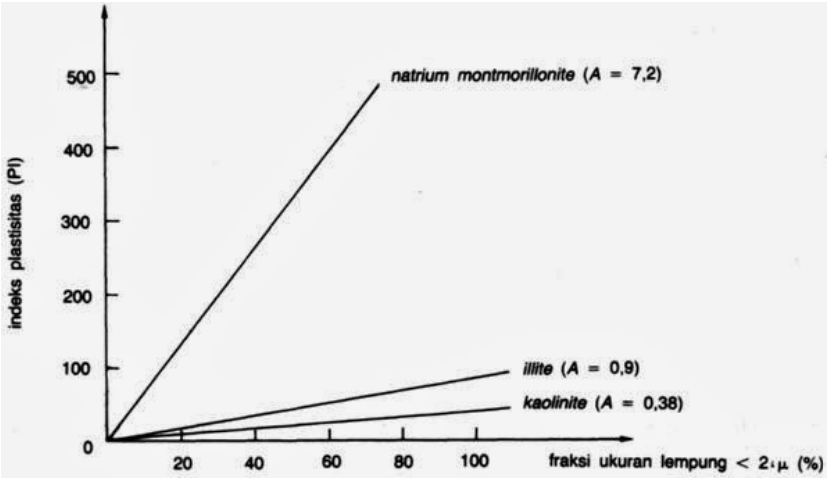
Bowles (1984), mengatakan bahwa indikator aktivitas yang praktis lebih baik ialah batas susut, yaitu batas kadar air sebeluum terjadi perubahan volume. Aktivitas dalam kaitannya dengan perubahan volume merupakan pertimbangan utama dalam mengevaluasi tanah yang akan dipakai dalam pekerjaan tanah dan pondasi. Kapasitas penggantian beberapa mineral lempung adalah sebagai berikut :

Tabel 3.3 Kapasitas penggantian mineral lempung

Lempung	Kapasitas penggantian (meq/100 g)
Kaolinit	3 - 15
Haloisit ($4H_2O$)	10 - 40
Illit	10 - 40
Vermikulit	100 - 150
Montmorilonit	80 - 150

Note : meq = milliekivalen

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN KADAR CAMPURAN PASTA TANAH, SEMEN, DAN EPOXY DENGAN METODE TRIAL AND ERROR
ABDUL HARIS MAULANA, Ir. Hotma Prawoto Sulistyadi, MT., IP.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 3.4 Aktivitas lempung (Skempton, 1953).

3. Flokulasi dan Dispersi

Mineral lempung hampir selalu menghasilkan larutan tanah-air yang bersifat alkalin (Ph > 7) sebagai akibat dari muatan negatif netto pada satuan mineral. Akibat adanya muatan ini, ion-ion H^+ di dalam air, gaya Van der Waals, dan partikel berukuran kecil akan bersama-sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan di dalam larutan. Beberapa partikel yang tertarik akan membentuk "flok" (floc) yang berorientasi secara acak atau struktur yang berukuran lebih besar yang akan mengendap di dalam larutan dengan secepatnya dan membentuk sedimen yang sangat lepas. Pada pengujian laboratorium, contoh lempung seberat 50 g atau 60 g akan mengendap di dalam larutan 1000 ml dalam waktu 30 menit, kecuali apabila formasi flok dapat dikontrol. Untuk menghindarkan floktulasi suatu larutan tanah-air yang terdispersi dapat dinetralisasikan dengan menambahkan ion-ion H^+ yang dapat diperoleh dari bahan-bahan yang mengandung asam, misal sodium heksametafosfat.

Lempung yang baru saja terflokulasi dapat dengan mudah didispersikan kembali kedalam larutan dengan menggoncangnya, yang menandakan bahwa tarikan antar partikel ternyata lebih kecil dari gaya