

# Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Limbah Keramik (Studi Kasus: Tanah di Tanete, Lembang Limbong, Kecamatan Rembon, Kabupaten Tana Toraja)

Parea Rusan Rangan<sup>1\*</sup>, Abdias Tandy Arrang<sup>2</sup>, Agustinus<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja.

Jl. Nusantara No. 12, Makale, Tana Toraja, Sulawesi Selatan.

<sup>1\*</sup>[pareausanrangan68@gmail.com](mailto:pareausanrangan68@gmail.com), <sup>2</sup>[diastandy@gmail.com](mailto:diastandy@gmail.com)

## Abstrak

Tanah lempung ekspansif merupakan tanah yang mempunyai fluktuasi kembang susut yang tinggi dan mengandung mineral yang mempunyai potensi mengembang yang tinggi bila terkena air, sehingga jenis tanah ini memerlukan penanganan khusus agar dapat dijadikan sebagai dasar konstruksi. Salah satu upaya yang bisa digunakan untuk memperbaiki tanah tersebut dengan cara menstabilkan tanah dengan menambahkan bahan lain yaitu limbah keramik. Limbah keramik merupakan suatu sisa bahan material yang tidak terpakai yang biasa didapatkan pada konstruksi bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah keramik dalam menstabilkan dan meningkatkan daya dukung tanah lempung ekspansif dengan presentase penambahan limbah keramik kedalam tanah lempung ekspansif yaitu : 0%, 5%, 10%, 15%. Lokasi pengambilan limbah keramik yaitu di Rembon kabupaten Tana Toraja dan pengambilan tanah lempung ekspansif berada di Tanete, Kecamatan Rembon, Kabupaten Tana Toraja. Pengujian dilakukan di Laboratorium teknik sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja. Dari pengujian CBR (California Bearing Ratio) didapatkan untuk tanah asli (0%) = 1.12 %, dan untuk penambahan limbah keramik (5%)= 2.10%, untuk (10%)= 4.03%, untuk (15%)= 6.09% . Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan limbah keramik dapat meningkatkan daya dukung tanah lempung ekspansif

**Kata Kunci : Tanah Lempung Ekspansif, Stabilitas Tanah, Limbah Keramik.**

## Abstract

Expansive clay is a soil that has high fluctuation of shrinkage and contains minerals that have a high potential to expand when exposed to water, so this type of soil requires special handling so that it can be used as a basis for construction. One effort that can be used to improve the soil is by stabilizing the soil by adding other materials, namely ceramic waste. Ceramic waste is an unused residual material that is usually found in building construction. This study aims to determine the effect of ceramic waste in stabilizing and increasing the bearing capacity of expansive clay with the percentage of adding ceramic waste to expansive clay, namely: 0%, 5%, 10%, 15%. The location for taking ceramic waste is in Rembon, Tana Toraja district and for expansive clay taking is in Tanete, Rembon District, Tana Toraja Regency. The test was carried out at the civil engineering laboratory of the Christian University of Indonesia Toraja. From the CBR (California Bearing Ratio) test, it was obtained for native soil (0%) = 1.12%, and for the addition of ceramic waste (5%) = 2.10%, for (10%) = 4.03%, for (15%) = 6.09% . The results showed that the addition of ceramic waste could increase the bearing capacity of expansive clay

**Keywords: Expansive Clay Soil, Soil Stability, Ceramic Waste**

## 1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan material yang sangat berpengaruh dalam merencanakan konstruksi, baik bangunan maupun jalan. Sehingga dalam perancangan konstruksi perlu memperhatikan sifat dan daya dukung tanah karena kekuatan suatu struktur secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja. Tapi tidak semua tanah yang ada di bumi memiliki sifat dan daya dukung yang baik, karena di setiap daerah mempunyai jenis tanah yang berbeda. Akibat daya dukung tanah yang kurang baik maka bangunan yang mengalami penurunan dan pada konstruksi jalan mengalami retak-retak dan bergelombang akibat tanahnya yang kurang baik.

Salah satu jenis tanah yang mengalami permasalahan adalah tanah lempung ekspansif. Karena tanah jenis ini umumnya mempunyai fluktuasi kembang susut yang tinggi dan mengandung mineral yang mempunyai kembang susut tinggi bila terkena air. Tanah ekspansif yang mengembang memberikan tekanan yang dapat merusak konstruksi diatas dan dibawah tanah tersebut. Kerusakan yang akan terjadi yaitu retak pada dinding bangunan, kerusakan pondasi, jalan patah atau bergelombang, dan sebagainya. (Gunarso et al : 2007).

Jenis tanah ekspansif ini juga terdapat di daerah Tanete, Lembang-Limbong, Kecamatan Rembon, pada curah hujan yang tinggi

mengakibatkan daya dukung tanah turun dan mengakibatkan kerusakan pada struktur jalan, sehingga perlu cara untuk memperbaiki jenis tanah ini salah satunya dengan stabilisasi. (P R Rangan et al : 2020).

Stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat-sifat teknis agar memenuhi syarat teknis tertentu. Pada penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah limbah keramik. Limbah keramik adalah sisa material konstruksi yang tidak digunakan dan banyak berserakan di sekitar lokasi pekerjaan. Alasannya penggunaan karena selain mengurangi limbah, juga mudah didapatkan dan biayanya murah. Untuk mengetahui apakah limbah keramik bisa digunakan untuk stabilisasi tanah lempung ekspansif maka perlu dilakukan penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja. (Bokko et al : 2019).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah

Tanah didefinisikan secara umum adalah kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (di antaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air. Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-ngendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya (Hardiyatmo, 2012).

### 2.2 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi ini menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi namun tidak ada yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai kemungkinan pemakaiannya (Das, 1995). Sistem klasifikasi tanah dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisik tanah serta mengelompokkannya sesuai dengan perilaku umum dari tanah tersebut. Tanah-tanah dikelompokkan dalam urutan berdasarkan suatu kondisi fisik tertentu. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar. seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1989).

#### 2.2.1 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO bermanfaat untuk menentukan kualitas tanah untuk pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*). Karena sistem ini ditujukan untuk pekerjaan jalan tersebut, maka penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap maksud aslinya.

Apabila sistem klasifikasi AASHTO dipakai untuk mengklasifikasikan tanah maka data dari hasil uji dicocokkan dengan angka-angka yang diberikan dalam Tabel 2.1 dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan hingga ditemukan angka-angka yang sesuai.

**Tabel 2.1** Sistem klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO.

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)							Tanah lanau-Lempung (lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos Ayakan no.200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi Kelompok	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis Ayakan (%Lolos)	≤ 50	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No.10	30	50	51	...	...	...	...	...	...	...	...
No.40	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤	...	...
No.200	15	25	10	35	35	35	35	36	36	≤ 36	36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40											
Batas Cair (LL)				≤ 40	≤ 41	≤ 40	≤ 41	≤ 40	≤ 41		≤ 41
Indeks Plastisitas (PI)	...	...	...	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤ 40	≤
	≤ 6	NP	10	10	11	11	10	10	≤ 11	11	
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir	Pa sir halus		Kerikil dan pasir yang berlanau atau lempung				tanah berlanau		Tanah Lempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik							Biasa sampai jelek			

(Sumber : Das, 1995)

### 2.3 Tanah Lempung Ekspansif

Tanah ekspansif adalah tanah yang mempunyai potensi kembang susut yang tinggi apabila terjadi perubahan sistem kadar air tanah. Tanah ini apabila terjadi peningkatan kadar air tanah akan mengembang disertai dengan peningkatan tekanan air pori dan timbulnya tekanan pengembangan apabila kadar air berkurang akan terjadi penyusutan. Kembang susut terjadi sebagai akibat adanya perubahan system tanah-air yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan gaya-gaya dalam. Pengembangan terjadi ketika air meresap di antara partikel lempung, sehingga menyebabkan terpisahnya partikel. Lempung ekspansif merupakan lempung

yang memiliki sifat khas yakni kandungan mineral ekspansif yang mempunyai kapasitas pertukaran ion tinggi, sehingga lempung ekspansif memiliki potensi kembang susut tinggi, apabila terjadi perubahan kadar air. Pada peningkatan kadar air, tanah ekspansif akan mengembang disertai dengan peningkatan tekanan air pori (Hardiyatmo, 2012).

### 2.4 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser (Hardiyatmo, 2002). Pekerjaan ini umumnya dilakukan dengan mencampur tanah dengan jenis tanah lain sehingga gradasi yang diinginkan bisa didapatkan. Selain itu, pencampuran tanah juga dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan buatan pabrik agar sifat-sifat teknis dari tanah bisa lebih baik.

### 2.5 Limbah Keramik

Limbah merupakan sisa suatu usaha atau kegiatan yang tidak terpakai. Dalam setiap produksi atau proses pekerjaan konstruksi, selalu dijumpai hasil produk atau sisa bahan bangunan yang tidak digunakan lagi dan dibuang sebagai limbah. Kegiatan di bidang pembangunan yang paling banyak menghasilkan limbah yaitu pembangunan rumah, pembangunan gedung perkantoran atau pembangunan infrastruktur lainnya, terutama saat dilakukannya kegiatan renovasi atau pemugaran ulang suatu bangunan. Hasil dari renovasi tersebut banyak material lama yang akan dibuang dan digantikan dengan material baru, salah satunya keramik. Pecahan keramik yang tidak terpakai lagi, akan mengotori lingkungan apabila tidak bisa dimanfaatkan kembali.

### 2.6 Pemadatan Tanah

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel (Bowles, 1991). Usaha pemadatan tersebut akan menyebabkan volume tanah akan berkurang, volume pori berkurang namun volume butir tidak berubah. Hal ini bisa dilakukan dengan cara menggilas atau menumbuk. Pada kadar air yang sangat tinggi, kepadatan kering maksimum dicapai bila tanah dipadatkan dengan kejenuhan di mana hampir semua udara didorong keluar. Pada kadar air rendah, partikel-partikel tanah mengganggu satu sama lain dan penambahan kelembapan akan memungkinkan kepadatan massal yang lebih besar. Pada saat terjadi kepadatan puncak efek ini mulai menetralkan oleh kejenuhan tanah. Manfaat dari pemadatan tanah adalah memperbaiki beberapa sifat teknik tanah, antara lain : 1) Memperbaiki

kuat geser tanah yaitu menaikkan nilai  $\theta$  dan C. 2) Mengurangi kompresibilitas yaitu mengurangi penurunan oleh beban. 3) Mengurangi permeabilitas yaitu mengurangi nilai k. 4) Mengurangi sifat kembang susut tanah (lempung).

Prosedur pengujian yang digunakan pada pengujian pemadatan di laboratorium disebut uji proctor. Uji pemadatan proctor adalah metode laboratorium untuk menentukan kadar air optimal di mana jenis tanah yang diuji akan menjadi yang paling padat dan mencapai kepadatan kering maksimum.

### 2.7 California Bearing Ratio ( Uji Cbr)

CBR merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (test load) dengan beban standar (standar load) dan dinyatakan dalam persen. Nilai CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dengan memikul beban lalu lintas. (Mochtar, 2000)

Istilah CBR menunjukkan suatu perbandingan (ratio) antara beban yang diperlukan untuk menekan piston logam (luas penampang sqinch) ke dalam tanah untuk mencapai penurunan (penetrasi) tertentu dengan beban yang diperlukan pada penekanan piston terhadap material batu pecah di California pada penetrasi yang sama .

**Tabel 2.2** Nilai CBR Material Tanah yang dikenal Umum

No	Material	CBR %
1	Agregat pecah padat-bergradasi biasanya digunakan untuk pondasi perkerasan	100
2	Agregat alami padat-bergradasi biasanya digunakan untuk pondasi perkerasan	80
3	Batu kapur	80
4	Pasir campuran	50-80
5	Pasir berbutir kasar	20-50
6	Pasir berbutir halus	10-20
7	Tanah lempung	<3

## 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode dengan mensubstitusi bahan tambah ke dalam tanah kemudian melakukan pengujian fisik seperti : berat jenis, kadar air, analisa saringan ,batas-batas

atterberg, berat isi, dan pengujian mekanis untuk mengetahui daya dukung dari tanah seperti: Pemasangan/kompaksi, CBR (California Bearing Ratio). Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja.

### 3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu: 1) Pengambilan sampel tanah lempung dan limbah keramik yang akan digunakan sebagai bahan penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja. 2) Kemudian pengujian fisik dan mekanis tanah asli meliputi : a) Pengujian fisik : Berat jenis, kadar air, analisa saringan, batas-batas attherberg, berat isi. b) Pengujian mekanis (daya dukung) : Kompaksi/pemasangan dan CBR.

Pengujian mekanis (daya dukung) tanah lempung ekspansif dengan penambahan limbah keramik sebesar 5%, 10%, 15% meliputi : Pengujian kompaksi/pemasangan , CBR.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 4.1.** Hasil Pengujian Fisik

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
1	Berat Jenis	Gram	2.63
2	Kadar Air	%	28.08
3	Nilai Batas Cair	%	63.69
4	Indeks Plastisitas	%	17.86

### 4.1 Pengujian Berat jenis

Berdasarkan pengujian didapatkan nilai berat jenis sebesar 2.63 gr/cm. Tanah memiliki berat jenis (Gs) antara 2,58 gr/cm sampai 2.65 gr/cm, mengandung lempung organik.

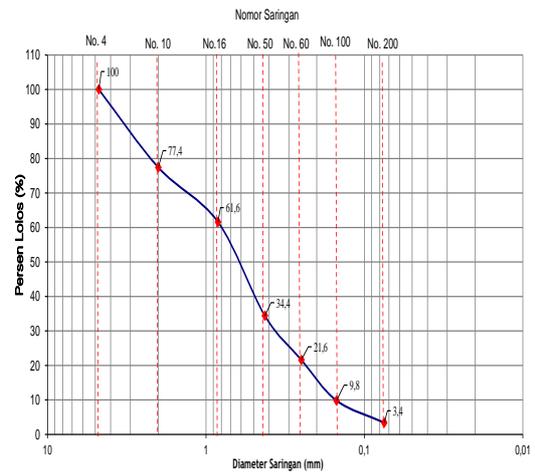
### 4.2 Pengujian Kadar Air

Dari pengujian kadar air didapatkan nilai rata-rata kadar air tanah adalah 28.08 % menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kandungan air cukup banyak.

### 4.3 Pengujian Analisa Saringan

Hasil uji Analisa saringan dapat dilihat pada Gambar 4.1.

**Gambar 4.1** Analisa Saringan



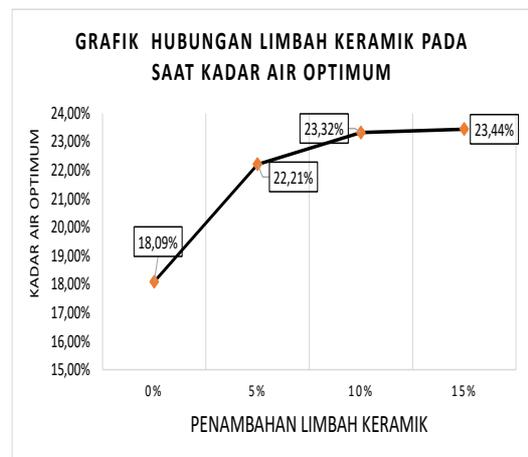
### 4.4 Pengujian Batas – Batas Atterberg

Pada pengujian ini terdiri dari tiga bagian yaitu pengujian batas cair, batas plastis, dan indeks plastisitas. Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO dimana diperoleh data persentase tanah lolos ayakan No.50 sebesar 34.4 %, nilai batas cair (liquid limit) sebesar 63.69% dan indeks plastis sebesar 17.86%. Maka sampel tanah memenuhi persyaratan, memiliki batas cair min 41 dan indeks plastis min 11, sehingga sampel tanah dapat diklasifikasikan dalam jenis tanah A-2-7 berdasarkan tabel AASHTO, yaitu Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir.

### 4.5 Pengujian Pemasangan (Compaction Test)

Adapun hubungan antara penambahan limbah keramik dengan Kadar air dapat di lihat pada Gambar 4.2.

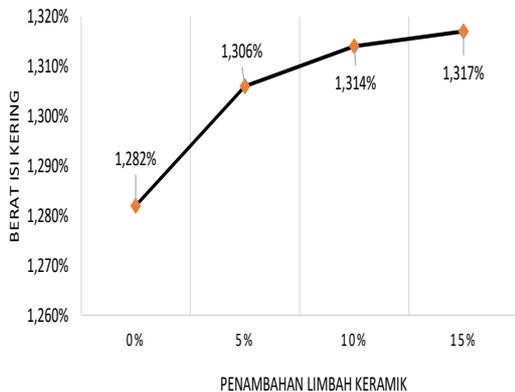
**Gambar 4.2** Grafik Hubungan antara Penambahan Limbah Keramik dengan Kadar Air optimum



Kadar air optimum pada tanah asli kadar air 18,09 %, kemudian pada penambahan limbah keramik 5% sebesar 22,21%, pada penambahan limbah keramik 10% sebesar 23,32%, dan pada penambahan limbah keramik 15% sebesar 23,44%.

Hasil penelitian hubungan antara penambahan limbah keramik dengan berat isi kering pada pemadatan dapat dilihat pada Gambar 4.3.

**Gambar 4.3** Grafik Hubungan antara Penambahan Limbah Keramik dengan Berat Isi Kering Hasil Pemadatan

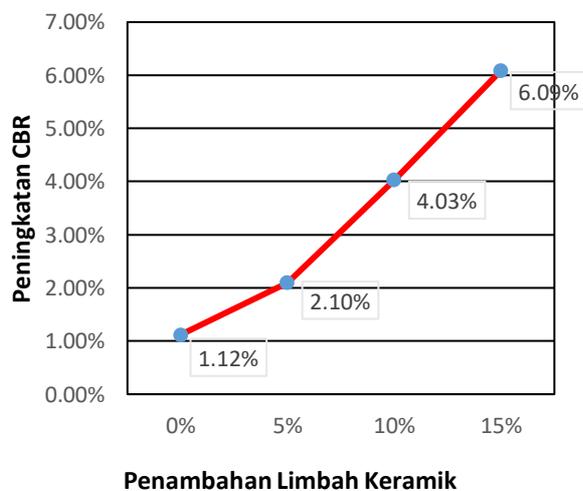


Pada grafik terlihat bertambahnya berat isi kering seiring dengan penambahan limbah keramik. Pada tanah asli berat isi keringnya 1,282% , kemudian pada penambahan limbah keramik 5% sebesar 1,306%, pada penambahan limbah keramik 10% sebesar 1,314%, dan pada penambahan limbah keramik 15% sebesar 1,317%.

#### 4.6 Pengujian California Bearing Rasio (CBR)

Hasil pengujian CBR dapat dilihat pada Gambar 4.3.

**Gambar 4.3** Grafik Hubungan antara Penambahan Limbah Keramik dengan CBR



Hasil penelitian menunjukkan nilai CBR tanah bertambah seiring dengan penambahan limbah keramik. Nilai CBR tanah asli 1,12%, pada penambahan limbah keramik 5% nilai CBR sebesar 2,1 %, penambahan limbah keramik 10%

nilai CBR sebesar 4,03 % dan pada penambahan limbah keramik 15% nilai CBR tanah sebesar 6,09%

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian adalah sebagai berikut : 1) Penambahan limbah keramik pada tanah lempung ekspansif akan berpengaruh pada meningkatnya stabilitas tanah seiring dengan ditambakkannya limbah keramik. 2) Nilai California Bearing Ratio (CBR) tanah lempung ekspansif dengan penambahan limbah keramik tanah asli 1,12%. penambahan limbah keramik 5% yaitu nilai CBR sebesar 2.10%, penambahan limbah keramik 10% nilai CBR meningkat menjadi 4.03% dan penambahan limbah keramik 15% meningkatkan nilai CBR tanah menjadi sebesar 6.09%.

### 5.2 Saran

Adapun saran penelitian ini adalah : 1) Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan penambahn limbah keramik yang lebih bervariasi untuk mengurangi masalah lingkungan. 2) Perlu penelitian lanjut dengan alat pemadat modified proctor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bokko, J., Johan., Rangan, P.R., Bunga,E.2019. Analisis Kelongsoran Jalan Poros Sangalla-Batualu Dengan Program Plaxis. <http://www.journals.ukitoraja.ac.id/index.php/dynamicsaint/article/view/690>
- Bowles, J. 1984. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah Mekanika Tanah. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- Das, B. M. 1995. Mekanika Tanah. Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis. Jilid II. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. Mekanika Tanah 2. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2012. Mekanika Tanah 1. Edisi VI. Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2014. Tanah Ekspansif. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hendrawan, Sonny,2005 pemanfaatan limbah bahan industri keramik untuk stabilisasi tanah lempung.
- Mochtar, I., B., 2000. Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan pada tanah Bermasalah, Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS, Surabaya.
- Rangan,P.R., Irmawaty, R., Amirudin, A., & Bakri,B.(2020). Strength performance of sodium hydroxide-activated fly ash, rice straw

ash, and laterite soil geopolymer. IOP Conf.series: Earth and Environmental Science 473 (2020) 012123 IOP Publishing (pp.1-10). Makassar.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/419/1/012026/meta>

Sri Prabandiyani Retno Wardani, Muhrozi, Andi Retno Ari Setiaji, Danny R. Riwu. Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Menggunakan Tanah Putih untuk Tanah Dasar di Daerah Godong, Kabupaten Grobogan Jawa Tengah.