

# ANALISIS PEMAKAIAN TANAH SUMENEP MADURA YANG MENGANDUNG GARAM SEBAGAI TIMBUNAN DAN TANAH DASAR

Gati Sri Utami

Siti Choiriyah

Jurusan Teknik Sipil FTSP ITATS

Jl. Arief Rahman Hakim No. 100 Surabaya

## ABSTRAK

Salah satu cara mengatasi permasalahan yang ada pada tanah lempung ekspansif menurut penelitian Agus Tugas Sudjipto, 2007, dengan menggunakan garam dapur (NaCl) sebagai bahan stabilisasinya. Hasil penelitian menunjukkan bahan stabilisasi garam dapur (NaCl) dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah lempung ekspansif. Pada sifat fisik : berat volume, kadar air, berat jenis, dan batas-batas Atterberg mengalami penurunan setelah distabilisasi. Sementara pada sifat mekanik tanah lempung ekspansif menjadi semakin baik. Dari hasil optimasi untuk sifat fisik dan mekanik kadar campuran yang paling baik adalah 50% penambahan garam dapur (NaCl).

Berdasarkan penelitian tersebut di atas kami melakukan penelitian tentang pemanfaatan tanah Sumenep Madura yang mengandung garam sebagai timbunan dan tanah dasar. Karena kami menyadari bahwa material yang biasanya dipakai sebagai timbunan semakin lama harganya semakin mahal dan kadang-kadang suatu daerah sulit untuk mendapatkannya.

Penelitian yang dilakukan adalah uji laboratorium tentang kandungan garam tanah asli, karakteristik fisik dan mekanik tanah asli serta setelah ditambah kadar garam kelipatan 5%. Kemudian dianalisis berapa penambahan kadar garam maksimum pada tanah yang dapat dipakai sebagai timbunan dan tanah dasar .

Hasil penelitian untuk tanah asli kadar garamnya 15,05%, likuit limit 89 % dan indek plastisitas 42,83%,  $\gamma_{dmax}$  1,70kg/cm<sup>3</sup> dan  $W_{opt}$  22,15%, CBR 2,3%, Tegangan geser P (2,4,8)kg 0,412kg/cm<sup>2</sup>; 0,372 kg/cm<sup>2</sup>; 0,618 kg/cm<sup>2</sup>, dan swelling 10,92%. Untuk tanah asli yang ditambah kadar garam kelipatan 5% (5%,10%, 15%,20%) semakin banyak penambahan kadar garam semakin turun nilai LL dan IP penambahan 20% LL 81% dan IP 29,93%, kepadatan semakin bertambah dari  $\gamma_{dmax}$  1,70kg/cm<sup>3</sup> sampai menjadi 1,76 kg/cm<sup>3</sup> atau bertambah 3,53% dari tanah asli, nilai CBR bertambah untuk penambahan 5%,10%, 15% sedangkan pada penambahan 20% mengalami penurunan, nilai swelling semakin berkurang dari 10,92% menjadi 8,35 % atau berkurang dari tanah asli, nilai tegangan geser untuk P (2,4,8)kg pada penambahan 5%,10%,15% mengalami kenaikan sedangkan pada penambahan 20% mengalami penurunan, nilai tegangan semakin bertambah pada penambahan5%,10%,15% penambahan 20% berkurang.

Secara umum dapat dikatakan tanah Sumenep yang mengandung garam termasuk tanah lempung plastisitas sangat tinggi sehingga berpotensi sangat mudah mengembang, kepadatan baik, nilai CBR katagori sangat jelek dan nilai tegangannya termasuk konsistensi tanah keras. Setelah distabilisasi dengan kadar garam sampai dengan 20% termasuk tanah lempung plastisitas tinggi sehingga berpotensi mudah mengembang, kepadatan baik, nilai CBR katagori jelek mendekati baik dan nilai tegangannya termasuk konsistensi tanah keras.

Tanah Sumenep Madura jika akan digunakan sebagai timbunan dan tanah dasar sebaiknya nilai plastisitas diturunkan sampai indek plastisitasnya < 20%

**Kata Kunci : Tanah, garam, timbunan, tanah dasar**

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tanah merupakan dasar dari suatu struktur atau konstruksi, baik itu konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan, dan menjadi masalah apabila memiliki sifat – sifat yang buruk. Sifat – sifat yang buruk dari tanah dapat mengganggu suatu konstruksi sehingga konstruksi dapat mengalami kerusakan struktur, hal tersebut sangat tidak diinginkan dalam suatu konstruksi. Beberapa sifat buruk tanah di antaranya adalah mempunyai plastisitas yang tinggi, kembang susut yang relatif besar, dan kekuatan geser yang rendah. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk memperbaiki kondisi tanah sebelum dilakukannya proses konstruksi dengan menambah stabilitas tanah itu sendiri. Kestabilan tanah bisa terjadi secara alami maupun buatan, bila tanah secara alami tidak dapat mencapai kestabilan yang diinginkan maka dilakukan upaya – upaya untuk

menstabilkan tanah dengan berbagai proses, dapat dengan menggunakan proses fisik, mekanik, dan kimiawi. Ketiga proses tersebut disesuaikan dengan kondisi di lapangan dengan pertimbangan cara mana yang mudah dan lebih efisien untuk dilakukan.

Pengembangan tanah secara langsung dapat mengakibatkan kerusakan fisik bangunan baik itu bangunan jalan atau gedung, oleh karena itu diperlukan upaya - upaya untuk mengurangi laju pengembangan tanah. Dalam penelitian ini akan dibahas apakah tanah yang mengandung kadar garam di dalamnya mempunyai daya dukung dan laju kembang susut tanah yang baik. Berdasarkan penelitian dari Agus Tugas Sudjianto, 2007, yang berjudul "*Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Garam Dapur (NaCl)*" telah melakukan penelitian untuk menstabilkan tanah lempung ekspansif yang dicampur garam dapur (NaCl) sebagai bahan stabilisasinya. Hasil penelitian menunjukkan bahan stabilisasi garam dapur (NaCl) dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah lempung ekspansif.

Oleh karena itu, tanah Pulau Madura merupakan sasaran objek penelitian lebih tepatnya tanah Sumenep tempat pengikisan garam. Harapan kami dapat menjadikan tanah Sumenep atau tanah yang mengandung garam salah satu alternatif material timbunan dan dasar suatu bangunan. Material yang biasanya dipakai sebagai timbunan dan dasar suatu bangunan semakin lama harganya semakin mahal dan kadang-kadang suatu daerah sulit untuk mendapatkannya

### **1.2 Permasalahan**

Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti mengambil suatu rumusan masalah,

1. Berapa kandungan garam yang terkandung pada tanah Sumenep Madura
2. Bagaimana karakteristik fisik maupun mekanik tanah asli Sumenep Madura.
3. Bagaimana karakteristik fisik maupun mekanik tanah asli jika terjadi penambahan kadar garam.
4. Berapa penambahan kadar garam maksimum pada tanah yang dapat digunakan material timbunan dan dasar suatu bangunan.

### **1.3 Batasan Masalah**

Masalah yang menjadi objek penelitian dibatasi hanya analisis karakteristik fisik maupun mekanik tanah Madura Sumenep yang mengandung kadar garam di dalamnya dan mengalami penambahan garam kelipatan 5 %, apakah dapat dipakai sebagai timbunan dan dasar suatu bangunan.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui seberapa besar kandungan garam tanah Sumenep Madura.
2. Untuk mengetahui karakteristik fisik maupun mekanik tanah Sumenep Madura yang mengandung garam.
3. Untuk mengetahui apakah garam dapat memperbaiki sifat fisik maupun mekanik tanah, sehingga tanah tersebut dapat dipakai sebagai timbunan dan dasar suatu bangunan
4. Untuk mengetahui kadar garam pada tanah maksimum supaya dapat dijadikan material timbunan dan dasar suatu bangunan.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Berdasarkan penelitian dari Agus Tugas Sudjianto, 2007, yang berjudul "*Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Garam Dapur (NaCl)*" telah melakukan penelitian untuk menstabilkan tanah lempung ekspansif dengan dicampur garam dapur (NaCl) sebagai bahan stabilisasinya. Hasil penelitian menunjukkan bahan stabilisasi garam dapur (NaCl) dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Menurunkan kadar air dari tanah asli sebesar 15,73% menjadi 4,63% pada campuran 50%. Dan diikuti menurunnya berat isi kering dari 1.855 gram/cm<sup>3</sup> menjadi 1.545 gram/cm<sup>3</sup> pada campuran NaCl 50%.
2. Menurunkan besarnya nilai PI (Indeks Plastisitas) pada tanah lempung ekspansif sebesar 55.780% pada campuran 50% sebesar 30.250%.
3. Menurunkan nilai berat jenis tanah pada semua perlakuan terhadap tanah lempung ekspansif sebesar 2.352 menjadi 2.150 pada campuran NaCl 50%.

4. Meningkatkan kepadatan tanah lempung ekspansif sebesar  $1,542 \text{ gram/cm}^3$  menjadi  $1,698 \text{ gram/cm}^3$ . Hal ini disebabkan oleh adanya air yang semula mengisi pori-pori pada tanah digantikan dengan bahan campuran garam dapur (NaCl), sehingga mengakibatkan terjadinya reaksi penggantian kation dan pembentukan butiran tanah yang lebih besar.
5. Penurunan nilai pengembangan tanah yang diikuti dengan meningkatnya nilai CBR tanah pada tanah lempung ekspansif sebesar  $3.033\%$  menjadi  $7.957\%$ . Ini menunjukkan bahwa dengan penambahan bahan campuran garam dapur (NaCl) mampu memperkecil potensi pengembangan pada tanah asli sebesar  $10.512\%$  menjadi  $7.549\%$ . Turunnya potensi pengembangan dan meningkatnya daya dukung tersebut disebabkan oleh adanya pengikatan yang erat antar butiran tanah akibat pengaruh garam dapur (NaCl), sehingga membentuk tanah menjadi lebih kokoh dan kedap air.
6. Dari pengujian Unconfined diperoleh peningkatan nilai kuat tekan bebas pada setiap perlakuan terhadap tanah lempung ekspansif sebesar  $1.880 \text{ kg/cm}^2$  menjadi  $5.030 \text{ kg/cm}^2$

## 2.2. Garam ( NaCl )

Struktur NaCl meliputi anion di tengah dan kation menempati pada rongga octahedral. Larutan garam merupakan suatu elektrolit yang mempunyai gerakan brown dipermukaan yang lebih besar dari gerakan brown pada air murni sehingga bisa menurunkan air dan larutan ini menambah gaya kohesi antar partikel sehingga ikatan partikel menjadi lebih rapat ( bowles, 1984), selain itu larutan ini bisa memudahkan didalam memadatkan tanah ( Ingles dan Metcalf, 1972).

Stabilitas tanah adalah upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sifat – sifat asal tanah. Pada dasarnya stabilisasi yang menggunakan garam mempunyai prinsip yang sama dengan stabilisasi yang menggunakan zat kimia lainnya. Keuntungan yang dihasilkan adalah menaikkan kepadatan dan menambah kekuatan tanah. Tanah dengan LL ( *liquid limits* ) yang tinggi biasanya memberikan reaksi yang bagus dengan penambahan garam ini (Ingels dan Metcalf, 1972).

## 2.3 Pengujian Karakteristik Fisik Dan Mekanik

### Kadar Air

Secara umum tanah terdiri dari bahan–bahan yaitu butiran tanahnya sendiri, air, dan udara yang terdapat didalam ruangan antara butiran–butiran tanah. Dan ruangan tersebut dinamakan ruangan pori, apabila tanah dalam keadaan kering maka sudah tidak ada air dalam porinya, keadaan ini jarang sekali ditemukan. Ditentukan pada tanah yang masih dalam keadaan asli dilapangan. Rumus dasar untuk mengetahui atau mencari kadar air adalah:

$$W_c = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

### Berat Volume Tanah

Dalam menentukan berat volume tanah, dilakukan beberapa pengukuran– pengukuran

- Pengukuran volume tanah :

$$V_t = \frac{W_{ar}}{13,6} \dots\dots\dots (2.2)$$

- Pengukuran berat volume tanah :

$$\gamma_t = \frac{W_t}{V_t} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Pengukuran kepadatan tanah :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_t}{1 + w} \dots\dots\dots (2.4)$$

### Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara butiran pasir dan berat air pada sulingan pada volume yang sama dengan suhu tertentu. Berat jenis tanah dinyatakan dalam bentuk bilangan saja.

Sebagian besar mineral–mineral yang ada mempunyai besar spesifik berkisar antara 2,6 – 2,9 (Hari Cristady, 2002). Rumus menghitung besarnya berat spesifik tanah (  $G_s$  ) :

$$G_s = \frac{W_t}{V_t} \dots\dots\dots (2.5)$$

**Batas Atterberg**

**Batas Cair**

Batas cair adalah keadaan air dimana tanah berubah dari keadaan plastis ke keadaan cair yaitu mulai bersifat seperti lumpur dan mengalir dibawah pengaruh berat sendiri. Untuk melakukan uji batas cair, tanah diletakkan kedalam mangkuk kemudian digores ditengahnya dengan alat penggosok standart dengan menyalakan alat pemutar. Mangkuk kemudian dinaikkan dan diturunkan dari ketinggian 0,3937m. Kadar air dinyatakan dalam persen (%) dari tanah yang dibutuhkan untuk menutup goresan yang bergerak 0,5 m sepanjang dasar contoh didalam mangkuk. Sesudah 25 pukulan didefinisikan sebagai batas cair. (Hari Cristady , 2002).

Rumus menghitung batas cair dengan menggunakan rumus kadar air :

$$W_c = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

**Batas Plastis (*Plastic Limits*)**

Batas Plastis adalah batas terendah kadar air dimana tanah tetap dalam keadaan plastis yaitu pada saat akan berubah dari keadaan plastis ke keadaan semi padat.

Rumus menghitung Batas Plastis (PL):

$$\text{Batas Plastis } W_c = \frac{W - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

Untuk mengetahui apakah tanah tersebut berplastisitas tinggi atau rendah, maka perlu dihitung Indek Plastisitas (IP)

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots (2.8)$$

**Tabel 2.1** Indek Plastis

0 % - 15 %	Lunak
10 % - 20 %	Sedang
20 % - 35 %	Tinggi
35 % - 100 %	Sangat Tinggi

Sumber : Tabel 51.2.(Jadmiko, Mekanika Tanah)

**Kepadatan Standart (*Standart Proctor Test*)**

Pemadatan merupakan suatu proses dimana udara pada pori–pori tanah dikeluarkan dengan cara mekanis untuk mencapai hubungan kadar air dengan berat volume tanah serta mengevaluasi tanah agar mencapai persyaratan kepadatan.

Kepadatan tanah biasanya diukur dengan menentukan berat volume keringnya, bukan dengan angka porinya. Lebih tinggi berat kering berarti lebih kecil angka porinya dan lebih tinggi derajat kepadatannya.

Perhitungan dari hasil percobaan ini menggunakan rumus sebagai berikut:

- Berat tanah basah,  $\gamma_t = \frac{W_2}{V} \dots\dots\dots (2.9)$

- Berat volume kering,  $\gamma_d = \frac{\gamma_t}{1 + \frac{W_c}{100}} \dots\dots\dots (2.10)$

**CBR Labolatorium (*California Bearing Ratio Labolatorium*)**

CBR adalah perbandingan antara kekuatan tanah yang bersangkutan dengan kekuatan bahan agregat yang dianggap standart . Dalam bangunan sebuah gedung memerlukan waktu karena bahan bangunan tidak bekerja sekaligus melainkan bertahap selama beberapa waktu pada saat

penggalian untuk pondasi, terjadi pergerakan tanah. Kemudian keadaan bertambah secara bertahap, dengan bertambahnya tekanan maka terjadi proses peningkatan tanah dengan gaya dinamis.

CBR dikembangkan sebagai cara menilai kekuatan tanah dasar jalan. Dengan ini kita dapat mengetahui bahan yang hendak dipakai untuk pembuatan perkerasan. Harga C.B.R. dihitung pada harga penetrasi 0,1 dan 0,2 dengan membagi bahan penetrasi masing-masing sebesar 3000 dan 4500 pound beban standart yang diperoleh dari percobaan terhadap macam batu pecah yang dianggap mempunyai CBR 100 %. (Hari Cristady,2002).

**Tekan Bebas (*Unconfined Compression*)**

Tekan Bebas (*Unconfined Compression*) merupakan suatu uji terhadap kekuatan geser suatu massa tanah dengan memberikan beban arah aksial (*Vertical*) tiap satuan luas penampang benda uji secara berangsur-angsur sampai mengalami keruntuhan.

Uji tekan bebas dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat ketahanan penggeser tanah yang mempengaruhi stabilitas suatu tanah seperti daya dukung, stabilitas talud (lereng), dan tekanan tanah ke samping pada turap maupun tembok penahan tanah. Dari hasil uji tekan bebas menghasilkan harga Cu (Kuat Geser). (Hari Cristady,2002).

Rumus menghitung kuat geser :

$$C_u = \frac{q_u}{2} \dots\dots\dots (2.11)$$

qu = Nilai terbesar dari tegangan

**Tabel 2.3** Konsistensi lempung dalam bentuk Kompresip Bebas

Konsistensi	Kekuatan Kompresip Bebas qu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Sangat Lunak	Kurang dari 0,25
Lunak	0,25 - 0,5
Sedang	0,25 - 1,0
Kaku	1,0 - 2,0
Sangat Kaku	2,0 - 4,0
Keras	Lebih dari 4,0

Sumber : Tabel 7.1. (KARL TERZAGHI, Mekanika Tanah )

**Kembang Susut Tanah (*Swelling*)**

Swelling adalah proses masuknya air kedalam pori yang menyebabkan berkembangnya volume tanah. Dilapangan hal ini biasa terjadi dengan adanya pergantian musim yaitu dari musim kemarau kemusim penghujan, tanah lempung akan cenderung berkembang volumenya.

Besarnya swelling merupakan perbandingan antara perubahan tinggi setelah perendaman terhadap tinggi benda uji semula yang dinyatakan dalam persen.

**Kuat Geser Tanah ( *Direct Shear* )**

Kekuatan geser tanah dapat didefinisikan adalah untuk mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan. Pada dasarnya uji kuat geser tanah akan didapat parameter geser antara : Kohesi (C) dan Sudut geser dalam/antar butir (Ø)

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1. Lokasi Pengambilan Contoh Tanah**

Contoh tanah diambil di daerah Sumenep Madura, tepatnya di daerah Karang Anyar.

**3.2. Pekerjaan Persiapan**

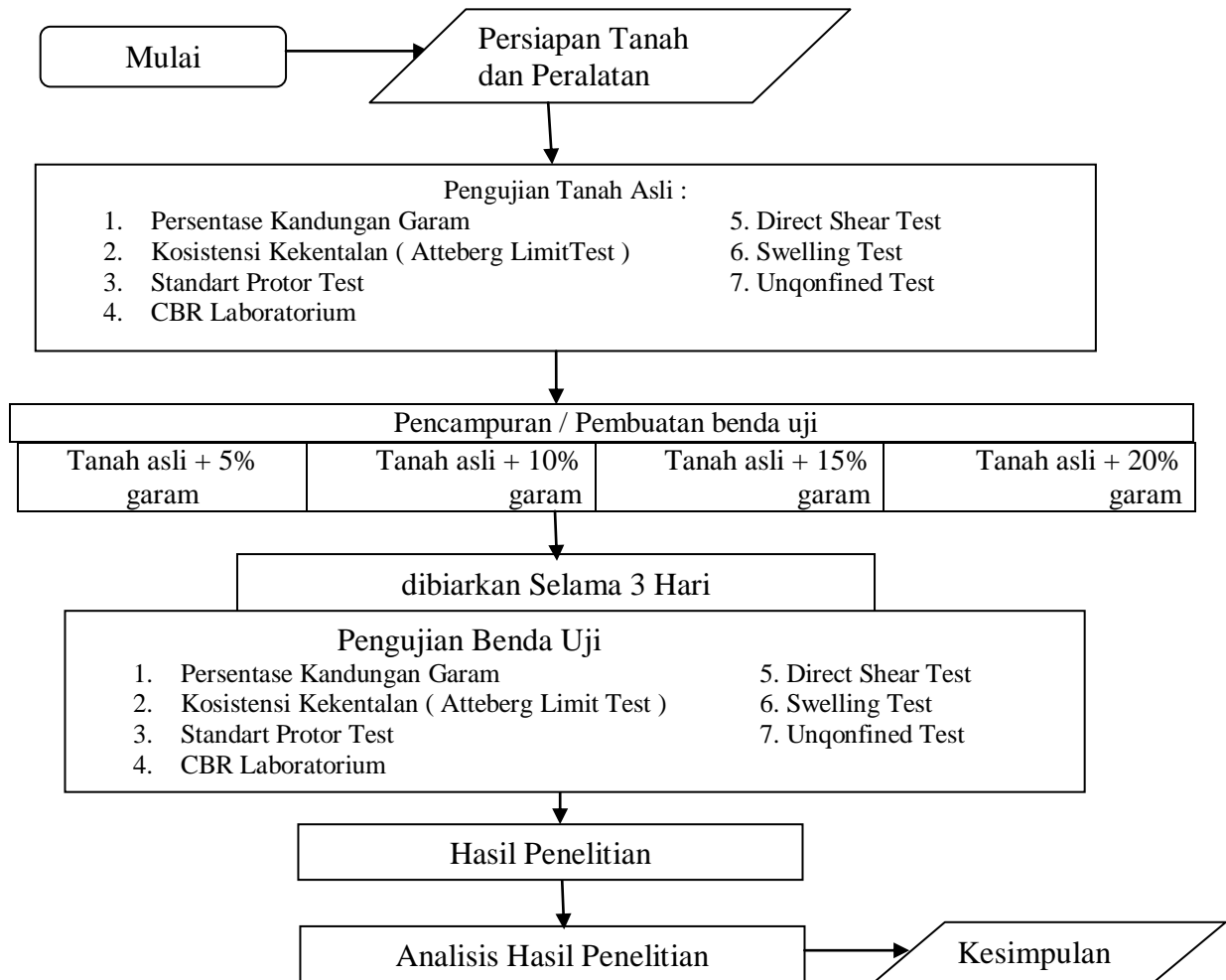
Persiapan penelitian yang dilakukan terdiri dari:

1. Tahap pendahuluan, dalam hal ini meliputi mempersiapkan material yang akan digunakan seperti pengambilan contoh tanah dan garam.
2. Mempelajari penelitian sejenis yang pernah dilakukan, teori-teori yang menunjang tentang Karakteristik tanah, stabilisasi tanah, metode-metode perbaikan tanah, prosedur pengujian, dan teknik analisis data

**3.3. Pengujian di Laboratorium**

Pengujian yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah ITATS, meliputi pengujian dimulai dari pengujian sample tanah asli dan campuran tanah + garam kelipatan 5%, dengan dibiarkan selama 3 hari. Uji laboratorium yaitu kadar garam, volumetri gravimetri, atterberg limits, uji kepadatan standart , Direct Shear, pengujian CBR laboratorium, unqonfined, dan Swelling.

Selanjutnya adalah analisis data, yaitu mengelompokkan data ke dalam masing-masing kelompok sesuai dengan persentase garam yang digunakan, perhitungan data hasil uji laoratorium, kemudian menganalisis hasil perhitungan terkait dengan akan digunakan tanah Sumenep Madura sebagai timbunan dan tanah dasar suatu bangunan. Tahapan kegiatan pengujian tersebut dijelaskan dalam *Diagram Alir Metode Penelitian* pada *Gambar 3.1*.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

#### IV. PERHITUNGAN DAN ANALISIS HASIL PERHITUNGAN

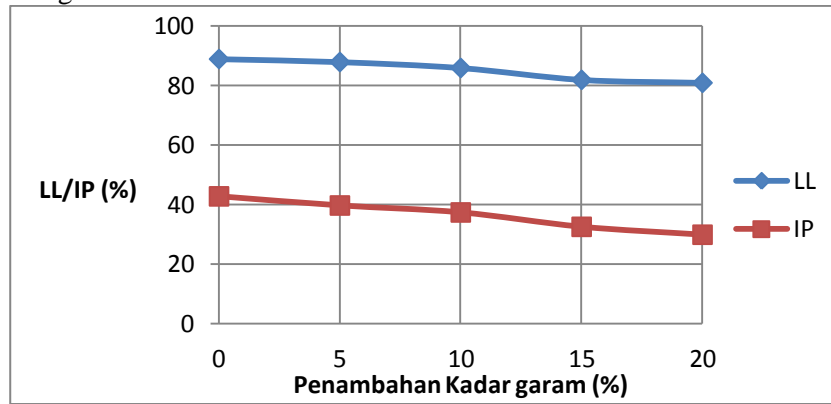
Perhitungan dan analisis hasil perhitungan dari beberapa penelitian yang meliputi: Pengujian tanah asli dan tanah asli + garam 5%, 10%, 15% dan 20% dengan dibiarkan 3 hari supaya terjadi reaksi kimia antara tanah lempung dengan garam sebelum dilakukan uji laboratorium :

- Atterberg Limit Test.
- Tes Pemadatan (Standart Proctor Test).
- Tes C.B.R Laboratorium
- Pengembangan Bebas ( Free Swelling Test).
- Direct Shear Test
- UnqonfinednTest

##### 4.1 Sifat – Sifat Fisik Tanah

**a. Tes Atterberg Limit.**

Tes atterberg limit pada tanah asli dan penambahan kadar garam 5%, 10%, 15% dan 20% , meliputi liquid limit (LL), plasis limit (PL), dan indeks plastisitas (IP), adalah sebagai berikut



Grafik 4.1 Hubungan antara Penambahan kadar garam. Dan LL, IP

Dari grafik 4.1 Menunjukkan bahwa nilai liquid limit (LL) dan Indeks plastisitas (IP) menurun dengan bertambahnya penambahan kadar garam, Semakin banyak penambahan kadar garam nilai liquid limit (LL) semakin menurun:

- Penambahan kadar garam 5% penurunan liquid limitnya sebesar 1% dari tanah asli.
- Penambahan kadar garam 10% penurunan liquid limitnya sebesar 3% dari tanah asli.
- Penambahan kadar garam 15% penurunan liquid limitnya sebesar 7% dari tanah asli.
- Penambahan kadar garam 20% penurunan liquid limitnya sebesar 8% dari tanah asli

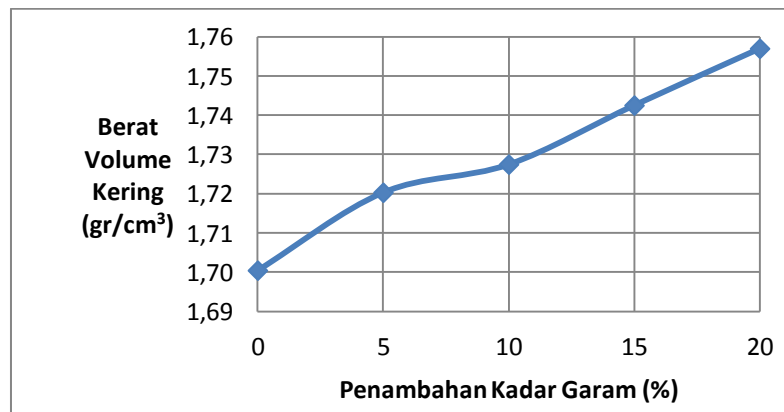
Pada nilai indeks plastisitas (IP), semakin banyak campuran bahan campurannya nilai Indeks plastisitasnya semakin menurun:

- Penambahan kadar garam 5% penurunan Indeks plastisitasnya 2.43% dari tanah asli
- Penambahan kadar garam 10% penurunan Indeks plastisitasnya 8.77% dari tanah asli
- Penambahan kadar garam 15% penurunan Indeks plastisitasnya 10.60% dari tanah asli
- Penambahan kadar garam 20% penurunan Indeks plastisitasnya 11.26% dari tanah asli

Berdasarkan data tersebut adanya penambahan kadar garam sebesar 5%,10%,15% dan 20% menunjukkan nilai indeks plastisitas tinggi karena nilai IP > 20%.

**b. Tes Pemadatan ( Standart Proctor Test )**

Nilai-nilai kepadatan kering di bawah ini di dapat dari grafik analisis data.



Grafik 4.2 Hubungan Penambahan Kadar Garam dan Berat Volume Kering

Dari grafik 4.2 menunjukkan bahwa berat volume kering semakin meningkat dengan adanya penambahan kadar garam sehingga dapat dikatakan semakin banyak kadar garam dalam

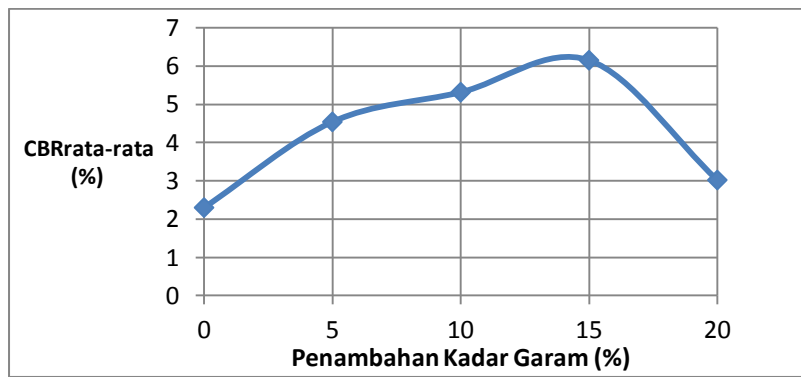
tanah akan menambah kepadatan tanah jika dipadatkan. Hal tersebut disebabkan adanya unsur Na+ yang dapat menambah ikatan antar partikel.

- Pada penambahan 5% dari  $1,70\text{kg/cm}^3$  menjadi  $1,72\text{kg/cm}^3$  mengalami peningkatan berat volume kering sebesar 1.17 % dari tanah asli
- Pada penambahan 10% dari  $1,70\text{kg/cm}^3$  menjadi  $1,73\text{kg/cm}^3$  mengalami peningkatan sebesar 1.76% dari tanah asli
- Pada penambahan 15% dari  $1,70\text{kg/cm}^3$  menjadi  $1,74\text{kg/cm}^3$  mengalami peningkatan sebesar 2.35%. dari tanah asli
- Pada penambahan 20% dari  $1,70\text{kg/cm}^3$  menjadi  $1,76\text{kg/cm}^3$  mengalami peningkatan sebesar 3.52% dari tanah asli

#### 4.2 Sifat – Sifat Mekanik Tanah

Tes ini dilakukan pada contoh tanah dengan kadar air optimum dan  $\gamma_d$  max hasil tes pematatan pada penambahan kadar garam 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% .

##### a. C.B.R. Laboratorium

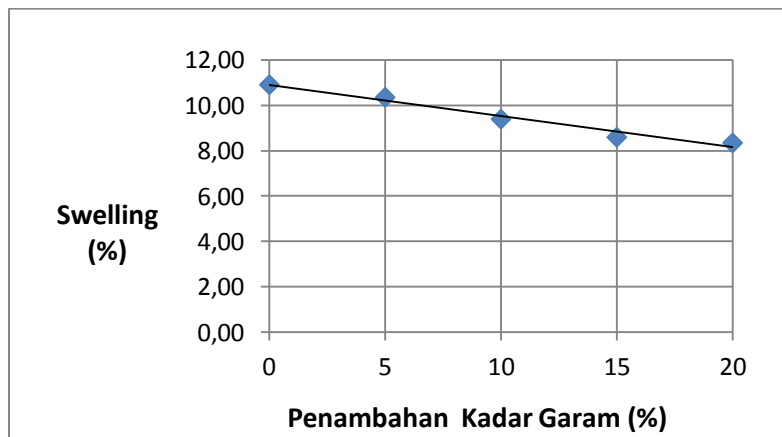


Grafik 4.3 Hubungan Penambahan Persentase Garam Harga dan C.B.R rata-rata

Dari grafik 4.3 menunjukkan nilai CBR rata-rata mengalami peningkatan dari tanah asli, 5% ,10%, 15% sedangkan pada 20% mengalami penurunan atau Nilai CBR rata-rata optimum pada penambahan kadar garam 15%

##### b. Tes Pengembangan Bebas ( Free Swelling Test ).

Tes ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengembangan dari tanah asli dengan campuran garam persentase 5%, 10% , 15% dan 20%.



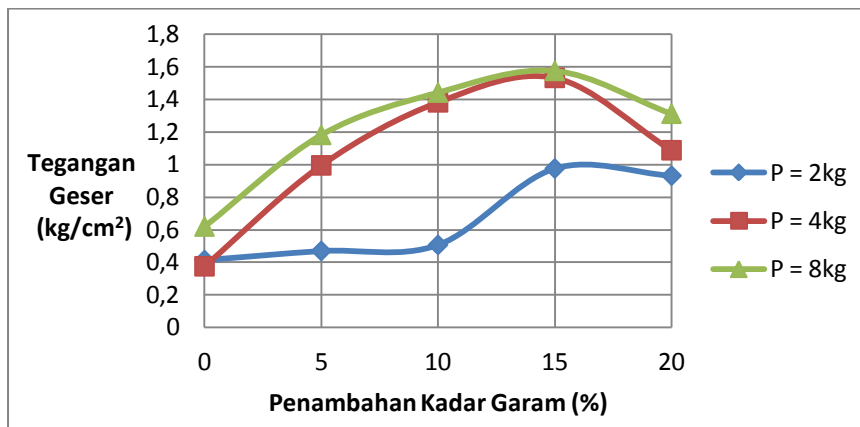
Grafik 4.4 Hubungan Penambahan Kadar Garam dan Swelling



Dari grafik 4.4 menunjukkan bahwa nilai potensi pengembangan semakin menurun dengan adanya penambahan persentase garam. Nilai potensi pengembangan terbesar penurunannya terjadi pada prosentase garam 20%.

1. Pada penambahan 5% dari 10.92% menjadi 10.36% mengalami penurunan sebesar 0.56% dari tanah asli
2. Pada penambahan 10% dari 10.92% menjadi 9.40% mengalami penurunan sebesar 1.52% dari tanah asli
3. Pada penambahan 15% dari 10.92% menjadi 8.60% mengalami penurunan sebesar 2.32% dari tanah asli
4. Pada penambahan 20% dari 10.92% menjadi 8.35% mengalami penurunan sebesar 2.57% dari tanah asli

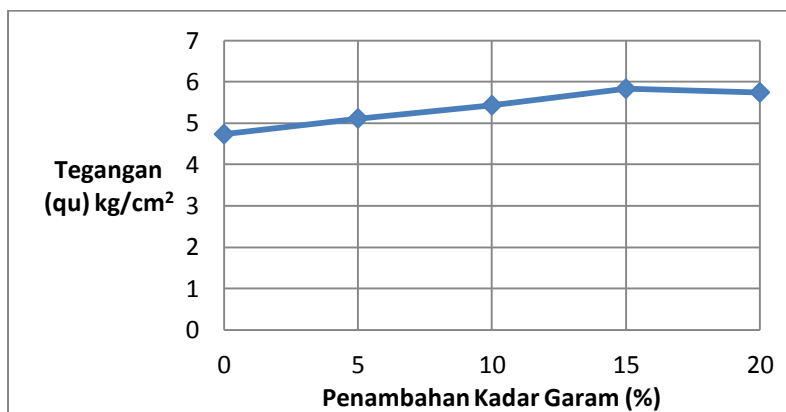
**c. Tes Geser Langsung (Direct Shear Test)**



Grafik 4.5 Hubungan Penambahan Kadar Garam dan Tegangan Geser

Dari grafik hasil percobaan Direct Shear Test, bahwa penambahan kadar garam 5%, 10%, 15% mengalami kenaikan nilai tegangan geser untuk semua beban vertikal, setelah 15% nilai tegangan mengalami penurunan untuk semua beban, sehingga dapat dikatakan nilai tegangan geser optimum pada penambahan kadar garam 15%.

**d. Unqonfined Test**



Grafik 4.6 Hubungan antara Penambahan Kadar Garam dengan Tegangan

Dari grafik hasil Unqonfined Test, bahwa penambahan kadar garam 5%, 10%, 15% mengalami kenaikan nilai tegangan , setelah 15% nilai tegangan mengalami penurunan, sehingga dapat dikatakan nilai tegangan optimum pada penambahan kadar garam 15%, tegangannya 7,02 kg/cm<sup>2</sup> > 4 kg/cm<sup>2</sup> termasuk konsistensi tanah keras

**V. KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis hasil perhitungan data uji laboratorium, maka penelitian ini dapat disimpulkan antara lain :

1. Berdasarkan uji kadar garam tanah asli Sumenep Madura untuk di daerah pesisir pantai mengandung kadar garam sebesar 15.03%.
2. Dari percobaan sifat fisik tanah asli dilakukan dilaboratorium di dapat nilai Liquid Limit (89%), dan diperoleh Indeks Plastisitas (42.83%). Sedangkan untuk penambahan kadar garam 5%, 10% ,15% dan 20% dengan dibiarkan selama 3 hari menunjukkan bahwa nilai liquid limit (LL) dan Indeks plastisitas (IP) menurun dengan bertambahnya prosentase penambahan kadar garam. Nilai liquid limitnya menunjukkan penurunan yang paling besar yaitu penambahan kadar garam 20% dari 89% menjadi 81% penurunannya sebesar 8% dari tanah asli. Untuk nilai indeks plastisitas penurunan yang paling besar terjadi pada campuran 20% dari 42,83% menjadi 29.93% penurunan sebesar 16.24% dari tanah asli.
3. Dari hasil percobaan pemadatan penambahan kadar garam 20% dapat menaikkan nilai  $\gamma_d$  max dari 1,70 gr/cm<sup>3</sup> menjadi 1,76 gr/cm<sup>3</sup> naik hingga 3,53% dari tanah asli.
4. Hasil percobaan C.B.R menunjukkan nilai CBR rata-rata pada penambahan kadar garam 5%, 10% dan 15% terjadi peningkatan , sedangkan pada persentase 20% mengalami penurunan. Atau dapat dikatakan nilai CBR rata-rata optimum pada penambahan kadar garam 15%.
5. Untuk percobaan swelling bebas, penambahan kadar garam 5%,10%,15% dan 20% dengan perendaman air selama 24jam menunjukkan nilai pengembangan semakin menurun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa garam bisa mengurangi pengembangan tanah.
6. Hasil percobaan Direct Shear menunjukkan nilai tegangan geser pada penambahan kadar garam 5%, 10% dan 15% terjadi peningkatan , sedangkan pada persentase 20% mengalami penurunan. Atau dapat dikatakan nilai tegangan geser optimum optimum pada penambahan kadar garam 15%.
7. Dari Unconfined Test, bahwa penambahan kadar garam 5%, 10%, 15% mengalami kenaikan nilai tegangan , setelah 15% nilai tegangan mengalami penurunan untuk semua beban, sehingga dapat dikatakan nilai tegangan optimum pada penambahan kadar garam 15%, tegangannya 7,02 kg/cm<sup>2</sup> > 4 kg/cm<sup>2</sup> termasuk konsistensi tanah keras
8. Secara umum dapat dikatakan tanah Sumenep yang mengandung garam termasuk tanah lempung plastisitas sangat tinggi sehingga berpotensi sangat mudah mengembang, kepadatan baik, nilai CBR katagori sangat jelek dan nilai tegangannya termasuk konsistensi tanah keras. Setelah ditambah kadar garam sampai dengan 20% termasuk tanah lempung plastisitas tinggi sehingga berpotensi mudah mengembang, kepadatan baik, nilai CBR katagori jelek mendekati baik dan nilai tegangannya termasuk konsistensi tanah keras.
9. Tanah Sumenep Madura jika akan digunakan sebagai timbunan dan tanah dasar sebaiknya nilai plastisitas diturunkan sampai indek plastisitasnya < 20%

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Das, Braja M., Endah, Noor., Mochtar, Indrasurya B. 1995. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid 1 dan 2. Jakarta : Erlangga.
- Djarmiko Soedarmono, G, Ir., Edy Purnomo, S, J, Ir. 1997. Mekanika Tanah 1. Yogyakarta : Kanisius.
- Hardiyatmo, Hari Cristady. 2002. Mekanika Tanah . Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Humaryono, 2002, Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Irianto, Wardani, R.T., dan Hariati, I., 2004, Pengaruh Persentase Penambahan Garam dapur (NaCl) Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Tanah Lempung Ekspansif, Teknik Sipil Universitas Widyagama Malan.
- Ingles, O.G., dan Metcalf, J.B., 1972, Soil Stabilization, Butterworths, Sydney
- Karl Terzaghi. 1993. Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid 1. Jakarta : Erlangga.
- Shirley LH, 1994. Geoteknik Dan Mekanika Tanah (Penyelidikan Lapangan Dan Labolatorium). Bandung : Nova.
- Sudjianto, 2007, Stabilisasi Tanah Lempun Ekspansif dengan Garam Dapur (NaCl), Teknik Sipil Universitas Widyagama Malang