

## **Pengaruh Penambahan Limbah Baja (Slag) Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Di Daerah Babat Lamongan**

**Dwi Indrayanto)<sup>1</sup>, Machfud Ridwan)<sup>2</sup>**

*J)<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya*

[Indra27.care@gmail.com](mailto:Indra27.care@gmail.com)

*J)<sup>2</sup> Tenaga akademik Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya*

[machfud.unesa@gmail.com](mailto:machfud.unesa@gmail.com)

### **Abstrak**

Tanah Ekspansif adalah tanah yang sering menimbulkan masalah bila memiliki sifat-sifat yang buruk dan kurang menguntungkan bila digunakan sebagai konstruksi, antara lain plastisitas yang tinggi, kekuatan geser yang rendah, kemampatan atau perubahan volume yang besar dan potensi kembang susut yang besar. Kerusakan-kerusakan yang ditimbulkan berupa keretakan pada dinding, pengembangan lantai pada saat musim hujan dan penurunan pada musim kemarau dan jalan bergelombang diikuti retak – retak. Salah satu metode perbaikan tanah ekspansif adalah dengan penambahan bahan additif berupa limbah baja (slag) yang diharapkan dapat memiliki kekuatan mengembang yang lebih kecil, kuat tekan yang lebih tinggi, menurunkan angka pori, dan meningkatkan kepadatan tanah.

Pada penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen di laboratorium dengan cara mencampurkan tanah lempung dan limbah baja dengan variasi campuran 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat tanah kering. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan limbah baja pada tanah lempung terhadap nilai kuat tekan bebas (qu). Dalam penelitian ini menggunakan test Atterberg yang meliputi tes batas cair (LL) dan batas plastis (PL), dari nilai tersebut didapatkan nilai Indeks Plastisitas (IP) yang kemudian dilakukan test standart proctor dan kuat tekan bebas (qu).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar penambahan limbah baja pada tanah lempung, maka tanah tersebut akan semakin padat dan keras sehingga dapat membuat nilai qu semakin besar serta membuat daya dukung tanah semakin baik. Nilai kuat tekan bebas untuk penambahan limbah baja 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% adalah 0.88 kg/cm<sup>2</sup>, 1.28 kg/cm<sup>2</sup>, 1.62 kg/cm<sup>2</sup>, 1.73 kg/cm<sup>2</sup> dan 1.79 kg/cm<sup>2</sup>. Penambahan limbah baja yang bagus yaitu pada penambahan limbah baja 20% dari tanah asli yaitu dengan nilai qu 1.79 kg/cm<sup>2</sup>. Pada tanah lempung asli menunjukkan bahwa besarnya Indeks Plastisitas tanah termasuk dalam tanah lempung ekspansif tinggi dengan nilai IP 53.82%, tapi setelah dicampur dengan 20% limbah baja tanah tersebut menjadi tanah ekspansif sedang dengan nilai IP 33.43%.

**Kata kunci :** Tanah Lempung, Limbah Baja, Kuat Tekan Bebas (qu).

### **Abstract**

Expansive soil is a soil that is often a problem, this soil has bad qualities and less profitable if used as construction, among others are high plasticity, low shear strength, congestion or large volume change and great potential expands shrink. The damages caused are cracks on the wall, expansion floor during the rainy season, a decrease in the dry season and bumpy road be followed cracks. One method of expansive soil improvement is the addition of additive materials such as slag which is expected to have a smaller force expands, higher compressive strength, lower the void ratio, and increase the density of the soil.

The research was conducted in the laboratory by mixing clay and slag with a variation mixture 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% of the weight dry soil. The purpose of this study is to determine how much influence the addition of slag on clay against free compressive strength (qu). In this study using Atterberg test that includes liquid limit (LL) test and plastic limit (PL) test, the values obtained from the value of plasticity index (IP) were then conducted a standard proctor test and free compressive strength (qu).

The results showed that the greater increase of slag on the clay soil, it will be more solid and hard, so as to create greater value qu and make the soil bearing capacity is better. The value of free compressive strength for the addition of slag 0%, 5%, 10%, 15% and 20% was 0.88 kg / cm<sup>2</sup>, 1.28 kg / cm<sup>2</sup>, 1.62 kg / cm<sup>2</sup>, 1.73 kg / cm<sup>2</sup> and 1.79 kg / cm<sup>2</sup>. The greater of slag a nice in graeter slag 20% from the real soil with the value qu 1.79 kg/cm<sup>3</sup>. The original clay showed that the value of the original clay index plasticity are included in the high expansive clay with value of IP 53.82%, but after that mixed with slag 20 % then the soil becomes medium expansive soil with value of IP 33.43%

**Keywords :** Clay, Slag, Free Compressive Strength (qu)

## PENDAHULUAN

Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Sifat-sifat tanah yang sering menimbulkan masalah bila memiliki sifat yang buruk dan kurang menguntungkan bila digunakan sebagai konstruksi, antara lain plastisitas yang tinggi, kekuatan geser yang rendah, kemampatan atau perubahan volume yang besar dan potensi kembang susut yang besar

Di wilayah Babat Lamongan, tepatnya di Desa Trepan merupakan daerah yang memiliki tanah lempung ekspansif yang mempunyai ciri-ciri Indeks Plastisitas tinggi yaitu  $> 25\%$ . Tanah ekspansif merupakan tanah atau batuan yang memiliki potensi untuk mengembang dan menyusut yang sangat tinggi akibat pengaruh kadar air. Volume tanah yang mengembang saat basah dan menyusut dalam kondisi kering akan mengakibatkan bangunan cepat rusak, baik oleh pergeseran maupun kenaikan konstruksi bangunan.

Salah satu metode perbaikan tanah ekspansif adalah dengan penambahan bahan additif, misalnya kapur, abu terbang (fly ash), semen, limbah baja (slag) atau bahan kimiawi lainnya. Slag merupakan produk samping hasil pembakaran baja. Dengan penambahan slag diharapkan tanah yang mengembang akan memiliki kekuatan mengembang yang lebih kecil, kuat tekan yang lebih tinggi, menurunkan angka pori, dan meningkatkan kepadatan tanah. Selain itu, seperti yang terjadi di PT. ISPAT INDO, slag dihasilkan dalam jumlah yang sangat besar. Sehingga diperlukan pemanfaatan slag untuk mengurangi penumpukan buangan slag tersebut.

Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang mudah mengalami perubahan volume apabila ditambahkan air sehingga mempunyai potensi kembang susut yang sangat tinggi, sehingga sering menimbulkan kerusakan pada struktur bangunan di atasnya. Ekspansion Soils atau tanah kembang susut besar atau juga disebut dengan istilah Swelling Soils, adalah fenomena shrink-well yang hebat, karena akibat adanya perubahan kadar air di dalam tanah lempung tersebut. Dimana fenomena shrink adalah suatu proses berkurangnya kadar air pada pori-pori tanah sehingga tanah mengalami penyusutan volume. Semua tanah ekspansif umumnya mempunyai harga plasticity indeks yang sangat besar, menurut Constet dan Sangrelat 1981 bahwa kita dapat mengevaluasi swelling potensial dari variasi harga IP dengan cara sebagai berikut :

Tabel : 2.2. Besarnya Harga IP dan Golongan Swelling Potensial  
(Constet & Sangrelat, 1981)

Klasifikasi tanah ekspansif	IP	Swelling preassure Kpa
Lemah	0 – 15	50
Sedang	15 – 25	150 – 250
Tinggi	25 – 55	250 -500
Sangat Tinggi	$>55$	$>1000$

Limbah Baja (slag) adalah suatu material dengan bahan dasar Biji Besi yang telah dicampur dengan bahan kimia tambahan tertentu. Penambahan bahan kimia tersebut bertujuan untuk dapat memperbaiki sifat fisik dari tanah lunak yaitu kadar mineral organik yang tinggi, kadar air yang besar dan daya dukung tanah yang rendah. Oleh karena itu untuk mengurangi kembang susut dari suatu tanah usaha yang dilakukan dapat berupa menambah jumlah cation-cation yang ada dalam tanah asli dengan mencampurkan senyawa-senyawa positif yang ada dalam Limbah Baja (slag) dapat sebagai penetralisir dari sifat kembang susut tanah tersebut. Juga yang paling utama untuk segmentasi (mengikat) butiran-butiran tanah sehingga tanah menjadi lebih kaku, butiran membesar, plastisitas turun dan otomatis sifat kembang susut juga turun. Semakin banyak senyawa-senyawa positif yang ada biasanya mengakibatkan makin kecilnya nilai kembang tanah susut tersebut

Uji kuat tekan bebas adalah uji kekuatan pada tanah dalam kondisi bebas. Pengujian ini dilakukan terutama untuk tanah lempung atau lanau. Bilamana lempung tersebut mempunyai drajat kejenuhan 100% maka kekuatan geser dapat ditentukan langsung dari nilai kekuatan Unconfined. Untuk kecepatan (stain rute) pada pengujian ini nilai regangan 1,57% permenit. Hubungan konsistensi dengan kuat tekan bebas tanah lempung dapat dilihat dalam tabel 2.6 dibawah ini :

Tabel 2.6. Hubungan antara Konsistensi Tanah dengan Kekuatan Tanah lempung pada Test Unconfined Compression (UCT)

Konsistensi Tanah	Harga $q_u$		
	(Ton/ft <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
Lempung sangat lunak	0 – 0,25	0 – 23,94 ( $\approx 24$ )	0 - 0.25
Lempung lunak	0,25 – 0,50	24 – 48	0.25 – 0.5
Lempung menengah	0,50 – 1	48 – 96	0.5 – 1
Lempung kaku	1 – 2	96 – 192	1.0 – 2.0
Lempung sangat kaku	2 – 4	192 – 383	2.0 – 4.0
Lempung keras	$> 4$	$>383$	$> 4.0$

Hasil uji tekan bebas biasanya tidak begitu meyakinkan bila digunakan untuk menentukan nilai parameter kuat geser tanah tak jenuh. Dalam praktek ini, untuk mengusahakan agar kuat geser undrained yang diperoleh dari hasil uji kuat tekan bebas mendekati sama dengan hasil uji triaksial pada kondisi keruntuhan, menurut Holtz dan Kovac, 1981 dalam Setiadi (2011:25) mengungkapkan ada beberapa hal yang harus dipenuhi dalam pembuatan benda uji, antara lain:

1. Benda uji harus 100% jenuh, kalau tidak, akan terjadi desakan udara didalam ruang pori yang menyebabkan angka pori ( $e$ ) berkurang sehingga kekuatan benda uji akan bertambah.
2. Benda uji tidak boleh mengandung retakan atau kerusakan yang lain. Dengan kata lain benda uji harus utuh dan merupakan lempung homogen. Dalam praktek, sangat jarang lempung over consolidated dalam keadaan utuh bahkan sering terjadi pula lempung normally consolidated mempunyai retakan-retakan
3. Tanah harus terdiri dari butiran sangat halus. Tegangan kekang efektif (effective confining pressure) awal adalah tekanan kapiler residu yang merupakan fungsi dari tekanan pori residu ( $-u_r$ ). Hal ini berarti bahwa penentuan kuat geser tanah dari uji kuat tekan hanya cocok untuk tanah kohesif.

## **METODE**

### **Jenis Penelitian**

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen di laboratorium dengan melakukan serangkaian pengujian pada benda uji yang terbuat dari campuran tanah lempung dengan limbah baja (slag). Campuran tanah lempung dan limbah baja (slag) ini dibuat dengan perbandingan 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%, kemudian dibuat benda uji di laboratorium.

### **Variabel Penelitian**

Ada 3 variabel yang saya gunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Variabel Bebas  
Variabel Bebas adalah variabel yang sengaja dipelajari pengaruhnya (dengan cara mengubah-ubah atau memanipulasi) terhadap variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah limbah baja dengan penambahan campuran 0%, 5%, 10%, 15%, 20%.
2. Variabel Terikat  
Variabel Terikat adalah variabel akibat yang keadaannya akan tergantung pada variabel bebas. Sehingga variabel terikat pada penelitian ini adalah harga kuat tekan bebas ( $q_u$ ).
3. Variabel Kontrol

Variabel Kontrol adalah perlakuan yang disamakan terhadap penelitian yang dilakukan. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah tanah lempung, Limbah baja dan kepadatan benda uji adalah kepadatan maksimal dari Standart Proctor Test.

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

1. Tempat Penelitian  
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya jl. Ketintang Surabaya.
2. Waktu Penelitian  
Penelitian ini dilaksanakan pada semester gasal tahun ajaran 2013/2014.

### **Instrumen Penelitian**

#### **Metode Penelitian Eksperimen**

Dalam metode Penelitian Eksperimen ini penulis melakukan bentuk penelitian secara langsung pada sampel. Penelitian tersebut berupa:

1. Test fisik tanah
  - Uji Atterberg yang terdiri dari test LL (Liquid Limit) untuk mendapatkan batas cair dan test PL (Plastic Limit) untuk mengetahui batas plastis, sehingga mendapatkan nilai IP (Index Plasticity).
  - Tes Spesific Gravity (Gs).
2. Tes Kepadatan Tanah
  - Pengujian pemadatan tanah yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah dengan menggunakan Standart Proctor Test.
  - Proses melakukan tes pemadatan 5 macam benda uji pada tiap masing-masing campuran untuk mencari  $\gamma_{dmaks}$  dan  $w_{opt}$ .
3. Tes Kuat Tekan Bebas

### **Alat dan Bahan**

1. Alat  
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :
  - a. Alat-alat ayakan untuk tanah lempung, meliputi : ayakan no 40
  - b. Alat-alat uji Batas Cair (LL), meliputi : Plat kaca, kapi, Alat test liquid limit, Sendok atau spatula, Grooving tool, Cawan, timbangan, Oven. Kemudian Batas Plastis (PL), meliputi : Plat kaca, Cawan, Timbangan, Kapi, oven.
  - c. Alat-alat uji Pemadatan (Proctor), meliputi : lengser, silinder, standart Proctor Hammer, penggaris besi, timbangan, jack, cawan, dan oven. Kemudian alat untuk uji Gs, yaitu : tungku listrik, corong, desikator, piknometer, pompa vacuum, thermometer, pipet, dan timbangan.

d. Alat-alat uji Unconfined Compression Test, meliputi :Silinder, Mesin penekan.

## 2. Bahan

- Tanah lempung ekspansif
- Limbah baja
- Air Suling

## Langkah Penelitian

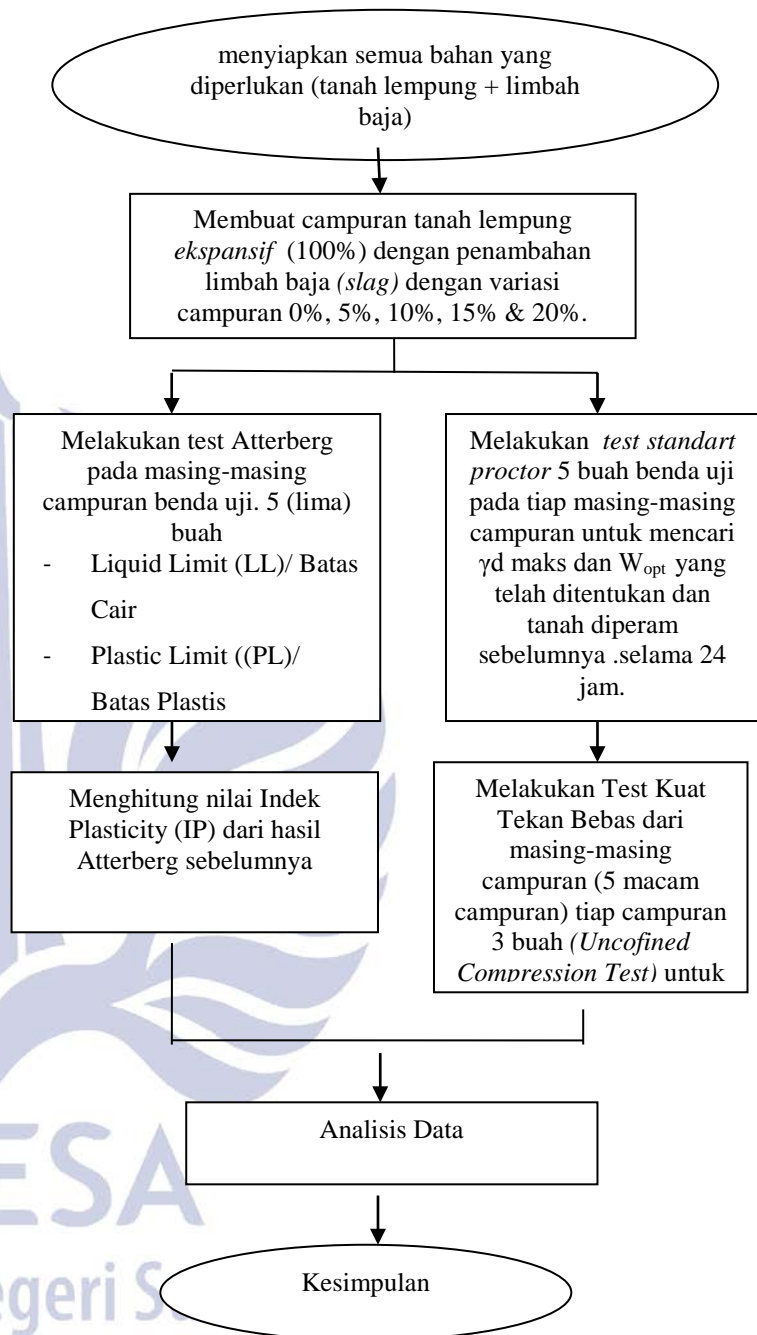
Urutan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan bahan-bahan yang akan dipakai dalam penelitian yaitu menyiapkan tanah lempung yang lolos ayakan No.10 apabila untuk tes Atterberg Limit tanah yang lolos ayakan No.10 di haluskan menggunakan penumbuk keramik kemudian di ayak kembali sampai lolos ayakan no.40.
- Membuat campuran tanah lempung ekspansif dan limbah baja (slag) untuk pembuatan benda uji dengan perbandingan prosentase limbah baja 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Pencampuran tanah lempung dan limbah baja yang terdiri dari 5 buah macam benda uji.
- Melakukan tes batas-batas Atterberg yaitu pengujian untuk mencari nilai IP (Index Plasticity) sesuai ketentuan, antara lain: test LL (Liquid Limit) untuk mengetahui batas cair, test PL (Plastic Limit) untuk mengetahui batas plastis sehingga didapat IP (Index Plasticity).
- Melakukan pemeraman selama 24 jam dari masing-masing campuran tersebut.
- Melakukan tes pemadatan tanah yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah dengan menggunakan Standart Proctor Test untuk masing-masing campuran bertujuan untuk mendapatkan  $\gamma_{maks}$  dan  $w_{opt}$ .
- Melakukan tes pengujian kuat tekan beba
- Menganalisa data hasil penelitian kemudian memberikan kesimpulan.

## Teknik Analisis Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan cara melakukan penelitian di laboratorium yang nantinya berupa angka-angka. Data yang terkumpul dalam bentuk angka kemudian diolah dengan teknik analisis dan secara deskriptif kualitatif dengan bantuan komputer Microsoft Excel yang kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, yang nantinya dapat diketahui pengaruh penambahan limbah baja pada tanah lempung ekspansif terhadap nilai kuat tekan bebas.

## Diagram Alir Penelitian



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini adalah eksperimen yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah UNESA, adapun parameter-parameter yang akan diketahui adalah harga Indeks Plastisitas, Kepadatan maksimum dan nilai harga kuat tekan bebas ( $q_u$ ). Untuk mengetahui harga Indeks Plastisitas maka harus melalui uji test batas cair (Liquid limit/LL) dan uji batas plastis (Plastic limit/PL). Data yang diperoleh dari uji laboratorium dapat dilihat pada Tabel 4.1.



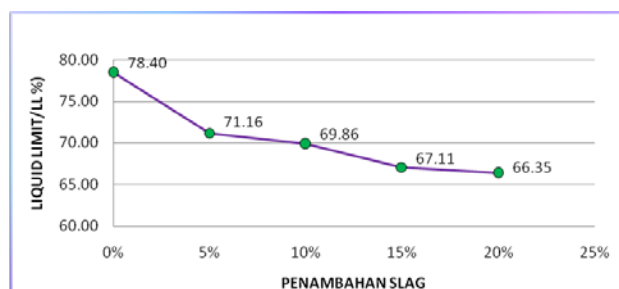
## Hasil Test Sifat Fisik Tanah

Tabel 4.1  
Hasil Test Sifat Fisik Tanah Pada Masing-masing Benda Uji

Benda Uji	Campuran Benda Uji		LL (%)	PL (%)	IP (%)	Gs (gr/cm <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> maxs (gr/cm <sup>3</sup> )	W <sub>opt</sub> (%)
	T. Lempung (%)	SLAG (%)						
1	100	0	78.40	24.58	53.82	2.596	1.228	31.7
2	100	5	71.16	26.23	44.93	2.635	1.350	29.0
3	100	10	69.86	27.63	42.23	2.667	1.370	27.0
4	100	15	67.11	30.72	36.38	2.710	1.458	26.5
5	100	20	66.35	32.91	33.43	2.745	1.470	25.0

### Pengaruh penambahan slag terhadap harga Batas Cair / Liquid Limit (LL) pada tanah lempung

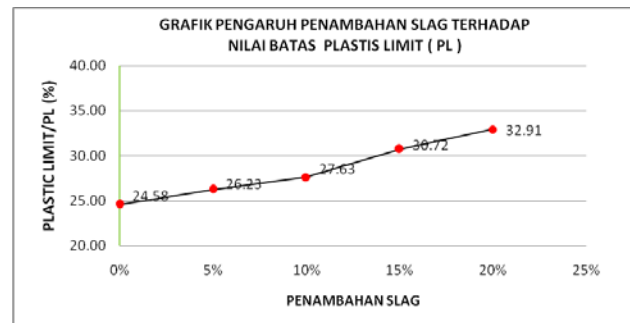
Hasil tes batas cair di laboratorium untuk tanah lempung dengan berbagai variasi penambahan slag dari masing-masing benda uji dapat dilihat pada Grafik 1. Dengan penambahan slag maka dapat diketahui bahwa semakin besar penambahan slag maka harga LL-nya semakin kecil, besarnya LL pada tanah lempung asli sebesar 78.40% setelah dicampur dengan slag 5% LL-nya turun menjadi 71.16%, pada penambahan slag 10%, 15% dan 20% LL-nya turun menjadi 69.86%, 67.11% dan 66.35%. Jadi penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa, semakin besar penambahan slag semakin besar pula penurunan nilai Batas cair (LL).



Grafik 1. Pengaruh penambahan slag terhadap harga Liquid Limit (LL) pada tanah lempung.

### Pengaruh penambahan slag terhadap harga Batas Plastis / Plastic Limit (PL) pada tanah lempung.

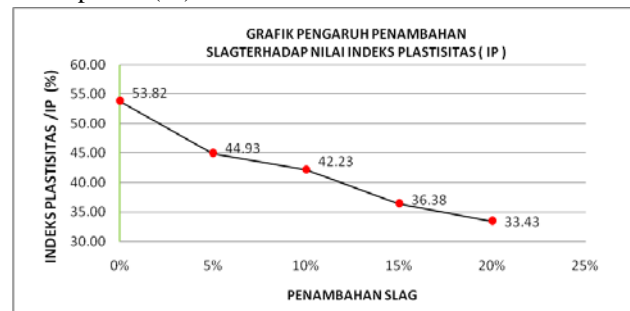
Hasil uji batas plastis di laboratorium untuk tanah lempung dengan penambahan slag dari masing-masing benda uji dapat dilihat pada Grafik 2 yaitu nilai batas plastis tanah asli 24.58% menjadi 26.23% setelah dicampur dengan slag sebanyak 5%, ditambah 10% slag naik menjadi 27.63 %, ditambah 15% slag naik menjadi 30.72 %, ditambah 20 % slag naik menjadi 32.91 %. Jadi, dapat disimpulkan semakin banyak penambahan slag nilai index plastis semakin tinggi.



Grafik 2. Pengaruh penambahan slag terhadap harga Plastic Limit (PL) pada tanah lempung

### Pengaruh penambahan slag terhadap harga Indeks Plastic (IP) pada tanah lempung.

Dari hasil yang diperoleh dari penelitian, untuk penurunan nilai IP pada masing-masing benda uji dapat dilihat pada grafik 3. Nilai IP didapat dari harga liquid limit (LL) dikurangi harga plastic limit (PL), (LL – PL = IP) dari masing-masing campuran. Nilai IP untuk tanah asli yaitu 53.82% menjadi 44.93% setelah dicampur dengan slag sebanyak 5%, ditambah 10% slag turun menjadi 42.23%, pada saat ditambah 15% dan 20% slag turun menjadi 36.38% dan 33.43%. Maka dapat disimpulkan semakin banyak penambahan slag maka nilai indek plastis (IP) semakin menurun.

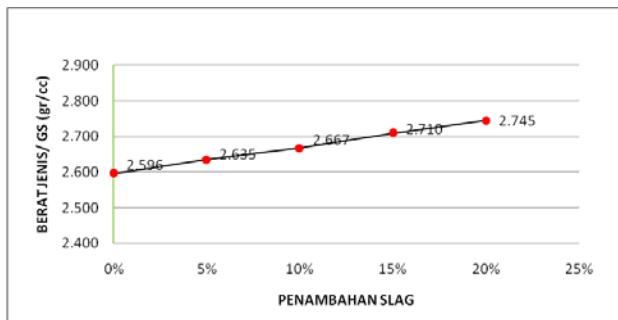


Grafik 3. Pengaruh penambahan slag terhadap harga Indeks Plastisitas (IP) pada tanah lempung

### Pengaruh penambahan slag terhadap harga Harga Berat Jenis Tanah (Gs) pada tanah lempung.

Berat jenis (Specific Gravity) tanah adalah perbandingan antara berat volume butiran padat (γ<sub>s</sub>) dengan berat volume air (γ<sub>w</sub>) atau didefinisikan sebagai rasio antara berat isi bahan terhadap berat isi air. Pada Grafik 4 menunjukkan test hasil berat jenis tanah pada benda uji 1 adalah 2,596 gr/cm<sup>3</sup>, kemudian pada benda uji 2 naik menjadi 2,635 gr/cm<sup>3</sup>, benda uji 3 naik lagi menjadi 2,667 gr/cm<sup>3</sup> dan benda uji 4, 5 naik menjadi 2,710 gr/cm<sup>3</sup>, 2,745 gr/cm<sup>3</sup>. Dari hasil tersebut bisa dilihat bahwa dengan semakin banyak penambahan limbah baja maka nilai berat jenis tanahnya juga semakin naik. Kenaikan berat jenis ini diakibatkan karena nilai berat jenis limbah baja (3.412 gr/cc) lebih besar dari nilai berat jenis tanah lempung (2.596 gr/cc). Oleh karena itu,

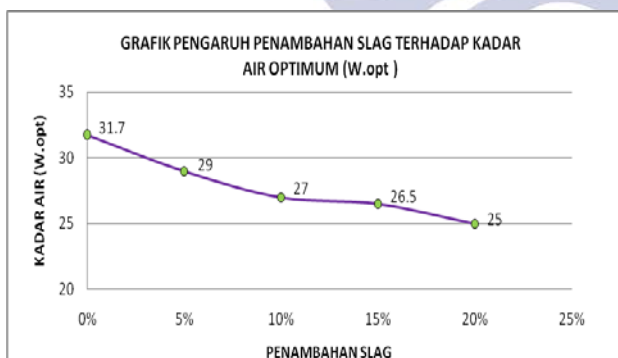
semakin banyak penambahan limbah baja pada tanah lempung maka nilai berat jenisnya juga semakin naik.



Grafik 4. Pengaruh penambahan slag terhadap harga Berat Jenis Tanah (Gs) pada tanah lempung

#### Pengaruh penambahan slag terhadap harga Kadar Air Optimum ( $w_{opt}$ ) pada tanah lempung

Harga kadar air optimum dari test kepadatan maksimum mengalami penurunan dengan penambahan slag yang bervariasi. Pada tanah asli kadar air semula 31.7%, pada penambahan slag 5%, 10%, 15% turun menjadi 29%, 27%, 26,5% dan untuk penambahan slag 20% semakin turun menjadi 25% . Hal tersebut dikarenakan, pada saat tanah ditambah air tanah tersebut mengikat kation yang ada pada slag sehingga tanah tersebut lebih kecil untuk mengikat air, dengan demikian semakin banyak penambahan slag pada tanah tersebut maka semakin kecil pula air yang diikat pada tanah, sehingga Kadar Air Optimum ( $w_{opt}$ ) pada tanah tersebut akan semakin kecil. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Grafik 5 dan Tabel 4.6.

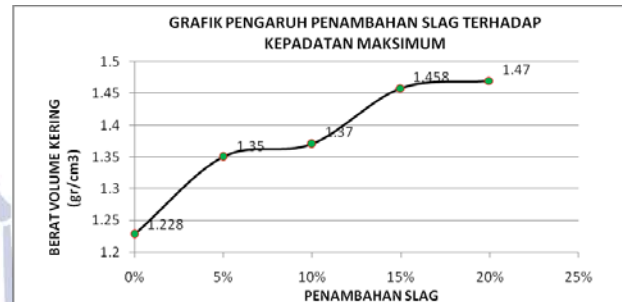


Grafik 5. Pengaruh penambahan slag terhadap harga Kadar Air Optimum ( $w_{opt}$ ) pada tanah lempung

#### Pengaruh penambahan slag terhadap harga Kepadatan Maksimum ( $\gamma_{d maks}$ ) pada tanah lempung.

Hasil uji Kepadatan maksimum di laboratorium dari masing-masing adalah pada tanah lempung asli nilai kepadatan maksimumnya adalah 1,228 gr/cm<sup>3</sup>, berikut pada penambahan slag 5% mengalami kenaikan menjadi 1,35 gr/cm<sup>3</sup> dan untuk penambahan slag 10%, 15% dan

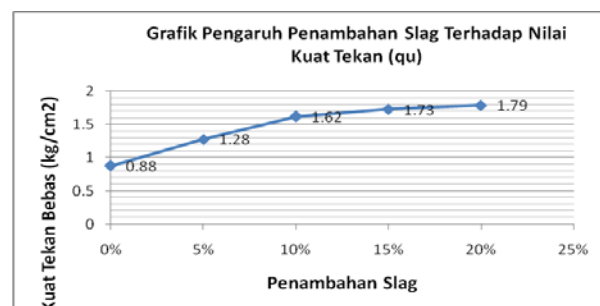
20% mengalami kenaikan kepadatan maksimumnya menjadi 1,37 gr/cm<sup>3</sup>, 1,458 gr/cm<sup>3</sup> dan 1,47 gr/cm<sup>3</sup> lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Grafik 6 bahwa semakin besar penambahan slag harga kepadatan maksimum semakin meningkat dan kadar air optimum menurun. Kenaikan nilai kepadatan maksimum berikut diakibatkan semakin mengecilnya rongga-rongga pada butiran tanah.



Grafik 6. Pengaruh penambahan slag terhadap harga Kepadatan Maksimum ( $\gamma_{d maks}$ ) pada tanah lempung

#### Pengaruh penambahan slag terhadap harga Kuat Tekan Bebas ( $q_u$ ) pada tanah lempung.

Dari hasil test pengujian kuat tekan bebas semakin banyak penambahan slag maka semakin tinggi nilai  $q_u$ . Pada tanah lempung asli didapat nilai  $q_u$  0.288 kg/cm<sup>2</sup>, kemudian pada penambahan slag 5% nilai  $q_u$  mengalami kenaikan menjadi 1.14 kg/cm<sup>2</sup>, pada penambahan slag 10%, 15% dan 20% juga mengalami kenaikan yaitu 1.62 kg/cm<sup>2</sup>, 1.73 kg/cm<sup>2</sup> dan 1.79 kg/cm<sup>2</sup>. Pada tanah lempung di Daerah Babat Lamongan awalnya termasuk klasifikasi konsistensi tanah lunak, dengan ditambahnya slag 20% dari tanah asli menjadi klasifikasi konsistensi tanah lempung kaku. Hal tersebut dikarenakan pada slag terdapat senyawa seperti SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO yang bereaksi dengan senyawa-senyawa yang ada pada tanah mengakibatkan tanah tersebut menjadi semakin kaku. Jadi, semakin besar penambahan slag nilai  $q_u$  akan semakin meningkat, semakin meningkatnya nilai  $q_u$  maka daya dukung tanah akan semakin baik



Grafik 7. Pengaruh penambahan slag terhadap harga Kuat Tekan Bebas ( $q_u$ ) pada tanah lempung

## **PENUTUP**

### **Simpulan**

Setelah melakukan penelitian di laboratorium Mekanika Tanah Unesa mengenai pengaruh penambahan slag pada tanah lempung ekspansif dari daerah Babat Lamongan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Semakin besar penambahan slag terhadap tanah lempung ekspansif maka Nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) semakin besar, sehingga menyebabkan daya dukung tanah semakin baik. Untuk penelitian ini hasil kuat tekan bebas ( $q_u$ ) yang paling bagus yaitu pada penambahan limbah baja 20% dari tanah asli yaitu dengan nilai  $q_u$  1.79 gr/cm<sup>2</sup>.
2. Semakin besar penambahan limbah baja maka nilai IP semakin kecil. Untuk tanah lempung asli nilai IP-nya 53.82% yang termasuk tanah lempung ekspansif klasifikasi tinggi, tapi setelah dicampur dengan 20% limbah baja tanah tersebut mengalami penurunan IP dari 53.82% menjadi 33.43%.

### **Saran**

1. Pemanfaatan penambahan slag 20% pada tanah lempung di daerah Babat Lamongan sudah bisa digunakan untuk memperbaiki tanah, karena bisa membuat klasifikasi tanah yang awalnya lunak menjadi klasifikasi tanah lempung kaku.
2. Perlunya diadakan penelitian ulang apabila menggunakan penambahan lain pada tanah lempung daerah Babat Lamongan, misalnya dengan kapur, fly-ash, semen, karbit, aspal dll.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Andayani Nur, dkk. 1994. Panduan Praktikum Laboratorium Mekanika Tanah II. Surabaya : UNESA University Press.
- Das, M, Braja. 1991. Mekanika Tanah Jilid I (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis). Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, C. Hary. 2010. Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Hendarsin, L, Shirley. 2008. Perencanaan Teknik Jalan Raya. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Moh. Anis Fahmi, Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Potensial Swelling Pada Tanah Kembang-Susut Di Daerah Citra Land. 2006. Surabaya: UNESA University Press.
- Pemanfaatan Slag Baja Untuk Teknologi Jalan yang Ramah Lingkungan. (Online) ([http://www.jurnas.com/news/71382/Bosowa\\_Tawari](http://www.jurnas.com/news/71382/Bosowa_Tawari))

\_Krakatau\_Steel\_Kerja\_Sama\_Pemanfaatan\_Limbah\_Baja / 1 / Ekonomi / Ekonomi ) 1 September 2013.

- Ridwan Macfud. 2003. Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah I. Surabaya : UNESA University Press.
- SNI 1964. 2008. Cara Uji Berat Jenis Tanah. Bandung.
- SNI 1967. 2008. Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah. Bandung.
- SNI 1966. 2008. Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah. Bandung.
- SNI 1742. 2008. Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah. Bandung.
- SNI 1743. 2008. Cara Uji Kepadatan Berat Untuk Tanah. Bandung.
- SNI 03-6887-2002. Metode Pengujian Kuat Tekan Bebas Campuran Tanah Semen. Bandung
- Tim. 2006. Pedoman Penulisan dan Ujian Skripsi. Surabaya: UNESA University Press. .