

## LIMBAH SLAG BAJA SEBAGAI BAHAN CAMPUR TANAH LEMPUNG BAYAT-KLATEN DITINJAU TERHADAP PENURUNAN KONSOLIDASI

Renaningsih<sup>1)\*</sup>, Agus Susanto<sup>2)</sup>, Vitara Riza Intan<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup> Sipil, Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura  
Email : ren186@ums.ac.id

### Abstrak

Tanah Bayat, Klaten adalah tanah lempung dengan indeks plastisitas tinggi, sehingga perlu dilakukan perbaikan sifat fisis dan mekanisnya. Perbaikan yang dilakukan adalah stabilisasi dengan limbah slag baja 5%, 10%, 15% dan 20 % dari berat sampel. Penelitian dilakukan di laboratorium meliputi uji fisis dan uji mekanis. Hasil pengujian fisis tanah asli nilai kadar air ( $w$ ) = 7,64%, berat jenis = 2,598%, batas cair (LL) = 77,50%, batas plastis (PL) = 33,68%, batas susut (SL) = 15,07%, indeks plastisitas (PI) = 44,44%. Klasifikasi tanah asli USCS: OH, dan AASHTO: A-7-5. Pada penambahan slag baja sifat fisis mengalami penurunan kadar air, batas cair dan indeks plastisitas, kenaikan pada berat jenis, batas susut, batas plastis. Klasifikasi tanah slag baja 5% menurut USCS: OH, AASHTO: A-7-5. Penambahan slag baja 10% menurut USCS: MH; AASHTO: A-7-5. Penambahan slag baja 15% dan 20% menurut USCS: SC; AASHTO: A-7-5. Pengujian Standard Proctor menunjukkan peningkatan nilai  $\gamma_{maks}$ , penurunan kadar air optimum ( $\omega_{opt}$ ). Uji Konsolidasi nilai  $C_v$  meningkat, nilai  $C_c$  serta  $S_c$  menurun seiring dengan penambahan slag baja. Pada tanah asli nilai  $C_v$  0,00073  $cm^2/dt$ ,  $C_c$  0,04422 dan  $S_c$  0,01749  $cm$ , pada tanah campuran slag baja 20% didapat nilai  $C_v$  sebesar 0,00149  $cm^2/dt$ ,  $C_c$  0,0355 dan  $S_c$  0,01637  $cm$ .

**Kata Kunci :** konsolidasi, stabilisasi, slag baja, tanah lempung

### PENDAHULUAN

Menurut penelitian yang dilakukan Bahriansyah, (2017) pada tanah Bayat, Klaten, diperoleh data Specific Gravity (Gs) = 2,611, batas cair (LL) = 80,21%, batas plastis (PL) = 36,28%, indeks plastisitas (PI) = 43,93%, dan klasifikasi tanah menurut USCS (Unified) = CH (lempung anorganik plastisitas tinggi), sehingga perlu perbaikan tanah. Pada penelitian ini dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis tanah Desa Tegalrejo, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten yang ditambah limbah slag baja dengan presentase sebesar 5%, 10%, 15%, 20% dari berat sampel. Slag baja merupakan limbah pengecoran baja pada industri pengecoran baja di Batur, Ceper, Klaten.

Pengujian sifat fisis tanah meliputi pengujian berat jenis, kadar air, batas-batas *Atterberg*, dan gradasi butiran tanah, sedangkan pengujian sifat mekanis meliputi uji pemadatan tanah (*Standard Proctor*) dan uji Konsolidasi untuk mencari nilai  $C_v$ ,  $C_c$  dan  $S_c$ .

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta p} = \frac{e_0 - e_1}{\log \frac{p_2}{p_1}} \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

- $C_c$  = Compression Indeks
- $e_0$  = angka pori pada awal pengujian
- $e_1$  = angka pori pada akhir pengujian
- $p_1$  = nilai tekanan efektif awal ( $kg/cm^2$ )
- $p_2$  = nilai tekanan efektif akhir ( $kg/cm^2$ )

Nilai koefisien konsolidasi dengan metode akar waktu:

$$\text{Drainase dua arah : } C_v = T_{90} \frac{H^2}{t_{90}} = 0,848 \frac{H^2}{t_{90}} \dots \dots \dots (2)$$

dengan :

- H = tinggi contoh tanah (cm)
- $t_{90}$  = waktu terjadinya konsolidasi 90%
- $C_v$  = coefficient of consolidation ( $cm^2/dt$ )
- $T_{90}$  = time factor

Penurunan tanah setebal H dicari dengan rumus:

$$S_c = \frac{C_c \log \frac{P_2'}{P_1'}}{1 + e_0} H \dots\dots\dots (3)$$

dengan :

- Sc = penurunan konsolidasi (cm)
- e<sub>0</sub> = angka pori pada awal pengujian
- P<sub>1</sub>' = nilai tekanan efektif awal (kg/cm<sup>3</sup>)
- P<sub>2</sub>' = nilai tekanan efektif akhir (kg/cm<sup>3</sup>)
- Cc = *compression indeks*
- H = tebal lapisan (cm)

**METODE PENELITIAN**

Tanah uji diambil dari Desa Tegalrejo, Bayat, Klaten dan slag baja diambil di daerah Batur, Ceper, Klaten. Uji sifat fisis dan mekanis dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tahap penelitian sebagai berikut :

Tahap awal yang dimulai dengan studi literatur, penyediaan bahan sampel tanah lempung dalam kondisi kering udara, dan pengadaan bahan tambah slag baja yang digunakan lolos saringan No. 4 serta mempersiapkan alat yang akan digunakan dalam penelitian.

Tahap kedua yaitu membuat benda uji tanah asli dan campuran dengan persentase penambahan slag baja dengan presentase sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dari berat sampel tanah kering udara untuk pengujian sifat-sifat fisis tanah asli dan campuran meliputi uji kadar air, berat jenis, batas-batas *Atterberg*, dan analisa ukuran butiran. Pembuatan benda uji sifat mekanis tanah asli dan tanah asli yang ditambahkan slag baja 0%, 5%, 10%, 15%, 20% kemudian pengujian kepadatan *standard* dengan alat *Standard Proctor* untuk mendapatkan nilai kadar air optimum (*w<sub>opt</sub>*) dan nilai kepadatan maksimum (*γ<sub>dmaks</sub>*).

Tahap ketiga dilakukan pemeraman selama 24 jam menggunakan kadar air optimum yang telah didapatkan, pemeraman ini dilakukan untuk pembuatan benda uji campuran dengan persentase bahan tambah slag baja 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dari berat sampel tanah kering udara untuk pengujian Konsolidasi.

Tahap ke empat merupakan tahap analisis data dan pembahasan dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada tahap II dan tahap III. Dari hasil analisis data maka dapat diambil kesimpulan dan saran.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Uji Fisis Tanah Asli dan Tanah Campuran Slag Baja**

Uji Fisis meliputi beberapa pengujian antara lain: pengujian kadar air (*w*), pengujian *specific gravity* (*G<sub>s</sub>*), pengujian Batas-Batas *Atterberg*, dan pengujian analisa saringan. Hasil pengujian sifat-sifat fisis tanah asli dan tanah campuran slag baja dapat dilihat pada Tabel 1.

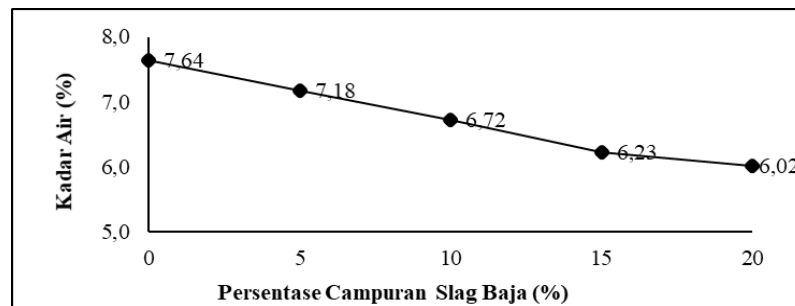
Tabel 1. Hasil Uji Sifat-sifat Fisis Pada Tanah Asli dan Tanah Campuran Slag baja

No	Jenis sampel	Kadar Air	Berat Jenis	Batas Cair Kering Udara	Batas Cair Kering Oven	Batas Plastis	Batas Susut	Indeks Plastis	Lolos Saringan No.200	Group Indeks	Klasifikasi Tanah		
		(%)	(G <sub>s</sub> )	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(GI)	USCS	LLR	AASTHO
1	Tanah Asli	7,64	2,598	78,11	55,42	33,68	15,07	44,44	53	19,83	OH	0,710	A-7-5
2	Tanah Asli + Slag Baja 5%	7,18	2,632	76,43	54,80	35,23	16,48	41,20	51	16,85	OH	0,717	A-7-5
3	Tanah Asli + Slag Baja 10%	6,72	2,649	71,73	54,53	38,54	17,52	33,20	50	13,36	MH	0,760	A-7-5
4	Tanah Asli + Slag Baja 15%	6,23	2,667	65,47	50,52	42,85	18,73	22,62	49	8,76	SC	0,772	A-7-5
5	Tanah Asli + Slag Baja 20%	6,02	2,671	60,92	47,40	45,45	20,46	15,47	48	5,48	SC	0,778	A-7-5
6	Slag Baja	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-

*Kadar Air*

Uji kadar air tanah asli kering udara didapatkan nilai sebesar 7,64% dan kadar air slag baja 0%. Setelah penambahan slag baja nilai kadar air mengalami penurunan. Nilai kadar air terendah pada penambahan slag baja 20% sebesar 6,02%, sedangkan nilai kadar air tertinggi pada penambahan

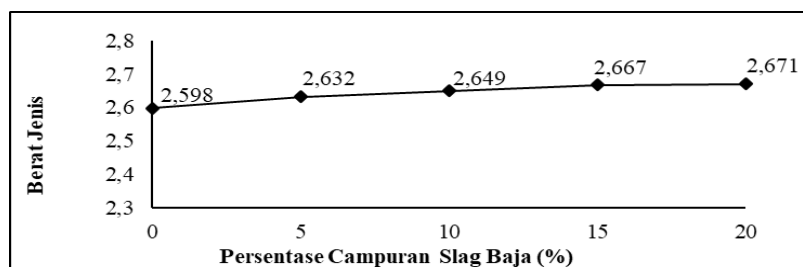
slag baja 5% sebesar 7,18%. Hubungan antara persentase penambahan slag baja 5%, 10%, 15%, 20% dengan nilai kadar air dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Kadar Air dengan Presentase Penambahan Slag Baja

### Spesific Gravity

Uji *specific gravity* tanah asli diperoleh nilai sebesar 2,598 yang termasuk lempung organik dan nilai berat jenis slag baja sendiri 3,287. Setelah dilakukan penambahan slag baja, nilai berat jenis mengalami peningkatan. Nilai *specific gravity* terendah pada penambahan slag baja 5% sebesar 2,632, nilai *specific gravity* tertinggi pada penambahan slag baja 20% sebesar 2,671. Penurunan nilai *specific gravity* disebabkan karena nilai *specific gravity* slag baja lebih besar daripada nilai *specific gravity* tanah asli, sehingga semakin banyak kandungan slag baja, maka semakin besar pula nilai *specific gravity*. Hubungan antara persentase penambahan penambahan slag baja dengan nilai *specific gravity* dapat dilihat pada Gambar 2.

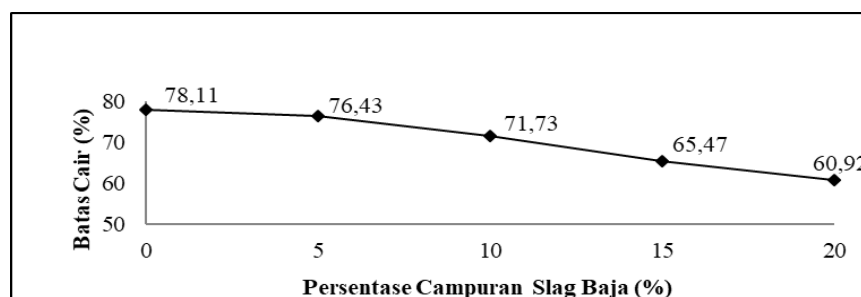


Gambar 2. Grafik Hubungan Berat Jenis dengan Presentase Penambahan Slag Baja

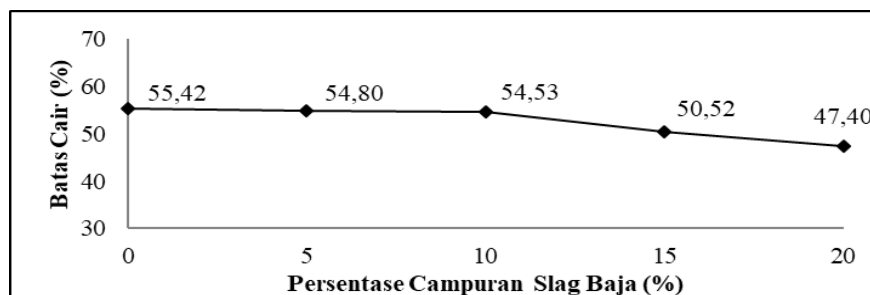
### Batas-Batas Atterberg

#### Batas Cair

Batas Cair tanah asli kondisi kering udara sebesar 78,11% dan pada kondisi kering oven sebesar 54,42%. Dan penambahan slag baja mengalami penurunan disebabkan karena fraksi lolos No.200 semakin berkurang, sehingga gradasi butiran tanah semakin besar. Nilai batas cair kering udara terendah pada penambahan slag baja 20% sebesar 60,92%. Sedangkan untuk Batas cair kering oven terendah pada penambahan slag baja 20% sebesar 47,70%. penambahan slag baja 5%, 10%, 15%, 20% dengan nilai batas cair kering udara dan batas cair kering oven dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



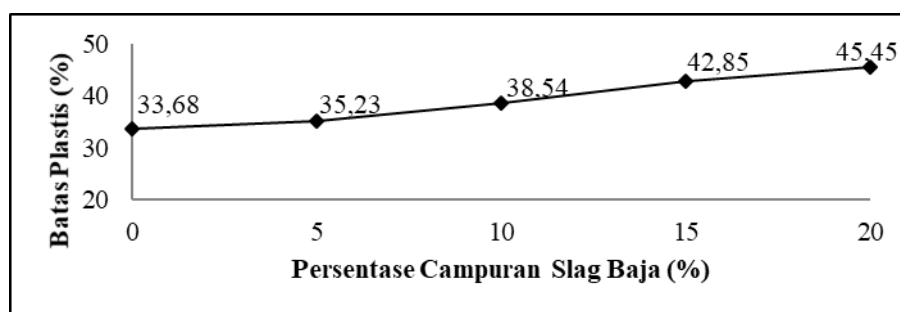
Gambar 3. Grafik Hubungan Batas Cair Kering Udara dengan Presentase Penambahan Slag Baja



**Gambar 4.** Grafik Hubungan Batas Cair Kering Oven dengan Presentase Penambahan Slag Baja

#### *Batas Plastis*

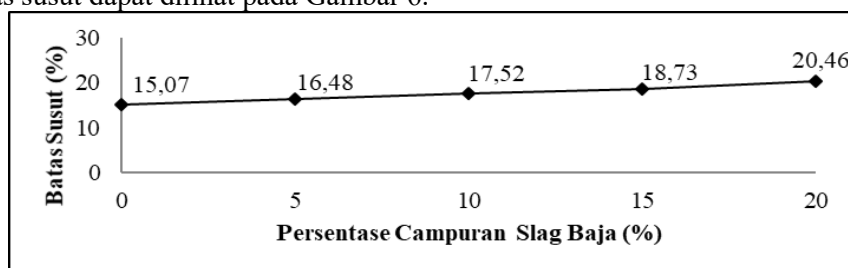
Batas plastis tanah asli sebesar 33,68%, setelah penambahan slag baja nilai batas plastis mengalami peningkatan. Peningkatan terjadi karena slag baja memiliki gradasi butiran kasar sehingga setelah penambahan slag baja pada tanah asli menjadikan gradasi butiran tanah semakin kasar, sehingga plastisitas tanah semakin meningkat. Nilai batas plastis terendah pada penambahan slag baja 5% sebesar 35,23%. Nilai batas plastis tertinggi pada penambahan slag baja 20% sebesar 45,45. Hubungan antara persentase penambahan slag baja 5%, 10%, 15%, 20% dengan nilai batas plastis dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Grafik Hubungan Batas Plastis dengan Presentase Penambahan Slag Baja

#### *Batas Susut*

Uji batas susut pada tanah asli sebesar 15,07%, setelah penambahan slag baja nilai batas susut mengalami peningkatan. Peningkatan terjadi karena slag baja memiliki gradasi butiran kasar sehingga setelah penambahan slag baja pada tanah asli menjadikan gradasi butiran semakin kasar, sehingga menyebabkan butiran tidak mudah terpengaruh oleh perubahan kadar air. Nilai batas susut tertinggi pada penambahan slag baja 5% sebesar 16,48%. Nilai batas susut tertinggi penambahan slag baja 20% sebesar 20,46%. Hubungan antara persentase penambahan slag baja 5%, 10%, 15%, 20% dengan nilai batas susut dapat dilihat pada Gambar 6.

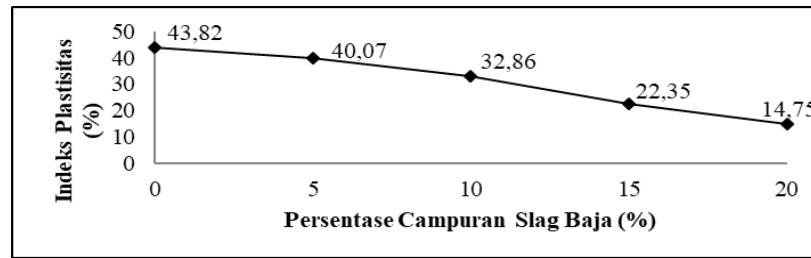


**Gambar 6.** Grafik Hubungan Batas Susut dengan Presentase Penambahan Slag Baja

#### *Indeks Plastisitas*

Besar kecilnya nilai indeks plastisitas sangat tergantung oleh nilai batas cair dan batas plastis. Penambahan slag baja 5%, 10%, 15%, 20% dapat menurunkan nilai batas cair dan menaikkan batas plastis, maka indeks plastisitasnya akan turun. Penurunan terendah pada penambahan slag baja 20% sebesar 15,47%. Tabel indeks plastisitas bahwa jika nilai PI antara 7-17 maka tanah tersebut masuk ke dalam tanah lempung kohesif berlanau berplastisitas sedang,

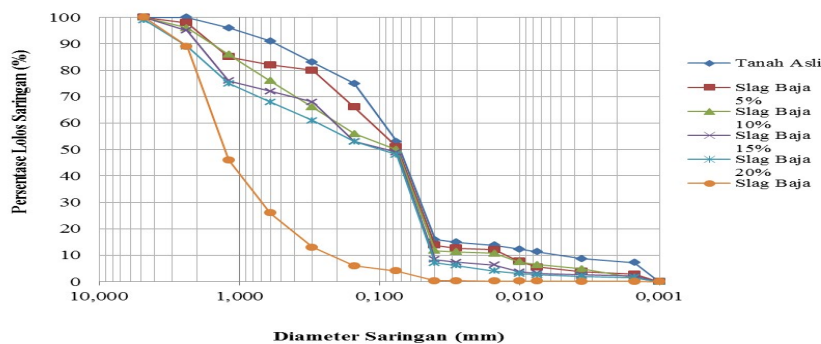
sedangkan jika nilai  $PI > 17$  maka masuk ke dalam tanah lempung berplastisitas tinggi. Hubungan antara persentase penambahan slag baja 5%, 10%, 15%, 20% dengan nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Indeks Plastisitas dengan Presentase Penambahan Slag Baja

### Analisa Ukuran Butiran

Hasil uji analisa ukuran butiran tanah asli menunjukkan nilai lolos saringan No.200 sebesar 53%. Penambahan slag baja menyebabkan penurunan pada persen lolos saringan No.200. Penurunan disebabkan butiran tanah setelah dicampur bahan slag baja semakin besar, hal ini karena gradasi slag baja yang lebih besar sehingga lolos saringan No.200 semakin sedikit. Nilai lolos saringan No. 200 tertinggi pada penambahan slag baja 5% sebesar 51%, Nilai lolos saringan No.200 terendah pada penambahan slag baja 20% sebesar 48%. Hubungan antara persentase lolos saringan dengan diameter saringan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hubungan Persentase Lolos Saringan dengan Diameter Saringan

Berdasarkan gambar 8 didapat nilai presentase lolos saringan No.200 seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil lolos saringan No.200

No.	Keterangan	Lolos No. 200 (%)
1.	Tanah Asli	53,000
2.	Tanah Asli + Slag Baja 5%	51,000
3.	Tanah Asli + Slag Baja 10%	50,000
4.	Tanah Asli + Slag Baja 15%	49,000
5.	Tanah Asli + Slag Baja 20%	48,000

Berdasarkan Tabel 2 Persentase tanah yang lolos saringan No.200 semakin menurun karena slag baja menambah ukuran gradasi yang besar, sehingga butiran tanah yang lolos saringan no 200 semakin sedikit (lihat grafik analisa ukuran butir slag baja pada gambar 8).

### Group Indeks (GI)

Klasifikasi tanah asli dan campuran dilakukan dengan metode USCS dan AASHTO. Penambahan slag baja pada tanah asli menyebabkan nilai GI semakin menurun. Nilai GI pada tanah asli didapatkan 19,83. Nilai tertinggi pada penambahan slag baja 5% sebesar 16,85. Nilai terendah pada penambahan slag baja 20% sebesar 5,48%. Dilihat pada Tabel AASHTO penambahan slag baja 5%, 10%, 15%, 20% termasuk kedalam kelompok A-7-5 (tanah berlempung). Berdasarkan sistem

klasifikasi USCS dengan tanah asli dan tanah campuran slag baja 5%, 10%, termasuk spesifikasi MH atau OH dengan jenis tanah lempung organik – lanau anorganik dengan plastisitas tinggi. Penentuan klasifikasi masuk kedalam spesifikasi MH atau OH menggunakan metode LLR dengan mencari batas cair kering oven. Pada penambahan slag baja dan 15% dan 20% menurut USCS tanah masuk klasifikasi SC (pasir berlempung).

### Uji Sifat Mekanis Tanah

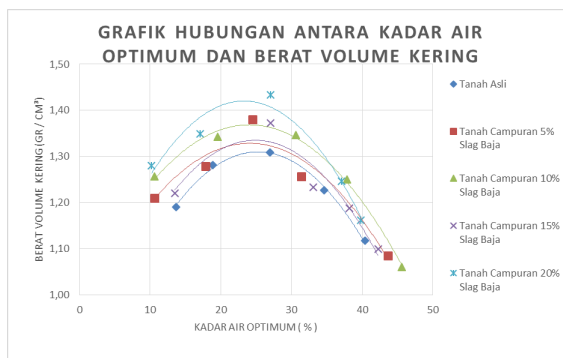
#### Uji pemadatan *Standard Proctor*

Hasil uji pemadatan *Standard Proctor* dapat dilihat pada Tabel 3:

**Tabel 3.** Hasil uji pemadatan *Standard Proctor*

No.	Sampel	$\gamma_d \text{ maks (gr/cm}^3\text{)}$	$w_{opt}(\%)$
1	Tanah Asli	1,310	25,000
2	Tanah Asli + Slag Baja 5%	1,335	24,300
3	Tanah Asli + Slag Baja 10%	1,370	23,700
4	Tanah Asli + Slag Baja 15%	1,395	22,800
5	Tanah Asli + Slag Baja 20%	1,422	22,500

Berdasarkan Tabel 3 berat volume kering tanah asli 1,310 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai berat volume kering mengalami peningkatan pada setiap persentase penambahan slag baja. Peningkatan berat volume kering maksimum disebabkan oleh bertambahnya butiran yang besar seiring persentase penambahan slag baja yang semakin banyak (luas permukaan tanah semakin kecil). Nilai berat volume kering terendah pada penambahan slag baja 5% sebesar 1,335 gr/cm<sup>3</sup>, nilai berat volume kering tertinggi pada penambahan slag baja 20% sebesar 1,422 gr/cm<sup>3</sup>. Tanah semakin sedikit menyerap air yang menyebabkan butiran-butiran tanah tidak mudah lepas dan volume kering meningkat, sedangkan kadar air optimum mengalami penurunan pada setiap penambahan slag baja, nilai kadar air optimum tanah asli 25%. Nilai kadar air optimum tertinggi penambahan slag baja 5% sebesar 24%, sedangkan kadar air optimum terendah terjadi pada penambahan slag baja 20% sebesar 22,5%. Hubungan berat isi kering maksimum dengan kadar air optimum dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Grafik Hubungan Antara Berat Volume Kering Dengan Kadar Air

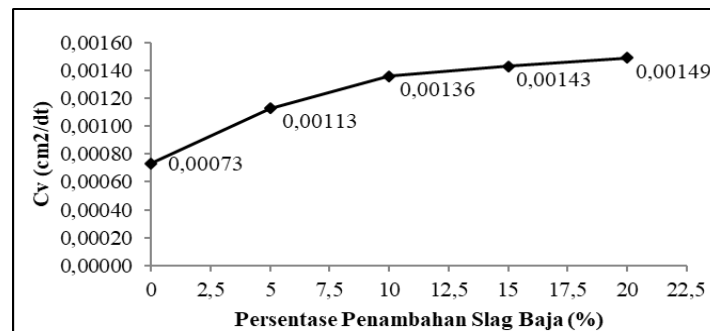
#### Pengujian Konsolidasi

Hasil uji Konsolidasi dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai Pengujian Konsolidasi

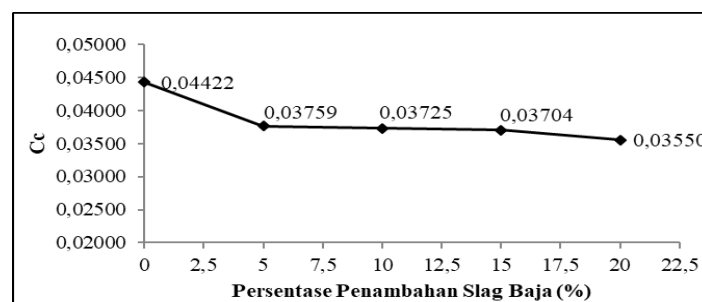
Jenis Sampel	$C_v \text{ (cm}^2\text{/dt)}$	$C_c$	$S_c \text{ (cm)}$
Tanah Asli	0,00073	0,04422	0,01749
Tanah Asli + 5% Slag Baja	0,00113	0,03759	0,01741
Tanah Asli + 10% Slag Baja	0,00136	0,03725	0,01675
Tanah Asli + 15% Slag Baja	0,00143	0,03704	0,01645
Tanah Asli + 20% Slag Baja	0,00149	0,03550	0,01637

Hubungan antara presentase penambahan slag baja dengan nilai  $C_v$ ,  $C_c$ , dan  $S_c$  dapat dilihat pada Gambar.10, 11 dan 12.



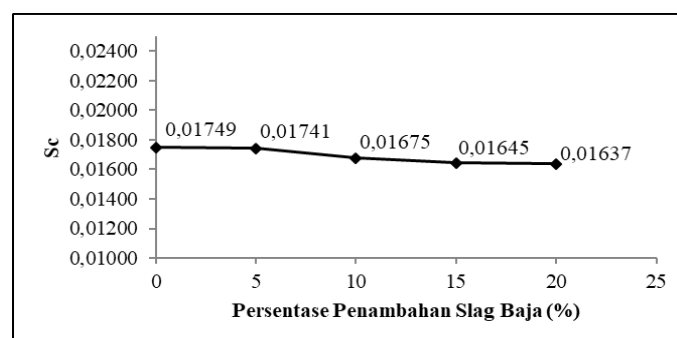
**Gambar 10.** Grafik Hubungan Antara Nilai  $C_v$  dan Persentase Penambahan Slag Baja

Dari Tabel 4. Diperoleh nilai *Coefficient of consolidation* ( $C_v$ ) atau koefisien konsolidasi pada tanah asli sebesar 0,00073 cm<sup>3</sup>/dt sedangkan nilai  $C_v$  dengan variasi penambahan slag baja 5%, 10%, 15%, dan 20% berturut-turut adalah 0,00113 cm<sup>3</sup>/dt, 0,00136 cm<sup>3</sup>/dt, 0,00143 cm<sup>3</sup>/dt, dan 0,00149 cm<sup>3</sup>/dt. Semakin besar penambahan slag baja nilai  $C_v$  semakin besar pula.



**Gambar 11.** Grafik Hubungan Antara Nilai  $C_c$  dan Persentase Penambahan Slag Baja

*Compression Index* ( $C_c$ ) atau Indeks pemampatan tanah, dari tabel 4 diperoleh nilai  $C_c$  pada tanah asli sebesar 0,04422 sedangkan nilai  $C_c$  pada variasi penambahan slag 5%, 10%, 15%, 20% berturut-turut yaitu 0,03759, 0,03725, 0,03704, 0,03550. Semakin bertambah persentase slag baja nilai  $C_c$  semakin turun.



**Gambar 12.** Grafik Hubungan Antara Nilai  $S_c$  dan Persentase Penambahan Slag Baja

Dari hasil pengujian konsolidasi didapat nilai *Settlement of consolidation* ( $S_c$ ) atau penurunan konsolidasi. Dari tabel 4 diperoleh nilai  $S_c$  pada tanah asli sebesar 0,01749 cm sedangkan nilai  $S_c$  pada penambahan slag baja 5%, 10%, 15%, 20% berturut-turut yaitu 0,01741 cm, 0,01675 cm, 0,01645 cm, 0,01637 cm. Semakin bertambah persentase slag baja nilai  $S_c$  semakin kecil.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium dan analisis data percobaan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan slag baja memperbaiki sifat fisis tanah, hal ini dapat dilihat dari penurunan nilai indeks plastisitas dan hasil klasifikasi tanah. Pada penambahan slag baja 15% dan 20% tanah masuk spesifikasi SC atau pasir berlempung.
2. Hasil uji pemadatan tanah dengan uji Standard Proctor tanah asli dan tanah campuran slag baja berat volume kering maksimum ( $\gamma_{d \text{ maks}}$ ) mengalami kenaikan dan kadar air optimum ( $w_{\text{opt}}$ ) mengalami penurunan. Berat volume kering maksimum terbesar terjadi pada penambahan slag baja 20% yaitu 1,422 gr/cm<sup>3</sup>. Kadar air optimum terjadi penurunan dan penurunan terkecil pada variasi 20% yakni 22,5%. Pada pengujian konsolidasi nilai Cv mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya variasi campuran slag baja. Nilai Cv terbesar pada presentase 20% yaitu 0,00149 cm<sup>3</sup>/dt. Seiring dengan bertambah nya persentase slag baja nilai Cc semakin turun, nilai Cc terkecil pada penambahan 20% yaitu 0,03550. Dan seiring bertambah persentase slag baja nilai Sc semakin kecil, nilai Sc paling kecil pada penambahan slag baja 20% yaitu 0,01637 cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahriansyah, M dan Qunik Wiqoyah, 2017. *Tinjauan Penurunan Konsolidasi Tanah Lempung Bayat, Klaten Yang Distabilisasi dengan Tras*. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hayati, Afif Ghina, 2018. *Pengaruh penggunaan Steel Slag (Limbah Slag) Sebagai Pengganti Agregat Tertahan Saringan 1/2" dan 3/8" Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran AC-WC*, Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Indrayanto, Dwi dan Machfud Ridwan. 2014. *Pengaruh Penambahan Limbah Baja (Slag) Terhadap Nilai Kuat tekan bebas Pada tanah lempung Di Daerah Babat Lamongan*. Teknik Sipil. Universitas Negeri Surabaya.
- Kusnadi, Yenny. 2016. Pengertian Tanah Lempung. Diambil dari : <https://adoc.tips/sangat-tinggi-very-high-55-tinggi-high-sedang-medium-rendah-.html> (6 Maret 2019)
- Prasetio, Sandi dan Agus Susanto. 2017. *Kuat Dukung Tanah Lempung Bayat, Klaten Yang Distabilisasi Dengan Tras*. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.