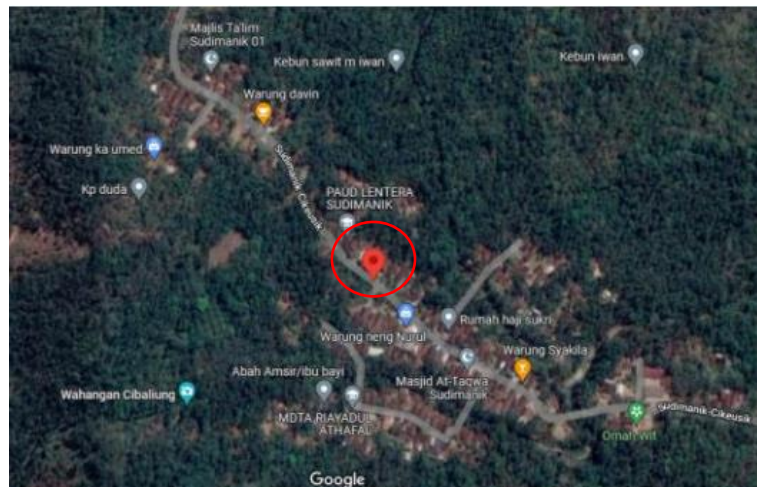


## BAB 5

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Pendahuluan

Pada penelitian ini menggunakan sampel tanah yang diperoleh dari Jalan Desa Sudimanik Kec. Cibaliung Kab. Pandeglang. Tanah yang dijadikan sampel berada ditepi jalan tersebut.



**Gambar 5.1** Peta Lokasi Penelitian  
(Sumber : Google Maps, 2022)

Metode pengambilan sampel tanah dilapangan yaitu dengan menggali tanah terlebih dahulu sedalam 5-10 cm dari permukaan tanah. Setelah digali, kemudian mengambil tanah lalu dimasukkan kedalam karung yang telah disiapkan. Sampel yang dimasukkan kedalam karung kemudian dibawa ke Laboratorium Teknik Sipil Untirta, Cilegon.

Sampel tanah yang berada di Laboratorium Teknik Sipil Untirta kemudian dihamparkan agar kering udara selama beberapa hari. Setelah itu sampel tanah akan menjadi sebuah bentuk bongkahan sehingga harus ditumbuk terlebih dahulu untuk dijadikan sampel penelitian



**Gambar 5.2** Sampel tanah ditumbuk setelah dikeringkan  
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah semen *slag*. Semen *slag* yang digunakan didapat dari PT. Krakatau Semen Indonesia (KSI), Cilegon.



**Gambar 5.3** Semen *Slag*  
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

## **5.2 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli dan Variasi Semen *Slag***

Pengujian sifat fisik tanah pada penelitian kali ini yaitu analisa besar butir, berat jenis butir, batas cair dan batas plastis. Pengujian sifat fisik tanah dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah yang akan diperlukan sebagai data untuk klasifikasi tanah penelitian. Pengujian sifat fisik tanah semuanya dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Untirta, Cilegon.

### 5.2.1 Rekapulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

Tabel 5.1 Rekapulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

Properties Tanah	Satuan	Nilai Hasil Uji
Analisa Besar Butir	%	51,5
Kadar Air	%	23,578
Berat Jenis Tanah		2,59
Batas Cair	%	45
Batas Plastis	%	28,11
Indeks Plastisitas	%	16,89
Kadar Air Optimum	%	29,5
Berat Volume Kering	gram/cm <sup>3</sup>	1,12

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

### 5.2.2 Rekapulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Campuran

Tabel 5.2 Rekapulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Campuran

Properties Tanah	Tanah Asli	Kadar Semen 10 %	Kadar Semen 15 %	Kadar Semen 20 %	Kadar Semen 25 %	Kadar Semen 30 %
Berat Jenis	2,59	2,60	2,63	2,65	2,68	2,73
Batas Cair	45%	43%	40%	38%	36%	33%
Batas Plastis	28,11%	27,33%	24,96%	23,92%	23,11%	21,86%
Indeks Plastisitas	16,89%	15,67%	15,04%	14,08%	12,89%	11,14%

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

### 5.2.3 Analisa Besar Butir

Pengujian analisa besar butir bertujuan untuk mengetahui persentase berat butiran tanah. Pengujian ini dapat menentukan kalsifikasi tanah menurut ukuran butir tanahnya yaitu tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Pada penelitian kali ini menggunakan analisa saringan yang mengacu pada SNI 3423:2008 sebanyak 500 gram tanah kering (dioven). Tanah yang digunakan pengujian analisa butiran ini dikeringkan terlebih dahulu di oven selama 24 jam. Nomor saringan yang digunakan tersusun berturut-turut yaitu nomor 4, 10, 20, 40, 60, 140, 200 dan pan.

Hasil pengujian dari analisa besar butir tanah di Jalan Desa Sudimanik Kec. Cibaliung Kab. Pandeglang, termasuk dalam kategori tanah lanau-lempung karena tanah yang lolos saringan No. 200 lebih dari 35%. Menurut klasifikasi tanah AASHTO dari data yang didapatkan menunjukkan bahwa Jalan Desa Sudimanik Kec. Cibaliung Kab. Pandeglang, termasuk tanah lanau-lempung dengan persentase lolos saringan No. 200 sebesar 51,5%.

Tabel 5.3 Hasil Analisa Besar Butir

Nomor Saringan	Diameter lubang saringan (mm)	Berat saringan (gram)	Berat saringan + benda uji (gram)	Berat tanah yang tertahan saringan (gram)	% berat tanah tertahan saringan	% kumulati dari tanah yang tertahan	% tanah yang lolos
4	4,75	530	573	43	8,6	8,6	91,4
10	2	404,5	460,5	56	11,2	19,8	80,2
20	0,85	402	480,5	78,5	15,7	35,5	64,5
40	0,425	241	273	32	6,4	41,9	58,1
60	0,25	379	394	15	3	44,9	55,1
140	0,106	348	365,5	17,5	3,5	48,4	51,6
200	0,075	184	184,5	0,5	0,1	48,5	51,5
Pan	0	446	703,5	257,5	51,5	100	0
Jumlah				500	100		

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

#### 5.2.4 Kadar Air Tanah

Kadar air tanah merupakan perbandingan antara berat air dengan berat butiran padat dalam tanah tersebut, dinyatakan dalam persen (SNI 1965:2008). Hasil pengujian kadar air tanah di Jalan Desa Sudimanik Kec. Cibaliung Kab. Pandeglang adalah sebesar 23,578%.

#### 5.2.5 Berat Jenis Butir

Pengujian berat jenis merupakan angka perbandingan antara berat isi butir tanah dan berat isi air suling pada temperature dan volume yang sama (SNI 1964:2008). Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di Jalan Desa Sudimanik Kec. Cibaliung, Kab. Pandeglang memiliki berat jenis tanah sebesar 2,61.

Tabel 5.4 Hasil Berat Jenis

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau Tak Organik	2,62 - 2,68
Lempung Organik	2,58 - 2,65
Lempung Tak Organik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,80

(Sumber : Hardiyatmo, 2012)

Tabel 5.5 Nilai Berat Jenis Pada Tanah Asli dan Variasi Semen *Slag*

Variasi	Berat Jenis	Macam Tanah
0%	2,59	Lempung Organik
10%	2,60	Lempung Organik
15%	2,63	Lempung Organik
20%	2,65	Lempung Organik
25%	2,68	Lempung Tak Organik
30%	2,73	Lempung Tak Organik

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Nilai berat jenis tanah yang diperoleh harus dirata-ratakan dari kedua nilai berat jenis tersebut dengan sampel tanah lolos saringan No. 4 dan No. 10. Berdasarkan data yang diperoleh maka tanah tersebut dengan variasi semen *slag* 0% termasuk kedalam kategori macam tanah lempung organik dengan nilai berat jenis sebesar 2,59, tanah dengan variasi semen *slag* 10% termasuk kedalam kategori macam tanah lempung organik dengan nilai berat jenis sebesar 2,60, tanah dengan variasi semen *slag* 15% termasuk kedalam kategori macam tanah lempung organik dengan nilai berat jenis sebesar 2,63, , tanah dengan variasi semen *slag* 20% termasuk kedalam kategori macam tanah lempung organik dengan nilai berat jenis sebesar 2,65, , tanah dengan variasi semen *slag* 25% termasuk kedalam kategori macam tanah lempung tak organik dengan nilai berat jenis sebesar 2,68, tanah dengan variasi semen *slag* 30% termasuk kedalam kategori macam tanah lempung tak organik dengan nilai berat jenis sebesar 2,73.

### 5.2.6 Batas Cair

Pengujian batas cair tanah adalah untuk menentukan nilai batas cair tanah yaitu besaran kadar air dalam persen ditentukan dari 25 pukulan pada pengujian batas cair (SNI 1967:2008). Benda uji untuk batas cair yaitu tanah dikeringkan udara selama  $\pm 24$  jam. Kemudian setelah dikeringkan masih terdapat gumpalan, maka tanah tersebut ditumbuk dengan palu karet dan diusahakan tidak sampai menghancurkan butiran tanah. Jadi pada saat menumbuk, jangan terlalu keras. Setelah ditumbuk, tanah disaring hingga lolos saringan No. 40. Tanah yang diperlukan untuk benda uji sebanyak 50 gram(SNI 1967:2008).

Pengujian batas cair dilakukan dengan mencampurkan tanah dengan air suling hingga homogen, kemudian diolehkan pada alat *cassagrande* hingga ketebalan 1 cm. Kemudian buat celah menggunakan *grooving tools* hingga tanah terbelah menjadi 2 bagian. Alat *cassagrande* diketuk dengan cara memutar knop dengan kecepatan 2 putaran perdetik hingga celah menyatu. Setelah celah menyatu, ambil tanah di bagian celah kemudian timbang dan keringkan dalam *oven* selama 24 jam. Setelah 24 jam, timbang kembali untuk mengetahui kadar airnya.



**Gambar 5.4** Pengujian Batas Cair

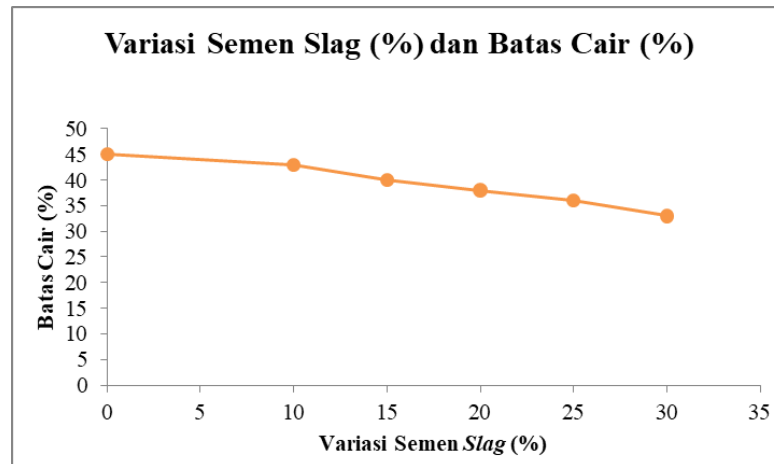
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

Berdasarkan dari hasil pengujian batas cair yang dilakukan tanah di Jalan Desa Sudimanik Kec. Cibaliung, Kab. Pandeglang, dengan variasi yang digunakan memiliki nilai batas cair sebagai berikut :

Tabel 5.6 Nilai Batas Cair Pada Tanah dan Variasi Semen *Slag*

Nama Properties	Tanah	Kadar Semen	Kadar Semen	Kadar Semen	Kadar Semen	Kadar Semen
Tanah	Asli	<i>Slag</i> 10%	<i>Slag</i> 15%	<i>Slag</i> 20%	<i>Slag</i> 25%	<i>Slag</i> 30%
Batas Cair	45%	43%	40%	38%	36%	33%

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)



Gambar 5.5 Pengaruh *Slag* Semen terhadap Nilai Batas Cair

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

Tabel 5.7 Nilai Batas Cair Tanah

Kategori	Presentase (%)
<i>Low Liquid Limit</i>	20-25
<i>Intermediate Limit</i>	25-50
<i>High Limit</i>	50-70
<i>Very Limit</i>	70-80
<i>Extra High</i>	>90

(Sumber : Krebs, 1971)

Berdasarkan data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa nilai batas cair mengalami penurunan seiring semakin banyaknya semen *slag* yang ditambahkan. Nilai batas cair berada pada kategori *Intermediate Limit*. Nilai batas cair digunakan untuk mencari nilai indeks plastisitas tanah yang akan digunakan untuk klasifikasi tanah.

### 5.2.7 Batas Plastis

Batas plastis merupakan cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah bertujuan untuk menentukan batas terendah kadar air ketika tanah dalam keadaan plastis dan angka indeks plastisitas tanah (SNI 1966:2008). Benda uji yang digunakan yaitu tanah yang lolos saringan no. 40 sebanyak 200gram.





**Gambar 5.6** Pengujian Batas Plastis

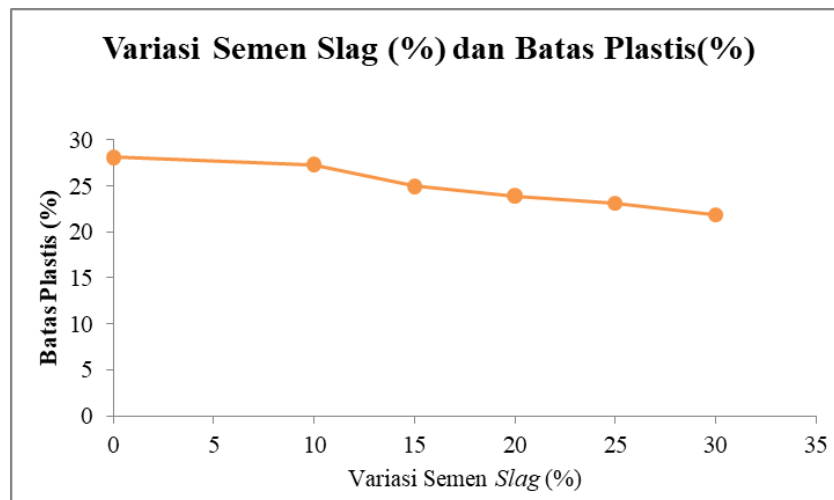
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

Berdasarkan dari hasil pengujian batas plastis yang dilakukan tanah di Jalan Desa Sudimanik Kec. Cibaliung, Kab. Pandeglang, dengan variasi yang digunakan memiliki nilai batas cair sebagai berikut :

**Tabel 5.8** Nilai Batas Plastis Tanah dan Variasi Semen *Slag*

Properties Tanah	Tanah Asli	Kadar Semen 10 %	Kadar Semen 15 %	Kadar Semen 20 %	Kadar Semen 25 %	Kadar Semen 30 %
Batas Plastis	28,11%	27,33%	24,96%	23,92%	23,11%	21,86%

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)



**Gambar 5.7** Pengaruh *Slag* Semen terhadap Nilai Batas Plastis

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

Berdasarkan data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa nilai batas plastis mengalami penurunan seiring semakin banyaknya semen *slag* yang ditambahkan. Nilai batas plastis dapat digunakan untuk mencari indeks plastisitas tanah yang akan digunakan untuk menentukan klasifikasi tanah.



### 5.2.8 Indeks Plastisitas

Indeks plastisitas dapat diperoleh dari nilai batas cair dan batas plastis pada setiap variasi campuran, nilai indeks plastisitas adalah selisih antara batas cair dan batas plastis. Maka didapat nilai indeks plastisitas pada Jalan Desa Sudimanik Kec. Cibaliung, Kab. Pandeglang,.

Tabel 5.9 Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Jenis Tanah	Sifat Plastisitas	Kohesi
0	Pasir	Non Plastis	Non Kohesif
<7	Lanau	Plastisitas Rendah	Agak Kohesif
7.-17	Lempung Berlanau	Plastisitas Sedang	Kohesif
>17	Lempung Murni	Plastisitas Tinggi	Kohesif

(Sumber : Jumikis, 1962)

Tabel 5.10 Nilai Indek Plastisitas Tanah pada setiap Variasi Semen *Slag*

Properties Tanah	Tanah Asli	Kadar Semen 10 %	Kadar Semen 15 %	Kadar Semen 20 %	Kadar Semen 25 %	Kadar Semen 30 %
Berat Jenis	2,59	2,60	2,63	2,65	2,68	2,73
Batas Cair	45%	43%	40%	38%	36%	33%
Batas Plastis	28,11%	27,33%	24,96%	23,92%	23,11%	21,86%
Indeks Plastisitas	16,89%	15,67%	15,04%	14,08%	12,89%	11,14%
<b>Indeks Plastisitas</b>						
<b>Jenis Tanah</b>						
Lempung Berlanau	Lempung Berlanau	Lempung Berlanau	Lempung Berlanau	Lempung Berlanau	Lempung Berlanau	Lempung Berlanau
<b>Sifat Plastisitas</b>						
Plastisitas Sedang	Plastisitas Sedang	Plastisitas Sedang	Plastisitas Sedang	Plastisitas Sedang	Plastisitas Sedang	Plastisitas Sedang
<b>Kohesi</b>						
Kohesif	Kohesif	Kohesif	Kohesif	Kohesif	Kohesif	Kohesif

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

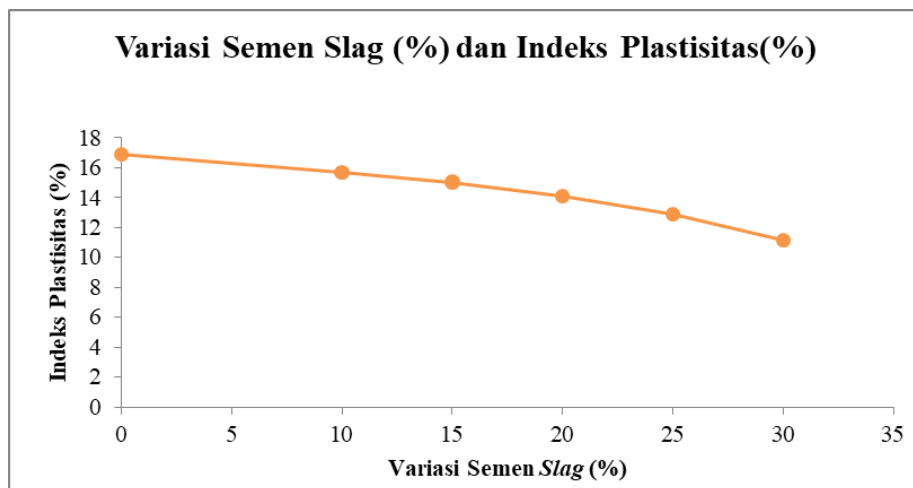
Berdasarkan data yang diperoleh, maka dapat diketahui bahwa nilai indeks plastisitas tanah pada setiap variasi semen *Slag* 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% termasuk kedalam kategori jenis tanah lempung berlanau dengan plastisitas sedang dan bersifat kohesif.

Tabel 5.11 Standar Indeks Plastisitas untuk Material Jalan

No	Material	PI (%)
1	<i>Subgrade</i>	≤15%
2	<i>Subbase</i>	≤10%
3	<i>Base Course</i>	≤4%

(Sumber : Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya Departemen PU, 1972)

Berdasarkan tabel 5.9, tanah hasil pengujian indeks plastisitas dengan penambahan semen *slag* 0%, 10%, 15% tidak memenuhi persyaratan digunakan sebagai *subgrade*, karena memiliki nilai PI sebesar 16,89%, 15,67% dan 15,04% dimana untuk memenuhi persyaratan yang disarankan yaitu dibawah nilai 15%. Sedangkan untuk hasil pengujian indeks plastisitas dengan penambahan semen *slag* 20%, 25% dan 30% memenuhi persyaratan digunakan untuk *subgrade* karena memiliki nilai PI sebesar 14,89%, 12,08% dan 11,14%.



**Gambar 5.8** Grafik Pengaruh Semen *Slag* Pada Indeks Plastisitas (IP)

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

Berdasarkan data yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa nilai indeks plastisitas mengalami penurunan seiring bertambahnya variasi semen *slag* yang digunakan. Dengan penambahan semen *slag*, berpengaruh baik terhadap nilai indeks plastisitas tanah pada Jalan Desa Sudimanik Kec. Cibaliung, Kab. Pandeglang.

### 5.3 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Penentuan klasifikasi tanah dalam penelitian ini berdasarkan pada sistem *American Association of State Highway and Transport Officials (AASHTO)*. Beberapa pengujian yang diperlukan untuk klasifikasi tanah AASHTO antara lain pengujian analisa besar butir, nilai batas cair dan batas plastis. Hasil pengujian sebelumnya yaitu :

a. Analisa Besar Butir

Jumlah tanah yang lolos saringan No. 200 lebih dari 35%, sehingga termasuk tanah lanau-lempung

b. Batas Cair

Nilai batas cair : 45%

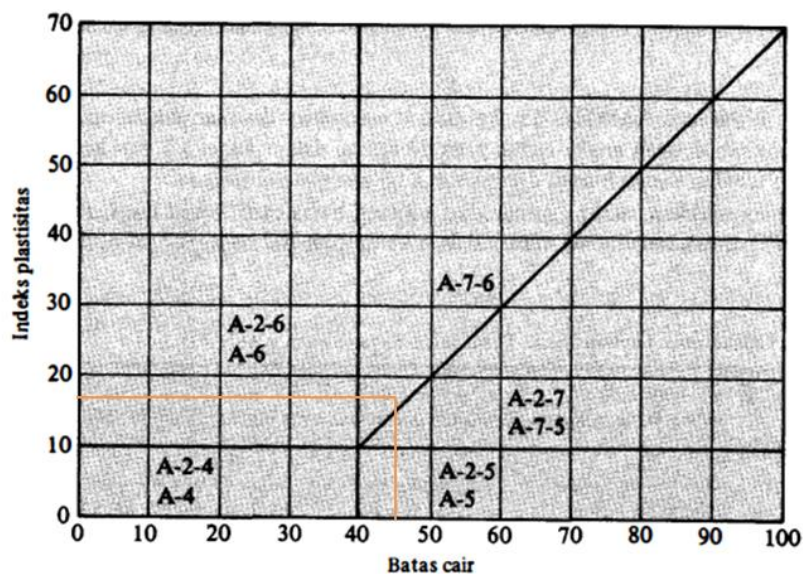
c. Indeks Plastisitas (IP)

Nilai indeks plastisitas = 16,89%

d. Indeks Grup (GI)

$$GI = (51,5-35)[0,2+0,005(45-40)]+0,01(51,5-15)(16,89-10) = 6,2$$

Berdasarkan data tersebut, kemudian dicocokkan dengan tabel sistem klasifikasi tanah AASHTO maka diperoleh Jalan Desa Sudimanik Kec. Cibaliung, Kab. Pandeglang. Sebagai tanah lanau – lempung, klasifikasi kelompok A-7-5 tipe material yang paling dominan tanah berlempung dengan penilaian sebagai bahan dasar tanah biasa sampai jelek.



**Gambar 5.9** Grafik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas

(Sumber : Das, 1985)

Tabel 5.12 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah Lanau - Lempung (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
	Klasifikasi Kelompok	A-4	A-5	A-6
Analisis Ayakan (% lolos)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat Fraksi yang lolos ayakan No. 40				
Batas Cair (LL)	Maks 40	Maks 41	Maks 40	Min 41
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe Material yang Paling Dominan	Tanah Berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek			
Untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$				
Untuk A-7-6, $PI > LL - 30$				

(Sumber : Das, 1985)

#### 5.4 Pemadatan Tanah

Pengujian pemadatan laboratorium penelitian kali ini menggunakan *Standard Proctor test* yang dimaksudkan untuk menentukan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum kemudian dapat digunakan untuk menentukan syarat yang harus dicapai pada pekerjaan pemadatan tanah dilapangan (SNI 1742-2008). Dalam pengujian pemadatan, tanah yang diperlukan yaitu sebanyak 2,5 kg per benda uji. Pengujian pemadatan dilakukan pada setiap variasi semen *slag* untuk mengetahui berat isi kering maksimum dan kadar air optimum pada setiap variasi.



Gambar 5.10 Pengujian Pemadatan Tanah

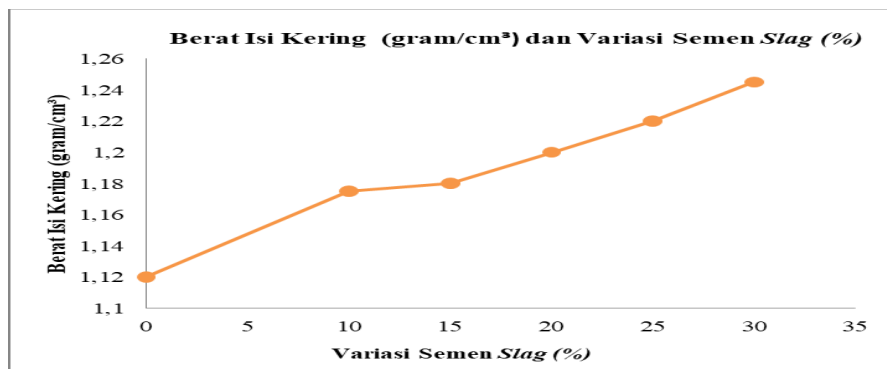
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

Hasil pengujian pemadatan dapat diperoleh dari grafik pemadatan yaitu hubungan antara berat isi kering dengan kadar air yang membentuk kurva parabola. Dalam pengujian kali ini diperoleh data berat isi kering maksimum dan kadar air optimum dari setiap variasi semen *slag* yang di tambahkan seperti pada tabel 5.11.

Tabel 5.13 Hasil Pengujiann Pemadatan pada setiap Variasi Semen *Slag*

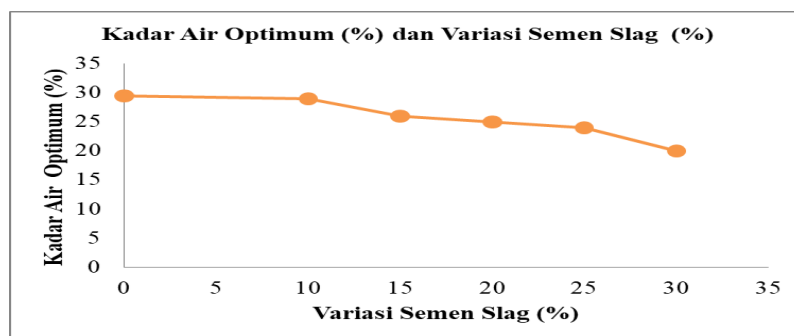
Variasi	Kadar Air Optimum (%)	Berat Isi Kering (gram/cm <sup>3</sup> )
Tanah + 0 % Semen <i>Slag</i>	29,5	1,12
Tanah + 10 % Semen <i>Slag</i>	29	1,175
Tanah + 15 % Semen <i>Slag</i>	26	1,18
Tanah + 20 % Semen <i>Slag</i>	25	1,2
Tanah + 25 % Semen <i>Slag</i>	24	1,22
Tanah + 30 % Semen <i>Slag</i>	20	1,245

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)



**Gambar 5.11** Grafik Berat Isi Kering Maksimum Pada Setiap Variasi Semen *Slag*

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)



**Gambar 5.12** Grafik Kadar Air Optimum Pada Setiap Variasi Semen *Slag*

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

Dari Gambar 5.11 dan 5.12 diatas, diperoleh bahwa penambahan kadar semen *slag* disetiap variasi campuran dapat menaikkan nilai berat isi kering maksimum dan dapat menurunkan nilai kadar air

optimum karena semen *slag* memiliki kandungan silika dan karakteristik *cementitious* yang mampu mengeras dan menambah kekuatan jika menjadi bahan tambah.

### **5.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas**

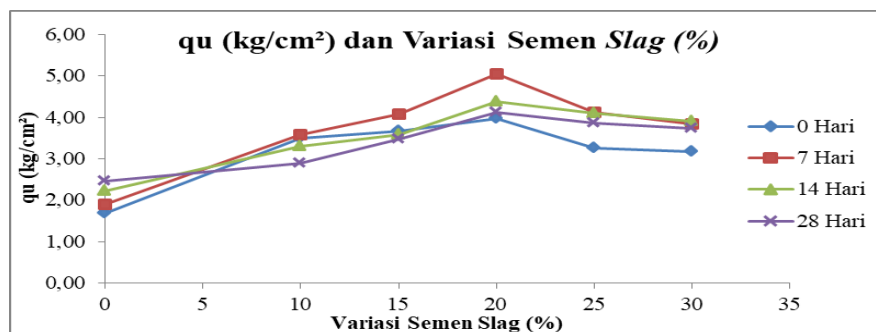
Pengujian kuat tekan bebas diperoleh dari pengujian pemadatan tanah di laboratorium yang diambil sampelnya. Setelah itu dikeluarkan dengan alat pengeluar benda uji kuat tekan bebas tanah. Kemudian memeriksa kuat tekan bebas dengan cara mengontrol regangannya. Mengukur panjang benda uji menggunakan penggaris atau jangka sorong ketelitian neraca 0,1 cm. lalu meletakkan benda uji diatas mesin secara sentris dengan cara mengatur mesin agar plat atas menyentuh permukaan benda uji.

Pada saat pengujian, mengatur arloji tegangan pada posisi nol dan arloji regangan pula. Kemudian melakukan pembacaan pada waktu 30 detik, 60 detik, dan pembacaan selanjutnya dilakukan setiap 60 detik. Jika regangan mencapai 15% tetapi benda uji belum runtuh, maka percobaan dihentikan. Lalu menimbang benda uji menggunakan timbangan dengan ketelitian 0.1 gram kemudian dimasukan kedalam oven untuk pengujian kadar airnya yang mengacu pada SNI 3638:2012). Maka data yang diperoleh dari pengujian kuat tekan bebas kemudian dihitung lalu dianalisa. Berikut hasil nilai  $q_u$  dengan bahan tambah semen *slag* dapat dilihat di tabel 5.14 :

Tabel 5.14 Nilai Qu dengan Persentase Kadar Semen Slag

Variasi Semen Slag (%)	Waktu Pemeraman (Hari)	Qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Persentase Kenaikan (%)
0%	0	1,67	-
	7	1,89	13,22
	14	2,22	32,90
	28	2,45	46,86
10%	0	3,50	109,48
	7	3,58	114,10
	14	3,30	97,39
	28	2,90	73,44
15%	0	3,66	119,16
	7	4,07	143,86
	14	3,59	114,91
	28	3,48	108,44
20%	0	3,98	138,15
	7	5,05	202,61
	14	4,38	162,15
	28	4,12	146,96
25%	0	3,25	94,56
	7	4,12	146,69
	14	4,10	145,36
	28	3,86	130,98
30%	0	3,18	90,42
	7	3,83	129,48
	14	3,89	133,23
	28	3,72	122,97

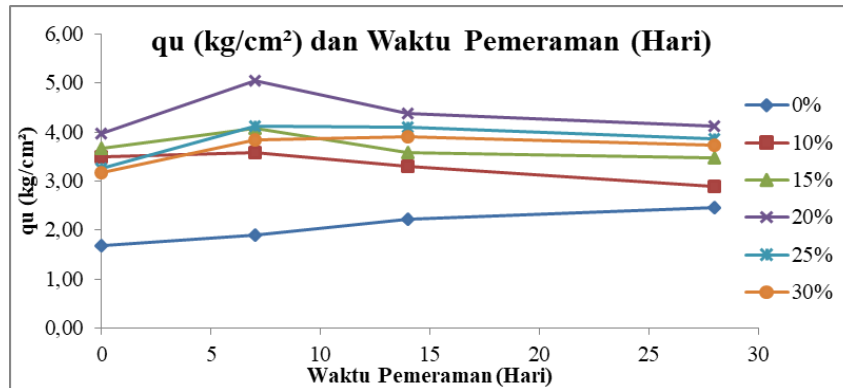
(Sumber : Analisis Penulis, 2023)



Gambar 5.13 Hubungan Nilai Qu Terhadap Semen Slag

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

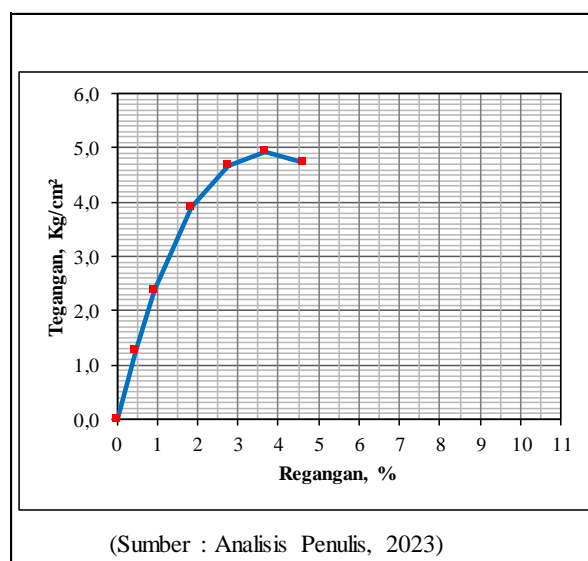




**Gambar 5.14** Hubungan Nilai Qu Terhadap Waktu Pemeraman  
(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

Dari data di atas diperoleh hasil pengujian kuat tekan bebas maksimum yaitu dipenambahan semen *slag* 20% dengan lama pemeraman 7 hari. Hal ini terjadi karena rongga – rongga didalam tanah masih belum terpenuhi dengan bahan tambah yang digunakan, hal ini menyebabkan di pemeraman selanjutnya nilai kuat tekan bebas menjadi menurun. Jika dilihat dari kandungan semen *slag* memiliki senyawa silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan mempunyai karakteristik *cementitious* yang mampu mengeras dan menambah kekuatan jika menjadi bahan aditif dengan lama pemeramannya. Maka jumlah penambahan semen *slag* sangat berpengaruh untuk mendapatkan nilai kuat tekan bebas maksimum, seperti pada penelitian Rani (2017) dengan penambahan semen *slag* 40% pada pemeraman 28 hari.

**Variasi semen Slag (20%) – Benda Uji 2 (7hari)**



(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

**Gambar 5.15** Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan Sampel 2-20%-7  
(Sumber : Analisis Penulis 2023)

Gambar 5.15 diatas menunjukkan bahwa grafik hubungan antara regangan dengan tegangan pada salah satu sampel kuat tekan bebas yaitu sampel 2 dengan nilai optimum pada variasi semen *slag* 20% dengan waktu pemeraman 7 hari didapat nilai  $q_u$  sebesar 4,914 kg/cm<sup>2</sup> dan regangan 4%.

Tabel 5.15 Konsistensi dan Kekuatan Tanah Lempung

Konsistensi	UCT (kg/cm <sup>2</sup> )
<i>Very Soft</i>	<0,25
<i>Soft</i>	0,25-0,5
<i>medium</i>	0,5-1,0
<i>Stiff</i>	1,0-2,0
<i>Very Stiff</i>	2,0-4,0
<i>Hard</i>	>4

(Sumber : Hardiyatmo, 1992)

Dilihat dari tabel 5.13 bahwa nilai  $q_u$  tanah di Jalan Desa Sudimanik Kec. Cibaliung, Kab. Pandeglang sebelum pencampuran semen *slag* memiliki nilai sebesar 1,67 kg/cm<sup>2</sup> yang termasuk konsistensi *stiff* dengan nilai  $q_u$  1,0-2,0 kg/cm<sup>2</sup> kemudian nilai  $q_u$  meningkat setelah pencampuran semen *slag* pada variasi 20% dengan waktu pemeraman 7 hari yaitu menjadi 5,05 kg/cm<sup>2</sup> yang termasuk kedalam konsistensi *hard* dengan nilai  $q_u$  >4 kg/cm<sup>2</sup>. Maka dapat disimpulkan bahwa semen *slag* memiliki pengaruh dalam proses stabilisasi tanah karena dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) yang semula masuk kedalam konsistensi *stiff* menjadi konsistensi *hard*.

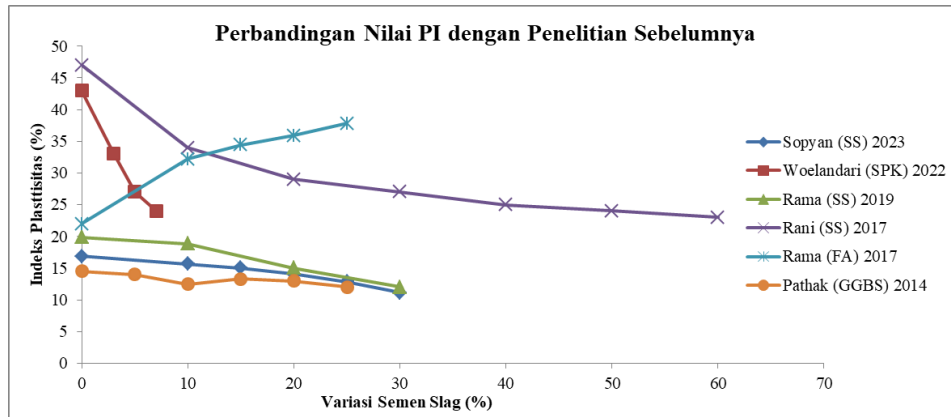
### 5.7 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Sebelumnya

Untuk menunjukkan data agar dapat dikatakan kesesuaiannya, maka perlukan perbandingan dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian sebelumnya oleh penulis yaitu Kusuma, R. I. (2017) yang menggunakan bahan limbah *fly ash*, Kusuma, R. I. (2019) menggunakan bahan tambah semen *slag*, Fathonah, W. (2022) menggunakan semen *portland* komposit, Rani (2017) menggunakan ggbs, dan Pathak (2014) menggunakan ggbs. Berikut ini adalah tabel dan grafik yang menunjukkan hasil dan perbandingan dengan penelitian ini.

Tabel 5.16 Perbandingan Nilai Indeks Plastisitas terhadap Penelitian Sebelumnya

Pathak (2014)		Rama Indera K (2017)		Rani (2017)		Rama Indera K (2019)		Woelandari P (2022)		Sopyan (2023)	
PI (%)	GGBS (%)	PI (%)	FA (%)	PI (%)	GGBS (%)	PI (%)	SS (%)	PI (%)	SPK (%)	PI (%)	SS (%)
14,5	0	22	0	47	0	19,86	0	43	0	16,89	0
14	5	32,2	10	34	10	18,83	10	33	3	15,67	10
13,5	10	34,45	15	29	20	15,03	20	27	5	15,04	15
13,3	15	35,9	20	27	30	12,06	30	24	7	14,89	20
13	20	37,8	25	25	40					12,08	25
12	25			24	50					11,14	30
				23	60						

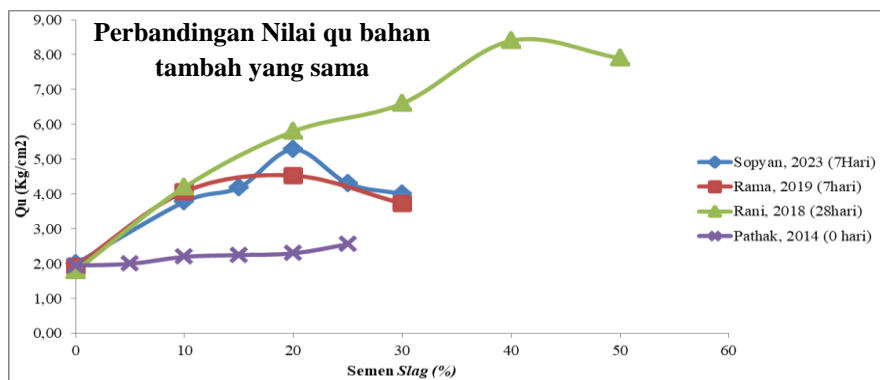
(Sumber : Analisis Penulis, 2023)



Gambar 5.16 Grafik Perbandingan Nilai Indeks Plastisitas terhadap Penelitian Sebelumnya

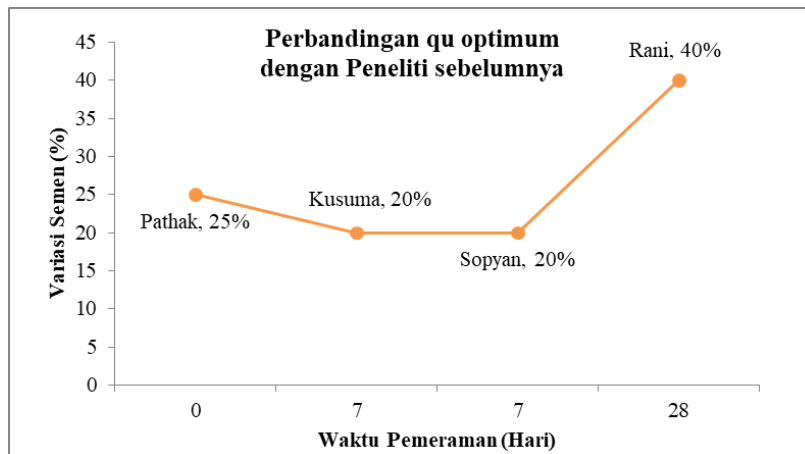
(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

Pada gambar 5.16 dapat diketahui perbandingan nilai indeks plastisitas dari setiap bahan tambah yang gunakan. Nilai indeks plastisitas optimum penelitian penulis adalah 14,89%, nilai optimum penelitian sebelumnya (Rama, I. K 2017) menggunakan fly ash sebesar 35,9%, (Rama, I. K. 2019) menggunakan bahan tambah Semen *Slag* sebesar 15,03%, (Woelandari, P. 2022) menggunakan bahan tambah semen *portland* komposit sebesar 27%, (Rani 2017) menggunakan bahan tambah GGBS sebesar 22%, dan (Pathak, 2014) menggunakan bahan tambah GGBS sebesar 12,46%.



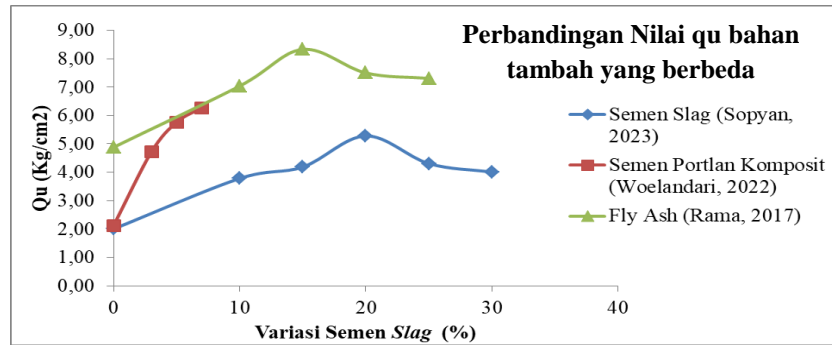
**Gambr 5.17** Grafik Perbandingan Nilai Qu terhadap Penelitian Sebelumnya dengan Bahan Tambah yang sama  
(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

Pada grafik 5.17 diatas bahwa diperoleh nilai qu optimum penelitian penulis yaitu 5,05 kg/cm<sup>2</sup> pada variasi semen *slag* 20% dengan waktu pemeraman 7 hari, nilai qu optimum penelitian sebelumnya (Rama, 2019) sebesar 4,53 kg/cm<sup>2</sup> pada kadar slag semen 20% dengan waktu pemeraman 7 hari, nilai qu optimum penelitian sebelumnya (Rani, 2018) sebesar 8,4 kg/cm<sup>2</sup> pada kadar slag semen 40% dengan waktu pemeraman 28 hari, nilai qu optimum penelitian sebelumnya (Pathak, 2014) sebesar 2,56 kg/cm<sup>2</sup> pada kadar slag semen 25% dengan waktu pemeraman 0 hari.



**Gambar 5.18** Grafik Perbandingan Nilai qu Optimum dengan Peneliti Sebelumnya  
(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

Pada gambar 5.18 diatas dapat dilihat bahwa dari penelitian Pathak, nilai qu optimum tanah dengan bahan tambah semen *slag* terdapat pada variasi campuran 25% dengan pemeraman 0 hari, penelitian Kusuma, nilai qu optimum tanah dengan bahan tambah semen *slag* terdapat pada variasi campuran 20% dengan pemeraman 7 hari, penelitian Sopyan, nilai qu optimum tanah dengan bahan tambah semen *slag* terdapat pada variasi campuran 20% dengan pemeraman 7 hari, dan penelitian Rani, nilai qu optimum tanah dengan bahan tambah semen *slag* terdapat pada variasi campuran 40% dengan pemeraman 28 hari.



**Gambar 5.19** Grafik Perbandingan Nilai Qu terhadap Penelitian Sebelumnya dengan Bahan Tambah Berbeda

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

Pada gambar 5.19 diatas dapat dilihat bahwa nilai qu optimum tanah dengan bahan tambah semen *slag* terdapat pada variasi campuran 20% dengan pemeraman 7 hari yaitu sebesar 5,05 kg/cm<sup>2</sup>, nilai qu optimum tanah dengan bahan tambah semen *portland* komposit terdapat pada variasi campuran 7% dengan pemeraman 7 hari yaitu sebesar 6.276 kg/cm<sup>2</sup>, dan nilai qu optimum tanah dengan bahan tambah *fly ash* terdapat pada variasi campuran 15% dengan pemeraman 28 hari yaitu sebesar 8,33 kg/cm<sup>2</sup>.

### 5.8 Contoh Ilustrasi Pengaplikasian Bahan Tambah di Lapangan

Pada penelitian ini dapat digunakan untuk stabilisasi tanah dengan nilai variasi bahan tambah optimumnya semen *slag* yaitu 20% pemeraman 7 hari dengan mendapatkan nilai 5,05 kg/cm<sup>2</sup> dapat diaplikasikan dilapangan untuk stabilisasi tanah dengan bahan tambah pada umumnya pada pembuatan jalan. Setelah melakukan pengujian stabilisasi tanah, semen *slag* dapat menurunkan nilai indeks plastisitas dan meningkatkan nilai kuat tekan bebas. Sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan stabilisasi tanah.

#### a. Perhitungan Kebutuhan Bahan Tambah di Lapangan

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian ini nilai qu dan indeks plastisitas yang baik digunakan berada pada persentase variasi semen *slag* 20%. Tebal pencampuran dilapangan digunakan adalah 30 cm. Berikut perhitungan kebutuhan jumlah semen *slag* :

$$\text{Volume Tanah} = 1\text{m} \times 1\text{m} \times 0,3\text{m} = 0,3\text{m}^3$$

$$\text{Y dry maksimum} = 1,175 \text{ gram/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Tanah Kering} &= y_{\text{dry maksimum}} \times \text{Volume Tanah} \\ &= 1170 \text{ kg/m}^3 \\ &= 351 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Semen Slag} &= 20\% \times \text{Massa Tanah Kering} \\ &= 20\% \times 351 \text{ kg} \\ &= 70,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Massa} &= \text{Massa Tanah Kering} + \text{Semen Slag} \\ &= 351 \text{ kg} + 70,2 \text{ kg} \\ &= 421,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Air} &= \text{Kadar Air Optimum} \times \text{Total Massa} \\ &= 29\% \times 421,2 \text{ kg} \\ &= 122,148 \text{ liter} \end{aligned}$$

Tabel 5.17 Kebutuhan Material Pada Pelaksanaan Stabilisasi Tanah dengan Semen *Slag*

Luas Tanah (M <sup>2</sup> )	Volume Tanah (m <sup>3</sup> )	Massa Tanah Kering (Kg)	Semen <i>Slag</i> (Kg)	Total Massa (Kg)	Air (Liter)
1	0,3	351	70,2	421,2	122,148

(Sumber : Analisis Penulis, 2023)

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diperoleh bahawa setiap luasan 1m<sup>2</sup> penggunaan semen *slag* untuk stabilisasi tanah sebesar 70,2 kg dan air sebanyak 122,148 liter, untuk selanjutnya disesuaikan dengan kebutuhan dilapangan.

### b. Perhitungan Kuat Tekan Bebas

Perhitungan Regangan

$$\begin{aligned} \text{Regangan} &= \text{Pembacaan Arloji} / H_0 \\ \text{Waktu 30 detik} &= 30 / 65 \\ &= 0,5 \quad \% \end{aligned}$$

Perhitungan Beban

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= \text{Pembacaan Arloji} \times \text{Kalibrasi} \\ \text{Waktu 30 detik} &= 4 \times 0,642 \\ &= 2,568 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

Perhitungan Luas Koreksi

$$\begin{aligned} \text{Luas Koreksi} &= A_0 / (1 - \text{regangan}) \\ &= 855,64 / (1 - 0,5) \\ &= 8,595 \quad \text{cm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Tegangan

$$\begin{aligned} \text{Tegangan} &= \text{Beban} / \text{Luas Koreksi} \\ &= 2,568 / 8,595 \\ &= 0,299 \quad \text{kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Kuat Tekan Bebas

$$\begin{aligned} q_u &= \frac{\text{Beban Maksimum (P)}}{\text{Luas Penampang Rata - Rata (A)}} \\ &= 16,050 / 9,239 \\ &= 1,737 \quad \text{kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Kuat Geser

$$\begin{aligned} S_u &= q_u / 2 \\ &= 1,737 / 2 \\ &= 0,87 \quad \text{kg/cm}^2 \end{aligned}$$