

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Persiapan Penelitian

Sebelum penelitian dilakukan, ada beberapa tahapan yang dilakukan yaitu pembuatan proposal, pengumpulan informasi dan studi literatur, pengambilan benda uji di lapangan, persiapan bahan stabilisasi, persiapan di laboratorium, dan konsultasi ke dosen pembimbing. Kegiatan – kegiatan ini merupakan rangkaian awal dalam pekerjaan persiapan.

#### 3.2 Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan lapangan yang dilakukan adalah pengambilan sampel tanah. Sampel tanah yang diambil meliputi tanah terganggu (*disturb soil*) dan tanah tidak terganggu (*undisturb soil*). Akan tetapi dalam penelitian ini cukup dengan pengambilan sample dengan cara *disturb soil* (tanah terganggu).

Sampel tanah diambil di lokasi, yaitu di Jln Deli Tua - Pancur Batu ,Medan . Hal ini dilakukan untuk membandingkan nilai – nilai propertis antar sampel tanah agar sesuai dengan target penelitian.

Masing – masing sampel tanah diambil di beberapa titik, hal ini dilakukan agar sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah yang mewakili tanah di lokasi pengambilan sampel..Sedangkan bahan aditif semen dibeli di toko bangunan.

Sampel tanah yang diambil tidak perlu adanya usaha yang dilakukan untuk melindungi sifat dari tanah tersebut.Sampel tanah digunakan untuk pengujian.

Berikut gambar Sampel tanah dan Semen ditunjukkan pada gambar 3.1 di bawah ini:



**Gambar 3.1. Sampel tanah dan Semen**  
**Sumber : Data Lapangan 2016**

### **3.2.1. Peralatan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk batas konsistensi, uji standar Proctor dan CBR laboratorium. Pengujian standar proctor di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Medan Area. Untuk Test CBR, indeks plastisitas, Batas cair tanah & batas plastis tanah di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Politeknik Medan, yang telah sesuai dengan Standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM).

### **3.2.2. Bahan Uji**

1. Tanah, dalam penelitian ini tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang diperoleh di Jln Deli Tua - Pancur Batu ,Medan.
2. Semen yang digunakan dibeli di toko bangunan.
3. Air yang digunakan dari Laboratorium mekanika Tanah UMA & Polmed.

### **3.3 Pekerjaan Laboratorium**

Pengujian Laboratorium di bagi menjadi 2 type :

1. Basic Properties (Tanah Asli + Semen)
2. Engineering Properties (Tanah Asli + Semen)

Pengujian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Medan Area antara lain :

- a. Meliputi test kadar air optimum, Berat Jenis Tanah,kepadatan standart, kepadatan modified, & Gradasi butiran.

Pengujian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Politeknik Medan antara lain :

- b. Meliputi test CBR, Batas cair tanah, Batas plastis tanah, & Indeks plastisitas tanah.

### 3.3.1. Sampel Uji

Sampel pengujian untuk tanah asli yang dibuat untuk masing-masing lokasi *soil sampling* dan kategori secara detail adalah sebagai tabel 3.1 berikut:

**Tabel 3.1.Sampel Pengujian untuk tanah asli + Semen**

No	Pengujian	Jumlah Benda Uji (Sample)			
		Tanah Asli	Tanah + Semen 5%	Tanah + Semen 15%	Tanah+ Semen 30%
1	Kepadatan standart	1	2	2	2
2	Kepadatan modified	1	2	2	2
3	Kadar air optimum	1	2	2	2
4	Berat jenis tanah	1	2	2	2
5	Gradasi butiran	1	2	2	2
6	Atterberg Limit	1	2	2	2
7	Test CBR	10	10	10	10
Total Sample					82

Sumber : Data Laboratorium UMA & Polmed 2016

### 3.4. Pemeriksaan Properties Tanah Asli

Pada tahapan ini dilakukan pengujian – pengujian laboratorium untuk mengetahui sifat – sifat tanah asli. Pengujian ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu pemeriksaan *basic properties* dan *engineering properties*.

### 3.4.1 Pemeriksaan Basic Properties Tanah Asli

#### A. Pengujian Kadar Air

Maksud dari pengujian kadar air tanah adalah mengetahui nilai perbandingan antara berat air di dalam tanah dengan berat butiran tanah tersebut dalam satuan persen.

#### B. Pengujian Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*)

Berikut gambar Uji berat jenis tanah (*specific gravity*) ditunjukkan pada gambar 3.2 di bawah ini:



Gambar 3.2. Uji berat jenis tanah (*specific gravity*)

Sumber : Data Lapangan 2016

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat isi tanah dengan berat isi air dengan perbandingan volume yang sama pada suhu tertentu. Nilai dari *specific gravity* digunakan untuk percobaan pemadatan dan CBR. Hasil percobaan bisa dilihat pada daftar lampiran.

### C. Analisa Saringan

Uji analisis butiran, yaitu uji analisis saringan..Sedangkan uji analisis saringan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang mengandung butir tanah tertahan saringan no. 200.Berikut gambar Sampel tanah pada saat disaring dan timbang ditunjukkan pada gambar 3.3 di bawah ini:



Gambar 3.3. Sampel tanah pada saat disaring dan timbang  
Sumber : Data lapangan 2016

### D. Kepadatan Standart Proctor

Pemadatan standar (*standart compection*) adalah usaha untuk memadatkan contoh tanah yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat-alat pemadatan standar. Aturan-aturan cara yang dapat dilakukan pada pemadatan standar ditunjukkan pada Tabel 3.2 di bawah ini.

**Tabel 3.2.Sampel Pengujian Kepadatan Standart**

No	Keterangan	Standart Cara C
1	Silinder pemadatan	Kecil

2	Material, lolos saringan	No.3/4”
3	Penumbuk	Standar(Dia. 10,16 ± 0,04cm)
4	Jumlah lapisan	3
5	Jumlah tumbukan tiap lapis	25
6	Material siap ditumbuk yang Perlu disediakan setiap kali	5 Kg

(Sumber : Soedarmo, Purnomo, 1997)

### E. Kepadatan Modified

Pemadatan Modified (*modified compaction*) adalah usaha untuk memadatkan contoh tanah yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat-alat pemadatan Modified (berat). Pada penumbukan Modified, perbedaan yang mencolok bila dibandingkan dengan pemadatan standar adalah pada jenis penumbuk, jumlah lapisan dan material tanah yang harus disiapkan. Aturan cara yang dapat dilakukan pada pemadatan Modified ditunjukkan pada Tabel 3.3 dibawah ini :

**Tabel 3.3. Sampel Pengujian Kepadatan Modified**

No	Keterangan	Modified Cara C
1	Silinder pemadatan	Kecil
2	Material, lolos saringan	No.3/4”
3	Penumbuk	Modified (Dia. 10,16 ± 0,04cm)
4	Jumlah lapisan	5
5	Jumlah tumbukan tiap lapis	25
6	Material siap ditumbuk yang Perlu disediakan setiap kali	5.4 Kg

(Sumber : Soedarmo, Purnomo, 1997)

Berikut tabel Summary Laboratory Test terhadap Tanah Asli ditunjukkan pada Tabel 3.4 dibawah ini :

**Tabel 3.4. Summary Laboratory Test terhadap Tanah Asli**

PROPERTIES	SAMPEL
Kadar Air Optimum (Standart Proctor)	7.18 %
Berat Jenis Tanah	2.87 %
Gradasi butiran	76.8 %
Batas Plastis	24.35 %
Indeks Plastisitas	30.28 %
Batas Cair	54.63 %
CBR Laboratorium	5.17 %

Sumber : Laboratorium mekanika tanah UMA & Polmed 2016

### 3.5. Penelitian pada Tanah yang Distabilisasi dengan Semen

Pada pengujian ini, tanah yang diuji adalah tanah yang telah dicampur dengan semen. Pada proses stabilisasi ini, dilakukan perendaman agar kita dapat mengetahui perubahan yang terjadi dalam jangka waktu tertentu diakibatkan oleh proses kimia antara tanah, semen, dan air. Masa perawatan yang dilakukan pada setiap sampel adalah 24 Jam, dan masa perendaman 3 & 7 Hari yang nantinya diharapkan didapat hubungan antara masa perawatan dengan kekuatan benda uji. Hasil percobaan bisa dilihat pada daftar lampiran

#### 3.5.1 Pengujian Batas – Batas Konsistensi

Seperti yang telah dipaparkan di atas, pada penelitian ini dilakukan pengujian Indeks Plastisitas (PI) batas cair (LL) dan batas plastis (PL).

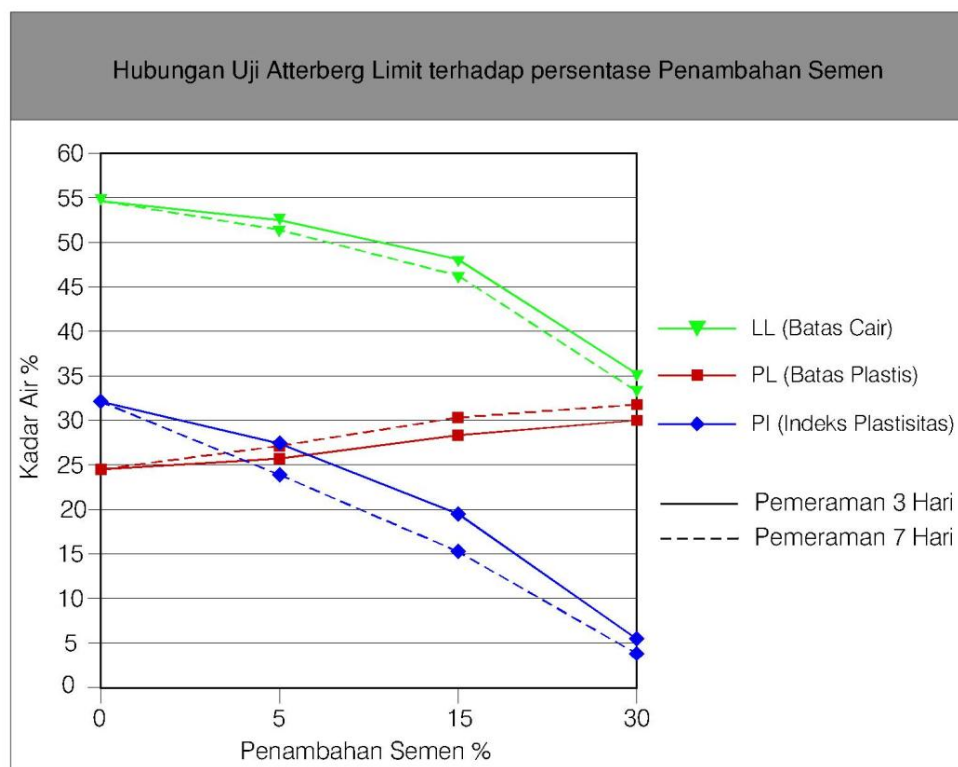
Pemeraman	Campuran	Hasil Uji Batas Konsistensi
-----------	----------	-----------------------------

( Hari )		Batas cair % (LL)	Batas plastis % (PL)	Indeks plastisitas % (PI)
0	Tanah Asli	54.63	24.35	30.28
	Tanah + Semen 5 %	52.76	25.43	27.33
3	Tanah + Semen 15 %	48.5	28.85	19.65
	Tanah + Semen 30 %	35.64	30.4	5.24
	Tanah + Semen 5 %	51.48	27.21	24.27
7	Tanah + Semen 15 %	46.15	30.82	15.33
	Tanah + Semen 30 %	34.68	31.15	3.53

Berikut ini adalah hasil batas cair dan batas plastis dari stabilisasi lempung dengan variasi campuran semen 5%, 15 dan 30% .pada tabel 3.5 ini :

**Tabel 3.5. Hasil uji batas konsistensi tanah (Atterberg Limit)**

Sumber : Laboratorium mekanika tanah Polmed 2016



**Grafik 3.4. Hasil uji batas konsistensi tanah (Atterberg Limit)**



Berdasarkan data-data batas *atterberg*, indeks plastisitas tanah asli sebesar 30,28%. Dengan dilakukannya penambahan semen, dengan berbagai variasi dan umur pemeraman ternyata mampu menurunkan , indeks plastisitas tanah yang cukup signifikan. Nilai penurunan terkecil terjadi pada penambahan semen 30%, dengan besarnya indeks plastisitas tanah pada pemeraman 7 hari sebesar 3.53%. Nilai *IP* yang terjadi lebih tinggi dari pada pemeraman 3 hari yaitu sebesar 5.24%. Hal ini terjadi karena kesulitan di dalam pelaksanaan uji batas plastis, karena semakin lama diperam tanah menjadi lebih keras sehingga nilai batas plastis sulit ditentukan. Keadaan ini mengakibatkan nilai kadar air pada batas cair dan batas plastis menjadi tidak stabil dan menyebabkan gaya tarik menarik antar partikel menjadi turun.

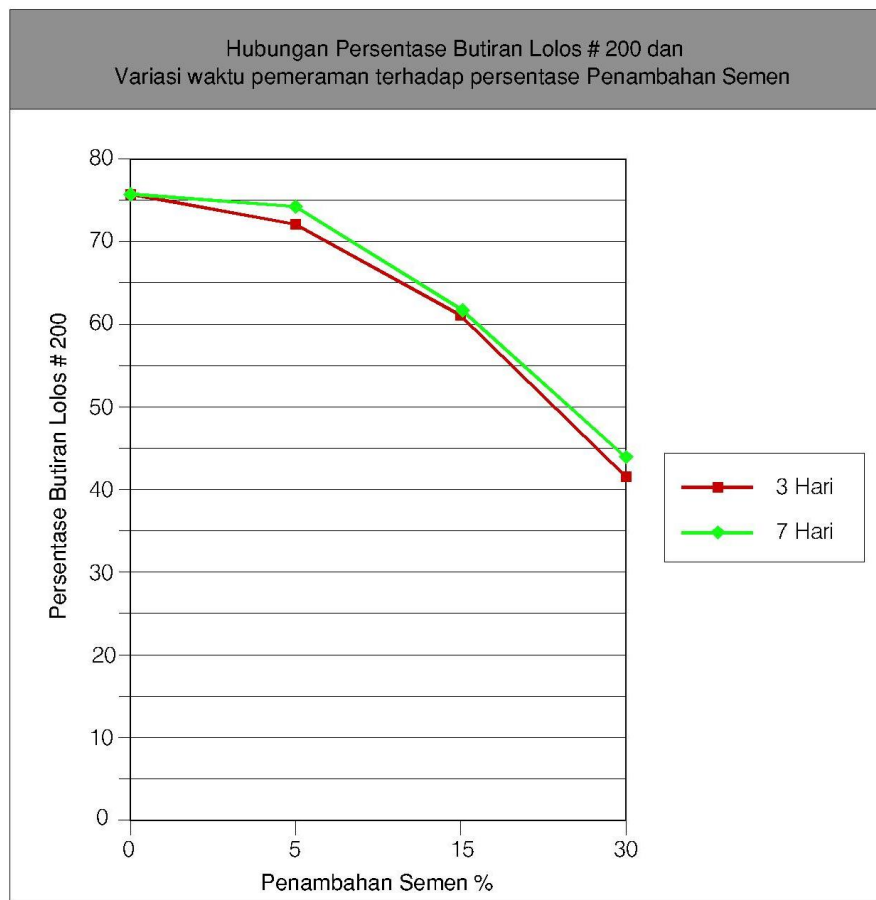
### 3.5.2 Analisa Pengujian uji gradasi butir tanah lolos saringan # 200

Berikut ini adalah Hasil uji gradasi butir tanah lolos saringan # 200. pada tabel 3.6 di bawah ini :

**Tabel 3.6. Hasil uji gradasi butir tanah lolos saringan # 200**

Pemeraman ( Hari )	Campuran	% Butiran Lolos Saringan # 200
0	Tanah Asli	76.8
	Tanah + Semen 5%	73.4
3	Tanah + Semen 15%	61.24
	Tanah + Semen 30%	42.2
	Tanah + Semen 5%	74.63
7	Tanah + Semen 15%	62.8
	Tanah + Semen 30%	44.6

Sumber : Laboratorium mekanika tanah UMA 2016



**Grafik 3.5. Hasil uji gradasi butir tanah lolos saringan # 200**

Pada pengujian *Gradasi butiran* dengan penambahan semen dan lama waktu pemeraman menyebabkan turunnya presentase butiran lolos saringan #200. Pada kondisi tanah asli besarnya presentase lolos saringan #200 sebesar 76.8 %, setelah ditambah semen 30% pada pemeraman 3 hari prosentase lolos saringan #200 menjadi 42.2%. Pada penambahan 30% pemeraman 7 hari persentase lolos saringan #200 menjadi sebesar 44.6%.

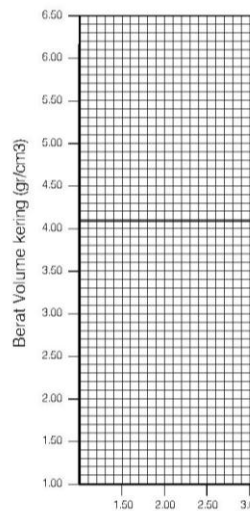
### 3.5.3 Analisa Pengujian Uji Pemadatan Standart Proctor

Berikut ini adalah Hasil Uji Pemadatan Standart Proctor pada tabel 3.7 di bawah ini :

**Tabel 3.7. Hasil Uji Pemadatan Standart Proctor**

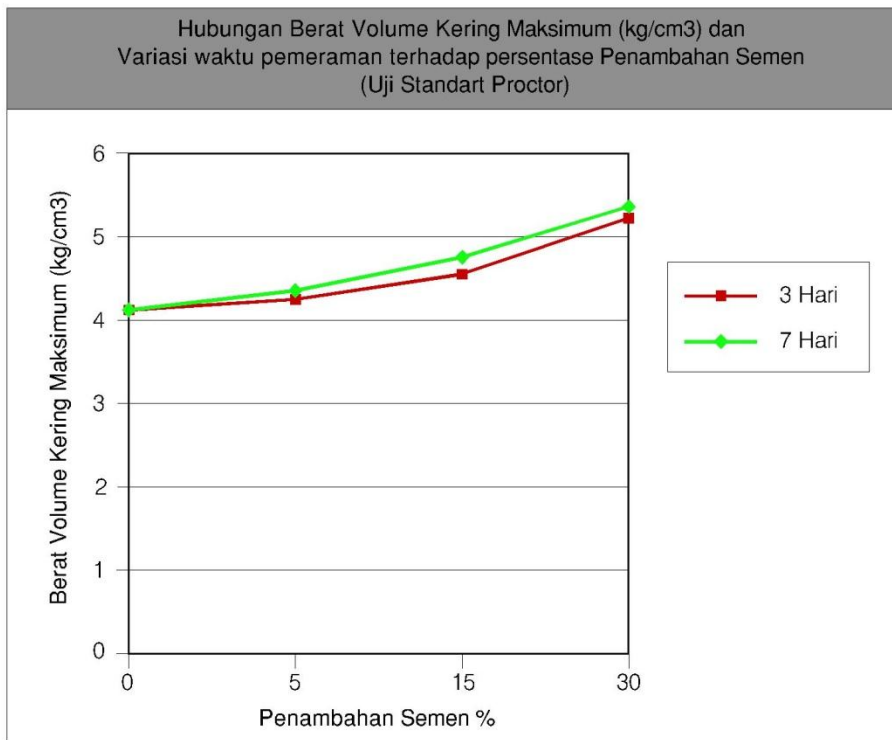
Pemeraman ( Hari )	Campuran	Y dry maks (gr/cm <sup>3</sup> ) Berat Volume kering maksimum	Wopt (%) Kadar Air Optimum
0	Tanah Asli	4.08	7.18
	Tanah + Semen 5%	4.14	6.87
3	Tanah + Semen 15%	4.67	6.23
	Tanah + Semen 30%	5.23	5.14
7	Tanah + Semen 5%	4.23	6.64
	Tanah + Semen 15%	4.71	5.97
	Tanah + Semen 30%	5.34	4.52

**Sumber :**  
*Laboratorium  
mekanika  
tanah  
UMA*

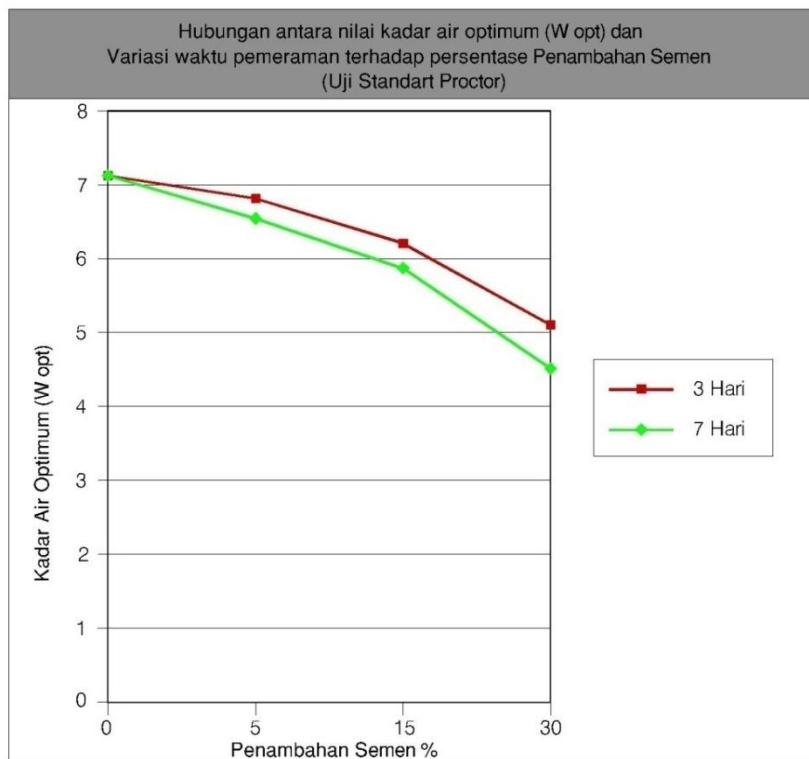


**Grafik 3.6. Grafik Standart Proctor**

**Sumber :** Das, Braja M, (1985), *“Mekanika Tanah, Jilid 1*



**Grafik 3.7. Hasil Uji Berat Volume kering maksimum(Standart Proctor)**



**Grafik 3.8. Hasil Uji Kadar Air Optimum (Standart Proctor)**

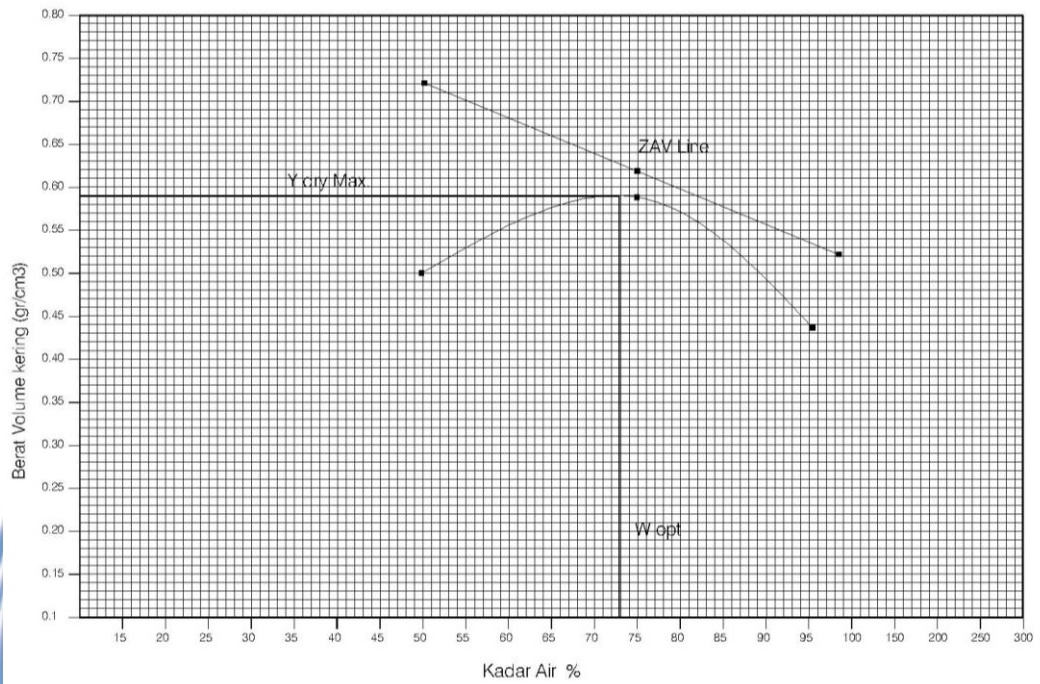
Pada uji pemadatan standar (*Proctor standart compaction*) diperoleh nilai berat volume kering tanah asli sebesar 4.08 gr/cm<sup>3</sup>. Pada penambahan semen 30% terjadi kenaikan sebesar 1.15% yaitu sebesar 5.23% gr/cm<sup>3</sup> pada pemeraman 3 hari, akan tetapi pada pemeraman 7 hari penambahan semen 30% terjadi kenaikan sebesar 1.26% yaitu sebesar 5.34% gr/cm<sup>3</sup>. Pada pemeraman 7 hari terlihat bahwa nilai berat volume kering tanah cenderung naik. Kecenderungan kenaikan berat volume kering maksimum (MDD) tanah menunjukkan terjadinya pembesaran rongga-rongga dalam campuran tanah. Sedangkan kadar air optimum asli sebesar 7.18 gr/cm<sup>3</sup>. Pada penambahan semen 30% terjadi penurunan sebesar 2.04% yaitu sebesar 5.14% gr/cm<sup>3</sup> pada pemeraman 3 hari, akan tetapi pada pemeraman 7 hari penambahan semen 30% terjadi penurunan sebesar 2.66% yaitu sebesar 24.45% gr/cm<sup>3</sup>.

### 3.5.4 Analisa Pengujian Uji Kepadatan Modified

Berikut ini adalah Hasil Uji Kepadatan Modified pada tabel 3.8 di bawah ini :

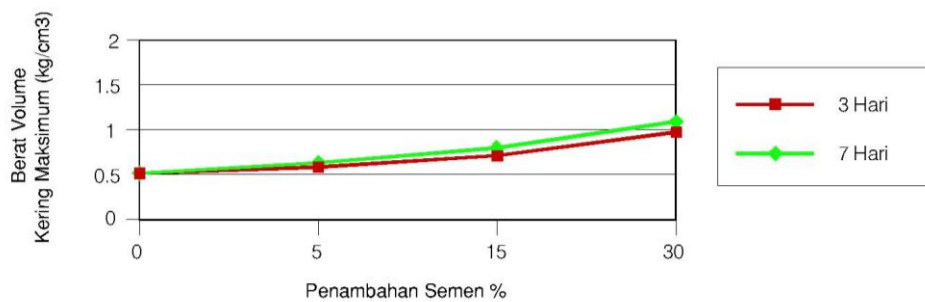
**Tabel 3.8. Hasil Uji Kepadatan Modified**

Pemeraman ( Hari )	Campuran	Y dry maks (gr/cm <sup>3</sup> ) Berat Volume kering maksimum	Wopt (%) Kadar Air Optimum	Sumber :
0	Tanah Asli	0.59	72.62	Laborat orium mekanik a tanah UMA 2016
3	Tanah + Semen 5%	0.67	62.55	
	Tanah + Semen 15%	0.71	43.53	
	Tanah + Semen 30%	0.97	26.1	
7	Tanah + Semen 5%	0.69	61.33	
	Tanah + Semen 15%	0.77	41.85	
	Tanah + Semen 30%	1.2	24.45	

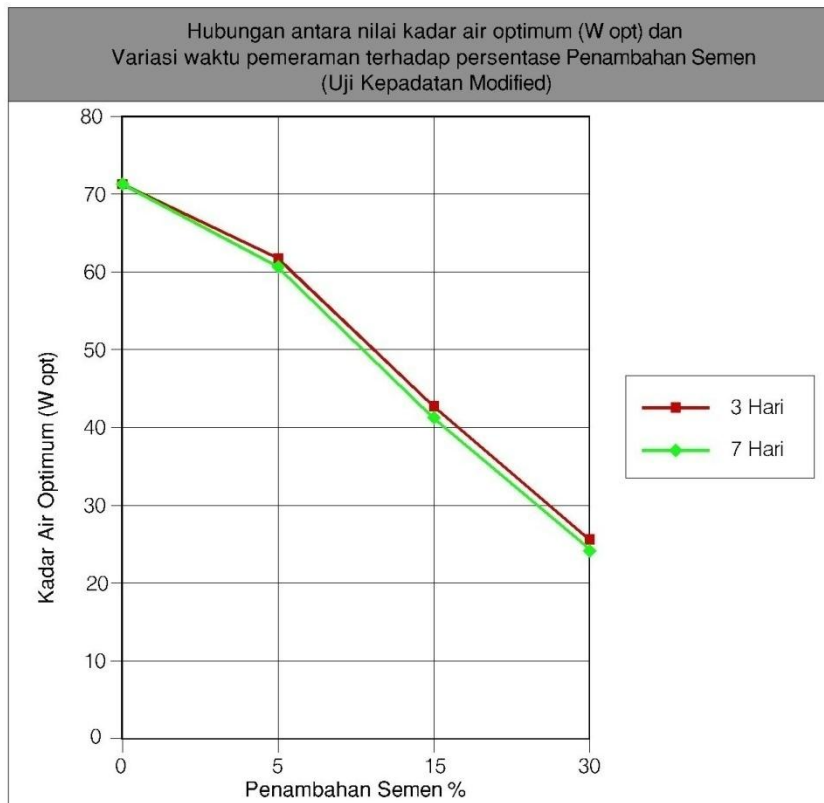


**Grafik 3.9. Grafik Kepadatan Modified**  
 Sumber : Das, Braja M, (1985), "Mekanika Tanah, Jilid 1"

Hubungan Berat Volume Kering Maksimum (kg/cm<sup>3</sup>) dan Variasi waktu pemeraman terhadap persentase Penambahan Semen (Uji Kepadatan Modified)



**Grafik 3.10. Hasil Berat Volume kering maksimum (kepadatan Modified)**



**Grafik 3.11. Hasil Uji kadar air optimum (kepadatan Modified)**

Pada uji kepadatan Modified diperoleh nilai berat volume kering tanah asli sebesar 0.59 gr/cm<sup>3</sup>. Pada penambahan semen 30% terjadi kenaikan sebesar 0.38% yaitu sebesar 0.97% gr/cm<sup>3</sup> pada pemeraman 3 hari, akan tetapi pada pemeraman 7 hari penambahan semen 30% terjadi kenaikan sebesar 0.61% yaitu sebesar 1.2% gr/cm<sup>3</sup>. Pada pemeraman 7 hari terlihat bahwa nilai berat volume kering tanah cenderung naik. Kecenderungan kenaikan berat volume kering maksimum (MDD) tanah menunjukkan terjadinya pembesaran rongga-rongga dalam campuran tanah. Sedangkan kadar air optimum asli sebesar 72.62 gr/cm<sup>3</sup>. Pada penambahan semen 30% terjadi penurunan sebesar 46.52% yaitu sebesar 26.1% gr/cm<sup>3</sup> pada pemeraman 3 hari, akan tetapi pada pemeraman 7 hari penambahan semen 30% terjadi penurunan sebesar 48.17% yaitu sebesar 24.45% gr/cm<sup>3</sup>.

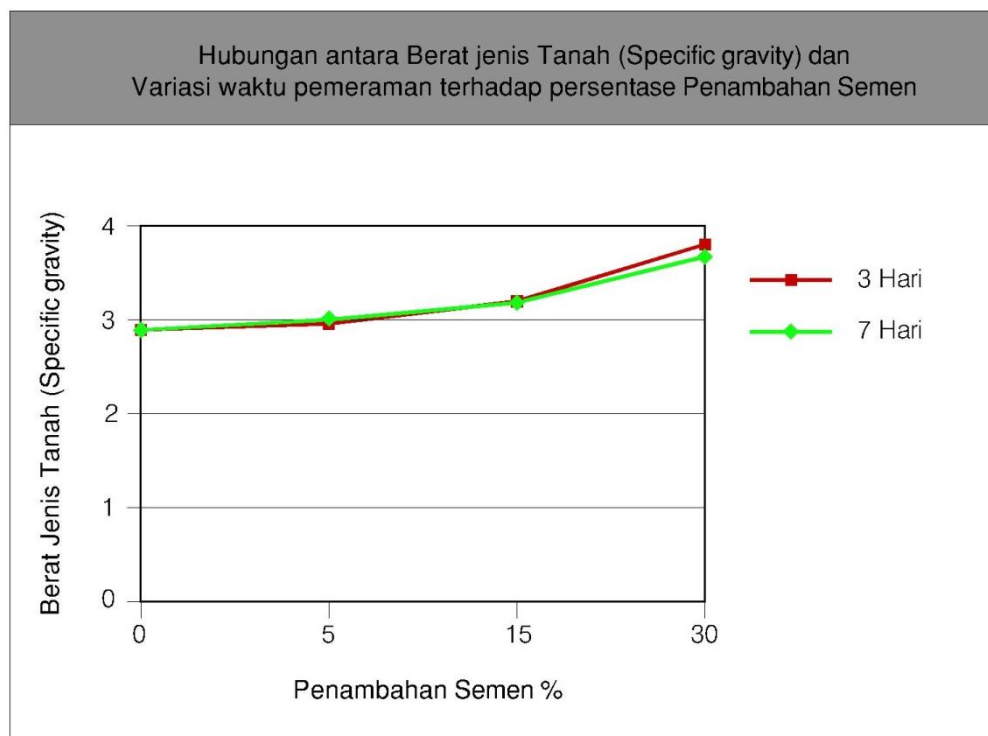
### 3.5.5 Analisa Pengujian Specific Gravity (Gs) / Berat Jenis Tanah

Berikut ini adalah Hasil Uji Specific Gravity (Gs) / Berat Jenis Tanah pada tabel 3.9 di bawah ini :

**Tabel 3.9. Hasil Uji Specific Gravity (Gs) / Berat Jenis Tanah**

Pemeraman ( Hari )	Campuran	Berat Jenis Tanah (Gs)
0	Tanah Asli	2.87
	Tanah + Semen 5%	2.94
3	Tanah + Semen 15%	3.13
	Tanah + Semen 30%	3.78
	Tanah + Semen 5%	2.98
7	Tanah + Semen 15%	3.16
	Tanah + Semen 30%	3.67

Sumber : Laboratorium mekanika tanah UMA 2016



**Grafik 3.12. Hasil Specific Gravity (Gs) / Berat Jenis Tanah**

Dari uji *specific gravity* penambahan semen cenderung menaikkan nilai *specific gravity* selain itu, proses sementasi pada tanah, menyebabkan terjadinya penggumpalan yang merekatkan antar partikel. Rongga-rongga pori yang telah ada sebagian akan



dikelilingi bahan sementasi yang lebih keras dan lebih sulit ditembus air. Rongga pori yang terisolasi oleh lapisan sementasi kedap air akan terukur sebagai volume butiran sehingga memperbesar volume butiran dan selanjutnya menaikkan nilai berat jenis tanah.

### **3.6. Pemeriksaan Engineering Properties (Tanah Asli + Semen)**

#### **3.6.1. Percobaan CBR Laboratorium**

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan CBR tanah dan campuran tanah yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. Nilai CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas suatu bahan dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR 100%. CBR menunjukkan nilai relatif kekuatan tanah, semakin tinggi kepadatan tanah maka nilai CBR akan semakin tinggi.

Pengujian CBR dilakukan dengan cara melakukan penetrasi ke dalam contoh uji dengan kecepatan penetrasi konstan (1.27mm/menit atau 0.005"/menit) dan besarnya beban yang diperlukan untuk mempertahankan kecepatan penetrasi tersebut dicatat pada interval penetrasi tertentu. Umumnya harga CBR diambil pada penetrasi 2.54 mm (0.1") dengan standar beban 13.24 kN atau setara dengan 3000 lbf.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung CBR laboratorium yaitu :

$$CBR = \frac{\text{beban yang diukur pada penetrasi} \times \text{kalibrasi proving ring}}{\text{standar beban}} \times 100$$

Berikut adalah data yang diperoleh dari hasil penelitian CBR laboratorium pada sampel 65tumbukan, variasi campuran 5%,15%,30% semen dengan waktu pemeraman 7 hari. Hasil percobaan bisa dilihat pada daftar lampiran,



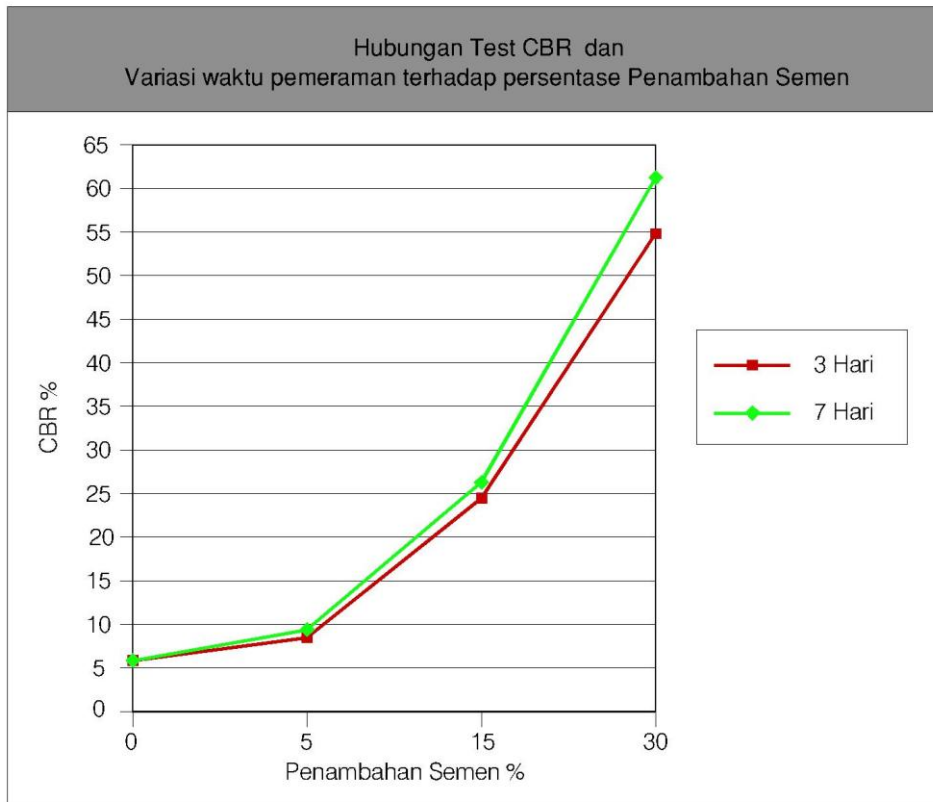
**Gambar.3.13. Pengujian CBR di Laboratorium mekanika tanah Polmed**  
**Sumber : Data lapangan 2016**

Berikut ini adalah Hasil Uji CBR Laboratorium pada tabel 3.10 di bawah ini :

**Tabel 3.10. Hasil CBR Laboratorium dengan variasi penambahan Semen**

No.	Penambahan Semen	Pemeraman Hari	Nilai CBR %
1	Tanah Asli	0	5.17
2	Tanah + Semen 5 %	3	8.25
3	Tanah + Semen 15 %	3	24.88
4	Tanah + Semen 30 %	3	54.69
5	Tanah + Semen 5 %	7	8.86
6	Tanah + Semen 15 %	7	26.32
7	Tanah + Semen 30 %	7	61.25

**Sumber : Laboratorium Mekanika tanah Polmed 2016**



**Grafik 3.14. Test CBR Laboratorium**

Penambahan semen telah meningkatkan nilai daya dukung tanah secara signifikan. Nilai CBR semakin naik seiring dengan penambahan semen, dimana nilai CBR tanah asli sebesar 5.17%. Terjadinya peningkatan nilai CBR pada campuran 30% semen dengan waktu pemeraman 3 hari dengan nilai CBR 54,69 % atau naik sebesar 49.52%. Sedangkan waktu pemeraman 7 hari mengalami kenaikan yang signifikan dengan nilai CBR 61.25 % atau naik sebesar 56.08%