

# PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN TAMBAH RENOLITH PADA TANAH GEDEBAGE BANDUNG

Oleh :

Mulyadi Yuswandono \*)

## ABSTRAK

*Kualitas dan kekuatan jalan utamanya lebih ditentukan oleh daya dukung tanah dasarnya. Permasalahan yang sering terjadi dalam proses pembangunan jalan adalah disebabkan tanah asli berupa tanah lunak yang kurang memenuhi persyaratan teknis, yaitu tanah dengan daya dukung tanah yang rendah. Berbagai upaya sudah banyak dilakukan untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar tersebut, yang salah satunya adalah dengan proses stabilisasi tanah dasar dengan menggunakan bahan tambah Renolith. Renolith adalah salah satu bahan tambah cair yang dapat digunakan sebagai bahan tambah untuk stabilisasi tanah. Penggunaan Renolith biasanya dikombinasikan dengan Semen portlan untuk menghasilkan suatu dasar jalan yang solid dan stabil. Pada percobaan stabilisasi tanah ini, sampel tanah yang diambil dari daerah Gedebage-Bandung dengan menggunakan Renolith tanpa dikombinasikan dengan semen. Kadar Renolith yang dipakai dalam percobaan ini adalah 2%, 4%, dan 6%. Dari data hasil pengujian yang dilakukan, menghasilkan peningkatan nilai daya dukungnya, semakin besar kadar Renolith yang ditambahkan maka semakin besar nilai daya dukungnya. Variasi campuran yang paling baik untuk jenis tanah yang diuji, adalah dengan kadar tambahan sebanyak 6 % dengan lama pemeraman 7 hari.*

Kata Kunci : daya dukung, renolith, stabilisasi

## Pendahuluan

Kekuatan konstruksi jalan sangat ditentukan oleh jenis dan kualitas tanah dasarnya. Namun tidak ada jaminan bahwa untuk setiap lokasi yang akan dipergunakan untuk konstruksi jalan selalu terdapat tanah yang memenuhi persyaratan teknis sebagai *subgrade* jalan, dimana nilai CBR yang diizinkan adalah minimal 3 %.

Beberapa jenis tanah sangat baik dipergunakan sebagai *subgrade* jalan, namun jenis yang lain sangat buruk daya dukungnya. Menurut *Soil "Manual For The Design of*

*Asphalt Pavement Structures", The Asphalt Institute-USA*, tanah lempung atau lanau organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi nilai kekuatan untuk dipergunakan sebagai *subgrade* (tanah dasar) sangat buruk karena memiliki nilai kompresibilitas dan ekspansivitasnya besar. Sedangkan bila mengganti tanah jelek tersebut dengan tanah yang lebih baik dari tempat lain, akan menimbulkan resiko biaya dan waktu yang sangat besar.

Untuk itu cara dan berbagai usaha senantiasa terus dilakukan untuk memperbaiki

tanah tersebut agar memenuhi syarat teknis dan ekonomis. Salah satu upaya untuk memperbaiki atau meningkatkan sifat tanah adalah dengan stabilisasi tanah.

Penambahan Renolith kedalam tanah dasar, diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik tanah tersebut dan dapat meningkatkan daya dukungnya sehingga dapat memenuhi persyaratan teknis sebagai bahan konstruksi jalan dengan biaya yang relatif murah.

## **Studi Pustaka**

### **Tanah Dasar**

Tanah secara umum dapat diartikan sebagai partikel/material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah lapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong antara partikel-partikel tersebut. Tanah dapat diklasifikasikan dengan pengaturan sifat yang serupa, meskipun dari beberapa jenis tanah yang berbeda-beda dalam kelompok - kelompok dan subkelompok - subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Klasifikasi ini memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terperinci. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas. Sampel tanah yang dipergunakan dalam pengujian ini adalah sampel tanah yang diambil dari kompleks perumahan Adipura

Gedebage-Bandung. Kedalaman tanah yang diambil berada pada kisaran 0.5-1.0 meter dibawah permukaan tanah, hal ini dilakukan dengan maksud untuk menghindari rumput atau tanah organik yang menutupi permukaan.

### **Daya Dukung Tanah Dasar**

Secara prinsip nilai daya dukung tanah dasar (DDT) dapat diperoleh dari nilai CBR yang diperoleh dari hasil pengujian. Nilai CBR *subgrade* yang dipersyaratkan adalah minimum 3 %. Lapisan *subgrade* yang nilai CBRnya kurang dari 3 %, maka diperlukan usaha untuk mengganti, memperbaiki atau memperkuat kualitas tanah tersebut agar nilai CBRnya lebih tinggi lagi, yaitu dengan mengganti lapisan tanah dasar dengan tanah baru yang nilai CBRnya memenuhi syarat atau dengan cara menambahkan perkuatan-perkuatan pada tanah dasar atau dengan proses stabilisasi tanah.

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah nilai yang menunjukkan kekuatan dan daya dukung suatu tanah, semakin tinggi nilai CBRnya semakin tinggi pula daya dukung tanah tersebut. Usaha peningkatan nilai daya dukung tanah dasar dicapai dengan cara memperbaiki struktur dan sifat fisik tanah, yaitu melalui proses stabilisasi tanah. Tanah dasar yang memiliki nilai CBR yang tinggi, maka pada perencanaan tebal lapisan perkerasan, lapisan pondasi bawah dapat dikurangi tebalnya, bahkan bila peningkatan CBR sampai mencapai nilai 30% – 70%, tanah tersebut dapat digunakan juga sebagai *sub base*.

## Stabilisasi Tanah dengan bahan Renolith

Renolith adalah suatu bahan aditif polimer tidak beracun yang sangat baik digunakan bersamaan dengan air dan semen, dimana jika bahan tersebut digunakan sebagai bahan tambah untuk stabilisasi tanah dapat menjadikan tanah tersebut lebih kuat daya dukung dan tahan air.

Jenis Renolith yang dipergunakan adalah Renolith 30/6.

## Metodologi

Pengujian dimulai dengan menguji sifat-sifat fisik sampel tanah asli seperti : kadar air, analisa ukuran butir, atterberg limit, berat jenis, klasifikasian tanah berdasarkan metoda AASHTO dan USCS. Uji kompaksi/pemadatan modified dan CBR sampel tanah asli dengan dan tanpa perendaman dilakukan untuk mengetahui sifat mekanis tanah asli. Selanjutnya dilakukan pengujian sifat mekanis antara sampel tanah yang diberi bahan tambah Renolith. Hasil dari pengujian sifat mekanis tanah asli dibandingkan dengan sampel tanah yang diberi bahan tambah Renolith, untuk mengetahui pengaruh penambahan Renolith terhadap sifat mekanis tanah, sehingga dapat diperoleh tanah dengan daya dukung yang lebih baik dari sebelum diberi bahan tambah.

Kadar campuran (*mixing ratio*) yang dalam hal ini adalah perbandingan berat antara bahan tambah Renolith dengan tanah asli yang akan distabilisasi, dinyatakan dalam persen (%). Persentase Renolith untuk campuran yang direncanakan adalah sebesar : 2%, 4% dan 6% dari berat tanah yang akan di stabilisasi.

Sampel untuk pengujian CBR yang telah disiapkan kemudian dilakukan pemeraman/perendaman dan sampel yang lain tidak dilakukan pemeraman. Pemeraman ini dimaksudkan untuk memberikan kesempatan agar dalam tanah berlangsung proses hidrasi, sehingga terjadi pengerasan tanah campuran. Waktu pemeraman yang diberikan adalah selama 0, 7, dan 28 hari

## Analisa dan Pembahasan

Pengujian sampel tanah asli, yaitu pengujian sifat fisik dan sifat mekanis tanah, bertujuan untuk menentukan klasifikasi dan untuk menentukan daya dukung dari tanah yang diuji, dimana pengujian sifat fisiknya meliputi :

### 1. Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*) :

Pengujian berat jenis mengacu pada AASHTO T-100-7 dan ASTM D-854-89. Hasil pengujian menunjukkan bahwa berat jenis ( $G_s$ ) dari tanah dasar di Gede Bage Bandung adalah 2,37.

### 2. Pengujian Batas-batas Atterberg :

Pengujian dilakukan sesuai dengan ASTM D-4318-89. Dari pengujian batas-batas atterberg, didapatkan hasil sebagai berikut:

- Batas cair (*liquid limit*)

Kadar air didapat dari pengujian pada ketukan 10, 22, 30, dan 40. Nilai batas cair dari pengujian sebesar 56,65 %.

- Batas plastis (*plasticity limit*)

Nilai batas plastis dari pengujian sebesar 33,10 %.

- Indeks plastisitas

$$\begin{aligned}PI &= LL - PL \\ &= 56,65 - 33,10\end{aligned}$$

= 23,55 %

### 3. Pengujian Analisa Ukuran Butir

Pengujian dilakukan sesuai dengan AASHTO T-88-72 dan ASTM D-422-85. Berdasarkan pengujian analisa ukuran butir dengan metoda analisa ayakan dan analisa hidrometer didapat persentase tanah yang lolos ayakan No.200 adalah 95,11 %.

Dari data hasil pengujian atterberg limit dan analisa ukuran butir maka dapat diketahui jenis tanah asli tersebut. Berdasarkan klasifikasi USCS tanah asli tersebut termasuk dalam jenis ML-OH, dan berdasarkan klasifikasi AASHTO termasuk dalam kelompok A – 7 – 5 dengan nilai GI = 36

Sedangkan pengujian sifat mekanisnya meliputi :

#### 1. Pengujian Pemadatan

Pengujian pemadatan mengacu pada AASHTO T-180-74 dan ASTM D-698-89. Dari pengujian didapatkan harga berat isi

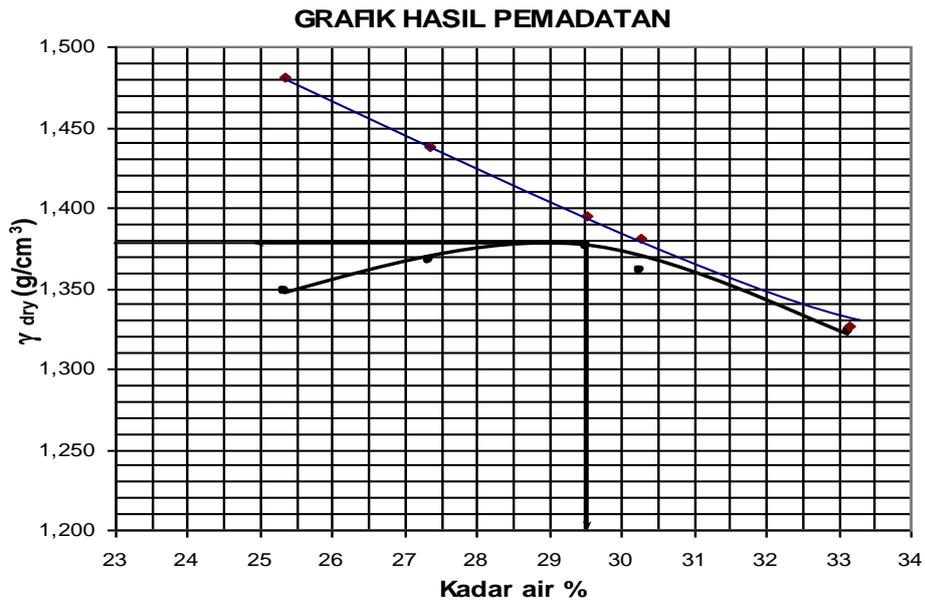
kering maksimum  $\gamma_d$  max sebesar 1,376 gr/cm<sup>3</sup>, dan kadar air optimum ( $W_{opt}$  = OMC) sebesar 29.51 %, dengan penambahan variasi kadar air 25,34%, 27.34%, 29.51%, 30.25, dan 33.15%. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. dan Gambar 1.

#### 2. Pengujian CBR

CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap beban standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian dilakukan dengan standar acuan AASHTO T-193-74 dan ASTM D-1883-89 (dengan rendaman/*soaked* dan tanpa rendaman/*unsoaked*). Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3. Nilai CBR *design* tersebut didapat pada 95% dari berat isi kering maksimum hasil pemadatan, sehingga didapat nilai CBR *design* seperti pada Gambar 2 dan 3.

**Tabel 1. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Asli**

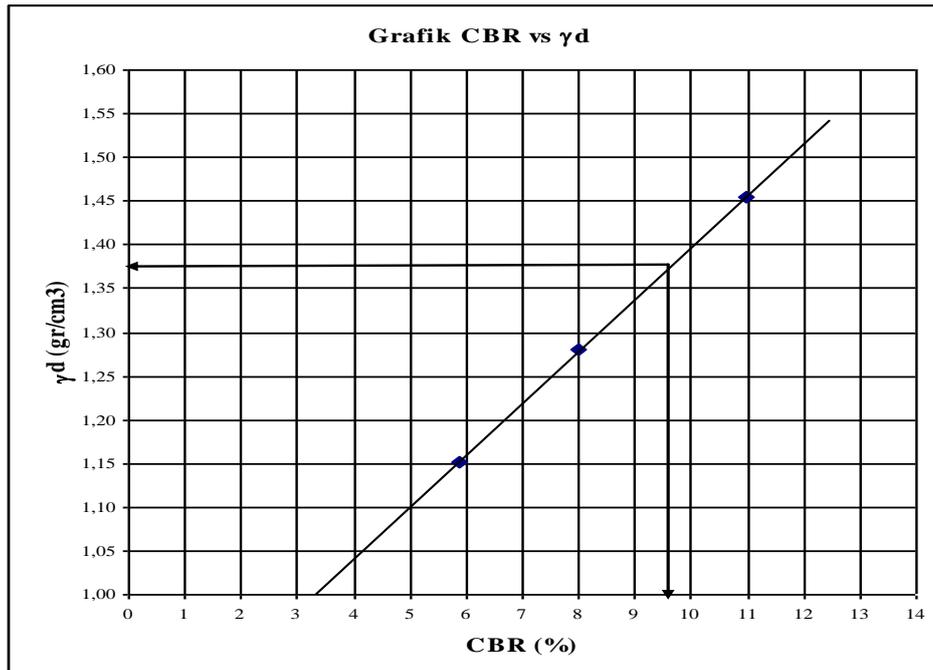
PEMADATAN											
Lokasi	Gede Bage					Tanggal :					
Sample	Tanah Asli					Brt. Jenis : 2,37					
Berat Mold	gr	4800,00	4800,00	4800,00	4800,00	4800,00	4800,00	4800,00	4800,00	4800,00	
Berat Mold + tanah	gr	8720,00	8840,00	8935,00	8910,00	8885,00					
Berat tanah basah	gr	3920,00	4040,00	4135,00	4110,00	4085,00					
Volume mold	cm <sup>3</sup>	2319,70	2319,70	2319,70	2319,70	2319,70					
$\gamma$ basah	gr/cm <sup>3</sup>	1,690	1,742	1,783	1,772	1,761					
$\gamma$ kering	gr/cm <sup>3</sup>	1,348	1,368	1,376	1,360	1,323					
Z.A.V.L	gr/cm <sup>3</sup>	1,481	1,438	1,395	1,380	1,327					
Kadar Air											
Berat Cawan	gr	15,51	15,51	15,75	15,60	15,49	15,36	15,70	15,63	15,42	15,82
B.C. + Tanah Basah	gr	35,40	41,48	38,91	30,96	37,56	40,62	31,83	32,19	38,91	38,56
B.C. + Tanah Kering	gr	31,37	36,24	34,11	27,55	32,57	34,82	28,03	28,40	33,07	32,89
Kadar Air	%	25,41	25,28	26,14	28,54	29,22	29,80	30,82	29,68	33,09	33,22
Kadar Air Rata-rata	%	25,34		27,34		29,51		30,25		33,15	



**Gambar 1. Grafik Hasil Pemadatan**

**Tabel 2. Hasil Pengujian CBR Tanpa Perendaman**

T mnt	Penetr. mm	Tumbukan 10 x				Tumbukan 25 x				Tumbukan 56 x					
		Bacaan Dial (mm)		Beban		Bacaan Dial (mm)		Beban		Bacaan Dial (mm)		Beban			
		Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.25	0.3125	6	8	4.6	6.2	9	10	6.9	7.7	20	18	15.4	13.9		
0.5	0.625	19	18	14.6	13.9	21	19	16.2	14.6	42	40	32.3	30.8		
1	1.25	42	45	32.3	34.7	54	62	41.6	47.7	94	89	72.4	68.5		
1.5	1.875	73	80	56.2	61.6	91	117	70.1	90.1	142	140	109.3	107.8		
2	2.5	104	120	80.1	92.4	141	170	108.6	130.9	194	186	149.4	143.2		
2.5	3.125	116	120	89.3	92.4	155	198	119.4	152.5	220	206	169.4	158.6		
3	3.75	128	135	98.6	104.0	168	210	129.4	161.7	245	240	188.7	184.8		
4	5	140	151	107.8	116.3	200	240	154.0	184.8	270	265	207.9	204.1		
6	7.5	200	210	154.0	161.7	260	300	200.2	231.0	480	470	369.6	361.9		
8	10	290	300	223.3	231.0	380	390	292.6	300.3	610	610	469.7	469.7		
10	12.5	386	410	297.2	315.7	500	522	385.0	401.9	800	815	616.0	627.6		
CBR 0,1" (%)				<b>5.9</b>	<b>6.8</b>					<b>8.0</b>	<b>9.6</b>			<b>11.0</b>	<b>10.5</b>
CBR 0,2" (%)				<b>5.3</b>	<b>5.7</b>					<b>7.5</b>	<b>9.1</b>			<b>10.2</b>	<b>10.0</b>

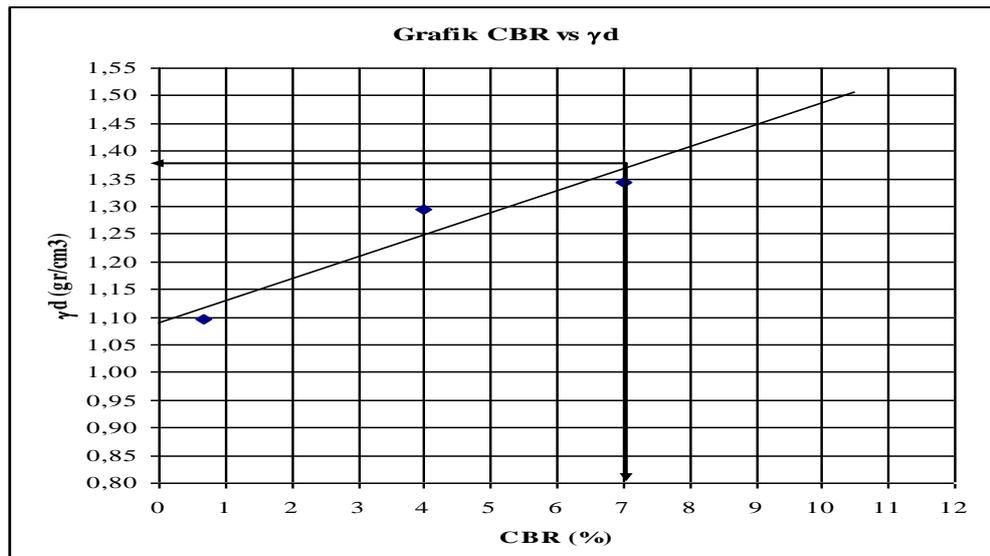


Gambar 2. Grafik Nilai CBR Tanpa Perendaman Vs Berat Isi Kering

Dari gambar tersebut diatas, didapat nilai  $\gamma_d \text{ opt} = 1,37 \text{ gr/cm}$  dan  $\text{CBR} = 9,6 \%$

Tabel 3. Hasil Pengujian CBR Dengan Perendaman

T mnt	Penetr. mm	Tumbukan 10 x				Tumbukan 25 x				Tumbukan 56 x					
		Bacaan Dial (mm)		Beban		Bacaan Dial (mm)		Beban		Bacaan Dial (mm)		Beban			
		Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0.25	0.3125	5	7	3.9	5.4	11	15	8.5	11.6	30	35	23.1	27.0		
0.5	0.625	7	9	5.4	6.9	20	19	15.4	14.6	42	45	32.3	34.7		
1	1.25	9	11	6.9	8.5	38	42	29.3	32.3	91	90	70.1	69.3		
1.5	1.875	10	12	7.7	9.2	52	64	40.0	49.3	98	100	75.5	77.0		
2	2.5	12	13	9.2	10.0	61	94	47.0	72.4	132	145	101.6	111.7		
2.5	3.125	15	15	11.6	11.6	69	102	53.1	78.5	160	196	123.2	150.9		
3	3.75	17	18	13.1	13.9	75	108	57.8	83.2	180	205	138.6	157.9		
4	5	18	19	13.9	14.6	88	115	67.8	88.6	195	215	150.2	165.6		
6	7.5	26	27	20.0	20.8	115	131	88.6	100.9	243	252	187.1	194.0		
8	10	29	31	22.3	23.9	146	162	112.4	124.7	254	260	195.6	200.2		
10	12.5	31	33	23.9	25.4	176	174	135.5	134.0	268	272	206.4	209.4		
CBR 0,1" (%)				0.7	0.7					3.5	5.3				
CBR 0,2" (%)				0.7	0.7					3.3	4.3				
												7.5	8.2		
												7.4	8.1		



Gambar 3. Grafik Nilai CBR Dengan Perendaman Vs Berat Isi Kering

Dari gambar tersebut diatas, didapat nilai  $\gamma_d \text{ opt} = 1,37 \text{ gr/cm}$  dan  $\text{CBR} = 7,1 \%$

Stabilisasi tanah yang dilakukan dengan menambahkan Renolith dengan kadar 2 %, 4 %, dan 6 %. Pengaruh dari penambahan bahan tambah Renolith dapat dilihat dari hasil pengujian ini, yaitu dari nilai - nilai CBR-nya dari berbagai penambahan kadar Renolith dan waktu pemeraman selama 0, 7, dan 28 hari.

#### Stabilisasi dengan kadar Renolith 2%

Stabilisasi tanah dengan kadar Renolith 2% dilakukan dengan waktu pemeraman 0, 7, dan 28 hari. Dari pengujian tersebut diperoleh nilai CBR setelah pemeraman dan setelah dilakukan perendaman selama 4 hari. Data-data nilai CBR hasil pengujian stabilisasi dengan kadar Renolith 2%, adalah seperti yang terdapat dalam tabel 4.

Tabel 4. Nilai CBR Stabilisasi dengan kadar Renolith 2 %

Lama Pemeraman	Nilai CBR (%)	
	Unsoaked	Soaked
0 Hari	19,7	12,0
7 Hari	22,8	13,6
28 Hari	31,3	13,9

#### Stabilisasi dengan kadar Renolith 4%

Stabilisasi tanah dengan kadar Renolith 4% dilakukan dengan waktu pemeraman 0, 7, dan 28 hari. Dari pengujian tersebut diperoleh nilai CBR setelah pemeraman dan setelah dilakukan perendaman selama 4 hari. Data-data nilai CBR hasil pengujian stabilisasi dengan kadar Renolith 4%, adalah seperti yang terdapat dalam tabel 5.

**Tabel 5. Nilai CBR Stabilisasi dengan kadar Renolith 4 %**

Lama Pemeraman	Nilai CBR (%)	
	Unsoaked	Soaked
0 Hari	22,0	13,1
7 Hari	24,7	14,2
28 Hari	33,6	14,8

**Tabel 6. Nilai CBR Stabilisasi dengan kadar Renolith 6 %**

Lama Pemeraman	Nilai CBR (%)	
	Unsoaked	Soaked
0 Hari	31,3	14,2
7 Hari	34,5	15,7
-	-	-

**Stabilisasi dengan kadar Renolith 6%**

Stabilisasi tanah dengan kadar Renolith 6% dilakukan dengan waktu pemeraman 0, 7, dan 28 hari. Dari pengujian tersebut diperoleh nilai CBR setelah pemeraman dan setelah dilakukan perendaman selama 4 hari. Data-data nilai CBR hasil pengujian stabilisasi dengan kadar Renolith 6%, adalah seperti yang terdapat dalam tabel 6.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat dianalisis terhadap perubahan sifat tanah yang telah terjadi setelah dilakukan stabilisasi dengan Renolith. Perubahan tersebut terlihat dari adanya peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan kadar Renolith dan lama waktu pemeraman. Tanah yang distabilisasi dengan Renolith menghasilkan peningkatan kekuatan tanah yang cukup baik. Peningkatan nilai CBR tersebut baik untuk *soaked* ataupun *unsoaked*, dengan waktu pemeraman selama 0, 7 dan 28 hari, dapat dilihat pada tabel 7 sampai dengan tabel 12. Dan Gambar 4 dan 5, sbb. :

**Tabel 7. Peningkatan Nilai CBR Unsoaked Umur Pemeraman 0 Hari**

CBR Tanah Asli	Setelah Distabilisasi		
	% Renolith	CBR (%)	Peningkatan (%)
9,60%	2	19,7	105,2
	4	22,0	129,2
	6	31,3	226

**Tabel 8. Peningkatan Nilai CBR Soaked Umur Pemeraman 0 Hari**

CBR Tanah Asli	Setelah Distabilisasi		
	% Renolith	CBR (%)	Peningkatan (%)
7,10%	2	12,0	71,4
	4	13,1	84,5
	6	14,2	100

**Tabel 9. Peningkatan Nilai CBR *Unsoaked* Umur Pemeraman 7 Hari**

CBR Tanah Asli	Setelah Distabilisasi		
	% Renolith	CBR (%)	Peningkatan (%)
9,60%	2	22,8	137,5
	4	24,7	157,3
	6	34,5	259,4

**Tabel 10. Peningkatan Nilai CBR *Soaked* Umur Pemeraman 7 Hari**

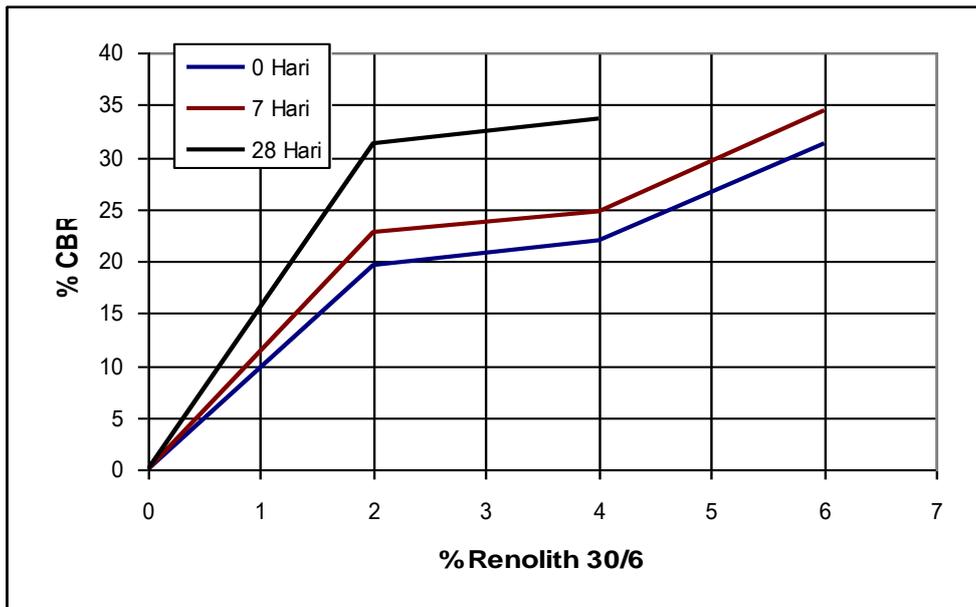
CBR Tanah Asli	Setelah Distabilisasi		
	% Renolith	CBR (%)	Peningkatan (%)
7,10%	2	13,6	91,6
	4	14,2	100
	6	15,7	121,1

**Tabel 11. Peningkatan Nilai CBR *Unsoaked* Umur Pemeraman 28 Hari**

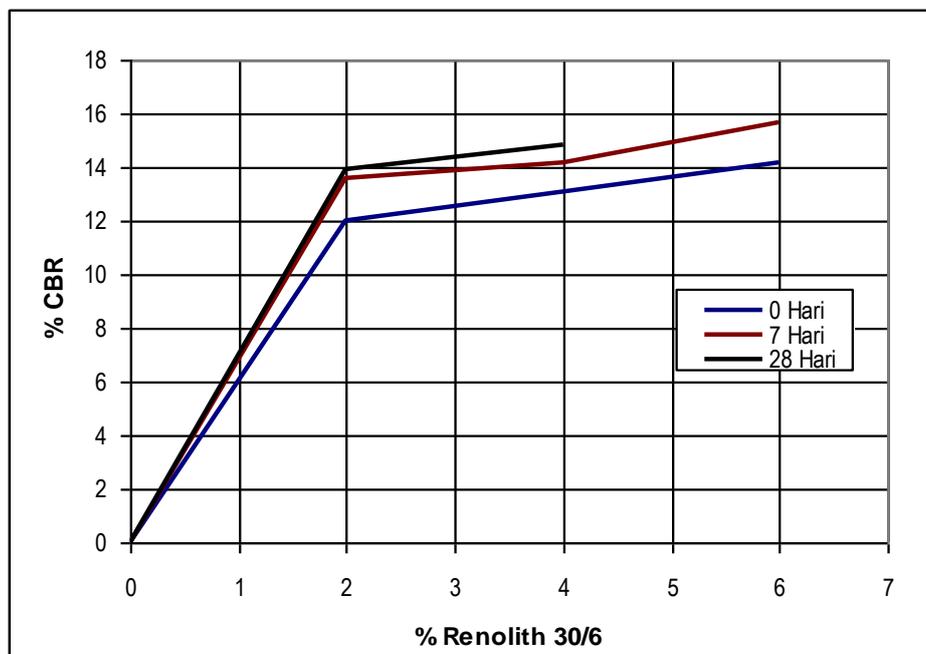
CBR Tanah Asli	Setelah Distabilisasi		
	% Renolith	CBR (%)	Peningkatan (%)
9,60%	2	31,3	226
	4	33,6	250
	-	-	-

**Tabel 12. Peningkatan Nilai CBR *Soaked* Umur Pemeraman 28 Hari**

CBR Tanah Asli	Setelah Distabilisasi		
	% Renolith	CBR (%)	Peningkatan (%)
7,10%	2	13,9	95,8
	4	14,8	108,5
	-	-	-



Gambar 4. Hubungan Antara % Renolith Dengan Nilai CBR Unsoaked



Gambar 5. Hubungan Antara % Renolith Dengan Nilai CBR Soaked

### Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian di laboratorium, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan data hasil pengujian *atberg limit*, analisa ukuran butir dan berdasarkan klasifikasi USCS, maka dapat diketahui jenis tanah asli dari lokasi

Gedebage termasuk dalam jenis ML-OH, dan berdasarkan klasifikasi AASHTO termasuk dalam kelompok A-7-5.

2. Setelah dilakukan pengujian terhadap tanah asli, maka dapat disimpulkan sifat dan karakteristik tanah asli seperti dalam tabel 13.

**Tabel 13. Sifat dan Karakteristik Tanah Asli**

Sifat dan Karakteristik Tanah	Nilai
Berat Jenis	2,37
Batas Cair (%)	56,65
Batas Plastis (%)	33,1
Indeks Plastisitas (%)	23,55
Kadar Air Optimum (%)	29,51
Beras Isi Kering Optimum (gr/cm <sup>3</sup> )	1,376
CBR unsoaked (%)	9,6
CBR soaked (%)	7,1

3. Dari hasil pengujian stabilisasi dengan Renolith, maka pengaruh penambahan bahan tambah Renolith adalah dapat meningkatkan nilai CBR tanah asli seperti dalam tabel 14.

**Tabel 14. Peningkatan Nilai CBR Setelah Dilakukan Stabilisasi Dengan Renolith**

Kadar Renolit (%)	Lama Pemeraman (%)	Nilai CBR Soaked (%)	Persen Peningkatan (%)	Nilai CBR Unsoaked (%)	Persen Peningkatan (%)
2	0	12	71,43	19,7	105,21
4		13,1	84,51	22	129,17
6		14,2	100	31,3	226,04
2	7	13,6	91,55	22,8	137,5
4		14,2	100	24,7	157,29
6		15,7	121,13	34,5	259,37
2	28	13,9	95,77	31,3	226,04
4		14,8	108,45	33,6	250

**Daftar Pustaka**

Bobi, Firman, *“Pemanfaatan Molase yang telah di fermentasi sebagai soil stabilizer”*, Bandung : Politeknik Negeri Bandung, 2006.

Das, Braja M, *“Mekanika Tanah Jilid 1”*, Erlangga, Jakarta, 1998.

Hendarsin, Shirley.L, *“Perencanaan Teknik Jalan Raya”*, Politeknik Negeri Bandung, 2002.

Melissa, Rizky. *“Stabilisasi Tanah Kota Baru Parahyangan dengan Menggunakan Bahan Tambah Semen dan Kapur”*. Politeknik Negeri Bandung, 2005.

[www.Perma-Zyme11x.com](http://www.Perma-Zyme11x.com).