

# PENELITIAN PENGGUNAAN BERBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH UNTUK PERKERASAN JALAN

Oleh :  
**Leksminingsih**

## **RINGKASAN**

*Indonesia memiliki sifat tanah yang beragam, oleh karena itu tidak semua tanah di Indonesia memenuhi persyaratan daya dukung sebagai tanah dasar struktur perkerasan jalan.*

*Untuk memenuhi persyaratan daya dukung tanah untuk perkerasan jalan perlu dilakukan stabilisasi terhadap tanah yang akan digunakan. Beberapa bahan stabilisasi tanah yang beredar di Indonesia antara lain bahan stabilisasi RRP, ESC, Fosfopgypsum, kapur, semen, dll.*

*Untuk menguji sifat dari berbagai bahan penstabil kimia pada tanah perlu dilakukan pengujian di laboratorium.*

*Di dalam tulisan ini dibahas mengenai tiga jenis bahan stabilisasi tanah yaitu Ronald Road Packer (RRP) 2-3-5 special, Osaka Expansive Soil Compound (ESC) dan Fosfopgypsum. Untuk bahan stabilisasi tanah jenis anorganik (RRP dan Fosfopgypsum) yang berfungsi sebagai katalisator, kenaikan angka daya dukung (CBR) dan kepadatan tidak terlalu tinggi, sedangkan bahan penstabil kimia tanah jenis pozzolan ESC (Cemented) dapat cepat menaikkan kepadatan dan CBR sehingga dapat memenuhi persyaratan Lapis Pondasi untuk perkerasan jalan.*

## **SUMMARY**

*Indonesia has various of soils properties, therefore not all soils in Indonesia has fullfill soil's standard of bearing capacity in order to be suitable for road base of pavement.*

*To fullfill specification of bearing capacity for road base of pavement needed to use soil stabilisation for soil that can use.*

*There are variety of soil stabilisations type within different area in Indonesia i.e RRP, ESC, Fosfopgypsum, lime, cement, etc*

*The characteristics of soil stabilisation performance was tested by laboratory, there are three types of soil stabilisation characteristics that use in three types of soils, are : Ronald Road Packer (RRP) 2-3-5 Special, Osaka Expansive Soil Compound (ESC) and Fosfopgypsum.*

*The RRP and Fosfopgypsum as an organic soil stabilisation which function as a catalyst, improving CBR and density not too high, it reveals that the type of soil stailisation from pozzoland is proved CBR and density increase quicker and higher than the type from anorganic, therefore soil stabilisation materials from pozzoland is better to meet standard for road base of pavement.*

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar belakang**

Kondisi tanah yang sangat beragam di berbagai tempat di Indonesia memerlukan penanganan yang berbeda-beda agar dapat memenuhi syarat kepadatan dan daya dukung sebagai tanah dasar struktur perkerasan jalan yang akan dibangun di atasnya.

Dengan semakin berkembangnya teknologi maka semakin banyak alternatif untuk memilih cara dan bahan yang digunakan untuk perbaikan tanah, salah satu cara yaitu dengan stabilisasi, menggunakan bahan stabilisasi tanah. Beberapa contoh bahan stabilisasi tanah yang tengah dicoba atau telah diaplikasikan di lapangan antara lain: Ronald Road Packer (RRP 2-3-5 Special), Osaka ESC, Phospogypsum, Endurazym, Consolid dll.

Untuk mengkaji kemampuan bahan stabilisasi tanah dalam memperbaiki sifat-sifat tanah untuk perkerasan jalan dan dapat digunakan sesuai dengan kondisi di Indonesia, Puslitbang Jalan dan Jembatan telah melakukan percobaan stabilisasi tanah dengan berbagai bahan stabilisasi, percobaan dibatasi pada skala laboratorium.

### **1.2. Maksud dan Tujuan**

Pengujian dimaksudkan untuk mengumpulkan data teknis penelitian

stabilisasi tanah dengan beberapa bahan stabilisasi, dengan tujuan untuk mengetahui peningkatan sifat tanah setelah penambahan bahan stabilisasi tersebut, dan dapat digunakan sebagai lapis pondasi untuk perkerasan jalan.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Stabilisasi Tanah**

Stabilisasi tanah adalah proses memperbaiki sifat tanah dengan menambahkan suatu bahan ke dalam tanah tersebut. Tanah yang telah distabilisasi disebut tanah mantap, dan telah mengalami pemadatan pada kadar air optimum, akan lebih kuat dan awet dengan penambahan bahan stabilisasi yang dapat membuat tanah tetap mantap dan masih mempunyai kekuatan yang baik dalam keadaan basah sampai pada kelembaban optimum.

Bahan stabilisasi menghasilkan tanah menjadi stabil, pemakaian bahan stabilisasi harus digunakan secara ekonomis. Sebagai contoh, bahan stabilisasi semen menjadikan tanah menjadi stabil, bahan stabilisasi kapur mengurangi indeks plastisitas tanah lempung, mengurangi kadar air dan pengerutan, bahan stabilisasi gypsum akan mempengaruhi kekuatan, pengerutan dan pengembangan mortar selama masa pemeraman.

**Proses stabilisasi** dapat dilakukan secara mekanik, kimia, atau

kombinasi antara keduanya. Stabilisasi secara mekanik dilakukan dengan menambahkan butiran partikel yang belum ada di dalam tanah dengan teknik pemadatan.

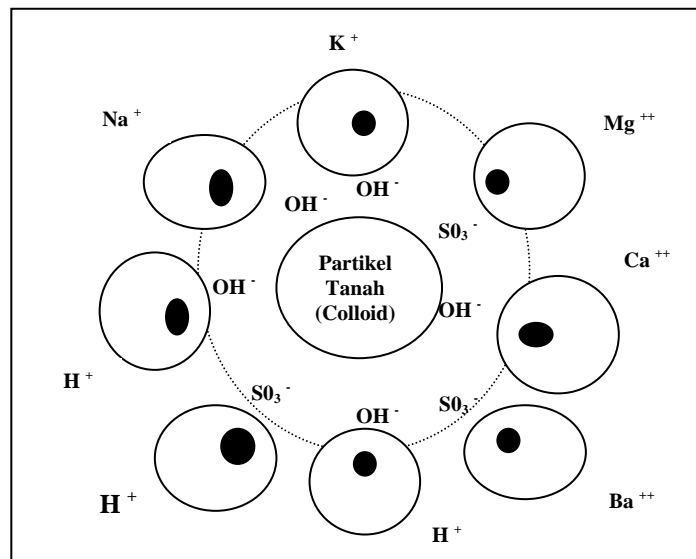
Stabilisasi secara kimia dilakukan dengan menambahkan bahan kimia ke dalam tanah, jenis bahan kimia yang dapat ditambahkan ke dalam tanah antara lain: Semen Portland, Aspal, Sodium Klorida, Kapur, Kalsium Klorida, Limbah pabrik kertas, Limbah pabrik pupuk (gypsum), Sulfuric acid, Lignin dll.

### Pengembangan tanah

**(Swelling)**, terjadi karena partikel tanah (colloid) dikelilingi oleh air, lapis penutup tanah sifatnya bervariasi, dapat bertambah besar (swelling) atau berkurang (Contracting). Selama proses ini

bagian dari partikel diganti satu dengan lainnya, misalnya tanah lempung (clay) dimana agregat besar dapat berganti satu dengan lainnya karena tekanan swelling pada lempung tinggi, dan mempunyai indikasi akan terjadinya retak karena kering (dry crack).

**Partikel koloid sebagai kation coating**, air meliputi tiap partikel tanah, ion positif ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ) dipegang kuat oleh elektron yang bermuatan ion negatif  $OH^-$ ,  $SO_3^-$  dengan jumlah muatan yang sama diperlihatkan pada setiap muatan ion hidroksil ( $OH^-$ ) yang berdiri sendiri, bagian terbesar dari muatan ion negatif terdapat pada bagian luar dari partikel tanah

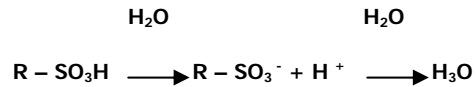


Gambar 1. Pertukaran Kation

**Partikel koloid sebagai kation coating**, air meliputi tiap partikel tanah, ion positif ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ) dipegang kuat oleh elektron yang bermuatan ion negatif  $OH^-$ ,  $SO_3^-$  dengan jumlah muatan yang sama diperlihatkan pada setiap muatan ion hidroksil ( $OH^-$ ) yang berdiri sendiri, bagian terbesar dari muatan ion negatif terdapat pada bagian luar dari partikel tanah (lihat gambar 1)

**Pertukaran kation**, ion positif dari kation coating dapat di pertukarkan dengan ion lain misalnya  $H^+$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ , dan  $Ba^{++}$

**Pertukaran Anion**, ion negatif dipertukarkan ketika bahan penstabil masuk ke dalam tanah. Sebagai contoh bahan stabilisasi yang berisi Sulfuric acid (larut di dalam air sebagai  $SO_3H$ ) terpecah sebagai muatan positif ion hidrogen  $H^+$  (proton) yang bereaksi cepat menghasilkan ion Hidrogenium ( $H_3O^+$ ) semua ion dehidrasi. Konsentrasi dari ion  $H_3O^+$  menyebabkan perubahan PH, reaksi bersifat asam, PH rendah yang berhubungan dengan konsentrasi tinggi  $H_3O^+$  menjadikan PH berkurang.  $R-SO_3^-$  anion tertutup koloid tanah dimana terjadi perubahan berlawanan dari ion negatif terutama ion  $OH^-$  perubahan dari anion di dalam tanah sebagai dasar proses perubahan kation, seperti digambarkan pada reaksi di bawah ini,



## 2.2. Bahan stabilisasi tanah Ronald Road Packer (RRP 2-3-5 Special)

Berbentuk konsentrat mengandung antara lain: Sulfat, Kalsium, besi.

Bahan stabilisasi ini berfungsi sebagai katalisator, dimana melalui tenaga elektro kinetis mampu menurunkan sifat dipolar dari molekul-molekul air, melalui penurunan muatan molekul air, maka akan terdapat banyak sekali muatan negatif yang mampu mengikat ion positif dari air absorpsi, sehingga akan terjadi suatu netralisasi dari hambatan elektro statis yang ada, bahan penstabil ini berwarna merah coklat bentuk cair dengan bau hidrokarbon, terdiri dari bahan substansi  $\pm 20\%$  dan  $8\%$  nya adalah bahan yang tidak mudah menguap, asam kuat dengan  $PH \pm 3$ , dapat disimpan pada temperatur kamar dalam waktu yang lama.

Petunjuk pemakaian dengan mencairkan bahan penstabil RRP dan air dengan perbandingan 1 : 200.

Cara penggunaan bahan, efektif digunakan pada beberapa macam tanah ada 2 cara mekanisme pertukaran ion: pada keadaan kondisi tanah apa adanya dan pada kondisi asam sulfonik (sulfuric acid) mempunyai sifat merubah kation

- a)  $H_2O$  katalisator / RRP  $H^+$  (ion hidrogen) +  $OH^-$  (ion hidroksil)
- b)  $H^+ + H^+ \rightarrow H_2$  (gas hidrogen)
- c)  $H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+$  (ion Hydrogenium)
- d) Air absorpsi banyak mengandung ion metal positif dari alkali tanah seperti  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Al^{+++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Fe^{++}$ ,  $Ba^{++}$
- e) Butir tanah bermuatan ion negatif  $OH^-$ ,  $SO_3^-$

Akibat dari c) dan d) terjadi ikatan elektrostatis (gaya tarik menarik) yang membentuk keseimbangan. Melalui perantara ikatan elektrostatis yang kuat inilah, air absorpsi mampu mengikat tanah dengan kuat sehingga mempunyai sifat waterphylic.

Akibat banyaknya ion  $OH^-$  dan ion  $H_3O^+$  yang bermuatan negatif, maka akan terjadi netralisasi dari ion positif pada d), bila reaksi ini terjadi, maka ion akan menuju ke air bebas dan selanjutnya akan dapat dikeluarkan dan diuapkan.

Air absorpsi akan berkurang sehingga butir-butir tanah akan menjadi lebih padat, proses ini berjalan searah, tidak terjadi reaksi bolak-balik.

Pada saat pemecahan molekul  $H_2O$  (air) ion  $H^+$  dapat bereaksi kembali dengan ion  $OH^-$  sehingga selain terjadi  $H_2$ , juga terbentuk  $H_2O$ .

Kelembaban mempengaruhi proses pemadatan jadi untuk tanah yang kering tidak dapat dipadatkan.

Penambahan kelembaban juga dapat memperlemah tenaga ikatan diantara

partikel tanah, dengan demikian dapat menurunkan tegangan permukaan, akibatnya penstabil RRP dapat meresap dalam butir tanah.

**Tabel 1.**  
Hasil pengujian sifat bahan penstabil RRP

No	Pengujian	Hasil	Satuan
1	PH	3	
2	Kekentalan 25°C	89	detik
3	Berat jenis	1,12	gr/mL

**Sifat tanah setelah penambahan bahan stabilisasi RRP**

Tanah yang sudah distabilisasi dengan bahan stabilisasi RRP, secara teori mempunyai sifat sebagai berikut:

- a) Setelah proses stabilisasi dengan bahan stabilisasi RRP, tanah mempunyai daya dukung sebanding dengan daya dukung tanah dasar dengan tolak ukur Modulus elastisitas.
- b) Daya dukung (stabilitas) dan kapasitas beban yang dibawa (load carrying capacity) dari tanah meningkat karena terjadinya penambahan daya perekat antar butir molekul tanah akibat beban lalu-lintas.
- c) Penetrasi bahan stabilisasi RRP kelapisan bawahnya, yang tidak distabilisasi secara langsung pada saat pelaksanaan. Bahan penstabil RRP adalah katalisator, sehingga tidak bereaksi secara

langsung dengan tanah, tetapi tetap ada dalam butiran/molekul tanah dan dengan bantuan gerakan air dinamis mampu meresap ke dalam lapisan tanah.

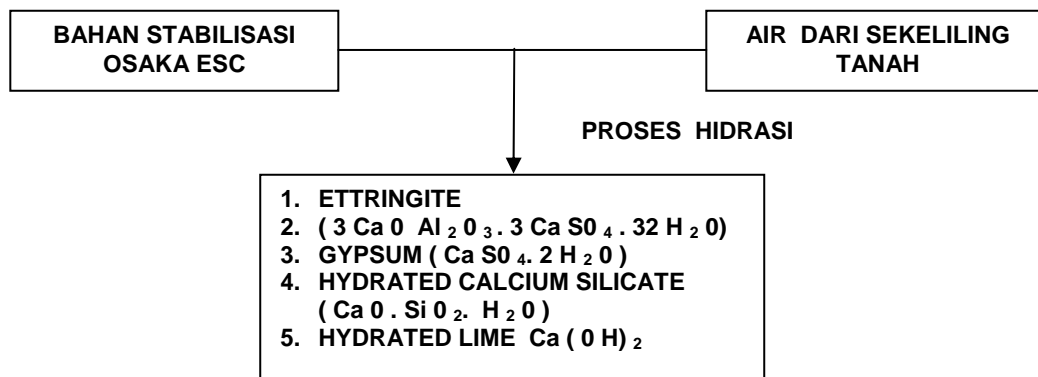
- d) Menurunkan indeks plastisitas tanah
- e) Tidak peka terhadap fluktuasi musim (penyusutan dan pemuaiannya akibat berubahnya kadar air)
- f) Pada pelaksanaan mempercepat tercapainya kadar air optimum sehingga relatif dapat lebih cepat dipadatkan.

### 2.3. Bahan stabilisasi tanah Osaka ESC ( Expansive Soil Compound)

Bahan stabilisasi Osaka ESC telah banyak digunakan untuk

memperbaiki tanah sub soil, pekerjaan pengisian pipa pondasi, dll Mempunyai sifat alkali rendah, panas rendah, tahan terhadap cuaca dan banyak digunakan untuk pekerjaan konstruksi, bereaksi baik dengan tanah, untuk lapis pondasi, tanah sub soil dan deep sub soil.

Pengaruh hidrasi, bahan penstabil Osaka ESC menghasilkan sejumlah besar antara lain ETTRINGITE ( $3 \text{ Ca O} \cdot \text{Al}_2 \text{ O}_3 \cdot 3 \text{ Ca SO}_4 \cdot 32 \text{ H}_2 \text{ O}$ ), ketika proses hidrasi memerlukan sejumlah besar air, maka air diambil dari tanah sekelilingnya, hidrasi yang terbesar terjadi pada tanah sub soil yang kering, bahan stabilisasi Osaka ESC bertindak sebagai pipa kapiler air yang berhubungan dengan proses hidrasi, terjadi penambahan efek dari hidrasi.



Gambar 2. Proses hidrasi bahan stabilisasi Osaka ESC

**Tabel 2.**  
Hasil pengujian sifat bahan stabilisasi  
Osaka ESC

No	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Berat jenis	3,12	gr/mL
2	Kehalusan	3000	gr/cm <sup>2</sup>
3	Waktu pengikatan		
	- W/C	26,45	%
	- Awal	125	%
	- Akhir	150	%
4	Bahan tak larut	0,3	%
5	Kadar Si O <sub>2</sub>	20,7	%
6	Kadar Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,6	%
7	Kadar Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,6	%
8	Kadar Ca O	48,3	%
9	Kadar Mg O	2,5	%
10	Kadar SO <sub>3</sub>	17,2	%
11	Hilang pijar	0,6	%
12	Kadar Ca O bebas	10	%

#### 2.4. Bahan Stabilisasi Phosphogypsum

Merupakan limbah dari pabrik pupuk terdiri dari partikel-partikel padat berupa kapur dari hasil samping pupuk ZA, dimana limbah tersebut jumlahnya sebanding dengan produksi pupuk yang dihasilkan, pemanfaatan bahan penstabil Phosphogypsum sebagai bahan stabilisasi terhadap jenis tanah kohesif, tanah labil atau tanah liat setempat dan dapat digunakan sebanyak mungkin karena lebih ekonomis. Sifat fisik dari limbah hasil samping pabrik pupuk ZA yang dominan berupa kapur, Kepadatan curah adalah 1 t/m<sup>3</sup> dan dalam keadaan padat 1,16 t/m<sup>3</sup>.

Pencampuran tanah liat dengan bahan stabilisasi phosphogypsum bertujuan untuk menstabilkan tanah, karena limbah mempunyai kandungan kapur (CaCO<sub>3</sub>) yang dominan sehingga diharapkan bisa bereaksi secara baik dengan jenis tanah liat yang mempunyai sifat Pozzolan, yaitu jenis tanah yang memiliki indek plastisitas (PI) yang tinggi mendekati 50 %.

**Tabel 3.**  
Hasil pengujian sifat kimia bahan  
penstabil Phosphogypsum

No	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Kadar Si O <sub>2</sub>	1,18	%
2	Kadar ( Ca SO <sub>4</sub> 2 H <sub>2</sub> O)	92	%
3	Kadar Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,13	%
4	Kadar Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,05	%
5	Kadar Mg O	0,38	%
6	Kadar Ca O	5,26	%
7	Hilang Pijar	24,30	%
8	Kadar H <sub>2</sub> O	17,67	%

### III. PENGUJIAN

Jenis pengujian yang dilaksanakan di laboratorium mengikuti standar pengujian yang berlaku, meliputi:

- Pengujian sifat fisik tanah
- Pengujian sifat kimia tanah
- Pengujian sifat fisik tanah + Bahan stabilisasi tanah

Pengujian sama dengan pengujian sifat fisik dan kimia tanah.

#### IV. HASIL PENGUJIAN

##### 4.1. Stabilisasi dengan bahan stabilisasi tanah RRP

##### 4.1.1. Hasil pengujian

**Tabel 4.**  
Hasil pengujian sifat fisik dan kimia tanah A

No	Pengujian	Metode	Hasil	Satuan
	Sifat fisik			
1	Berat jenis	SNI 03-1964-1990	2,685	-
2	Atterberg limit	SNI 03-1967-1990		
	- batas cair		92,25	%
	- batas plastis		45,26	%
	- indek plastis		46,99	%
	- batas susut	SNI 03-3422-1990	27,86	%
3	Analisa saringan	SNI 03-3423-1990		
	- lolos # 40		99,54	%
	- lolos # 200		97,78	%
4	Klasifikasi	SNI 03-6371-2000	A.7.5 (59)	
5	Pemadatan			
	- Kadar air optimum	SNI 03-1965-1990	43,80	%
	- Kepadatan maks	SNI 03-2832-1992	1,18	t/m <sup>3</sup>
	- 95% kepadatan maks		1,12	t/m <sup>3</sup>
6	CBR	SNI 03-1744-1989	6,5	%
7	Pengembangan	-	1,2	%
8	Kuat tekan bebas	SNI 03-3638-1994	2,31	kg/cm <sup>2</sup>
9	Permeabilitas	SNI 03-2411-1991	6,93 x 10 <sup>-7</sup>	cm / det
10	Hydrometer	-		
	( kadar lempung)		39	%
11	Modulus elastisitas	SNI 03-4813-1998	210	kg/cm <sup>2</sup>
	Sifat Kimia			
12	Kadar CaO	SII -06-2911-1992	0,630	%
13	Kadar MgO	SII 06-2910-1992	0	%
14	Kadar Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SII 06-2525-1991	6,450	%
15	Kadar Cl <sup>-</sup>	SII 0454-1981	0,017	%
16	Kadar SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	SII 0454-1981	0,156	%
17	Kadar Mn O <sub>2</sub>	SII 0454-1981	0	%
18	Kadar Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SII 06-2477-1991	41,170	%
19	Kadar Si O <sub>2</sub>	SII 06-2477-1991	33,070	%
20	PH	-	6,9	
21	Kadar organik total	SNI 03-2831-1992	13,4	%
22	Kadar humus	-	0,032	%
23	Tahanan jenis	AASHTO T 194-97	23.500	Ohm.cm

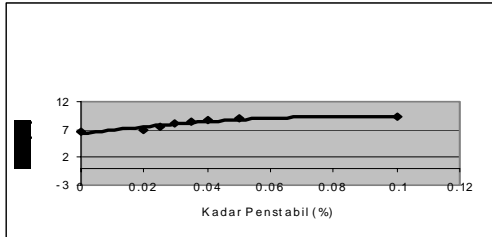
Dari hasil pengujian pada tabel 1. diatas menunjukkan contoh tanah yang digunakan termasuk klasifikasi A. 7. 5. ( 59).





#### 4.1.2. Pembahasan hasil stabilisasi dengan bahan stabilisasi RRP

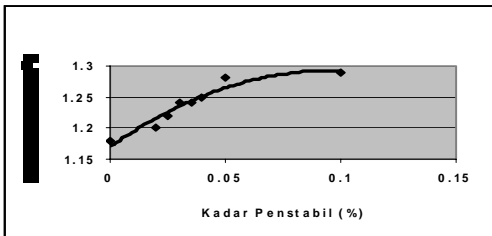
- a) Hubungan CBR dengan % kadar bahan stabilisasi RRP.



**Gambar 3.** Hubungan CBR dengan % bahan stabilisasi RRP

Gambar memperlihatkan daya dukung tanah ( CBR ) naik dengan bertambahnya % kadar bahan stabilisasi RRP.

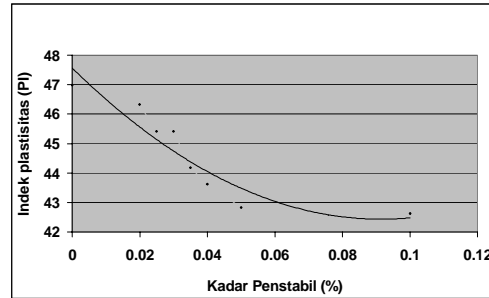
- b) Hubungan Kepadatan dengan % kadar bahan stabilisasi RRP.



**Gambar 4.** Hubungan Kepadatan dengan % bahan stabilisasi RRP

Dari gambar terlihat angka kepadatan naik sesuai % kadar bahan stabilisasi RRP, meskipun kenaikan tidak signifikan.

- c) Hubungan antara Indeks Plastisitas (PI) dengan % bahan stabilisasi RRP



**Gambar 5.** Hubungan Indeks Plastisitas dengan % kadar bahan stabilisasi RRP

Gambar memperlihatkan angka PI menurun sesuai naiknya % bahan stabilisasi RRP, ini menunjukkan bahwa pengembangan mengecil karena pemuai dari tanah bila bertemu air.

## 4.2. Stabilisasi dengan bahan stabilisasi Osaka ESC

### 4.2.1. Hasil Pengujian

**Tabel 6.**  
Hasil pengujian sifat fisik dan kimia tanah B

No	Pengujian	Metode	Hasil	Satuan
1	Sifat Fisik			
1	Berat jenis	SNI 03-1964-1990	2,780	-
2	Atterberg limit	SNI 03-1967-1990		
	- batas cair		90	%
	- batas plastis		46	%
	- indek plastis		44	%
3	Analisa saringan	SNI 03-3423-1994		
	- lolos # 40		60	%
	- lolos # 200		53	%
4	Klasifikasi	SNI 03-6371-2000	A.7.5 (25)	
5	CBR	SNI 03-1744-1989	7	
6	Kepadatan			
	- Kadar air optimum	SNI 03-1965-1990	37,6	%
	- $\gamma$ d maksimum	SNI 03-2832-1992	1,245	%
	- 95% $\gamma$ d maksimum		1,183	%
	Sifat Kimia			
7	Kadar CaO	SII-06-2911-1992	2,32	%
8	Kadar MgO	SII 06-2910-1992	0,02	%
9	Kadar Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SII 06-2525-1991	26,99	%
10	Kadar Cl <sup>-</sup>	SII 0454-1981	0,02	%
11	Kadar SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	SII 0454-1981	0	%
12	Kadar Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SII 0454-1981	29,43	%
13	Kadar SiO <sub>2</sub>	SII-06-2477-1991	30,76	%
14	PH	-	6,8	
15	Kadar organik total	SNI 03-2831-19922	13,02	%
16	Kadar humus	-	0,95	%

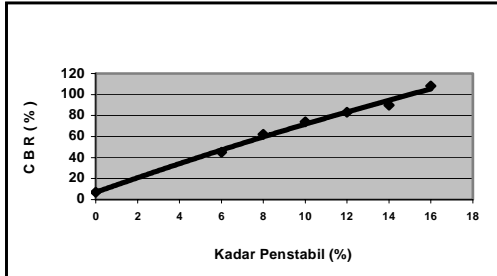
**Tabel 7.**

Hasil pengujian fisik tanah B + bahan stabilisasi Osaka ESC dengan kadar 6 % s/d 16%

No	Pengujian	Hasil							Satuan
		0 %	6%	8%	10%	12%	14%	16%	
1	Pemadatan								
	-Kadar air optimum	37,6	36,6	36,4	36,4	36,2	35,6	34,2	%
	- $\gamma$ D maks	1,245	1,280	1,305	1,310	1,312	1,31	1,32	t/m 3
	- 95%- $\gamma$ D maks	1,183	1,216	1,240	1,245	1,246	5	0	t/m 3
2	C B R	7	45	62	74	83	1,24	1,25	%
							4	5	
							90	108	

#### 4.2.2. Pembahasan hasil stabilisasi dengan bahan stabilisasi Osaka ESC

a) Hubungan CBR dengan % bahan stabilisasi Osaka ESC

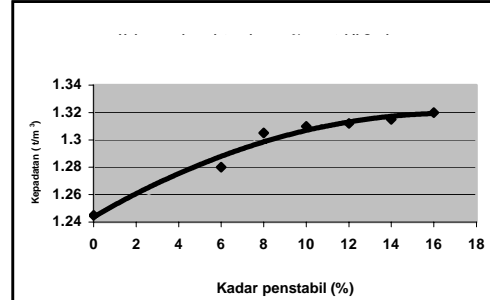


**Gambar 6.** Hubungan CBR dengan % bahan stabilisasi Osaka ESC

Gambar memperlihatkan kenaikan daya dukung tanah ( CBR ) yang signifikan dengan bertambahnya % kadar bahan stabilisasi Osaka ESC dan memenuhi persyaratan Lapis

Pondasi Atas (LPA) dengan CBR > 80 %, pada kadar Osaka ESC 14%.

b) Hubungan Kepadatan dengan % kadar bahan stabilisasi Osaka ESC



**Gambar 7.** Hubungan Kepadatan dengan % kadar bahan stabilisasi Osaka ESC

Terlihat kenaikan kepadatan sesuai % kadar bahan stabilisasi Osaka ESC tidak terlalu besar pada kadar 14% kenaikan menjadi 1,320 t/m<sup>3</sup>. CBR > 80%.

### 4.3. Stabilisasi dengan bahan stabilisasi Phospogypsum

#### 4.3.1. Hasil pengujian

Tabel 8.  
Hasil pengujian sifat fisik dan kimia tanah C

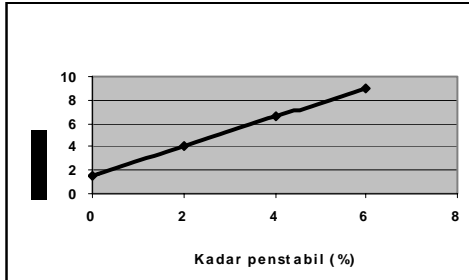
No	Pengujian		Hasil	Satuan
1	Sifat fisik.			
2	Berat jenis	SNI 03-1964-1990	2,770	-
2	Atterberg limit			
	- batas cair	SNI 03-1967-1990	67	%
	- batas plastis		36	%
	- indek plastis		28	%
3	Analisa saringan			
	- lolos # 40	SNI 03-3423-1994	98,14	%
	- lolos # 200		90,25	%
4	CBR		4,0	%
5	kepadatan	SNI 03-1744-1989		
	- Kadar air Optimum		64,8	%
	- Kepadatan maks	SNI 03-1965-1990	0,91	t/m <sup>3</sup>
		SNI 03-2832-1992		
	Sifat Kimia			
6	Kadar CaO		2,39	%
7	Kadar MgO		1,54	%
8	Kadar Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SII-06-2911-1992	13,38	%
9	Kadar SO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	SII 06-2910-1992	0,48	%
10	Kadar Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SII 06-2525-1991	33,31	%
11	Kadar Si O <sub>2</sub>	SII 0454-1981	34,3	%
12	PH	SII 0454-1981	5,8	-
13	Kadar organik total	SII-06-2477-1991	18,2	%
14	Hilang Pijar	-	14,6	%
		SNI 03-2831-19922		
		-		

Tabel 9.  
Hasil pengujian fisik tanah C + bahan stabilisasi phospogypsum  
dengan variasi 2 % , 4% dan 6%

No	Pengujian	Hasil				Satuan
		0%	2%	4%	6%	
1	Berat jenis	2,770	2,730	2,740	2,850	-
2	Atterberg limit					
	-Batas cair	67	74	72	70	%
	-Batas plastis	36	60	60	59	%
3	-Index plastis	28	14	12	11	%
	Kepadatan	64,8	61,6	69	69	%
	-Kadar air optimum	0,91	0,92	0,97	0,99	t/m <sup>3</sup>
4	-γ D maks	4,0	5,2	6,6	9,0	%
5	C B R					
	Analisa Saringan	98,14	99,92	92,90	99,95	%
	-Lolos # No.40	90,25	99,18	99,24	99,19	%
	-Lolos # No.200					

#### 4.3.2. Pembahasan hasil stabilisasi dengan bahan stabilisasi hosphogypsum

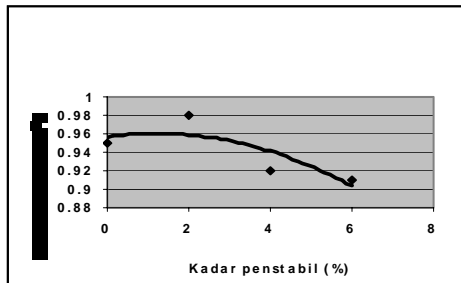
- a) Hubungan CBR dengan % kadar bahan stabilisasi Phosphogypsum



**Gambar 8.** Hubungan CBR dengan % bahan stabilisasi phosphogypsum

Dari gambar terlihat daya dukung tanah ( CBR ) menaik dengan bertambahnya % kadar bahan stabilisasi, pada penambahan 6% phosphogypsum kenaikan angka CBR adalah 9%.

- b) Hubungan Kepadatan dengan % kadar bahan stabilisasi phosphogypsum

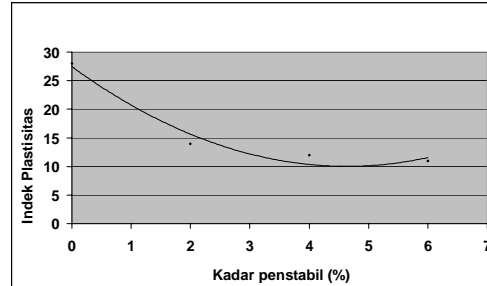


**Gambar 9.** Hubungan Kepadatan dengan % kadar bahan stabilisasi phosphogypsum

Dari gambar terlihat angka kepadatan tidak menunjukkan

kenaikan yang berarti, pada 6% kadar phosphogypsum kepadatan masih dibawah 1 t/m<sup>3</sup>.

- c) Hubungan antara Indeks Plastisitas (PI) dengan % kadar bahan stabilisasi phosphogypsum



**Gambar 10.** Hubungan Indeks Plastisitas dengan % bahan stabilisasi Phosphogypsum

Dari gambar terlihat angka PI menurun sesuai naiknya % kadar bahan penstabil, dari 28% menjadi 11%, sehingga stabilisasi dapat digunakan untuk tanah dasar (subgrade)

#### V. KESIMPULAN

- a. Bahan stabilisasi RRP merupakan katalisator yang berfungsi sebagai penukar ion, dimana reaksi memerlukan air > 37% untuk memperoleh kepadatan sampai dengan 1,29 t/m<sup>3</sup>. Penambahan % kadar bahan stabilisasi RRP dapat mengurangi sifat pengembangan dari tanah, turun sampai dengan 0,67 %.

Bahan stabilisasi RRP tidak merubah klasifikasi dari tanah dasar, hanya perubahan parameter dari 59 menjadi 50, Dengan penambahan sampai 0,1 liter/ m<sup>2</sup>, angka CBR naik dari 7% menjadi 9,2%.

Memperlambat penyerapan air oleh partikel tanah (permeabilitas), RRP dapat sebagai bahan stabilisasi yang dapat menaikkan daya dukung tanah dasar (sub grade) untuk perkerasan jalan.

- b. Bahan stabilisasi Osaka ESC adalah bahan yang bersifat pengendap air, digunakan untuk menaikkan daya dukung tanah yang bersifat lempung (clay). Bahan terdiri dari komponen anorganik yang bersifat pozzolan.

Untuk mencapai kepadatan maksimum 1,315 t/ m<sup>3</sup> membutuhkan kadar air optimum 35,6%. Kenaikan daya dukung naik menjadi 90% dari 7% tanpa ESC. Pada kadar bahan stabilisasi 14% kenaikan CBR sangat signifikan, sesuai untuk persyaratan Lapis Pondasi Atas (LPA) yang mempunyai persyaratan CBR > 80%.

- c. Bahan stabilisasi Phosphogypsum, mengandung kadar SO<sub>3</sub> yang tinggi (92%) sehingga stabilisasi bersifat asam. Untuk mencapai kepadatan maksimum

0,99t/m<sup>3</sup> membutuhkan kadar air 69%, kenaikan daya dukung CBR semula 4% menjadi 9%.

PI turun menjadi 11% sehingga dapat dipergunakan untuk stabilisasi tanah dasar (sub grade) untuk perkerasan jalan.

- d. Bahan stabilisasi yang memberikan hasil terbaik adalah Osaka ESC yang sangat berpengaruh terhadap tanah yang bersifat lempung, sehingga dapat digunakan untuk stabilisasi tanah untuk LPA, bahan stabilisasi RRP dan phosphogypsum dapat meningkatkan CBR untuk tanah dasar (subgrade).

- e. Didalam percobaan stabilisasi, sangat tergantung kepada jenis bahan stabilisasi yang digunakan, % kadar bahan stabilisasi akan mempengaruhi hasil stabilisasi yang didapat. Disamping jenis tanah yang akan distabilisasi sangat menentukan pemilihan bahan stabilisasi.

Tidak semua tanah yang bersifat liat mempunyai reaksi pozzolan ketika dicampur dengan bahan stabilisasi. Reaksi pozzolan hanya terjadi dengan baik di dalam keadaan padat dan air cukup (pada kadar air optimum).

Air yang digunakan tidak memerlukan persyaratan, bila air yang digunakan adalah air

hujan (mengandung CO<sub>2</sub>) maka hasil campuran harus dipadatkan secepat mungkin, sebelum terjadi karbonisasi dengan CaOH sehingga mengurangi reaksi pozzolan dari campuran stabilisasi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Aninymous (1982), Penggunaan Phosphogypsum sebagai bahan stabilisasi". Laporan Penelitian. Direktorat Penyelidikan Masalah Tanah dan Jalan ( DPMTD).
2. Aninymous (1990), Bahan stabilisasi kimia tanah dengan Ronald Road Packer (RRP 2-3-5 Special).

3. Aninymous (1994), *Effect and Use of Osaka Expansive Soil Compound* ", Brossure Osaka ESC.
4. Syarif Budiono BE (1994), Pemanfaatan limbah Petrokimia Gresik sebagai bahan alternatif agen stabilisasi ", KNTJ ke 5. Bandung Mei 1994.

#### **Penulis :**

**Dra. Leksminingsih**, Ahli Peneliti Madya, pada Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.