

## Pengaruh Penambahan Sirtu dan Kapur Pada Stabilitas Tanah Lempung Terhadap Daya Dukung Tanah Dasar Perkerasan Lentur

Hayatullah <sup>1)</sup>, Priyo Suroso <sup>2)</sup>, SSN. Banjarsanti <sup>3)</sup>, Ayetno <sup>4)</sup>

E-Mail : jrhayat92@gmail.com<sup>1)</sup>, priyo.polnes@gmail.com<sup>2)</sup>, [ssnbanjarsanti@gmail.com](mailto:ssnbanjarsanti@gmail.com)<sup>3)</sup>,  
[ayetno7733@gmail.com](mailto:ayetno7733@gmail.com)

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda  
Jl. Cipto Mangun Kusumo, Kota Samarinda, Kode Pos 75242, Kalimantan Timur

Koresponden naskah : [jrhayat92@gmail.com](mailto:jrhayat92@gmail.com)

### ABSTRACT

*Soil is the primary material in the construction industry because all buildings rely on it. There are several types of problematic soils, and one of them is clay soil. The study focuses on the clay soil found in the Separi Village, Tenggarong Sebrang, Kutai Kartanegara, aiming to provide an alternative for stabilizing and strengthening clay soil by mixing it with sand and lime. The soil used in this study was classified according to AASHTO classification and belongs to group A-7-5. The sand used as an additive was obtained from Apung Village, Tanjung Selor District, Bulungan Regency, while the lime used was hydrated lime. The variations of sand content in the study were 15%, 20%, and 25%, while the lime content varied at 2%, 4%, and 6%. The tests conducted were the unconfined compression strength test and CBR test to determine the bearing capacity values of the original soil and the soil mixtures. The research results showed that the addition of sand and lime can improve the bearing capacity of the soil. The optimum value of unconfined compression strength ( $q_u$ ) of the mixture with 25% sand and 4% lime was 3.516 kg/cm<sup>2</sup>. The CBR value of the soil mixture with 25% sand and 6% lime was 11.35%, which meets the minimum requirement of 6% for CBR value as a road pavement base..*

*Keywords – Clay, Sirtu, Lime, CBR, Compressive Strength*

### ABSTRAK

Tanah merupakan material utama dalam dunia konstruksi, karena semua bangunan akan bertumpu pada tanah. Ada beberapa jenis tanah yang bermasalah baik dari segi daya dukung tanah, salah satunya tanah lempung. Seperti tanah di daerah Desa Separi, Tenggarong Sebrang, Kutai Kartanegara yang tergolong tanah lempung sehingga penelitian ini bertujuan untuk menjadi alternatif stabilisasi dan perkuatan tanah lempung dengan mencampurkan sirtu dan kapur. Tanah yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan klasifikasi AASHTO termasuk dalam kelompok A-7-5. Sirtu yang digunakan sebagai bahan tambah pada penelitian ini diambil dari desa Desa Apung, Kecamatan Tanjung Selor, Kabupaten Bulungan, dan Kapur yang digunakan adalah kapur tohor. Variasi sirtu pada pengujian ini 15%, 20%, dan 25%, sedangkan variasi kapur 2%, 4%, dan 6%. Pada pengujian ini dilakukan uji kuat tekan bebas dan CBR untuk mengetahui nilai daya dukung tanah asli maupun tanah campuran. Hasil penelitian yang dilakukan dengan penambahan sirtu dan kapur dapat memperbaiki daya dukung tanah, dengan pengujian kuat tekan bebas campuran 25% sirtu dan 4% kapur didapat nilai optimum  $q_u$  3,516 kg/cm<sup>2</sup>. CBR tanah campuran 25% sirtu dan 6% kapur dengan nilai 11,35% memenuhi syarat CBR tanah sebagai dasar perkerasan jalan minimal 6%.

*Kata Kunci – Tanah Lempung, Sirtu, Kapur, CBR, Kuat Tekan Bebas*

## 1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan material utama dalam dunia konstruksi, karena semua bangunan akan bertumpu pada tanah. Tetapi tidak semua tanah baik digunakan sebagai tanah dasar suatu bangunan, sebab ada beberapa jenis tanah yang bermasalah baik dari segi daya dukung tanah dimana daya dukung terkait dengan kuat geser tanah dan stabilitas tanah yang terkait dengan deformasi atau penurunan tanah (total settlement dan differential settlement). Salah satu tanah yang biasa ditemukan pada suatu konstruksi yaitu jenis tanah lempung (Enita Suardi, 2005). Tanah lempung ini banyak tersebar di daerah Indonesia dan bahkan penyebarannya hampir merata, salah satunya di Kalimantan Timur daerah Desa Separi, Tenggarong Sebrang, Kutai Kartanegara.

Tanah lempung memiliki karakteristik tanah berbutir halus lebih kecil dari 0,002 mm dan tingkat permeabilitas yang rendah, nilai kompresibilitas tinggi, nilai daya dukung dan kuat geser yang rendah, serta memiliki potensi kembang susut yang tinggi (expansif) karena perubahan kadar air. Apabila suatu konstruksi seperti jalan raya yang mendukung seluruh konstruksi jalan beserta beban lalu lintas di atasnya dibangun di atas tanah bermasalah, maka jalan tersebut akan mudah mengalami kerusakan. Sehingga tanah dasar (lempung) harus diperbaiki agar tidak terjadi penurunan (settlement) dan tidak terjadi kerusakan sebelum mencapai umur konstruksi yang direncanakan (Hardiyatmo 1992).

Pada penelitian ini untuk mengetahui daya dukung tanah dari tanah lempung yang distabilisasikan, dilakukan dengan uji laboratorium. Pada pengujian ini menggunakan uji CBR (California Bearing Ratio) dengan rendaman untuk dapat menentukan seberapa besar peningkatan daya dukung tanah yang sudah distabilisasi dengan sirtu dan kapur. Dilakukannya CBR dengan rendaman bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengembangan yang terjadi setelah tanah distabilisasikan dengan bahan campur. Dalam penelitian ini stabilisasi tanah dilakukan dengan jalan mencampurkan sirtu dan kapur terhadap tanah lempung. Dimana sirtu akan dicampurkan sebanyak 15%, 20%, dan 25% dari berat kering tanah yang akan diuji oleh peneliti, dan hasil optimum dari campuran sirtu dan tanah akan dicampur oleh kapur dengan variasi 4%, 6%, dan 8% sebagai bahan stabilisasi tanah lempung.

## 2. TINJAUAN PUSAKA

### A. Tanah Lempung

Tanah lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm, bersifat sangat kohesif pada kadar air yang tinggi, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, kadar kembang susut tinggi dan proses konsolidasi lambat (Hardiyatmo 2002).

Menurut Terzaghi (1987) dalam Fadillah (2021) sifat tanah lempung yang mudah diamati adalah apabila tanah lempung dalam keadaan kering, tanah lempung akan sangat keras dan sulit terkelupas hanya dengan jari tangan. Sedangkan apabila tanah dalam

keadaan mengandung banyak air, tanah lempung akan sangat kohesif dan lunak.

### B. Syarat Tanah Perkerasan Lentur

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut

- 1) Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- 2) Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- 3) Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.

Nilai CBR digunakan sebagai dasar perencanaan perkerasan timbunan jalan, besarnya tergantung dari kelas jalan yang dihendaki. Nilai CBR tanah dasar jalan adalah 1,26 % termasuk kategori "buruk". Maka agar mencapai nilai CBR 5 s/d 10 dengan kategori "Sedang" perlu dilakukan pencampuran dengan jenis tanah Pasir berlanau atau batu kapur, atau mengganti lapisan tanah ber CBR rendah dengan kualitas tanah yang lebih baik dari sumber lain.

### C. Stabilitas Tanah

Pada umumnya, stabilisasi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis mengandalkan penambahan kekuatan dan daya dukung tanah dengan mengatur gradasi butir dari tanah yang dimaksud, sedangkan stabilisasi kimiawi mengandalkan suatu bahan stabilisator (stabilizing agent) yang dapat mengubah/mengurangi sifat-sifat tanah yang kurang menguntungkan didalam mencapai kestabilan yang tinggi yang biasanya juga disertai dengan pengikatan (cementing action terhadap masing-masing butir tanah yang satu dengan yang lainnya. Dalam penelitian ini, stabilisasi tanah yang akan digunakan adalah stabilisasi kimiawi. Bahan tambah yang digunakan dalam stabilisasi yaitu kapur dan pasir.

### D. Pasir Sebagai Bahan Tambah Stabilisasi Tanah

Tanah pasir adalah jenis tanah yang bersifat non kohesif. Menurut Bowles (1986), tanah non kohesif adalah tanah yang apabila butir-butir tanah terpisah-pisah sesudah dikeringkan dan hanya bersatu apabila berada dalam keadaan basah karena gaya tarik permukaan didalam air. Tanah non kohesif mempunyai sifat antara butiran lepas (loose), hal tersebut ditunjukkan dengan butiran tanah yang akan terpisah-pisah apabila dikeringkan, sehingga tanah tersebut perlu dilakukan upaya perbaikan agar dapat memperbaiki sifat-sifat tanah agar lebih baik.

Bowles (1986) menyatakan tanah yang bersifat non kohesif tidak mempunyai garis batas antara keadaan plastis dan tidak plastis, karena jenis tanah tersebut tidak plastis untuk semua nilai kadar air, akan tetapi dalam beberapa kondisi tertentu, tanah non

kohesif dengan kadar air yang cukup tinggi dapat bersifat sebagai suatu cairan kental.

Salah satu cara menstabilisasi tanah lempung tersebut dengan menambahkan pasir. Alasan dipilihnya pasir sebagai bahan yang digunakan, karena pasir merupakan bahan yang terbilang relatif murah, mudah didapatkan serta menjadi penguat dimana dapat meningkatkan kekuatan dari tanah tersebut.

#### **E. Kapur Sebagai Bahan Tambah Stabilisasi Tanah**

Kapur tohor bersifat anhidrida basa, apabila bereaksi dengan air maka mengeluarkan banyak panas dan menjadi kapur padam atau kalsium hidroksida (disebut kapur mati). Kapur padam merupakan kapur alami yang berbentuk kristalin kecil kalsium karbonat. Kapur ini dipakai dalam bentuk granula sebagai media filter menurunkan keasaman. Kapur padam banyak digunakan sebagai bahan bangunan, penetralan keasaman tanah

Dunn (1980) menyatakan stabilisasi dengan kapur digunakan untuk menurunkan potensi pengembangan dan tekanan pengembangan pada tanah-tanah lempung. Dalam penelitian ini, penambahan kapur menghasilkan ion-ion kalsium tinggi dalam lapisan ganda sekeliling partikel-partikel lempung, sehingga mengurangi tarikan bagi air. Apabila kapur dengan mineral lempung atau dengan komponen pozzolan seperti silica hidrat bereaksi, maka akan membentuk suatu gel yang keras dan kuat yaitu kalsium silikat yang mengikat butir-butir atau partikel tanah (Metcalf, 1972). Oleh karena itu, penambahan kapur sebagai bahan tambah stabilisasi tanah berfungsi sebagai stabilisator.

#### **F. Sifat Fisik Tanah**

Dalam keadaan asli atau alami, tanah memiliki beberapa sifat dasar atau sifat fisik yang berhubungan dengan tampilan dan ciri-ciri umum dari tanah. Jenis tanah pada umumnya diklasifikasikan berdasarkan sifat fisik tanah.

##### 1) Ukuran Butir

Ukuran butiran pada tanah sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah yang mana besar butirannya merupakan dasar dalam pemberian nama dan klasifikasi tanah (Hardiyatmo 2002).

##### 2) Kadar Air

Tujuan pengujian kadar air adalah menentukan kadar air suatu tanah. Kadar air tanah adalah perbandingan antar berat air ( $W_w$ ) dengan berat kering ( $W_s$ ) tanah tersebut. Dalam penelitian ini SNI yang digunakan adalah SNI 1965:2008.

##### 3) Berat Jenis Tanah (Specific Gravity)

Tujuan pengujian berat jenis adalah untuk menentukan berat jenis suatu sampel tanah menggunakan piknometer. Berat jenis (*specific gravity*) tanah ( $G_s$   $\gamma_s$ ) dengan berat air destilasi ( $\gamma_w$ ) di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu, biasanya diambil pada suhu 27,5° C. Dalam penelitian ini SNI yang digunakan adalah SNI 1965:2008.

#### 4) Batas – Batas Konsistensi (*Atterberg Limit*)

Tanah dapat dipisahkan ke dalam empat bentuk seperti cair, plastis, semi padat dan padat tergantung pada banyaknya air dalam tanah. Konsistensi pada tanah merupakan keadaan di mana tanah berbutir halus mempunyai kandungan kadar air tertentu. Seorang ilmuwan dari Swedia bernama Atterberg mengembangkan batas-batas konsistensi tanah berbutir halus pada kandungan kadar air tanah. Batas-batas ini dikenal dengan batas-batas Atterberg yang terdiri dari batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*) dan batas susut (*shrinkage limit*).

#### **G. Sifat Mekanik Tanah**

Menurut Shirley (1994) dalam Fadillah (2021) sifat mekanis tanah merupakan perilaku tanah akibat diberikannya beban terhadap tanah dan digunakan sebagai parameter dalam perencanaan konstruksi.

##### 1) Pemadatan Tanah

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis, untuk menghasilkan pemampatan partikel. Energi pemadatan di lapangan dapat diperoleh dari mesin gilas, alat-alat pemadat getaran, dan dari benda-benda berat yang dijatuhkan.

##### 2) Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pengujian kuat tekan bebas bertujuan untuk memperoleh nilai kuat tekan bebas tanah kohesif. Uji kuat tekan ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekan tersebut. Kuat tekan bebas adalah besarnya beban aksial per satuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan (beban maksimum), atau apabila regangan aksial telah mencapai 20% (Soedarmo dan Purnomo 1997).

##### 3) Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan (dapat berupa tanah ataupun material perkerasan jalan) dengan bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Biasanya pengujian CBR dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan material perkerasan jalan raya. CBR dapat dilakukan di laboratorium ataupun lapangan. Tujuan pengujian CBR yaitu mendapat nilai CBR tanah atau campuran agregat yang dipadatkan di laboratorium pada variasi kadar air pemadatan.

### **3. METODOLOGI PENELITIAN**

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pengambilan sampel tanah di Desa Separi, Tenggara Sebrang, Kutai Kartanegara. Pegujian dilaksanakan di Laboratorium Tanah Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda. Jl Cipto Mangunkusumo, Sungai Keledang, Kec. Samarinda Sebrang, Kota Samarinda. Waktu pelaksanaan dimulai dari Febuari hingga Juni 2023. Penelitian ini menggunakan bahan-bahan sebagai berikut :

1) Sampel tanah yang digunakan merupakan sample tanah terganggu (*disturbed*) dengan cara pengambilan mencangkul dan tidak memberikan

- perlakuan khusus, Tanah ini berasal dari Desa Separi, Tenggarong Sebrang, Kutai Kartanegara.
- 2) Sirtu yang digunakan dalam penelitian ini adalah sirtu yang berasal dari Desa Apung, Kecamatan

- Tanjung Selor, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara.
- 3) Kapur Tohor yang digunakan berasal dari pasaran didaerah Samarinda.

**Tabel 1. Uji Sampel Tanah asli**

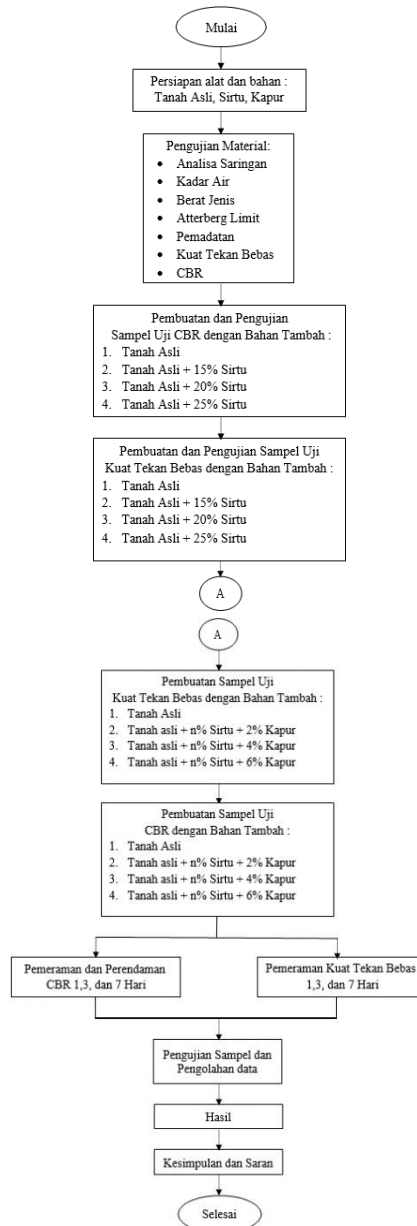
	Sampel Tanah Asli	Jumlah Benda Uji
Sifat-sifat Tanah	Pengujian Kadar Air Tanah	2 buah
	Pengujian Analisa butiran	2 buah
	Pengujian Berat Jenis	2 buah
	Pengujian batas-batas Konsistensi	2 buah
	Pengujian Berat Volume Tanah	2 buah
Pemadatan	Pemadatan Tanah Ringan	1 buah
	Pengujian Unconfined Compressive Strength (Kuat Tekan Bebas)	1 buah
Daya Dukung	Pengujian California Bearing Ratio(CBR)	1 buah

**Tabel 2. Sampel Tanah asli + % Sirtu**

Uji yang dilaksanakan	Sampel Tanah asli + % Sirtu			Jumlah
	15%	20%	25%	
Pemadatan	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
CBR	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
Kuat Tekan Bebas	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah

**Tabel 3. Sampel Tanah asli + n% Sirtu + % Kapur**

Uji yang dilaksanakan	Tanah asli + n% Sirtu + % Kapur				Jumlah
	Hari	2%	4%	6%	
Pemadatan	0	5 buah	5 buah	5 buah	15 buah
	0	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
CBR	1	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
	3	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
Pemeraman	7	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
	1	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
CBR	3	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
	7	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
Perendaman	0	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
	1	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
Kuat Tekan Bebas	3	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
	7	1 buah	1 buah	1 buah	3 buah
					48 buah



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

Pada pengujian ini menggunakan tanah yang berasal dari daerah Desa Separi, Tenggarong Sebrang,

Kutai Kartanegara. Dalam mendapatkan hasil sifat fisik tanah asli memiliki beberapa pengujian yang dilakukan antara lain pengujian *Specific Gravity (GS)*, Kadar Air, Analisa Saringan, dan *Atterberg Limit*.

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

No	Pengujian Sifat Fisik Tanah	Hasil Pengujian
1.	Kadar Air	34,15%
2.	Berat Jenis (GS)	2,61
3.	Tanah Lolos Saringan No.200 (<0,075 mm)	59,60%
4.	Batas Cair (LL)	54,24%
5.	Batas Plastis (PL)	31,56%
6.	Indeks Plastisitas (PI)	22,67%
7.	Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO	A-7-5

Dari pengujian kadar air pada tanah asli didapatkan hasil pengujian dengan nilai 34,15% dengan perhitungan terlampir. Dengan hasil yang

didapatkan maka dapat disimpulkan bahwa tanah asli dengan pengujian kadar air termasuk dalam tanah lempung.

Dari pengujian *Specific Gravity (Gs)* pada tanah asli didapatkan hasil pengujian dengan nilai 2,61 dengan perhitungan terlampir. Dengan hasil yang didapatkan maka dapat disimpulkan bahwa tanah asli dengan pengujian *Specific Gravity (GS)* termasuk dalam tanah lempung organik.

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil dari pengujian tanah asli nilai batas cair (LL) yaitu 54,24% pada pukulan ke-25 yang menunjukkan bahwa tanah tersebut termasuk kedalam jenis tanah lempung. Untuk nilai batas plastis (PL) yaitu 31,56% dan nilai indeks plastisitas (PI) yaitu 22,67%.

Tanah asli yang diambil dari daerah Desa Separi dan telah di uji di laboratorium melalui analisa saringan yang dapat dilihat pada **Tabel 5** dan hasil tersebut termasuk kedalam klasifikasi A-7-5 berdasarkan metode AASHTO yaitu jenis tanah berlempung.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Analisa Saringan

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Berat Tertahan (gram)	% Kumulatif	
				Tertahan	Lolos
3/8	9.5	0	0	0.00	100.00
4	4.75	0	0	0.00	100.00
10	2	0.46	0.46	4.60	95.40
40	0.425	0.42	0.88	8.80	86.60
100	0.15	0.12	1	10.00	76.60
200	0.074	3.04	4.04	40.40	36.20

## B. Pengujian Sifat Mekanis Tanah Asli

### 1) Pengujian Pemadatan Ringan

Pada pengujian pemadatan ringan untuk sampel tanah asli didapatkan hasil kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) sebesar 20% dan untuk nilai berat kering maksimum ( $\gamma d_{max}$ ) sebesar 1.48 gr/cm<sup>3</sup>. Dari hasil tersebut dapat digunakan untuk perhitungan kebutuhan bahan yang digunakan pada pengujian CBR Unsoaked, CBR Soaked, dan kuat tekan bebas.

### 2) Pengujian CBR Tanah Asli

Pada pengujian ini dilakukan pengujian CBR tidak rendaman dan rendaman. Dari pengujian ini didapatkan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) tidak

rendaman dan rendaman dari tanah asli dengan 56 kali pukulan. Dan didapatkan nilai CBR tidak rendaman 4,49% sedangkan untuk CBR rendaman 1,61%.

### 3) Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pada pengujian ini sampel tanah yang digunakan adalah sampel tanah yang dicetak ulang (remolded). Untuk ukuran cetakan yang digunakan dengan tinggi 15,16 cm dan diameter 9,91 cm. Dari hasil pengujian di laboratorium didapat nilai qu tanah asli sebesar 1,758 (kg/cm<sup>2</sup>).

**Tabel 6.** Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah Asli

No	Pengujian Sifat Mekanis Tanah Asli	Hasil Pengujian
1.	Pemadatan Ringan : $w_{opt}$ $\gamma d_{max}$	20% 1,48 gr/cm <sup>3</sup>
2.	CBR 100 % Unsoaked Tanah Asli	4,49%
3.	CBR 100% Soaked Tanah Asli	1,61%
4.	Kuat Tekan Bebas Tanah Asli	1,758 (kg/cm <sup>2</sup> )

## C. Pengujian Tanah Campuran

### 1) Pemadatan Tanah + Sirtu

Pada pada pengujian ini terdapat 3 sampel yang digunakan untuk pemadatan ringan. Dari hasil pengujian di laboratorium didapat hasil kadar air

optimum ( $w_{opt}$ ) dan untuk nilai berat kering maksimum ( $\gamma d_{max}$ ) yang dapat dilihat pada **Tabel 7**.

**Tabel 7.** Hasil Pengujian Pemadatan Tanah + Sirtu

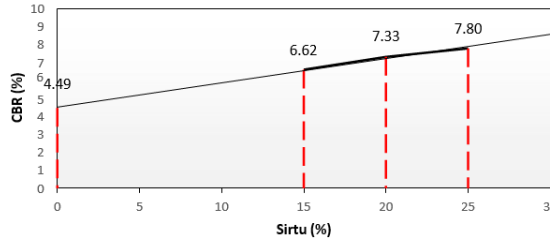
Sampel	Hasil Pengujian
Tanah + 15% Sirtu $w_{opt}$ $\gamma d_{max}$	19,5% 1,46 gr/cm <sup>3</sup>
Tanah + 20% Sirtu $w_{opt}$ $\gamma d_{max}$	22% 1,50 gr/cm <sup>3</sup>
Tanah + 25% Sirtu $w_{opt}$ $\gamma d_{max}$	23,5% 1,57 gr/cm <sup>3</sup>



2) Pengujian CBR Tanah + Sirtu

Berdasarkan nilai CBR tanah yang dicampurkan dengan variasi bahan tambah sirtu dapat dilihat nilai

persentasenya. Berikut nilai persentase kenaikan dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Grafik Hasil Pengujian CBR Tanah + Sirtu

Berdasarkan grafik pada gambar diatas terlihat bahwa nilai CBR mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase sirtu terhadap tanah asli. Pada pengujian ini dipilih variasi sirtu sebesar 25% karena pada penelitian ini berfokus pada

perkuatan atau kualitas yang tidak mempertimbangkan dari segi biaya.

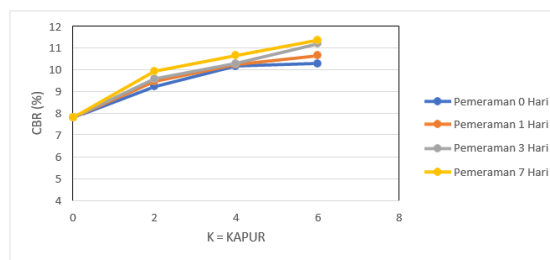
3) CBR Unsoaked Tanah + Sirtu + Kapur

**Tabel 8.** Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Pemeraman Tanah + Sirtu + Kapur

Sampel	CBR	CBR	CBR	CBR
	Pemeraman 0 Hari (%)	Pemeraman 1 Hari (%)	Pemeraman 3 Hari (%)	Pemeraman 7 Hari (%)
Tanah Asli + 25% Sirtu + 2% Kapur	9,22	9,46	9,58	9,93
Tanah Asli + 25% Sirtu + 4% Kapur	10,17	10,24	10,29	10,64
Tanah Asli + 25% Sirtu + 6% Kapur	10,29	10,64	11,18	11,35

Dari tabel diatas dapat diketahui pengaruh dari bahan tambah sirtu 25% + kapur terhadap tanah asli yaitu dapat meningkatkan nilai CBR tanah. Berikut grafik hubungan pengujian CBR pemeraman variasi

kapur dengan pemeraman 0, 1, 3, dan 7 hari pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Grafik Hasil Pengujian CBR Tanah + Sirtu + Kapur Pemeraman

Berdasarkan **Gambar 3** menunjukkan pengujian sirtu dengan penambahan kapur dapat meningkatkan nilai CBR. Nilai CBR 25% sirtu meningkat setelah di campur dengan kapur 2% sebesar 2,13% setelah di peram 7 hari, untuk CBR 4% meningkat sebesar

2,84%, sedangkan untuk CBR 6% meningkat sebesar 3,55%, yang menunjukkan kapur mampu meningkatkan nilai CBR.

4) CBR Soaked Tanah + Sirtu + Kapur

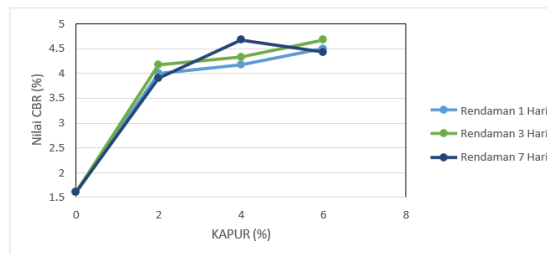
**Tabel 9.** Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Perendaman Tanah + Sirtu + Kapur

Sampel	CBR	CBR	CBR
	Perendaman 1 Hari (%)	Perendaman 3 Hari (%)	Perendaman 7 Hari (%)
Tanah Asli + 25% Sirtu	4	4,17	3,90

Sampel	CBR Perendaman 1 Hari (%)	CBR Perendaman 3 Hari (%)	CBR Perendaman 7 Hari (%)
<b>+ 2% Kapur</b>			
Tanah Asli + 25% Sirtu	4,17	4,33	4,67
<b>+ 4% Kapur</b>			
Tanah Asli + 25% Sirtu	4,50	4,67	4,43
<b>+ 6% Kapur</b>			

Dari tabel diatas dapat diketahui pengaruh dari bahan tambah sirtu 25% + kapur terhadap tanah asli yaitu dapat meningkatkan nilai CBR. Berikut grafik

hubungan pengujian CBR rendaman variasi kapur dengan perendaman 1, 3, dan 7 hari pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Grafik Hasil Pengujian CBR Tanah Asli + Sirtu + Kapur Perendaman

Berdasarkan **Gambar 4** menunjukkan pengujian sirtu dengan penambahan kapur dapat meningkatkan nilai CBR. Nilai CBR kapur 2% optimum didapat 4,17% setelah di peram 3 hari atau selisih 2,56% dari nilai CBR tanah asli, untuk CBR kapur 4% meningkat sebesar 4,67% setelah direndam 7 hari, sedangkan untuk CBR kapur 6% didapat nilai optimum sebesar 4,67% setelah rendam 3 hari.

##### 5) Pembahasan CBR Unsoaked dan Soaked

Berdasarkan **Gambar 3** dan **Gambar 4** menunjukkan bahwa dengan penambahan persentase sirtu dan kapur dapat meningkatkan nilai CBR. Nilai CBR meningkat hingga mencapai 11,35% pada variasi sirtu + kapur 6% dengan lama pemeraman 7 hari dan memiliki selisih nilai sebesar 6,86% dari nilai CBR tanah asli. Tanah tersebut baik digunakan pada tanah dasar karena lebih dari 6%. Untuk CBR perendaman didapat hasil optimum didapat nilai CBR 3,41% pada variasi sirtu + kapur 6% dengan lama perendaman 7 hari dan tidak dapat digunakan untuk dasar perkerasan jalan dikarenakan hasil yang didapat pada pengujian ini dibawah 6%.

Berdasarkan penelitian ini, dimana variasi campuran sirtu dengan campuran kapur seiring bertambahnya persentase bahan campuran maka akan meningkatkan nilai CBR tanah, baik dalam kondisi

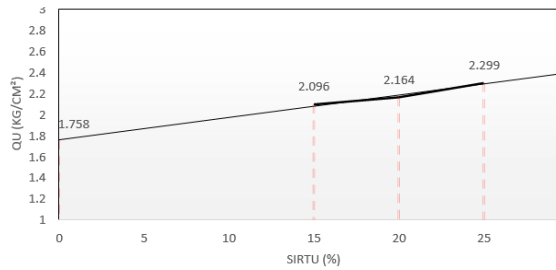
terendam maupun tidak terendam. Hal ini disebabkan penambahan sirtu sebagai bahan tambah dapat membuat tanah lempung menjadi semakin memadat karena mampu menyerap mineral yang terdapat pada tanah, dan penambahan kapur mengakibatkan terjadinya reaksi kimia yang terjadi pada kapur terhadap mineral lempung di dalam tanah yang menimbulkan sementasi. Selain itu kapur diberi waktu yang cukup untuk melakukan proses kimianya untuk terhidrasi dan mengikat partikel tanah untuk membentuk struktur tanah menjadi lebih baik sehingga akan meningkatkan kepadatan tanah dan nilai CBR nya.

Pernyataan tersebut didukung oleh (Utami, 2021) yang melakukan uji CBR terhadap sampel tanah lempung yang ditambahkan dengan pasir mengalami peningkatan dengan nilai optimum CBR pada variasi penambahan 30% dengan nilai CBR 13,234% dan pada variasi 10% sirtu + 6% kapur didapat nilai 15,583% dengan pemeraman 7 hari.

##### 6) Kuat Tekan Bebas Tanah + Sirtu

Berdasarkan nilai kuat tekan bebas tanah yang dicampurkan dengan variasi bahan tambah sirtu dapat dilihat nilai persentase kenaikannya. Berikut nilai persentase kenaikan dapat dilihat pada **Gambar 5**.





**Gambar 5.** Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah + Sirtu

Berdasarkan grafik pada gambar diatas terlihat bahwa nilai kuat tekan bebas mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase sirtu terhadap tanah asli dan didapat nilai optimum pada

variasi 25% dengan nilai 2,299 Kg/cm<sup>2</sup> atau selisih sebesar 0,541 Kg/cm<sup>2</sup> pada tanah asli.

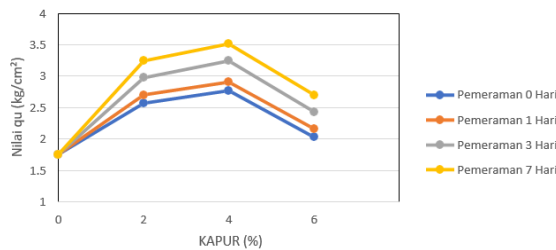
7) Kuat Tekan Bebas Tanah Sirtu + Kapur

**Tabel 10.** Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Pemeraman Tanah Sirtu + Kapur

Sampel	Nilai qu (kg/cm <sup>2</sup> ) Pemeraman 0 Hari (%)	Nilai qu (kg/cm <sup>2</sup> ) Pemeraman 1 Hari (%)	Nilai qu (kg/cm <sup>2</sup> ) Pemeraman 3 Hari (%)	Nilai qu (kg/cm <sup>2</sup> ) Pemeraman 7 Hari (%)
Tanah Asli + 25% Sirtu + 2% Kapur	2,570	2,705	2,975	3,246
Tanah Asli + 25% Sirtu + 4% Kapur	2,772	2,908	3,246	3,516
Tanah Asli + 25% Sirtu + 6% Kapur	2,029	2,164	2,434	2,705

Dari tabel diatas dapat diketahui pengaruh dari bahan tambah sirtu + kapur terhadap tanah asli yaitu dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas tanah dan nilai kuat tekan bebas optimum didapat pada variasi tanah sirtu + kapur 4%. Berikut grafik hubungan

pengujian kuat tekan bebas pemeraman variasi kapur dengan pemeraman 0, 1, 3, dan 7 hari pada **Gambar 6.**



**Gambar 6.** Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Sirtu + Kapur

Berdasarkan **Gambar 6** dapat diketahui pengaruh penambahan sirtu + kapur terhadap tanah asli terjadi peningkatan nilai optimum kuat tekan bebas tanah pada sampel dengan kadar persentase 4% kapur dan mengalami penurunan pada sampel dengan kadar persentase 6% kapur.

Peningkatan nilai optimum kuat tekan bebas terjadi pada kadar persentase sirtu + 4% kapur dengan lama pemeraman hari 7 sebesar 3,516 kg/cm<sup>2</sup> disebabkan sifat dari material pasir yang mempunyai daya tahan tinggi terhadap tekanan karena kemampuan gesekan antar butiran (internal friction).

Pernyataan ini juga diperkuat oleh (Riyadi dan Siswanto 2004) bila pasir dalam kondisi terlalu kering, kapasitas daya dukungnya akan hilang demikian juga bila terlalu basah.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan dengan data hasil uji laboratorium yang telah dianalisa mengenai stabilisasi tanah lempung menggunakan bahan tambah sirtu dan kapur terhadap pengujian sifat fisik dan mekanis maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Tanah yang digunakan pada Desa Separi mempunyai kadar air 34,15%, berat jenis (GS), batas cair (LL) sebesar 54,24%, batas plastis (PL) sebesar 31,56%, indeks plastisitas (PI) sebesar 22,67%, dan PI<LL-30. Menurut AASHTO tanah tersebut masuk dalam klasifikasi tanah golongan A-7-5 yaitu tanah berlempung.
- 2) Pengaruh dari penambahan sirtu dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas dan nilai optimum kuat tekan bebas pada pengujian ini

terjadi pada variasi 25% sirtu + 4 % kapur pemeraman 7 hari dengan nilai 3,516 kg/cm<sup>2</sup>.

- 3) Pengaruh dari penambahan sirtu dan kapur dapat meningkatkan nilai optimum CBR, pengaruh untuk variasi 25% sirtu + kapur didapat nilai optimum pada variasi kapur 6% dengan pemeraman 7 hari dengan nilai 11,35% dan pada pengujian CBR perendaman didapat nilai optimum yang terjadi pada variasi 25% sirtu + 4% kapur dengan perendaman 7 hari dengan nilai 4,67% untuk variasi rendaman tidak dapat digunakan untuk dasar pada perkerasan jalan dikarenakan tidak mencapai nilai CBR 6% dan untuk pemeraman dan langsung dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi pada tanah dasar karena memenuhi syarat CBR tanah lebih dari 6% sesuai dengan spesifikasi umum 2018.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional 2008. Cara uji analisis ukuran butir tanah. SNI 3432:2008. Dari basis data daring Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional 2008. Cara uji berat jenis tanah. SNI 1964:2008. dari basis data daring Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional 2008. Cara uji kepadatan ringan untuk tanah. SNI 1742:2008. dari basis data daring Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional 2008. Cara uji penentuan batas cair tanah. SNI 1967:2008. dari basis data daring Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional 2008. Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium. SNI 1965:2008. dari basis data daring Badan Standardisasi Nasional.
- Bowles, J. E.. 1984. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Enita, S. (2005). Studi Pengaruh Aditif Semen Terhadap Konsolidasi Tanah Lempung. *Rekayasa Sipil*, 1(1), 9-16.
- Hardiyatmo, H.C. 1999. Mekanika Tanah I. Dalam: Mekanika Tanah I. PT. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. Mekanika Tanah I. Dalam: Mekanika Tanah I. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, p. 1.
- Riyadi, E.W. dan Siswanto, B. 2004. Pengaruh Penambahan Pasir dan Kapur Untuk Stabilitas Tanah Lempung Sebagai Subgrade Jalan Raya. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1987). Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid 1.