



## STABILISASITANAH MENGGUNAKAN KAPUR DAN ABU BATU PADA SUBGRADE TUGUTUNAS KELAPA PAREPARE

Sufarman<sup>1\*</sup>, Andi Sulfanita<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

### Informasi Artikel

#### Riwayat Artikel:

Dikirim: 6 Juni 2023  
Revisi: 12 Juni 2023  
Diterima: 28 Juni 2023  
Tersedia online: 30 Juni 2023

#### Keywords:

Soil Stabilization, CBR, Stone Ash,  
Slaked Lime

#### \*Penulis Korespondensi:

Sufarman,  
Program Studi Teknik Sipil,  
Universitas Muhammadiyah  
Parepare,  
Jl Jenderal Ahmad Yani KM. 6,  
Kota Parepare, Indonesia.  
Email: [sufarman808@gmail.com](mailto:sufarman808@gmail.com)

### ABSTRACT

With current technological advances, soil stabilization has been carried out in various ways. This study aims to determine the effect of the addition of slaked lime and stone ash as additives in the subgrade stabilization and to find out its effect on the CBR quality of the Tunas Kelapa monument of Parepare. From the test results of the degree of density in the original soil obtained was 83.97%, then gained up to 87.35% by adding 6% stone ash and 6% slaked lime. In the DCP test, the original soil obtained the CBR value for point 1 at 10.8%, point 2 was obtained at 10.4%, and point 3 was obtained at 8.7%. At the addition of 2% slaked lime and stone ash, a CBR value of 13.9% was obtained, at the addition of 4% a CBR value of 14.8% was obtained and at the addition of 6%, a value of 15.3% was obtained. From the addition of stone ash and slaked lime, the CBR value will increase and further research is needed.

### ABSTRAK

Dengan adanya kemajuan teknologi saat ini, proses stabilisasi tanah sudah dapat dilakukan dengan berbagai cara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kapur dan abu batu sebagai bahan tambah dalam stabilisasi subgrade dan pengaruhnya terhadap nilai kualitas CBR Tugu Tunas Kelapa Kota Parepare. Dari hasil pengujian derajat kepadatan pada tanah asli sebesar 83,97%, kemudian naik sampai 87,35% pada penambahan abu batu 6% dan kapur 6%. Pada tes DCP, tanah asli diperoleh nilai CBR titik 1 sebesar 10,8%, titik 2 sebesar 10,4% dan titik 3 sebesar 8,7%. Pada penambahan kapur dan abu batu 2% diperoleh nilai CBR 13,9%, penambahan 4% diperoleh nilai CBR 14,8% dan penambahan 6% diperoleh nilai CBR 15,3%. Dari penambahan abu batu dan kapur nilai CBR akan semakin meningkat sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



### I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan elemen penting dalam sebuah konstruksi jalan karena merupakan penopang bagi struktur di atasnya. Namun di lapangan banyak dijumpai tanah yang sifat fisiknya tidak memenuhi standar terhadap nilai kompresibilitas. Hal ini dikarenakan stabilisasi tanah kapur lebih cocok dengan waktu ikatan yang lebih lama, sehingga dapat menguntungkan bila terjadi penundaan pekerjaan yang agak lama setelah pencampuran dan tidak ada resiko berkurangnya kekuatan campuran akibat pemadatan [1].

Dalam pandangan teknik sipil, semua konstruksi di rekayasa untuk bertumpu pada tanah. Tanah berfungsi sebagai penyaluran untuk menerima beban dari konstruksi bangunan di atasnya. Secara umum, tanah merupakan material yang terdiri dari himpunan butiran mineral-mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas, yang terletak di atas batuan dasar.

Diantara ruang partikel-partikel terdapat zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong tersebut. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi dan sifat fisik dari tanah kebanyakan bergantung dari faktor ukuran, bentuk, serta kandungan kimia dari partikel tersebut [2].

Bagian terpenting dalam konstruksi adalah jenis tanah yang digunakan sebagai subgrade, karena tanah inilah yang akan mendukung beban di atasnya baik itu statis maupun dinamis. Subgrade adalah permukaan tanah semula, galian atau tanah permukaan timbunan yang didapatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan yang lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat-sifat daya dukung tanah [2].

#### A. Karakteristik Tanah

Berdasarkan bentuk variasi partikel penyusun yang dominan, maka tanah kemudian di kelompokkan dalam empat jenis yaitu kerikil (*gravels*), pasir (*sand*), lanau (*silts*) dan lempung (*clays*), tergantung pada ukuran

partikel yang paling dominan pada tanah. Antara partikel penyusun terjadi ikatan partikel yang lemah, ini terjadi akibat oksidasi antara partikel yang berisi udara, air, ataupun keduanya dengan bahan organik dan karbonat penyusun. Partikel berisi udara, air, ataupun keduanya kemudian dikenal sebagai "pori-pori tanah". Tanah di katakan jenuh air apabila ruang pori-pori tanah terisi penuh dengan air. Tanah yang partikelnya terdiri dari rentang ukuran kerikil dan pasir disebut tanah berbutir kasar (*coarse grained*). Sebaliknya, bila partikelnya kebanyakan berukuran partikel lempung dan lanau, disebut tanah berbutir halus (*fine grained*) [3].

#### B. *Subgrade (Tanah Dasar)*

Kekuatan tanah dasar merupakan hal yang penting dalam struktur jalan karena karena kekuatan tanah dasar akan menentukan perkerasan jalan yang dibutuhkan. Pada kenyataannya, kondisi tanah asli sangat bervariasi dan tidak semua jenis tanah dapat dijadikan sebagai tanah dasar jalan raya. Dengan kondisi tersebut dibutuhkan suatu upaya untuk memperbaiki sifat-sifat tanah asli agar sesuai dengan yang diisyaratkan. Jika tanah asli yang sudah ada sudah cukup baik, maka upaya tersebut dilakukan untuk meningkatkan mutu tanah tersebut [3].

#### C. *Stabilisasi Tanah*

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk mengubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu. Proses stabilisasi tanah meliputi pencampuran tanah dengan kapur dan abu batu untuk memperoleh nilai CBR yang diinginkan, atau pencampuran tanah dengan bahan tambah buatan pabrik sehingga sifat-sifat teknis tanah menjadi lebih baik. Untuk mengubah sifat-sifat teknis tanah seperti kapasitas dukung, kompresibilitas, permeabilitas, kemudahan dikerjakan, potensi pengembangan dan sensitifitas terhadap perubahan kadar air, maka dapat dilakukan pemadatan atau teknik yang lebih mahal seperti mencampur tanah dengan semen, kapur, abu terbang, injeksi semen (*grouting*) dan pemanasan dan lain-lain. Pada pembangunan perkerasan jalan, tanah dasar dengan CBR < 2 umumnya diperlukan stabilisasi, yaitu [4]:

1) *Stabilisasi Tanah Untuk Pembangunan Jalan:* Perkerasan lentur atau perkerasan aspal beserta lapisan-lapisan di bawahnya tidak dirancang dapat menahan momen, melainkan untuk mendistribusikan beban lewat komponen-komponen perkerasan ke tanah dasar. Walaupun intensitas beban sebagian besar telah tereduksi saat mencapai tanah-dasar, penambahan

kekuatan pada tanah dasar akan menambah umur perkerasan. Stabilisasi memperbaiki kapasitas dukung tanah-dasar (*subgrade*), sehingga mengurangi tebal komponen perkerasan. Campuran tanah dengan bahan tambah juga dapat digunakan untuk mengendalikan debu. Beberapa bahan tambah dapat mengontrol kelembaban tanah sehingga pelaksanaan pekerjaan lebih mudah dan memungkinkan dilakukan pemadatan yang baik pada musim kemarau. Pada kondisi ekstrim, tanah di lapangan mungkin dalam kondisi sangat basah sehingga sulit untuk dipadatkan. Pencampuran tanah dengan kapur dapat membuat tanah menjadi agak kering.

2) *Tipe-Tipe Stabilisasi:* Umumnya dibagi menjadi stabilisasi mekanis yang dilakukan dengan cara mencampur atau mengaduk dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda untuk memperoleh material yang memenuhi syarat kekuatan tertentu, serta stabilisasi kimiawi yang bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah dengan cara mencampur tanah menggunakan bahan tambah dengan perbandingan tertentu. Perbandingan campuran tergantung pada kualitas campuran yang diinginkan.

#### D. *Spesifikasi Penggunaan Abu Batu Dan Kapur*

1) *Abu Batu:* Agregat partikel mineral yang berbentuk butiran-butiran yang merupakan salah satu penggunaan dalam kombinasi dengan berbagai macam tipe mulai dari sebagian bahan material semen untuk membentuk beton, lapis pondasi jalan, material pengisi dan lain-lain.

2) *Kapur:* Kapur dihasilkan dari pembakaran kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) atau batu kapur alam (*natural limestone*) dengan pemanasan  $9800\text{C}$ , karbon dioksidanya dilepaskan sehingga tinggal kapurnya saja ( $\text{CaO}$ ). Kalsium oksida yang diperoleh dari proses pembakaran tersebut dikenal dengan *quicklime*. Kapur dari hasil pembakaran ini bila ditambah air akan mengembang dan retak-retak. Banyaknya panas yang keluar selama proses ini akan menghasilkan kalsium hidroksida ( $\text{Ca(OH)}_2$ ). Proses ini disebut *slaking* dan hasilnya disebut *slaked lime* atau *hydrated* [4].

#### E. *Jenis Pengujian*

Adapun jenis-jenis pengujian terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu [5]:

1) *Distribusi Ukuran Butir:* Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klarifikasi tanah. Oleh karena analisis ukuran butiran merupakan

penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan dengan ukuran diameter lubang tertentu. Pada umumnya pengukuran analisis ukuran butiran dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu, analisis ayakan (*sieve analysis*) dan analisis pengendapan (*hydrometer analysis*).

2) *Pemadatan (Compaction)* : Untuk menentukan hubungan kadar air dengan berat volume dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan, maka umumnya dilakukan uji pemadatan.

3) *California Bearing Ratio (CBR)* : Harga CBR adalah nilai daya dukung tanah yang telah dipadatkan dengan pemadatan dengan kadar air tertentu dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR 100% dalam memikul beban lalu lintas. Dengan demikian besar CBR adalah presentase atau perbandingan daya dukung tanah yang diteliti dibandingkan dengan daya dukung batu pecah standar pada nilai yang sama (0.1 inch hingga 0.2 inch).

4) *Hasil Identifikasi Tanah Setelah Distabilisasi Dengan Abu Batu Dan Kapur*: Hasil identifikasi tanah asli setelah distabilisasi menggunakan kapur dan abu batu dengan variasi pencampuran 2%, 4% dan 6% dibandingkan beberapa teori/peraturan yang ada atau penelitian yang pernah dilakukan untuk memberikan gambaran sifat-sifat dari tanah tersebut.

#### E. Penelitian Terdahulu

1) *Analisis Peningkatan Nilai CBR Tanah Rawa Menggunakan Campuran Petrasoil Dan Kapur*: Penambahan petrasoil dan kapur sebagai bahan tambah pada tanah rawa dengan klasifikasi tanah lempung dapat meningkatkan nilai CBR dari 1,55% pada keadaan tanah asli menjadi 7,88% [6].

2) *Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan Fly Ash Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Berdasarkan Variasi Kadar Air Optimum (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab.Serang)*: Dari hasil pengujian diperoleh tanah yang di stabilisasi dengan fly ash pada variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% menunjukkan adanya peningkatan nilai daya dukung, dan menurunkan batas plastis, batas cair tanah serta nilai berat jenis tanah [7].

3) *Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Kapur Untuk Lapisan Tanah Dasar Konstruksi*: Dari hasil pengujian pada tanah lempung asli dan tanah lempung dengan campuran bahan kapur sebesar 0%, 2%, 5%, dan 7%, maka dapat disimpulkan terjadi peningkatan [8].

4) *Comparison Of California Bearing Ratio (CBR) Value Based On Cone Penetration Test (CPT) And Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*: This study resulted in the relationship between CBR values from the results of the CPT and DCP tests shown in the following equation:  $CBR_{(DCP)} \% = 0.2552 CBR_{(CPT)} + 2.6306$  and  $CBR_{(DCP)} \% = 0.617 CBR_{(CPT)}$  [9].

5) *Value Estimation Of California Bearing Ratio From Hand Cone Penetrometer Test For Pekanbaru Soils*: Dari hasil verifikasi persamaan, diketahui bahwa persamaan korelasi tersebut cukup akurat dan dapat digunakan untuk memprediksi nilai CBR lapangan dengan menggunakan nilai tes HCP untuk tanah inorganik. [10].

#### G. Tujuan Umum Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh subgrade jika menggunakan kapur dan abu baru sebagai bahan tambah untuk campuran dan pengaruh penambahan tersebut terhadap nilai CBR pada stabilisasi subgrade Tugu Tunas Kelapa Kota Parepare.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu *laboratory research* (penelitian laboratorium) dengan metode kuantitatif yang merupakan metode penelitian yang banyak menuntun penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya disertai dengan gambar, tabel, grafik, atau tampilan lainnya.

### B. Lokasi Dan Waktu Penelitian

1) *Lokasi Penelitian*: Penelitian ini dilaksanakan di Tugu Tunas Kelapa yang terletak di Kelurahan Ujung Bulu, Kecamatan Ujung, Kota Parepare.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2) *Waktu Penelitian*: Penelitian ini dilakukan  $\pm$  2 bulan dari tanggal 22 Juni hingga 20 Juli 2022.

### C. Teknik Pengumpulan Data

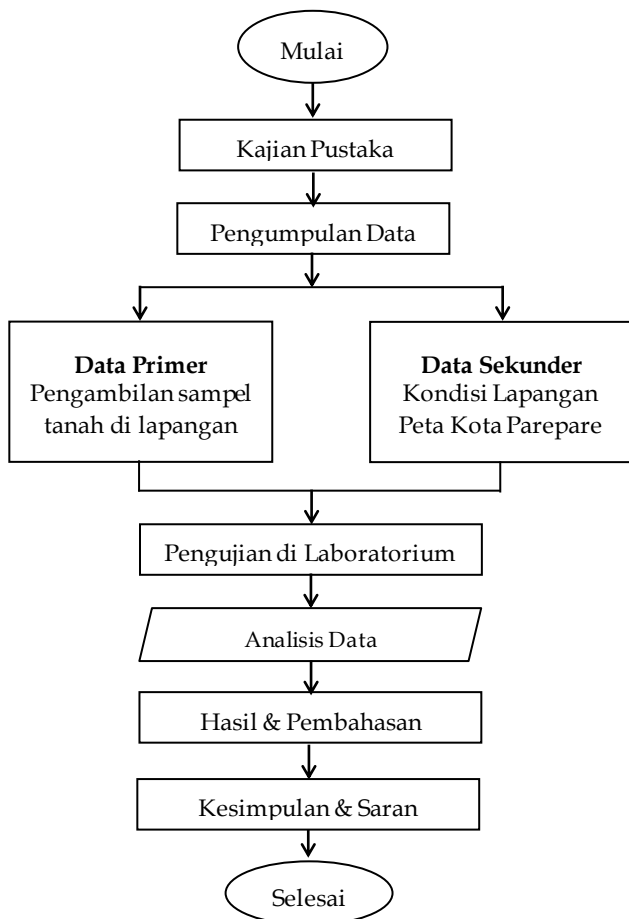
1) *Data Sekunder*: Data yang diperoleh dari studi literatur dengan mempelajari penelitian-penelitian sejenis yang pernah dilakukan, teori-teori yang berkaitan dengan stabilisasi tanah dan metode-metode perbaikan tanah serta prosedur pengujian.

2) *Data Primer*: Data utama yang diperoleh berdasarkan penelitian atau pengujian di laboratorium untuk mendapatkan data karakteristik sifat fisik, kemudian dilanjutkan dengan pengujian lainnya.

### D. Teknik Analisis Data

Berdasarkan pengujian diperoleh data sifat fisik tanah, kemudian dilanjutkan dengan pengujian kuat dukung tanah (CBR) sehingga diperoleh data tentang pengaruh penambahan kapur dan abu batu terhadap kuat dukung tanah.

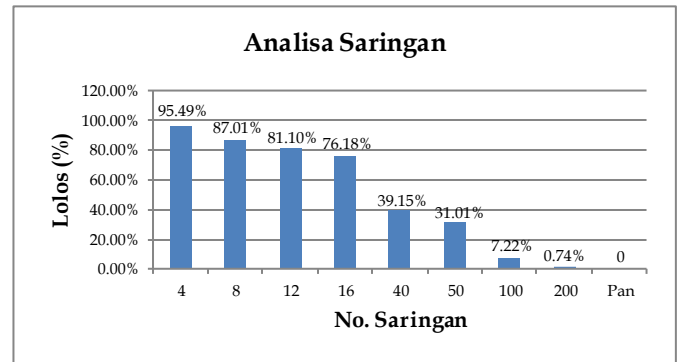
### E. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir penelitian

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisa Saringan



Gambar 3. Grafik Analisa Saringan

Dalam percobaan ini diperoleh sebanyak 0,736% yang lolos saringan serta 99,264% yang tertahan saringan No. 200. Maka dari itu tanah tersebut termasuk ke dalam jenis tanah granuler dengan tipe material pecahan batu, kerikil, pasir dan pasir halus, kerikil berlanau atau berlempung. Penilaian umum sebagai tanah dasar dapat dikategorikan sangat baik - baik (lolos saringan No. 200 < 35 %) (SISTEM AASHTO).

### B. Pengujian Kadar Air Tanah

Pada pengujian kadar air menggunakan 2 metode percobaan yaitu pengujian kadar air menggunakan alat *speedy moisture tester* dan di laboratorium dengan cara di oven. Adapun hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Air Menggunakan *Speedy Moisture Tester*

Sampel	Satuan	I	II
A Kadar air	%	12,20%	14,20%
B Rata-rata (w)	%	13,20%	

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Air Menggunakan Oven

No. Tin Box	Satuan	I	II
A Berat tin box	gram	14	14
B Berat tin box + tanah basah	gram	68,7	70,2
C Berat tin box + tanah kering	gram	62,8	63,5
D Berat air = (B - C)	gram	5,9	6,7
E Berat tanah kering = (C - A)	gram	48,8	49,5
F Kadar air = D/E*100	%	12,09%	13,54%
G Rata-rata (w)	%	12,81%	

Dari pengujian dan analisa sampel laboratorium di peroleh rata-rata kadar air (w) yaitu 12,81%. Dan kadar air langsung yang di peroleh dari pengujian sampel di lapangan menggunakan *speedy moisture tester* di peroleh 13,2%.

### C. Pengujian Pematatan

Pematatan dapat dikatakan sebagai proses pengeluaran udara dari pori-pori tanah dengan salah satu cara mekanis. Adapun hasil penelitian ini digunakan 2 cara pematatan yaitu sebagai berikut:

1) *Sandcone (Pematatan Lapangan)*: Dari hasil pengujian dan analisa sampel di laboratorium dan lapangan diperoleh berat tanah basah dalam lubang sebesar 2994 gram, berat pasir dalam lubang sebesar 3059,3 gr berat isi tanah basah sebesar 1,5865 gr serta berat isi tanah kering sebesar 1,4159 gr.

2) *Kompaksi*: Pada penambahan 2% abu batu dan kapur menghasilkan total berat 2080, penambahan 4% menghasilkan total berat 2160 dan penambahan 6% menghasilkan total berat 2240. Pada pengujian kompaksi tanah asli diperoleh volume tanah basah 1.9063 gr/cm<sup>3</sup> dan volume tanah kering 1.6862 gr/cm<sup>3</sup>. Penambahan kapur 2% dan abu batu 2% diperoleh volume tanah basah 1.877 gr/cm<sup>3</sup> dan volume tanah kering 1.660 gr/cm<sup>3</sup>. Penambahan kapur 4% dan abu batu 4% diperoleh volume tanah basah 1.855 gr/cm<sup>3</sup> dan volume tanah kering 1.641 gr/cm<sup>3</sup>. Penambahan kapur 6% dan abu batu 6% diperoleh volume tanah basah 1.832 gr/cm<sup>3</sup> dan volume tanah kering 1.621 gr/cm<sup>3</sup>.

3) *Derajat Kepadatan*: Hasil pengujian derajat kepadatan tanah yang didapatkan dari hasil perbandingan kepadatan lapangan dan kepadatan laboratorium ialah penambahan abu batu 2% dan kapur 2% sebesar 84.56%, penambahan abu batu 4% dan kapur 4% sebesar 85.57% serta penambahan abu batu 6% dan kapur 6% sebesar 86.61%.

### D. Pengujian CBR Dengan Metode DCP

Pengujian dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dasar, timbunan, dan atau suatu sistem perkerasan. Pengujian ini akan memberikan data kekuatan tanah sampai kedalaman + 100 cm dibawa permukaan lapisan tanah yang ada atau permukaan tanah dasar, pengujian ini dilakukan dengan mencatat data masukannya konus yang tertentu dimensi dan sudutnya, ke dalam tanah untuk setiap pukulan dari palu/hammer yang berat dan tinggi jatuh tertentu pula.

1) *Pengujian DCP Tanah Asli*: Dari hasil olahan data DCP pada titik 1 diperoleh total tumbukan 45 kali dengan penetrasi 466 mm dan hasil CBR rata-rata pada titik 1 sebanyak 10.8%. Untuk mengukur kekuatan hubungan antar variabel predictor X 30.972 dan response Y 1.4173 dilakukan analisa korelasi.

2) *Pengujian DCP Dengan Kadar Abu Batu Dan Kapur 2%*: Dari hasil olahan data DCP pada titik penambahan kapur dan abu batu diperoleh total tumbukan 28 kali dengan penetrasi 322 mm dan hasil CBR rata-rata sebanyak 13.9%.

3) *Pengujian DCP Dengan Kadar Abu Batu Dan Kapur 4%*: Dari hasil olahan data DCP pada titik penambahan kapur dan abu batu diperoleh total tumbukan 40 kali dengan penetrasi 400 mm dan hasil CBR rata-rata sebanyak 14.8 %.

4) *Pengujian DCP Dengan Kadar Abu Batu Dan Kapur 6%*: Dari hasil olahan data DCP pada titik penambahan kapur dan abu batu diperoleh total tumbukan 43 kali dengan penetrasi 402 mm dan hasil CBR rata-rata sebanyak 15.3%.

5) *Nilai CBR* : Dari pengujian DCP diperoleh nilai CBR pada tanah asli didapatkan nilai CBR titik 1 diperoleh 10,8%, titik 2 diperoleh 10,4%, titik 3 diperoleh 8,7%. Dan pada penambahan kapur dan abu batu 2% diperoleh nilai 13,9% dan pada titik penambahan 4% diperoleh nilai CBR 14,8%, pada titik penambahan 6% di peroleh nilai 15,3%.

## IV. SIMPULAN

Dari hasil pengujian, penambahan abu batu dan kapur akan mengakibatkan stabilisasi subgrade semakin meningkat. Hal ini dibuktikan dengan derajat kepadatan pada tanah asli sebesar 83,97%, sedangkan derajat kepadatan pada penambahan 2% abu batu dan kapur sebesar 85,28%, penambahan 4% sebesar 86,30% dan penambahan 6% sebesar 87,35%. Semakin tinggi penambahan abu batu dan kapur, derajat kepadatan tanah semakin meningkat sehingga dapat membuat stabilisasi tanah menjadi baik. Dari pengujian DCP pada tanah asli didapatkan nilai CBR titik 1 sebesar 10,8%, titik 2 sebesar 10,4% dan titik 3 sebesar 8,7%. Pada penambahan kapur dan abu batu 2% diperoleh nilai CBR 13,9%, penambahan 4% diperoleh nilai CBR 14,8% dan penambahan 6% diperoleh nilai 15,3%. Dari penambahan abu batu dan kapur nilai CBR akan semakin meningkat.

## REFERENSI

- [1] A. Herius, I. Indrayani, A. Hasan dan A. Mirza. "Addition Effect Of Petrasoil Additive Material On CBR Value Of Soil In Swamp Areas," *Indonesia Journal Environment Management And Sustainability*, vol 3 no 2, hlm 16, Juni 2019, ISSN: 2356-5438. Tersedia: <https://doi.org/10.26554/ijems.2019.3.2.67-70>
- [2] A. Waruwu, O. Zega, D. Rano, B. M. T. Parjaitan dan S. Harefa. "Kajian Nilai CBR Pada Tanah Lempung Lunak Dengan Variasi Tebal Stabilisasi Menggunakan Abu Vulkanik," *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol 17 no 2, hlm 4, April 2021, ISSN: 1858-2133. Tersedia: <https://doi.org/10.25077/jrs.17.2.116-130.2021>
- [3] G. Y. Setiawan, M. I. Yani dan O. Hendri. "Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Penambahan Serabut Kelapa Pada Pengujian Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)," *Jurnal Info Teknik*, vol 22 no 1, hlm 31, Juli 2021. Tersedia: <http://dx.doi.org/10.20527/infotek.v22i1.11233>
- [4] I. Indrayani, A. Herius, A. Hasan dan A. Mirza. "Comparison Analysis of CBR Value Enhancement of Soil Type in Swamp Area by Addition of Fly Ash," *Science & Teknologi Indonesia*, vol 3 no 2, hlm 14, April 2021. Tersedia: <https://doi.org/10.26554/sti.2018.3.2.73-76>
- [5] I. Indrayani, A. Herius, Sudamadji, A. Mirza, D. Saputra dan A. Fadil. "Campuran Fly Ash Dan Petrasoil Dalam Peningkatan Daya Dukung Tanah," *BENTANG*, vol 8 no 2, hlm 104, Juli 2020, ISSN: 2579-3187. Tersedia: <https://doi.org/10.33558/bentang.v8i2.2124>
- [6] I. Indrayani, A. Herius, D. Prabudi, A. Pratama, P. Nanda dan N. Fernando. "Analisis Peningkatan Nilai CBR Tanah Rawa Menggunakan Campuran Petrasoil Dan Kapur," *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol 17 no 2, hlm 3, Nov 2021, ISSN: 2477-3484. Tersedia: <https://doi.org/10.25077/jrs.17.2.108-115.2021>
- [7] R. I. Kusuma dan E. Mina. "Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan Fly Ash Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Berdasarkan Variasi Kadar Air Optimum (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab.Serang)," *Jurnal Teknik Sipil*, vol 5 no 1, hlm 3, Juli 2017, ISSN: 2503-1511. Tersedia: <http://dx.doi.org/10.36055/jft.v5i1.1251>
- [8] R. R. S. Riwayati dan R. Yuniar. "Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Kapur Untuk Lapisan Tanah Dasar Konstruksi," *Jurnal Teknik Sipil*, vol 8 no 2, hlm 1, Nov 2018, ISSN: 2089-2950. Tersedia: <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v8i2.32>
- [9] R. Arbianto, T. Yuono dan G. Gunarso. "Comparison Of California Bearing Ratio (CBR) Value Based On Cone Penetration Test (CPT) And Dynamic Cone Penetrometer (DCP)," *Journal Of Advanced Civil And Environment Engineering*, vol 4 no 2, hlm 74, Okt 2021, ISSN: 2599-3356. Tersedia: <https://doi.org/10.30659/jacee.4.2.70-78>
- [10] S. A. Nugroho, M. Yusa dan S. Satibi. "Value Estimation Of California Bearing Ratio From Hand Cone Penetrometer Test For Pekanbaru Soils," *Jurnal Teknik Sipil ITB*, vol 26 no 1, hlm 6, April 2019, Tersedia: <https://doi.org/10.5614/jts.2019.26.1.4>