

STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN MENGGUNAKAN MATERIAL ABU BATU QUARRY PII

Imam Trianggoro Saputro¹, Oktavianus Klau Bria², Magdafenta Simanjuntak³

^{1,2,3}Politeknik Saint Paul Sorong
Email: imam.civil10@gmail.com

Abstrak

Pada saat melakukan perencanaan perkerasan suatu jalan maka daya dukung tanah adalah salah satu parameter yang menentukan. Kualitas daya dukung tanah dapat diketahui dengan pengujian California Bearing Ratio (CBR). Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang memiliki daya dukung yang rendah karena memiliki kembang susut yang tinggi. Oleh karena itu usaha perbaikan sifat tanah dilakukan untuk meningkatkan daya dukungnya. Pada penelitian ini, metode perbaikan daya dukung tanah lempung dilakukan melalui penambahan material abu batu sebagai bahan stabilisasi yang diperoleh dari salah satu quarry yang terletak di kota Sorong. Variasi penambahan abu batu pada tanah lempung sebesar 0%, 10%, 20% dan 30% terhadap berat kering tanah. Dari hasil pengujian yang dilakukan berurutan sesuai penambahan variasi abu batu di atas maka diperoleh nilai CBR sebesar 1.6%, 1.7%, 2.61%, dan 3%. Besar peningkatan CBR pada variasi penambahan abu batu sebanyak 10%, 20% dan 30% berturut-turut sebesar 6.25%, 63,12% dan 87.50% dari variasi normal. Oleh karena itu, maka dapat disimpulkan bahwa abu batu dapat digunakan untuk stabilisasi tanah lempung dimana semakin besar penambahan material abu batu ke dalam tanah lempung maka daya dukung tanahnya menjadi meningkat.

Kata kunci : Daya Dukung Tanah, Abu Batu, Tanah Lempung dan *California Bearing Ratio* (CBR)

1. PENDAHULUAN

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan bagian penting dalam pembuatan konstruksi struktur perkerasan jalan karena beban kendaraan yang melintas akan disalurkan pada tanah dasar. Oleh karena itu, semakin baik tanah dasar maka akan dapat mengurangi biaya konstruksi perkerasan jalan di atasnya.

Namun kondisi tanah tidaklah seragam. Pada saat di lapangan seringkali ditemukan kondisi daya dukung tanah yang kurang baik/lemah. Apabila konstruksi perkerasan jalan dikerjakan pada tanah yang memiliki daya dukung rendah maka akan mudah rusak. Untuk itu perlu dilakukan upaya stabilisasi tanah dalam rangka memperbaiki sifat fisik tanah tersebut.

Lempung merupakan salah satu jenis tanah yang sangat dipengaruhi oleh kadar air dan mempunyai sifat cukup kompleks. Kadar air mempengaruhi sifat kembang susut dan kohesinya, lempung yang memiliki fluktuasi kembang susut tinggi disebut juga lempung ekspansif. Tanah lempung juga merupakan jenis tanah yang memiliki daya dukung yang rendah. Hal ini menuntut perlu adanya stabilisasi atau perbaikan tanah pada kondisi jenis tanah tersebut.

Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis maupun kimiawai (zat adiktif).

Tujuan melakukan stabilisasi tanah adalah untuk melakukan meningkatkan daya dukung tanah

Daya dukung suatu tanah dapat diketahui dari nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah. Nilai CBR diperlukan untuk perancangan tebal perkerasan jalan. Pada perencanaan jalan baru, untuk tebal perkerasan biasanya kekuatan tanah dasar ditentukan dari nilai CBR tanah dasar yang dipadatkan.

Berdasarkan hal di atas maka pada penelitian ini melakukan stabilisasi tanah lempung dengan cara penambahan material abu batu. Penambahan abu batu di gunakan untuk stabilisasi tanah. Material Abu batu diperoleh dari salah satu quarry PII yang terletak di kota Sorong.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tidak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Selain

itu, permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987).

Tanah lempung terdiri dari lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay minerals*). Lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm.

2.2. Abu Batu

Abu batu saat ini merupakan bahan hasil sampingan dalam industri pemecahan batu (*stone crusher*) yang jumlahnya tidak sedikit. Saat ini abu batu tidak begitu laku untuk dijual karena pemakaian dalam industri konstruksi sudah sangat sedikit, mengingat penggunaan pasir sebagai agregat halus masih digunakan untuk campuran beton.

Abu batu juga merupakan agregat buatan. Agregat yang merupakan merupakan mineral filler atau pengisi (partikel dengan ukuran $< 0,075\text{mm}$), diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen atau mesin pemecah batu. Material jenis ini banyak dibutuhkan untuk campuran dalam proses pengaspalan dan bisa digunakan sebagai pengganti pasir (Yasruddin dkk, 2018)

2.3. California Bearing Ratio (CBR)

Metode perencanaan perkerasan jalan yang umum dipakai adalah cara-cara empiris dan yang biasa dikenal adalah cara CBR (*California Bearing Ratio*). Metode ini dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*). Istilah CBR menunjukkan suatu perbandingan (*ratio*) antara beban yang diperlukan untuk menekan piston logam (luas penampang 3 inch) ke dalam tanah untuk mencapai penurunan (penetrasi) tertentu dengan beban yang diperlukan pada penekanan piston terhadap material batu pecah di California pada penetrasi yang sama (Canonica, 1991).

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban. Sedangkan nilai CBR yang didapat akan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan yang diperlukan di atas lapisan yang mempunyai nilai CBR tertentu. Untuk menentukan tebal lapis perkerasan dari nilai CBR, maka digunakan grafik-grafik yang dikembangkan untuk

berbagai muatan roda kendaraan dengan intensitas lalu lintas (ferdian dkk, 2015).

3. METODOLOGI

3.1. Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel tanah lempung berasal dari KM.26 sedangkan material abu batu berasal dari quarry PII yang terletak di Soaka. Berikut ini pada Gambar 1 merupakan lokasi quarry pengambilan material abu batu.



Gambar 1. Lokasi Quarry

3.2. Pengujian Pendahuluan

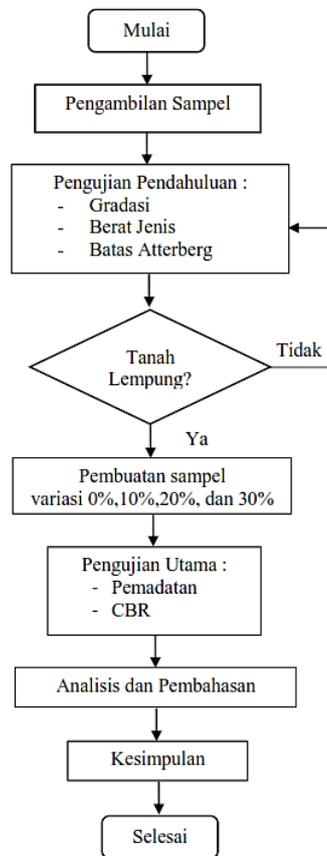
Pengujian pendahuluan adalah pengujian yang dilakukan pada tahap pertama. Pada tahap pengujian pendahuluan ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat dasar pada tanah lempung dan untuk mengetahui apakah tanah yang digunakan ini merupakan tanah lempung atau sebaliknya. Jika hasil dari pengujian di atas tidak termasuk dalam sifat-sifat tanah lempung dilakukan kembali pengambilan sampel dan pengujian kembali dan apabila termasuk dalam sifat-sifat tanah lempung dapat melakukan pengujian utama.

3.3. Pengujian Utama

Pengujian utama ini merupakan pengujian lanjutan dari pengujian pendahuluan, yang artinya pengujian ini dapat di lakukan ketika pengujian pendahuluan telah memenuhi standar pengujian untuk tanah lempung.

Pada pengujian utama ini, sampel tanah lempung akan di tambahkan dengan abu batu. Pada tahapan pencampuran sampel tanah yang telah di uji atau yang termasuk dalam tanah lempung akan di campurkan dengan abu batu yang telah di siapkan. Variasi penambahan abu batu pada tanah lempung sebesar 0%, 10%, 20% dan 30% terhadap berat kering tanah.

Flowchart penelitian tersaji pada Gambar 2 Berikut ini.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

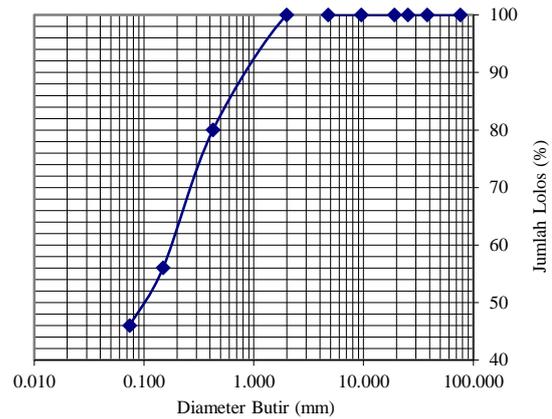
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Gradasi Butiran

Analisa gradasi adalah suatu metode yang dipakai untuk menentukan penyebaran (distribusi) butiran tanah yang mempunyai ukuran lebih besar dari 0.0075 mm. Besarnya ukuran butiran dari tanah tersebut akan dijadikan dasar untuk mengklasifikasikan jenis tanah. Dari hasil pengujian analisa saringan terhadap tanah tersebut didapatkan hasil sebagai berikut :

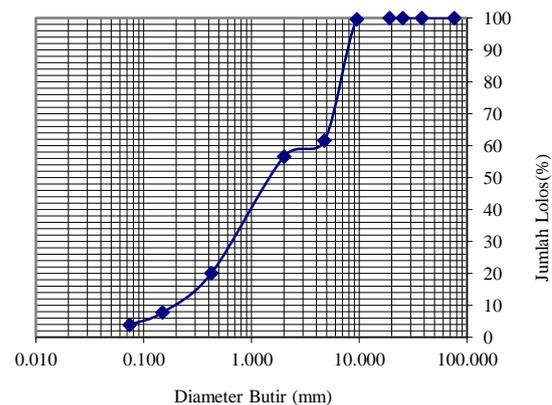
- Fraksi halus, lolos saringan no. 200 (ukuran butiran <0.075) sebesar = 46%
- Fraksi kasar, tertahan saringan no. 200 (ukuran butiran >0.075) sebesar = 54%

Sesuai dengan ketentuan yang terdapat dalam AASTHO, tanah ini termasuk dalam tipe A-7 yang merupakan tanah berlempung. Tipe A-7 adalah campuran yang bergradasi kurang baik yang mempunyai plastisitas rendah sampai sedang. Grafik gradasi hasil pengujian analisa saringan terhadap tanah yang digunakan tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Analisa Saringan Sampel Tanah

Pengujian analisa saringan juga dilakukan pada material abu batu yang digunakan sebagai pencampuran. Berikut ini hasilnya pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Analisa Saringan Sampel Abu Batu

4.2. Berat Jenis

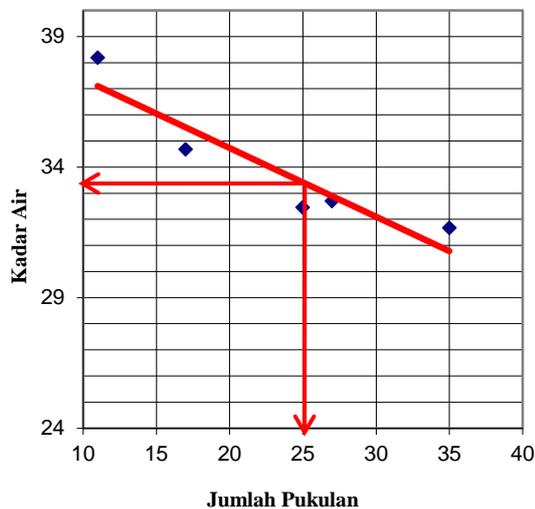
Pada sebagian besar tanah, keberadaan beberapa jenis mineral mempunyai berat jenis berbeda. Sehubungan dengan hal tersebut, maka pengujian berat jenis tanah perlu dilakukan. Pengujian dilakukan mengikuti metode pengujian berat jenis dan penyerapan agregat menurut ASTM C 127 atau AASHTO T 85. Apabila tanah mengandung butiran yang lebih besar dari 4,75 mm (No. 4).

Berat jenis tanah berkisar mulai dari 2,0 untuk butiran tanah organik atau porus sampai 3,0 untuk tanah yang mengandung mineral berat. Namun demikian, sebagian besar tanah mempunyai berat jenis antara 2,65 sampai 2,85 g/cm³.

Dari hasil pengujian diperoleh berat jenis dari tanah lempung yang digunakan adalah 2.11 g/cm³ sedangkan berat jenis material abu batu yaitu 2.35 g/cm³

4.3. Batas Atterbeg

Pengujian Batas Atterberg merupakan pengujian terhadap Batas Cair, Batas Plastis dan Batas Susut. Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis diuraikan secara rinci dalam SNI-03-1967-1990 atau AASHTO T 89 untuk Batas Cair, SNI 03-1966-1990 atau AASHTO T90 untuk Batas Plastis dan SNI 03-3422-1994 atau AASHTO T92 untuk Batas Susut. Berikut ini hasil pengujian batas cair dari tanah lempung tersaji pada Gambar 5



Gambar 5. Grafik Pengujian Batas Cair

Dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh batas cair sebesar 33.70%. Dimana 33.70% di dapatkan dari grafik hubungan jumlah ketukan dan kadar air.

Batas plastis merupakan batas antara keadaan plastis dengan keadaan semi-padat. Dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh batas plastis sebesar 21.21%.

Indeks plastis lempung yang sangat plastis dapat mencapai 70 sampai 80 sedangkan indeks plastis lempung yang umum berkisar antara 20 sampai 40. Tanah bersifat lanau biasanya mempunyai indeks plastis yang berkisar antara 10 sampai 20. Indeks plastisitas diperoleh dari selisih antara batas cair dan batas plastis, dengan rumus $PI = LL - PL$ maka diperoleh nilai Indeks Plastisitas (PI) = 12.49%. Sesuai dengan ketentuan AASTHO, menyatakan Indeks Plastisitas pada tanah

lempung maksimum 11, sedangkan dari hasil pengujian yang di dapat Indeks plastisitas sebesar 12,49% sehingga Indeks Plastisitas dari pengujian ini memenuhi ketentuan yang ada.

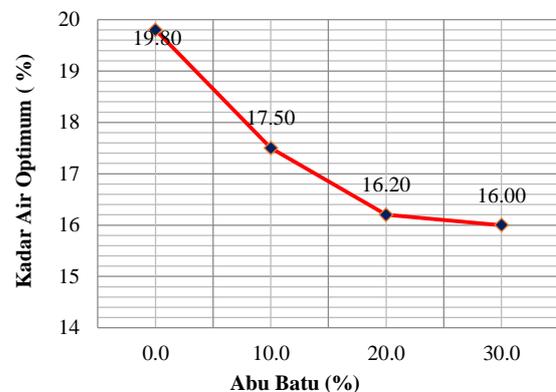
4.4. Pemadatan

Pengujian hubungan berat isi dengan kadar air, selanjutnya disebut pengujian pemadatan. Pada pengujian CBR diperlukan data mengenai kadar air optimum dan berat volume maksimum tanah pada setiap variasi kadar abu batu dengan jumlah tumbukan pemadatan yang sama pada setiap variasi. Dari hasil pemadatan standar diperoleh hasil pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Pemadatan

Penambahan Abu Batu (%)	Kadar Air Optimum (%)	γ_d (gr/cm ³)
0	19.8	1.63
10	17.50	1.65
20	16.20	1.68
30	16.00	1.71

Pada Tabel 1 di atas terlihat bahwa dengan penambahan kadar batu mengakibatkan kadar air optimum dari sampel tanah menjadi menurun sedangkan berat volume kering (γ_d) semakin meningkat seiring dengan penambahan persentase material abu batu. Untuk grafik hubungan antara kadar air optimum dan persentase material abu batu tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan Kadar Air Optimum dan Persentase Abu Batu

4.5. California Bearing Ratio (CBR)

CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan parameter kekuatan relatif yang digunakan dalam desain perkerasan, pengujian CBR pada dasarnya dilakukan dengan mengukur beban yang diperlukan oleh batang penekan berukuran standar untuk menembus tanah pada kecepatan tertentu. Pada pengujian CBR ini dilakukan dengan metode SNI 03-1744-1989 (AASHTO T 193).

Dalam pengujian CBR ini dibuat dalam 3 sampel pengujian, dimana masing-masing sampel mempunyai kadar air optimum (OMC) dan berat yang sama pada setiap presentase penambahan abu batu. Pada pengujian ini CBR dilakukan dengan cara rendaman (*soaked*) sehingga nilai *swelling* atau nilai pengembangan pada tanah lempung dengan persentase abu batu yang berbeda – beda dapat terlihat. Berikut ini hasil data pengujian yang didapatkan pada Tabel 2 :

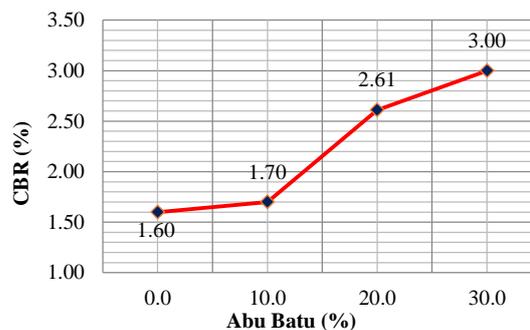
Tabel 2. Hasil Pengujian CBR

Penambahan Abu Batu (%)	CBR (%)
0	1.60
10	1.70
20	2.61
30	3.00

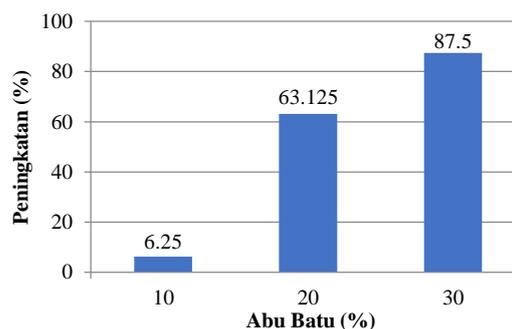
Pada Tabel 2 hasil pengujian CBR di atas maka dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan persentase material abu batu semakin banyak mengakibatkan nilai CBR menjadi meningkat. Hal ini disebabkan oleh hasil pencampuran material abu batu yang semakin banyak mengakibatkan kadar air dari tanah lempung tersebut menurun sehingga stabilitasnya menjadi meningkat. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui persentase optimum penambahan abu batu. Hubungan antara nilai CBR dan persentase material abu batu tersaji pada Gambar 7.

Berdasarkan hasil-hasil pengujian di atas, maka material abu batu dapat digunakan sebagai salah satu material untuk stabilisasi terhadap tanah lempung. Penggunaan material abu batu menghasilkan peningkatan nilai CBR

yang signifikan dilihat dari hasil penelitian di atas. Pada Gambar 8, penambahan material abu batu sebesar 10% maka berpengaruh meningkatkan nilai CBR sebesar 6.25% dari semula. Peningkatan tertinggi terjadi pada sampel tanah lempung dengan campuran abu batu sebesar 30%, dimana peningkatan nilai CBR dari 1,6 menjadi 3.00 atau sekitar 87.5% dari nilai CBR variasi tanah tanpa campuran abu batu.



Gambar 7 Hubungan Nilai CBR dan Material Abu Batu



Gambar 8 Hubungan Peningkatan nilai CBR dan Persentase Abu Batu

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Menurut klasifikasi AASHTO, tanah daerah KM 26 termasuk dalam tipe A-7 yang merupakan tanah berlempung.
2. Hasil pengujian batas atterberg diperoleh nilai batas cair (LL) sebesar 33.70%, batas plastis (PL) sebesar 21.21% dan indeks plastis (IP) sebesar 12.49%.
3. Penambahan material abu batu dengan variasi penambahan sebesar 10%, 20%, dan 30% yang mengisi rongga pori tanah telah meningkatkan γ_d masing-masing

menjadi 1,65 g/cm³, 1,68 g/cm³, dan 1,71g/cm³. Disamping itu menurunkan kadar air optimum menjadi sebesar 17.50 %, 16.20 %, dan 16.00.

4. Penambahan material abu batu telah meningkatkan nilai daya dukung tanah secara signifikan sebesar 87.5% pada variasi material abu batu sebesar 30%. Nilai CBR semakin naik seiring dengan penambahan material abu batu, dimana nilai CBR tanah asli sebesar 1.60% meningkat sebesar 1.70%, 2.61%, dan 3.00% pada masing-masing variasi penambahan abu batu sebesar 10%, 20%, dan 30%.

6. DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. (1990). *15th edition. Standard specification for Transportation materials and methods of sampling and testing*. America
- ASTM Standard C-127. (2001). Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate, (ASTM C127 -01) (2001 ed.). West Conshohocken, PA, USA: ASTM International
- Canonica, Lucio, (1991), *Memahami Mekanika Tanah*. Angkasa. Bandung.
- Ferdian, F., Jafri, M., & Iswan, I. (2015). *Pengaruh Penambahan Pasir terhadap tingkat kepadatan dan daya dukung tanah lempung organik*. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 3(1),145-156.
- SNI 03-1744-1989. *Metode Pengujian CBR Laboratorium*. Badan Standar Nasional Indonesia. Jakarta
- SNI 03-1967-1990. *Metode Pengujian Kadar Lumpur Untuk Agregat Halus*”.Badan Standar Nasional Indonesia. Jakarta
- SNI 03-3422-1994. *Metode Pengujian Batas Susut Tanah*. Badan Standar Nasional Indonesia. Jakarta
- SNI03-6371-2000.Tata Cara Pengklasifikasian Tanah dengan Cara Unifikasi Tanah. Badan Standar Nasional Indonesia. Jakarta
- Terzaghi, K., Peck, R. B., (1987), *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Yasruddin, Y., Rahman, F., & Sari, A. K. (2018). *Pemanfaatan Abu Terbang Dan Abu Batu Stone Crusher Sebagai Filler*

Pada Lapis Beton Semen Pondasi Bawah (Cement Treated Subbase/Ctsb). *Info-Teknik*, 18(2), 271-288.