

JURNAL TEKNIK SIPIL MACCA

Stabilisasi *Subgrade* dengan Kapur Tohor dan Aktivator untuk Struktur Perkerasan Jalan

Muh. Tsabit Hasan¹, Lambang Basri Said², Andi Alifuddin³

¹Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Muslim Indonesia
Jalan Urip Sumohardjo No.225 Makassar (0411) 454534

Email: muhtsabit@gmail.com

^{2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo KM 05 Makassar, 90231, Indonesia

Email: ²lambangbasri.said@umi.ac.id, ³andi.alifuddin@umi.ac.id

ABSTRAK

Stabilisasi tanah-kapur masih menyisakan masalah pada aspek stabilitas dan durabilitasnya. Untuk meningkatkan kinerja kapur, pada studi ini digunakan resin damar dan oksida besi sebagai aktivator. Tujuan: (1) Mengetahui efektifitas metode stabilisasi kapur tohor dan aktivator dalam peningkatan daya dukung untuk lapis perkerasan jalan. (2) Mengetahui tingkat daya dukung tanah dengan metode tersebut untuk durabilitas pada lapisan konstruksi jalan. (3) Mengetahui perbedaan daya dukung tanah dari hasil pengujian CBR terhadap tanah tanpa bahan stabilisator dengan tanah dengan tambahan bahan stabilisator dan aktivator untuk lapis perkerasan jalan. Metode eksperimental dilakukan pada skala laboratorium. Hasil studi memperoleh bahwa pada stabilisasi kapur tohor dengan aktivator resin damar dan oksida besi, terjadi transformasi mikrostruktur tanah secara signifikan, berdampak pada peningkatan kuat tekan dan daya tahan terhadap retak, sehingga kombinasi antara keduanya dapat melahirkan material unggul yang kedap dan berkekuatan relatif tinggi sehingga material tanah setempat di lokasi pekerjaan dapat dioptimalkan sebagai bahan material tanah sub-grade yang dapat memenuhi standar spesifikasi teknis yang ditentukan berdampak pada efisiensi waktu pelaksanaan pekerjaan yang lebih efektif.

Kata Kunci: kapur tohor, oksida besi, resin damar

ABSTRACT

Soil-lime stabilization still leaves problems in terms of stability and durability. To improve the performance of lime, in this study, gum rosin and iron oxide were used as activators. Objectives: (1) To determine the effectiveness of quicklime stabilization method and activators in increasing the bearing capacity for road pavement layers. (2) To determine the level of soil bearing capacity using that method for the durability of the road construction layer. (3) Knowing the difference in soil bearing capacity from the results of the CBR test on soil without stabilizer material with soil with additional stabilizer and activator material for road pavement layers. The experimental method was carried out on a laboratory scale. The results of the study obtained that in the stabilization of quicklime with gum rosins and iron oxides as activators, resulted in a significant transformation of the soil microstructure, which resulted in an increase in compressive strength and resistance to cracking, so that the combination of the two can produce superior materials that are impermeable and relatively high strength so that the soil material Local areas at the work site can be optimized as sub-grade soil materials that can meet the specified technical specification standards, resulting in more effective work execution time efficiency.

Keywords: quick lime, iron oxide, gum rosin

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sejarah peradaban manusia sejak awal telah mengenal sarana dan prasarana transportasi, yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan teknologi dimasa itu. Sebagian besar kegiatan atau aktivitas manusia sehari-hari berhubungan dengan penggunaan sarana dan prasarana transportasi.

Dengan sarana dan prasarana manusia akan lebih mudah untuk berpindah tempat atau juga memindahkan barang ke tujuan tertentu. Hal ini karena mobilitas manusia merupakan kebutuhan utama dalam beraktivitas untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, sehingga memicu kreativitas untuk mengembangkan teknologi dalam mendukung pembangunan infrastruktur jalan yang berkualitas, ekonomis dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan sumber daya material setempat.

Permasalahan utama dalam pembangunan infrastruktur jalan adalah kondisi tanah pada lokasi tersebut yang terkadang kurang mendukung, hal ini disebabkan kondisi tanah pada beberapa daerah banyak mengandung bahan organik, yang dapat dikenali melalui pemeriksaan visual.

Hampan tanah organik/tanah jelek cenderung tersebar di dataran rendah di wilayah pantai, danau, dataran antar gunung dan muara-muara sungai yang merupakan wilayah konsentrasi aktivitas manusia yang strategis di mana sebagian besar kota di dunia pun dibangun di dataran rendah karena alasan alami seperti adanya fasilitas pelabuhan laut, sungai yang dapat dimanfaatkan sebagai transportasi, kondisi tanah yang relatif lebih subur, dimungkinkannya membangun landasan pacu untuk bandar udara, dan berbagai kondisi alam lainnya yang mendukung aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, oleh karena itu berbagai infrastruktur jalan lebih banyak dibangun di posisi tanah yang jelek.

Tanah di dataran rendah umumnya terdiri dari sedimentasi halus atau tanah aluvial, terbentuk dari lumpur sungai yang mengendap sebagai tanah lunak yang rentan terhadap pengaruh air. Jika ingin membangun infrastruktur jalan dengan spesifikasi tertentu sesuai dengan kebutuhan rencana layanan jalan akan dihadapkan pada 2 (dua) alternatif, yaitu mengeluarkan tanah jelek kemudian mengganti dengan tanah yang baik sesuai standar yang di inginkan atau memperbaiki kondisi tanah yang ada sehingga dapat memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan yaitu dengan melakukan stabilisasi tanah.

Stabilisasi tanah menggunakan bahan stabilisator telah banyak dilakukan dan dikembangkan, baik yang telah diaplikasikan dalam pembangunan infrastruktur teknik sipil maupun hasil penelitian ilmiah yang belum teraplikasi. Bahan-bahan yang telah lama digunakan adalah semen *portland*, kapur, dan bitumen. Stabilisasi dengan semen cocok untuk tanah non kohesif, sedangkan kapur cocok untuk tanah kohesif (Sofwan, 2018).

Kapur adalah batu gamping yang dipanaskan dengan suhu tertentu. Kapur tohor yang dimaksud dibuat dari batuan karbonat (CaCO_3) yang dipanaskan dengan suhu $1200^\circ\text{--}1500^\circ$ Celsius kemudian didinginkan tanpa penyiraman (menjadi CaO), digiling dan disaring lolos saringan 200. Secara kimiawi batu gamping terbentuk dari kalsium karbonat dan mineral lain yang menyertainya. Proses fisika, kimia, dan geologi yang menyertai pembentukannya menjadikan berbagai variasi karakteristik batu gamping di alam. Batu gamping (*limestone*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah CaCO_3 yang mengandung lebih dari 80% kalsium.

Potensi batu gamping di Indonesia sangat besar, tersebar hampir di setiap provinsi. Cadangan batu gamping yang sudah diketahui sekitar 28,7 milyar ton, paling banyak di provinsi Sumatera Barat yaitu 23,23 milyar ton atau sekitar

81,02 % dari cadangan seluruh Indonesia (Haryadi, 1997).

Masih adanya berbagai masalah berkaitan dengan kinerja kapur pada stabilisasi tanah, Sofwan (2018) menyatakan perlunya dilakukan suatu alternatif untuk meningkatkan kinerja kapur pada tanah, dengan menambahkan bahan aktivator pada proses stabilisasi. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan kapur tohor (*quick lime*) sebagai stabilisator, dengan resin damar (*gum rosin*) dan oksida besi (*iron oxide*) sebagai aktivator pada kapur tohor, untuk meningkatkan kinerja kapur pada tanah kohesif.

Pengembangan dari hasil stabilisasi tanah *Sub-Grade* menggunakan kapur tohor dengan aktivator dari resin damar dan *iron oxide* yang telah dicapai pada penelitian sebelumnya, (Sofwan, 2018) menggunakan tanah lempung anorganik plastisitas tinggi (CH) pada umur pemeraman 7 hari, yaitu menghasilkan nilai q_u mencapai $2,03 \text{ Kg/cm}^2$ atau meningkat 342% dari nilai q_u tanah asli, artinya dengan metode stabilisasi tanah tersebut dapat meningkatkan daya dukung tanah Lapisan *Sub-grade* pada pekerjaan konstruksi jalan.

Pada penelitian ini kami mencoba membuat analisis tentang perilaku kenaikan daya dukung tanah akibat stabilisasi tanah dengan kapur tohor dan aktivator, diharapkan dengan penggunaan material setempat / tanah lempung setelah di lakukan stabilisasi akan menjadi efisien dan efektif dipergunakan sebagai lapisan *sub-grade* tanpa mengurangi kualitas dan daya dukung rencana jalan yang diharapkan.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan bahan dan penelitian dilakukan pada tempat-tempat berikut:

1. Bahan pembuatan benda uji adalah tanah dengan kategori lunak dari lahan Bandar Udara International Sultan Hasanuddin Makassar milik PT. Angkasa Pura I. Batu gamping

(lime stone) CaCO_3 di ambil dari kawasan Kars Maros - Pangkep Sulawesi Selatan yang dipanaskan menjadi kapur tohor (CaO). Getah damar yang digunakan adalah Damar mata kucing asal pesisir barat Lampung yang dihaluskan menjadi resin damar (C19 H24). Oksidasi besi yang digunakan adalah oksidasi besi merah (iron oxide red) kemasam dengan rumus kimia $\text{Fe}_2 \text{O}_3$.

2. Uji fisis dan mekanis tanah, pembuatan benda uji, dan uji mekanis benda uji dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muslim Indonesia, di Makassar Sulawesi Selatan.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di laboratorium dengan serangkaian pengujian terhadap karakteristik tanah yang menjadi objek penelitian, kemudian selanjutnya dilakukan percobaan – percobaan yaitu:

1. Percobaan Sieve Analisis
2. Percobaan Specific Gravity
3. Percobaan Atterberg Limit & Plastic Limit
4. Percobaan Standard Proctor Compaction
5. Percobaan CBR Soaked dan Unsoaked

2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan secara sistematis mulai penyiapan bahan dan peralatan, pembuatan benda uji dengan serangkaian pengujian dengan prosedur penelitian sebagai berikut :

1. Penyiapan bahan
Kebutuhan bahan yaitu tanah laterit, batu gamping (CaCO_3), getah damar (C19 H24), dan oksida besi ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$)
2. Menginvestigasi karakteristik tanah laterit
Uji properties tanah asli menggunakan pengujian batas-batas atterberg menghasilkan nilai batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI), untuk partikel lebih besar dari ayakan

No. 200 (75 μ m) melalui analisa saringan, untuk partikel lebih kecil melalui pengujian hydrometer.

Jenis pengujian ini untuk mengklasifikasikan jenis tanah menurut sistem *Unified Soil Classification System* (USCS) dan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

2.4 Definisi Operasional Penelitian

Objek dari penelitian ini menggunakan tanah setempat dengan standar nilai CBR rendah di bawah batas ketentuan spesifikasi teknis Bina Marga untuk lapisan Subgrade (\geq CBR 6% Soaked) diolah dengan perlakuan khusus untuk meningkatkan kekuatan daya dukung sehingga dapat memenuhi syarat ketentuan sebagai material tanah Subgrade jalan raya. Tolak ukur pengujian daya dukung tanah terhadap beban kendaraan di lakukan dengan pengujian laboratorium metode soaked California Bearing Ratio. ASTM D1883 - 99.

Pengertian Stabilisasi tanah yang dimaksud adalah suatu cara untuk memperbaiki atau mengubah sifat dari suatu kondisi tanah dasar yang kurang menguntungkan dalam hal kemampuan

daya dukung tanah terhadap konstruksi yang akan dibangun di atas objek dari bahan tersebut disebut stabilisator. Tanah yang jadi objek penelitian ini distabilisasi menggunakan kapur tohor yang telah ditambahkan bahan activator yang berfungsi meningkatkan kinerja dari kapur tohor pada tanah lapisan subgrade.

Mengacu kepada kesimpulan hasil penelitian terdahulu (Sofwan, 2018) tanah asli stabilisasi kapur tohor dengan aktivasi resin damar dan oksida besi, diperoleh hasil komposisi Kapur Teraktifasi = KA (Kapur Tohor = 100 %, Resin Damar = 10 % dan Oksida Besi = 8 %) yang merupakan komposisi yang paling optimal. Komposisi ini akan digunakan dalam melakukan percobaan variasi penambahan Kapur Aktif (KA) terhadap berat tanah sampel benda uji. Tiga komponen ini dicampur hingga rata dan homogen menjadi Kapur Teraktifasi kemudian di kemas dalam wadah plastik yang siap di campurkan kedalam sampel tanah.

Melakukan variasi penambahan bahan Kapur Teraktifasi terhadap berat tanah sampel benda uji mulai 3 %, 6% dan 9 % terhadap berat tanah. Sebagaimana pada tabel berikut:

Tabel 1. Variasi penambahan bahan pada sampel penelitian

Nomor Sampel	Tanah Asli %	Stabilisator / Kapur Teraktifasi %	Jumlah Sampel	Ket.
Sampel 1	100	0	3 x 1 = 3 Buah	Variasi 1
Sampel 2	91	9	3 x 5 = 15 Buah	Variasi 2
Sampel 3	94	6	3 x 5 = 15 Buah	Variasi 3
Sampel 4	97	3	3 x 5 = 15 Buah	Variasi 4
Jumlah Total = 48 Buah Benda Uji				

Pengujian dilakukan terhadap sampel masing-masing variasi komposisi dengan CBR Soaked ASTM D.1883-79, AASHTO T.193-81, yaitu setelah pemadatan CBR dilakukan, kemudian melalui masa peram, masing-masing dengan umur peram 2 hari, 4 hari, 6

Hari, 8 Hari dan 10 hari, kecuali pada sampel 1 setelah pemadatan standar, langsung dilakukan perendaman 4 hari (CBR Soaked ASTM D.1883-79, AASHTO T.193-81) tanpa pemeraman benda uji.

Dalam penetapan beberapa variasi komposisi penambahan bahan stabilisator kedalam tanah sampel benda uji kemudian dilakukan uji CBR kering (Unsoaked) maupun CBR melalui proses perendaman selama 4 hari, (Soaked) diharapkan akan diperoleh sampel variasi komposisi masa pemeraman dengan hasil daya dukung tanah Stabilitas dan durabilitas tinggi untuk kriteria material lapis perkerasan tanah Subgrade jalan raya terpenuhi sehingga pelaksanaan pekerjaan konstruksi jalan menjadi efisien terhadap:

1. Penggunaan material tanah setempat di lokasi pekerjaan konstruksi dapat di optimalkan sehingga tidak perlu mendatangkan tanah timbunan dari luar area pekerjaan dengan menyiapkan armada dan biaya yang relative tinggi.
2. Bahan stabilisator dan aktivator adalah bahan baku yang tersebar di wilayah Nusantara sehingga mudah diperoleh.
3. Nilai CBR tinggi dari lapis perkerasan tanah subgrade yang diperoleh akan dapat mempengaruhi penentuan tebal konstruksi lapis perkerasan di atasnya (Lapis Pondasi Agregat) sehingga kebutuhan material yang diperlukan akan berkurang.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

A. Karakteristik Tanah dan Bahan Stabilisator

1. Karakteristik Fisis Tanah Asli
 - a. Propertis Tanah Asli
Dari hasil pengujian Atterberg Limit diperoleh nilai batas cair (LL) = 56,74%, dan Indeks Plastis (IP) = 18,47%.
 - b. Distribusi ukuran partikel tanah asli
Distribusi ukuran partikel diperoleh melalui analisa saringan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa secara kuantitatif didominasi oleh

fraksi pasir (sand) sebesar 99,40%, disusul oleh fraksi lempung (clay) sebesar 19,70%, maka tanah tersebut digolongkan sebagai pasir lempung.

c. Pengaruh Kadar Air terhadap Kepadatan Tanah.

Kadar Air optimum diperoleh melalui pengujian Kepadatan Tanah / Standar Proctor ASTM D.689, hasil percobaan ini setelah di buat grafik perbandingan antara berat isi tanah kering dengan kadar air, diperoleh hasil kepadatan tanah maksimal pada kadar air optimum 28,75%.

Kadar air optimum yang diperoleh dari hasil pengujian Kepadatan Standar ini menjadi acuan dalam penentuan kadar air dalam pemadatan sampel-sampel benda uji CBR dalam percobaan selanjutnya.

d. Nilai daya dukung tanah asli tanpa bahan stabilisator

Pengujian daya dukung tanah asli tanpa penambahan bahan stabilisator dilakukan untuk mengetahui karakteristik dasar dari sampel tanah yang akan di teliti sehingga akan menjadi dasar pembanding dari perubahan perilaku daya dukung setelah penambahan bahan stabilisator dengan variasi komposisi dan lama pemeraman yang akan diberikan.

Sampel benda uji yang akan di teliti dibagi menjadi 2 (dua) kondisi yaitu kondisi tanpa perendaman, yaitu setelah dilakukan pemadatan CBR, benda uji segera dipersiapkan untuk pengujian pembebanan penetrasi 0,2 mm, 0,4 mm, 0,6 mm, 0,8 mm, 1 mm, 1,5 mm, 2 mm, 2,5 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm, 10 mm.

Pengambilan sampel untuk mengetahui kadar air setelah pemadatan dilakukan sebelum benda uji di rendam ke dalam bak perendaman atau bila sampel benda uji akan langsung diuji pembebanan penetrasi maka sampel kadar air

diambil setelah pengujian pembebanan penetrasi CBR dilakukan.

Pengamatan atas perubahan tinggi pengembangan (swell) sebagai pembanding dari tinggi benda uji semula, dipantau selama masa perendaman 4 hari dalam bak perendaman.

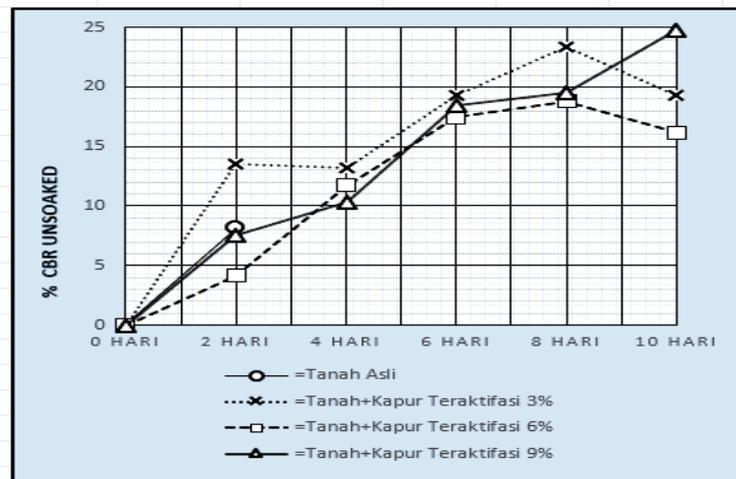
B. Perilaku Tanah Stabilisasi Kapur Tohor Dengan Aktivasi Resin Damar dan Oksida Besi

Pengujian California Bearing Ratio dilakukan untuk mengetahui sejauh mana perubahan / peningkatan kinerja daya dukung tanah setelah dilakukan stabilisasi menggunakan kapur tohor dengan aktivator dari resin damar dan iron oksida.

Dalam Studi ini, penelitian terhadap perilaku kinerja tanah asli setelah pencampuran / penambahan bahan stabilisator, dilakukan dengan menyiapkan sampel benda uji untuk diperam setelah pemadatan CBR dilakukan, antisipasi penguapan kadar air yang berlebihan, maka sampel benda uji dimasukkan ke dalam kemasan plastik bersama cetakan mold sekaligus, disimpan pada suhu ruang laboratorium hingga jadwal masa pemeraman masing-masing sampel yang ditentukan.

Jumlah benda uji tiap sampel pengamatan adalah masing-masing 3 buah terbagi untuk pengujian CBR Unsoaked dan CBR Soaked.

Hasil Pengujian CBR Unsoaked



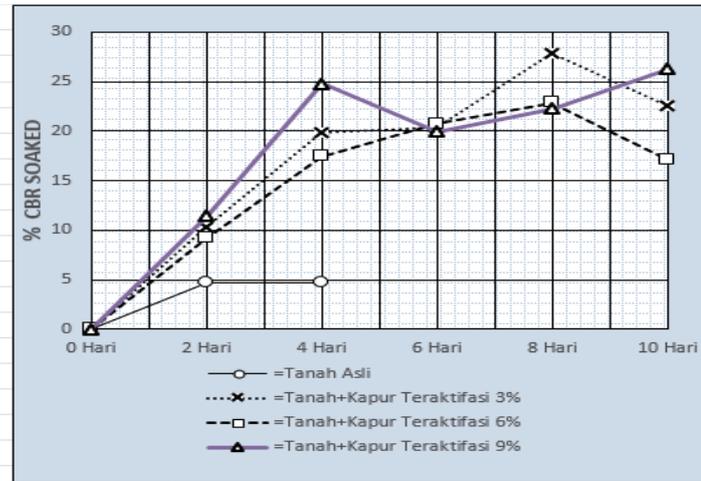
Gambar 1. Grafik gabungan hasil pengujian CBR *unsoaked* dengan % bahan stabilisator dan umur pemeraman.

Gambar 1. merupakan gabungan hasil uji kuat tekan CBR tanpa proses perendaman (Unsoaked), dari 3 (tiga) variasi kadar bahan stabilisator yang dicampurkan ke dalam masing-masing sampel tanah asli, kadar stabilisator 3% menunjukkan kenaikan kinerja 1,66 kali dari nilai kuat tekan dari tanah asli tanpa bahan stabilisator/kapur teraktifasi pada umur pemeraman 2 hari, kemudian meningkat lagi pada umur peram 4 hari,

6 hari dan 8 hari hingga mencapai 2,86 kali, namun pada umur pemeraman 10 hari mengalami penurunan kinerja.

Pada sampel tanah dengan kandungan bahan stabilisator / kapur teraktifasi 9 % menunjukkan hal yang berbeda mulai pada kuat tekan usia pemeraman 2 sampai 10 hari terjadi kenaikan kinerja terhadap kuat tekan 3,03 kali dari kuat tekan CBR tanah asli (tanpa campuran bahan stabilisator)

Hasil Pengujian CBR Soaked



Gambar 2. Grafik gabungan hasil pengujian CBR soaked dengan % bahan stabilisator dan umur pemeraman

Gambar 2. adalah gabungan hasil pengujian CBR proses perendaman sampel benda uji selama 4 hari. Masing-masing dari 3 (tiga) variasi kadar bahan stabilisator yang dicampurkan ke dalam sampel tanah asli, kecenderungan perilaku kinerja sampel hasil pengujian CBR memperlihatkan peningkatan dari hasil kuat tekat masing-masing sampel namun memberikan nilai lebih tinggi dari hasil yang diperoleh pada pengujian CBR kering (unsoaked). Kadar stabilisator 3% menunjukkan kenaikan kinerja 2,20 kali dari nilai kuat tekan dari tanah asli tanpa bahan stabilisator/kapur teraktifasi pada umur pemeraman 2 hari, kemudian meningkat lagi pada umur peram 4 hari, 6 hari dan 8 hari hingga mencapai 5,95 kali, namun pada umur pemeraman 10 hari mengalami penurunan kinerja.

Makna dari persilangan grafik antara ketiga variasi penambahan komposisi kadar Stabilisator yaitu 3%, 6%, dan 9% dapat juga di simpulkan bahwa pada masa umur pemeraman tertentu kekuatan daya dukung yang diperoleh ke 3 (tiga) variasi kadar Stabilisator yang diberikan, ternyata mencapai kekuatan daya dukung terhadap nilai baban yang diberikan adalah relatif sama.

Pada sampel tanah dengan kandungan bahan stabilisator / kapur teraktifasi 9 % menunjukkan hal yang berbeda mulai pada kuat tekan usia pemeraman 2 hari mengalami kenaikan kinerja hingga pemeraman 4 hari, terjadi penurunan kinerja pada umur pemeraman 6 hari, namun pada umur pemeraman 8 sampai 10 hari terjadi kenaikan kinerja terhadap kuat tekan 5,60 kali dari kuat tekan CBR tanah asli (tanpa campuran bahan stabilisator)

3.2 Pembahasan

A. Pengaruh Stabilisasi Tanah dengan Kapur Tohor dan Aktivator terhadap peningkatan daya dukung tanah

Dari beberapa pengujian sampel benda uji yang telah dilaksanakan menggunakan instrument penelitian laboratorium yang terukur mengacu pada American Standar Testing and Material (ASTM) dan Standar Nasional Indonesia. diperoleh beberapa poin dalam perubahan perilaku tanah objek penelitian setelah ditambahkan bahan stabilisasi dengan kapur tohor yang telah dicampurkan dengan bahan aktivator dari resin damar dan oksida besi dengan perbandingan komposisi yang di variasikan, terlihat jelas berdasarkan hasil uji CBR Unsoaked maupun CBR Soked yang dilakukan terjadi perubahan perilaku tanah yang menunjukkan

peningkatan daya dukung terhadap beban yang diberikan.

Pengujian CBR Unsokaed dimaksudkan untuk mengetahui perubahan perilaku tanah kering terhadap pengujian beban yang diberikan pada metode CBR, sedangkan pengujian CBR Soaked berdasarkan ASTM D1883 - 99 adalah metode pengujian pembebanan yang didahului oleh proses perendaman selama 4 hari, dimaksudkan untuk asumsi kondisi lapangan terhadap daya dukung lapisan tanah Subgrade jalan pada kondisi basah karena faktor cuaca.

Pada penelitian yang dilaksanakan di laboratorium ini, disadari bahwa tingkat akurasi data yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh 2 (dua) faktor, yaitu faktor internal dan eksternal, Faktor internal yaitu terkait dengan karakteristik dan susunan butiran yang terdapat pada material tersebut yang berkontribusi besar terhadap peningkatan kinerja daya dukung terhadap beban diperoleh yang tergambar pada hasil pengujian daya dukung / CBR.

Akurasi data dapat pula dipengaruhi oleh faktor eksternal, yaitu para pelaku yang menjalankan percobaan di laboratorium tersebut. data yang akurat jika hasil yang digambarkan dalam grafik membentuk garis curva sehingga dapat tergambar kecenderungan meningkat atau menurun. pada beberapa sampel benda uji. seperti pada gambar 2 Grafik hubungan bahan stabilisator 9% dengan daya dukung, pada kondisi pemeraman 4 hari terjadi lonjakan tinggi pada grafik namun setelah itu menurun kembali sehingga terbentuk garis fluktuasi, beberapa kemungkinan yang dapat mempengaruhi hal tersebut yaitu dari faktor eksternal yang telah di sebutkan diatas, adalah kondisi para pelaku praktikan tidak optimal dalam melakukan tahapan prosedur pekerjaan yang ketat misalnya saat pencampuran bahan stabilisator dengan sampel tanah yang di gunakan, ataupun saat pemenuhan keseragaman ketebalan lapis

pemadatan CBR antara lapisan pertama dan lapisan berikutnya serta jumlah dan titik pemadatan menggunakan hammer saat pembuatan sampel benda uji pada mold CBR yang tidak berada persis diposisi yang sama.

Kemungkinan lain yang dapat sangat mempengaruhi nilai hasil pengujian yang diperoleh adalah faktor internal dari bahan / material itu sendiri, yaitu antara benda uji yang pertama dengan benda uji lainnya memiliki sebaran gradasi dan nilai kadar lempung dan lanau tidak merata sehingga juga akan berdampak pada hasil nilai data pengujian yang berbeda hal ini dapat di maklumi dalam memahami sifat-sifat dan karakteristik tanah, sebagaimana dalam mendapatkan nilai pada pengujian berat jenis tanah yang tidak pernah sama.

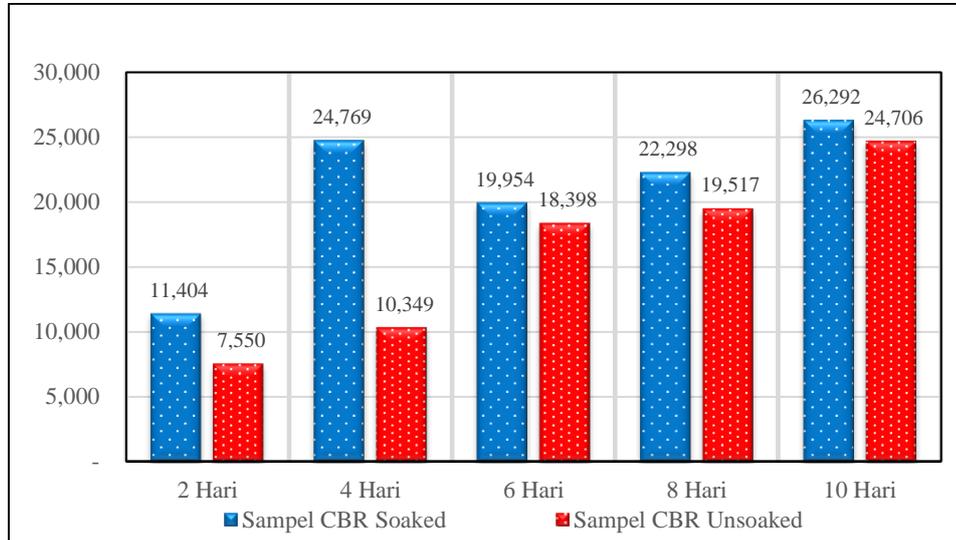
Objektifitas dalam melakukan percobaan pengujian laboratorium dengan menyadari kemungkinan kondisi di atas, setelah prosedur pengujian dilakukan dengan baik dan benar, hasil yang diperoleh harus di tampilkan sesuai nilai data pengujian yang ril, jika perilaku data dapat memperlihatkan gambaran grafik yang konstan grafik curva kecenderungan bertambah naik ataupun menurun, maka tujuan untuk mendapatkan sifat perilaku sampel benda uji dapat disimpulkan dan pengujian dapat dilanjutkan untuk hasil kesimpulan sesuai tujuan sasaran penelitian.

B. Temuan Empirik Penelitian

Hasil Studi ini menunjukkan bahwa nilai tambah dari resin damar 10% dan oksida besi 8% terhadap 100% berat kapur tohor sebagai bahan stabilisator dalam meningkatkan kekuatan daya dukung tanah, diperoleh hasil yang optimal pada komposisi penambahan bahan stabilisator 9% yang dicampurkan ke dalam tanah asli (daya dukung rendah, < 6%) pada usia pemeraman 10 hari akan mampu menaikkan kinerja tanah asli 5,60 kali dari daya dukung tanah tanpa penambahan bahan stabilisator.

Peranan resin damar fungsional dalam mengendalikan tingkat kededapan sedangkan oksida besi meningkatkan kekuatan getas, dengan demikian

perpaduan resin damar dan oksida besi dapat melahirkan material unggul yang kedap dan berkekuatan relatif tinggi.



Gambar 3. Hasil nilai CBR soaked dan CBR unsoaked komposisi 9% bahan stabilisator

Gambar 3. di atas menjelaskan bahwa perilaku sampel benda uji tanah yang distabilisasi dengan kapur + activator 9 % memperlihatkan kinerja yang lebih baik terhadap hasil kuat tekan setelah melalui proses perendaman selama 4 hari yaitu meningkat rata – rata 1,44 kali dibandingkan sampel benda uji yang hanya di peram dengan waktu tertentu setelah pemadatan tanpa melalui proses perendaman, hal ini menunjukkan bahwa peran resin damar yang berfungsi untuk pemisahan ion-ion anorganik (kation dan anion). Sifat-sifat resin penukar ion adalah tidak larut dalam air tapi mampu menyerap sejumlah molekul air, dalam strukturnya mempunyai Massa molekul relative (Mr) yang tinggi, tahan terhadap zat kimia (asam, basa, pelarut organik) fungsional dalam mengendalikan tingkat kededapan, sedangkan oksida besi dapat menetralsir terjadinya flokulasi larutan (kalsium dari kapur dan silika dari tanah). Derajat keasaman dapat menurunkan nilai permeabilitas sehingga tanah lebih stabil.

C. Rekomendasi Lanjut Penelitian

Studi ini masih terbatas pada uji kuat tekan umur pemeraman sampai 10 hari

dengan California Bearing Ratio metode perendaman (soaked 4 x 24 Jam) dan tanpa perendaman (unsoaked) sebagaimana data yang menjadi acuan dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Beberapa sampel uji yang masih memperlihatkan perilaku kinerja optimal sampai pada umur pemeraman 10 hari sehingga penilaian akhir batas kelelahan tidak dapat di perhatikan dalam data penelitian ini, sehingga kami merekomendasikan beberapa variabel penelitian lanjutan:

- Umur pemeraman sampel dapat di tambah durasi waktunya hingga 28 hari.
- Uji menggunakan media tanah yang mempunyai karakteristik fisis dan mekanis berbeda

4. Penutup

4.1. Kesimpulan

Hasil studi diperoleh simpulan:

1. Metode stabilisasi menggunakan kapur tohor dan activator pada klasifikasi tanah golongan sebagai jenis tanah SC (Sand Clay) campuran pasir lempung / pasir kelempungan Menurut sistem American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO),

masuk dalam kategori A-2-7 yaitu bahan berupa pasir dengan lempung atau karakteristik campuran lempung pasir diperoleh hasil pengujian kuat tekan metode CBR unsoaked tanah asli yaitu CBR Soaked 4,693%, namun setelah dilakukan stabilisasi tanah dengan kapur tohor dan aktivator diperoleh kekuatan daya dukung tertinggi mencapai 26,292 % pada masa pemeraman 10 hari dengan penambahan bahan stabilisator 9 % perubahan daya dukung terhadap tanah asli setelah stabilisasi naik mencapai 5,60 kali sehingga metode stabilisasi tanah dengan kapur tohor dan aktivator untuk lapis perkerasan jalan pada Subgrade sangat efektif untuk dikembangkan utamanya pada daerah lokasi yang memiliki jenis tanah lempung dengan daya dukung dibawah ketentuan standar perkerasan jalan.

2. Hasil Studi ini menunjukkan bahwa nilai tambah dari resin damar 10% dan oksida besi 8% terhadap 100% berat kapur tohor sebagai bahan stabilisator dalam meningkatkan kekuatan daya dukung tanah, di peroleh hasil yang optimal pada komposisi penambahan bahan stabilisator 9% yang dicampurkan kedalam tanah asli (daya dukung rendah, < 6%) pada usia pemeraman 10 hari akan mampu menaikkan kinerja tanah asli 5,60 kali dari daya dukung tanah tanpa penambahan bahan stabilisator.

Diperlihatkan pula pada Gambar 2 bahwa garis yang bersilangan terhadap garis curva variasi komposisi kadar stabilisator yang di berikan, terdapat 3 titik lokasi:

- Nilai daya dukung CBR Soaked akan memperoleh kekuatan daya dukung yang sama yaitu pada komposisi stabilisator 3%, 6% dan 9% bertemu titik yang sama pada usia pemeraman 6 hari, dengan hasil pengujian daya dukung CBR mencapai 20 %.
- Nilai daya dukung CBR Soaked akan memperoleh kekuatan daya dukung yang sama yaitu pada

komposisi stabilisator 6% dan 9% bertemu titik yang sama pada usia pemeraman 8 hari, dengan hasil pengujian daya dukung CBR mencapai 23,6 %.

- Nilai daya dukung CBR Soaked akan memperoleh kekuatan daya dukung yang sama yaitu pada komposisi stabilisator 3% dan 9% bertemu titik yang sama pada usia pemeraman 9,3 hari, dengan hasil pengujian daya dukung CBR mencapai 25 %.
3. Perbedaan perubahan tingkat daya dukung tanah asli tanpa penambahan bahan stabilisasi kapur tohor dan aktivator dengan tanah asli yang telah distabilisasi dengan kapur + aktivator mulai dengan penambahan bahan stabilisator 3%, 6% dan 9 % memperlihatkan kinerja yang lebih baik dan proses perendaman sampel benda uji akan lebih menghasilkan kinerja daya dukung tanah yang lebih baik lagi terhadap hasil kuat tekan setelah melalui proses perendaman selama 4 hari yaitu meningkat rata – rata 1,44 kali dibandingkan sampel benda uji yang hanya di peram dengan waktu tertentu setelah pemadatan tanpa melalui proses perendaman, hal ini menunjukkan bahwa peran resin damar yang berfungsi untuk pemisahan ion-ion anorganik (kation dan anion). Sifat-sifat resin penukar ion adalah tidak larut dalam air tapi mampu menyerap sejumlah molekul air, dalam strukturnya mempunyai Massa molekul relative (Mr) yang tinggi, tahan terhadap zat kimia (asam, basa, pelarut organik) fungsional dalam mengendalikan tingkat kekedapan, sedangkan oksida besi dapat menetralsir terjadinya flokulasi larutan (kalsium dari kapur dan silika dari tanah). Derajat keasaman dapat menurunkan nilai permeabilitas sehingga tanah lebih stabil.

4.2. Saran

Beberapa sampel uji yang masih memperlihatkan perilaku kinerja optimal sampai pada umur pemeraman 10 hari sehingga penilaian akhir batas kelelahan tidak dapat diperlihatkan dalam data

penelitian ini. Studi perlu dilanjutkan dengan berbagai pengujian dan penelitian yang belum dilakukan pada studi ini antara lain:

- Umur pemeraman sampel dapat di tambah durasi waktunya hingga 28 hari.
- Uji menggunakan media tanah yang mempunyai karakteristik fisis dan mekanis berbeda

Daftar Pustaka

AASHTO T.193-81. (1981). *Standard Method of Test for The California Bearing Ratio*. American Association of State Highway and Transportation Officials.

ASTM D1883 - 99. (1999). *Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils*. ASTM

International.

Haryadi, H. (1997). Batu Kapur. In *Bahan Galian Industri* (pp. 7–75). Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.

SNI 2900.2:2013. (2013). *Damar Mata Kucing Bagian 2: Klasifikasi, Persyaratan dan Cara Uji berdasarkan Uji Laboratorium*. Badan Standarisasi Nasional.

Sofwan, Samang, L., Harianto, T., & Muhiddin, A. B. (2018). Experimental Study of Clay Stabilization with Quick Lime Activated by Gum Rosin and Iron Oxide. *International Journal of Civil Engineering*, 5(7), 17–21. <https://doi.org/10.14445/23488352/ijce-v5i7p104>