

KAJIAN KARAKTERISTIK NILAI CBR CAMPURAN TANAH MERAH DENGAN KAPUR

Warsiti ¹⁾, Kusdiyono ¹⁾, Risman ¹⁾, Ardhi Ristiawan ²⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, 50275

²⁾ Center for Scien and Technology, Institut Agama Islam Negeri Surakarta, Indonesia
Jl. Pandawa, Dusun IV, Pucangan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo 57168
Email: warsiti@polines.ac.id

ABSTRAK

Tanah merah mengandung mineral lempung yaitu Halloysite dan mempunyai sifat mudah menyerap air, mempunyai CBR > 6 % sehingga bisa digunakan untuk subgrade jalan raya dan hasil pengujian sebelumnya tanah merah ini termasuk tanah lempung berlanau dengan plastisitas yang sedang dan tergolong tanah kohesif. Untuk mengurangi partikel berukuran lempung atau menaikkan pH tanah serta memperbanyak terjadinya pertukaran kation maka jika tanah merah akan digunakan untuk sub grade perlu dicampur. Supaya tanah tersebut kepadatan tanah meningkat, material yang tidak aktif meningkat, sehingga mempertinggi kohesi dan tahanan geser yang timbul. Untuk aplikasi jalanraya, stabilisasi tanah-kapur banyak digunakan untuk pembangunan lapis pondasi bawah (subbase) atau perbaikan tanah dasar (subgrade). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur terhadap daya dukung tanah seperti nilai CBR, kadar air (W) dan berat isi kering (Y_d), serta membahas hubungan antar kenaikan nilai CBR maksimum pada tanah merah yang dicampur kapur pada variasi campuran kapur 2% dengan kadar air 30.006%, berat isi kering 1.420. Pada penelitian ini menggunakan campuran kadar kapur bervariasi 0%, 0.5%, 1% dan 2%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kapur pada tanah merah dapat mengubah parameter tanah lain seperti kadar air, berat isi kering dan nilai CBR. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Kenaikan nilai CBR maksimum pada tanah merah yang dicampur kapur pada variasi campuran kapur 2% dengan kadar air 30.006%, berat isi kering 1.420. Dengan nilai CBR maksimum sebesar 35.693% pada penetrasi 0.1" dan 33.968% pada penetrasi 0.2".

Kata kunci: Daya dukung tanah, CBR, tanah merah.

PENDAHULUAN

Tanah dasar merupakan unsur utama yang perlu dipertimbangkan dalam pembuatan bangunan-bangunan teknik sipil, seperti bangunan gedung, jembatan, jalan raya dan jalan rel lapangan terbang, bendungan, tanggul serta bangunan lainnya. Umumnya dipergunakan sebagai pondasi, untuk itu harus benar-benar dalam kondisi yang baik. Salah satu ukuran kondisi atau keadaan tanah itu baik atau tidak adalah dengan melihat atau mengetahui nilai CBR (*California*

Bearing Ratio) dan DDT (daya Dukung Tanah).

Menurut Zulkipli, Eka., P, & Aprianto (2015) Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, dan lain-lain. Permasalahan umum yang sering dijumpai dalam pelaksanaan pembangunan konstruksi jalan adalah tidak selalu ditemuinya tanah dasar (*subgrade*) yang memiliki daya dukung memadai, dalam menahan beban lalu lintas yang akan diterima.

Tanah merah ini pada dasarnya hampir sama dengan tanah-tanah lainnya yang ada, salah satu faktor yang membedakan tanah merah dengan tanah yang lain yaitu warnanya yang merah kecoklatan sesuai dengan nama dari tanah tersebut, serta mengandung mineral lempung yaitu *Halloysite* dan mempunyai sifat mudah menyerap air. Penelitian yang dilakukan oleh (Simanjuntak dkk, 2015) tentang “Tanah Merah Sebagai Timbunan Pada Pembangunan Tubuh Badan Untuk Jalur Ganda Kereta Api Sepanjang 15 KM Antara Medan – Araskabu Sumatera Utara” diperoleh hasil pengujian *Index Properties* Tanah Merah pada pengujian laboratorium adalah sebesar $CBR > 6\%$ sesuai persyaratan *subgrade* jalan raya, Tetapi untuk jalan rel dibutuhkan CBR minimum 8% sehingga jika digunakan untuk jalan rel tanah merah tersebut belum memenuhi syarat yang ditentukan. Maka untuk meningkatkan CBR tanah merah adanya perbaikan tanah, salah satu untuk memperbaiki tanah adalah dengan stabilisasi tanah. Tujuan dari stabilisasi tanah yaitu untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan peningkatan parameter tanah seperti kohesi, sudut geser dalam dan kepadatan tanah. Ada beberapa cara stabilisasi tanah yang dapat dilakukan salah satunya adalah penambahan kapur. Alasan dipilihnya kapur sebagai bahan kimiawi yang digunakan, karena kapur merupakan bahan yang terbilang terjangkau harganya dan mudah didapatkan serta campuran tanah dengan kapur mempunyai kenaikan kekuatan waktu yang lebih panjang sehingga mengurangi resiko dalam stabilisasi tanah karena penundaan pekerjaan di lapangan.

Percobaan CBR juga dapat dilakukan secara langsung di lapangan. Selain nilai CBR banyak parameter lain yang bisa kita dapatkan dari pengujian tanah, seperti Kadar Air (W), Berat Isi Kering (Y_d), Tegangan Geser Tanah dan lain sebagainya. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Hidayat F, 2013) tentang “Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura Pada Tanah Merah di Daerah Bangkalan Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR)” diperoleh hasil analisa statistik menunjukkan bahwa semakin besar penambahan kapur gamping pada tanah merah nilai CBR *unsoaked* semakin tinggi.

Pada penelitian ini penulis fokus mengenai karakteristik yang ada antara CBR dengan parameter tanah lain seperti kadar air, berat isi kering terhadap tanah merah yang dicampur kapur. Sehingga nantinya dari penelitian ini bisa didapatkan informasi yang lebih dalam mengenai stabilitas tanah merah yang dicampur kapur khususnya di daerah pengambilan contoh tanah. Diharapkan penelitian ini bisa digunakan sebagai pedoman dalam penggunaan material tanah merah untuk pelaksanaan konstruksi di lapangan.

Batasan Masalah

Agar penelitian dapat berjalan efektif dan tidak menyimpang jauh maka terdapat batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang.
2. Tanah yang digunakan adalah tanah merah yang berasal dari daerah Semarang, dengan

contoh tanah kondisi terganggu (*disturbed sample*).

3. Kapur yang dipakai adalah jenis kapur tohor (CaO) dengan tipe Kalsium Karbonat.
4. Penelitian ini meneliti hubungan nilai CBR dengan penambahan kapur terhadap tanah merah.
5. Nilai CBR ditentukan berdasarkan pengujian di Laboratorium.

Tujuan penelitian yang akan di capai yaitu membuat korelasi karakteristik antara nilai CBR Laboratorium dengan penambahan kapur pada tanah merah. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi korelasi antara nilai CBR Laboratorium dengan penambahan kapur pada tanah merah dan menunjukkan karakteristik hubungan antara nilai-nilai tersebut baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Dengan demikian dapat mengetahui pengaruh kapur pada tanah merah secara spesifik.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah Merah

Menurut Das, B. M. (1988) Hasil dari pengujian sebelumnya tanah merah ini termasuk tanah lempung berlanau dengan plastisitas yang sedang dan tergolong tanah kohesif. Tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya.

Tanah merah (laterit) ini pada dasarnya hampir sama dengan tanah-tanah yang ada, salah satu faktor yang membedakan tanah ini dengan tanah lain yaitu warnanya yang merah kecoklatan sesuai dengan nama dari tanah tersebut, serta

mengandung mineral lempung yaitu *Halloysite* dan mudah menyerap air, baik digunakan untuk *subgrade*. Dari pengujian di laboratorium oleh penelitian terkait, diperoleh hasil pengujian Index Properties adalah sebesar $CBR > 6 \%$ sesuai persyaratan *subgrade* jalan raya sehingga baik digunakan untuk *subgrade* jalan.

Stabilisasi Tanah – Kapur

Kapur umumnya berasal dari batu kapur (*limestone*) atau *dolomite*, penambahan kapur dalam tanah merubah tekstur tanah. Pencampuran tanah dengan kapur memperlihatkan pengurangan secara signifikan partikel berukuran lempung ($<0,002$ mm) dibandingkan dengan lempung aslinya. Penambahan kapur ke dalam tanah, memberikan ion-ion kalsium yang berlimpah (ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+}). Ion-ion Ca ini cenderung menggantikan kation-kation pada umumnya seperti sodium (Na^{+}) atau potassium (K^{+}) yang berada pada partikel lempung. Proses ini disebut pertukaran kation (*cation exchange*).

Kapur merupakan salah satu material untuk pembangunan yang telah banyak dipakai oleh manusia. Salah satunya campuran lempung-kapur telah banyak dipakai sebagai bahan bangunan.

Tujuan stabilisasi adalah untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut, kemudian mengambil tindakan yang tepat terhadap masalah-masalah yang kita hadapi. Stabilisasi dapat berupa tindakan-tindakan sebagai berikut: 1) Menambah kepadatan tanah. 2) Menambah material yang tidak aktif, sehingga mempertinggi kohesi dan tahanan geser yang timbul. 3) Menambah material agar dapat mengadakan perubahan-perubahan

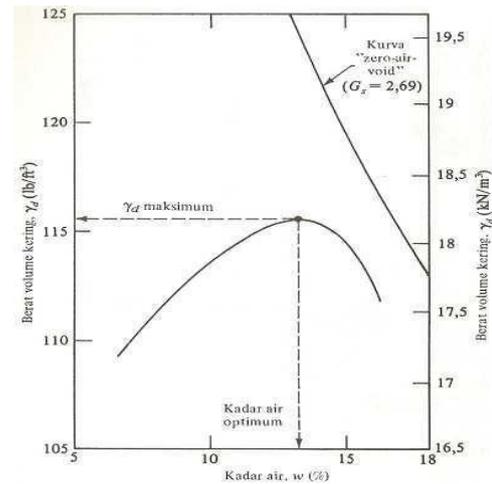
alami dan kimiawi material tanah. 4) Merendahkan permukaan air tanah (*drainase*) dan mengganti tanah-tanah yang buruk.

Kapur lebih cocok untuk stabilisasi tanah berlempung, dan kurang cocok untuk tanah granuler. Kapur tohor atau larutan kapur dapat digunakan untuk perawatan tanah yang terlalu basah atau kering. Untuk aplikasi jalan raya, stabilisasi tanah-kapur banyak digunakan untuk pembangunan lapis pondasi bawah (*subbase*) atau perbaikan tanah dasar (*subgrade*). Stabilisasi tanah-kapur telah banyak digunakan pada proyek jalan raya, bandara, jalan rel dan jalan pada area proyek.

Pemadatan Tanah

Kompaksi atau pemadatan adalah proses dimana udara pada poripori tanah dikeluarkan dengan cara mekanis, sehingga partikel-partikel tanah menjadi rapat. Cara mekanis yang dipakai untuk mendapatkan tanah di lapangan adalah dengan menggilas atau menggetarkan, sedangkan di laboratorium dipakai cara menumbuk. Untuk suatu jenis tanah yang dipadatkan dengan daya pemadatan tertentu, kepadatan yang dipakai tergantung pada banyaknya air (kadar air) tanah tersebut. Besarnya kepadatan tanah, biasanya dinyatakan dalam nilai berat isi kering, (γ_d) nya. Jika tanah dipadatkan dengan daya pemadatan yang tetap pada kadar air yang bervariasi, menghasilkan kepadatan yang bervariasi. Maka pada nilai kadar air tertentu akan tercapai kepadatan maksimum (γ_d max). Kadar air yang menghasilkan kepadatan maksimum disebut kadar

air optimum. Kenyataan ini dikemukakan pertama kali oleh RR Proctor pada tahun 1933, dan dapat dinyatakan dengan grafik yang menyatakan hubungan antara kepadatan (γ_d) dengan kadar air (γ_w). Sebagaimana pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Grafik Pemadatan Standard
(Sumber: Das, 1988a)

Keterangan: w_{opt} : Kadar air optimum adalah kadar air yang menghasilkan kepadatan maksimum (γ_d max). γ_d max : Kepadatan maksimum adalah kepadatan yang didapat pada pemadatan tanah dengan daya pemadatan tertentu pada kadar air optimum (γ_w optimum). Z a v c: Zero Air Void Curve adalah garis yang menunjukkan hubungan antara γ_d dan γ_w untuk tanah yang jenuh air atau tidak terdapat udara di dalam ruang pori.

Faktor Yang Mempengaruhi pemadatan

Sangatlah penting bahwa material timbunan dipadatkan hingga mencapai kepadatan kering maksimum dan membentuk profil yang sesuai dengan yang diinginkan, oleh karena itu dalam pemadatan

tanah terdapat beberapa faktor mempengaruhi pemaatan tersebut.

Kadar Air

Kadar air, bila kadar air tanah rendah, tanah tersebut sukar dipadatkan, jika kadar air dinaikkan dengan menambah air, air tersebut seolah-olah sebagai pelumas antara butiran tanah sehingga mudah dipadatkan tetapi bila kadar air terlalu tinggi kepadatannya akan menurun.

Jenis Tanah

Jenis tanah, jenis tanah sangat berpengaruh terhadap \square d maks dan W_{opt} diantaranya, tanah berbutir halus membutuhkan air lebih sedikit untuk mencapai $W_{optimum}$ sedangkan tanah berbutir kasar membutuhkan air lebih banyak untuk mencapai $W_{optimum}$.

Energi pematatan dan cara pematatan

Energi pematatan dan cara pematatan, energi yang dibutuhkan untuk pematatan pada uji *Proctor Standart*, dapat dituliskan bahwa: 1) Bila energi pematatan bertambah, harga berat *volume* kering maksimum tanah hasil pematatan juga bertambah dan, 2) Bila energi pematatan bertambah, harga kadar air optimum berkurang.

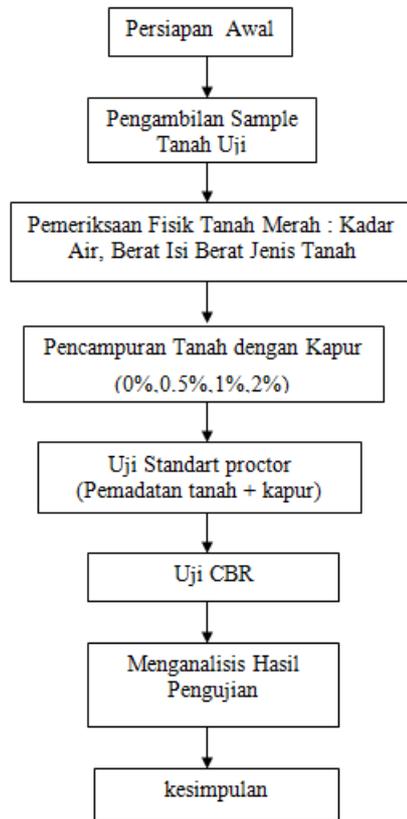
CBR Tanah

Tes CBR (*California Bearing Ratio*) dikembangkan oleh *California Division of Highway* pada tahun 1929, sebagai suatu cara untuk menilai kekuatan tanah subgrade atau material *base course* untuk keperluan konstruksi jalan raya. Nilai CBR yang didapat digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan.

Nilai CBR adalah nilai perbandingan antara beban yang digunakan suatu piston penetrasi untuk menetrasi ke dalam tanah atau suatu lapisan bahan, yang selanjutnya disebut beban penetrasi. Nilai CBR juga didefinisikan sebagai suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) dan dinyatakan dalam prosentase. Tujuan dari percobaan CBR adalah untuk menentukan daya dukung tanah dalam kepadatan maksimum. Nilai CBR yang digunakan dan dilaporkan adalah nilai penetrasi 0,1". Apabila dalam pemeriksaan ternyata nilai CBR untuk penetrasi 0,2" lebih besar dari nilai untuk 0,1", maka percobaan harus diulang. Dan ternyata pada percobaan ulang ini, nilai CBR untuk 0,2" tetap lebih besar dari 0,1", maka nilai CBR yang dipakai adalah nilai untuk 0,2". (Das,1988).

METODE PELAKSANAAN

Langkah-langkah yang dilakukan pada proses pengabdian kepada masyarakat antara lain:



Gambar 2. Bagan alir penelitian

Pengambilan Sampel Tanah Uji

Persiapan terhadap pengadaan bahan dasar berupa tanah dan kapur, sebelum mengambil *sample* tanah tentunya kita harus menentukan jenis tanah yang kita gunakan, kemudian dimana tanah tersebut didapatkan. Pada penelitian ini tanah yang akan digunakan merupakan tanah merah yang diambil dari daerah Semarang. Kemudian untuk kapur digunakan kapur jenis kapur calsium carbonat, yang biasa di jual dipasaran. Tanah merah yang sudah ditentukan untuk diuji akan dibuat *sample* dengan kondisi terganggu yang distabilisasi dengan kapur untuk pengujian

Pencampuran Tanah Dengan Kapur

Sample akan dibuat kedalam empat macam dengan komposisi pencampuran tanah dengan kapur

sebesar 0%, 0.5%, 1%, 2% dari berat tanah. Selanjutnya akan dipadatkan lalu diuji CBR pada tiap komposisi campuran kapur tersebut akan dibuat masing-masing dua sampel benda uji yang akan dihitung rataratanya. Pada Tabel berikutDimana perbandingan campuran dengan perhitungan berat.

Tabel 1.
Rencana Campuran Tanah Merah dan Kapur

No	Tanah merah		Kapur		Berat Campuran(kg)
	Prosentase(%)	Berat(kg)	Prosentase(%)	Berat(kg)	
1	100	6.00	0	0	6.0
2	99.5	5.97	0.5	0.03	6.0
3	99	5.94	1	0.06	6.0
4	9	5.88	2	0.12	6.0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Kegiatan

Pengambilan sampel tanah tersebut didapatkan di daerah Pudukpayung Banyumanik Semarang, tepatnya pada pembangunan perumahan Mahogany Asri *Residence* Pudukpayung Banyumanik dengan koodinat lokasi (DD - 7.0965658,110.4170421).

Hasil Pengujian Bahan Penelitian

Pembahasan hasil peneltian terhadap tanah asli

Tabel 2.
Hasil Pengujian Karakteristik Tanah Merah

No.	Karakteristik	Nilai	Satuan
1	KadarAir (W)	29.37	%
2	BeratIsi Tanah(γ _d)	1.01	gram/cm ³
3	Berat Jenis Tanah (Gs)	2.651	
4	Batas Cair(LL)	66.10	%
5	Batas Plastis (PL)	42.70	%
6	IndexPlastisitas	23.64	%
7	PenyusutanLinier	15.60	%
8	Batas Susut (SL)	35.92	%
9	Lolos SaringanNo.200	96.78	%
10	Standard Proctor (W _{opt})	36.02	%

Tabel 3.
Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah

Diameter Saringan(mm)	Berat Tertahan (gram)	%Berat Tertahan	%Kumulatif Tertahan	%Lolos
4.75	0	0	0	100%
2	3.37	0.686	0.686	99.314%
0.85	2.5	0.509	1.195	98.805%
0.425	3.08	0.627	1.822	98.178%
0.15	5.09	1.036	2.859	97.141%
0.075	1.82	0.371	3.229	96.771%
0	4.5	0.916	4.145	95.855%

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu: 1) Berdasarkan nilai presentase lolos saringan no.200 tanah merah tersebut, didapatkan hasil >50 % lolos, maka berdasarkan Tabel Klasifikasi USCS tanah ini secara umum dikategorikan kedalam golongan tanah berbutir halus. 2) Dari Tabel Sistem Klasifikasi USCS untuk data batas cair dan Indeks Plastisitas diplot pada diagram plastis, didapat identifikasi tanah yang lebih spesifik yaitu dengan merujuk pada hasil diatas, menurut USCS dari hasil tersebut tanah merah yang diuji termasuk dalam Lanau tak Organik (MH). 3) Sedangkan Dalam Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO Hasil dari uji analisis distribusi butiran suatu tanah adalah sebagai berikut: Persentase butiran lolos ayakan No. 10 = 99.31 %, lolos ayakan No.40 = 98.18 % dan lolos ayakan No. 200 = 96.77 %.

Menurut Sistem Klasifikasi AASHTO tanah uji pada Klasifikasi Umum masuk kedalam Tanah Lanau – Lempung, sedangkan pada Klasifikasi Kelompok masuk kedalam Klasifikasi A-7-5 (Tanah Berlempung Jelek).

Hasil Penelitian Terhadap Tanah Campuran Kapur

Sifat-Sifat Mekanis Tanah

Sifat-sifat mekanis tanah yang terdiri dari Pemadatan dan Hasil Uji CBR Laboratorium.

Pemadatan

Hasil pengujian pemadatan tanah ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar air optimum dimana nantinya nilai kadar air optimum ini digunakan sebagai pemadatan untuk uji CBR laboratorium. Berikut hasil uji pemadatan *standard proctor* diperoleh berat isi kering dan kadar air optimum sebagai berikut:

Tabel 4.

Hasil uji pemadatan *standard proctor*

Compaction Test	Maximum dry density	1.310	gr/cm ³
	Optimum moisture	36.00	%
Density /Moisture Content Curve	95% Maksimum dry density	1.245	gr/cm ³

Uji CBR Laboratorium

Pengujian CBR laborototum (*California Bearing Ratio Test*) dilakukan pada sampel tanah merah campuran kapur dengan empat komposisi yang berbeda, yaitu dengan prosentase kapur 0%, 0.5%, 1%,2%. Setiap komposisi campuran tersebut dibuat dua sampel uji yang kemudian dirata-rata hasilnya dan pada pengujian CBR laboratorium ini dilakukan dengan kondisi tak terendam. Hasil dari pengujian tersebut kemudian dianalisa menjadi beberapa grafik seperti berikut.

Tabel 5.

Hasil Pengujian Terhadap Tanah Merah Campuran Kapur

Penambahan Kapur (%)	Kadar Air (%)	Berat Isi Kering (gram/cm ³)	Nilai CBR (%)	
			0.1"	0.2"
0	30.486	1.432	18.620	20.165
0,5	34.956	1.364	9.084	12.835
1	34.853	1.361	9.992	11.687
2	30.006	1.420	35.691	33.970

Berdasarkan hasil pengujian tanah merah yang telah dicampur kapur diatas maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu: 1) Pengaruh penambahan kapur terhadap parameter tanah lain. 2) Pengaruh

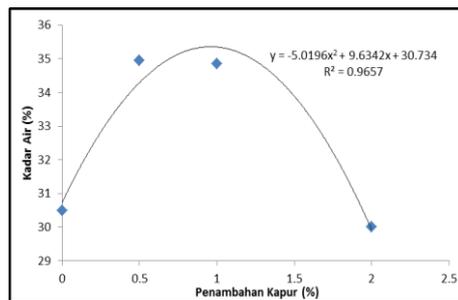
penambahan kapur terhadap nilai CBR Laboratorium.

Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Parameter Tanah Lain

Ada dua pengaruh, yaitu: a) Pengaruh penambahan kapur terhadap nilai Kadar Air, b) Pengaruh penambahan kapur terhadap Berat Isi Kering

Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Nilai Kadar Air

Dari hasil penelitian yang dilakukan telah didapatkan hubungan antara pengaruh penambahan kapur terhadap kadar air tanah merah (w). Dalam grafik di bawah dapat dilihat hubungan penambahan kapur terhadap nilai kadar air tanah pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Penambahan Kapur dengan Nilai Kadar Air

Berdasarkan dari grafik diatas pada prosentase campuran kapur 0% diperoleh nilai kadar air 30.486% selanjutnya mengalami kenaikan sampai kadar air optimum sebesar 35.356% dengan prosentase kapur 0.959%. kemudian mengalami penurunan pada campuran kapur 2% dengan nilai kadar air 30.006%. Hal ini menunjukan bahwa penambahan kapur hanya meningkatkan nilai kadar air pada kondisi optimum dan akan mengalami penurunan setelahnya.

Dari hasil analisis penelitian hubungan antara penambahan kapur dan kadar air dinyatakan sebagai berikut: $y = -5.019x^2 + 9.634x + 30.73$ dengan $R^2 = 0.965$ hal ini menunjukan bahwa pengaruh kapur cukup kuat terhadap nilai kadar air.

Perhitungan Kadar Air Optimum (W)

$$y = -5.019x^2 + 9.634x + 30.73$$

Dimana Y = Kadar air

X = % penambahan kapur

$$\text{Kadar air optimum} \longrightarrow Y' = 0$$

$$-10,038 x + 9,634 = 0$$

$$X = 0,959$$

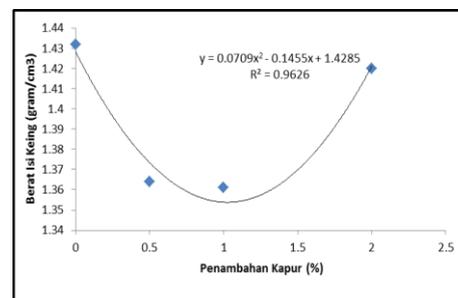
$$Y = -4,616 + 9,239 + 30,73$$

$$= 35,353$$

Dapat disimpulkan dengan penambahan kadar kapur 0,959 % diperoleh kadar air optimum 35,353%.

Pengaruh penambahan kapur terhadap Berat Isi Kering

Berikut ini penjelasan mengenai pengaruh penambahan kapur terhadap nilai berat isi kering tanah merah. Dari hasil ini akan diketahuinya pengaruh penambahan kapur terhadap berat isi kering tanah (Yd). Dalam grafik dibawah dapat dilihat hubungan penambahan kapur terhadap nilai berat isi kering tanah pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Penambahan Kapur dengan Berat isi Kering

Dari hasil gambar grafik di atas penurunan nilai (Yd) minimum

sebesar 1.349 gram/cm³ dengan prosentase kapur 1.036%, nilai ini turun dari komposisi tanah 0% kapur dimana nilai (Yd) didapat sebesar 1.432 gram/cm³. Namun pada campuran kapur setelahnya yaitu kapur 2% nilai (Yd) meningkat menjadi 1.420 gram/cm³. Jadi penambahan kapur mengakibatkan meningkatnya nilai berat isi kering setelah penurunan minimum Grafik hubungan penambahan kapur dengan berat isi kering dapat dinyatakan dengan persamaan $y = 0.070x^2 - 0.145x + 1.428$ dengan $R^2 = 0.962$ Dimana Y = berat isi kering, x = penambahan kapur.

$$\begin{aligned} \text{Menentukan } Y \text{ min} &\longrightarrow Y' = 0 \\ 0,14 X - 0,145 &= 0 \\ X &= 1,036 \\ Y &= 0,075 - 0,154 + 1,428 \\ &= 1,349 \end{aligned}$$

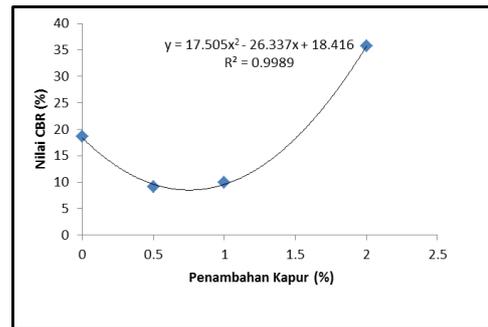
Jadi dengan penambahan kapur 0-1,036% mengasilkan berat isi kering menurun, tetapi dengan penambahan kapur >1,036% berat isi kering meningkat.

Pengaruh penambahan kapur terhadap nilai CBR Laboratorium

Ada 2 faktor yang mempengaruhi, yaitu: a) Pengaruh penambahan kapur terhadap nilai CBR Penetrasi 0.1'', b) Pengaruh penambahan kapur terhadap nilai CBR Penetrasi 0.2''

Pengaruh penambahan kapur terhadap nilai CBR Penetrasi 0.1''

Berikut ini pembahasan mengenai pengaruh penambahan kapur terhadap nilai CBR penetras 0.1'' tanah merah, Pada grafik dibawah dapat dilihat hubungan penambahan kapur terhadap nilai CBR Penetrasi 0.1'' Gambar 5.



Gambar 5. Pada grafik hubungan penambahan kapur terhadap nilai CBR Penetrasi 0.1''

Grafik hubungan penambahan kapur dengan berat isi kering dapat dinyatakan dengan persamaan $y = 17.50x^2 - 26.33x + 18.41$ dengan $R^2 = 0.998$. Dimana Y = berat isi kering, x = penambahan kapur. Berat isi kering minimum jika $Y' = 0$

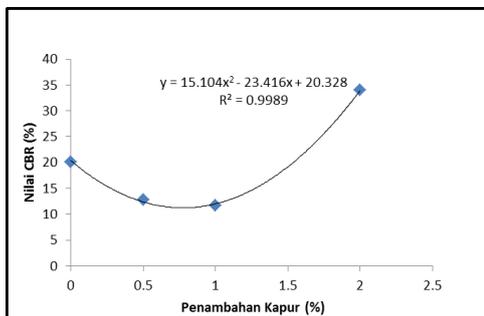
$$\begin{aligned} Y' &= 35 X - 26.33 \longrightarrow = 0 \\ 35 X - 26.33 &= 0 \\ X &= 26.33 / 35 \\ &= 0.752 \\ Y &= 17,5 * 0,752 ^2 - 26,33 * 0,752 + 18,41 \\ &= 8,506 \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan yang dihitung dari grafik diatas, diperoleh nilai CBR terendah pada penetrasi 0.1'' sebesar 8.506 % pada prosentase kapur 0.752%, namun pada campuran dengan prosentase > 0.752 % besar CBR nya meningkat dan pada penambahan kapur maksimum yaitu 2% didapatkan kenaikan yang signifikan dari nilai CBR pada penetrasi 0.1'' sebesar 35.693%. Jadi nilai CBR pada campuran kapur 0 – 0.752 % nilai CBR menurun namun pada campuran tanah dengan prosentase kapur > 0,752 % nilai CBR meningkat lagi cukup signifikan. Namun pada campuran kapur setelahnya yaitu kapur 2% nilai (Yd) meningkat menjadi 1.420 gram/cm³. Jadi penambahan kapur mengakibatkan meningkatnya nilai

berat isi kering setelah prosentase kapur >0.752 %.

Pengaruh penambahan kapur terhadap nilai CBR Penetrasi 0.2”

Berikut ini pembahasan mengenai pengaruh penambahan kapur terhadap nilai CBR penetrasi 0.2” tanah merah, Pada grafik dibawah dapat dilihat hubungan penambahan kapur terhadap nilai CBR Penetrasi 0.2” Gambar 6.



Gambar 6. Pada grafik hubungan penambahan kapur terhadap nilai CBR Penetrasi 0.2”

Grafik hubungan penambahan kapur dengan berat isi kering dapat dinyatakan dengan persamaan $y = 15.10x^2 - 23.41x + 20.32$ dengan $R^2 = 0.998$. Dimana Y = berat isi kering, x = penambahan kapur. Berat isi kering minimum jika $Y' = 0$.

$$Y' = 30,2 X - 23,41 \longrightarrow = 0$$

$$30,2 X - 23,41 = 0$$

$$X = 23,41 / 30,2$$

$$= 0,775$$

$$Y = 15,1 * 0,775^2 - 23,41 * 0,775 + 20,32$$

$$= 11,247$$

Berdasarkan persamaan yang dihitung dari grafik diatas, diperoleh nilai CBR terendah pada penetrasi 0.2” sebesar 11.247 % pada prosentase kapur 0.775%, namun pada campuran dengan prosentase > 0.775% besar CBR nya meningkat dan pada penambahan kapur maksimum yaitu 2% didapatkan

kenaikan yang signifikan dari nilai CBR pada penetrasi 0.2” sebesar 33.968%. Jadi nilai CBR pada campuran kapur 0 – 0.775% nilai CBR menurun namun pada campuran tanah dengan prosentase kapur > 0,775 % nilai CBR meningkat lagi cukup signifikan. Namun pada campuran kapur setelahnya yaitu kapur 2% nilai (Y_d) meningkat menjadi 33,986 gram/cm³. Jadi penambahan kapur mengakibatkan meningkatnya nilai berat isi kering setelah prosentase kapur > 0.775%.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil pengujian pencampuran tanah merah dengan campuran kapur (variasi campuran 0%, 0.5%, 1%, dan 2%.) dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan kapur dapat merubah nilai dari parameter lain tanah uji, seperti kadar air dengan nilai 30.486% tanpa kapur menjadi 30.006% dengan campuran kapur 2%, dimana dari persamaan $y = -5.0198x^2 + 9.6345x + 30.733$ didapatkan nilai kadar air optimum sebesar 35.353% dengan prosentase kapur 0.959%. Sedangkan untuk nilai berat isi kering dengan nilai awal tanpa kapur 1.432 gram/cm³ menjadi sebesar 1.420 gram/cm³ dengan campuran kapur 2, dimana dari persamaan $y = 0.070x^2 - 0.145x + 1.428$ didapatkan penurunan nilai (Y_d) minimum sebesar 1.354 gram/cm³ dengan prosentase kapur 1.028%.

2. Hubungan nilai CBR Laboratorium dengan penambahan kapur pada tanah merah diantaranya yaitu pada nilai CBR penetrasi 0.1” dengan nilai awal tanpa kapur 18.619% naik menjadi 35.693% pada campuran kapur 2%, namun dari persamaan $y = 17.50x^2 - 26.33x + 18.41$ diperoleh nilai CBR terendah pada penetrasi 0.1” sebesar 8.506 % dengan prosentase kapur 0.752%. Untuk nilai CBR penetrasi 0.2” dengan nilai awal 20.163% meningkat menjadi 33.968% pada campuran kapur 2%, sedangkan dari persamaan $y = 15.10x^2 - 23.41x + 20.32$, diperoleh nilai CBR terendah pada penetrasi 0.2” sebesar 11.2247 % dengan prosentase kapur 0.775%.
3. Nilai CBR maksimum pada tanah merah campuran kapur didapatkan pada prosentase kapur 2% dengan kadar air 30.006%, berat isi kering 1.420gram/cm³ dengan nilai CBR maksimum pada penetrasi 0.1” sebesar 35.693% dan pada penetrasi 0.2” sebesar 33.968%.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, F. (2013). *Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura Pada Tanah Merah Di Daerah Bangkalan Madura Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)*. Jurnal mahasiswa Unesa. Volume 2 (1).
- Simanjuntak, J. O., Suita, D., & Debatara, S. M. T. (2015). *Tanah Merah Sebagai Timbunan Pada Pembangunan Tubuh Baan Untuk Jalur Ganda Kereta Api Sepanjang 15 KM Antara Medan-Araskabu Sumatera Utara*. Seminar Nasional HATTI, Medan.
- Das, B. M. (1988a). *Mekanika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Das, B. M. (1988). *Mekanika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Zulkipli, Eka., P., & Aprianto. (2015). *Korelasi Kadar Air, Derajat Kepadatan Relatif Dengan CBR Pada Tanah Berbutir*. Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura, 1 (1), 35-43.