

Analisis Daya Dukung Tanah Menggunakan Campuran Magnesium Klorida ($MgCl_2$) Dengan Variasi Kalsium Karbonat ($CaCO_3$)

Agung Nusantoro^{1*}, Umar Abdul Aziz², Kukuh Purna Yudha³

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Purworejo¹²³

[agungnusantoro@umpwr.ac.id*](mailto:agungnusantoro@umpwr.ac.id)

Abstrak. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental yaitu percobaan di laboratorium. Benda uji silinder berukuran 150x230 mm dengan variasi *Stabilizer* magnesium klorida rata 8% dengan variasi kalsium karbonat 6%, 7%, 8%, 9%, 10% dari berat tanah, sebanyak 18 benda uji dalam 6 variabel. Pengujian CBR laboratorium tanpa perendaman (*unsoaked*) dengan diangin-anginkan / didiamkan selama 7 hari. Nilai optimal uji CBR untuk sample uji penambahan magnesium klorida ($MgCl_2$) dengan variasi kalsium karbonat ($CaCO_3$) / Kapur Gamping didapat untuk nilai CBR rata – rata dari variasi campuran 6%, 7 %, 8%, 9%, 10% pada penetrasi 0,1” sebesar 3,92%, 7,79%, 11,82%, 15,24%, dan 21,81%. Untuk penetrasi 0,2” lebih kecil dengan hasil sebesar 3,03%, 6,51%, 8,65%, 12,51% dan 21,21%. Untuk hasil selisih kenaikan nilai uji CBR dengan persentase 6%, 7%, 8%, 9%, 10% untuk penetrasi 0,1” sebesar 35,28%, 169,10%, 307,87%, 425,95%, dan 653,61%. Pada penetrasi 0,2” sebesar 7,58%, 130,74%, 203,59%, 343,31%, dan 651,70%. Kenaikan terus meningkat dikarenakan pengaruh dari penambahan bahan stabilitas kalsium karbonat ($CaCO_3$) / Kapur Gamping itu sendiri yang memiliki sifat mengurangi plastisitas tanah, penyusutan, pemuaiian pondasi jalan raya, dan tanah menjadi lebih keras.

Kata Kunci : *CBR laboratorium, Magnesium Klorida & Kalsium Kabronat, Daya Dukung Tanah.*

Abstract. *This research was conducted using experimental methods, namely experiments in the laboratory. Cylindrical specimens measuring 150x230 mm with a variation of 8% average Magnesium Chloride Stabilizer with variations of Calcium Carbonate 6%, 7%, 8%, 9%, 10% of the weight of the soil. as many as 18 specimens in 6 variables. Laboratory CBR testing without immersion (unsoaked) by aerated / left to stand for 7 days. The optimal value of the CBR test for the test sample for the addition of Magnesium Chloride ($MgCl_2$) with variations of Calcium Carbonate ($CaCO_3$) / Lime Lime is obtained for the average CBR value of the mixed variation of 6%, 7%, 8%, 9%, 10% at penetration 0,1" amounting to 3.92%, 7.79%, 11.82%, 15.24%, and 21.81%. For the penetration of 0.2" is smaller with the results of 3.03%, 6.51%, 8.65%, 12.51% and 21.21%. For the difference in the increase in the CBR test value with a percentage of 6%, 7%, 8%, 9%, 10% for penetration of 0.1 "of 35.28%, 169.10%, 307.87%, 425.95%, and 653.61%. The penetration of 0.2" is 7.58%, 130.74%, 203.59%, 343.31%, and 651.70%. The increase continues to increase due to the effect of the addition of the stability material of Calcium Carbonate ($CaCO_3$) / Lime Lime itself which has properties of reducing soil plasticity, shrinkage, expansion of road foundations, and the soil becomes tougher.*

Keyword : *Laboratory CBR, Magnesium Chloride and Calcium Carbonate, Soil Bearing Capacity.*

1. Pendahuluan

Daya dukung tanah (*bearing capacity soil*) adalah kemampuan tanah untuk mendukung beban baik dari segi struktur pondasi maupun bangunan di atasnya tanpa terjadi keruntuhan geser. Daya dukung terbatas (*ultimate bearing capacity*) adalah gaya dukung terbesar dari tanah dan biasanya diberi simbol q_{ult} . Daya dukung ini merupakan kemampuan tanah untuk mendukung beban, dan diasumsikan tanah mulai terjadi keruntuhan. Tanah harus mampu memikul beban dari setiap konstruksi yang diletakkan pada tanah tersebut tanpa kegagalan geser (*shear failure*) dan dengan penurunan (*settlement*) yang dapat ditolelir untuk konstruksi tersebut.

Untuk mempercepat pengerasan dan kekuatan daya dukung tanah pada silinder digunakan bahan tambah. Bahan tambah tersebut berupa bahan kimia yang dicampurkan dalam adukan tanah dan banyak dijual di toko bangunan terutama kalsium karbonat (CaCO_3). Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan campuran bahan kimia magnesium klorida (MgCl_2) dengan variasi kalsium karbonat (CaCO_3) untuk bahan campuran tanah terhadap daya dukung tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nilai uji CBR tanah lempung dengan campuran magnesium klorida (MgCl_2) dengan variasi kalsium karbonat (CaCO_3) terhadap daya dukung tanah, dan juga dalam penelitian ini untuk mengetahui besarnya kenaikan nilai uji CBR tanah lempung terhadap daya dukung tanah.

Herry, dkk (2015) melakukan penelitian yang berjudul “Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan menggunakan Abu Sekam dan Kapur”. Dalam penelitian ini menggunakan campuran abu sekam dan kapur dalam prosentase berat lempung sebesar 0%, 4%, 6%, dan 8% dengan masing-masing dibuat 3 sampel. Adanya penurunan *swelling* terjadi cukup besar pada prosentase 4% dan pada prosentase campuran (>4%) pengurangan *swelling* relative kecil. Nilai Indeks Plastisitas (*IP*) mengalami penurunan sebesar 59,35% pada campuran abu sekam dan kapur sebesar 6%. Nilai CBR semakin meningkat dengan semakin bertambahnya prosentase abu sekam dan kapur sehingga belum terjadi penurunan.

Nusantoro, dkk (2018) melakukan penelitian yang berjudul “Analisis kekuatan Cement Treated Base (*CTB*) dengan bahan tambah zat Aditif menggunakan variasi kandungan tanah”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan *CTB* untuk lapis pondasi atas jalan dengan menggunakan bahan tambah (*soil stabilizer*) dan variasi kandungan tanah dan pasir. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Dengan menentukan kadar air optimum dan komposisi campuran. Hasil nilai kuat tekan rata-rata *CTB* umur 7 hari dengan bahan tambah zat aditif pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% = 56,406 kg/cm², kandungan tanah 20%, pasir 25% = 53,680 kg/cm², kandungan tanah 30%, pasir 20% = 42,909 kg/cm², kandungan tanah 40%, pasir 15% = 31,443 kg/cm², dan kandungan tanah 50%, pasir 10% = 28,714 kg/cm², dari ke-5 hasil nilai kuat tekan rata-rata *CTB* pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% dan kandungan tanah 20%, pasir 25% nilai kuat tekan rata-rata di atas 45 kg/cm² sebagaimana yang disyaratkan, sehingga *CTB* pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% dan kandungan tanah 20%, pasir 25% sesuai Spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum 2010.

Suaryana. & Fransisko (2018) melakukan penelitian yang berjudul “Stabilisasi 2 tahap Menggunakan Kapur dan Semen untuk Memperbaiki Daya Dukung Tanah Ekspansif” di Ruas Tanah Merah, Kabupaten Merauke. Dengan tujuan untuk mencari besarnya perbandingan stabilisasi tanah dengan 1 tahap dan dengan 2 tahap stabilisasi. Lama pemeraman yang digunakan yaitu 1 hari, 2 hari dan 7 hari. Persentase campuran untuk kapur sebesar 4%, 6%, 9% dan 12%. Sedangkan persentase campuran untuk semen sebesar 6%, 8% dan 10%. Stabilisasi dengan 6%, 9% dan 12% kapur, peningkatan pemeraman dari 1 hari menjadi 2 hari dan 7 hari relatif tidak mempunyai pengaruh yang cukup signifikan terhadap Indeks Plastisitas.

Sarifudin, (2020) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Daya Dukung Tanah yang di stabilisasi dengan magnesium klorida (MgCl_2)”. Metode eksperimen, dalam metode ini proses dimulai dengan menggunakan bahan stabilitas tanah berupa Magnesium Klorida dengan menggunakan semen sebagai pembandingnya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metodologi eksperimental dengan pendekatan kondisi dilapangan yang dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Purworejo. Pada penelitian benda uji yang dibuat merupakan benda uji normal yang ditambah dengan bahan kimia berupa magnesium klorida ($MgCl_2$) dengan variasi kalsium karbonat ($CaCO_3$) dengan lolos saringan no. 4 dengan ukuran 19 mm. Untuk mengetahui pengaruh penambahan magnesium klorida dengan kalsium karbonat, maka dibuat variasi penambahan sebagai berikut : 0%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% dari berat tanah yang digunakan. Untuk mengetahui tingkat kenaikan nilai daya dukung tanah pada pengujian daya dukung tanah direncanakan pada umur 7 hari. Adapun tahapan penelitian yang akan menjadi dasar dalam pelaksanaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan kajian literatur berupa buku, jurnal ilmiah, serta informasi yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan.
2. Tanah yang digunakan berasal dari desa Kedunglo, Kecamatan Kemiri.
3. Bahan kimia berupa magnesium klorida ($MgCl_2$) dengan variasi kalsium karbonat ($CaCO_3$) dicampur..
4. Pemeriksaan berat jenis tanah.
5. Pemeriksaan kadar air.
6. Pemeriksaan kadar air optimum / pepadatan tanah.
7. Pemeriksaan batas cair tanah.
8. Pemeriksaan batas susut tanah.
9. Pemeriksaan batas plstis dan indeks plstisitas.
10. Pengujian CBR Laboratorium.
11. Menentukan variasi komposisi tanah dengan bahan kimia magnesium klorida & kalsium karbonat,
12. Pembuatan benda uji dalam bentuk silinder.
13. Perawatan benda uji dengan cara tak direndam (unsoaked) dengan umur 7 hari.
14. Pengujian benda uji dan analisis.
15. Pembahasan dan kesimpulan.

3. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo dititik beratkan pada penggunaan bahan kimia magnesium klorida dengan variasi kalsium karbonat sebagai bahan tambah pada tanah. Adapun hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah adalah berat tanah kering dibagi volume partikel padat (tidak termasuk volume pori – pori tanah). Berat jenis partikel tanah dinyatakan dalam satuan g/cm^3 atau mg/m^3 . Berat jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Berat Jenis Partikel Tanah

Jenis Tanah	Berat Jenis Tanah
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Organik	2,58 – 2,65
Lanau non Organik	2,62 – 2,68
Humus	1,37
Lempung non Organik	2,68 – 2,75
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber: Hardiyatmo 1999

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah

No	Pemeriksaan		1	2
1	Berat piknometer kosong	W1 (gram)	21	21
2	Berat piknometer + tanah kering	W2 (gram)	30	31
3	Berat piknometer + tanah + air	W3 (gram)	47	48
4	Berat piknometer + air	W4 (gram)	42	41
5	Temperatur	t° C	75°C	74°C
6	A = W2 – W1	(gram)	9	10
7	B = W3 – W4	(gram)	5	7
8	C = A – B	(gram)	4	3
9	Berat Jenis (Bj) = A/C		2,25	3,3
10	Berat jenis rata – rata		2,7532	
11	G untuk 27,5° = Bj x Bj air 27,5°		2,24	3,29

Sumber: data penelitian

Dari hasil pengujian diperoleh berat jenis tanah sebesar 2,7532, maka sampel tanah tersebut termasuk dalam jenis tanah lempung non organik.

Kadar Air

Kadar air tanah adalah konsentrasi air dalam tanah yang biasanya dinyatakan dengan berat kering. Kadar air tanah dapat dinyatakan dalam persen volume yaitu persentase volume air terhadap volume tanah. Untuk hasil pengujian kadar air tanah yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Nilai Kadar Air

No contoh dan kedalaman	(m)	Tanah asli tanpa pemadatan		
		Sample A	Sampel B	Sampel C
Nomor cawan				
1. Berat cawan kosong	(w1) gram	13	13	13
2. Berat cawan + tanah basah	(w2) gram	30	30	31
3. Berat cawan + tanah kering	(w3) gram	28	29	28
4. Berat air	= (w2-w3) gram	2	1	3
5. Berat tanah kering	= (w3-w1) gram	15	16	15
6. Kadar air	= (w1-w2) : (w2-w3) x100 %	13,3	6,25	20
7. Kadar air rata-rata (w)	= (a+b+c)/3%	13,183		

Sumber: data penelitian

Dari hasil percobaan di atas didapat nilai kadar air rata-rata sebesar 13,183 % dari 3 sampel pengujian.

Kadar Air Optimum / Pemadatan Tanah

Pemadatan (*compaction*) adalah proses merapatkan butiran tanah secara mekanis yang menyebabkan keluarnya udara dari ruang pori sehingga meningkatkan kepadatan tanah. Pemadatan tanah selain digunakan sebagai landasan pondasi, dapat digunakan juga sebagai bahan konstruksi timbunan (*construction / fill material*) salah satunya perlu untuk meningkatkan sifat fisik tanah. Untuk hasil pengujian kadar air optimum yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Air Optimum

	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
massa tanah basah + cawan (gr)	61	61	74	70	70
massa tanah kering + cawan (gr)	52	51	60	56	55
massa air (gr)	9	10	14	14	15
massa cawan (gr)	13	13	13	13	13
massa tanah kering (gr)	39	38	47	43	42
Kadar air (%)	23,0769	26,3158	29,7872	32,5581	35,7143

Sumber: data penelitian

Hasil pengujian kepadatan tanah yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Data Untuk Pengujian Kepadatan Tanah

	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
massa tanah basah + cetakan (gr)	10225	10331	10432	10453	10469
massa cetakan (gr)	7735	7735	7735	7735	7735
massa tanah basah (gr)	2490	2596	2697	2718	2734
isi cetakan (cm ³)	1962,32	1962,32	1962,32	1962,32	1962,32
kepadatan basah (gr/cm ³)	1,2689	1,3229	1,3744	1,3851	1,3932
kepadatan kering (gr/cm ³)	1,0310	1,0473	1,0590	1,0449	1,0266

Sumber: data penelitian

Dari hasil percobaan di atas didapat nilai kadar air rata-rata sebesar 13,183% dari 3 sampel pengujian dan untuk kadar air optimum diperoleh pada 29,7872%.

Batas Cair Tanah

Batas cair (*liquid limit*) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan plastis yaitu batas atas dari daerah plastis batas cair biasanya ditentukan dari uji *Casagrande* (1948). Maksud dari percobaan ini adalah untuk menentukan batas cair tanah. Hasil pengujian batas cair tanah yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Batas Cair Tanah

No percobaan	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Jumlah penambahan air (cc)		42			46			49	
Jumlah pukulan		35			29			25	
Berat cawan kosong W1 (gram)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Berat cawan + tanah basah W2 (gram)	230,5	231,7	232,1	235,2	236,8	237,4	249,3	252,1	
Berat cawan + tanah kering W3 (gram)	180,2	180,2	181,3	182,9	183,4	184,2	183,5	187,2	249,72
Berat air A = W2 - W3 (gram)	50,3	51,5	50,77	52,29	53,34	53,2	65,82	64,9	61,23
Berat tanah kering B = W3 - W1 (gram)	80,28	80,24	81,39	82,93	83,47	84,26	83,51	87,22	88,49
Kadar air W = A/B x 100%	62,65	64,18	62,37	63,05	63,9	63,13	78,81	74,4	69,14

Kadar air rata - rata	63,06	63,36	74,11
Batas Cair (LL) %	65,68	64,5	74,11

Sumber: data penelitian

Ada dua jenis tanah batas cair tanah yaitu yang pertama batas cair $LL < 50\%$ termasuk dalam tanah yang plastis rendah dan untuk batas cair $LL > 50\%$ termasuk dalam tanah dengan plastis tinggi. batas cair tanah kadar air menentukan jumlah pukulan pada sampel, semakin sedikit jumlah pukulan mereka maka kadar air dalam sampel semakin banyak dan untuk semakin banyak jumlah pukulan maka kadar air dalam sampel akan semakin sedikit. Dari hasil yang didapat, batas cair sebesar 74,11%. Berarti nilai $> 50\%$, termasuk jenis tanah dengan plastis tinggi.

Batas Susut Tanah

Batas Susut dan faktor – faktor batas susut adalah sebagai kadar air di mana kedudukan antara seni padat dan padat yaitu presentasi kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Maksud dari percobaan ini meliputi pemeriksaan untuk memenuhi atau mencantumkan data dari tanah Subgrade / Subsoil yang meliputi batas susut, angka susut, susut volumetrik dan susut linier. berat jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 7. Untuk pemeriksaan batas susut didapat dengan nilai sebesar 37,18 %.

Tabel 7. Pemeriksaan Batas Susut Tanah

No	Pemeriksaan	Hasil
1	Berat cawan susut w1 (gram)	8 g
2	Berat cawan susut + tanah basah w2 (gram)	34 g
3	Berat cawan susut + tanah kering w3 (gram)	24 g
4	Berat tanah kering $w0 = w3 - w1$ (gram)	16 g
5	Berat cawan porselin w4 (gram) (2)	56 g
6	Berat cawan porselin + air raksa w5 (gram)	234,06 g
7	Berat air raksa $w6 = w5 - w4$ (gram)	178,06 g
8	Volume tanah kering $V0 = w6 / 13,6$ (cm ³)	6,61 g
9	Shrinkage Limit $SL = (V0/w0 - 1/G) \times 100\%$	37,18

Sumber: data penelitian

Batas Plastis dan Indeks Plastisitas

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan daerah plastis dan semi padat di mana tanah yang berdiameter 3 – 2,2 mm mulai retak apabila digulung – gulung. Untuk hasil pengujian batas plastis dan indeks plastisitas yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Pemeriksaan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas

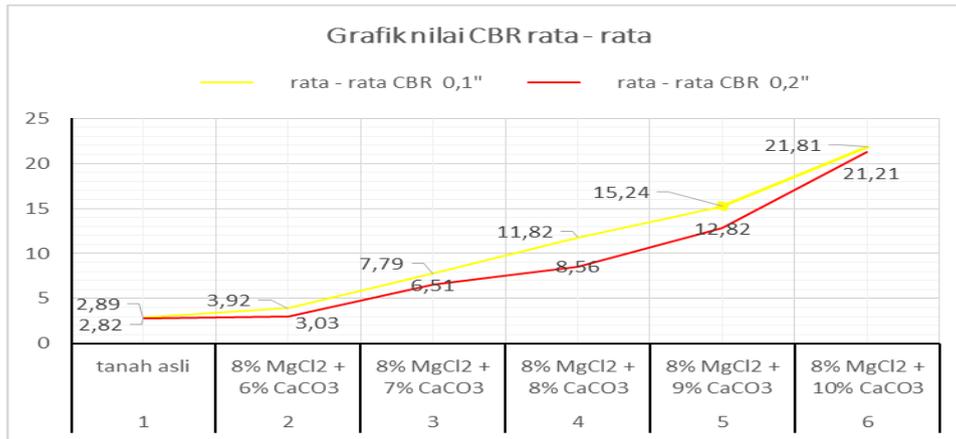
No Percobaan	1	2	3
1 Berat cawan kosong W1 (gram)	13	13	13
2 Berat cawan + tanah basah W2 (gram)	33	34	32
3 Berat cawan + tanah kering W3 (gram)	26	27	27
4 Berat air $A = W2 - w3$ (gram)	7	7	5
5 Berat tanah kering $B = W3 - W1$ (gram)	13	14	14
6 Kadar air $W = A/B \times 100\%$	53,84	50	35,71
7 Kadar air rata rata = Batas Plastis	46,51%	46,60	46,15
		33,30	35,71
		57,14	56,22%

Sumber: data penelitian

Berdasarkan hasil percobaan tanah yang diuji termasuk ke dalam sifat plastisitas tinggi dan macam tanah lempung berdasarkan nilai indeks plastisitas dan macam tanah nilai PI = 56,22 %.

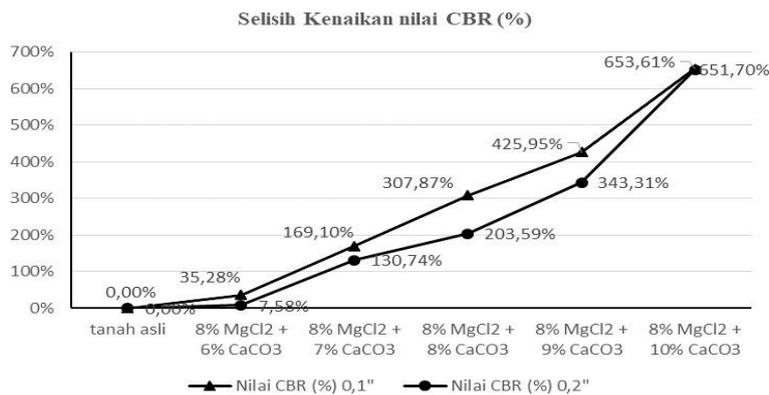
CBR Laboratorium

Dengan menggunakan harga-harga beban yang sudah dikoreksi pada penetrasi 2,54 mm atau 0,1” dan 50,8 mm atau 0,2” hitung harga CBR dengan cara membagi beban yang terjadi masing-masing dengan beban standar 13 kN atau 3000 lbs 20 kN atau 4500 lbs dan kalikan masing-masing dengan 100. Umumnya harga CBR diambil pada penetrasi 2,54 mm atau 0,1”. Bila harga yang didapat pada penetrasi 5,08 mm atau 0,2” lebih besar daripada penetrasi 2,54 mm atau 0,1”, percobaan tersebut harus diulangi. (SNI-1744-2012, - Metode Uji CBR Laboratorium).



Gambar 1. Grafik nilai CBR rata - rata

Untuk hasil pengujian nilai CBR rata - rata sedangkan untuk tanah asli hanya 2,89% untuk penetrasi 0,1”, untuk penetrasi 0,2” hanya 2,82%. Pada variasi campuran 6% sebesar 3,92%, 7% sebesar 7,79%, 8% sebesar 11,82%, 9% sebesar 15,24% dan 10% sebesar 21,81% untuk penetrasi 0,1”. Untuk penetrasi 0,2” pada variasi campuran 6% sebesar 3,03%, 7% sebesar 6,51%, 8% sebesar 8,56%, 9% sebesar 12,51%, dan 10% sebesar 21,21%.



Gambar 2. Grafik selisih kenaikan nilai CBR (%)

Dari hasil selisih kenaikan nilai uji CBR menunjukkan bahwa dengan penambahan magnesium klorida (MgCl₂) dengan variasi kalsium karbonat (CaCO₃) / kapur gamping dengan presentase campuran 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10% sebesar 35,28%, 169,10%, 307,87%, 425,95% dan 653,61% untuk kenaikan nilai CBR penetrasi 0,1” tetap lebih tinggi dari penetrasi 0,2” yang kenaikan selisih nilai CBR nya sebesar 7,58%, 130,74%, 203,59%, 343,31% dan 651,70%.

4. Kesimpulan dan Saran

Nilai optimal uji CBR untuk sample uji penambahan magnesium klorida ($MgCl_2$) dengan variasi kalsium karbonat ($CaCO_3$) / Kapur Gamping dapat dilihat pada table 9.

Tabel 9. Nilai CBR rata-rata

No.	Sample Uji	Penetrasi 0,1''	Penetrasi 0,2''
1	Tanah Asli	2,89%	2,82%
2	8% $MgCl_2$ + 6% $CaCO_3$	3,92%	3,03%
3	8% $MgCl_2$ + 7% $CaCO_3$	7,79%	6,51%
4	8% $MgCl_2$ + 8% $CaCO_3$	8,56%	8,56%
5	8% $MgCl_2$ + 9% $CaCO_3$	12,51%	12,51%
6	8% $MgCl_2$ + 10% $CaCO_3$	21,81%	21,21%

Sumber: data penelitian

Untuk hasil selisih kenaikan nilai uji CBR untuk sample uji penambahan magnesium klorida ($MgCl_2$) dengan variasi kalsium karbonat ($CaCO_3$) / Kapur Gamping dapat dilihat pada table 10.

Tabel 10. Selisih kenaikan nilai CBR

No.	Sample Uji	Penetrasi 0,1''	Penetrasi 0,2''
1	Tanah Asli	0%	0%
2	8% $MgCl_2$ + 6% $CaCO_3$	35,28%	7,58%
3	8% $MgCl_2$ + 7% $CaCO_3$	169,10%	130,74%
4	8% $MgCl_2$ + 8% $CaCO_3$	307,87%	203,59%
5	8% $MgCl_2$ + 9% $CaCO_3$	425,95%	343,31%
6	8% $MgCl_2$ + 10% $CaCO_3$	653,61%	651,70%

Sumber: data penelitian

Kenaikan terus meningkat dikarenakan pengaruh dari penambahan bahan stabilitas tanah campuran kalsium karbonat ($CaCO_3$) / kapur gamping dengan sifat untuk mengurangi plastisitas tanah, penyusutan, pemuaiian pondasi jalan raya, dan tanah menjadi lebih keras. Untuk magnesium klorida ($MgCl_2$) sebagai salah satu zat untuk pengendali debu serta untuk stabilitas tanah. Sebab pada kontruksi jalan hasil penetrasi 0,1'' yang diambil sebagai perencanaan. Semakin banyak persentase dari kadar kedua bahan dan adanya umur pemeraman sample uji hingga umur 7 hari menunjukkan kenaikan yang cukup signifikan, dikarenakan pengaruh dari kedua bahan tersebut, terutama dari tambahan campuran kalsium karbonat ($CaCO_3$) / kapur gamping itu sendiri yang notabene salah satu bahan bangunan dan dapat digunakan pada kontruksi jalan serta berguna untuk memperbaiki daya dukung tanah yang rendah.

Saran

Setelah pemeriksaan hasil penelitian dan kesimpulan ini, peneliti menyadari kemungkinan adanya kekurangan dalam penelitian yang sudah dilakukan, maka dari itu penulis memberikan saran-saran sebagai berikut :

- Ketelitian dalam penelitian ini sangat diperlukan mulai dari persiapan, pemeriksaan bahan, pembuatan benda uji hingga pengujian sampelnya.
- Perlu adanya penelitian lebih lanjut, dengan memperbanyak ataupun menambah jumlah persentase bahan stabilisasi maupun jumlah tumbukan.
- Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bahan stabilisasi yang berbeda maupun dengan 2 macam bahan stabilisasi dalam 1 benda uji atau lebih baik dengan perendaman benda uji ataupun tidak.
- Perlu adanya penambahan waktu dalam perawatan benda uji pada suhu ruangan dan penambahan sampel tiap variasi benda uji agar menambah data yang lebih akurat.

Daftar Pustaka

Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah*. SNI No. 1742:2008. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium*. SNI No. 1965:2008. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Cara Uji Berat Jenis Tanah*. SNI No. 1964:2008. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 1994. *Pembuatan Rencana Stabilisasi Tanah dengan Semen Portland*. SNI No. 03-3438:1994. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah*. SNI No. 1966:2008. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Metode Uji Penentuan Faktor-Faktor Susut Tanah*. SNI No. 4144:2012. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Metode Uji CBR Laboratorium*. SNI No. 1744:2012. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Nusantoro, A., Alami, N. & Nurkholis, N., 2018. *Analisis Kekuatan Cement Treated Base (CTB) dengan Bahan Tambah Zat Aditif menggunakan Variasi Kandungan Tanah*. Surakarta: The 7th URECOL.
- Panguriseng, D. 2017. *Dasar-dasar Teknik Perbaikan Tanah*. Yogyakarta: Pustaka AQ.
- Panguriseng, D. 2018. *Dasar-dasar Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Pustaka AQ.
- Sarifudin, A., 2020. *Analisis Daya Dukung Tanah yang di Stabilisasi dengan Menggunakan Magnesium Klorida (MgCl₂)*. Purworejo: Laporan Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Suaryana, N. & Fransisko, S., 2018. Stabilisasi Dua Tahap Menggunakan Kapur dan Semen untuk Memperbaiki Daya Dukung Tanah Ekspansif. *Puslitbang Jalan dan Jembatan*, 35(1), pp. 31-39.
- Widhiarto, H., Heri, A. & Matulesy, A., 2015. Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Menggunakan Campuran Abu Sekam dan Kapur. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya*, 1(2), pp. 135-140.