

Stabilisasi Tanah Pasir Berlempung Menggunakan Campuran Kapur Dan Garam Dapur Terhadap Nilai CBR

Inri Rosalia Wuisan^{#1}, Jack H. Tico^{#2}, Steeva G. Rondonuwu^{#3}

[#]Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹inriwuisan@gmail.com; ²jack.tico@gmail.com; ³steeva_rondonuwu@unsrat.ac.id

Abstrak

Daya dukung tanah dasar (subgrade) sangat berpengaruh terhadap lapisan perkerasan jalan di atasnya yang akan memikul beban lalu lintas. Dengan terganggunya stabilitas timbunan jalan tersebut maka akan mempengaruhi kinerja perkerasan jalan. Stabilisasi tanah memiliki prinsip dasar bahwa kapasitas tanah yang kurang baik (dalam berbagai aspek), dapat diperbaiki melalui peningkatan sifat-sifat (properties) dari pada tanah, sesuai dengan tujuan perbaikan yang diinginkan.

Dalam penelitian ini, untuk mengetahui besarnya nilai daya dukung tanah dilakukan dengan cara pengujian CBR. Kapur dan garam dapur digunakan sebagai bahan stabilisasi, yaitu dengan menambahkan kapur sebanyak 5% dan garam dapur dengan variasi 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat contoh tanah. Tanah diambil dari Desa Wori, Kabupaten Minahasa Utara. Pengujian dalam penelitian ini meliputi pengujian sifat fisik tanah, pematatan standar, pengujian CBR tanpa rendam, CBR rendaman, dan CBR pembasahan-pengeringan.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung maksimum tanah dengan bahan stabilisasi terdapat pada campuran kapur 5% dan garam dapur 5%. Pada pengujian CBR tanpa rendam, nilai CBR tanah mengalami peningkatan sebesar 254,98% dari nilai CBR tanah asli. Pada pengujian CBR rendaman meningkat 537,36% dari nilai CBR tanah asli, dan pada pengujian CBR pembasahan dan pengeringan sebanyak satu kali siklus, nilai CBR tanah meningkat 394,61% dari nilai CBR tanah asli. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan kapur dan garam dapur mampu meningkatkan daya dukung tanah.

Kata kunci – daya dukung, CBR, stabilisasi, kapur, garam dapur, tanah pasir berlempung

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam infrastruktur jalan, daya dukung tanah dasar sangat berpengaruh terhadap lapisan perkerasan jalan di atasnya yang akan memikul beban lalu lintas. Namun tidak semua jenis tanah dapat langsung digunakan dikarenakan sifat tanah tertentu yang tidak memadai sebagai tanah dasar suatu konstruksi jalan. Oleh karena itu, maka persyaratan tanah dasar yang digunakan sebagai lapisan subgrade perkerasan jalan harus mampu untuk mengantisipasi beban lalu lintas dengan berbagai kondisi kelas jalan.

Unified Soil Classification System (USCS) menjelaskan tanah pasir berlempung (SC) bervariasi sebagian besar dalam persentase fraksi lempung dan batas konsistensi LL, PL dan PI. Kandungan pasir pada tanah lebih besar dari 50% dan persentase butiran halus ayakan #200 kurang dari 50% dapat memiliki LL dan PI yang tinggi. Salah satu metode peningkatan daya dukung tanah pasir berlempung (SC) adalah dengan penambahan kapur sebagai bahan stabilisasi. Stabilisasi adalah upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sifat tanah yang kurang baik agar menghasilkan tanah yang stabil sehingga dapat dibangun konstruksi di atasnya.

Kapur adalah salah satu bahan kimia atau zat aditif yang dicampur dengan tanah sebagai bahan tambah untuk stabilisasi. Kapur sering digunakan sebagai bahan bangunan. Reaksi kapur dengan air menyebabkan berkurangnya kelekatan tanah lempung serta mempunyai pengaruh besar untuk tanah lempung ekspansif yang mempunyai sifat kembang susut yang tinggi. Garam dapur adalah bahan yang juga digunakan untuk stabilisasi tanah. Reaksi dari garam dapur dapat meningkatkan kepadatan antar partikel tanah lempung serta meningkatkan daya dukung tanah. Garam dapur juga sangat mudah untuk ditemukan. Penelitian ini menggunakan kapur dan garam dapur sebagai bahan campuran untuk stabilisasi tanah lempung.

Indonesia memiliki musim kemarau dan musim hujan yang dominan. Perubahan cuaca dalam kondisi basah – kering yang tak menentu mempengaruhi tanah serta kadar airnya. Pada penelitian ini dilakukan pengujian yang melalui tahap siklus basah – kering

untuk memodelkan kondisi basah – kering yang dialami tanah di lapangan, misalnya akibat cuaca panas dan hujan. Untuk mengetahui besarnya nilai daya dukung tanah dilakukan dengan cara pengujian CBR (*California Bearing Ratio*). Nilai CBR menentukan besarnya daya dukung tanah untuk lapisan perkerasan jalan yang akan dibangun.

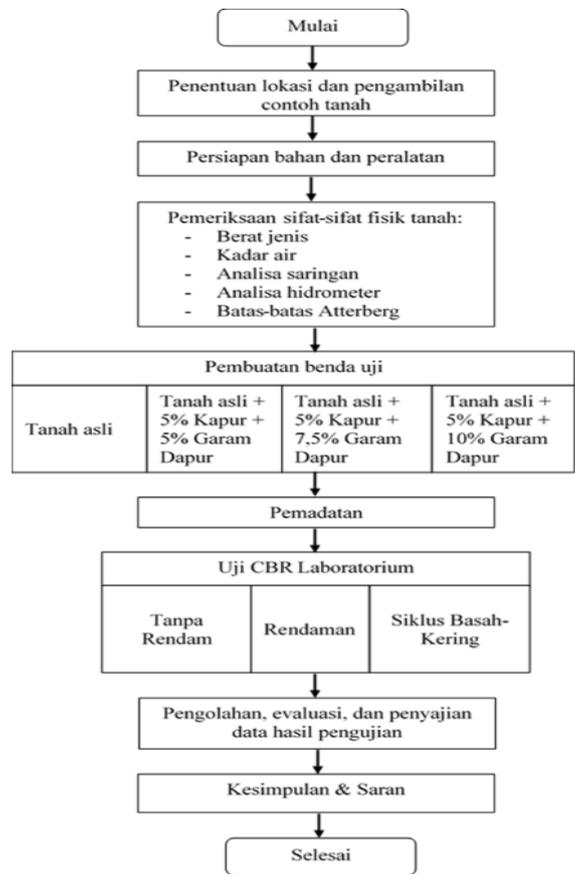
B. Batasan Masalah

1. Pengujian CBR dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.
2. Sampel tanah untuk penelitian ini diambil dari Desa Wori Kabupaten Minahasa Utara dengan kondisi tanah terganggu (*disturbed*) pada kedalaman ± 100 cm.
3. Bahan stabilisasi yang akan digunakan adalah kapur sebesar 5% dan garam dapur dengan variasi campuran sebesar 5%, 7,5% dan 10% dari berat kering tanah.

4. Pengujian benda uji tanah dengan metode uji CBR Laboratorium.
5. Sifat kimia dari tanah pasir berlempung (mineral tanah) dan bahan stabilisasi kapur dan garam dapur tidak diperiksa.
6. Jenis kapur yang digunakan adalah kapur tohor.
7. Jenis garam yang digunakan adalah garam dapur.
8. Pengaruh temperatur ruangan terhadap contoh uji tidak diperhitungkan.

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui seberapa besar nilai CBR pada tanah pasir berlempung sebelum dan sesudah ditambahkan bahan stabilisasi kapur dan garam dapur.
2. Membandingkan nilai CBR maksimum pada tanah pasir berlempung dan campuran bahan kimia pada CBR tanpa rendam, CBR rendaman, dan CBR setelah melalui siklus basah-kering.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado. Pengujian dimulai dengan

mempersiapkan tanah pasir berlempung dan bahan kimia yang akan digunakan sebagai stabilizer yaitu kapur dan garam dapur. Sebelum dilakukan pengujian CBR, diuji sifat-sifat fisik tanah untuk mengetahui karakteristik dari tanah. Pelaksanaan pengujian sampel mengacu pada prosedur-prosedur sesuai standar ASTM

(American Society of Testing Material) dan SNI (Standar Nasional Indonesia). Pengujian CBR dilakukan dalam 3 kondisi berbeda yaitu pada kondisi tanpa rendam, rendaman, dan 1 (satu) kali siklus pembasahan dan pengeringan. Siklus basah-kering yang dilakukan pada penelitian ini digunakan untuk memodelkan kondisi basah-kering yang dialami tanah di lapangan, misalnya akibat cuaca ekstrim panas dan ekstrim hujan. Penyimpulan didapat dari analisis secara teori formula, grafik, dan tabel. Selanjutnya mekanisme penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sifat Fisik Tanah

Hasil pengujian sifat fisik tanah ditampilkan pada Tabel 1.

B. Klasifikasi Tanah Sistem Unified

Klasifikasi berdasarkan persentase butiran halus lolos saringan No. 200 didapatkan hasil 16,25% atau lebih dari 12% butiran yang lolos. Indeks plastisitas tanah didapatkan 16,20% atau lebih dari 7, dilakukan penggambaran pada grafik bagan plastisitas. Klasifikasi tanah untuk butiran halus didapat dengan cara menggambar batas cair dan indeks plastisitas tanah pada bagan plastisitas (Gambar 2). Berdasarkan hasil penggambaran pada bagan plastisitas, didapatkan titik temu antara batas cair dan indeks plastisitas tanah berada pada Garis A. Berdasarkan SNI 6371:2015 tentang Tata Cara Pengklasifikasian Tanah untuk Keperluan Teknik dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah, jika butiran halus bersifat lempungan atau dalam grafik indeks plastisitas terhadap batas cair terletak pada atau di atas garis A serta indeks plastisitasnya lebih besar dari 7%, tanah diklasifikasikan sebagai pasir berlempung (SC).

Sehingga dapat disimpulkan tanah diklasifikasikan sebagai tanah pasir berlempung dengan simbol SC, kelompok tanah pasir berlempung non organik dengan plastisitas sedang.

C. Pematatan

Hasil pengujian sifat fisik tanah ditampilkan pada Tabel 2. Hubungan antara kadar air optimum dan berat isi kering maksimum terhadap variasi penambahan garam dapur ditampilkan pada Gambar 3 dan 4. Pada grafik Gambar 3 dan 4 dapat dilihat bahwa berat isi kering tanah maksimum lebih kecil pada variasi campuran 5% kapur + 5% garam dapur, namun berat isi kering tanah maksimum lebih besar setelah bertambahnya kadar garam dapur pada campuran tanah dan kapur.

D. Pengujian CBR

Pengujian CBR dibagi menjadi pengujian CBR tanpa rendam, CBR rendam, CBR siklus basah-kering.

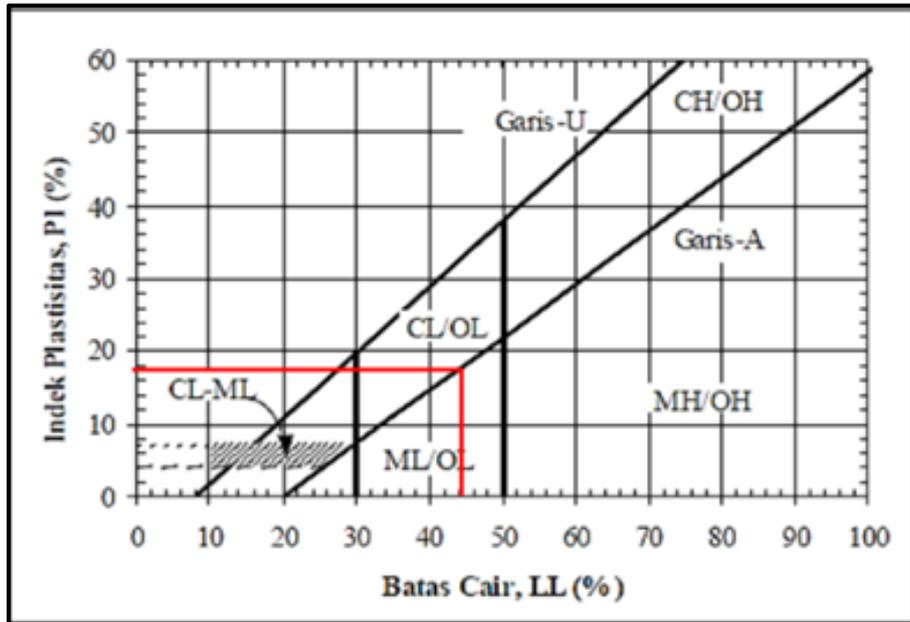
1. CBR Tanpa Rendam

Hasil pengujian CBR tanpa rendam ditampilkan pada Tabel 3. Grafik hubungan nilai CBR dan berat isi kering terhadap variasi penambahan kapur dan garam dapur ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Dari grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa penambahan campuran kapur dan garam sebanyak masing-masing 5% (variasi II) pada tanah pasir berlempung dapat meningkatkan nilai CBR tanah asli 19,06% menjadi 48,6%. Namun pada penambahan kapur 5% dan garam dapur lebih dari 5% mengakibatkan penurunan nilai CBR tanah. Berat isi kering tanah lebih kecil pada tanah dengan campuran kapur 5% + garam dapur 5% dari tanah asli. Dapat dilihat pada Gambar 6.

TABEL 1
Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

No.	Sifat-sifat Fisik Tanah	Nilai
1.	Kadar air tanah kering udara	5,41 %
2.	Berat jenis (Specific Gravity, G_s)	2,64
3.	Distribusi butiran agregat:	
	Kerikil (Gravel)	0,00 %
	Pasir Kasar (Coarse Sand)	1,31 %
	Pasir Sedang (Medium Sand)	28,53 %
	Pasir Halus (Fine Sand)	53,92 %
	Lanau dan Lempung (Silt Clay)	16,25 %
4.	Batas-batas Atterberg:	
	Batas Cair (Liquid Limit, LL)	44,6 %
	Batas Plastis (Plastic Limit, PL)	28,40 %
	Indeks Plastisitas (Plasticity Index, PI)	16,20 %

Sumber: Hasil Penelitian, 2020

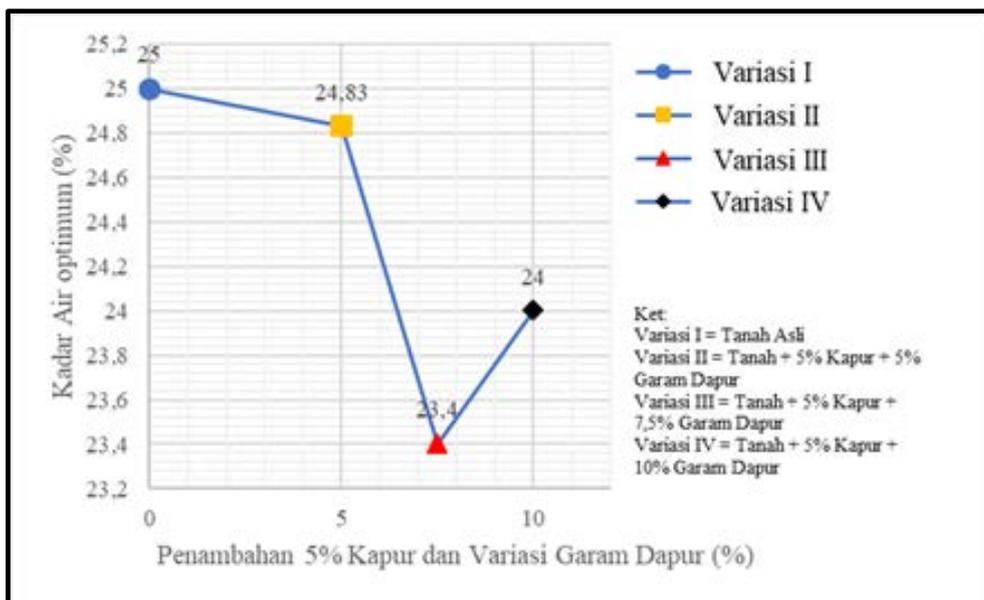


Gambar 2. Bagan Plastisitas

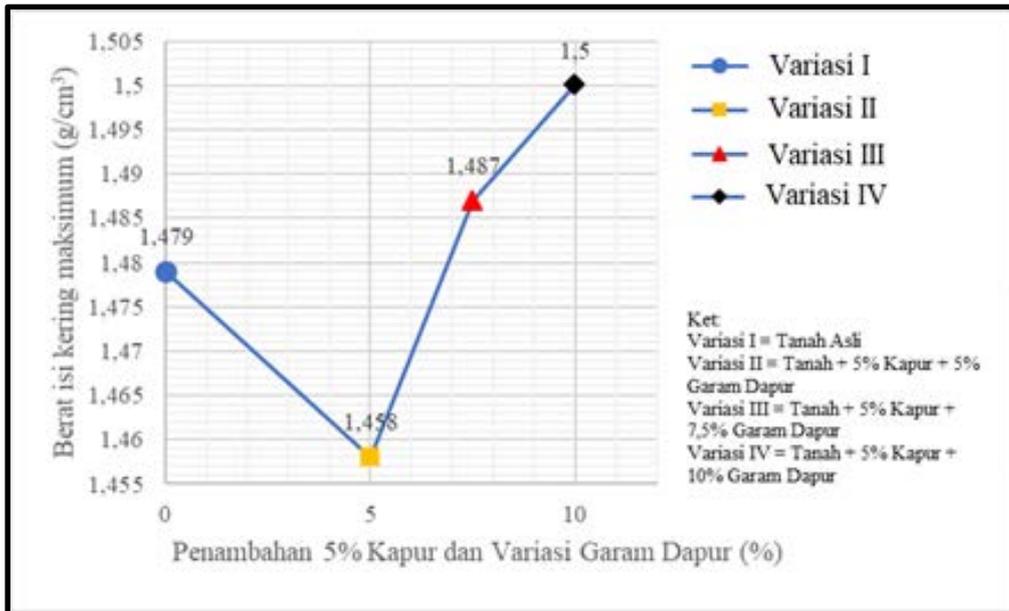
TABEL 2
Hasil Pengujian Pemadatan Tanah

No.	Nama Campuran	Kapur	Garam Dapur	Berat Isi Kering Maksimum	Kadar Air Optimum
		(%)	(%)	(gr/cm ³)	(%)
1.	Variasi I	0	0	1,479	25
2.	Variasi II	5	5	1,458	24,83
3.	Variasi III	5	7,5	1,487	23,4
4.	Variasi IV	5	10	1,5	24

Sumber: Hasil Penelitian, 2020



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Penambahan 5% Kapur + Variasi Persentase Garam Dapur Terhadap Kadar Air Optimum

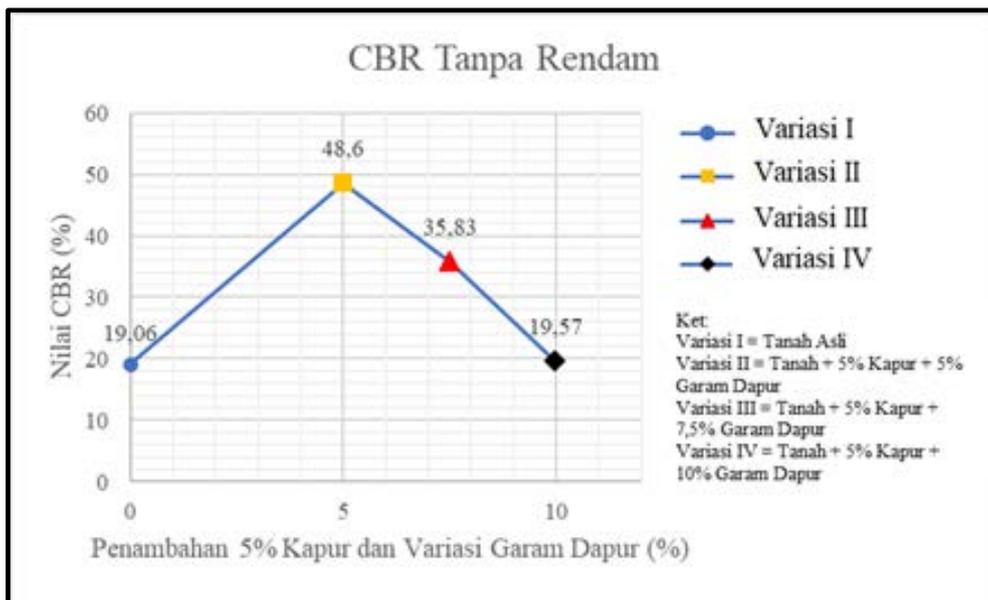


Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Penambahan 5% Kapur + Variasi Persentase Garam Dapur Terhadap Kadar Air Optimum

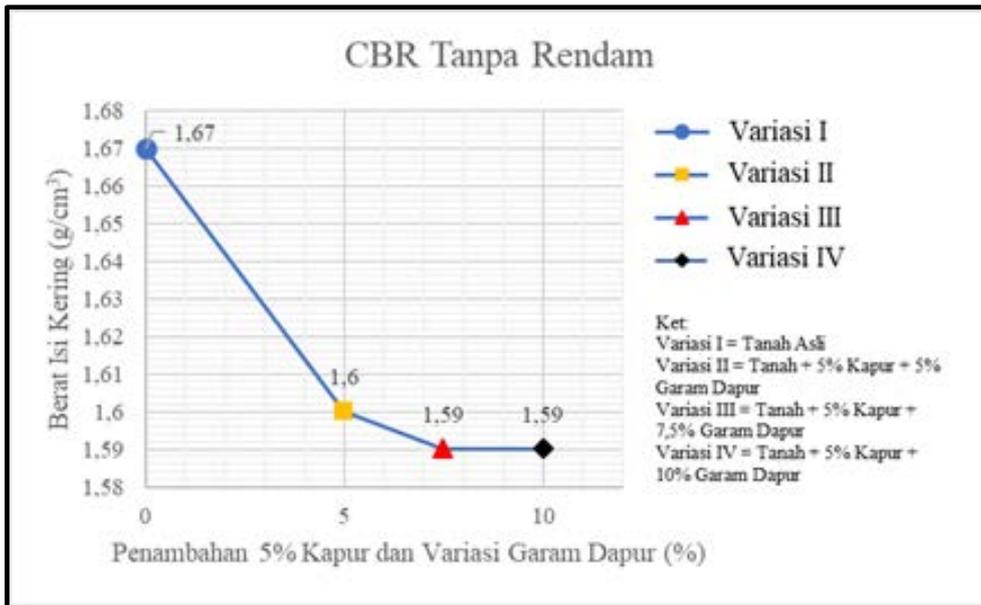
TABEL 3
Hasil Pengujian CBR Tanpa Rendam

No.	Variasi Bahan Kimia		Nilai CBR (%)	Berat Isi Kering, γ_d (gr/cm ³)
	Kapur (%)	Garam Dapur (%)		
1	0	0	19,06	1,67
2	5	5	48,60	1,60
3	5	7,5	35,83	1,59
4	5	10	19,57	1,59

Sumber: Hasil Penelitian, 2020



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Penambahan 5% Kapur + Variasi Persentase Garam Dapur Terhadap Nilai CBR Tanpa Rendam



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Penambahan 5% Kapur + Variasi Persentase Garam Dapur Terhadap Berat Isi Kering Tanah

2. **CBR Rendam**

Hasil pengujian CBR tanpa rendam ditampilkan pada Tabel 4. Grafik hubungan nilai CBR dan berat isi kering terhadap variasi penambahan kapur dan garam dapur ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Dari grafik yang ditunjukkan pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa penambahan campuran kapur 5% + garam dapur 5% (variasi II) pada tanah pasir berlempung dapat meningkatkan nilai CBR tanah yang awalnya 18,87% menjadi 101,4%, namun pada penambahan kapur 5% dan garam dapur melebihi 5% mengakibatkan penurunan nilai CBR tanah. Berat isi kering tanah lebih besar pada penambahan kapur 5% dan garam dapur 5% dari berat isi kering tanah asli dapat dilihat pada Gambar 8.

3. **CBR Siklus Basah-Kering**

Hasil pengujian CBR tanpa rendam ditampilkan pada Tabel 5. Grafik hubungan nilai CBR terhadap

variasi penambahan kapur dan garam dapur ditunjukkan pada Gambar 9.

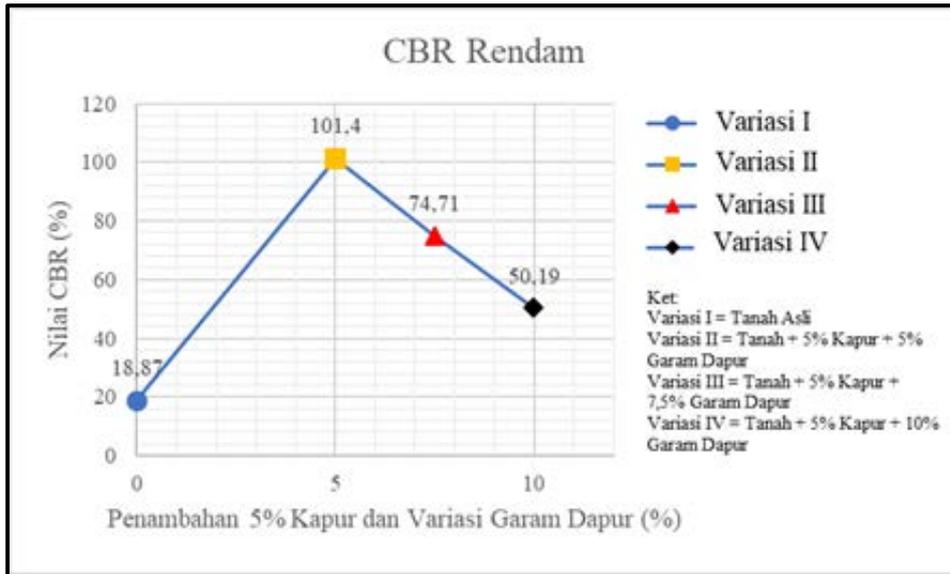
E. **Perbandingan Nilai CBR Tanpa Rendam, CBR Rendaman, dan CBR Siklus Basah-Kering**

Perbandingan nilai CBR dari 3 (tiga) kondisi yang dilakukan dalam penelitian ditampilkan pada Gambar 10. Penambahan campuran kapur dan garam dapur sebanyak masing-masing 5% pada tiap pengujian CBR tanpa rendam, CBR rendaman, dan siklus basah-kering, dapat meningkatkan nilai CBR tanah. Nilai CBR pada campuran 5% kapur + 5% garam dapur meningkat setelah direndam sebesar 101,4% dan meningkat menjadi 197,07% setelah melalui satu kali siklus Basah-Kering dibandingkan nilai CBR tanah tanpa rendam yaitu 48,6%. Pada penambahan kapur 5% dan garam dapur lebih dari 5% terjadi penurunan nilai CBR tanah pada masing-masing pengujian CBR tanpa rendam, CBR rendaman dan satu kali siklus basah-kering.

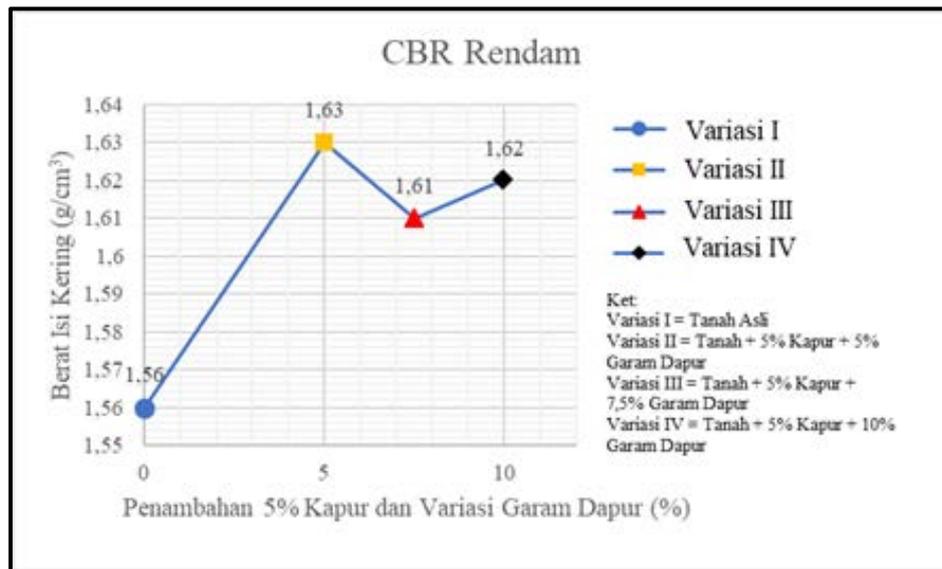
TABEL 4
Hasil Pengujian CBR Rendam

No.	Variasi Bahan Kimia		Nilai CBR (%)	Berat Isi Kering, γ_d (gr/cm ³)
	Kapur (%)	Garam Dapur (%)		
	1	0		
2	5	5	101,40	1,63
3	5	7,5	74,71	1,61
4	5	10	50,19	1,62

Sumber: Hasil Penelitian, 2020



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Penambahan 5% Kapur + Variasi Garam Dapur Terhadap Nilai CBR Rendaman

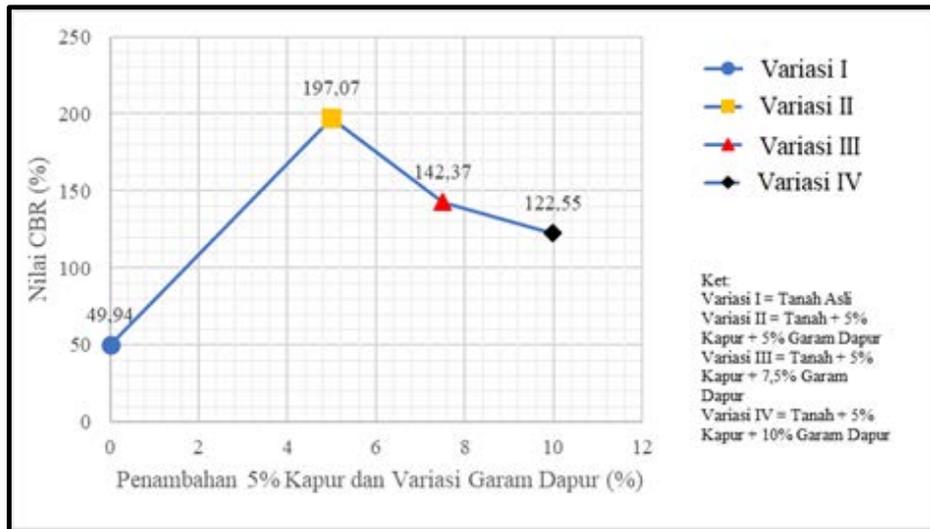


Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Penambahan 5% Kapur + Variasi Garam Dapur Terhadap Berat Isi Kering Tanah

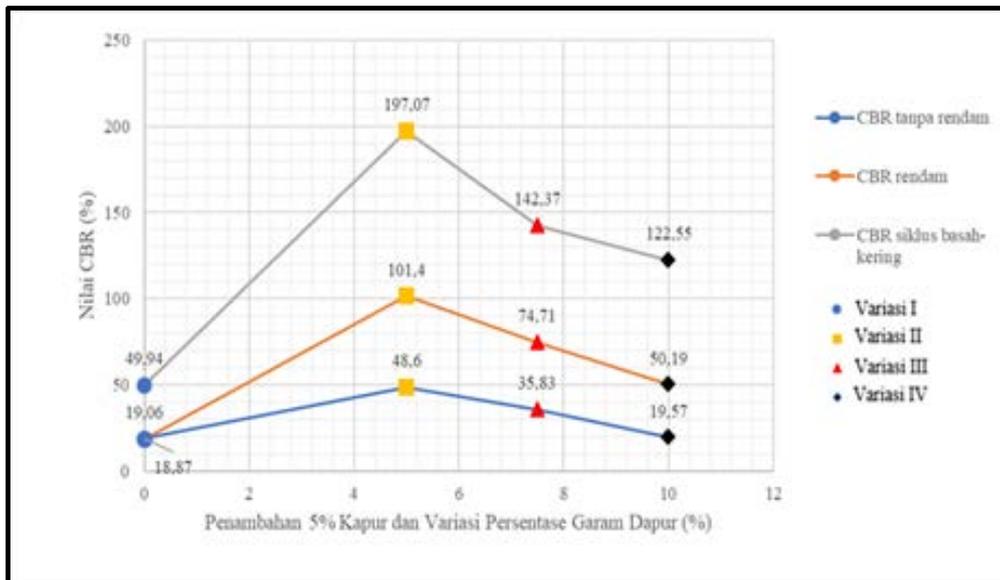
TABEL 5
 Hasil Pengujian CBR Siklus Basah-Kering

No.	Variasi Bahan Kimia		Nilai CBR (%)
	Kapur (%)	Garam Dapur (%)	
1	0	0	49,94
2	5	5	197,07
3	5	7,5	142,37
4	5	10	122,55

Sumber: Hasil Penelitian, 2020



Gambar 9. Grafik Hubungan Antara Penambahan 5% Kapur + Variasi Garam Dapur Terhadap Nilai CBR Siklus Basah-Kering



Gambar 10. Grafik Perbandingan Nilai CBR Tanpa Rendam, Rendaman, dan Siklus Basah Kering Terhadap Penambahan 5% Kapur + Variasi Garam Dapur

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dengan Judul Penelitian “Stabilisasi Tanah Pasir Berlempung Menggunakan Campuran Kapur dan Garam Dapur Terhadap Nilai CBR” dengan sampel tanah yang diambil di Desa Wori Kabupaten Minahasa Utara, maka dapat disimpulkan:

1. Berat isi kering tanah maksimum terkecil terdapat pada variasi II (campuran antara kapur 5% + garam dapur 5%) dan menjadi lebih besar setelah ditambahkan kadar garam, sedangkan kadar air

optimum lebih kecil setelah dilakukan penambahan bahan kimia (variasi II). Hal ini disebabkan oleh reaksi antara partikel pada garam dan kapur pada tanah, dan kandungan air pada garam yang mempengaruhi kadar air campuran.

2. Dalam 3 kondisi yang berbeda, peningkatan nilai CBR terbesar terjadi pada variasi II yaitu campuran tanah + kapur 5% + garam dapur 5%, dimana pada pengujian CBR tanpa rendam nilai CBR tanah mengalami peningkatan sebesar 254,98% dari nilai CBR tanah asli, pada pengujian CBR rendaman, nilai CBR meningkat 537,36% dari nilai CBR tanah asli, dan setelah mengalami proses basah-kering

sebanyak satu kali siklus, nilai CBR tanah meningkat sebesar 394,61% dari nilai CBR tanah asli. Hal ini menyatakan bahwa daya dukung tanah maksimum terdapat pada variasi II dan menurun pada penambahan garam lebih dari 5%.

B. Saran

1. Perlu diadakan perulangan dari setiap sampel pengujian CBR untuk memperoleh data yang lebih akurat.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan penambahan siklus Basah-Kering berulang untuk mendapatkan nilai CBR yang optimum.
3. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya dilakukan penelitian terhadap kandungan kimia pada tanah yang telah dicampur bahan stabilisasi agar dapat mengetahui hasil reaksi kimia yang terjadi pada bahan stabilisasi dan tanah terhadap air untuk CBR rendaman.

KUTIPAN

Buku

- [1] Bowles, J. E. (1984). *Sifat-sifat Fisik dan Geoteknik Tanah*. Penerbit Erlangga.
- [2] Budi, G. S. (2011). *Pengujian Tanah di Laboratorium; Penjelasan dan Panduan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Chen, F. H. (1975). *Foundation on Expansive Soil*. New York: Elsevier Scientific Publishing Company.
- [4] Darwis, H. (2017). *Dasar-dasar Teknik Perbaikan Tanah*. Yogyakarta: Pustaka AQ.
- [5] Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [6] Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- [7] Ingels, O. G., & Metcalf, J. B. (1972). *Soil Stabilization Principles and Practice*. Butterwoods.
- [8] Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Penerbit Nova.
- [9] Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1987). *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Jurnal

- [10] Hardiyati, S. (2003). Studi Potensi Mengembang dan Kekuatan Tanah Lempung Ekspansif Dengan dan Tanpa Kapur Akibat Siklus Berulang Basah-Kering.
- [11] Hendrikus, E. L., & Nawir, H. (2014). Pengaruh Siklus Basah – Kering terhadap Kekuatan Geser dan Ekspansivitas. *Jurnal Geotek HATTI*, 40-50.
- [12] Mahyudin, H., & Willianto, M. (2004). Pengaruh Garam Terhadap Karakteristik Subgrade Tanah Lempung yang Distabilisasi Dengan Kapur. *Universitas Islam Indonesia*.
- [13] Monintja, S. (2013). Pengaruh Pencampuran Tras dan Kapur Pada Lempung Ekspansif Terhadap Daya Dukung. *Jurnal Sipil Statik*, 390-399.
- [14] Runturambi, K. C. (2020). Pengaruh Penambahan Abu Batu Apung Terhadap Nilai CBR Laboratorium. *Jurnal Sipil Statik*, 135-140.
- [15] Saeed, H. S.-A. (2009). Geotechnical Properties of Clayey Sand. *University of Khartoum: Building and Road Research Institute (BRRI)*.
- [16] Situmorang, A. (2011). Perubahan Daya Dukung Tanah Akibat Penambahan Air Garam Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur. *Jurnal Teknik Sipil UBL*, Volume 2 No.2, 148-156.
- [17] Walewangko, B. (2020). Pengaruh Penambahan Fly Ash dan Tras Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR. *Jurnal Sipil Statik*, 71-76.

Standar Nasional Indonesia

- [18] SNI 6371:2015, *Tata Cara Pengklasifikasian Tanah untuk Keperluan Teknik dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah* Jakarta: Badan Standar Nasional, 2015.