

## **PENGGUNAAN METODE DUA TAHAP UNTUK MENENTUKAN KADAR OPTIMUM PENAMBAHAN KAPUR LAPIS PONDASI JALAN (STUDI KASUS: RUAS JALAN BUPUL – ERAMBU SOTA KABUPATEN MERAUKE)**

**Franky E. P. Lopian<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) XXII Merauke, Jalan RE. Martadinata Kompleks Bina Marga Merauke, Email: [lapianedwin@gmail.com](mailto:lapianedwin@gmail.com)*

### **ABSTRAK**

Isu pemanfaatan material lokal terus digalakkan oleh Kementerian Pekerjaan dan Perumahan Rakyat Indonesia. Material lokal yang dapat dimanfaatkan adalah kapur untuk menstabilisasi tanah laterit yang ada di Kabupaten Merauke. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan persentase kadar penggunaan kapur dan semen pada perkerasan tanah kapur semen untuk lapis pondasi jalan dan perbandingan penggunaan tanah semen dengan tanah kapur. Dasar pengujian ini dari besar nilai UCS dengan SNI 03-6887-2002 dengan nilai sebesar 20-35 kg/cm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian laboratorium yang telah dilakukan diperoleh hasil yaitu, dengan variasi campuran kapur 5% diperoleh nilai UCS sebesar 21,399 kg/cm<sup>2</sup>, kapur 10% diperoleh nilai UCS sebesar 25,529 kg/cm<sup>2</sup>, kapur 15% diperoleh nilai UCS sebesar 28,282 kg/cm<sup>2</sup>, dan kapur 20% diperoleh nilai UCS sebesar 27,030 kg/cm<sup>2</sup>. Setiap campuran ini menggunakan kadar semen yang sama. Berdasarkan persyaratan SNI semua variasi kadar kapur memenuhi persyaratan. Setiap benda uji telah melewati masa pemeraman selama 3 hari saat pencampuran kapur dan 7 hari saat pencampuran dengan semen.

**Kata kunci:** material lokal, tanah laterit, semen UCS

### **PENDAHULUAN**

Pada saat ini, sebagian daerah yang ada di Indonesia sudah menggunakan lapis pondasi *Soil Cement Base (SCB)* baik untuk kegiatan peningkatan maupun pembangunan jalan baru. Khususnya daerah yang tidak mempunyai material agregat kasar, mempunyai tanah dengan jenis tanah laterit dan pemanfaatan material lokal seperti di daerah Merauke, Papua. Lapis pondasi *Soil Cement Base (SCB)* adalah suatu jenis pondasi atas (*Base Course*) yang menggunakan tanah pilihan yang distabilisasi dengan semen dan air. Dan ada juga yang menggunakan bahan tambahan, yaitu bahan adiktif seperti matos dan diva, namun ada juga jenis pondasi yang menggunakan bahan tambah lain seperti kapur karena memiliki nilai PI (*Plastis Indeks*) antara 10%-20% bahkan diatas 20%. Penggunaan kapur ini diharapkan dapat menurunkan kadar PI tanah tersebut sebelum dicampur lagi menggunakan semen. Metode pelaksanaan ini disebut juga sebagi metode stabilisasi 2 tahap. Penelitian ini adalah penelitian lanjutan untuk mengetahui kadar kapur yang baik dan memenuhi standar yang telah ditentukan.

Dalam pelaksanaan pekerjaan lapis pondasi atas (*Base Course*) ini, yang menggunakan lapis pondasi *Soil Cement Base (SCB)* kekuatan dari jenis pondasi tersebut harus selalu di perhatikan. Untuk itu diadakan pengujian kuat tekan bebas atau *Unconfined Compression Strength (UCS)* pada lapis pondasi tersebut untuk mendapatkan kekuatan sasaran seperti yang disyaratkan 20-35 Kg/cm<sup>2</sup> pada tabel dalam Spesifikasi Khusus Interim Seksi 5.4 Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. Berdasarkan hal-hal tersebut diatas, maka penulis mengambil judul: “Penggunaan Metode Dua Tahap Untuk Menentukan Kadar Optimum Penambahan Kapur Lapis Pondasi Jalan (Studi Kasus : Ruas Jalan Bupul – Erambu Sota Kabupaten Merauke).”

## TINJAUAN PUSTAKA

### Tanah Laterit

Tanah laterit dikenal juga sebagai tanah merah. Tanah laterit atau tanah merah merupakan tanah yang mempunyai warna merah hingga warna kecoklatan yang terbentuk pada lingkungan yang lembab, dingin, dan mungkin juga genangan- genangan air. Untuk informasi yang lebih mendetail dari tanah ini adalah mempunyai profil tanah yang dalam, mudah menyerap air, memiliki kandungan bahan organik yang sedang dan juga memiliki pH atau tingkat keasaman netral.

### Semen Portland Type 1

Semen *Portland type* 1 adalah semen yang paling sering digunakan oleh masyarakat luas dan beredar dipasaran. Jenis ini biasa digunakan untuk konstruksi bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus untuk hidrasi panas dan kekuatan tekan awal. Kegunaan *Semen Portland Type* diantaranya konstruksi bangunan untuk rumah permukiman, gedung bertingkat, dan jalan raya. Karakteristik Semen *Portland Type* I ini cocok digunakan di lokasi pembangunan di kawasan yang jauh dari pantai dan memiliki kadar sulfat rendah.

### Kapur

Kapur adalah kalsium oksida (CaO) yang dapat dibuat dari batuan karbonat yang dipanaskan pada suhu sangat tinggi. Kapur tersebut umumnya berasal dari batukapur (*limestone*) atau dolomite.

### Stabilitas Tanah

Dalam bidang jalan raya, istilah tanah mencakup semua bahan dari tanah lempung (*clay*) sampai kerakal (batu-batu yang besar) yang dapat digunakan sebagai bahan jalan baik sebagai tanah dasar maupun sebagai lapisan lainnya pada struktur perkerasan jalan. Salah satu persyaratan utama dalam penggunaan bahan tanah sebagai tanah dasar untuk perkerasan jalan adalah bahwa tanah tersebut harus cukup kuat untuk meneruskan dan mendukung beban volume lalu lintas.

Dash S.K., dkk., 2012, melakukan penelitian tentang penggunaan kapur untuk menstabilisasi tanah. Pengaruh stabilisasi kapur (CaO) terhadap tanah dievaluasi dengan menentukan karakteristik geoteknik dan salah satu diantaranya adalah uji kuat tekan bebas. Hasil pengujian kuat tekan pada tanah ekspansif menunjukkan bahwa ada nilai optimum untuk kandungan kapur. Pada umur 7 hari, tanah ekspansif yang dicampur kapur 9% dan 13% memiliki kuat tekan sebesar 2200 kPa dan 1500 kPa. Penggunaan kapur yang berlebihan harus dihindari untuk tanah yang mengandung banyak silika.

Suksun Horpibulsuk, dkk., 2005 memanfaatkan uji kuat tekan dan regangan vertikal akibat beban tekan pada tanah lempung jenuh air yang dicampur semen. Pengujian kuat tekan bebas dilakukan pada contoh tanah lempung dari Ariake, Saga Jepang. Batas Atterberg tanah adalah  $wL = 120\%$  dan  $wP = 57\%$ , dengan berat jenis  $\gamma$ , pH dari larutan dalam pori serta konsentrasi sodium klorida adalah masing-masing sebesar 2,61, 8,8, and 3,2 g/L. Pada kondisi asli kandungan airnya adalah 130%. Pada penelitian tersebut kandungan airnya,  $w_c$  sekitar 120–250%. Kandungan semennya adalah sekitar 8 – 33%, menghasilkan penambahan air dengan semen  $w_c/C$  sebesar 7,5, 10 dan 15%. Hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari menunjukkan kuat tekan pada  $w_c/C$  sebesar 7,5% sebesar 1900 - 2200 kPa dengan regangan vertikal sebesar 1 - 1,5%.

F.H.M. Portelinha, dkk., (2012), melakukan penelitian dengan mencampurkan semen dan kapur (*hydrated lime*) pada tanah laterit (*red-yellow latosol*) sebesar 1%, 2% dan 3% untuk meningkatkan kapasitas tanah pada aplikasi konstruksi jalan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan tanah asli pada umur 7 dan 28 hari adalah sebesar 300 kPa dan kuat tekan tanah pada umur 7 hari dengan kandungan semen 3% adalah 1100 kPa dan dengan kapur 3% sekitar 600 kPa.

Penelitian yang dilakukan oleh Consoli N.C., dkk., 2001 memanfaatkan abu terbang kelas F dan kapur (*carbide lime*) untuk meningkatkan kapasitas lempung berpasir tidak plastis (*non plastic silty sand*). Salah satu instrumen pengujian yang dilakukannya adalah kuat tekan bebas. Hubungan tegangan dan regangan akibat beban tekan dievaluasi untuk memahami respon tanah yang

distabilisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh bahan pozzolan dari abu terbang akan memberikan pengaruh yang optimal pada peningkatan kuat tekan setelah waktu lebih 90 hari.

Kajian eksperimental yang dilakukan oleh Suksun Horpibulsuk, (2003) menggunakan uji tekan bebas untuk menilai perkembangan kekuatan lempung yang dicampur dengan semen dan kandungan air yang tinggi. Hukum Abram yang digunakan di beton diterapkan untuk menentukan hubungan kuat tekan dengan jumlah air.

Yaolin Yi, dkk., 2014, memanfaatkan berbagai variasi jumlah dan campuran terak tanur tinggi (*ground granulated blast furnace slag, ggbs*), MgO, kapur dan semen Portland (jenis CEM I berdasarkan BS EN 197-1) untuk meningkatkan kapasitas mekanik tanah. Dua jenis tanah yang digunakan yaitu *slightly clayey silty sand* dan *clayey silt*. Salah satu uji mekanik yang dilakukan adalah uji kuat tekan. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan komposisi terak tanur tinggi dan MgO lebih efisien sebagai bahan pengikat dengan kandungan MgO sekitar 5 - 20% dan jumlah campuran. Pada umur 28 hari, campuran yang mengandung terak tanur tinggi - MgO memiliki kuat tekan empat kali lebih besar dibandingkan campuran yang mengandung semen Portland.

N. Latifi, dkk., (2015) melakukan penelitian terhadap tanah laterit yang dapat ditemukan didaerah tropis dan tanah laterit tersebut memiliki komposisi  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CO}_2$  masing masing sebesar 25,46%, 31,10%, 35,53% dan 7,91%. Bahan stabilisasi cair (*liquid-stabilized*) TX-85 yang dapat diperoleh di pasaran di Malaysia digunakan untuk meningkatkan kemampuan tanah laterit yang telah disaring dengan saringan no. #2. Pengujian kuat tekan bebas dilaksanakan sebagai salah satu metode yang digunakan untuk mengevaluasi peningkatan kemampuan tanah laterit yang telah dicampur dengan bahan stabilisasi cair. Hasil uji kuat tekan bebas campuran yang mengandung 9% bahan stabilisasi adalah 984 kPa setelah umur 7 hari. Nilai ini sekitar empat kali lebih besar dari kekuatan tanah yang tidak mengandung bahan stabilisasi liquid.

C. Tang, dkk., (2007) melakukan penelitian menggunakan semen untuk meningkatkan kemampuan tanah lempung (*clayed soil*). Salah satu hasil penelitian menunjukkan bahwa semen mampu bekerja sama dengan serat PP untuk meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik langsung tanah lempung (*clayed soil*). Setelah umur 28 hari, campuran tanah berlempung tanpa semen memiliki kuat tekan sebesar 0,2 MPa dan penambahan semen 5% serta 8% akan menghasilkan campuran dengan kuat tekan sebesar 0,4 MPa dan 0,64 MPa.

D. K. Paul dkk., (2013) menggunakan bahan pozzolan yaitu terak tanur tinggi dan abu terbang. Ada dua campuran yang diuji, yang pertama semen dan abu terbang serta campuran kedua yaitu terak tanur tinggi dan kapur padam digunakan dalam jumlah hingga 3% dari berat campuran untuk menstabilisasi material granular berupa batu pecah. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahan pozzolan dan bahan abu terbang dan terak tanur tinggi yang dicampur dengan bahan pengikat kapur padam dan semen mampu menyatukan material granular. Pada umur 28 hari kuat tekan campuran yang mengandung semen dan abu terbang dapat mencapai 4,2 MPa sedang campuran yang menggunakan kapur dan terak tanur tinggi dapat mencapai 3 MPa.

### **Soil Semen**

Lapisan Pondasi Semen Tanah atau *Soil Cement oil cement* adalah hasil pencampuran tanah, semen dan air, yang dengan tingkat pemadatan tertentu akan menghasilkan suatu campuran material baru, *soil cement*, yang mana dikarenakan kekuatannya, karakteristik ketahanan terhadap oleh air, panas dan pengaruh cuaca lainnya adalah sangat baik.

### **Unconfined Compression Strength (UCS)**

Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*) merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk menghitung kekuatan geser tanah. Uji kuat ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut. Uji tekan bebas ini dilakukan pada contoh tanah asli dan contoh tanah tidak asli lalu diukur kemampuannya masing-masing contoh terhadap kuat tekan bebas. Dari nilai kuat tekan maksimum yang dapat diterima pada masing-masing contoh akan

didapat sensitivitas tanah. Nilai sensitivitas ini mengukur bagaimana perilaku tanah jika terjadi gangguan yang diberikan dari luar.

## METODE PENELITIAN

### Pemeriksaan Karakteristik Material

Material yang akan diuji berupa tanah lempung yang pengambilan materialnya berasal dari Erambu Merauke, Papua. Adapun pengujian dan metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini dapat ditunjukkan pada Tabel 1. Kapur padam  $\text{Ca(OH)}_2$  digunakan sebagai bahan stabilisasi yang diharapkan mampu meningkatkan kuat tekan tanah laterit serta menjadi bahan pertimbangan untuk meningkatkan kemampuan material lokal sehingga mengurangi harga satuan biaya pembangunan jalan di daerah Papua khususnya. Metode pengujian karakteristik kapur padam yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 2.

**Tabel 1. Karakteristik tanah laterit**

No.	Jenis Pemeriksaan	Standar/Metode Uji
1	Pemeriksaan Klasifikasi Tanah	AASTO M145
2	Pemeriksaan Analisa Saringan	ASTM D 422
Pemeriksaan Batas-batas Atterberg:		
3	Batas Cair (LL)	ASTM D-432C
	Batas Plastis (PL)	ASTM D-424
	Batas Susut (SL)	ASTM D-427
4	Pemeriksaan Berat Jenis	SNI 03-1964-2008
5	Kompaksi	SNI 03-2832-1992

**Tabel 2. Metode pengujian karakteristik  $\text{Ca(OH)}_2$**

No.	Karakteristik Material	Standar/Metode Uji
1	Berat Jenis	SNI 03-1964-2008
2	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990

Karakteristik semen juga diperlukan untuk mengetahui karakteristik dan kelayakan semen untuk digunakan dalam campuran tanah laterit dengan kapur sebagai material lokal dan mendukung peningkatan nilai kuat tekan maksimum campuran tanah laterit dengan kapur dan semen. Karakteristik semen diperlihatkan pada Tabel 3 dimana semen yang digunakan adalah semen *Portland* Komposit.

**Tabel 3. Karakteristik semen**

Karakteristik Material	SNI 15-7064-2004 Standar
Kadar air (%)	12 maks
Kehalusan	280 min
Pengembangan, %(maks)	0,8 maks
Kuat Tekan:	
a. 3 hari ( $\text{kg/cm}^2$ )	125 min
b. 7 hari ( $\text{kg/cm}^2$ )	200 min
c. 28 hari ( $\text{kg/cm}^2$ )	250 min
Waktu Pengerasan (Vicat tes)	
a. Pengerasan awal, menit	45 min
b. Pengerasan akhir	375 min
Waktu ikat palsu	50 min

Campuran yang dibuat adalah campuran antara tanah laterit dengan kapur padam dan semen Portland Komposit. Pada penelitian ini menggunakan campuran kapur padam dengan variasi penambah sebesar 5%, 10%, 15% dan 20% dan penambahan kadar semen sebesar 10%.

Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 5,5 cm dan tinggi 11 cm yang telah diperam selama waktu yang ditentukan dikeluarkan dari plastik. Lapis Pondasi Semen Komposit Tanah harus memenuhi ketentuan seperti pada tabel 4 berikut:

**Tabel 4. Sifat-sifat yang disyaratkan untuk lapisan pondasi semen komposit tanah**

Pengujian	Batas-Batas Sifat (Setelah Perawatan 7 Hari)		Metode Pengujian
	Minimum	Maksimum	
Unconfined Compressive Strenght (UCS) kg/cm2	20	35	SNI 03-6887-2002

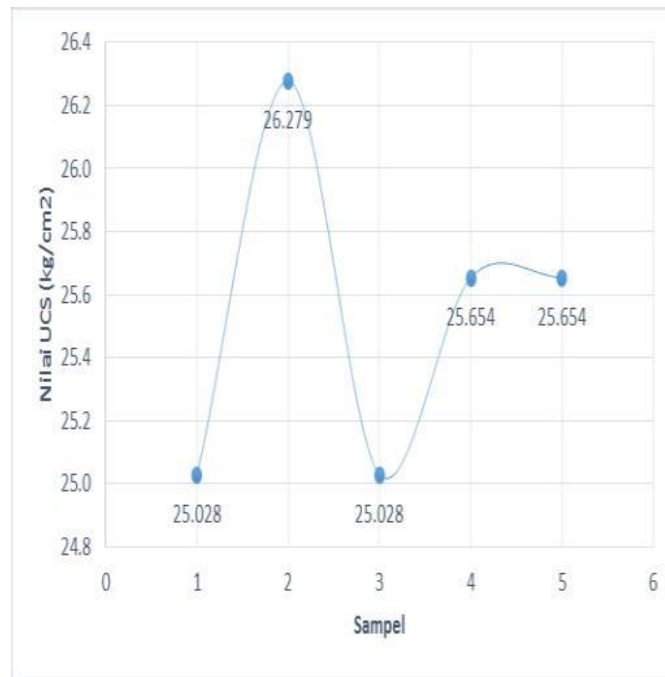
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian

Sampel yang dibuat sebanyak 5 buah sampel dengan komposisi bahan yang sama, setelah diperam selama 7 hari akan dilakukan pengujian Kuat Tekan (*UCS*).

**Tabel 5. Hasil pengujian UCS kapur 10% dan semen 10%**

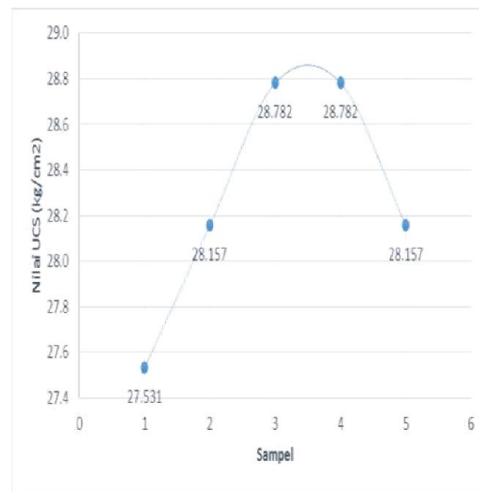
Sampel	Nilai UCS (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	25.028
2	26.279
3	25.028
4	25.654
5	25.654



**Gambar 1. Grafik nilai UCS 10% kapur dan 10% semen**

**Tabel 6. Hasil pengujian UCS kapur 15% dan semen 10%**

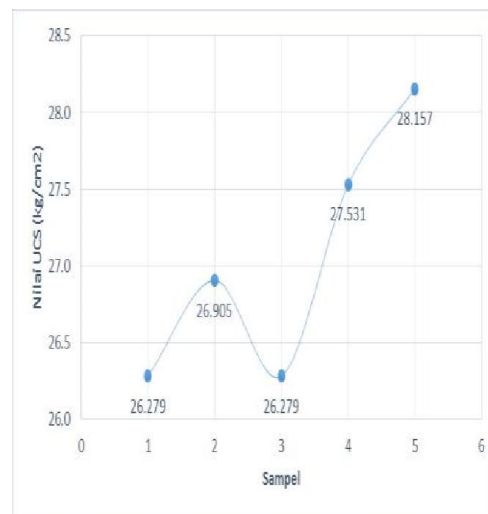
Sampel	Nilai UCS (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	27.531
2	28.157
3	28.782
4	28.782
5	28.157



**Gambar 2. Grafik nilai UCS 15% kapur dan 10% semen**

**Tabel 7. Hasil pengujian UCS kapur 20% dan semen 10%**

Sampel	Nilai UCS (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	26.279
2	26.905
3	26.279
4	27.531
5	28.157



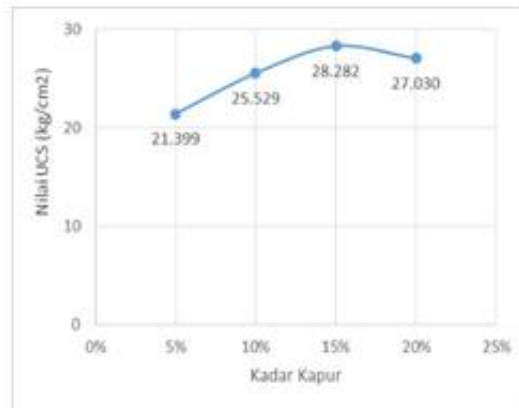
**Gambar 3. Grafik nilai UCS 20% kapur dan 10% semen**

## PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai Kuat Tekan (*UCS*) yang sesuai dengan standar SNI 03-6887-2002 dengan nilai 20-35 Kg/cm<sup>2</sup> dapat digunakan sebagai konstruksi jalan, maka dari hasil penelitian yang dilakukan dilaboratorium bahwa dengan pemadatan untuk kapur 5% dan semen 10% telah memenuhi spesifikasi pemerintah sebesar 21,399 kg/cm<sup>2</sup>. Namun untuk hasil pemadatan maksimum didapat pada kadar kapur 15% dan semen 10% dengan hasil 28,529 kg/cm<sup>2</sup>, ini dapat dilihat pada grafik Gambar 4.5 bahwa terjadi penurunan nilai kuat teka pada campuran kapur 20% dan semen 10%. Hasil pengujian dengan variasi kapur 5% ; 10%; 15% dan 20% dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 4 berikut:

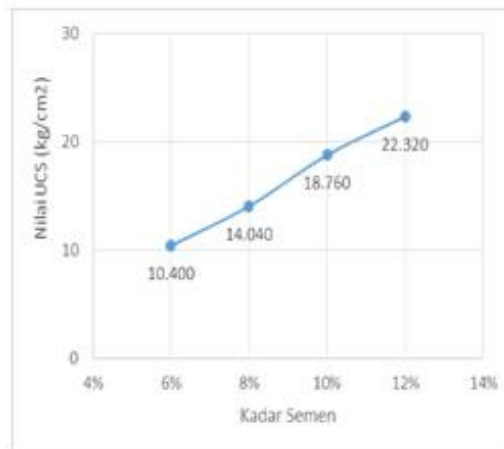
**Tabel 8. Hasil pengujian rata-rata UCS**

No.	Sampel	Nilai Rata-rata UCS (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	5% Kapur 10% Semen	21,399
2	10% Kapur 10% Semen	25,529
3	15% Kapur 10% Semen	28,282
4	20% Kapur 10% Semen	27,030



**Gambar 4. Diagram hasil rata-rata**

Dari Tabel 8 dan Gambar 4 dapat dilihat hasil rata-rata dari setiap kadar kapur yang berbeda, namun dari kadar kapur yang berbeda-beda tetap mendapatkan hasil yang sesuai dengan persyaratan SNI 03-6887-2002 antara 20-35 Kg/cm<sup>2</sup>.



**Gambar 5. Diagram hasil rata-rata pengujian UCS soil semen**

Pada gambar 5 dapat dilihat hasil uji kuat tekan terhadap soil semen dengan kadar semen yang berbeda-beda. Pengujian ini telah dilakukan oleh awal dan akan dibandingkan dengan pengujian kuat tekan soil kapur semen.

Disimpulkan bahwa penggunaan soil semen saja memerlukan semen sebanyak 12% untuk memenuhi persyaratan yang ditentukan. Namun pada penggunaan soil kapur semen, penggunaan kadar semen sebesar 10% dan variasi kapur dari 5%; 10%; 15% dan 20% susah memenuhi persyaratan yang ditentukan yaitu 20-35 kg/cm<sup>2</sup>. Ini membuktikan bahwa penggunaan soil kapur semen lebih menghemat penggunaan semen yang digunakan, mempunyai nilai kuat tekan yang lebih besar namun meminimalisi retakan yang terjadi.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan dapat di tarik kesimpulan bahwa:

1. Pada kadar kapur 15% dan semen 10% mendapatkan hasil kuat tekan yang maksimal sebesar 28,282 kg/cm<sup>2</sup>. Namun pada kadar kapur 5% dan semen 10% sudah memenuhi syarat standar perkerasan jalan sesuai persyaratan SNI 03-6887-2002 yaitu sebesar 21,399 kg/cm<sup>2</sup>.
2. Pengaruh penambahan kapur sangat terlihat pada hasil uji kuat tekan yang dilakukan. Dimana hasil uji kuat tekan yang dilakukan pada soil semen, membutuhkan kadar 12% semen untuk bisa mencapai persyaratan yang ditentukan. Sedangkan soil kapur semen dengan kadar 5% kapur dan 10% semen, sudah memenuhi persyaratan SNI 03-6887-2002 20-35 kg/cm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

2016. Tanah Laterit. [internet]. [diunduh 2019 Feb 25]. Tersedia pada <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/tanah/tanah-laterit>.
- Bobo Andika Putra. 2013. Definisi Semen Secara Umum. [internet]. [diunduh 2019 Feb 25]. Tersedia pada <https://bobiandikaputra.wordpress.com/2013/01/08/definisi-semen-secara-umum/>
- Chaosheng Tang, Bin Shi, Wei Gao, Fengjun Chen, Yi Ca, Strength and mechanical behavior of short polypropylene fiber reinforced and cement stabilized clayey soil, *Geotextiles and Geomembranes* 25 (2007) 194–202.
- D. K. Paul & C. T. Gnanendran (2013) Stress–strain behaviour and stiffness of lightly stabilised granular materials from UCS testing and their predictability, *International Journal of Pavement Engineering*, 14:3, 291-308.
- Hardiyatmo Hary Christady. 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Lamudi. 2016. Jenis Semen dan Fungsinya. [internet]. [diunduh 2019 Feb 25]. Tersedia pada <https://www.lamudi.co.id/journal/macam-jenis-semen-dan-fungsi/>
- Nilo Cesar Consoli, Pedro Prietto, J. Antonio H. Carraro dan Karla Salvagni Heineck, (2001), Behavior of Compacted Soil-Fly Ash-Carbide Lime Mixtures, *Journal of Geotechnical and Geo environmental Engineering*, pp. 774-782.
- Nima Latifi, Aminaton Marto and Amin Eisazadeh, Analysis of strength development in non-traditional liquid additive-stabilized laterite soil from macro and micro-structural considerations, *Environ Earth Sci* (2015) 73:1133–1141.
- S. Horpibulsuk, N. Miura dan T. S. Nagaraj, (2003), Assessment of strength development in cement-admixed high water content clays with Abrams' law as a basis, *Geotechnique* 53, No. 4, pp. 439–444.



- S. Horpibulsuk, N. Miura, dan T. S. Nagaraj, (2005), Clay–Water/Cement Ratio Identity for Cement Admixed Soft Clays, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 131, No. 2, pp. 187-192.
- SNI 03-3437-1994 Tata Cara Pembuatan Rencana Stabilisasi Tanah Kapur untuk Jalan Raya
- SNI 03-6887-2002: "*Metode pengujian kuat tekan bebas campuran tanah semen 15*"
- Spesifikasi Khusus Interim (2013). Lapis Pondasi Semen Komposit Tanah. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- Spesifikasi Khusus Intern (2013) Lapis Pondasi Semen Komposit Tanah Kementerian PU, Bina Marga.
- Sujit Kumar Dash dan Monowar Hussain, 2012, Lime Stabilization of Soils: Reappraisal, *Journal of Engineering*, Vol. 2, No. 6, pp. 707-714.
- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 01/SE/M/2010: "*Pemberlakuan Pedoman Pelaksanaan Stabilisasi Bahan Jalan Langsung di Tempat Dengan Bahan Serbuk Pengikat*"
- Yaolin Yi, S.M., Martin Liska, and Abir Al-Tabbaa, (2014), Properties of Two Model Soils Stabilized with Different Blends and Contents of GGBS, MgO, Lime, and PC, *Journal of Materials in Civil Engineering*, Vol. 26, No. 2, pp. 267-274.