



KARAKTERISTIK KUAT TEKAN BEBAS STABILISASI SEMEN DAN KAPUR TANAH CL-ML TERHADAP SIKLUS PEMBASAHAN PENGERINGAN

HENGKI TORNANDO¹, FERRY FATNANTA^{1*}, GUNAWAN WIBISONO¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau

*Corresponding author: ✉ ferry.fatnanta@lecturer.unri.ac.id

Naskah diterima : 21 Februari 2020. Disetujui: 8 Juli 2020.

ABSTRAK

Menurut grafik Casagrande tanah CL-ML diklasifikasikan tanah yang memiliki nilai indek plastisitas antara 4% - 7%, dan memiliki batas cair berkisar antara 12% - 30%. Beberapa lokasi di Kecamatan Tanayan Raya Kota Pekanbaru terdapat jenis tanah CL-ML, sifat dari tanah CL-ML ini sangat rentan terhadap penambahan kadar air sehingga akan menyebabkan tanah ini menjadi lembek pada musim hujan dan menjadi pecah-pecah pada saat musim kemarau. Dengan adanya sifat ini akan menjadi masalah jika dilakukan suatu konstruksi di atas tanah ini. Salah satu cara untuk memperbaiki permasalahan ini maka dilakukan stabilisasi tanah. Bahan yang digunakan untuk stabilisasi pada penelitian ini yaitu menggunakan bahan semen dan kapur, siklus pembasahan dilakukan dengan cara merendam sampel pengujian ke dalam air dan siklus pengeringan dilakukan dengan cara sampel pengujian di letakkan (diangin-anginkan) di dalam ruangan terbuka. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa siklus pembasahan dan pengeringan dapat mempengaruhi nilai kuat tekan bebas dari tanah CL-ML. Penambahan 4% kapur dan 3% semen pada tanah CL-ML meningkatkan nilai kuat tekan bebas. Pada umur pemeraman 0 (nol) hari nilai kuat tekan bebas tanah asli sebesar 133 kPa meningkat menjadi 673 kPa (5 kali lipat), pemeraman 14 (empat belas) hari dari 142 kPa menjadi 1014 kPa (7 kali lipat), pemeraman 28 (dua puluh delapan) dari 168 kPa menjadi 1513 kPa (9 kali lipat).

Kata kunci : Kuat tekan bebas, Siklus pembasahan pengeringan, tanah CL-ML, stabilisasi semen dan kapur.

1. PENDAHULUAN

Suatu konstruksi tanah merupakan hal penting untuk diperhatikan, dimana unsur utama yang harus di perhatikan yaitu kekuatan tanah yang menjadi penopang dari suatu konstruksi bangunan. Tanah yang dijadikan tempat untuk berdirinya suatu bangunan harus kuat untuk menahan beban yang ditimbulkan oleh bangunan yang terdapat di atasnya.

Tanah CL-ML pada grafik *casagrande* berada pada klasifikasi tanah berbutir (*fine-graded soils*) dimana lempung inorganik (*inorganic clay*) (C) serta lanau inorganik (*inorganic silt*) (M) dengan tingkat plastisitas rendah (*low plasticity*) (L). Menurut grafik Casagrande tanah CL-ML diklasifikasikan tanah yang memiliki nilai indek plastisitas antara 4% - 7%, dan memiliki batas cair berkisar antara 12% - 30%.

Beberapa lokasi di Kecamatan Tanayan Raya Kota Pekanbaru terdapat jenis tanah CL-ML, sifat dari tanah CL-ML ini sangat rentan terhadap penambahan kadar air sehingga akan menyebabkan tanah ini menjadi lembek pada musim hujan dan menjadi pecah-pecah pada saat musim kemarau. Dengan adanya sifat ini akan menjadi masalah jika dilakukan suatu konstruksi diatas tanah ini. Salah satu cara untuk memperbaiki permasalahan ini maka dilakukan stabilisasi tanah.

Pratama, Fatnanta, and Muahrudi (2017) telah melakukan penelitian mengenai stabilisasi tanah CL-ML dengan menggunakan bahan tambah +5% semen dan melakukan proses siklus pembasahan dan pengeringan sebanyak 2 kali. Hasil dari pengujian didapatkan bahwa penambahan bahan tambah dari semen sebanyak 5% mampu meningkatkan nilai kuat tekan bebas tanah CL-ML yang sangat signifikan. Pada umur pemeraman 0 hari nilai kuat tekan bebas yang diperoleh sebesar 325,24 kPa dan untuk pemeraman 7 hari nilai kuat tekan naik menjadi 1.594,79 kPa. Nilai kuat tekan bebas yang didapat naik menjadi 4 kali lipat dari sebelumnya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Pratama et al. (2017) , penggunaan bahan tambah +5% semen dianggap tidak ekonomis dalam pemakaian bahan tambah untuk stabilisasi tanah, untuk itu pada penelitian ini bahan semen yang digunakan akan dikurangi menjadi +3% semen dan menambah bahan aditif lainnya yaitu kapur sebanyak +4%. Pada penelitian ini diharapkan mampu menjadikan bahan tambah yang ekonomis dan memenuhi syarat nilai kuat tekan bebas menurut Ingles and Metcalf (1972) yaitu sebesar 690 kPa - 1380 kPa.

2. STABILISASI TANAH

Dalam pengertian teknik, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1988).

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki daya dukung (mutu) tanah yang tidak baik dan meningkatkan daya dukung (mutu) tanah yang sudah tergolong baik. Tujuan dari stabilisasi tanah adalah untuk meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan beban serta untuk meningkatkan kestabilan tanah. Usaha stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan pemadatan, mencampurkan dengan yang lain, serta menambahkan bahan pencampur kimiawi. Stabilisator yang sering digunakan yakni semen, kapur, abu sekam padi, abu cangkang sawit, abu ampas tebu, *fly ash*, bitumen dan bahan lain-lainnya (Adha, 2011).

Kriteria stabilisasi tanah-semen menurut penggunaannya yang diusulkan oleh Ingles and Metcalf (1972) Hardiyatmo (2010) berdasarkan kriteria kuat tekan pada uji basah-kering pada kadar semen yang menghasilkan kuat tekan bebas 1725 kPa.

Menurut Stocker (1963) dalam Hardiyatmo (2010), perendaman yang dilakukan pada saat stabilisasi tanah akan mereduksi kekuatan tanah yang kandungan lempungnya tinggi, hal

ini disebabkan oleh campuran tanah semen yang direndam akan menjadi berkurang sebab adanya kenaikan kadar air yang sangat menonjol pada tanah lempung.

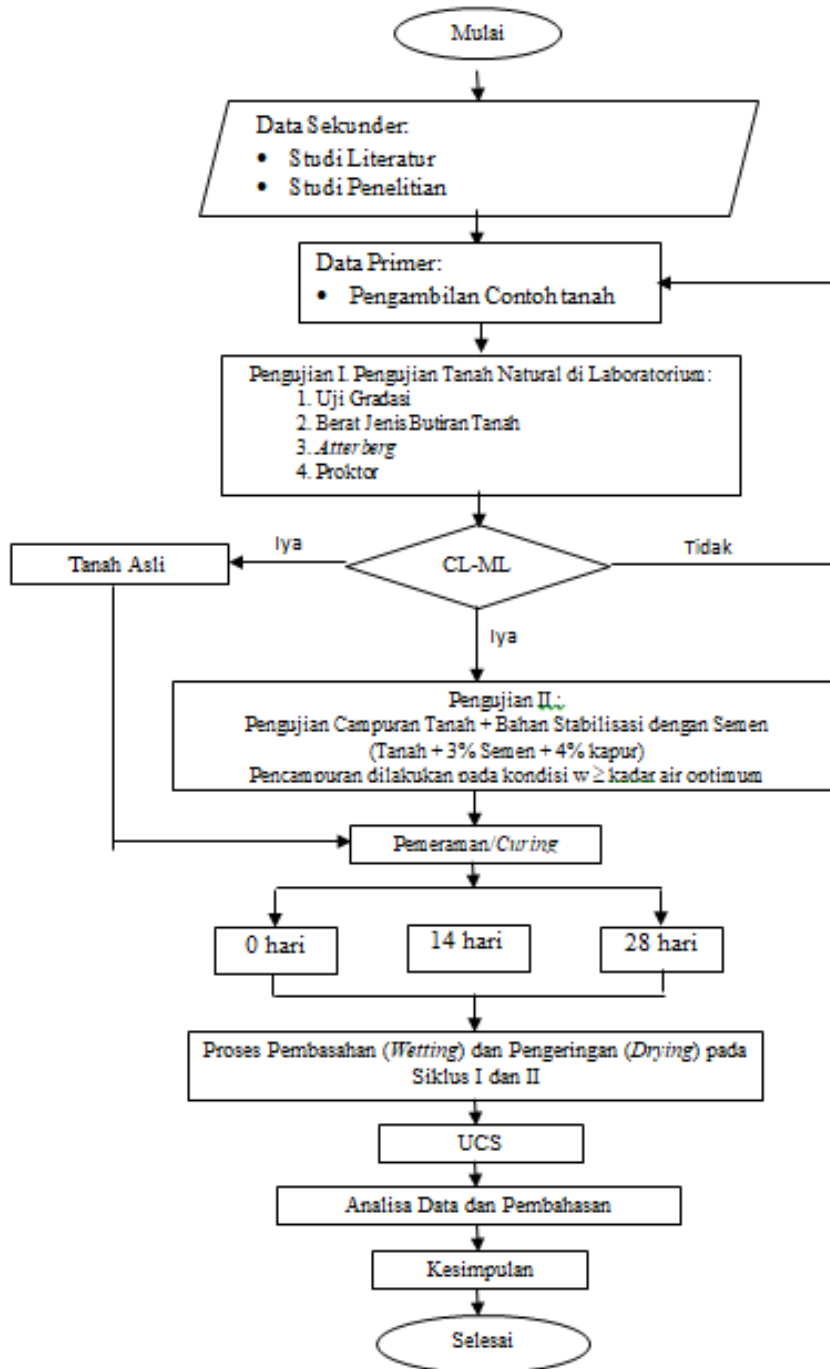
Menurut penelitian Primadona, Muhardi, and Kurniawan (2015), mengatakan bahwa semen dalam stabilisasi tanah dapat menekan nilai kuat tekan bebas dan Cu. Semakin besar kadar semen yang digunakan dalam campuran tanah-smen, maka akan meningkatkan nilai kuat tekan bebas dan Cu.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan awal penelitian yaitu melakukan pengujian pada tanah asli dengan uji *Atterberg limit* dan uji pemadatan proctor standar, kemudian melakukan pengujian tekan bebas. Dimana campuran tanah dengan semen dan kapur ditetapkan pada kondisi 93% yang kemudian ditambah dengan campuran semen dan kapur. Selanjutnya sampel dilakukan proses siklus pembasahan dan siklus pengeringan setelah pemeraman dengan masa 0 hari, 14 hari dan 28.

Pembuatan benda uji UCS dilakukan setelah kadar air optimum (*optimum moisture content*) yang didapat dari hasil pemadatan proctor standar dari tanah asli. Pembuatan benda uji UCS dilakukan dengan tanah asli dan pencampuran dengan kadar semen sebanyak 3% dan kadar kapur sebanyak 4%. Pengujian UCS dilakukan dengan dua perlakuan yaitu siklus perendaman dan siklus pengeringan, yang terlebih dahulu benda uji diperam di dalam air yang telah dibungkus plastik dengan masa 0 hari, 14 hari dan 28 hari. seperti yang tertera dalam **Gambar 1** bagan alir penelitian, dan yang terakhir adalah menganalisa hasil pengujian.

Siklus basah-kering mempengaruhi kadar air dalam campuran tanah-semen, semakin lama waktu pembasahan maka kadar air dalam campuran tanah-semen semakin meningkat, perubahan kadar air berbeda-beda setiap campuran dipengaruhi oleh kadar semen. Peningkatan kadar air pada campuran tanah-semen mereduksi nilai kuat tekan bebas. Nilai kuat tekan bebas (q_u) kembali meningkat pada kondisi pengeringan seiring dengan berkurangnya kadar air dalam campuran tanah-semen (Siregar, Fatnanta, & Muahrdi, 2018).



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini disampaikan tentang hasil dan pembahasan yang telah dilakukan pengujian di laboratorium. Berupa data propertis tanah, hasil pengujian pemadatan, hasil pengujian *Unconfined Compression Strenght Test*, pengaruh nilai kuat tekan bebas dari proses pembasahan dan pengeringan tanah CL-ML dan nilai kuat tekan bebas dari penambahan semen dan kapur.

4.1. Hasil Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*) Tanah

Berat jenis tanah (*Specific Gravity*) adalah Perbandingan antara butir-butir tanah dengan berat air destilasi dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Pengujian berat jenis tanah dilakukan terhadap tanah asli, maka didapat nilai berat jenis tanah seperti yang telah dipaparkan pada **Tabel 1**.

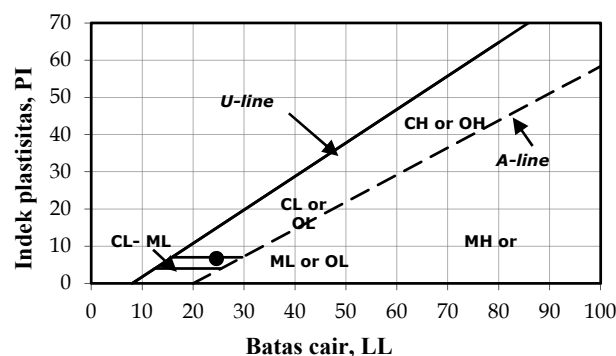
Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli.

Sampel	Berat Jenis, Gs	Rata-Rata
1	2,662	2,65
2	2,644	
3	2,645	

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis tanah yang telah dilakukan diperoleh nilai berat jenisnya sebesar 2,65 seperti yang terlihat pada **tabel 1**.

4.2. Hasil Pengujian Batas-batas Konsistensi Tanah

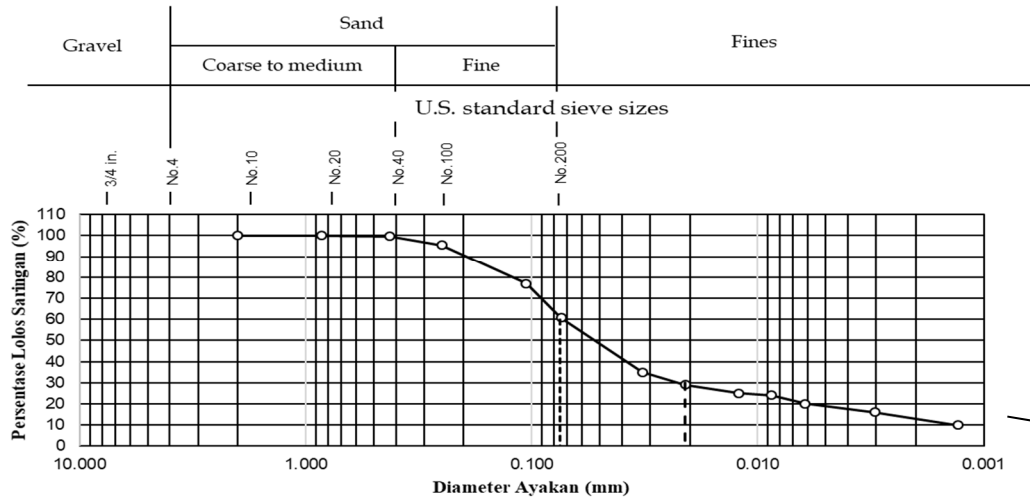
Berdasarkan hasil pengujian nilai batas plastis (*plastic limit*) diperoleh sebesar 17,93%. Batas cair (*liquid limit*) didapatkan sebesar 24,59%. Nilai indeks plastisitas (*plasticity index*) merupakan selisih antara nilai batas cair dengan batas plastis, maka dapat diperoleh untuk nilai indeks plastisitas sebesar 6,66%. Berdasarkan grafik klasifikasi tanah menurut USCS tanah CL-ML memiliki rentang nilai indeks antara 4% s/d 7% , dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Grafik Klasifikasi Tanah Menurut USCS

4.3. Hasil Pengujian Gradasi Tanah Asli

Pengujian gradasi tanah asli pada pengujian ini dilakukan dengan menganalisa ukuran butiran dengan pengujian hidrometer dan menganalisa ukuran butiran tanah secara mekanis. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui susunan butiran tanah asli dan mengetahui ukuran dari tanah. Pengujian hidrometer menentukan ukuran butiran tanah berbutir halus lolos saringan no.200 dengan metode pengendapan, sedangkan analisa saringan secara mekanik dilakukan secara mekanik untuk butiran tanah yang tertahan lolos saringan no.200 setelah pengujian hidrometer. Pada **Gambar 3**, menunjukan hasil pengujian dengan menggunakan kurva distribusi ukuran butiran dan hasil pengujian dipaparkan oleh **Tabel 2**.



Gambar 3. Kurva Distribusi Ukuran Butiran Tanah Asli

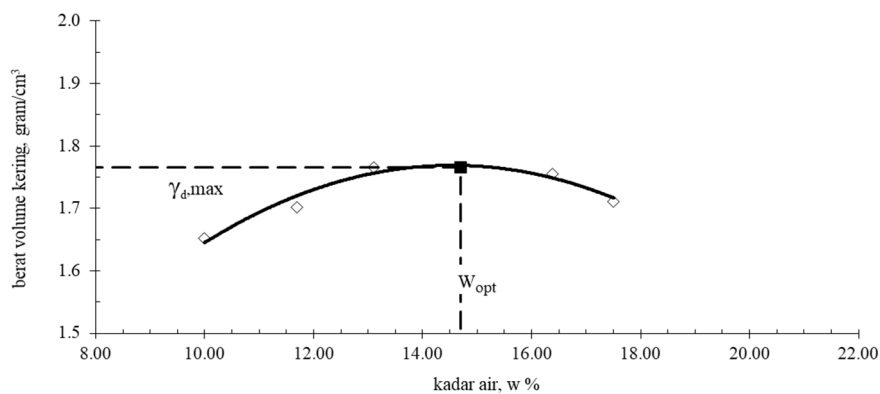
Tabel 2. Hasil Pengujian Hidrometer – Analisa Saringan.

No	Grafik <i>Sieve Analysis</i>	Satuan	Nilai
1	Pasir	%	39,30
2	Lanau dan Lempung	%	60,70

Berdasarkan pengujian gradasi terhadap tanah asli yang telah dipaparkan pada **Tabel 2**, tanah tersebut didominasi dengan tanah berbutir halus yaitu lanau dan lempung sebesar 60,70%.

4.4. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah (*Proctor Test*)

Dari hasil pengujian pemadatan tanah yang dilakukan dapat dilihat pada **Gambar 5**, untuk nilai berat volume kering yaitu sebesar 1,68 gr/cm³ dan untuk nilai kadar air optimum dari pengujian tanah didapat sebesar 15,40%.

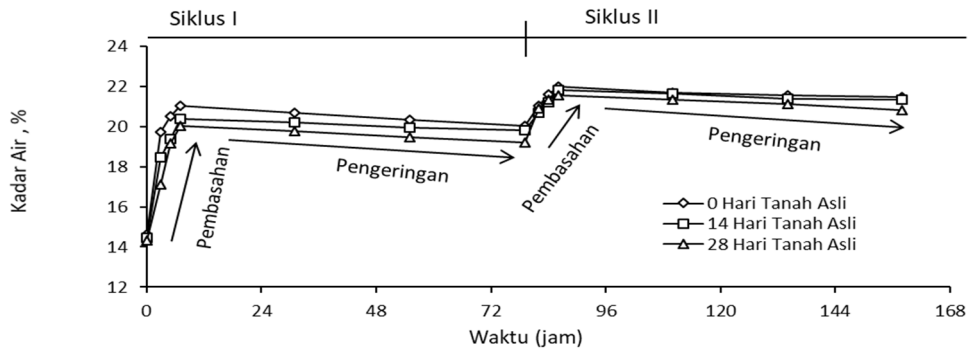


Gambar 4. Hasil Pengujian Proctor Standar

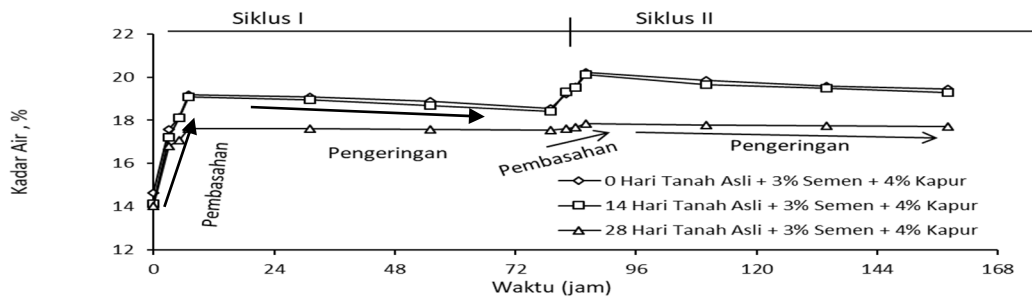
4.5. Hubungan Siklus Pembasahan Pengeringan Terhadap Kadar Air.

Pada saat terjadi proses pengeringan dapat menurunkan nilai dari nilai kadar, berat volume dan berat jenis, begitu pula sebaliknya pada saat proses pembasahan nilai dari kadar, berat volume dan berat jenis menjadi meningkat (Pratito, Safitri, & Safitri, 2014).

Dari grafik hasil pengujian kuat geser tanah yang terlihat pada **Gambar 5**, memperlihatkan bahwa hubungan dari siklus pembasahan dan pengeringan terhadap kadar air pada tanah asli dan campuran tanah asli + 3% semen + 4% kapur.



Gambar 5. Hubungan Siklus Pembasahan Pengeringan pada Tanah Asli terhadap Kadar Air



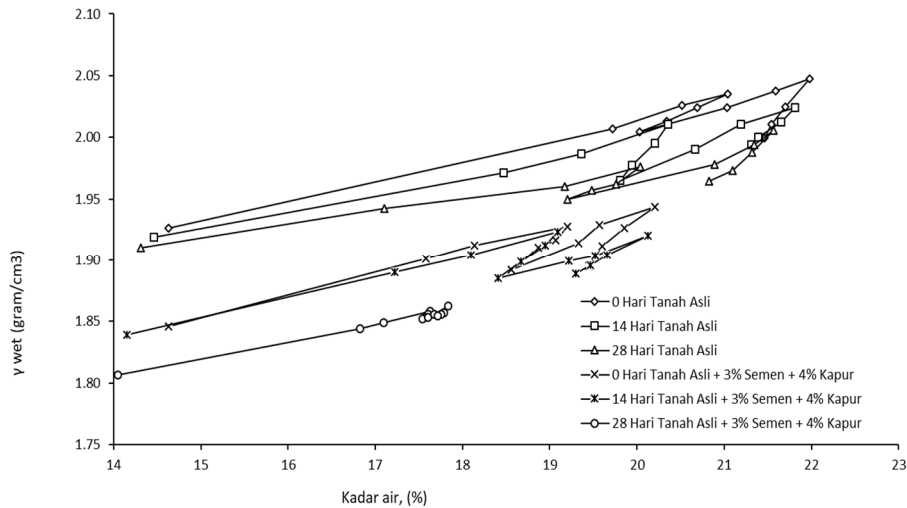
Gambar 6. Hubungan siklus pembasahan pengeringan terhadap kadar air pada Tanah asli + 3% semen + 4% Kapur

Dari **Gambar 5** dan **Gambar 6**, tersebut dilihat bahwa kadar air yang terkandung dalam tanah dapat dipengaruhi oleh siklus pembasahan dan pengeringan, terbukti hasil penelitian terhadap tanah asli pada umur pemeraman 0 hari, pada umur pemeraman 0 (nol) hari, pada proses pembasahan 3 jam pada siklus pertama nilai kadar airnya didapat sebesar 19,72%, pada proses pembasahan 5 jam siklus pertama nilai kasar airnya sebesar 20,52%, pada proses pembasahan 7 jam siklus pertama nilai kadar airnya sebesar 21,04%. Nilai kadar air pada siklus pertama proses pembasahan 3 jam campuran tanah asli + 3% semen + 4% kapur umur pemeraman 0 (nol) hari sebesar 17,58%, pada proses pembasahan 5 jam siklus pertama sebesar 18,14%, dan proses pembasahan 7 jam campuran tanah asli + 3% semen + 4% kapur sebesar 19,00% pada siklus pertama dan proses pembasahan 3 jam sebesar 19,20, dari hasil pengujian didapat bahwa kadar air yang terkandung didalam tanah dapat dipengaruhi oleh proses siklus pembasahan dan pengeringan yang dilakukan.

4.6. Hubungan Berat Volume Total Terhadap Kadar Air

Air yang dipergunakan untuk stabilisasi semen yang disyaratkan oleh SNI 03-3438-1994 harus bersih, tidak mengandung asam, alkali, bahkan organik, minyak, sulfat dan klorida (Badan Standar Nasional Republik Indonesia, 1994).

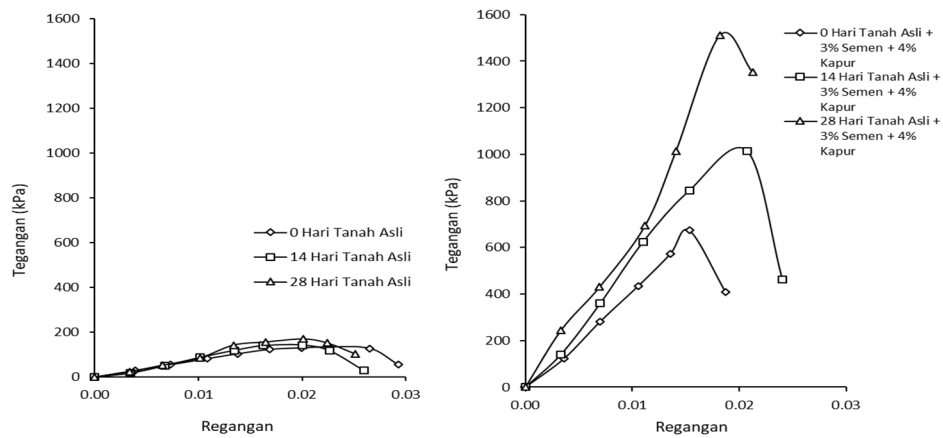
Dari grafik hasil pengujian kuat geser tanah yang terlihat pada **Gambar 7**, dapat dilihat bahwa hubungan berat volume total dan kadar air terhadap siklus pembasahan dan pengeringan.



Gambar 7. Grafik Hubungan Berat Volume Total dan Kadar air

Berat volume total sangat dipengaruhi oleh penambahan kadar air seperti yang telah dipaparkan pada **Gambar 8**, terlihat bahwa berat volume total akan meningkat jika kadar air yang terkandung di dalam tanah semakin tinggi. Hal ini menyebabkan berat volume total akan meningkat seiring bertambahnya kadar air dari kepadatan awal. Pada pengujian umur pemeraman 0 (nol) hari tanah asli berat volume total lebih tinggi dari umur pemeraman 14 (empat belas) hari dan 28 (dua puluh delapan) hari. Hal ini sebabkan karena pada umur 0 (nol) hari penyerapan air lebih tinggi dari pada umur pemeraman 14 (empat belas) hari dan 28 (dua puluh delapan) hari. Terlihat juga bahwa campuran tanah + 3% semen dan + 4% kapur penyerapan air ke dalam tanah di 0 hari dan 14 hari relatif sama sehingga peningkatan nilai berat volume total tanah tersebut tidak terlalu jauh berbeda, sedangkan pada 28 hari campuran tanah +3% semen dan +4% kapur kadar air nya cenderung lebih rendah sehingga mempengaruhi berat volume total.

4.7. Perilaku Nilai Kuat Tekan Bebas Berdasarkan Waktu Pemeraman Pada Tanah Asli dan Tanah + 3% Semen Dan + 4% Kapur Pada Keadaan OMC

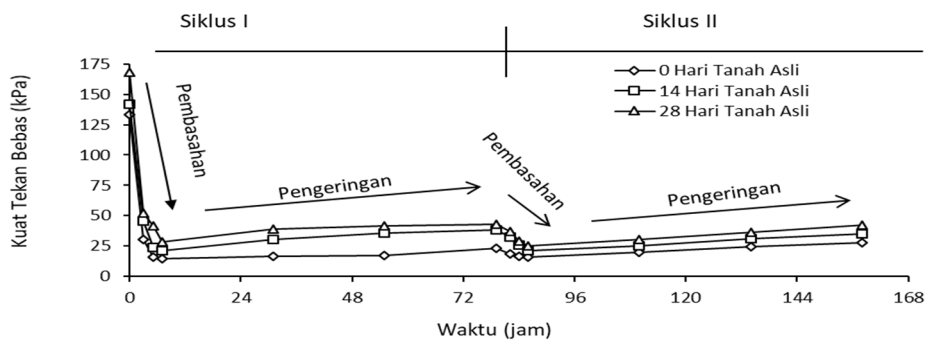


Gambar 8. Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Berdasarkan Waktu Pemeraman.

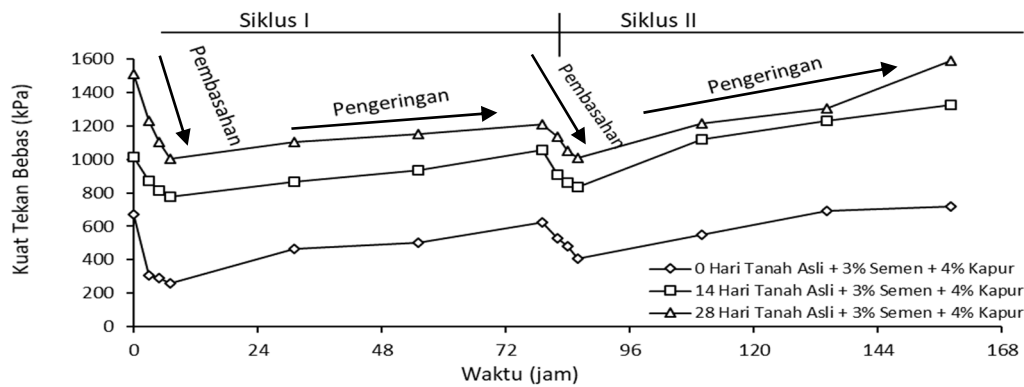
Perbandingan nilai kuat tekan bebas tanah asli dan tanah asli + 3% semen + 4% kapur berdasarkan waktu pemeraman telah dipaparkan oleh **Gambar 8**, terlihat bahwa pada umur pemeraman 0 (nol) hari, 14 (empat belas) hari, dan 28 (dua puluh delapan) hari tanah asli nilai kuat tekan bebas tidak terlalu meningkat. Nilai kuat tekan bebas pada umur pemeraman 0 (nol) hari sebesar 133,08 kPa, pada umur pemeraman 14 (empat belas hari) sebesar 141,77 kPa, dan pada umur pemeraman 28 (dua puluh delapan) hari sebesar 168,44 kPa. Sedangkan nilai kuat tekan bebas tanah campuran semen dan kapur terlihat jauh meningkat, pada umur pemeraman 0 (nol) hari nilai kuat tekan bebas yakni sebesar 673,10 kPa, pada umur pemeraman 14 (empat belas) hari nilai kuat tekan bebas meningkat menjadi 1013,84 kPa. Dari umur pemeraman 0 hari nilai kuat tekan bebas naik menjadi 1,5 kali lipat pada umur pemeraman 14 hari. Nilai kuat tekan bebas tanah asli dan campuran semen dan kapur pada umur 28 (dua puluh delapan) hari yakni sebesar 1512,71 kPa, peningkatan nilai kuat tekan bebas pada umur 28 hari meningkat 2 kali lipat dari nilai kuat tekan bebas pada umur 0 hari pemeraman.

4.8. Pengaruh waktu Siklus Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u)

Dari grafik hasil pengujian kuat geser tanah yang terlihat pada **Gambar 9** dan **Gambar 10**, memperlihatkan bahwa hubungan dari siklus pembasahan dan pengeringan terhadap nilai kuat tekan bebas tanah asli dan campuran tanah asli + 3% semen + 4% kapur.



Gambar 9. Hubungan Waktu Siklus terhadap Nilai Kuat Tekan Tanah Asli

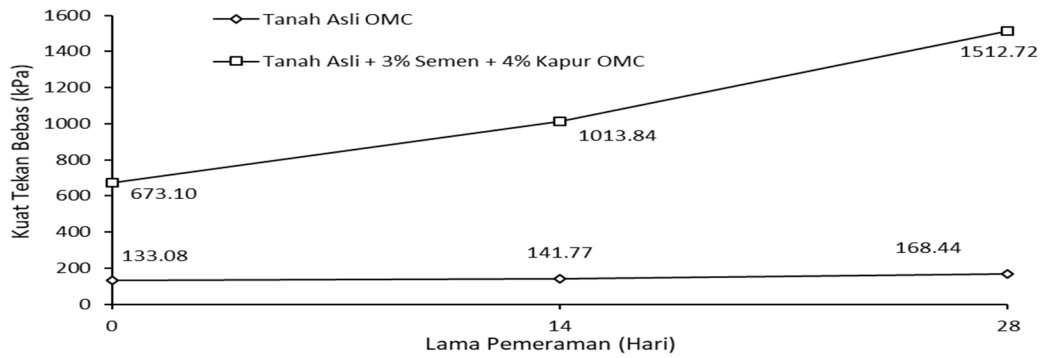


Gambar 10. Hubungan Waktu Siklus Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Asli + 3% Semen + 4% Kapur

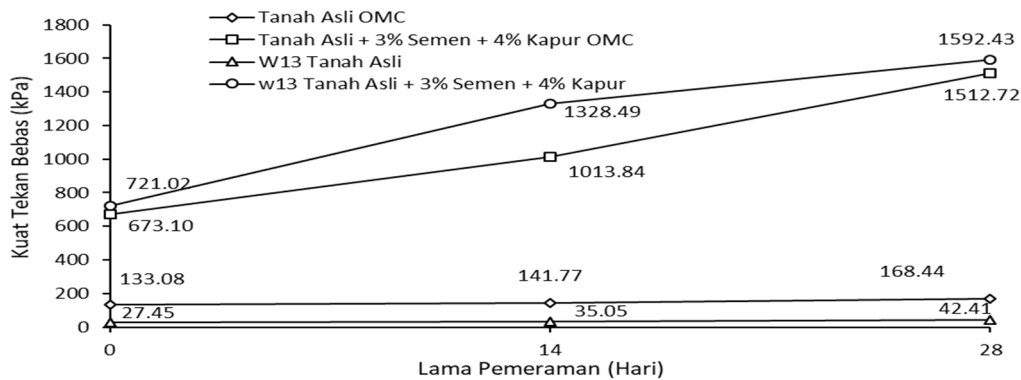
Hubungan waktu siklus pembasahan dan pengeringan terhadap nilai kuat tekan bebas telah dipaparkan pada **Gambar 9** dan **Gambar 10**, terlihat bahwa pada kuat tekan bebas tanah asli yang telah mengalami siklus pembasahan dan pengeringan cenderung menurun, sedangkan pada campuran tanah asli + 3% semen + 4% kapur nilai kuat tekan bebas mengalami kenaikan yang signifikan. Hal ini terjadi karena adanya kandungan semen dan kapur yang terdapat didalam tanah yang bereaksi dan membentuk sebuah pasta, kandungan semen dan kapur ini akan mengeras yang mana lama kelamaan akan meningkatkan nilai kuat tekan bebas dari tanah tersebut.

4.9. Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u)

Pada waktu pelaksanaan campuran tanah asli + 3% semen + 4% Kapur, waktu perawatan atau pemeraman perlu dilakukan. Hidrasi semen dan kapur membuat campuran tanah dan semen menjadi material keras. Waktu pemeraman sangat penting dilakukan, karena kekuatan campuran membuat nilai kuat tekan bebas (q_u) akan naik secara beransur-ansur dengan umur pemeramannya.



Gambar 11. Pengaruh Masa Pemeraman Terhadap Kuat Tekan Bebas pada Keadaan OMC



Gambar 12. Pengaruh Masa Pemeraman Terhadap Kuat Tekan Bebas pada OMC dan Akhir Siklus (W13)

4.9.1. Kuat Tekan Bebas Pada Kondisi OMC

Dari **Gambar 11**, memperlihatkan bahwa kenaikan nilai kuat tekan bebabs (q_u) berdasarkan lama pemeraman. Pada tanah asli Keadaan OMC, memperlihatkan kenaikan nilai kuat tekan bebas yang tidak signifikan, terlihat bahwa kenaikan dari 0 hari pemeraman ke 14 hari pemeraman sebesar 8,68 kPa dan kenaikan pada pemeraman 14 hari ke 28 hari pemeraman sebesar 26,67 kPa. Namun pada campuran tanah asli + 3% semen + 4% kapur menunjukkan kenaikan yang signifikan, yaitu pada 0 hari pemeraman kuat ketan bebas sebesar 673,10 kPa, pada pemeraman 14 hari niali kuat tekan bebas sebesar 1013,84 kPa , dan pada 28 hari pemeraman nilai kuat tejan bebas sebesar 1512,72 Kpa. Selisih kenaikan kuat tekan bebas dari 0 hari pemeraman ke 14 hasil yaitu sebesar 340,74 kPa, sedangkan kenaikan nilai kuat tekan bebas dari pemeraman 14 hari ke 28 hari pemeraman yaitu sebesar 498,88 kPa.

4.9.2. Pengaruh Kuat Tekan Bebas Terhadap Siklus Akhir (W13)

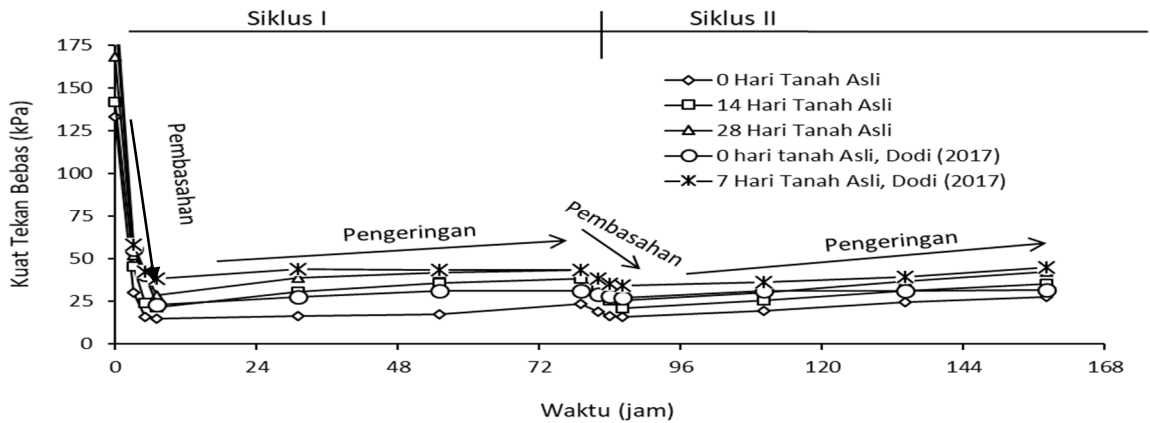
Dari **Gambar 12**, memperlihatkan bahwa perbandingan nilai kuat tekan bebas (q_u) pada OMC terhadap waktu siklus akhir (W13). Nilai Kuat tekan bebas pada tanah asli memperlihatkan penurunan yang sangat signifikan. Pada 0 hari pemeraman selisih nilai kuat tekan bebas sebesar 105,63 kPa, pada 14 selisih nilai kuat tekan bebas sebebsar 106,72 kPa, dan pada 28 hari pemeraman selisih kuat tekan bebas sebesar 126,03 kPa. Pada tanah asli terlihat bahwa pada pemeraman 0 hari, 14 hari, dan 28 hari penurunan dari kuat tekan

bebas pada keadaan OMC ke Siklus akhir (W13) terlihat terjadi penurunan yang hampir konstan.

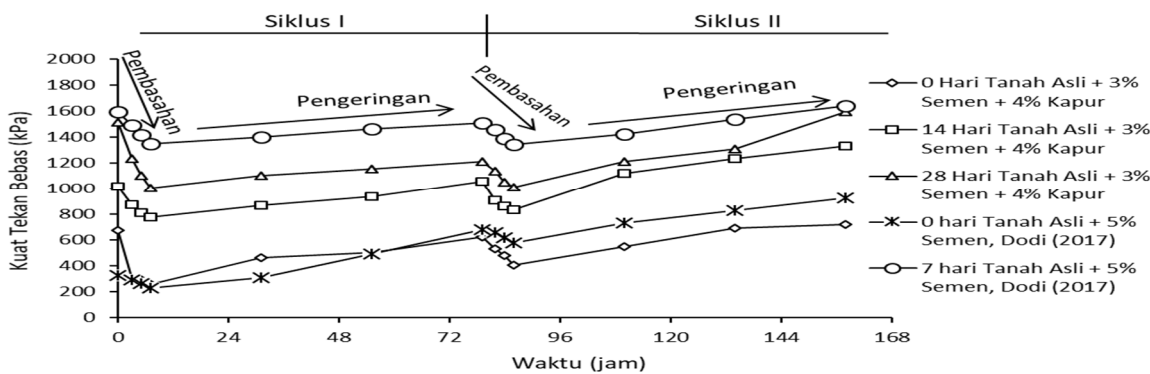
Untuk Nilai kuat tekan bebas pada campuran tanah asli + 3% semen + 4% kapur mengalami kenaikan, Pada 0 hari pemeraman terjadi kenaikan kuat tekan bebas sebesar 47,92 kPa, pada pemeraman 14 hari mengalami kenaikan kuat tekan bebas sebesar 314,65 kPa, dan pada 28 hari pemeraman terjadi kenaikan kuat tekan bebas sebesar 79,71 kPa.

4.10. Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas (qu) Terhadap Siklus dengan Hasil Pengujian Pratama (2017)

Dari hasil pengujian UCS yang diperoleh dari siklus pembasahan dan pengeringan pada tanah asli dan tanah asli + 3% smen + 4% kapur, maka dapat digambarkan grafik perbandingan hasil kuat tekan bebas dengan hasil pengujian yang dilakukan Pratama et al. (2017).



Gambar 13. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Asli terhadap Waktu dengan Hasil Pengujian Pratama, (2017)



Gambar 14. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Asli + 3% Semen + 4% Kapur Terhadap waktu dengan Hasil pengujian Pratama + 5% Semen, (2017)

Dari **Gambar 13** dan **Gambar 14**, terlihat bahwa nilai kuat tekan bebas (q_u) hasil pengujian Pratama (2017) lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian ini. Nilai kuat tekan bebas tertinggi tanah asli pada penelitian Dodi sebesar 208,31 kPa yang terdapat pada pemeraman 7 hari, sedangkan nilai kuat tekan bebas tanah asli pada penelitian ini nilai tertinggi sebesar 168,44 kPa yang terdapat pada pemeraman 28 hari. Untuk nilai kuat tekan bebas campuran tanah asli + 3% semen + 4% kapur yang tertinggi terdapat di akhir siklus (W13) yaitu sebesar 1592,43 kPa pada pemeraman 28 hari, sedangkan pada penelitian Dodi nilai kuat tekan bebas tertinggi terdapat di akhir siklus (W13) yaitu sebesar 1636,51 kPa pada pemeraman 7 hari.

Dari **Gambar 14**, nilai kuat tekan bebas pemeraman 7 hari pada pengujian Pratama (2017) lebih tinggi dari pada pengujian ini yang telah melakukan pemeraman 14 hari. Penambahan 5% semen terhadap tanah CL-ML lebih tinggi nilai kuat tekan bebas dari pada penambahan 3% semen + 4% kapur. Pada penelitian Pratama (2017) pemeraman 7 hari keadaan OMC, nilai kuat tekan bebas sebesar 1594,79 kPa, sedangkan pada penelitian ini nilai kuat tekan bebas pada keadaan OMC tanah campuran nilai kuat tekan bebas sebesar 1013,84 kPa. Diakhir siklus (W13) pada pemeraman kenaikan nilai kuat tekan bebas pada pengujian Dodi sebesar 1636,51 kPa, sedangkan penelitian ini kenaikan nilai kuat tekan bebas di akhir siklus sebesar 1592,43 kPa.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai pengaruh penambahan semen dan kapur terhadap stabilisasi tanah CL-ML, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan 4% kapur dan 3% semen pada tanah CL-ML meningkatkan nilai kuat tekan bebas. Pada umur pemeraman 0 (nol) hari nilai kuat tekan bebas tanah asli sebesar 133 kPa meningkat menjadi 673 kPa (5 kali lipat), pemeraman 14 (empat belas) hari dari 142 kPa menjadi 1014 kPa (7 kali lipat), pemeraman 28 (dua puluh delapan) dari 168 kPa menjadi 1513 kPa (9 kali lipat).
2. Semakin lama pemeraman nilai kuat tekan bebas semakin meningkat.
3. Kuat tekan bebas tanah asli yang telah mengalami siklus pembasahan dan pengeringan cenderung menurun, sedangkan pada campuran tanah asli + 3% semen + 4% kapur nilai kuat tekan bebas mengalami kenaikan yang signifikan. Hal ini membuktikan bahwa nilai kuat tekan bebas sangat di pengaruhi oleh proses siklus pembasahan dan pengeringan yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, I. (2011). Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Metode Stabilisasi Tanah Semen. *Jurnal Rekayasa*, 15(1).
- Badan Standar Nasional Republik Indonesia. (1994). *SNI 03-3438-1994. Tata Cara Pembuatan Rencana Stabilisasi Tanah Dengan Semen Portland Untuk Jalan*.
- Das, B. M. (1988). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Mekanika Tanah) Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan Edisi Pertama*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ingles, O. G., & Metcalf, J. B. (1972). *Soil Stabilization Stabilized-Principles and Practice*. Butterworths, Sydney, Melbourne, Brisbane.
- Pratama, D., Fatnanta, F., & Muahrudi. (2017). Karakteristik Nilai Kuat Tekan Bebas Stabilisasi Semen Tanah CL-ML Terhadap Siklus Pembasahan Dan Pengeringan.
- Pratito, M., Safitri, W., & Safitri, C. N. (2014). Pengaruh Siklus Pengeringan Dan Pembasahan Terhadap Sifat Fisik, Mekanik Dan Dinamik Pada Tanah Tanggul Sungai Begawan Solo

- Cross Ection 0+500 Desa Semambung Bojonegoro Tang Distabilisasi Dengan Kapur, Fly Ash, Dan Mikro Biobakteri. *Jurnal TEKNIK POMITS*, 1(1).
- Primadona, S., Muhardi, & Kurniawan, A. (2015). Stabilisasi Tanah Plastisitas Rendah Dengan Semen. *Jom FTEKNIK Volume*, 2(2).
- Siregar, S., Fatnanta, F., & Muahrdi. (2018). Pengaruh Perubahan Kadar Air Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Stabilisasi Tanah CL-ML Dengan Semen.
- Stocker, D. T. (1963). A Research Project on The Mechanisms of Cement Stabilization of Black Soil. *Aust. Road Research*, 13-29.