

# “TEKNOLOGI”

*Jurnal Ilmu - Ilmu Teknik dan Sains*  
Volume 11 No .1 April 2014

---

## **Penanggung Jawab**

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Pattimura

## **Penerbit**

Fakultas Teknik  
Universitas Pattimura

## **Ketua Dewan Redaksi**

Pieter Th. Berhиту ST. MT

## **Penyunting Pelaksana**

Max Rumaherang, ST., MS.Eng., Ph.D  
Jonny Latuny, ST., M.Eng., Ph.D  
Danny S. Pelupessy, ST., M.Eng

## **Penyunting Ahli**

Prof. Dr. Ir. Sutanto Soehodho, M.Eng  
Prof. Ir. Harsono T., MSIE, Ph.D  
Prof. Dr. Ir. N. V. Huliselan, M.Sc  
Prof. Dr. Ir H Manalip, M.Sc., DEA  
Prof. Aryadi Suwono  
Dr. H. Soefyan Tsauri, M.Sc., APU  
Dr. Ir. A. A Masroeri, M. Eng  
Dr. Ir. Wisnu Wardhana, M.Sc., SE  
Dr. M. K. J Norimarna, M.Sc  
Ir. R. G. Wattimury, M.Eng

## **Sekretariat Redaksi**

Fakultas Teknik Universitas Pattimura  
Jln Ir. M. Putuhena - Poka Ambon  
e-mail: [teknologi@mail.unpatti.ac.id](mailto:teknologi@mail.unpatti.ac.id)  
www: <http://paparisa.unpatti.ac.id/paperrepo>

# KERUSAKAN JALAN AKIBAT PENGARUH KALSIUM OKSIDA PADA RUAS JALAN NASIONAL PADALARANG-CIANJUR

Abraham Kalalimbong \*)

## Abstract

Padalarang-Cianjur national path street on 22+700 km is the place where always happens the frequent damages especially in wet season. It is indicated by the condition of street surface that has very distinctly large deformation. It displays in the wavy forms. It is also performed by instability of land at left and right sides of the street. The condition is worse by the existing of hugely calcium carbon-CaCO<sub>3</sub> mining at the both sides of the street. The firing result of the mining, quicklime (oxide calcium-CaO), is just left remaining in nature. If it rains, the CaO will react with water (H<sub>2</sub>O) and produce hydroxide calcium (Ca(OH)<sub>2</sub>) that will infiltrate into land. Based on the reality, the writer puts big research on the influence of CaO towards the land strength especially the influence towards the shear strength (moving tension) of land. The power of shear strength also depends on the measurement of pore. The more the density, the higher the shear strength and conversely the less the density, the lower the shear strength. Solid land has large touching field. The shear strength is bigger if the area of touching field among pore is larger and normal tension is increasing.

**Keywords:** *shear strength, oxide calcium*

## I. PENDAHULUAN

Diketahui bahwa tanah merupakan salah satu bahan konstruksi yang langsung tersedia dilapangan, dan apabila dapat digunakan akan sangat ekonomis. Seperti pada tanah dasar setiap konstruksi pondasi bangunan apa saja, baik bangunan gedung, bangunan keairan, bangunan transportasi atau konstruksi lapisan dasar (sub base) jalan raya, walaupun demikian, sama halnya seperti bahan konstruksi lainnya, tanah harus dipakai setelah melalui proses pengendalian mutu. Apabila tanah ditimbun secara sembarangan, hasilnya akan merupakan timbunan dengan berat isi yang rendah dan mengakibatkan stabilitas yang rendah dan penurunan tanah yang besar.

Semua pondasi bangunan infrastruktur diletakkan diatas permukaan yang benama tanah. Kita harus pastikan bahwa bangunan yang kita akan dirikan tidak akan mengalami deformasi karena tanah dibawah pondasi tidak mengalami deformasi. Lapis tanah dasar dari suatu konstruksi bangunan jika tidak ditangani maksimal akan mengalami deformasi. Ambil misal pada bangunan konstruksi jalan raya, umumnya jalan raya mengalami deformasi baik penurunan, sweling dan pergerakan lateral.

Pergerakan tanah telah terjadi selama bertahun-tahun dan permukaan jalan terlihat secara nyata mengalami deformasi yang sangat besar. Akibat deformasi ini jalan terlihat bergelombang (kombinasi penurunan dan sweling). Terjadi longsoran dikiri dan kanan jalan( deformasi lateral).

Penanganan pada permasalahan konstruksi tanah dasar harusnya diserahkan kepada orang yang ahli pada bidang ini, yang belajar khusus geoteknik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pengertian teknis secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak kerikat secara kimia (tersementasi) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Butiran atau partikel dari tanah ini bentuk dan ukurannya berbeda-beda, partikel ini relatif bebas bergerak terhadap yang lain, mudah bertranslasi karena getaran atau hanya karena pengaruh gravitasi bumi.

Pengetahuan tentang kekuatan geser tanah sangat penting, untuk menyelesaikan masalah-masalah yang berhubungan dengan stabilitas massa tanah. Bila suatu titik pada sembarang bidang dari suatu massa tanah memiliki tegangan geser yang sama dengan kekuatan gesernya, maka keruntuhan akan terjadi pada titik tersebut.

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis-analisis daya dukung tanah, stabilitas lereng, dan tegangan dorong untuk dinding penahan tanah.

Hipotesis pertama mengenai kuat geser tanah diuraikan oleh Coulomb (1773), sebagai berikut:

$$s = c + v\sigma \dots\dots\dots II.1$$

Dimana:

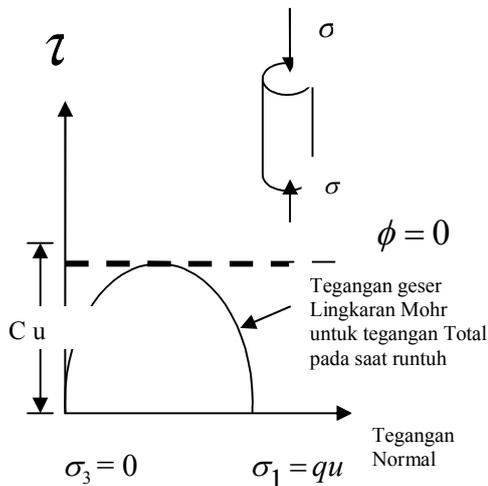
\*) *Abraham kalalimbong; Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UNPATTI*

- s = kuat geser (biasa menggunakan simbol  $\tau$ ) pada bidang yang ditinjau
- c = kohesi, atau pengaruh tarikan antar partikel, hampir tidak tergantung pada tegangan normal pada bidang.
- $\sigma$  = tegangan normal pada bidang yang ditinjau
- v = koefisien friksi antara bahan-bahan yang bersentuhan

Pengujian tekan bebas termasuk hal yang khusus dari pengujian triaxial unconsolidated undrained (UU) yang umum dilakukan terhadap sampel tanah lempung. Pada uji ini, tegangan penyekap  $\sigma_3$  adalah nol. Tegangan aksial dilakukan terhadap benda uji secara relatif cepat sampai mencapai keruntuhan. Pada titik keruntuhan, harga tegangan total utama kecil (total minor principal stress) adalah nol dan tegangan total utama besar adalah  $\sigma_1$  (Gambar 2.1). Karena kekuatan geser kondisi air-termampatkan dari tanah tidak tergantung pada tegangan penyekap, maka:

$$\tau_f = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{q_U}{2} = c_U \dots\dots\dots \text{II.2}$$

$q_U$  diatas kita kenal sebagai kekuatan tekanan tanah kondisi tak tersekap.



Gambar II.1. Lingkaran Mohr untuk uji Unconfined compression .

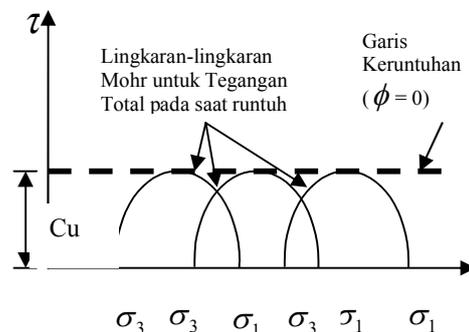
Secara teoritis, untuk tanah lempung jenuh air yang sama uji tekanan tak tersekap mampu dalam kondisi air termampatkan-tak terkendali (UU) akan menghasilkan harga  $c_U$  yang sama. Tetapi pada kenyataannya pengujian unconfined compression pada tanah lempung jenuh-air biasanya menghasilkan harga  $c_U$  yang sedikit

lebih kecil dari harga yang didapat dari pengujian UU.

Pada uji UU, kita tidak diizinkan mengalirkan air dari dan ke benda uji selama memberikabn tekanan sel  $\sigma_3$ . Benda uji tadi kita uji sampai runtuh dengan memberikan tegangan deviator  $\Delta\sigma_d$  (diarah aksial) tanpa memperbolehkan pengaliran air (dari dan ke dalam benda uji). Karena pengaliran air tidak dapat terjadi dikedua tahap tersebut, maka uji ini dapat diselesaikan dengan cepat. Karena adanya tegangan sel  $\sigma_3$ , tegangan air pori didalam benda uji tanah tersebut akan naik menjadi  $u_C$ . Kemudian tegangan air pori ini akan naik lagi sebesar  $\Delta u_d$  akibat dari pemberian tegangan deviator. Jadi tegangan total air pori didalam benda uji pada tahap pemberian tegangan deviator adalah  $u = u_C + \Delta u_d$ .

Pada umumnya, pengujian ini kita lakukan dengan sampel tanah lempung, dan uji ini menyajikan konsep kekuatan geser tanah yang sangat penting untuk tanah berkohesi yang jenuh air. Tambahan tegangan aksial pada saat tanah mencapai keruntuhan ( $\Delta\sigma_d$ )<sub>f</sub> akan praktis selalu sama besarnya, berapapun besarnya harga tegangan sel yang ada. Hal ini terlihat pada Gambar 2.2. Garis keruntuhan untuk tegangan total dari lingkaran-lingkaran tegangan Mohr berbentuk garis horisontal dan disebut sebagai garis  $\phi = 0$  dan  $\tau_f = c_U$ .

Dengan  $c_U$  adalah kekuatan geser air-termampatkan (undrained shear strength) yang besarnya sama dengan jari-jari lingkaran Mohr.



Gambar II.2. Lingkaran-lingkaran Mohr yang didapat dari uji Triaxial UU

Ini adalah pengujian tertua dan dalam bentuk yang paling sederhana untuk suatu susunan uji geser. Alat uji tersebut terdiri dari sebuah kotak logam berisi sampel tanah yang akan diuji. Sampel tanah tersebut dapat berbentuk penampang bujur sangkar atau lingkaran.

Tergantung dari alatnya uji geser ini dapat dilakukan dengan cara tegangan geser terkendali, dimana penambahan gaya geser dibuat konstan dan diatur, atau dengan cara tegangan terkendali dimana kecepatan geser yang diatur.

Pada pengujian tertentu, tegangan normal dapat dihitung sebagai berikut:

$$\sigma = \text{teg normal} = \frac{G.\text{normal}}{\text{Luas penampang lintang sampel}} \dots \text{II.3}$$

Tegangan geser yang melawan pergerakan geser dapat dihitung sebagai berikut:

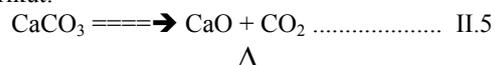
$$\tau = \text{Tegangan geser} = \frac{\text{Gaya geser yang melawan gerakan}}{\text{Luas penampang lintang sampel tanah}} \dots \text{II.4}$$

Ada dua jenis dasar kapur: kalsium tinggi dan magnesium tinggi (dolomitik). Istilah “lime” (kapur) merupakan istilah yang rancu, sering dikonotasikan dengan berbagai tipe dari material ‘calcareous’ (tanah berkapur). Tetapi menurut definisi Webster, hanya dimaksudkan untuk “quick lime” (kalsium oksida) atau ‘hydrated lime’ (kalsium hidroksida) yang merupakan bentuk hasil pembakaran “limestone” (batu kapur atau kalsium karbonat) yang telah bereaksi dengan air.

Kalsium oksida (quicklime) dihasilkan dari tanur dimana kalsium karbonat dipanaskan hingga mencapai suhu 1800°F sampai karbon dioksida dikeluarkan. Kalsium hidroksida (hydrated lime) biasanya dibuat dengan cara menambahkan air pada kalsium oksida (quick lime), tetapi dapat pula dihasilkan sebagai suatu hasil produk manufaktur asetilin (acetylene) dan karbit (carbide).

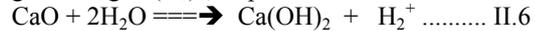
Kalsium karbonat yang terdapat di alam sebagai batuan gunung (batu kapur atau limestone, marmer), terbentuknya dari proses alam yang dikenal sebagai stalagtit & stalagmit. Bahan ini digunakan sebagai bahan baku semen, keramik, bahan bangunan dan juga sebagai bahan baku pupuk

Proses pembentukan kalsium oksida seperti reaksi berikut:



Kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) dibakar menghasilkan kalsium oksida (CaO) atau kapur tohor dan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

Sedangkan kalsium oksida (CaO) jika dicampur dengan air (H<sub>2</sub>O) akan bereaksi membentuk kalsium hidroksida (Ca(OH)<sub>2</sub>) atau air kapur dan gas hidrogen (H<sub>2</sub>)<sup>+</sup>, seperti reaksi berikut:



Karena hasil reaksi ini adalah basa maka memiliki sifat-sifat yang licin. Kalsium hidroksida berupa suspensi air kapur akan meresap kedalam tanah sebagai air pori dari tanah. Kalsium hidroksida yang terkandung didalam pori-pori tanah sedikit banyaknya akan mempengaruhi shear strength tanah.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Seperti kita ketahui bahwa tanah terdiri dari tiga fase, pertama tanah itu sendiri, kedua air dan ketiga adalah udara. Tanah juga dapat digolongkan menjadi dua bagian, pertama tanah itu sendiri dan kedua rongga, rongga atau pori terbagi dua yaitu air dan udara. Keapatan atau kerapatan tanah tergantung dari besar kecilnya pori. Kekuatan shear strength juga tergantung dari besar kecilnya pori. Makin tinggi kerapatan makin tinggi shear strength dan sebaliknya makin rendah kerapatan makin rendah pula shear strength. Tanah yang padat memiliki bidang sentuh dengan permukaan butiran lain makin luas. Shear strength makin besar jika luas bidang sentuh permukaan antar butir makin luas dan tekanan normal antar butir bertambah. Cuaca, hujan dan panas akan mepegaruhi fluktuasi volume air pori, peningkatan air pori mengurangi shear strength tanah.

Dalam penulisan ini fokus penelitian pada penurunan shear strength akibat meningkatnya air pori, dibandingkan dengan penurunan shear strength akibat meningkatnya pengaruh kalsium oksida (H<sub>2</sub>O+CaO) didalam air pori.

#### Persiapan Material

##### (1) Tanah

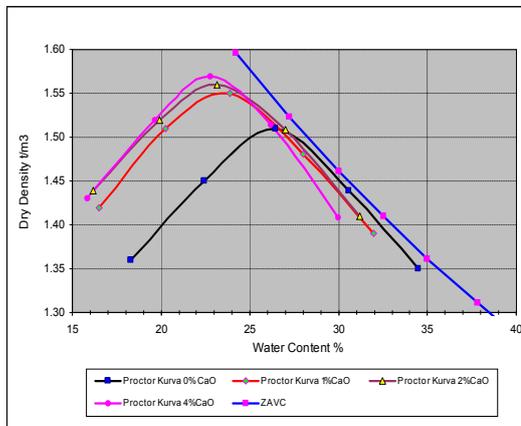
Persiapan penelitian ini berupa pengambilan sampel atau contoh tanah (disturbed) dari lokasi penelitian (km 22+700 ruas jalan Nasional Padalarang-Cianjur), tepat disisi sebelah utara jalan. Sampel tanah diambil dari kedalaman sekitar 0.5 m s/d 1.5 m dibawah permukaan tanah. Untuk maksud mengambil kadar air lapangan maka sampel dikemas sedemikian rupa agar kadar air lapangan sama pada saat penimbangan sampel sebelum dioven. Sedangkan bagian yang terbesar

(± 500 kg) dari sampel dibiarkan kering udara, kemudian diayak dengan saringan No. 4. Kemudian sampel yang kering udara dan telah disaring dipertahankan kadar airnya dipersiapkan untuk percobaan yang lain.

**(2) Kapur (Kalsium Oksida atau CaO)**

Jenis kapur yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah “Kalsium Oksida” (CaO) yang diproduksi disekitar lokasi penelitian. Karena resapan akibat kalsium hidroksida serta butiran halus dari kapur cenderung meresap kedalam pori-pori tanah dengan bantuan air pada saat hujan. Inspirasi ini membuat penulis melakukan penelitian tentang pengaruh shear strength tanah akibat pengaruh suspensi kapur dalam tanah. Dengan perhitungan volume pori dari pada tanah, maka volume serbuk kapur yang dicampurkan dalam penelitian ini lebih kecil atau sama dengan volume pori tanah atau sampel. Bahan kapur (kadar bervariasi) yang dicampurkan dengan tanah adalah yang lolos saringan No. 200. Hasil pencampuran dicuring lalu dipadatkan pada kadar air optimum (Wopt) kemudian dicetak untuk uji.

**IV. HASIL DAN ANALISA DATA**

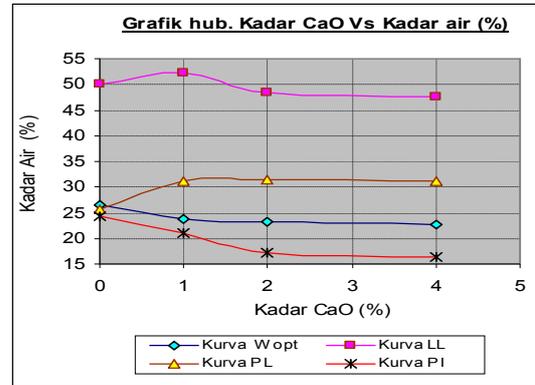


Gambar IV.1. Kurva pemadatan Proctor standard untuk masing-masing kadar CaO

Analisa dari hasil pemadatan diatas untuk percobaan kompaksi tanpa pengaruh CaO maka kepadatan maksimum tercapai ketika volume kadar air mendekati volume pori, kadar air disini tidak lain adalah kadar air optimum. Untuk kepadatan maksimum yang dipengaruhi CaO maka volume kadar air kepadatan maksimumnya lebih kecil dari pada volume kadar

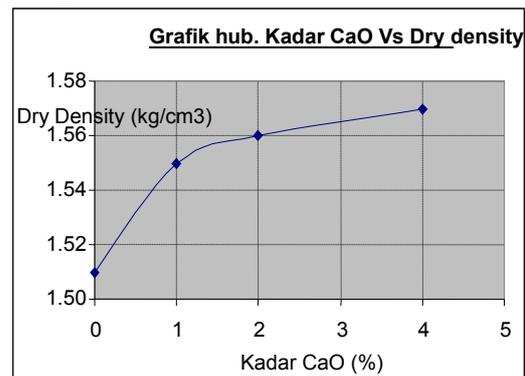
air pada kepadatan maksimum tanpa pengaruh CaO.

Pada setiap kepadatan maksimum dimana terdapat kadar air optimum dan dry density maks, terlihat lintasan kurva hubungan kadar CaO dengan Wopt (%) menurun seperti pada gambar IV.2.



Gambar IV.2. Grafik hubungan kadar CaO (%) vs Kadar Air (%).

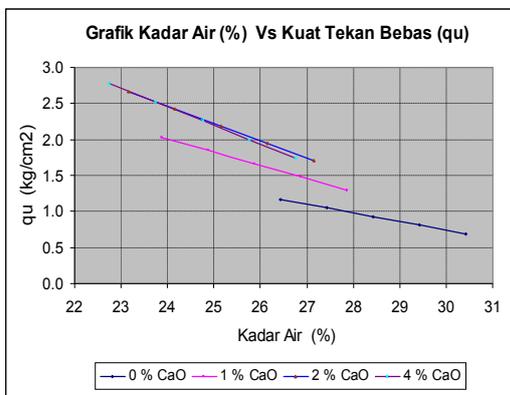
Penurunan kurva kadar air optimum berarti kadar air untuk pemadatan maksimum berkurang disetiap peningkatan kadar CaO. Berkurangnya kadar air kepadatan maksimum pada pengaruh CaO dari pada kadar air kepadatan maksimum tanpa pengaruh CaO karena ruang dari volume air pori yang hilang diisi oleh volume CaO yang ditambahkan, yang berarti pula pori diisi dengan butiran CaO dan mengakibatkan benda uji makin padat atau kurva dry density makin naik seperti pada gambar IV.3. dibawah.



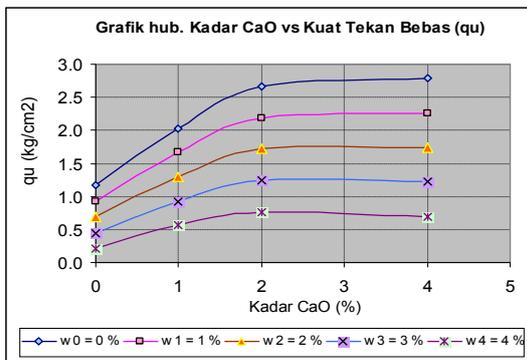
Gambar IV.3. Grafik hubungan kadar CaO (%) vs Dry Density,  $\gamma_d$  (kg/cm<sup>3</sup>)

Kuat tekan bebas (qu) sampel yang tidak dipengaruhi oleh kalsium oksida (CaO) lebih rendah dari pada sampel yang dipegaruhi oleh kalsium oksida dan qu meningkat seiring dengan peningkatan kadar kalsium oksida pada masing-

masing pemadatan kadar air optimum dan dry density maksimum. Akan tetapi pengaruh air sangat mempengaruhi penurunan kuat tekan bebas pada sampel yang mengandung kalsium oksida. Pada kurva kadar CaO 2% dan 4% pada gambar IV.4 hubungan kadar air dengan kuat tekan bebas memperlihatkan lintasan kurva sedikit berimpit akan tetapi kurva untuk kadar CaO 4% lebih terjal. Kurva kadar CaO 1% lebih rendah dan landai dibanding dengan kurva kadar CaO 2%. Selanjutnya untuk kurva tanpa pengaruh CaO lebih rendah lagi dan landai dibanding dengan kurva yang terpengaruh dengan CaO (lihat gambar IV.4).



Gambar IV.4. Grafik hubungan kadar air vs kuat tekan bebas pada perc. UCS



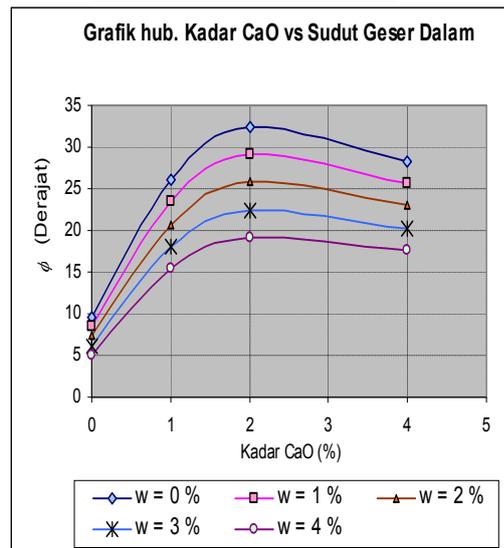
Gambar IV.5. Grafik hub. Kadar CaO (%) dengan Kuat Tekan Bebas (qu) percobaan UCS.

Kondisi sama pada kekuatan geser ( $S_u$ ) pengaruh kadar air yang sama mengakibatkan penurunan kuat geser yang berbeda pada sampel tanpa pengaruh atau pengaruh kalsium oksida. Penurunan kuat geser lebih besar seiring pertambahan kadar kalsium oksida pada masing-masing penambahan kadar air yang sama.

Perbandingan nilai  $q_u$  yang turun pada waktu pemeraman (curing) yang sama 4 hari, dimana terlihat saat  $q_u$  turun 1% pada sampel tanpa pengaruh CaO nilai  $q_u$  untuk sampel terpengaruh CaO turun lebih besar 1,87 % untuk sampel dengan pengaruh CaO 1%, seterusnya seperti pada tabel IV.1.

Tabel IV.1. Perbandingan prosentase penurunan nilai  $q_u$  yang terpengaruh CaO terhadap penurunan 1%  $q_u$  tanpa pengaruh CaO perc.UCS test

Kandungan CaO (%)	Penurunan $q_u$ (%)
0	1,00
1	1,87
2	2,56
4	2,60



Gambar IV.6. Grafik hubungan kadar CaO vs sudut geser dalam ( $\phi$ ).

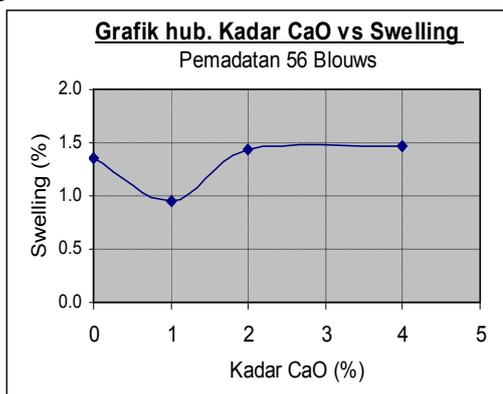
Penurunan nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) pada sampel tanpa pengaruh kalsium oksida akibat kenaikan kadar air 4% adalah 4,52% kecil dibanding pada sampel terpengaruh kalsium oksida pada peningkatan kadar air yang sama nilai penurunan  $\phi$  sangat besar. Terlihat pada gambar IV.6 bahwa diantara kurva yang terpengaruh kalsium oksida penurunan  $\phi$  lebih besar adalah pada sampel yang mengandung 2% kalsium oksida.

Tabel IV.2. Perbandingan prosentase penurunan nilai  $\emptyset$  yang terpengaruh CaO terhadap penurunan 1%  $\emptyset$  tanpa pengaruh CaO perc.triaxial UU test

Kandungan CaO (%)	Penurunan $\emptyset$ (%)
0	1,00
1	4.03
2	4.46
4	3.84

Untuk parameter  $\emptyset$  pada pemeraman (curing) yang sama 4 hari, maka perbandingan nilai  $\emptyset$  yang turun pada sampel tanpa pengaruh CaO dengan sampel yang terpengaruh CaO seperti pada tabel IV.2 diatas. Prosentase penurunan nilai  $\emptyset$  untuk sampel tanpa pengaruh CaO lebih kecil, untuk  $\emptyset$  turun 1% pada sampel tanpa pengaruh CaO sementara  $\emptyset$  untuk sampel terpengaruh CaO turun lebih besar 4,03 % untuk sampel dengan pengaruh CaO 2%, nilai penurunan  $\emptyset$  paling tinggi 4,46%.

Grafik hubungan kadar kalsium oksida (CaO) dengan swelling mirip dengan grafik hubungan kadar CaO dengan CBR kondisi unsoaking. Swelling pada kadar CaO 1% mengalami penurunan dari swelling tanpa pengaruh CaO, sedangkan swelling pada kadar CaO 2% dan 4% berturut-turut meningkat, untuk jelasnya lihat gambar IV.7 dibawah.



Gambar IV.7. Grafik hubungan kadar CaO dengan Swelling,

pemadatan 56 blows.

Sweling pada kadar CaO 1% lebih rendah 0,945% dibanding dengan sampel tanpa pengaruh CaO 1,36%, Sampel dengan kadar CaO 2% memiliki swelling 1,434% dan kadar CaO 4% memiliki swelling 1,470%, ini terjadi karena dalam

partikel-partikel lempung hanya terdapat kalsium oksida 1% yang berarti volume 1% lebih kecil dari rongga pori yang ada.

Paartikel CaO 1% setelah menarik molekul air dimana pori masih cukup ruang untuk terjadi ikatan antar molekul CaO dan molekul air. Proses terjadinya pengikatan molekul air oleh molekul CaO sampai selesai pengikatan (molekul air meresap kedalam pori-pori sampel) tidak terjadi tekanan pori yang melebihi gaya kohesi (C) atau tekanan negatif pada sampel uji yang bersangkutan, dengan demikian swelling lebih kecil dibanding dengan sampel yang lain. Sampel yang tidak terpengaruh dengan CaO pengembangan lebih besar karena semua molekul lempung dapat menarik molekul air, pengembangan pada kadar CaO 1% lebih kecil karena sebagian molekul lempung berikatan dengan molekul CaO dengan demikian hanya sebagian molekul lempung yang menarik/berikatan dengan molekul air.

## V. KESIMPULAN

- 1) Kurva kadar air optimum ( $W_{opt}$ ) menurun untuk setiap peningkatan kadar kalsium oksida (CaO),  $W_{opt}$  turun sebesar 2,56% dari sampel yang tidak terpengaruh CaO ke yang berkadar CaO 1%,  $W_{opt}$  turun sebesar 0,71% dari sampel yang berkadar CaO 1% ke yang berkadar CaO 2%, selanjutnya  $W_{opt}$  turun sebesar 0,41% dari sampel yang berkadar CaO 2% ke sampel yang berkadar CaO 4%. Sedangkan kurva dry density ( $\gamma_d$ ) maksimum meningkat untuk setiap peningkatan kadar kalsium oksida,  $\gamma_d$  meningkat sebesar 0,04  $kg/cm^3$  dari sampel yang tidak terpengaruh kalsium oksida (CaO) ke yang berkadar CaO 1%,  $\gamma_d$  meningkat sebesar 0,01  $kg/cm^3$  dari sampel yang berkadar CaO 1% ke yang berkadar CaO 2%, kemudian  $\gamma_d$  meningkat sebesar 0,01  $kg/cm^3$  dari sampel yang berkadar CaO 2% ke sampel yang berkadar CaO 4% .
- 2) Kadar air untuk pemadatan maksimum berkurang disetiap peningkatan kadar CaO. Berkurangnya kadar air kepadatan maksimum pada pengaruh CaO dari pada kadar air kepadatan maksimum tanpa pengaruh CaO karena ruang dari volume air yang hilang diisi oleh volume CaO yang ditambahkan, yang berarti pula pori diisi dengan butiran CaO dan mengakibatkan benda uji makin padat atau kurva dry density maksimum makin naik.
- 3) Penambahan kadar air yang sama dan waktu pemeraman yang sama maka mengakibatkan sampel yang terpengaruh dengan CaO

menyerap air lebih banyak dari sampel yang tidak terpengaruh dengan CaO.

- 4) Penurunan kuat tekan bebas ( $q_u$ ) pada benda uji dalam percobaan unconfined compression stress (UCS test) tanpa pengaruh CaO akibat kenaikan kadar air 1% adalah  $0,24 \text{ kg/cm}^2$  kecil dibanding penurunan  $q_u$  pada sampel-sampel yang terpengaruh kalsium oksida pada peningkatan kadar air yang sama, berturut-turut untuk nilai pengaruh CaO 1%, 2% dan 4% penurunan  $q_u$  adalah  $0,37 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,47 \text{ kg/cm}^2$  dan  $0,52 \text{ kg/cm}^2$  untuk tiap kenaikan kadar air 1%, hubungan ini berbanding lurus seiring dengan peningkatan kadar kalsium oksida dan peningkatan kadar air.
- 5) Pertambahan kadar air yang sama mengakibatkan laju penurunan Kohesi ( $C$ ) pada sampel tanpa pengaruh CaO lebih cepat sedangkan sampel dengan pengaruh CaO yang berbeda (CaO 1%, 2%, dan 4%) memiliki laju penurunan kohesi yang rendah, lintasan kurva penurunan kohesi landai dan mendekati sejajar. Ini terjadi karena kemampuan molekul CaO mengikat molekul air lebih besar dibanding mineral tanah mengikat molekul air yang lebih lemah.
- 6) Sudut geser dalam ( $\phi$ ) untuk semua sampel yang dipengaruhi oleh kalsium oksida lebih besar dari pada sampel yang tidak dipegaruhi oleh kalsium oksida. Air sangat mempengaruhi laju penurunan  $\phi$  pada sampel yang mengandung kalsium oksida.
- 7) Grafik hubungan kadar kalsium oksida dengan swelling, pada kadar kalsium oksida 1% swelling lebih kecil dibanding tanpa pengaruh kalsium oksida dan swelling makin meningkat dengan seiring dengan peningkatan kadar kalsium oksida.
- 8) Dalam penelitian ini didapatkan bahwa Kalsium Oksida dapat mempengaruhi kekuatan tanah pada lokasi penelitian kilometer 22+700 ruas jalan nasional Padalarang- Cianjur.

#### SARAN

- (1) Proteksi terhadap lapis perkerasan jalan dari pengaruh Kalsium Oksida harus dilakukan dengan membuat sistem drainase jalan yang baik, tidak memberi kesempatan resapan Kalsium Hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) masuk kedalam tanah bawah lapis perkerasan.
- (2) Pergantian materian bawah lapis perkerasan perlu dipertimbangkan dan lapisan yang dikeraskan dipertebal.

- (3) Perlu dibuat bangunan yang dapat menahan pergerakan tanah lateral mengingat permukaan tanah yang dilalui trase jalan sangat miring, dan lapisan tanah bawah perkerasan mengandung kalsium oksida 3,55 %, dimana setiap musim hujan akan terjadi resapan dan mempengaruhi kekuatan daya dukung tanah bawah lapis perkerasan.
- (4) Perlu dipikirkan untuk merelokasi pabrik-pabrik penambangan kalsium oksida yang ada disekitar ruas jalan Nasional Padalarang-Cianjur.
- (5) Penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kalsium oksida terhadap shear strength tanah pada sekitar lokasi penelitian ini diharapkan dilakukan pada skala yang lebih luas lagi karena hasil penelitian ini didapatkan bahwa Kalsium Oksida dapat mempengaruhi/menurunkan kekuatan tanah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing Material (1996), **Annual Book of ASTM Standarts 04.08**, Philadelphia, USA.
- Cheng Liu, Jack B.Evett. “**Soil Properties: Testing, Measurement, and Evaluation**” University of Nort Carolina at Charlotte.
- Joseph E.Bowles, (1984) “**Physical and Geotechnical Properties of Soils**” second edition. Consulting Engineer/Software
- R.F. CRAIG, (1987). “**Soil Mechanics**”. Department of Civil Engineering, University of Dundee.
- Karl Terzaghi; Ralph B. Peck, (1967). “**Soil Mechanics in Engineering Practice, 2nd edition**”. Civil Engineering Harvard University; University of Illionis
- T. William Lambe, Robert V. Whitman, (1969). “**Soil Mechanics**”. Massachusetts Institute of Technology.
- William H. Perloff, William Baron, (1976), “**Soil Mecanics**”. Purdue University, Clemson University.
- Robert D. Holtz, William D. Kovacs, (1981), “**An Introduction to Geotechnical Engineering**”. Purdue University.
- Amir Wadi Al-Khafaji ; Orlando B. Andersland, (1992), “**Geotechnical Engineering and Soil Testing**”. Bradley University, Michigan State University.
- Geoff Rayner – Canham, (1999). “**Descriptive Inorganic Chemistry, 2nd edition**”. Sir

*Abraham Kalalimbong; Kerusakan Jalan Akibat Pengaruh Kalsium Oksida Pada Ruas Jalan Nasional 2017*  
*Padalarang-Cianjur*

Wilfred Grenfell College Memorial  
University.  
M.Clyde Day, Jr.-Joel Selbin, 1987. **“Kimia  
Organik Teori”**. Louisiana State University  
Baton Rouge, Louisiana.