

PENGARUH PENAMBAHAN BATU KUMBUNG PADA TANAH DI DAERAH LAMONGAN TERHADAP NILAI *CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST*

Machfud Ridwan)¹, Nur Suma Retno Wati)²

Machfud Ridwan

)¹Tenaga Akademik Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: machfud.unesa@gmail.com

)²Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: nursumarere@gmail.com

Abstrak

Permasalahan yang sering ditemui menyangkut kekuatan dan keawetan konstruksi jalan adalah perubahan bentuk dari jenis tanah tertentu akibat beban lalu lintas, sehingga menyebabkan jalan tersebut rusak. Tanah Lamongan misalnya, dimana kondisinya ditandai dengan adanya ruas-ruas jalan yang banyak mengalami keretakan, penurunan pondasi jalan, serta permukaan jalan yang bergelombang dan berongga akibat daya dukung tanahnya kurang baik. Salah satu cara untuk memperbaikinya yaitu dengan stabilisasi tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan batu kumbang pada tanah dari Lamongan terhadap nilai *California Bearing Ratio (CBR)* tes. Dengan demikian diharapkan penelitian ini bisa digunakan sebagai parameter untuk meningkatkan daya dukung tanah terhadap perkerasan jalan.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium dengan cara membuat campuran tanah Lamongan dengan batu kumbang dengan berbagai variasi campuran batu kumbang yaitu : 0%, 4%, 8% dan 12%. Pada penelitian ini dilakukan *test atterberg*, yaitu test batas cair (LL) dan batas plastis (PL), dari nilai tersebut akan diketahui nilai indeks plastisitasnya (IP). Sedangkan kondisi kadar air tanah yang digunakan adalah kadar air optimum dari hasil *Standart Proctor Test*. Jumlah benda uji adalah 4 (empat) buah yang terdiri beberapa campuran batu kumbang tersebut di atas. Selanjutnya, semua contoh benda uji (tanah) mendapatkan perlakuan yang sama sebelum di test perkerasan jalan dengan alat *California Bearing Ratio* tanpa rendaman (*CBR unsoaked*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar penambahan batu kumbang pada tanah Lamongan, maka nilai *CBR unsoaked* semakin tinggi. Besarnya nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” untuk tanah Lamongan asli sebesar 2,88%, untuk penambahan batu kumbang 4% sebesar 4,96%, untuk penambahan batu kumbang 8% sebesar 17,43%, dan untuk penambahan batu kumbang 12% sebesar 22,61%. Pada penetrasi 0,2” untuk tanah Lamongan asli sebesar 2,39%, untuk penambahan batu kumbang 4% sebesar 4,37%, untuk penambahan batu kumbang 8% sebesar 16,19%, dan untuk penambahan batu kumbang 12% sebesar 21,56%. Dari hasil analisis diperoleh prosentase penambahan batu kumbang yang dapat memenuhi persyaratan *subgrade* 4% adalah sebesar 2,17% untuk penetrasi 0,1” dan sebesar 3,36% untuk penetrasi 0,2”.

Kata kunci : Tanah Lamongan, Penambahan Batu Kumbang, *California Bearing Ratio (CBR)*.

ABSTRACT

The problems which often be found concerning the strength and durability of pavement construction is deformation of certain spesific gravity result effected by traffic load, causing the demaged road. Lamongan soils for example, wherein condition characterized by road segments with many have cracks, a decrease in road base, and the road surface are wavied and hollowed as the result of soil bearing capacity is not good. A way to improved this condition is soil stabilization. This research is aims to know the influence of white stone addition on the soil of Lamongan toward *California Bearing Ratio (CBR)* value. Which expected this research to be used as a parameter to improved soil bearing capacity on the pavement of road.

This research is an experimental research which is conducted in laboratory by making a mixture of Lamongan soil with adding presentage variation of white stone by : 0%, 4%, 8%, and 12%. Atterberg test that conducted on this research are a liquid limit (LL) test and plastic limit (PL) test by which the plasticity indeks (IP) values will be counted. The soil water content used in this research is the optimum moisture content resulted from standart proctor test. The specimen number are 4 (four) pieces consists of the white

stone adding variation above. Furthermore, all of the soil test specimens reserving the same treatment before the pavement test by using California Bearing Ratio without immersion (Unsoaked CBR).

The results showed that the greater the addition of white stone on the Lamongan soil the higher the Unsoaked CBR value. The magnitude of the CBR value in 0,1" penetration of Lamongan native soil is 2,88%, for white stone addition 4% is 4,96%, for white stone additon 8% is 17,43%, and for white stone addition 12% is 22,61%. In 0,2" penetration of Lamongan native soil is 2,39%, for white stone addition 4% is 4,37%, for white stone addition 8% is 16,19%, and for white stone addition 12% is 21,56%. The results of this analysis showed that percentage of white stone addition wich can meet the requirements of subgrade >4% are 2,17% for 0,1" penetration and 3,36% for 0,2" penetration.

Keywords: Lamongan soil, White Stone Addition, California Bearing Ratio (CBR).

PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering ditemui menyangkut kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan adalah perubahan bentuk tetap dari jenis tanah tertentu akibat beban lalu lintas, sehingga mengakibatkan jalan tersebut rusak. Tanah-tanah dengan plastisitas tinggi cenderung mengalami hal tersebut (Sukirman, 1999: 15). Kendala yang dihadapi akan semakin besar apabila material pengganti yang lebih sulit didapatkan di sekitar daerah konstruksi tersebut.

Tanah Lamongan sama halnya dengan tanah di daerah-daerah lainnya, namun yang membedakan adalah warnanya yang coklat tua kehitaman. Lamongan merupakan dataran rendah dengan kondisi topografi tanah pasir, lempung, lanau dan jenis endapan lainnya. Kondisi tersebut juga ditandai dengan adanya ruas-ruas jalan yang banyak mengalami keretakan, penurunan pada pondasi jalan, serta permukaan jalan yang bergelombang dan berongga akibat dari daya dukung tanahnya kurang baik, sehingga menyebabkan dampak negatif bagi pengguna jalan. Salah satu usaha untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah yaitu dengan stabilisasi tanah (Hardiyatmo, 2010: 1).

Stabilitas tanah merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk memperbaiki tanah. stabilisasi tanah juga merupakan suatu cara untuk memperbaiki tanah dengan menambah material tambahan yang berfungsi meningkatkan kekuatan tanah. Stabilisasi tanah yang akan digunakan adalah stabilisasi dengan menggunakan bahan-tambah (*additivies*) atau yang sering disebut juga stabilisasi kimiawi bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, dengan mencampur tanah dengan bahan-tambah dengan perbandingan tertentu.

Upaya untuk menstabilisasi tanah pada daerah Lamongan tersebut dengan menambahkan bahan-tambah yaitu batu kumpang. Alasan dipilihnya batu kumpang sebagai bahan- tambah yang digunakan, karena batu kumpang merupakan bahan yang terbilang relatif murah dan mudah didapatkan, serta daerah Lamongan juga

mempunyai cadangan batu kumpang yang sangat banyak. Batu kumpang sendiri merupakan batuan sedimen yakni batuan dari endapan kapur atau batuan dolomite yang ditambang dari perbukitan dan dipotong-potong persegi dengan berbagai ukuran sesuai dengan fungsi dan kegunaannya.

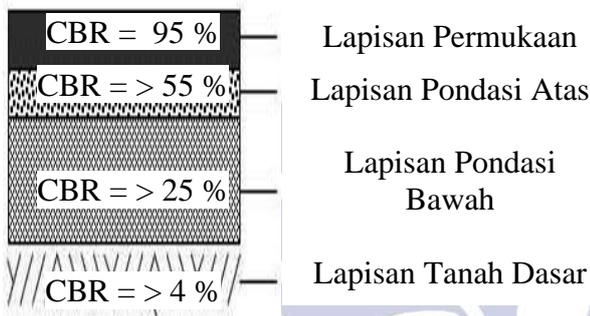
Kekuatan dan keawetan perkerasan jalan itu sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar, dengan demikian pada perencanaan pembuatan jalan harus diadakan suatu pemeriksaan tanah yang akan dijadikan tanah dasar yang berfungsi untuk mendukung pengerasan jalan. Masalah-masalah yang sering ditemui menyangkut tanah dasar adalah:

1. Perubahan bentuk tetap dari jenis tanah tertentu akibat beban lalu lintas. Tanah-tanah dengan plastisitas tinggi cenderung untuk mengalami hal tersebut. Lapisan-lapisan tanah lunak yang terdapat di bawah tanah dasar harus diperhatikan.
2. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air. Hal ini dapat dikurangi dengan memadatkan tanah pada kadar air optimum sehingga mencapai kepadatan tertentu sehingga perubahan volume yang mungkin terjadi dapat dikurangi.
3. Daya dukung tanah dasar yang tidak merata disebabkan akibat adanya tanah yang berbeda jenisnya. Penelitian yang seksama atas jenis dan sifat tanah dasar sepanjang jalan dapat mengurangi akibat tidak meratanya daya dukung tanah dasar. Perencanaan tebal perkerasan dapat dibuat berbeda dengan membagi jalan menjadi segmen-segmen berdasarkan sifat tanah yang berlainan.
4. Daya dukung tanah yang tidak merata akibat pelaksanaan yang kurang baik akan menyebabkan penurunan pada lapisan-lapisan tanah dasarnya. Hal ini akan lebih buruk apabila tanah dasarnya merupakan jenis tanah berbutir kasar dengan tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas ataupun akibat

- berat tanah dasar itu sendiri (pada tanah dasar timbunan).
- Perbedaan penurunan (*differential settlement*) akibat terdapat lapisan-lapisan tanah lunak dibawah tanah dasar akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk tetap. Hal ini dapat diatasi dengan melakukan penyelidikan tanah dengan teliti.
 - Kondisi geologis dari lokasi jalan perlu dipelajari dengan teliti, jika ada kemungkinan lokasi jalan berada pada daerah patahan, dan lain sebagainya.

Pada umumnya, perkerasan jalan terdiri dari beberapa jenis lapisan perkerasan yang tersusun dari bawah ke atas, sebagai berikut :

- Lapisan tanah dasar (*subgrade*)
- Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
- Lapisan pondasi atas (*base course*)
- Lapisan permukaan / penutup (*surface course*)



Sumber : S.P. Bindra, 1981 : 374

Gambar 2.4 Lapisan Perkerasan Jalan Lentur

Lapisan perkerasan jalan berfungsi untuk menerima beban lalu-lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya terus ke tanah dasar.

- Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Menurut Spesifikasi, tanah dasar adalah lapisan paling atas dari timbunan badan jalan setebal 30 cm, yang mempunyai persyaratan *subgrade*, yaitu dengan kepadatan dan daya dukungnya (CBR) > 4%.

Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah urugan yang didatangkan dari tempat lain atau tanah yang distabilisasi dan lain lain. Ditinjau dari muka tanah asli, maka lapisan tanah dasar dibedakan atas :

- Lapisan tanah dasar, tanah galian.
- Lapisan tanah dasar, tanah urugan.

- Lapisan tanah dasar, tanah asli.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

- Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) akibat beban lalu lintas.
- Sifat mengembang dan menyusutnya tanah akibat perubahan kadar air.
- Daya dukung tanah yang tidak merata akibat adanya perbedaan sifat-sifat tanah pada lokasi yang berdekatan atau akibat kesalahan pelaksanaan misalnya kepadatan yang kurang baik

- Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapisan pondasi bawah adalah lapisan perkerasan yang terletak diatas lapisan tanah dasar dan di bawah lapisan pondasi atas dan mempunyai persyaratan *subbase course*, yaitu dengan kepadatan dan daya dukungnya (CBR) > 25%.

- Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan, yang mempunyai persyaratan *base course*, yaitu dengan kepadatan dan daya dukungnya (CBR) > 55%.

- Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang bersentuhan langsung dengan beban roda kendaraan, juga mempunyai kepadatan dan daya dukungnya (CBR) > 90%.

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dan campuran tanah agregat yang dipadatkan dilaboratorium pada kadar air tertentu. Harga CBR dinyatakan dalam persen, jadi besaran CBR adalah prosentase atau perbandingan antara daya dukung tanah yang diteliti dibandingkan dengan daya dukung batu pecah standard pada nilai penetrasi yang sama 0.1 inch dan 0.2 inch. (*Shirley L.H, 1994 : 30*).

Nilai CBR merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam perhitungan struktur perkerasan jalan raya. Semakin besar nilai CBR, semakin besar pula daya dukung tanah dasar sehingga untuk beban lalu lintas yang sama akan membutuhkan ketebalan perkerasan yang lebih tipis. Ditinjau dari sisi finansial, pengurangan ketebalan perkerasan akan berdampak pada penghematan biaya konstruksi jalan Menurut (*Shirley L. Hendarsin, 1994*).

Berdasarkan uraian diatas, ditemukan permasalahan yang dapat diambil dalam penelitian,

yaitu bagaimana pengaruh penambahan batu kumpang terhadap nilai *California Bearing Ratio (CBR) Test* pada tanah di daerah Lamongan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan batu kumpang terhadap nilai *California Bearing Ratio (CBR)* pada tanah di daerah Lamongan.

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian berikut ini antara lain, bagi masyarakat adalah sebagai gambaran dalam memberikan alternatif untuk membantu menyelesaikan masalah yang berhubungan tentang karakteristik tanah di Lamongan, pemanfaatan batu kumpang, stabilisasi tanah, serta dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pembangunan konstruksi jalan dalam mengambil kebijakan tentang metode yang digunakan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode pengujian (eksperimen) di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Negeri Surabaya. Eksperimen yang dilakukan meliputi pembuatan campuran tanah dan limbah batu kumpang, dengan variasi campuran limbah batu kumpang yaitu : 0%, 4%, 8%, dan 12% dari berat tanah kering.

Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan penelitian ini adalah:

1. Variabel Bebas
Variabel yang sengaja dipelajari pengaruhnya (dengan mengubah atau memanipulasi) terhadap variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penambahan masing-masing prosentase limbah batu kumpang.
2. Variabel Terikat
Variabel akibat keadaannya akan tergantung pada variabel bebas. Sehingga variabel terikat pada penelitian ini adalah nilai *California Bearing Ratio (CBR)*.
3. Variabel Kontrol
Perlakuan yang disamakan terhadap penelitian yang dilakukan. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah tanah dan batu kumpang dari desa Kebalan Pelang Kecamatan Babat Lamongan, serta kepadatan tanah.

Tempat dan Waktu penelitian

- Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Negeri Surabaya (UNESA) Kampus Ketintang Surabaya.

- Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2014/2015.

Teknik Pengumpulan Data

Salah satu metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah uji laboratorium untuk mendapatkan data primer yang meliputi beberapa pengujian berikut:

1. Uji *Spesific Grafity* yang bertujuan untuk menentukan berat jenis butiran tanah (Gs).
2. Uji *Atterberg* yang terdiri dari test LL (*Liquid Limit*) untuk mendapatkan batas cair dan test PL (*Plastic Limit*) untuk mengetahui batas plastis, sehingga mendapatkan nilai IP (*Index Plasticity*).
3. Uji *Standart Proctor* (pemadatan tanah) yang bertujuan untuk mendapatkan nilai W_{opt} dan γ_d maks.
4. Uji CBR (*California Bearing Ratio*) yang bertujuan untuk mendapatkan nilai CBR dalam perkerasan tanah dengan beberapa variasi campuran dari 0%, 4%, 8%, dan 12%.

Langkah Penelitian

Adapun urutan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan yaitu:

1. Menyiapkan bahan-bahan yang akan dipakai dalam penelitian yaitu tanah Lamongan yang telah lolos ayakan no. 10 dan no. 40.
2. Membuat campuran batu kumpang pada tanah Lamongan, total tanah Lamongan 120 kg, masing-masing campuran 30 kg dengan prosentase batu kumpang 0%, 4%, 8%, dan 12%.

Tabel 3.1 : Rencana Campuran Tanah Lamongan dan Batu Kumpang

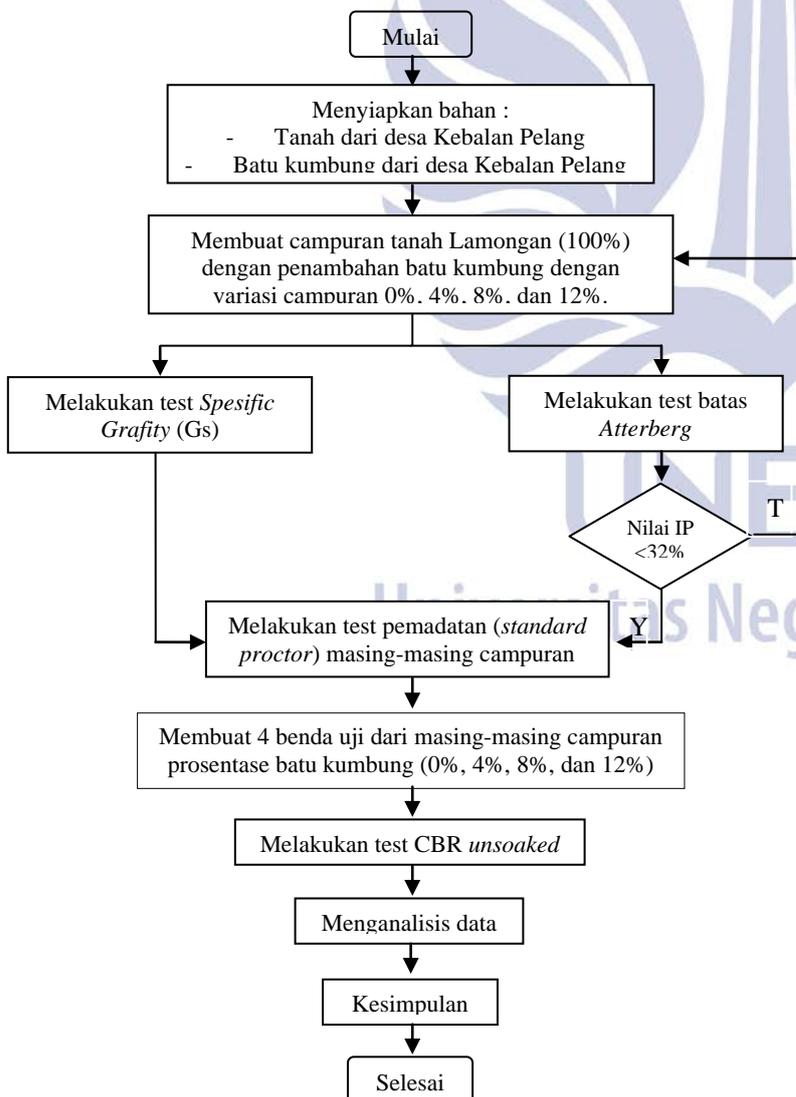
No. Con toh	Tanah Lamongan		Batu Kumpang		Berat Campuran (Kg)
	Prosentase	Berat (Kg)	Prosentase	Berat (Kg)	
1	100 %	30	0 %	0,00	30,00
2	100 %	30	4 %	1,20	31,20
3	100 %	30	8 %	2,40	32,40
4	100 %	30	12 %	3,60	33,60

3. Melakukan tes berat jenis tanah (Gs) dilakukan sebanyak ± 10 gram dari masing-masing 3 benda uji yaitu dengan variasi campuran tanah Lamongan dan batu kumpang 0%, 4%, 8%, dan 12%.
4. Melakukan test batas-batas *Atterberg* yaitu pengujian untuk mencari nilai IP (*Index Plasticity*) sesuai ketentuan, antara lain: test LL (*Liquid Limit*) untuk mengetahui batas cair, test PL (*Plastic Limit*) untuk

mengetahui batas plastis sehingga didapat IP (*Index Plasticity*).

5. Melakukan pencampuran dari masing-masing campuran tersebut dan melakukan pemeraman 1 hari.
6. Melakukan tes pematatan tanah (*Standard Proctor*) pada masing-masing campuran prosentase batu kumpang (0%, 4%, 8%, dan 12%) yang bertujuan untuk mendapatkan nilai W_{opt} dan γ_d maks.
7. Membuat 4 benda uji dari masing-masing campuran persentase dengan W_{opt} dan γ_d maks yang telah didapat dari tes pematatan tanah.
8. Melakukan tes CBR *unsoaked* dari masing-masing campuran benda uji untuk mencari nilai CBR, dengan menggunakan alat CBR Laboratorium.
9. Menganalisa data dan kemudian menarik kesimpulan.

Diagram Alir Penelitian

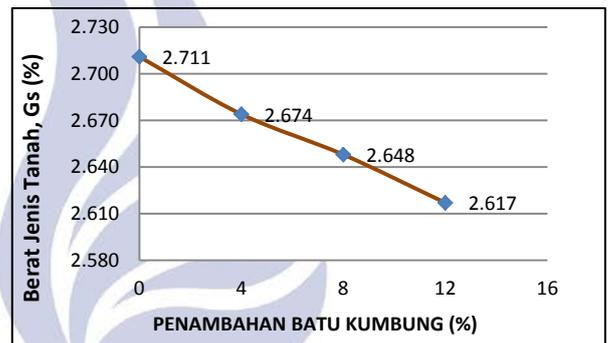


HASIL DAN ANALISIS

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah UNESA, adapun parameter yang ingin di ketahui yaitu harga indeks plastisitas, kepadatan maksimum, dan nilai CBR, sebelum mengetahui indeks plastisitas harus melalui tes batas cair dan batas plastis. Penelitian ini diperoleh dari uji laboratorium didapat data sebagai berikut:

A. Pengaruh Penambahan Batu Kumpang Pada Tanah Lamongan Terhadap Nilai Berat Jenis Tanah (Gs)

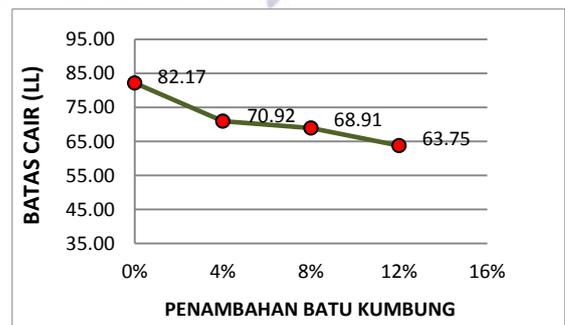
Berdasarkan grafik dibawah ini, diperoleh nilai hasil penurunan Gs yaitu 2,711%, 2,674%, 2,648%, dan 2,617%, hal ini dikarenakan semakin banyak penambahan batu kumpang maka nilai Gs (*Spesific Gravity*) semakin menurun.



Grafik 1. Pengaruh penambahan batu kumpang terhadap nilai (Gs) pada tanah Lamongan.

B. Pengaruh Penambahan Batu Kumpang Pada Tanah Lamongan Terhadap Nilai Batas Cair (LL)

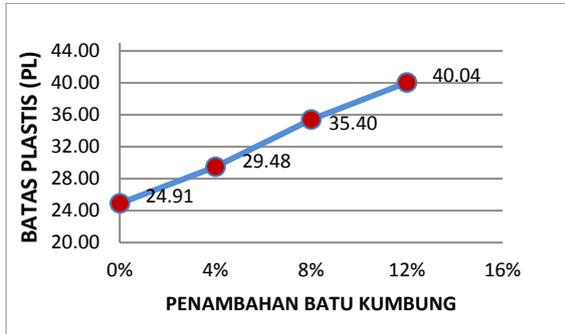
Berdasarkan grafik dibawah ini, diperoleh nilai hasil penurunan LL yaitu 82,17%, 70,92%, 68,91%, dan 63,75%, hal ini dikarenakan semakin besar penambahan batu kumpang maka nilai LL (*Liquid limit*) semakin menurun.



Grafik 2. Pengaruh penambahan batu kumpang terhadap nilai *Liquiq limit* (LL) pada tanah Lamongan.

C. Pengaruh Penambahan Batu Kumbang Pada Tanah Lamongan Terhadap Nilai Batas Plastis (PL)

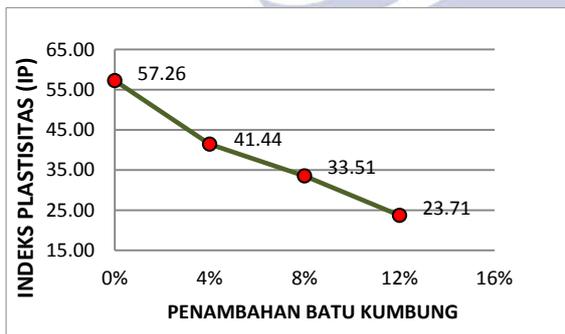
Berdasarkan grafik dibawah ini, diperoleh nilai hasil kenaikan PL yaitu 24,91%, 29,48%, 35,40%, dan 40,04%, hal ini dikarenakan semakin besar penambahan batu kumbang maka nilai PL (*Plastic limit*) semakin tinggi.



Grafik 3. Pengaruh penambahan batu kumbang terhadap nilai *Plastic limit* (PL) pada tanah Lamongan.

D. Pengaruh Penambahan Batu Kumbang Pada Tanah Lamongan Terhadap Nilai Indeks Plastisitas (IP)

Berdasarkan grafik dibawah ini, diperoleh nilai hasil penurunan IP dari pengurangan (LL-PL = IP), mulai 57,26%, 41,44%, 33,51%, dan 23,71%, hal ini dikarenakan semakin besar penambahan batu kumbang maka nilai IP (*Index plasticity*) semakin menurun.

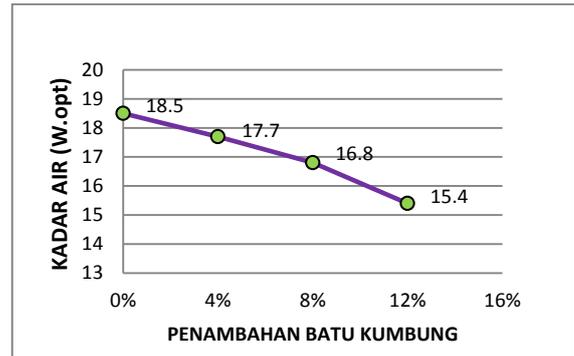


Grafik 4. Pengaruh penambahan batu kumbang terhadap nilai *Index plasticity* (IP) pada tanah Lamongan.

E. Pengaruh Penambahan Batu Kumbang Pada Tanah Lamongan Terhadap Nilai Kadar Air Optimum (Wopt)

Berdasarkan grafik berikut ini, diperoleh nilai penurunan kadar air optimum (Wopt) yaitu 18,5%, 17,7%, 16,8%, dan 15,4%, hal ini dikarenakan semakin besar penambahan batu

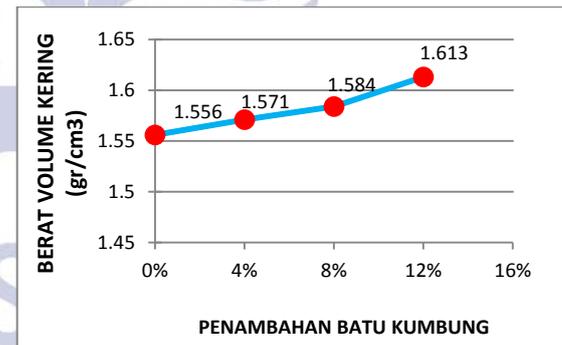
kumbang maka nilai kadar air optimum (Wopt) semakin menurun.



Grafik 5. Pengaruh penambahan batu kumbang terhadap nilai kadar air optimum (Wopt) pada tanah Lamongan.

F. Pengaruh Penambahan Batu Kumbang Pada Tanah Lamongan Terhadap Nilai Kepadatan Maksimum (γ_d maks)

Berdasarkan grafik dibawah ini, diperoleh nilai kepadatan maksimum (γ_d maks) yaitu 1,556 gr/cm³, 1,571 gr/cm³, 1,584 gr/cm³, dan 1,613 gr/cm³, hal ini dikarenakan semakin besar penambahan batu kumbang maka harga kepadatan maksimum (γ_d maks) semakin tinggi.



Grafik 6. Pengaruh penambahan batu kumbang terhadap harga kepadatan maksimum (γ_d maks) pada tanah Lamongan.

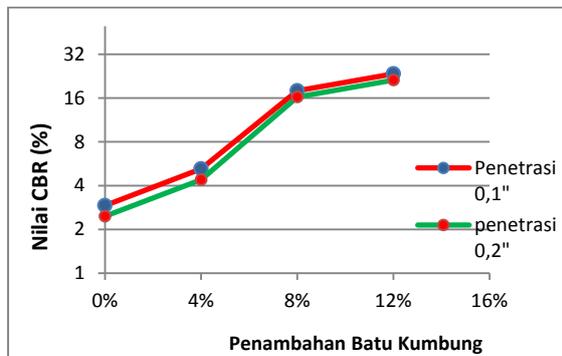
G. Pengaruh Penambahan Batu Kumbang Pada Tanah Lamongan Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)

Berdasarkan tabel dan grafik dari hasil tes pengujian CBR laboratorium berikut, maka diperoleh harga nilai CBR yang semakin tinggi dengan adanya penambahan batu kumbang yang semakin besar.

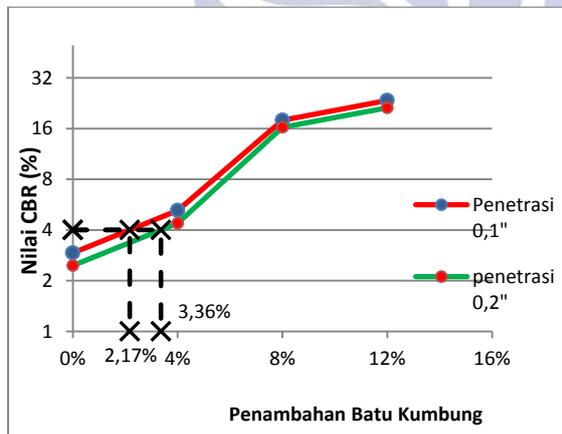
Sehingga dapat disimpulkan dengan semakin besar penambahan batu kumbang pada tanah Lamongan maka nilai CBRnya akan semakin tinggi.

Tabel 4.7. Besar harga CBR pada variasi penambahan batu kumpang

Benda Uji	Penambahan Batu Kumpang (%)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
D1	0	2.92	2.46
D2	4	5.22	4.39
D3	8	17.94	16.29
D4	12	23.50	21.25



Grafik 7. Hasil gabungan pengujian CBR penetrasi 0,1" dan 0,2".



Grafik 8. Batas minimum nilai CBR pada penetrasi 0,1" dan 0,2".

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Nilai CBR semakin meningkat seiring dengan semakin besar prosentase batu kumpang pada tanah Lamongan, yaitu besar nilai CBR pada prosentase batu kumpang 0%, 4%, 8%, dan 12% pada penetrasi 0,1" diperoleh nilai 2.92%, 5.22%, 17.94%, dan 23.50%, sedangkan pada penetrasi 0,2" diperoleh 2.46%, 4.39%, 16.29%, dan 21.25%.

2. Penambahan batu kumpang yang memenuhi persyaratan lapisan tanah dasar (*subgrade* CBR 4%) adalah penambahan batu kumpang sebesar 3,36% untuk penetrasi 0,2".

Saran

Dari pembahasan diatas saran yang dapat dianjurkan antara lain :

1. Pemanfaatan penambahan batu kumpang 3,36% pada tanah Lamongan di daerah Kebalan Pelang, sudah memenuhi syarat untuk lapisan tanah dasar (*subgrade* CBR 4%) pada perkerasan jalan.
2. Perlu diadakan penelitian berkelanjutan pada tanah Lamongan di daerah lain, dengan menggunakan penambahan batu kumpang Lamongan sebagai bahan stabilisasi.

DAFTAR PUSTAKA

Abror, Kiromil. 2010. *Proses Pembentukan Kabupaten Lamongan Berdasarkan Tenaga "Vulkanisme"*. <http://blog.ub.ac.id/kiromil/analisis-landskap-terpadu/minggu-2/>. Diakses tanggal 19 Juni 2013.

Andajani Nur, dkk. 1994. *Panduan Praktikum Laboratorium Mekanika Tanah I*, Surabaya: UNESA University Press

Bindra. S.P. 1981. *A Course In Highway Engineering*. Chandigarh: Building Construction.

Departmen Pekerjaan Umum. 2005. *Penanganan Tanah Ekspansif untuk Konstruksi Jalan*, (Online), (http://www.mediafire.com/download/8tna971iqu97psgo/Buku2+PedomanPekerjaan_tanahdasaruntukpekerjaanjalan.pdf, Diakses tanggal 2 Mei 2015).

Hardiyatmo Hary Christady. 2010. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hardiyatmo, H. Cristady. 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Komisi Tri Dharma. 2006. *Panduan Penulisan dan Penilaian Skripsi*. Surabaya: UNESA University Press.

M. Das Braja. 1994. *Mekanika Tanah I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga University Press.

Ridwan Machfud. 2003. *Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah I*. Surabaya: UNESA university Press.

Sosrodarsono Suyono, terjemahan Taulu. L, dkk. 1984. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta: P.T. Pradnya Paramita.

Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Penerbit NOVA.

Susanti, Susi. 2011. *Karakteristik Lamongan*. <http://xuexie.blogspot.com/2011/01/karaktristik-lamongan.html>. Diakses tanggal 19 Juni 2013.

Wesley L.D. 1977. *Mekanika Tanah*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

