

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK BATU PECAH DARI MADURA PADA TANAH MERAH DI DAERAH GUNUNG GEGER BANGKALAN, MADURA TERHADAP NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST

Hansdy Wicaksono¹,

Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

HansdySono@gmail.com

Machfud.unesa@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan batu pecah terhadap nilai CBR pada tanah merah, dengan adanya stabilisasi kimiawi, maka pelaksanaan pembangunan konstruksi jalan yang mengalami kerusakan dapat diperbaiki menjadi lebih baik lagi. Oleh karena itu peneliti termotivasi untuk melakukan penelitian ini.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium dengan cara membuat campuran tanah merah dengan batu pecah Madura dengan variasi campuran batu pecah yaitu: 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Penelitian ini dilakukan *test atterberg*, yaitu tes batas cair (LL), dan batas plastis (PL), dari nilai tersebut akan diketahui nilai indeks plastisitasnya (IP). Kemudian kondisi kadar air pada tanah yang digunakan adalah kadar air optimum dari hasil *Standart Proctor Test*. Jumlah benda uji adalah 6 (enam) buah dengan campuran serbuk batu pecah tersebut di atas. Selanjutnya, semua contoh benda uji (tanah) mendapatkan perlakuan yang sama sebelum dilakukan tes perkerasan jalan dengan alat *California Bearing Ratio*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar penambahan batu pecah pada tanah merah nilai CBR semakin tinggi. Besarnya nilai CBR pada tanah merah asli penetrasi 0.1" adalah (0.66%), penetrasi 0.2" adalah (0.65%), pada tanah merah + batu pecah 2% penetrasi 0.1" adalah (1.27%), penetrasi 0.2" adalah (1.23%), pada tanah merah + batu pecah 4% penetrasi 0.1" adalah (1.69%), penetrasi 0.2" adalah (1.66%), pada tanah merah + batu pecah 6% penetrasi 0.1" adalah (2.29%), penetrasi 0.2" adalah (2.20%), pada tanah merah + batu pecah 8% penetrasi 0.1" adalah (4.17%), penetrasi 0.2" adalah (4.11%), dan pada tanah merah + batu pecah 10% penetrasi 0.1" adalah (6.27%), penetrasi 0.2" adalah (6.22%). Batas minimum untuk memenuhi persyaratan *subgrade* (CBR 4%) dibutuhkan penambahan batu pecah 7.88% dari berat tanah kering.

Kata Kunci : Tanah Merah, Penambahan Batu Pecah Madura, *California Bearing Ratio*(CBR).

Abstract

This research was conducted to find out how big the influence of addition of crushed stone of CBR on the red soil, with the chemical stabilization, then execution of the road construction development that there is damage will be accepted can be improved to better. Researchers therefore motivated to do this research.

This research is conducted in a laboratory experiment by making a mixture of red soil with crushed stone Madura with a variety of mixture of crushed stone are: 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, and 10%. The research was conducted Atterberg test, a test liquid limit (LL) and plastic limit (PL), of the value will be known value of plasticity index (IP). Then the condition of the water content of the soil used is the optimum moisture content from the *Standart Proctor Test*. The number of specimens is 6 (six) pieces comprising multiple crushed stone mixture of the above. Furthermore, all examples of the test object (ground) to get the same threatment before the test pavement with a *California Bearing Ratio*.

The result showed that larger the addition of crushed stone on red soil values higher CBR, the magnitude of the value red soil on original CBR penetration 0.1" (0.66%), penetration 0.2" (0.65%), on the red soil + crushed stone 2% penetration 0.1" (1.27%), penetration 0.2" (1.23%), on the red soil + crushed stone 4% penetration 0.1" (1.69%), penetration 0.2" (1.66%), on the red soil + crushed stone 6% penetration 0.1" (2.29%), penetration 0.2" (2.20%), on the red soil + crushed stone 8% penetration 0.1" (4.17%), penetration 0.2" (4.11%), and on the red soil + crushed stone 10% penetration 0.1" (6.27%), penetration 0.2" (6.22%). To meet minimum requirements of *subgrade* (CBR 4%) required addition of crushed stone 7.88% the dry soil.

Keywords: Red soil, Addition Crushed Stone, *California Bearing Ratio* (CBR)

PENDAHULUAN

Suatu jenis permasalahan yang terjadi terhadap lapisan tanah dasar pada konstruksi jalan yang salah satunya masalah permukaan terjadi karena pemadatan permukaan yang kurang baik, bahkan salah satunya disebabkan oleh tanah itu sendiri. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau didekatnya, yang telah dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat (Shirley L.H, 1994 : 16). Tanah merah pada dasarnya merupakan tanah asli dan sudah ada di daerah bangkalan sejak dahulu. Tanah merah ini sama dengan tanah-tanah yang lainnya, yang membedakan adalah warnanya yang merah kecoklatan, sesuai dengan nama dari tanah tersebut dan memiliki karakteristik tanah yang kurang baik, jenis tanah merah seperti ini hanya ada di beberapa tempat tertentu saja. Tanah tersebut pada dasarnya mengalami perlakuan yang kurang baik, sehingga di sekitar daerah tersebut terjadi beberapa hal salah satunya pada konstruksi jalan raya, dimana pada permukaan jalan sering terlihat jalan yang mengalami keretakan maupun mengalami penurunan pada pondasi jalannya. Sehingga pada ruas jalan tersebut sering terjadi beberapa dampak negatif bagi pengguna jalan, diantaranya permukaan jalan yang bergelombang, dan keretakan yang diakibatkan daya dukung tanah yang kurang baik sehingga menyebabkan beberapa dampak negatif terhadap tanah dasarnya.(Pondy, 2013 : 2).

Alternatif pemecahan masalah diatas yaitu dengan memberikan bahan tambahan berupa serbuk batu pecah, penggunaan batu pecah adalah salah satu bahan yang dipakai untuk proses stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dengan cara menambahkan serbuk batu pecah pada tanah merah dapat di gunakan terutama pada perencanaan jalan tanpa perkerasan. Stabilisasi penambahan serbuk batu pecah dengan tanah merah digunakan dengan maksud untuk mencegah terjadinya alur-alur dan disintegrasi permukaan jalan selama musim hujan, mengetahui proses pemadatan tanah agar tanah menjadi lebih baik sebelum dilakukan stabilisasi dengan serbuk batu pecah, terutama pemadatan untuk jalan didaerah sekitar Bangkalan (Gunung Geger) , selain itu proses stabilisasi tanah dilakukan untuk melihat dan mengukur daya dukung tanah menjadi lebih baik dibandingkan dengan tanah aslinya sebelum dilakukan pencampuran

dengan serbuk batu pecah (Pondy, 2013 : 2). Alasan dipilihnya batu pecah sebagai bahan kimiawi yang digunakan, karena batu pecah merupakan bahan yang mudah didapat disekitar daerah Gunung Geger.

Pengujian stabilisasi tanah merah dan batu pecah menggunakan metode *California Bearing Ratio* (CBR). Metode CBR merupakan suatu metode untuk mengukur nilai kepadatan suatu jenis tanah. Metode ini mula-mula diciptakan oleh O. J. Porter, kemudian dikembangkan di California, Amerika Serikat. Metode ini mengkombinasikan pembebanan penetrasi di laboratorium dengan rencana empiris untuk menentukan tebal lapisan perkerasan (Putra, 2013 : 3). Prinsip dari uji CBR ini adalah menekan suatu contoh tanah dalam cetakan berbentuk silinder dengan alat penekan standart dengan kecepatan penetrasi tetap dan diukur beban yang diperlukan. Nilai CBR adalah perbandingan antara beban yang diperlukan untuk penetrasi dengan beban yang ditahan bahan standart pada penetrasi (Pondy, 2013 : 2).

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan pada latar belakang di atas, maka rumusan masalah di dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan serbuk batu pecah Madura terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR) pada tanah merah di daerah Gunung Geger Bangkalan, Madura ?

Sesuai dengan rumusan masalah yang dikemukakan maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan hasil seberapa besar pengaruh penambahan serbuk batu pecah Madura pada tanah merah dari Gunung Geger Bangkalan terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR)

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah :

1. Tanah yang digunakan dari Gunung Geger Bangkalan Madura.
2. Batu pecah yang digunakan dari Gunung Geger Bangkalan Madura.
3. Benda uji adalah tanah dan batu pecah, dengan perbandingan batu pecah 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% dari berat tanah kering.

Manfaat dengan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai CBR efisien pada tanah merah menggunakan penambahan serbuk batu pecah dengan campuran yang telah ditentukan, pada stabilisasi tanah dalam pembangunan perkerasan jalan khususnya tanah dasar (Subgrade).

METODE

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Negeri Surabaya dengan cara membuat campuran tanah

merah Bangkalan dengan penambahan batu pecah Gunung Geger yang bervariasi penambahannya yaitu: 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% setelah itu akan dibuat benda uji dari masing-masing campuran batu pecah dengan tanah merah.

Variabel penelitian dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Variabel bebas adalah variabel yang dipelajari pengaruhnya terhadap variabel terikat. Variabel bebas penelitian ini adalah penambahan masing-masing presentase campuran batu pecah.
2. Variabel Terikat variabel yang keadaannya akibat variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah besarnya nilai *California bearing Ratio* (CBR) terhadap tanah merah di daerah Bangkalan Madura.
3. Variabel kontrol adalah perlakuan yang disamakan terhadap penelitian. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah tanah merah, serbuk batu pecah, dan kepadatan tanah.

Teknik Pengumpulan Data

1. Uji Atteberg Uji *Atterberg* yang terdiri dari Test LL (*Liquid Limit*) untuk mendapatkan batas cair dan tes PL (*Plastic Limit*) untuk mengetahui batas plastis, sehingga mendapatkan nilai IP (*Index Plasticity*).
2. Uji *Spesific Grafity* yang bertujuan untuk menentukan berat jenis butiran tanah (Gs).
3. Uji *Standart Proctor* (Pemadatan Tanah) yang bertujuan untuk mendapatkan nilai $\gamma_{d,max}$ dan W_{opt} dan proses dalam melakukan tes pemadatan 6 benda uji pada tiap masing – masing campuran.
4. Uji CBR (*California Bearing Ratio*) yang bertujuan untuk mendapatkannilai harga CBR dalam perkerasan tanah dengan beberapa variasi campuran dari 0%,2%,4%,6%,8% dan 10%.

Teknik Analisis dan Pengolahan Data

1. Penyusunan data, dari data mentah ke dalam data kelompok, kemudian disajikan ke dalam bentuk tabel, gambar atau grafik, sehingga mudah dipahami.
2. Metode analisis yang digunakan adalah analisis data laboratorium kemudian di interpretasikan ke dalam bentuk kuantitatif (data berbentuk angka) dan dianalisis secara deskripsi kualitatif.

Langkah Penelitian

1. Menyiapkan bahan-bahan yang akan dipakai dalam penelitian yaitu menyiapkan tanah merah yang lolos ayakan No.10 apabila untuk tes *Atterberg Limit* tanah yang lolos ayakan No.10 di haluskan menggunakan penumbuk keramik kemudian di ayak kembali sampai lolos ayakan no.40.

2. Membuat campuran tanah merah dan serbuk batu pecah untuk pembuatan benda uji dengan perbandingan prosentase batu pecah 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%. Pencampuran tanah merah dan serbuk batu pecah yang terdiri dari 5 buah macam benda uji.
3. Melakukan tes 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*).
4. Melakukan tes pemadatan tanah yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah dengan menggunakan *Standart Proctor Test* untuk masing-masing campuran.
5. Membuat 6 benda uji dari masing-masing campuran persentase batu pecah setelah mendapatkan $\gamma_{d,max}$ dan W_{opt} dari tes pemadatan tanah.
6. Melakukan tes kekerasan tanah dari masing-masing campuran benda uji untuk mencari nilai CBR
7. Menganalisa data hasil penelitian kemudian memberikan kesimpulan

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengumpulan Data Penelitian

Data yang didapatkan hasil dari penelitian terhadap penambahan batu pecah pada tanah merah di daerah Gunung Geger Bangkalan Madura terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR).

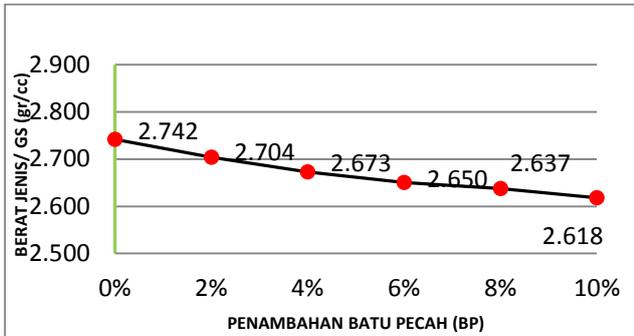
Semua data tersebut disajikan dalam tabel, grafik, dan analisis di bawah ini :

A. Pengaruh Penambahan Batu Pecah pada Tanah Merah Terhadap Nilai Berat Jenis Tanah (Gs)

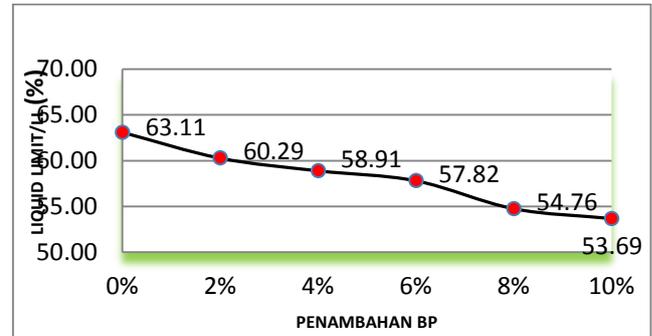
Tabel 4.1

Pengaruh Penambahan Batu Pecah pada Tanah Merah Terhadap Nilai Berat Jenis Tanah (Gs)

Benda Uji	Penambahan Batu Pecah (%)	Nilai Gs	Prosentase Penurunan (%)
A1	0	2.742	0
A2	2	2.704	1.38
A3	4	2.673	2.51
A4	6	2.650	3.33
A5	8	2.637	3.80
A6	10	2.618	4.50



Grafik 4.1. Pengaruh Penambahan Batu Pecah Terhadap Nilai (Gs)



Grafik 4.2 Pengaruh Penambahan Batu Pecah Terhadap Nilai (LL).

Berat jenis (*Specific Gravity*) tanah adalah perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) saat $t = 20^\circ\text{C}$ atau didefinisikan sebagai perbandingan antara berat isi bahan terhadap berat isi air. Hasil Tabel dan Grafik 4.1 menunjukkan tes berat jenis pada benda uji A1 adalah 2.742, kemudian pada benda uji A2, A3, A4, A5 hasil berturut-turut menurun yaitu 2.704, 2.673, 2.650, 2.637 dan pada benda uji A6 turun menjadi 2.618. Oleh karena itu, semakin banyak variasi penambahan batu pecah pada tanah merah, nilai berat jenis tanah tersebut mengalami penurunan. Penurunan ini disebabkan oleh perubahan tekstur (butiran tanah menjadi lebih besar) karena reaksi penggumpalan, kemudian nilai volume butir menjadi terus meningkat yang mempengaruhi nilai dari berat volume butir (γ_s) (semakin turun), dan menurunkan nilai *specific gravity*. Sedangkan nilai dari berat volume airnya tetap, jadi semakin banyak variasi penambahan batu pecah pada tanah merah, maka nilai (Gs) semakin turun.

B. Pengaruh Penambahan Fly Ash pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Batas Cair (LL).

Tabel 4.2

Nilai LL pada variasi penambahan batu pecah

Benda Uji	Penambahan Batu Pecah (%)	Nilai (LL) (%)	Prosentase Penurunan (%)
B1	0	63.11	0
B2	2	60.29	4.47
B3	4	58.91	6.66
B4	6	57.82	8.39
B5	8	54.76	13.23
B6	10	53.69	14.93

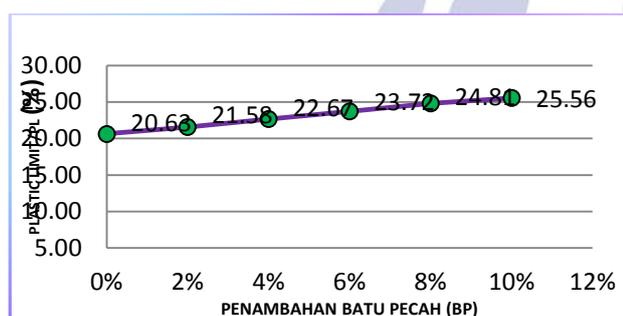
Hasil uji batas cair di laboratorium untuk tanah merah dengan berbagai variasi penambahan batu pecah dapat dilihat pada Tabel dan Grafik 4.2 yang menunjukkan bahwa harga LL menurun. Adapun penurunannya yaitu pada benda uji B1 adalah 63.11%, kemudian pada benda uji B2, B3, B4, B5 hasil berturut-turut mengalami penurunan menjadi 60.29%, 58.91%, 57.82%, 54.76% dan pada benda uji B6 turun menjadi 53.69%. Jadi semakin besar variasi penambahan batu pecah pada tanah merah, maka nilai batas cair mengalami penurunan. Hal tersebut dikarenakan pada saat batu pecah ditambahkan kedalam tanah (anion), maka batu pecah tersebut akan memberikan (ion-ion positif) yang cenderung menggantikan kation yang ada, sehingga proses ini disebut dengan pertukaran kation. Sedangkan ketika campuran batu pecah dan tanah tersebut ditambahkan air, dan dapat saling menyatu atau saling mengikat satu sama lain maka akan terjadi proses *exchangeable* (ikatan lempung tersebut mudah berpindah dan berubah), dengan adanya hal itu maka dapat mengganggu daya tarik menarik anion dan kation pada campuran tersebut, sehingga daya tarik menarik antar partikel lempung (kohesi) berkurang. Oleh karena itu turunnya nilai kohesi pada tanah akan menyebabkan penurunan nilai *liquid limit* (LL).

C. Pengaruh Penambahan Batu Pecah pada Tanah Merah Terhadap Nilai Batas Plastis (PL).

Tabel 4.3

Nilai PL pada variasi Penambahan Batu Pecah

Benda Uji	Penambahan Batu Pecah (%)	Nilai (PL) (%)	Prosentase Kenaikan (%)
B1	0	20.63	0
B2	2	21.58	4.62
B3	4	22.67	9.90
B4	6	23.72	15.03
B5	8	24.81	20.27
B6	10	25.56	23.94



Grafik 4.3. Pengaruh Penambahan Batu Pecah terhadap Nilai (PL).

Hasil pada Tabel dan Grafik 4.3 menunjukkan nilai batas plastis benda uji B1 adalah 20.63%, kemudian pada benda uji B2, B3, B4, B5 berturut-turut mengalami kenaikan menjadi 21.58%, 22.67%, 23.72%, 24.81% dan benda uji B6 naik menjadi 25.56%. Semakin besar variasi penambahan batu pecah pada tanah merah, maka nilai batas plastis mengalami kenaikan. Dikarenakan adanya penurunan kohesi, seperti halnya pada nilai batas cair di atas. Pada saat tanah ditambahkan dengan batu pecah dan diberi air sedikit, maka batu pecah menjadi terhidrasi dan menyebabkan tanah menjadi kering dengan cepat dan juga lebih cepat retak. Hal ini disebabkan adanya air yang diserap oleh permukaan butir-butir tanah merah dan batu pecah. Oleh karena itu semakin besar variasi penambahan batu pecah terhadap tanah, maka dibutuhkan lebih banyak air agar ada daya tarik menarik antar partikel lempung. Apabila pada saat pengujian tanah asli diberi air terlalu banyak akan lebih lama mengalami keretakan, dengan begitu lebih membutuhkan lagi penambahan tanah yang lebih banyak agar tanah tersebut mencapai batas plastis. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak variasi penambahan batu pecah pada

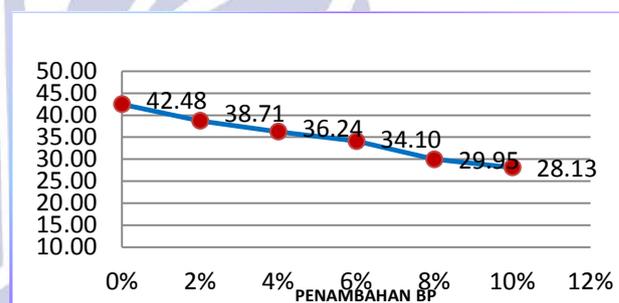
tanah merah, maka semakin banyak pula penambahan air, dengan begitu nilai PL semakin naik.

D. Pengaruh Penambahan Batu Pecah pada Tanah Merah Terhadap Nilai Indeks Plastisitas (IP).

Tabel 4.4

Nilai IP Pada Variasi Penambahan Batu Pecah

Benda Uji	Penambahan Kapur (%)	Nilai IP (%)	Prosentase Penurunan (%)
B1	0	42.48	0
B2	2	38.71	8.87
B3	4	36.24	14.69
B4	6	34.10	19.73
B5	8	29.95	29.50
B6	10	28.13	33.78



Grafik 4.4 Pengaruh Penambahan Batu Pecah Terhadap Nilai (IP).

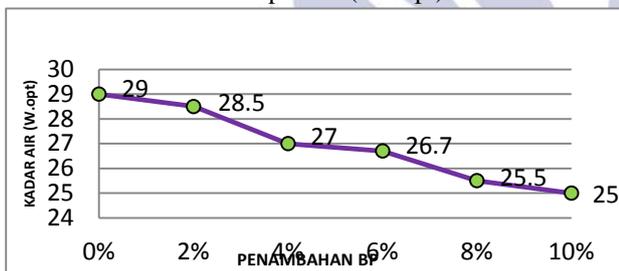
Pada Tabel dan Grafik 4.4 menunjukkan nilai IP pada masing-masing benda uji mengalami penurunan. Nilai Indeks Plastisitas didapat dari nilai LL dikurangi nilai PL, ($LL - PL = IP$) dari masing-masing campuran. Nilai IP pada benda uji B1 termasuk tanah plastisitas tinggi karena berada di rentang > 40% yaitu 42.48%, pada benda uji B2, B3, B4, B5 berturut-turut mengalami penurunan menjadi 38.71%, 36.24%, 34.10%, 29.95%, dan benda uji B6 turun menjadi 28.13%. Penurunan ini disebabkan tanah yang diberi air, sebagian tanah memilih mengikat batu pecah dengan demikian tanah lebih sedikit mengandung air dan menghasilkan gumpalan-gumpalan yang lebih besar dari tanah sebelumnya. Dapat disimpulkan semakin banyak penambahan batu pecah maka nilai indeks plastis (IP) semakin menurun.

E. Pengaruh Penambahan Batu Pecah pada Tanah Merah Terhadap Nilai Kadar Air Optimum (W_{opt}).

Tabel 4.5
Besarnya Nilai Kadar Air Optimum Pada Variasi Penambahan Batu Pecah

Benda Uji	Penambahan Batu Pecah (%)	(W_{opt}) (%)	Prosentase Penurunan (%)
C1	0	29.00	0
C2	2	28.50	1.72
C3	4	27.00	6.90
C4	6	26.70	7.93
C5	8	25.50	12.07
C6	10	25.00	12.28

Grafik 4.5. Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Nilai (W_c opt)

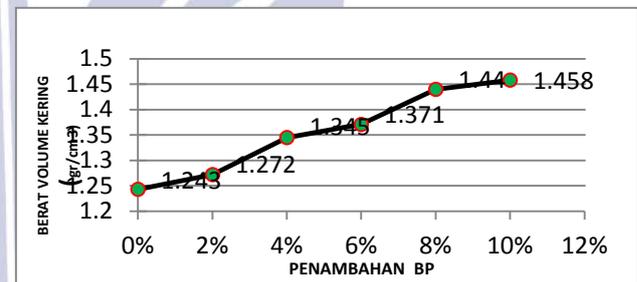


Pada Tabel dan Grafik 4.5 menunjukkan Kadar Air Optimum (γ_w) mengalami penurunan seiring dengan penambahan batu pecah pada tanah merah. Hasil pada saat tanah asli didapat 29%, turun menjadi 28.5% setelah ditambah 2% batu pecah, kemudian ditambah 4%, 6%, 8%, 10% hasilnya berturut-turut yaitu 27%, 26.7%, 25.5%, 25%. Hal ini dikarenakan air berfungsi sebagai pelumas antara butir-butir tanah dan tanah yang sudah ditambah air cenderung mengikat kation-kation yang ada pada batu pecah, sehingga tanah yang cenderung mengikat air menjadi lebih kecil. Seiring dengan penambahan batu pecah pada saat pemadatan, maka kadar air optimum semakin kecil dikarenakan adanya air tersebut, butiran tanah akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat atau padat. Jadi dapat disimpulkan semakin banyak variasi penambahan batu pecah pada tanah merah pada saat pemadatan, maka nilai kadar air optimum semakin menurun.

F. Pengaruh Penambahan Batu Pecah pada Tanah Merah Terhadap Nilai Kepadatan Maksimum (γ_d maks).

Tabel 4.6
Besarnya Nilai (γ_d maks) pada variasi penambahan Batu Pecah.

Benda Uji	Penambahan Batu Pecah (%)	γ_d maks (%)
C1	0	1.243
C2	2	1.272
C3	4	1.345
C4	6	1.371
C5	8	1.440
C6	10	1.458



Grafik 4.6 Pengaruh Penambahan Batu Pecah Terhadap Nilai (γ_d maks)

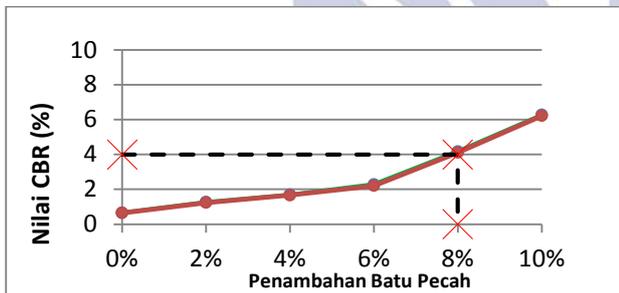
Pada Tabel dan Grafik 4.6 menunjukkan semakin besar penambahan batu pecah maka akan semakin besar nilai Kepadatan Maksimum (γ_d maks). Pada benda uji C1 nilai kepadatan maksimumnya adalah 1.243 gr/cm³ naik menjadi 1.272 gr/cm³ pada benda uji C2, kemudian pada benda uji C3, C4, C5, dan C6 hasil berturut-turut didapat 1.345 gr/cm³, 1.371 gr/cm³, 1.440 gr/cm³ dan 1.458 gr/cm³. Hal tersebut dikarenakan dalam suatu usaha pemadatan, kepadatan maksimal akan meningkat seiring dengan penurunan kadar air optimum. Hal ini disebabkan oleh suatu proses dimana air dan udara atau pori-pori tanah semakin berkurang karena akibat adanya salah satu cara mekanis dan gerakan vertikal di dalam massa tanah itu sendiri, ditambah lagi dengan batu pecah yang menyebabkan rongga-rongga tanah menjadi terisi oleh batu pecah dan mengakibatkan rongga tanah yang berisi air semakin mengecil. Jadi semakin berkurangnya angka pori, maka mengakibatkan berat butiran semakin besar

sedangkan volume total tanah basah menjadi semakin berkurang.

G. Pengaruh Penambahan Batu Pecah pada Tanah Merah Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR).

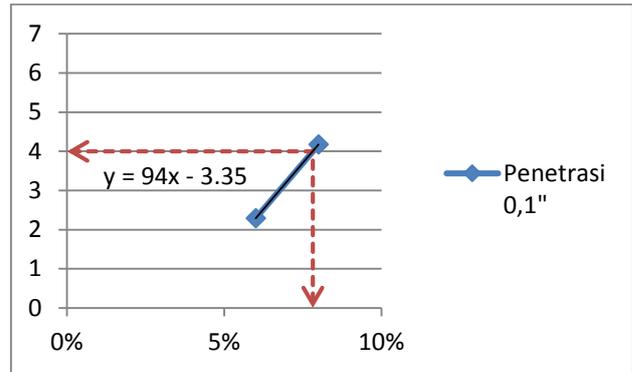
Tabel 4.7
 Besar Harga CBR Pada Variasi Penambahan Batu Pecah

Benda Uji	Penambahan Batu Pecah (%)	CBR 0.1 (%)	CBR 0.2 (%)
D1	0	0.66	0.65
D2	2	1.27	1.23
D3	4	1.69	1.66
D4	6	2.29	2.20
D5	8	4.17	4.11
D6	10	6.27	6.22



Grafik 4.7. Pengaruh penambahan Batu Pecah terhadap harga nilai CBR Test pada tanah merah

Pada Tabel dan Grafik 4.7 menunjukkan nilai California Bearing Ratio (CBR) pada tanah merah mengalami kenaikan seiring dengan semakin banyak variasi penambahan batu pecah, yaitu pada tanah asli penetrasi 0,1” (0.66%), penetrasi 0,2” (0.65%), tanah merah + Batu Pecah2% penetrasi 0,1” (1.27%), penetrasi 0,2” (1.23%), tanah merah + Batu Pecah4% penetrasi 0,1” (1.69%), penetrasi 0,2” (1.66%), tanah merah + Batu Pecah6% penetrasi 0,1” (2.29%), penetrasi 0,2” (2.20%), tanah merah + Batu Pecah8% penetrasi 0,1” (4.17%), penetrasi 0,2” (4.11%), dan tanah merah + Batu Pecah10% penetrasi 0,1” adalah (6.27%), penetrasi 0,2” adalah (6.22%). Sehingga dengan adanya variasi penambahan batu pecah menyebabkan kepadatan maksimum tanah meningkat sehingga diikuti juga dengan meningkatnya nilai CBR. Jadi dapat disimpulkan, semakin besar variasi penambahan batu pecah maka nilai CBR semakin naik.



Grafik 4.8. Hasil Penambahan Batu Pecah Terhadap Nilai CBR

Berdasarkan hasil grafik 4.8 menunjukkan bahwa hasil pasti untuk penambahan batu pecah pada penetrasi 0,1” yaitu sebesar 7.82%, dengan persamaan :

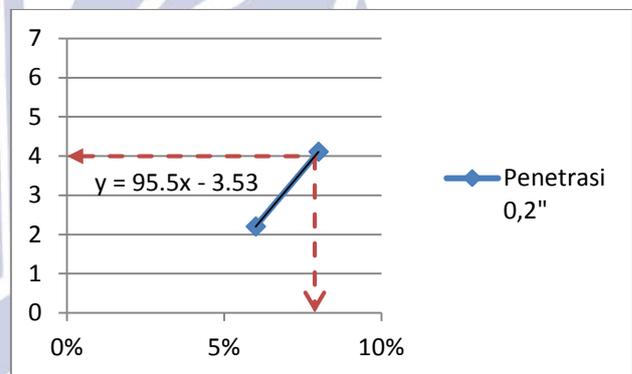
$$y = 94x - 3.35, \text{ dimana } y = 4(\text{CBR jalan})$$

$$94x = 4 + 3.35$$

$$x = 7.35 / 94$$

$$= 0.0782 \cdot 100\%$$

$$= 7.82\%$$



Grafik 4.9. Hasil Penambahan Batu Pecah Terhadap Nilai CBR

dan penetrasi 0,2” yaitu sebesar 7.88%, dengan persamaan :

$$y = 95.5x - 3.53$$

$$95.5x = 4 + 3.53$$

$$x = 7.53 / 95.5$$

$$= 0.0788 \cdot 100\%$$

$$= 7.88\%$$

Jadi untuk dapat memenuhi batas minimum persyaratan subgrade (CBR 4%) dan memenuhi penetrasi keseluruhan dibutuhkan penambahan batu pecah 7.88% dari berat tanah kering.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data penilaian diatas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai CBR semakin meningkat seiring dengan semakin besar prosentase batu pecah pada tanah

merah, yaitu besar nilai CBR pada prosentase batu pecah (0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%) penetrasi 0,1” (0.66%, 1.27%, 1.69%, 2.29%, 4.17%, 6.27%), sedangkan penetrasi 0,2” (0.65%, 1.23%, 1.66%, 2.20%, 4.11%, 6.22%).

2. Batas minimum untuk memenuhi persyaratan Subgrade (CBR 4%) adalah 7.82% dari berat tanah kering

SARAN

1. Pemanfaatan penambahan batu pecah 7.82% pada tanah merah di daerah Gunung Geger Bangkalan, Madura sudah dapat dipakai bagi pembangunan konstruksi jalan, karena sudah memenuhi syarat untuk *subgrade*, dimana penambahan batu pecah 7.82% adalah nilai CBR batas minimum untuk *subgrade*. (CBR 4%)
2. Perlu diadakan penelitian berkelanjutan pada tanah merah di daerah lain, dengan menggunakan penambahan batu pecah Madura sebagai bahan stabilisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Christady, Hary. 1992. *Stabilisasi Tanah*. Bandung : PT Remaja Rosda Karya.
- Endah, Noor dan Indrasurya B. Mochtar. 1985. *Mekanika Tanah*. Yogyakarta : Pustaka Belajar.
- Hidayat, Fajar. 2013. *Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura Pada Tanah Merah di Daerah Bangkalan Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)*. Universitas Negeri Surabaya. Jurnal: Universitas Negeri Surabaya. Diakses 22 Oktober 2013.
- L.H, Shirley. 1994. *Geoteknik dan Mekanika Tanah*. Bandung : Nova
- Maulana, Pondy. 2013. *Pengaruh Penambahan Portland Cement Pada Tanah Merah di Daerah Socah Bangkalan Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Test*. *Skripsi*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Maulana, Pondy. 2013. *Pengaruh Penambahan Portland Cement Pada Tanah Merah di Daerah Socah Bangkalan Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Test*. Universitas Negeri Surabaya. Jurnal: Universitas Negeri Surabaya. Diakses 22 Oktober 2013.
- M. Das, Braja. 1985. *Mekanika Tanah I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Surabaya : Erlangga University Press.
- M. Das, Braja. 1994. *Mekanika Tanah I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta : Erlangga University Press.
- M. Das, Braja, terjemahan B. Mochtar Indrasurya. 1985. *Mekanika Tanah II (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta : Erlangga University Press.
- Nurchahya. 2011. *Batu Pecah atau Batu Belah*, (<http://nurchayaku5.blogspot.com/2013/01/batu-belah-atau-batu-pecah.html>), diakses 15 November 2013).
- Putra, Denny Yuniar Perdana. 2013. *Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura Pada Tanah Lempung di Daerah Martajasah Bangkalan Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Test*. Universitas Negeri Surabaya. Jurnal: Universitas Negeri Surabaya. Diakses 22 Oktober 2013.
- Taufiqullah. 2011. *Agregat Kasar (Krikil/Batu Pecah)*, (<http://t-masteropik.blogspot.com/2011/02/agregat-kasar-krikilbatu-pecah.html>), diakses 15 November 2013).
- Wesley L.D. 1977. *Mekanika Tanah*. Jakarta : Badan Penerbit Pekerjaan Umum.