

PERBAIKAN *SUBGRADE* DENGAN SERBUK BATA MERAH DAN KAPUR (STUDI KASUS TANAH LEMPUNG TANON SRAGEN)

Qunik Wiqoyah¹, Purnomosidi²

¹Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl.Ahmad Yani, Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, Surakarta

²Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl.Ahmad Yani, Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, Surakarta
E-mail: qunik_w@yahoo.co.id

Abstrak

Tanah daerah Tanon, Sragen dari hasil penelitian Wiqoyah (2002) adalah tanah lempung dengan karakteristik sebagai berikut : butiran yang lolos saringan No 200 adalah 94.13%, batas cair (LL) = 88,03%, dan indeks plastisitas (IP) = 49,44%. Menurut sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*) tanah tersebut termasuk golongan CL, sedangkan menurut metode AASHTO tanah termasuk golongan A-7-5. Tanah lempung dengan indeks plastisitas tinggi ini mempunyai kuat dukung yang rendah bila digunakan sebagai dasar pondasi jalan raya, sehingga perlu adanya perbaikan tanah. Stabilisasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mencampur tanah Tanon dengan campuran 5% kapur dan serbuk bata merah dengan variasi penambahan 0%, 3%, 5%, 7%, 9%. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perubahan sifat fisis dan mekanis tanah campuran tersebut. Serangkaian pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari uji *specific gravity*, uji *Atterberg limits*, uji *hydrometer*, uji analisa saringan, uji *standard Proctor*, dan uji CBR (*California Bearing Ratio*) Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencampuran tanah dengan bubuk bata merah dan kapur menyebabkan penurunan nilai *specific gravity*, penurunan butiran tanah yang lolos saringan No. 200, penurunan nilai batas cair, batas plastis, batas susut dan indeks plastisitas, adapun penurunan terbesar terjadi pada tanah campuran dengan penambahan 5% kapur dan 5% bubuk bata merah. Berdasarkan metode AASHTO tanah dengan penambahan 5% kapur dan 5% bubuk bata merah termasuk tanah golongan A-7-6, sedangkan berdasarkan metode USCS, tanah campuran termasuk golongan CL. Pada variasi penambahan bubuk bata merah dan kapur yang sama hasil uji standart *Proctor* menunjukkan meningkatnya nilai berat volume kering maksimum dan terjadi penurunan kadar air optimum. Hasil pengujian CBR *unsoaked* dan *soaked* menunjukkan peningkatan nilai CBR. Nilai CBR *unsoaked* tanah asli 7,94% menjadi 10,44% pada tanah campuran 5% bubuk bata merah dan 5% kapur, sedangkan nilai CBR *soaked* tanah asli sebesar 0,6% meningkat menjadi 1,21%.

Kata kunci : Tanah lempung; kapur; bubuk bata merah; CBR

Pendahuluan

Tanah daerah Tanon, Sragen dari hasil penelitian Wiqoyah (2002) adalah tanah lempung dengan karakteristik sebagai berikut : butiran yang lolos saringan No 200 adalah 94.13%, batas cair (LL) = 88,03%, dan indeks plastisitas (IP) = 49,44%. Menurut sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*) tanah tersebut termasuk golongan CL, sedangkan menurut metode AASHTO tanah termasuk golongan A-7-5. Oleh karena itu perlu adanya stabilisasi tanah tersebut agar dapat digunakan sebagai landasan jalan raya.

Dalam rangka untuk melakukan perbaikan tanah tersebut, sebelumnya telah dilakukan penelitian yaitu stabilisasi tanah lempung Tanon dengan penambahan kapur oleh Wahyuni (2005), hasil penelitian menunjukkan adanya perbaikan sifat fisis dan mekanis tanah ditandai dengan menurunnya nilai indeks plastisitas dan naiknya nilai *California Bearing Ratio* (CBR) tanah tersebut. Selain itu, penelitian dengan bahan stabilisasi bata merah juga telah dilakukan oleh Hardadi (2004). Hasil penelitian menunjukkan, bahwa penambahan bubuk bata merah menurunkan nilai indeks plastis dan menaikkan nilai CBR walaupun kenaikan yang terjadi belum begitu besar. Berdasarkan kedua penelitian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan bahan tambah (*additive*) kapur dan serbuk bata merah dapat memperbaiki sifat fisis tanah dengan ditandai penurunan nilai indeks plastisitas. Sedangkan pada sifat mekanis terjadinya perbaikan nilai CBR terutama CBR *soaked*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dicoba dengan mencampur bahan tambah 5% kapur dan serbuk bata merah dengan variasi

penambahan 0%, 3%, 5%, 7%, 9%, untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik sifat fisis dan mekanis tanah setelah diberi bahan tanmah tersebut.

Kapur

Kapur diperoleh dari kalsium oksida (kapur hidup atau *quick lime*) dan kalsium hidroksida (kapur mati atau *slaked lime*). Kalsium oksida (CaO) adalah hasil pembakaran karbonat (CaCO₃) dengan pemanasan kira-kira 80⁰C sampai karbon oksidanya keluar, sedangkan kalsium hidroksida adalah hasil dari hidrasi kalsium oksida (CaO) atau dengan menambahkan air (H₂O) pada partikel CaO. (Tjokrodimuljo, 1995). Kalsium hidroksida lebih sering digunakan untuk stabilisasi tanah, baik sendiri atau dicampur dengan *pozzolan*. Susunan kimia batu kapur terdiri dari karbonat (CO₃) 97 %, Kapur tohor (CaO) 29,77 - 55,56%, Magnesia (MgO) 21 - 31%, Silika (SiO₂) 0,14 - 2,41%, Alumina (Al₂O₃) dan Oxid Besi (Fe₂O₃) 0,5%.

Bubuk Bata Merah

Salah (1995), menyatakan bahwa bubuk bata merah berasal dari bata merah, yang merupakan salah satu bahan yang berasal dari lempung alam yang diproses terlebih dahulu, yaitu dikenai perlakuan tertentu seperti penambahan air, pemeraman, pemberian bahan tambah, pemampatan butir dengan tenaga manusia maupun mesin giling, pencetakan bentuk, pengeringan dan akhirnya dibakar pada suhu tertentu. Jenis lempung yang digunakan dan cara perlakuan yang dikenakan padanya seakan berpengaruh terhadap kualitas barang yang dihasilkan. Bata merah dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, dibakar pada suhu tinggi tidak hancur lagi bila direndam dalam air.

California Bearing Ratio(CBR)

Mengetahui kuat dukung tanah dalam menentukan tebal perkerasan dapat dilakukan dengan beberapa cara. Salah satu cara yang terpopuler dengan cara CBR. CBR suatu tanah diukur pada permukaan tanah (*subgrade*) dan dapat dilakukan di laboratorium maupun di lapangan. Pengukuran di lapangan dilakukan setelah *subgrade* selesai dipadatkan, sedangkan di laboratorium pengukurannya dikaitkan dengan percobaan pemadatan (*CBR design*).

Pengujian CBR di laboratorium menggunakan metode ASTM D 1883 -87, dengan dua macam percobaan CBR, yaitu percobaan *unsoaked* CBR (tanpa perendaman) dan percobaan *soaked* CBR (melalui perendaman). Besarnya beban standar pada penetrasi 0,1” dengan beban 3000 lb, pada penetrasi 0,2” dengan beban 4500 lb. Cara menentukan CBR dengan menggunakan dongkrak mekanis sebuah piston penetrasi 0,2” ditekan masuk pada permukaan tanah yang selesai dipadatkan. Nilai CBR tanah diukur pada penetrasi 0,1” dan 0,2” dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Untuk } 0,1 \text{ inchi; } CBR = \frac{\text{beban yang terjadi}(lbs)}{3(in^2) \times 1000 \left(\frac{lbs}{in^2}\right)} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Untuk } 0,2 \text{ inchi; } CBR = \frac{\text{beban yang terjadi}(lbs)}{3(in^2) \times 1500 \left(\frac{lbs}{in^2}\right)} \times 100\% \quad (2)$$

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan melakukan berbagai macam percobaan sehubungan dengan data-data yang diperlukan. Pelaksanaan percobaan atau pengujian sampel tanah tersebut dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, dengan sampel tanah diambil dari daerah Tanon Kabupaten Sragen. Keseluruhan sampel diuji dengan metode drying yaitu tanah dikeringkan di bawah terik matahari sebelum dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan meliputi analisis butiran tanah (Sieve analysis dan Hydrometer), Liquid Limit (LL), Plastic Limit (PL), Shrinkage Limit (SL), Water content (W), Specific gravity (Gs), Standard Proctor, dan California Bearing Ratio(CBR) , pengujian dilakukan terhadap sampel tanah asli maupun sampel tanah dengan penambahan bahan pencampur kapur dan bubuk bata merah dengan mengacu pada standar ASTM (Annual Book of ASTM Standards. Hasil uji disajikan dalam bentuk tabel dan grafik selanjutnya dilakukan analisis dan diambil keputusan.

Hasil Dan Pembahasan Penelitian

Kondisi Tanah Asli

Hasil uji tanah asli yang dilakukan Wiqoyah (2002), dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji tanah asli

Data pengamatan	Hasil
Kadar air	11.57%
<i>Specific gravity</i>	2.61
Batas cair (LL)	88.03%
Batas plastis (PL)	38.58%
Batas susut (SL)	10.73%
Plastisitas indeks (PI)	49.44%
Butir lolos saringan No.200	94.13%
Lempung	18.5%
Lanau	75.63%
Kerikil	0%
Berat volume kering maksimum (MDD)	1.27 gr/cm ³
Kadar air optimum (OMC)	36.5%
Sudut gesek internal dalam (ϕ)	2.14°
Sudut gesek internal dalam (ϕ) rendam 4 hari	1.61°
Kohesi (c)	19.97 kg/cm ²
Kohesi (c) direndam 4 hari	25.21 kg/cm ²
Nilai CBR tanpa rendaman	7.94%
Nilai CBR direndam 4 hari	0.6%
<i>Swelling potential</i>	14.90%

Hasil uji Kapur dan Bubuk Bata Merah

Uji sifat fisis Kapur dan bubuk bata merah adalah uji *specific gravity*. Hasil uji *specific gravity* kapur didapatkan nilai *specific gravity* sebesar 2,37 gr/cm³ dan bubuk bata merah sebesar 2,58 gr/cm³.

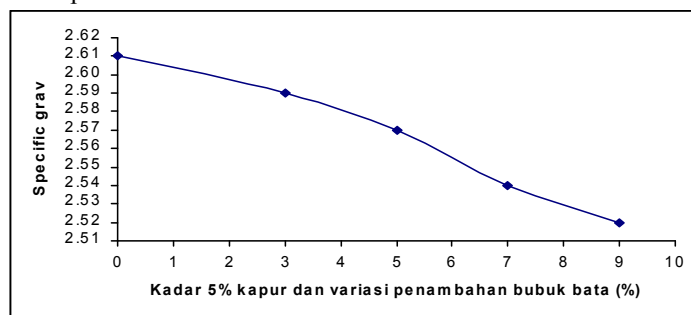
Hasil uji Specific Gravity Tanah Campuran

Hasil uji *specific gravity* tanah campuran dengan penambahan bahan 5% kapur dan variasi persentase penambahan bubuk bata merah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji *specific gravity* tanah campuran

Tanah Campuran	<i>Specific grafity</i>
Tanah asli	2,61
Tanah + 5% kapur	2,61
Tanah + 5% kapur + 3% bubuk bata	2,59
Tanah + 5% kapur + 5% bubuk bata	2,57
Tanah + 5% kapur + 7% bubuk bata	2,54
Tanah + 5% kapur + 9% bubuk bata	2,52

Lebih jelasnya hubungan antara *specific gravity* dengan penambahan 5% kapur dan variasi persentase penambahan bubuk bata merah dapat dilihat pada Gambar 1.



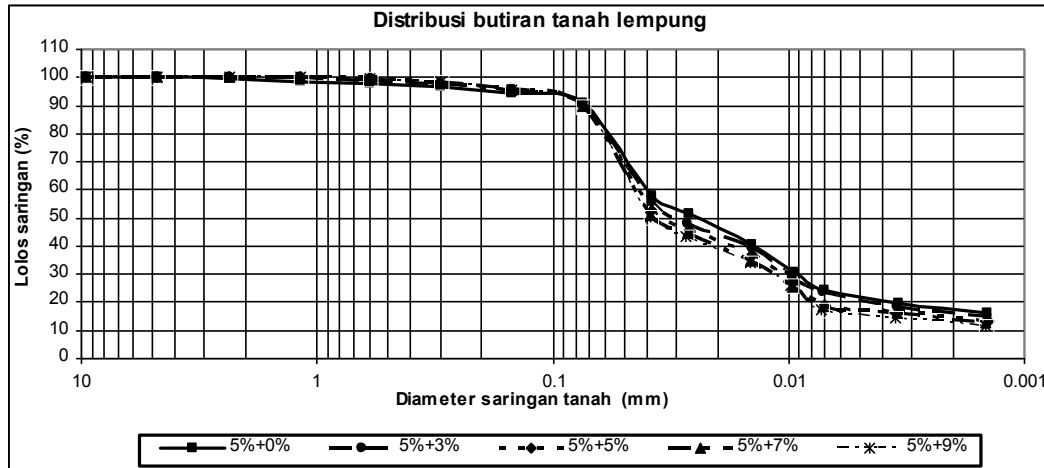
Gambar 1. Grafik hubungan penambahan 5% kapur dan variasi persentase penambahan bubuk bata merah dengan *specific gravity*

Penambahan 5% kapur dan variasi persentase penambahan bubuk bata merah terhadap tanah asli menunjukkan adanya penurunan terhadap nilai *specific gravity* sebagaimana dijelaskan pada Gambar.1. Penurunan nilai *specific gravity* terbesar terjadi pada tanah campuran dengan penambahan kapur 5% dan bubuk bata merah 5%

dengan nilai *specific gravity* 2,57. Hal ini disebabkan karena lebih kecilnya nilai *specific gravity* kapur dan bubuk bata merah dibandingkan dengan *specific gravity* tanah asli.

Hasil uji Gradasi Butiran

Hasil uji gradasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik hubungan persentase lolos dengan diameter saringan tanah

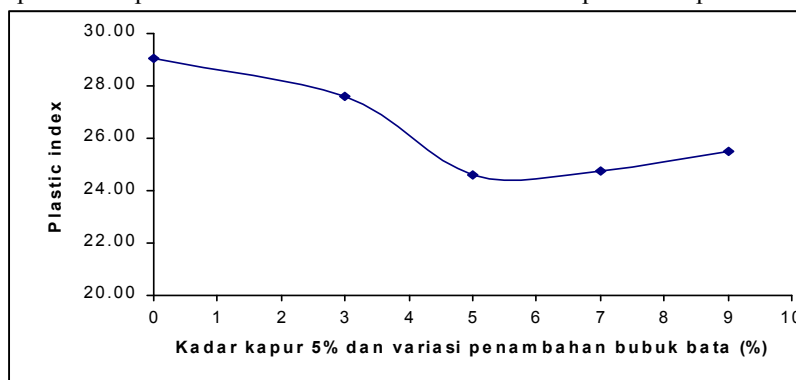
Hasil uji batas - batas Konsistensi (*Atterberg limits*) Tanah Campuran

Uji *Atterberg limit* berupa batas cair, batas plastis, dan batas susut, selanjutnya nilai indeks plastis didapat dari selisih antara batas cair dengan batas plastis. Data hasil *Atterberg Limits* dengan penambahan 5% kapur dan variasi persentase penambahan bubuk bata merah dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil uji *Atterberg limits*

Tanah campuran kapur dan bubuk bata	Batas cair (%)	Batas Plastis (%)	Batas susut (%)	Indek plastis (%)	Lolos sar.200 (%)	Group indek	Klasifikasi tanah	
							AAHSTO	USCS
Tanah Asli	88,03	38,58	10,73	49,45	94,13	57,24	A-7-5	MH _{OR} OH
5% + 0%	53,20	24,16	17,54	29,04	90,75	29,25	A-7-6	CL
5% + 3%	51,25	23,63	16,49	27,62	90,54	27,54	A-7-6	CL
5% + 5%	47,00	22,41	15,29	24,59	90,11	23,91	A-7-6	CL
5% + 7%	48,40	23,64	15,98	24,76	89,79	24,30	A-7-6	CL
5% + 9%	49,20	23,72	16,80	25,48	89,68	25,01	A-7-6	CL

Berdasarkan tabel 3 di atas dapat diperoleh grafik hubungan antara indeks plastisitas dengan penambahan 5% kapur dan variasi persentase penambahan bubuk bata merah. Grafik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 .Hubungan penambahan 5% kapur dan variasi persentase penambahan bubuk bata merah dengan indek plastisitas

Berdasarkan gambar di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai indek plastis optimum diperoleh pada tanah campuran dengan penambahan 5% kapur dan 5% bubuk bata.

Hasil uji *Standard Proctor*

Tujuan pengujian *standard Proctor* setiap tanah campuran 5% kapur dan variasi perentase penambahan bubuk bata merah ini adalah untuk mendapatkan berat isi kering maksimum dan kadar air optimum. Hasil uji selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil uji *standard Proctor*

Tanah campuran	Berat isi kering (gram/cm ³)	Kadar air optimum (%)
Tanah asli	1.27	36.50
Tanah + 5% kapur	1.29	29.50
Tanah + 5% kapur + 3% bubuk bata	1.30	35.50
Tanah + 5% kapur + 5% bubuk bata	1.33	31.00
Tanah + 5% kapur + 7% bubuk bata	1.31	34.00
Tanah + 5% kapur + 9% bubuk bata	1.28	35.50

Hasil uji CBR (*California Bearing Ratio*)

Pemeriksaan nilai CBR ini dilakukan pada bagian atas benda uji, nilai CBR ini didapat dari beban yang terbaca pada grafik hubungan antara nilai penetrasi dan beban yang telah terkoreksi pada penetrasi dan beban yang telah terkoreksi pada penetrasi 0,1" yang dibagi dengan luas penampang 19,35 cm³ dan kemudian dibagi dengan beban standar 70,37 kg/cm² (1000 psi) lalu dikalikan 100% atau beban pada penetrasi 0,2" yang dibagi 19,35 cm³, kemudian dibagi lagi dengan beban standar 105,56 kg/cm² (1500 psi) dikalikan 100%. Dari kedua nilai CBR dipilih nilainya yang terbesar dan dijadikan nilai CBR yang sebenarnya. Hasil pemeriksaan CBR dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh penambahan 5% kapur dan variasi bubuk bata merah terhadap nilai CBR tanpa rendaman (*Unsoaked*) atau dengan rendaman (*Soaked*)

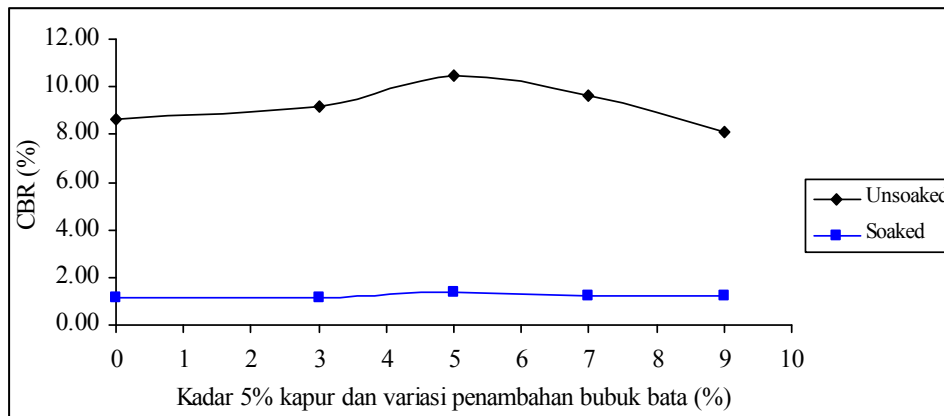
Tanah campuran	CBR (%)	
	<i>Unsoaked</i>	<i>Soaked</i>
Tanah asli	7.94	0.6
Tanah + 5% kapur	8.67	1.14
Tanah + 5% kapur + 3% bubuk bata	9.16	1.17
Tanah + 5% kapur + 5% bubuk bata	10.44	1.38
Tanah + 5% kapur + 7% bubuk bata	9.67	1.20
Tanah + 5% kapur + 9% bubuk bata	8.11	1.21

Nilai CBR *unsoaked* pada tanah asli sebesar 7,94%, sedangkan pada tanah campuran penambahan 5% kapur nilai CBR mengalami kenaikan sebesar 0,73%. Pada tanah campuran dengan penambahan 5% kapur dan 3% bubuk bata mengalami kenaikan nilai CBR sebesar 1,22% dari nilai CBR tanah asli, sedangkan tanah campuran 5% kapur dan 5% bubuk bata mengalami kenaikan nilai CBR sebesar 2,5% dari nilai CBR tanah asli. Pada tanah campuran 5% kapur dan 7% bubuk bata mengalami kenaikan nilai CBR sebesar 1,73% dari nilai CBR tanah asli, sedangkan pada tanah campuran dengan penambahan 5% kapur dan 9% bubuk bata mengalami kenaikan nilai CBR sebesar 0,17% dari nilai CBR tanah asli.

Peningkatan nilai CBR *unsoaked* yang terbesar terjadi pada tanah campuran 5% kapur dan 5% bubuk bata sebesar 2,5% dari nilai CBR tanah asli.

Nilai CBR *soaked* pada tanah asli sebesar 0,6% , sedangkan pada tanah campuran penambahan 5% kapur mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 0,54% dari nilai CBR tanah asli nilai. Pada tanah campuran dengan penambahan 5% kapur dan 3% bubuk bata mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 0,57% dari nilai CBR tanah asli, sedangkan tanah campuran 5% kapur dan 5% bubuk bata mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 0,78% dari nilai CBR tanah asli nilai. Pada tanah campuran 5% kapur dan 7% bubuk bata mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 0,61% dari nilai CBR tanah asli, sedangkan pada tanah campuran dengan penambahan 5% kapur dan 9% mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 0,60% dari nilai CBR tanah asli.

Penambahan 5% kapur dan bubuk bata merah 5% dapat meningkatkan nilai CBR *soaked* walaupun kenaikan yang terjadi tidak terlalu besar. Hal ini dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 4.



Gambar 4 Pengaruh penambahan 5% kapur dan variasi persentase penambahan bubuk bata merah terhadap nilai CBR tanpa perendaman (*Unsoaked*) maupun CBR dengan perendaman (*Soaked*)

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan di laboratorium dan analisa data percobaan tanah lempung dengan 5% kapur dan variasi penambahan bubuk bata merah, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penambahan 5% kapur dan 0% bubuk bata merah sampai dengan penambahan 5% kapur dan 9% bubuk bata merah dapat menurunkan nilai *specific gravity*, dan menurunkan nilai indeks plastisitas tanah.
2. Penambahan 5% kapur dan 0% bubuk bata merah sampai dengan penambahan 5% kapur dan 9% bubuk bata merah dapat memperbaiki sifat-sifat mekanis tanah, yaitu menaikkan nilai berat volume kering maksimum dan menurunkan kadar air optimum, serta meningkatkan nilai CBR *unsoaked* dan nilai CBR *soaked*, walaupun peningkatan nilai CBR *soaked* tidak begitu besar.

Daftar Pustaka

- Anonim, (1996), "*Annual Book of ASTM Standards*", Race Street, Philadelphia, PA 19103- 1187 USA
- Anonim, 1990, "*Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (SK-SNI)*", Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
- Hardadi Dodi, (2004), "*Pemanfaatan Bubuk Bata Merah (Blick Flour) Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Tanon Sragen* ", Tugas Akhir, FT, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Saleh, M, (1995), "*Perbaikan Tanah Lempung Sugrade Menggunakan Hasil Perbaikan Tanah Lempung Setempat*", Tugas Akhir, Program Sarjana, Fakultas Teknik , Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Tjokrodimulyo, K,(1995), "*Bahan Bangunan*", Buku Ajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Wiqoyah, Q., (2002), "*Campuran Kapur dan Tras Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Hitam Untuk Landasan Jalan Raya* ", Tesis S-2, Program Studi Teknik Sipil' Jurusan Ilmu Teknik, Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Wahyuni, (2005), "*Stabilisasi Kapur Terhadap Tanah Dasar Jalan (Studi Kasus Komparasi Terhadap Kebutuhan Tebal Perkerasan Ruas Demak-Kudus)*", Tugas Akhir FT Universitas Muhammadiyah Surakarta