

PENGARUH KAPUR DAN ABU SEKAM PADI PADA NILAI CBR LABORATORIUM TANAH TRAS DARI DUSUN SEROPAN UNTUK STABILITAS SUBGRADE TIMBUNAN

Ninik Ariyani¹⁾ – Ardiyanto C. Nugroho²⁾

1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UKRIM Yogyakarta

2) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UKRIM Yogyakarta

Abstract

One of the most important parameters to determine the thickness of road pavement in the condition of the subgrade soil as reflected by the CBR values. Poor subgrade soils exhibit low CBR values resulting in the requirement for thick pavement layers, and therefore high cost. One of the methods to enhance the quality of insitu soil to be used as subgrade material is lime and rice husk.

In this study a series of laboratory CBR tests were conducted on soil samples obtained from Seropan village, Gunung Kidul, to investigate the effect of lime and rice husk additives on the CBR values of the soil. Soil samples treated with lime and rice husk were prepared with lime contents varying between 3% and 18% (increment of 3%) and rice husk between 2 % and 12% (increment of 2%). All samples were subjected to a curing time of 3 days after mixing prior to compaction and CBR testing. Two CBR samples were prepared for each combination of lime and rice husk contents, one for a CBR test without prior immersion and the other subjected to prior immersion.

The test result showed that for the pre-immersed samples, a lime content of 6% and rise husk of 4% produced the highest increase in the CBR value from 16.29% for untreated soil to 23.66%.

Keywords : CBR values, additives.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanah dasar (*subgrade*) adalah bagian yang terpenting dari konstruksi jalan karena tanah dasar inilah yang mendukung seluruh konstruksi jalan beserta beban lalu lintas di atasnya. Tanah dasar pulalah yang menentukan mahal atau tidaknya pembangunan jalan tersebut, karena kekuatan tanah dasar menentukan tebal atau tipisnya lapisan perkerasan. Perencanaan perkerasan suatu jalan yang digunakan sekarang tidak lagi berdasarkan pada perhitungan tegangan-tegangan serta penentuan kekuatan bahan secara teliti, tetapi cara-cara yang dipakai secara umum adalah cara empiris dan yang paling terkenal adalah menggunakan cara CBR.

Di Dusun Seropan, Kecamatan Karang Mojo, Kabupaten Gunung Kidul terdapat tanah tras yang tersementasi dengan kapur, sehingga berbentuk bongkah-bongkah seperti batu. Tanah tersebut tidak bisa dimanfaatkan untuk

pertanian dan oleh penduduk setempat digunakan sebagai pematang sawah. Secara fisik tanah ini mirip dengan bongkahan batu yang tidak larut dalam air, tetapi mudah hancur bila ditekan agak keras. Tanah tras ini ketika dicampur dengan kapur padam dan air tidak mengeras, bila campuran tersebut ditambahkan abu sekam padi maka campuran ini akan mengeras. Jadi kemungkinan besar tanah tras ini sudah terkontaminasi dengan tanah-tanah setempat sehingga sifat tras (*pozzolan*) tidak aktif kembali.

B. Tujuan dan Manfaat Penelitian

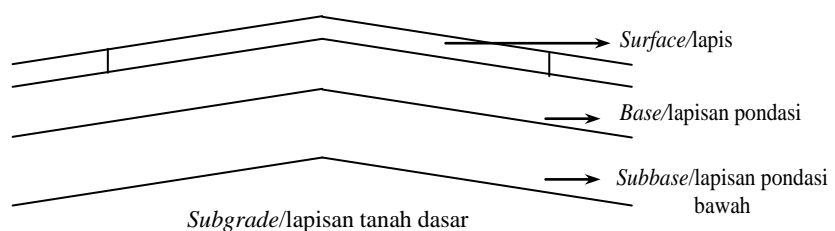
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur dan abu sekam padi terhadap tanah tras dari Dusun Seropan ditinjau dari nilai CBR yang akan diperoleh dan juga untuk mencari komposisi campuran yang terbaik antara kapur, abu sekam padi dan tanah tras tersebut. Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah untuk memastikan bahwa penggunaan kapur dan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi terhadap tanah tras ini dapat meningkatkan daya dukung tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

Tanah merupakan produk sampingan deposit akibat pelapukan kerak bumi dan atau batuan yang tersingkap dalam matrik tanah. Menurut Bowles (1989) tanah merupakan campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis seperti berangkal (*boulders*), kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), lempung (*clay*) dan koloid (*colloids*).

Tanah dalam ilmu mekanika tanah adalah semua endapan alam yang berhubungan dengan teknik sipil, kecuali batuan tetap. Batuan tetap menjadi ilmu tersendiri yaitu mekanika batuan (*rock mechanics*). Endapan alam tersebut mencakup semua bahan dari tanah lempung sampai berangkal (Soedarmo, Edy Purnomo, 1997). Perkerasan lentur dan perkerasan kaku dalam pelaksanaannya tergantung tanah dasar (*subgrade*) yang bersangkutan. Tebal perkerasan dan komponennya tergantung sifat-sifat tanah dasar yang akan ditetapkan sebelum perencanaan dibuat. Untuk mengetahui kekuatan tanah biasanya digunakan data-data seperti C.B.R (*California Bearing Ratio*), pemadatan dan daya dukung. Letak dari tanah dasar (*subgrade*) dapat ditunjukkan melalui Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan Lentur

B. Kapur

Kapur memiliki sifat sebagai bahan ikat antara lain: sifat plastis baik (tidak getas), mudah dan cepat mengeras, *workability* baik dan mempunyai daya ikat baik untuk batu dan bata (Tjokrodinuljo,1992). Bahan dasar kapur adalah batu kapur atau *dolomit*, yang mengandung senyawa kalsium karbonat (CaCO_3).

Pengertian kapur sebagai bahan stabilisasi mengacu pada mineral kapur berupa kalsium hidroksida (Ca(OH)_2), kalsium oksida (CaO) dan kalsium karbonat (CaCO_3). Penggunaan yang paling efektif dan aman dalam pelaksanaan konstruksi adalah menggunakan kalsium hidroksida (kapur padam) yang disarankan berupa bubuk, karena sangat penting untuk proses hidrasi dan mengurangi masalah yang timbul, kalsium karbonat kurang efektif dipergunakan untuk bahan campuran, sedangkan kalsium oksida (*quick lime*) lebih baik dalam proses kimianya namun beberapa kelemahan dari kalsium oksida ini dapat mempermudah terjadinya korosi pada peralatan dan sangat berbahaya bagi kulit pelaksana konstruksi (Ingless dan Metcalf,1992).

C. Abu Sekam Padi- *Pozzolan*

Selama proses pembakaran sekam padi menjadi abu, zat-zat organik akan hilang dan meninggalkan sisa yang kaya akan silika. Selain itu, perlakuan panas pada silika dalam sekam padi menghasilkan perubahan struktural yang berpengaruh pada dua hal yaitu tingkat aktivitas *pozzolan* dan kehalusan butir abunya. Secara umum faktor suhu, waktu dan lingkungan pembakaran harus dipertimbangkan dalam proses pembakaran sekam padi untuk menghasilkan abu yang mempunyai tingkat reaktivitas maksimal. Silika merupakan unsur pokok abu sekam padi (*Rice Husk Ash /RHA*) yang menguntungkan, karena pada kondisi yang sesuai dapat bereaksi dengan kapur bebas membentuk gel yang bersifat sebagai bahan ikat. Secara tipikal komposisi kimia abu sekam padi meliputi SiO_2 , K_2O , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Cl , P_2O_5 , Na_2O_3 , SO_3 dan sedikit unsur lainnya. Kandungan minimum dan maksimum unsur oksida yang harus ada pada suatu *pozzolan* dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1. Kandungan kimia *pozzolan* menurut ASTM C 618-92a

Kandungan kimia	Kelas <i>pozzolan</i>		
	N	F	C
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, minimum %	70	70	50
SO_3 , minimum %	4	5	5
Kadar air, maksimum %	3	3	3
Hilang dalam pembakaran, %	10	6	6

D. Stabilisasi Tanah

Usaha stabilisasi yang biasa pada tanah berbutir halus dapat dilakukan dengan memberi bahan tambah kimia sehingga terjadi suatu reaksi yang dapat meningkatkan daya dukungnya. Bahan-bahan yang biasa dipergunakan antara lain semen, abu batu bara (*fly ash*), kapur dan campuran antara abu batu bara dan

kapur (Bowles, 1989). Penelitian-penelitian mengenai stabilisasi tanah telah banyak dilakukan, antara lain penelitian Rosyidi dan Sucriana (2000) pada tanah lempung ekspansif. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa dengan penambahan kapur dan abu sekam padi (*Rice Husk Ash/RHA*) akan meningkatkan nilai CBR dan menurunkan indeks plastisitas, dengan prosentase kapur yang ditambahkan berkisar antara 5-10%.

E. Pemasatan Tanah

Teori pematatan pertama kalinya dikembangkan oleh R.R. Proctor. Metode yang orisinil dilaporkan melalui serangkaian artikel dalam *Engineering New Record*. Oleh karena itu, prosedur dinamik laboratorium yang standar biasanya disebut dengan uji *Proctor* (Bowles, 1989). Empat variabel pematatan tanah yang didefinisikan oleh *Proctor*, yaitu usaha pematatan atau energi pematatan, jenis tanah (gradasi, kohesif atau tidak kohesif, ukuran partikel dan sebagainya), kadar air, dan berat isi kering. Menurut Craig (1991), pematatan (*compaction*) adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara dan tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah ini. Berat volume kering tanah dapat dituliskan ke dalam persamaan berikut :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + w} \dots\dots\dots (2,1)$$

dengan : γ = berat volume butir tanah dan w = kadar air.

Berat volume kering jenuh tanah dapat dituliskan ke dalam persamaan berikut :

$$\gamma_d = \frac{G_s}{1 + wG_s} \gamma_w \dots\dots\dots (2,2)$$

dengan G_s = berat spesifik butiran tanah padat dan γ_w = berat jenis air

1. Pemasatan standar (*standard compaction*)

Pemasatan standar (*standard compaction*) adalah usaha untuk memadatkan contoh tanah yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat-alat pematatan standar. Aturan yang dapat dilakukan pada pematatan standar ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Aturan-Aturan Pemasatan Standar

No.	Keterangan	Standar			
		Cara A	Cara B	Cara C	Cara D
1	Silinder pematatan	Kecil	Besar	Kecil	Besar
2	Material, lolos saringan	No.4	No.4	3/4 "	3/4 "
3	Penumbuk	Standar	Standar	Standar	Standar
4	Jumlah lapisan	3	3	3	3
5	Jumlah tumbukan tiap lapis	25	56	25	56
6	Material siap ditumbuk yang perlu disediakan setiap kali	2,7 kg	6,4 kg	4,5 kg	10 kg

Sumber : Soedarmo, Edy Purnomo, *Mekanika Tanah I*,1997

2. Pemadatan modifikasi (*modified compaction*)

Pemadatan modifikasi (*modified compaction*) adalah usaha untuk memadatkan contoh tanah yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat-alat pemadatan modifikasi (berat). Aturan-aturan cara yang dapat dilakukan pada pemadatan modifikasi ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Aturan-Aturan Pemadatan Modifikasi

No	Keterangan	Modifikasi			
		Cara A	Cara B	Cara C	Cara D
1	Silinder pemadatan	Kecil	Besar	Kecil	Besar
2	Material, lolos saringan	No.4	No.4	3/4 "	3/4 "
3	Tumbukan	Modifikasi	Modifikasi	Modifikasi	Modifikasi
4	Jumlah lapisan	5	5	5	5
5	Jumlah tumbukan tiap lapis	25	56	25	56
6	Material siap ditumbuk yang perlu disediakan setiap kali	3,2 kg	7,3 kg	5,4 kg	11,3 kg

Sumber : Soedarmo, Edy Purnomo, *Mekanika Tanah I*, 1997.

Alat-alat yang paling berperan untuk digunakan pada pemadatan modifikasi adalah silinder pemadatan dan penumbuk modifikasi. Dimensi yang digunakan pada silinder pemadatan dan penumbuk modifikasi dapat ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Dimensi Silinder Pemadatan dan Penumbuk Modifikasi

Ukuran	Silinder		Penumbuk standar
	Besar	Kecil	
Diameter/diameter bidang jatuh (cm)	15,24 ± 0,067	10,16 ± 0,04	5,08 ± 0,013
Tinggi / tinggi jatuh (cm)	11,63 ± 0,013	11,63 ± 0,013	45,72 ± 0,009
Volume (liter)	2,124 ± 0,002	0,943 ± 0,008	-
Berat (kg)	-	-	4,536 ± 0,009

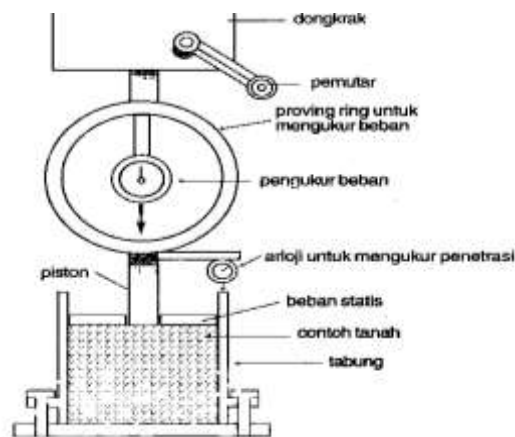
3. CBR (*California Bearing Ratio*)

Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). CBR untuk pertama kalinya diperkenalkan oleh *California Division of Highways* pada tahun 1928. Sedangkan metode CBR ini dipopulerkan oleh O. J. Porter. CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1”/0,2” dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1”/0,2” (Sukirman, 1995)

Jadi nilai CBR didefinisikan sebagai suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) dan dinyatakan dalam prosentase. Tujuan dari percobaan CBR adalah untuk menentukan daya

dukung tanah dalam kepadatan maksimum. Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

CBR lapangan (*CBR in place*). digunakan untuk mendapatkan nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan tanah dasar saat itu. Umumnya digunakan untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi, selain itu jenis CBR ini digunakan untuk mengontrol kepadatan yang diperoleh apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan. CBR lapangan direndam (*undisturbed soaked CBR*).digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swelling*) yang maksimum..



Gambar 2.2. Alat Pemeriksa Nilai CBR di Laboratorium
(Sumber : Soedarmo, Edy Purnomo, *Mekanika Tanah I*, 1997)

F. Sistem klasifikasi

Dua sistem klasifikasi yang dapat digunakan adalah USCS (*Unified Soil Classification System*) dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*). Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastisitasnya (Hardiyatmo,1992).

a. Sistem klasifikasi *Unified*

Klasifikasi tanah dari sistem *Unified* (USCS) mula pertama diajukan oleh Casagrande pada tahun 1942 yang kemudian direvisi oleh kelompok teknisi dari USBR (*United State Bureau of Reclamation*). Pada sistem *Unified*, suatu contoh tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika lebih dari 50% tertinggal dalam saringan No. 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau dan lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan No. 200 (Hardiyatmo,1992).

Pada analisis saringan dilakukan penggambaran kurva distribusi ukuran butir. Apabila kurang dari 12% lolos saringan No. 200, nilai Cc (koefisien kelengkungan) dan Cu (koefisien keseragaman) harus dihitung. Hal ini digunakan untuk menentukan tanah ini bergradasi baik atau buruk. Apabila tanah yang lolos saringan No. 200 lebih dari 12%, maka nilai Cc dan Cu tidak berarti dan hanya batas-batas konsistensi (*Atterberg limits*) saja yang perlu digunakan untuk menentukan klasifikasi tanah. Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol CH, OL, CL, OH dan sebagainya didapat dengan cara mengeplotkan nilai batas cair dan indeks plastisitas pada bagan plastisitas (*plasticity chart*). Nilai indeks plastisitas dan macam tanahnya dapat ditunjukkan melalui Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

Indeks Plastisitas	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : Hardiyatmo, *Mekanika Tanah I*, 1992.

b. Sistem klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*) berguna untuk menentukan kualitas tanah guna perencanaan timbunan jalan, *subbase*, dan *subgrade*. Sistem klasifikasi tanah ini dikembangkan pada tahun 1929 oleh *Public Road Administration Classification System*. Setelah dilakukan beberapa kali perubahan, sekarang telah digunakan dan dianjurkan oleh *Committee on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Roads of the Highway Research Board* sejak tahun 1945.

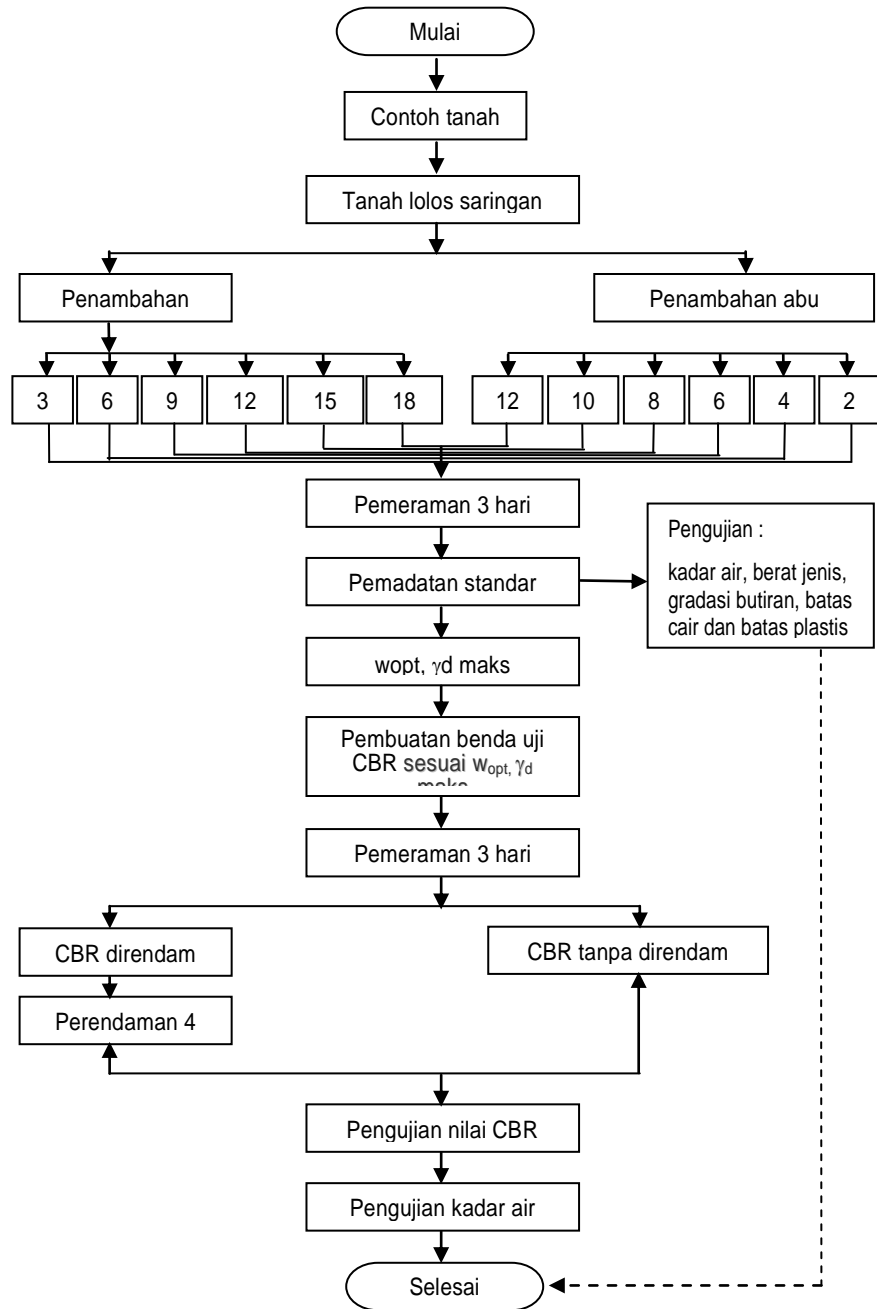
Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 8 kelompok, yaitu A-1 sampai A-8 termasuk sub-subkelompok. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang digunakan hanya analisis saringan dan batas-batas konsistensi tanah (*Atterberg limits*). Sistem klasifikasi AASHTO dapat ditunjukkan melalui Tabel 2.4.

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Alat Penelitian

Tanah (tanah tras yang berasal dari Dusun Seropan, Kecamatan Karang Mojo, Kabupaten Gunung Kidul), kapur padam, dan abu sekam padi yang berasal dari hasil sisa pembakaran batu bata. Alat-alat yang digunakan antara lain adalah piknometer, timbangan, oven, desikator, termometer, cawan porselen dan *pestel* (penumbuk berkepala karet), kompor sebagai pemanas, mesin *sieve shaker*, alat pengaduk suspensi, hidrometer, *stop watch*, gelas ukur, alat Casagrande, Grooving tool, Spatel, plat kaca, slinder (ring) CBR, cincin beban, *spacer disc*, dan alat-alat bantu lainnya.

B. Pelaksanaan dan Pengujian



Gambar 3.1. Bagan alir (*flow chart*) pengujian nilai CBR dan kadar air

Berat masing-masing bahan pada contoh tanah yang akan diuji pemadatan dapat ditunjukkan melalui Tabel 3.1 dan alur penelitian secara lebih jelas dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 3.1.

Tabel 3.1. Berat masing-masing bahan untuk benda uji pemadatan

No	Komposisi	Berat Kering (gram)		
		Tanah	Kapur	Abu Sekam Padi
1	S0 (Tanah asli/tanpa campuran)	2000	-	-
2	S1 (Tanah + Kpr 3% + Asp 2%)	1900	60	40
3	S2 (Tanah + Kpr 6% + Asp 4%)	1800	120	80
4	S3 (Tanah + Kpr 9% + Asp 6%)	1700	180	120
5	S4 (Tanah + Kpr 12% + Asp 8%)	1600	240	160
6	S5 (Tanah + Kpr 15% + Asp 10%)	1500	300	200
7	S6 (Tanah + Kpr 18% + Asp 12%)	1400	360	240

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pemeriksaan Senyawa Kimia dan Karakteristik Fisik

Tanah tras yang berasal dari Dusun Seropan, Kecamatan Karang Mojo, Kabupaten Gunung Kidul ini saat diuji kandungan kimianya diperoleh senyawa-senyawa kimia yang dapat ditunjukkan pada Tabel 4.1.

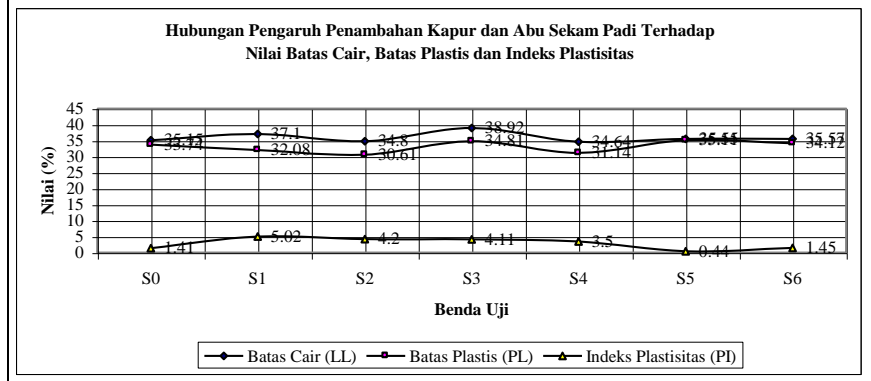
Tabel 4.1. Senyawa-senyawa kimia yang terkandung di dalam tanah tras

Senyawa kimia	Kandungan dalam satuan % berat	Berat jenis	Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)	Indeks plastisitas (PI)	Kadar air optimum (wopt)	Berat volume kering maksimum (γ_d maks)
SiO ₂	57,05	2,61	35,15%	33,74%	1,41%	31,25%	1,31 gr/cm ³
Al ₂ O ₃	15,13						
Fe ₂ O ₃	10,14						
CaO	5,04						
MgO	1,13						

Dari pengujian batas-batas konsistensi tanah (*Atterberg limits*) yang meliputi pengujian batas cair (*Liquid limit (LL)*), batas plastis (*Plastic limit (PL)*) dan indeks plastisitas (*Plasticity index (PI)*) diperoleh hasil untuk semua contoh tanah masing dengan penambahan kapur (Kpr) dan abu sekam padi (Asp) seperti dalam Tabel 4.2

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Batas-batas Konsistensi Tanah

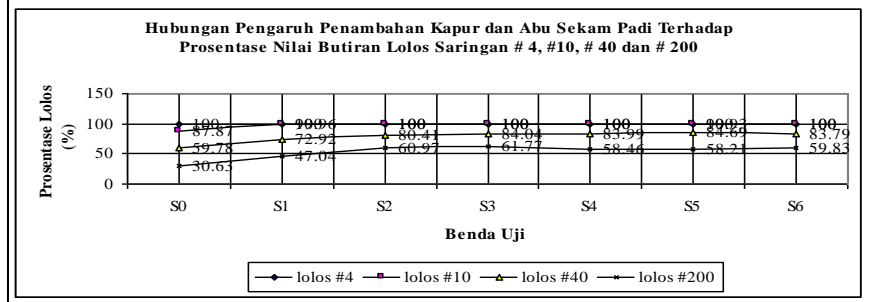
No	Komposisi	Kode	LL (%)	PL (%)	PI (%)
1	Tanah asli	S0	35,15	33,74	1,41
2	Tanah + 3% Kpr + 2% Asp	S1	37,10	32,08	5,02
3	Tanah + 6% Kpr + 4% Asp	S2	34,80	30,61	4,20
4	Tanah + 9% Kpr + 6% Asp	S3	38,92	34,81	4,11
5	Tanah + 12% Kpr + 8% Asp	S4	34,64	31,14	3,50
6	Tanah + 15% Kpr + 10% Asp	S5	35,55	35,11	0,44
7	Tanah + 18% Kpr + 12% Asp	S6	35,57	34,12	1,45



B. Pemeriksaan pengaruh penambahan kapur dan abu sekam padi terhadap prosentase butiran lolos saringan # 4, # 10, # 40 dan # 200

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Gradasi Butiran

No	Komposisi	Kode	Prosentase butiran lolos (%)			
			# 4	# 10	# 40	# 200
1	Tanah asli	S0	100	87,87	59,78	30,63
2	Tanah + 3% Kpr + 2% Asp	S1	100	99,96	72,92	47,04
3	Tanah + 6% Kpr + 4% Asp	S2	100	100	80,41	60,97
4	Tanah + 9% Kpr + 6% Asp	S3	100	100	84,04	61,77
5	Tanah + 12% Kpr + 8% Asp	S4	100	100	83,99	58,46
6	Tanah + 15% Kpr + 10% Asp	S5	100	99,93	84,69	58,21
7	Tanah + 18% Kpr + 12% Asp	S6	100	100	83,79	59,83



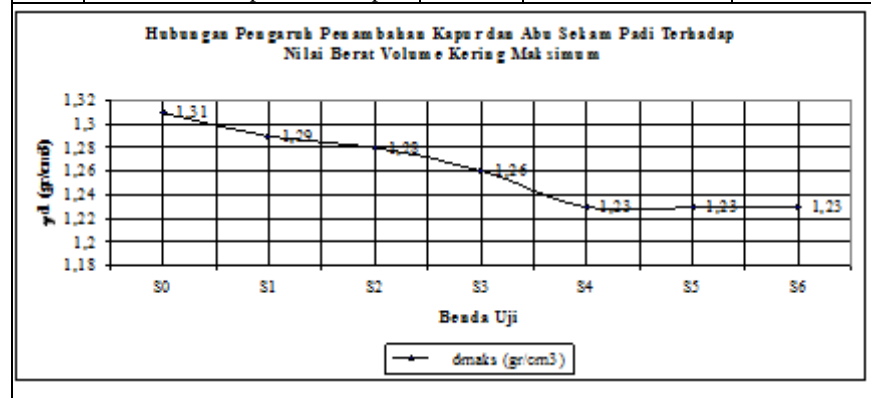
Dari pengujian gradasi butiran (*Grain size analysis*) yang meliputi analisis saringan dan analisis sedimentasi (hidrometer) diperoleh hasil prosentase butiran lolos saringan # 4, # 10, # 40 dan # 200 untuk semua contoh tanah masing-masing dengan penambahan kapur (Kpr) dan abu sekam padi (Asp) yang disajikan dalam Tabel 4.3.

C. Pemeriksaan pengaruh penambahan kapur dan abu sekam padi terhadap nilai γ_d maks dan w_{opt}

Dari pengujian pemadatan standar (*Proctor standar compaction*) diperoleh nilai berat volume kering maksimum (γ_d maks) dan kadar air optimum (w_{opt}) untuk semua contoh tanah masing-masing dengan penambahan kapur dan abu sekam padi yang disajikan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Pemadatan Standar

No	Komposisi	Kode	γ_d maks (gr/cm ³)	w_{opt} (%)
1	Tanah asli	S0	1,31	31,25
2	Tanah + 3% Kpr + 2% Asp	S1	1,29	33,85
3	Tanah + 6% Kpr + 4% Asp	S2	1,28	33,94
4	Tanah + 9% Kpr + 6% Asp	S3	1,26	33,77
5	Tanah + 12% Kpr + 8% Asp	S4	1,23	32,52
6	Tanah + 15% Kpr + 10% Asp	S5	1,23	37,60
7	Tanah + 18% Kpr + 12% Asp	S6	1,23	33,83



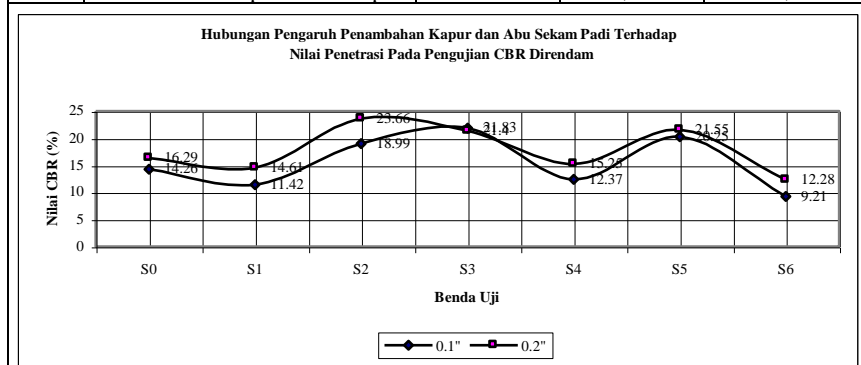
D. Pemeriksaan pengaruh penambahan kapur dan abu sekam padi terhadap nilai penetrasi 0,1" dan 0,2" pada pengujian CBR

1. Pengujian CBR direndam

Dari pengujian CBR direndam diperoleh hasil berupa nilai penetrasi 0,1" dan 0,2" untuk semua contoh tanah masing-masing dengan penambahan kapur (Kpr) dan abu sekam padi (Asp) yang disajikan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian CBR Direndam

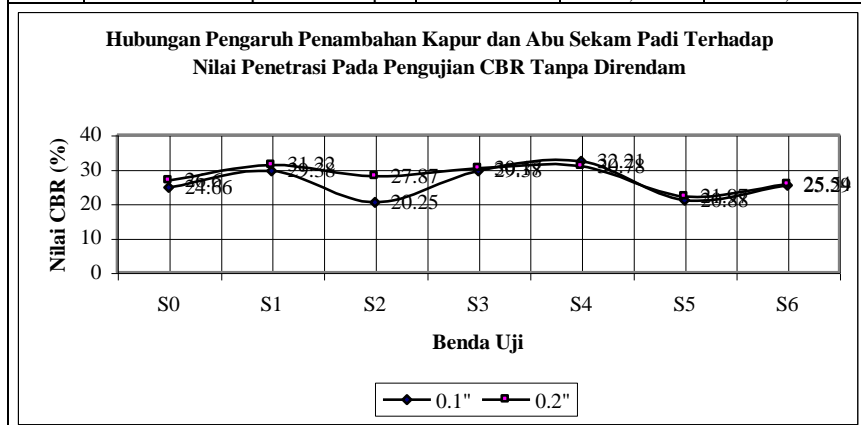
No.	Komposisi	Kode	0,1" (%)	0,2" (%)
1.	Tanah asli	S0	14,26	16,29
2.	Tanah + 3% Kpr + 2% Asp	S1	11,42	14,61
3.	Tanah + 6% Kpr + 4% Asp	S2	18,99	23,66
4.	Tanah + 9% Kpr + 6% Asp	S3	21,83	21,40
5.	Tanah + 12% Kpr + 8% Asp	S4	12,37	15,25
6.	Tanah + 15% Kpr + 10% Asp	S5	20,25	21,55
7.	Tanah + 18% Kpr + 12% Asp	S6	9,21	12,28



2. Pengujian CBR tanpa direndam

Tabel 4.6. Hasil pengujian CBR tanpa direndam

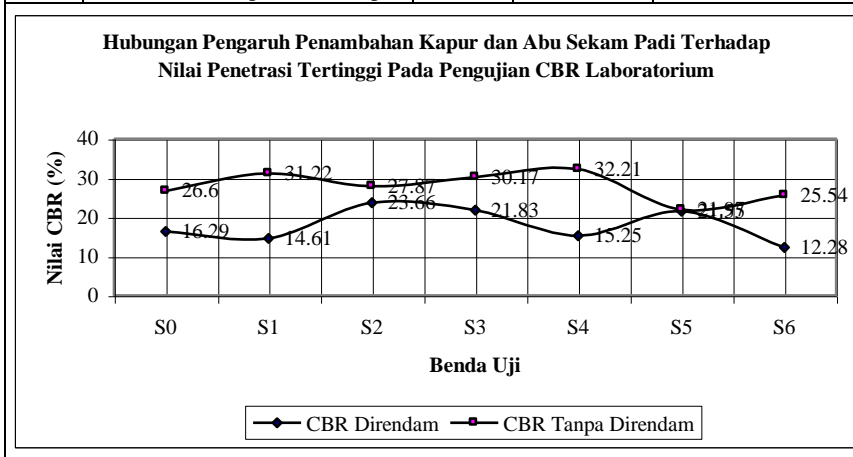
No.	Komposisi	Kode	0,1" (%)	0,2" (%)
1.	Tanah asli	S0	24,66	26,60
2.	Tanah + 3% Kpr + 2% Asp	S1	29,38	31,22
3.	Tanah + 6% Kpr + 4% Asp	S2	20,25	27,87
4.	Tanah + 9% Kpr + 6% Asp	S3	29,38	30,17
5.	Tanah + 12% Kpr + 8% Asp	S4	32,21	30,78
6.	Tanah + 15% Kpr + 10% Asp	S5	20,88	21,97
7.	Tanah + 18% Kpr + 12% Asp	S6	25,29	25,54



E. Perbandingan nilai penetrasi tertinggi pada pengujian CBR

Tabel 4.7. Hasil penetrasi tertinggi pada pengujian CBR

No.	Komposisi	Kode	Pengujian CBR (%)	
			Direndam	Tanpa direndam
1.	Tanah asli	S0	16,29	26,60
2.	Tanah + 3% Kpr + 2% Asp	S1	14,61	31,22
3.	Tanah + 6% Kpr + 4% Asp	S2	23,66	27,87
4.	Tanah + 9% Kpr + 6% Asp	S3	21,83	30,17
5.	Tanah + 12% Kpr + 8% Asp	S4	15,25	32,21
6.	Tanah + 15% Kpr + 10% Asp	S5	21,55	21,97
7.	Tanah + 18% Kpr + 12% Asp	S6	12,28	25,54



Dari hasil pengujian batas-batas konsistensi tanah yang meliputi pemeriksaan batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas dapat dilihat bahwa pada tanah asli (S0) mempunyai indeks plastisitas sebesar 1,41% kemudian dengan penambahan kapur sebanyak 3% dan abu sekam padi sebanyak 2% indeks plastisitas yang diperoleh menjadi naik sebesar 5,02%. Sedangkan penambahan kapur sebanyak 15% dan abu sekam padi sebanyak 10% indeks plastisitasnya turun menjadi sebesar 0,44%. Hal ini kemungkinan disebabkan reaksi kimia yang terjadi pada senyawa-senyawa kimia yang terdapat pada kapur, abu sekam padi dan tanah tras ini masih berjalan terus. Keadaan ini mengakibatkan nilai kadar air pada batas cair dan batas plastis menjadi tidak stabil dan menyebabkan gaya tarik menarik antar partikel menjadi turun. Kondisi ini menyebabkan tanah dengan campuran kapur dan abu sekam padi menjadi getas.

Sedangkan menurut klasifikasi AASHTO, tanah asli ini bila diklasifikasikan masuk dalam subkelompok A-2-4. Tanah yang masuk dalam subkelompok A-2-4 sudah cukup baik bila digunakan sebagai bahan pondasi pada konstruksi jalan. Semakin banyak penambahan campuran kapur dan abu sekam padi menyebabkan tanah ini bila diklasifikasikan masuk dalam kelompok A-4. Tanah yang masuk dalam kelompok A-4 masih dinilai baik sebagai komponen lapisan perkerasan. Berubahnya pengelompokan jenis tanah dari SM ke ML atau pun dari subkelompok A-2-4 ke kelompok A-4 disebabkan karena

penambahan kapur dan abu sekam padi yang mempunyai butiran lebih halus dibandingkan butiran tanah, sehingga menyebabkan jumlah gradasi halus menjadi lebih banyak.

Pada pengujian pemadatan standar (*Proctor standard compaction*) diperoleh nilai berat volume kering maksimum (γ_d maks) dan kadar air optimum (w_{opt}). Semakin banyak penambahan kapur dan abu sekam padi yang terdapat dalam suatu campuran tanah yang telah dipadatkan akan menurunkan nilai berat volume kering maksimum (γ_d maks). Hal ini dapat dilihat pada kondisi tanah asli, berat volume kering maksimum yang diperoleh sebesar 1,31 gr/cm³. Sedangkan dengan penambahan kapur sebanyak 12% dan abu sekam padi sebanyak 8% berat volume kering turun menjadi sebesar 1,23 gr/cm³. Hal ini berarti bahwa volume tanah yang digantikan oleh volume kapur dan abu sekam padi dimana berat jenis (*specific gravity*) kapur dan abu sekam padi yang relatif lebih ringan bila dibandingkan berat jenis (*specific gravity*) tanah ini, mengakibatkan berat volume kering tanah menjadi turun. Penambahan kapur sebanyak 15% dan abu sekam padi sebanyak 12% mengakibatkan perubahan kadar air optimum yang mencolok yaitu sebesar 37,60%. Hal ini disebabkan reaksi kimia antara senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam tanah tras, kapur (CaO) dan abu sekam padi (SiO₂) dalam membentuk senyawa-senyawa kalsium silikat hidrat membutuhkan air (H₂O) yang banyak.

Pada pengujian CBR laboratorium direndam (*soaked laboratory CBR*) diperoleh hasil bahwa pada penetrasi 0,1" sebesar 14,26% dan penetrasi 0,2" sebesar 16,29%. Nilai penetrasi 0,1" tertinggi diperoleh pada campuran tanah dengan penambahan kapur sebanyak 9% dan abu sekam padi sebanyak 6%, sedangkan nilai penetrasi 0,2" tertinggi diperoleh pada campuran tanah dengan penambahan kapur sebanyak 6% dan abu sekam padi sebanyak 4%. Dari masing-masing campuran diambil nilai penetrasi tertinggi untuk dijadikan sebagai nilai CBR direndam. Nilai CBR direndam tersebut adalah 16,29%; 14,61%; 23,66%; 21,83%; 15,25%; 21,55% dan 12,28%.

Sedangkan pada pengujian CBR laboratorium tanpa direndam (*unsoaked laboratory CBR*) diperoleh hasil bahwa pada penetrasi 0,1" sebesar 24,66% dan penetrasi 0,2" sebesar 26,60%. Nilai penetrasi 0,1" tertinggi diperoleh sebesar 32,21% pada campuran tanah dengan penambahan kapur sebanyak 12% dan abu sekam padi sebanyak 8%, sedangkan nilai penetrasi 0,2" tertinggi diperoleh pada campuran tanah dengan penambahan kapur sebanyak 3% dan abu sekam padi sebanyak 2% sebesar 31,22%. Dari masing-masing campuran diambil nilai penetrasi tertinggi untuk dijadikan sebagai nilai CBR tanpa direndam. Nilai CBR tanpa direndam tersebut adalah 26,60%; 31,22%; 27,87%; 30,17%; 32,21%; 21,97% dan 25,54%. Nilai CBR mengalami titik optimum pada campuran tanah tras dengan penambahan kapur sebanyak 6% dan abu sekam padi sebanyak 4% bila ditinjau pada nilai CBR laboratorium cara direndam.

Dalam merencanakan tebal lapisan perkerasan jalan, nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR direndam. Hal ini diasumsikan pada kondisi tanah terburuk karena terendam atau tergenang air sehari-hari. Tanah tras dari Dusun Seropan ini apabila diaplikasikan sebagai material untuk lapisan tanah dasar (*subgrade*) sebenarnya sudah memenuhi syarat karena nilai CBR yang diperoleh sebesar 16,29%. Sistem klasifikasi AASHTO mensyaratkan melalui AASHTO T

193-81 tanah yang digunakan sebagai tanah urugan minimal mempunyai harga CBR direndam sebesar 10% dan nilai indeks plastisitas maksimal sebesar 6%. Sedangkan menurut *Soil Manual For The Design of Asphalt Pavement Structures, The Asphalt Institute-USA* (Hendarsin, 2000) tanah tras yang termasuk dalam jenis SM (tanah pasir berlanau) bila dinilai kekuatannya untuk tanah dasar (*subgrade*) dan lapisan pondasi bawah (*subbase*) sudah memenuhi syarat yaitu sedang sampai baik.

Dari hasil stabilisasi tanah tras dengan menggunakan campuran antara kapur dan abu sekam padi diperoleh nilai CBR direndam tertinggi sebesar 23,66%. Nilai CBR ini diperoleh pada campuran tanah tras dengan penambahan kapur sebanyak 6% dan abu sekam padi sebanyak 4%. Campuran ini dapat dikatakan sebagai komposisi campuran terbaik. Melihat hasil stabilisasi tanah ini berupa naiknya nilai CBR maka kualitas tanah tras dari Dusun Seropan ini sudah dapat dikatakan menjadi semakin baik sehingga layak untuk dipakai sebagai komponen lapisan perkerasan jalan terutama sebagai lapisan tanah dasar timbunan (*embankment subgrade*). Lapisan tanah dasar (*subgrade*) pun menjadi lebih stabil. Dengan naiknya nilai CBR bila diaplikasikan untuk perancangan tebal lapisan perkerasan jalan akan memberikan hasil yang baik. Tebal lapisan perkerasan jalan pun akan berkurang sehingga menghemat dan memberikan nilai ekonomis dalam proyek pembangunan perkerasan suatu jalan.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Tanah tras dari Dusun Seropan layak untuk dijadikan bahan lapisan tanah dasar (*subgrade*) dengan memenuhi persyaratan dari AASHTO T 193-81 dan pedoman dari *The Asphalt Institute-USA*. Saat dilakukan pengujian CBR, diperoleh nilai CBR tanah tras sebesar 16,29%. Nilai ini bila diplotkan dalam Gambar 2.5 halaman 30, dapat dikatakan sebagai lapisan tanah dasar yang bermutu sedang sampai baik (*fair to good subgrade*).
2. Nilai berat volume kering tanah asli (tanah tanpa campuran) yang diperoleh sebesar 1,31 gr/cm³, nilai-nilai tersebut turun seiring dengan penambahan kapur dan abu sekam padi menjadi 1,23 gr/cm³. Turunnya nilai berat volume kering tanah disebabkan oleh pengaruh berat jenis (*specific gravity*) dari kapur dan abu sekam padi yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan berat jenis (*specific gravity*) tanah.
3. Campuran antara kapur dan abu sekam padi tidak selamanya mampu menaikkan nilai CBR (baik CBR direndam maupun CBR tanpa direndam). Nilai CBR yang dipakai adalah nilai tertinggi dari hasil pengujian CBR direndam, yang berarti mengasumsikan kondisi tanah yang terburuk karena terendam atau tergenang air. Dalam penelitian ini, nilai CBR tanah asli sebesar 16,29%. Pada komposisi campuran antara tanah dengan kapur sebanyak 6% dan abu sekam padi sebanyak 4% diperoleh nilai CBR tertinggi sebesar 23,66%. Melihat nilai CBR yang telah diperoleh maka tanah hasil stabilisasi ini dapat dikatakan semakin baik untuk dijadikan

bahan lapisan tanah dasar (*subgrade*), terutama bila digunakan sebagai bahan lapisan tanah dasar timbunan (*embankment subgrade*).

B. Saran

1. Prosentase bahan tambah sebaiknya dicoba untuk diperbanyak variasi campurannya dalam satu rentang (misal: campuran antara 4% kapur dan 3% abu sekam padi, campuran antara 5% kapur dan 3% abu sekam padi).
2. Waktu pemeraman perlu dibuat variasi perbandingan (misal: 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari). Hal ini dimaksudkan untuk menganalisis campuran antara kapur dan abu sekam padi dalam melangsungkan reaksi kimia terhadap tanah tras.
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya mengikutsertakan pengujian permeabilitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1971, Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Anonim, 1989, Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah, Laboratorium Mekanika Tanah, Bagian Teknik Sipil, FT UGM, Yogyakarta.
- Anonim, 1992, Annual Book of ASTM Standard, Section 4, Vol. 04.08, Philadelphia, USA.
- Bowles, J. E., 1989, Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknik Tanah (Mekanika Tanah), Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Craig, R. F., 1991, Mekanika Tanah, Terjemahan oleh Budi Susilo Supanji, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 1992, Mekanika Tanah I, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hendarsin, S. L., 1987, Penuntun Praktis – Geoteknik dan Mekanika Tanah (Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium), NOVA, Bandung.
- , S. L., 2000, Penuntun Praktis – Perencanaan Teknik Jalan Raya, JTS Politeknik Negeri Bandung.
- Ingles, O. G. and Metcalf, J. B., 1972, Soil Stabilization Principles and Practice, Butterworths, Sydney.
- Soedarsono, D. U., 1985, Konstruksi Jalan Raya, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Sujatmaka, N., 1998, Potensi Abu Sekam Padi dan Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung, Naskah Tugas Akhir, JTS FT UGM, Yogyakarta.
- Sukirman, S., 1995, Pengerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit NOVA, Bandung.
- Suryolelono, K. B., 1999, Potensi Variasi Campuran Abu Sekam Padi (ASP) dan Kapur Untuk Meningkatkan Karakteristik Mekanis Tanah Lempung, Forum Teknik Sipil No. VIII / 1 Agustus 1999, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 1992, Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil FT UGM, Yogyakarta.
- Wesley, L. D., 1977, Mekanika Tanah, Badan Penerbit PU, Jakarta.