

# LAPORAN PENELITIAN DOSEN MUDA



## PEMANFAATAN KLELET ( LIMBAH PADAT INDUSTRI COR LOGAM ) SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT PADA BETON KEDAP AIR

oleh :

**Yenny Nurcahasanah, ST., MT.**  
**Agus Susanto, ST., MT.**

Dibiayai Oleh :

**Direktorat Koordinator Perguruan Tinggi Swasta Wilayah VI Semarang**  
**Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Dosen Muda dan Kajian Wanita**  
**Nomor : 019/006.2/PP/KT/2009, Tertanggal 16 Maret 2009**

**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**OKTOBER 2009**

**LEMBAR IDENTITAS DAN PEGESAHAN LAPORAN AKHIR  
HASIL PENELITIAN DOSEN MUDA**

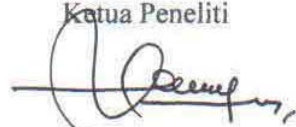
---

1. Judul Penelitian : **PEMANFAATAN KLELET ( LIMBAH PADAT INDUSTRI COR LOGAM ) SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT PADA BETON KEDAP AIR**
  
2. Ketua Peneliti
  - a. Nama Lengkap dan Gelar : Yenny Nurhasanah, ST., MT
  - b. Jenis Kelamin : Perempuan
  - c. Pangkat/Golongan/NIK : Assisten Ahli / IIIa / 921
  - d. Jabatan Fungsional : Assisten Ahli
  - e. Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
  - f. Universitas : Universitas Muhammadiyah Surakarta
  - g. Bidang Ilmu yang diteliti : Teknik / Teknologi
  
3. Jumlah Tim Peneliti : 1 (satu)
  
4. Lokasi Penelitian : Laboratorium Teknik Sipil,  
Universitas Muhammadiyah Surakarta.
  
5. Jangka Waktu Penelitian : 8 bulan.
  
6. Besarnya Dana : Rp. 9.500.000,-
  
7. Sumber Dana : Kopertis Wilayah VI Semarang

Surakarta, 1 Oktober 2009

Mengetahui,

  
Dekan Fakultas Teknik  
Ir. Sri Widodo, MT.  
NIK. 542

Ketua Peneliti  
  
Yenny Nurhasanah, ST., MT.  
NIK. 921

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

  
  
Dr. Harun Joko Prayitno  
NIP. 132 049 998

## RINGKASAN HASIL PENELITIAN

EFEKTIFITAS SEMEN PADA STABILISASI LEMPUNG DENGAN KAPUR AKIBAT PERCEPATAN WAKTU ANTARA PENCAMPURAN DAN PEMADATAN (Senja Rum Harnaeni, 2007, 40 halaman).

Perkerasan jalan diletakkan di atas tanah dasar sehingga mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Beberapa konstruksi jalan raya di Indonesia dibangun di atas tanah lempung ekspansif. Kuat dukung tanah lempung ekspansif sangat dipengaruhi kadar air, dalam keadaan kering mempunyai kuat dukung tinggi dan dalam keadaan jenuh akan mempunyai kuat dukung yang rendah. Konstruksi jalan yang dibangun di atas tanah lempung ekspansif sering mengalami kerusakan, misalnya : jalan akan retak, bergelombang atau terjadi penurunan badan jalan sehingga jalan akan mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana. Untuk mengatasi kondisi lempung ekspansif yang kuat dukungnya sangat dipengaruhi kadar air dilakukan perbaikan dengan cara stabilisasi, salah satunya adalah dengan penambahan kapur untuk meningkatkan kinerja tekniknya.

Nilai CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan parameter kuat dukung tanah dasar (*subgrade*) pada perencanaan lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*). Bila tanah dasar memiliki nilai CBR yang tinggi akan mengurangi ketebalan lapis perkerasan yang berada di atas tanah dasar (*subgrade*), begitu pula sebaliknya.

Pada pekerjaan stabilisasi lempung-kapur, waktu antara pencampuran dan pemadatan adalah 24 jam (Ingles dan Metcalf, 1972), hal ini disebabkan proses sementasi yang terjadi antara kapur dan air perlu waktu yang cukup lama. Pada pekerjaan stabilisasi lempung-kapur di lapangan terkadang terjadi penundaan pekerjaan yang mengakibatkan waktu antara pencampuran dan pemadatan lebih dari 24 jam. Sebaliknya untuk mengejar target pelaksanaan pekerjaan supaya proyek cepat selesai juga memungkinkan waktu antara pencampuran dan pemadatan tanah lempung-kapur dilakukan sebelum 24 jam. Hasil yang dicapai pada waktu antara pencampuran dan pemadatan yang kurang dari 24 jam atau melebihi 24 jam akan kurang optimal. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui efektifitas penambahan semen terhadap nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah lempung yang distabilisasi dengan kapur untuk *subgrade* jalan raya jika waktu antara pencampuran dan pemadatan dilakukan sebelum 24 jam, sehingga diharapkan diperoleh hasil yang setara dengan nilai CBR pada waktu antara pencampuran dan pemadatan selama 24 jam.

Metode yang digunakan adalah mencampur tanah asli dari Tanon, Sragen dan kapur dengan persentase penambahan 0%, 5%, 8% dan 12% terhadap berat kering tanah. Untuk mengetahui perubahan sifat fisis dan mekanis tanah stabilisasi lempung - kapur dilakukan uji gradasi, uji gravitasi khusus, uji batas-batas konsistensi, uji pemadatan dan uji CBR laboratorium. Uji sifat fisis dan mekanis juga dilakukan pada penambahan kapur + semen 2% dan 4%. Uji CBR laboratorium ditinjau terhadap perawatan 3 hari dengan variasi waktu pemeraman 24 jam dan sebelum 24 jam (yaitu 2 jam), untuk uji CBR laboratorium juga ditinjau terhadap perendaman 4 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa menurut USCS tanah termasuk CH, yaitu lempung anorganik dengan plastisitas tinggi sedangkan menurut AASHTO tanah termasuk kelompok A-7-6. Penambahan kapur dengan masa perawatan 3 hari dapat memperbaiki sifat fisis dan mekanis tanah, antara lain : menurunkan indeks plastisitas tanah, meningkatkan nilai CBR dan menurunkan nilai *swelling*. Perbaikan sifat fisis dan mekanis tanah semakin meningkat dengan penambahan kapur + semen. Nilai CBR tanah lempung – kapur pada waktu pemeraman kurang dari 24 jam (yaitu 2 jam) cenderung lebih kecil dibandingkan Nilai CBR tanah lempung – kapur pada waktu pemeraman 24 jam. Sementara itu nilai CBR tanah lempung – kapur dengan penambahan semen pada waktu pemeraman kurang dari 24 jam (yaitu 2 jam) cenderung lebih besar dibandingkan nilai CBR tanah lempung – kapur pada waktu pemeraman kurang dari 24 jam (yaitu 2 jam) tanpa penambahan kapur, sehingga penambahan semen sangat efektif pada Stabilisasi Tanah Lempung – Kapur apabila pada pekerjaan pemadatan Stabilisasi Tanah Lempung - Kapur di lapangan diinginkan terjadi percepatan pemadatan di lapangan guna mengejar target pelaksanaan pekerjaan.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian dengan judul **Efektifitas Semen pada Stabilisasi Lempung dengan Kapur akibat Percepatan Waktu Antara Pencampuran dan Pematatan.**

Dengan selesainya Laporan penelitian ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Direktur Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Dirjen DIKTI, Depdiknas dan seluruh staf sebagai penyandang dana sehingga penelitian ini dapat terlaksana.
2. Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Mhuammadiyah Surakarta beserta seluruh staf yang telah memberikan bantuan dan dorongan sampai terselesaikannya Laporan Penelitian ini.
3. Bapak Ir. H. Sri Widodo, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Ibu Nurul Hidayati, ST, MT selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UMS beserta seluruh stafnya.
5. Teman sejawat yang telah memberikan bantuan, semangat serta saran sehingga Laporan Penelitian ini dapat tersusun.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan serta dukungan moril maupun materiil yang tak ternilai.

Dengan berbagai keterbatasan penulis menyadari bahwa Laporan Penelitian ini jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran sangat penulis harapkan. Semoga Laporan Penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca dalam bidang Teknik Sipil.

Surakarta, 28 September 2007

Peneliti

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	vi
.....	vi
ii	
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
BAB I       PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	2
BAB II       TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanah Lempung .....	6
B. Kapur.....	3
C. Semen.....	4
D. Stabilisasi Tanah .....	4
E. Klasifikasi Tanah .....	5
F. Batas-batas <i>Atterberg</i> .....	9
G. Pemadatan.....	9
H. <i>California Bearing Ratio</i> .....	10
I. Stabilisasi Tanah dengan Kapur .....	12
J. Pengembangan ( <i>swelling</i> ).....	14
BAB III      TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	
A. Tujuan Penelitian .....	16
B. Manfaat Penelitian .....	16
BAB IV      METODE PENELITIAN	
A. Bahan.....	17
B. Alat.....	17

C. Tahapan Penelitian.....	17
----------------------------	----

vi

BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
	A. Hasil Penelitian.....	22
	B. Pembahasan .....	25
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	
	A. Kesimpulan.....	39
	B. Saran .....	40
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

## DAFTAR TABEL

Tabel		
Halaman		
Tabel 2.1	Klasifikasi tanah menurut sistem USCS .....	7
Tabel 2.2	Klasifikasi tanah menurut sistem AASHTO .....	8
Tabel 5.1	Hasil uji Komposisi kimia tanah, kapur, semen dan campuran .....	22
Tabel 5.2	Hasil uji gravitasi khusus kapur dan semen .....	22
Tabel 5.3	Hasil uji sifat fisis dan mekanis tanah .....	23
Tabel 5.4	Nilai gravitasi khusus (Gs) campuran tanah .....	23
Tabel 5.5	Gradasi butiran tanah .....	24
Tabel 5.6	Nilai batas-batas konsistensi .....	24
Tabel 5.7	Hasil uji pemadatan .....	24
Tabel 5.8	Nilai CBR dengan waktu pemeraman 2 jam .....	25
Tabel 5.9	Nilai CBR dengan waktu pemeraman 24 jam .....	25



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Batas-batas <i>Atterberg</i> .....	9
Gambar 2.2 Kurva hubungan kadar air dan berat volume kering maksimum .....	10
Gambar 2.3 Pengaruh penambahan air pada tanah berbutir halus.....	14
Gambar 4.1 Bagan alir penelitian .....	21
Gambar 5.1 Hubungan kadar kapur dengan nilai gravitasi khusus .....	27
Gambar 5.2 Hubungan kadar kapur dengan fraksi < 0,075 mm .....	28
Gambar 5.3 Hubungan kadar kapur dengan nilai batas cair .....	29
Gambar 5.4 Hubungan kadar kapur dengan nilai batas plastis .....	29
Gambar 5.5 Hubungan kadar kapur dengan nilai batas susut .....	30
Gambar 5.6 Hubungan kadar kapur dengan nilai indeks plastisitas .....	31
Gambar 5.7 Hubungan kadar kapur dengan nilai berat volume kering maksimum (MDD).....	32
Gambar 5.8 Hubungan kadar kapur dengan nilai kadar air optimum (OMC) .....	32
Gambar 5.9 Hubungan kadar kapur dengan nilai CBR .....	34

Gambar 5.10	Hubungan kadar kapur dengan nilai <i>swelling</i> .....	35
Gambar 5.11	Hubungan kadar kapur dengan nilai CBR tanpa rendaman pada waktu pemeraman 2 jam dan 24 jam .....	36
Gambar 5.12	Hubungan kadar kapur dengan nilai CBR rendaman pada waktu pemeraman 2 jam dan 24 jam .....	36
Gambar 5.13	Hubungan kadar kapur dengan nilai CBR tanpa rendaman pada waktu pemeraman 2 jam dengan penambahan semen .....	37
Gambar 5.14	Hubungan kadar kapur dengan nilai CBR rendaman pada waktu pemeraman 2 jam dengan penambahan semen .....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran

Lampiran 1	Hasil Uji Kimia Tanah, kapur, semen dan campuran
Lampiran 2	Hasil Uji Gravitasi Khusus Kapur dan semen
Lampiran 3	Hasil Uji Kadar Air Tanah Lempung
Lampiran 4	Hasil Uji Gravitasi Khusus Campuran Tanah
Lampiran 5	Hasil Uji Analisis Ukuran Butiran Campuran Tanah
Lampiran 6	Hasil Uji Batas-batas Konsistensi Campuran Tanah
Lampiran 7	Hasil Uji Pemadatan Campuran Tanah
Lampiran 8	Hasil Uji CBR Campuran Tanah dengan pemeraman 24 jam
Lampiran 9	Hasil Uji CBR Campuran Tanah dengan pemeraman 2 jam
Lampiran 10	Foto Dokumentasi Pengujian

## DAFTAR NOTASI

CBR	= <i>California Bearing Ratio</i>
GI	= <i>Group index</i> (Indeks kelompok)
G <sub>s</sub>	= <i>Specific Gravity</i> (Gravitasi khusus)
LL	= <i>Liquid limit</i> (batas cair)
PL	= <i>Plastic limit</i> (batas plastis)
PI	= <i>Plasticity index</i> (Indeks plastisitas)
SL	= <i>Shrinkage limit</i> (batas susut)
S	= Potensi pengembangan
W <sub>w</sub>	= Berat air
W <sub>s</sub>	= Berat butiran tanah
w <sub>opt</sub>	= Kadar air optimum
w	= Kadar air
γ <sub>s</sub>	= Berat volume butiran padat
γ <sub>w</sub>	= Berat volume air
γ <sub>d</sub>	= Berat volume kering
γ <sub>b</sub>	= Berat volume tanah

## **LAMPIRAN 10**

**Foto Dokumentasi Pengujian**



(a)

(b)

Gambar 1. (a) Pencampuran tanah dengan kapur.  
(b) Pemeraman campuran selama 24 jam dan 2 jam.



(a)

(b)

Gambar 2. (a) Pemadatan campuran tanah dengan kapur.  
(b) Perawatan benda uji selama 3 hari.



Gambar 3. Perendaman benda uji selama 4 hari.



Gambar 4. Uji CBR