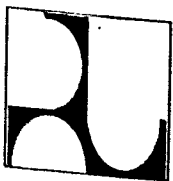


PEDOMAN

Pd T-11-2005-E

Konstruksi dan Bangunan

**Stabilisasi Dangkal Tanah Lunak
untuk Konstruksi Timbunan Jalan
(dengan Semen dan Cerucuk)**



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

Daftar isi

Daftar isi	i
Daftar Gambar	iii
Daftar Tabel	iii
Prakata	iv
Pendahuluan	v
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	2
3.1 penurunan awal	2
3.2 penurunan konsolidasi primer	2
3.3 stabilisasi dangkal	3
3.4 stabilisasi dangkal dengan menggunakan semen	3
3.5 stabilisasi dangkal dengan menggunakan tiang cerucuk	3
3.6 tanah lunak	3
4 Stabilisasi dangkal	3
4.1 Penggunaan stabilisasi dangkal	3
4.2 Karakteristik stabilisasi dangkal	4
4.3 Penerapan stabilisasi dangkal di Indonesia	5
5 Prinsip dan parameter desain	6
5.1 Prinsip desain	6
5.2 Pendekatan desain stabilisasi dangkal	6
5.2.1 Daya dukung tanah	6
5.2.2 Tipe-tipe tiang cerucuk	8
5.2.3 Daya dukung tiang cerucuk	8
5.2.4 Faktor keamanan	9
5.2.5 Penurunan timbunan	9
5.2.6 Stabilitas timbunan	10
5.3 Batasan penggunaan teknik stabilisasi dangkal	11
5.4 Mekanisme teknik stabilisasi dangkal	11
6 Penyelidikan geoteknik	13
6.1 Umum	13
6.2 Pemetaan topografi dan geologi lokal	13
6.3 Penyelidikan lapangan	13
6.4 Pengujian laboratorium	13
7 Perencanaan stabilisasi dangkal	16
7.1 Perencanaan kebutuhan stabilisasi dangkal	16
7.2 Perencanaan stabilisasi dangkal dengan semen	16

7.3	Perencanaan stabilisasi dangkal dengan semen dan tiang cerucuk.....	19
7.4	Perencanaan campuran tanah yang distabilisasi.....	20
7.4.1	Perencanaan campuran	20
7.4.2	Pengujian klasifikasi tanah	21
8	Pelaksanaan stabilisasi dangkal	22
9	Instrumen geoteknik dan pemantauan	27
9.1	Tipe instrumentasi geoteknik.....	27
9.2	Pemantauan instrumen geoteknik.....	28
9.3	Hambatan	30
9.4	Penyajian hasil pemantauan	30
10	Penyelidikan pascakonstruksi	30
Lampiran A	(Informatif) Analisis stabilitas timbunan dengan Metode Elemen Hingga (MEH).....	31
Lampiran B	(Informatif) Contoh formulir pemantauan instrumen geoteknik.....	33
Lampiran C	(Informatif) Modeling geometrik penurunan	43
Lampiran D	(Informatif) Peta penyebaran tanah lunak di Indonesia.....	55
Lampiran E	(Informatif) Daftar nama dan lembaga.....	56
Bibliografi	57

Daftar Gambar

Gambar 1	Teknik stabilisasi dangkal di bawah timbunan badan jalan	4
Gambar 2	Grafik faktor daya dukung (Terzaghi)	7
Gambar 3	Grafik penentuan nilai p_c' prosedur Casagrande.....	10
Gambar 4	Mekanisme teknik stabilisasi dangkal	12
Gambar 5	Analisis stabilitas untuk menentukan kebutuhan kuat geser lapisan tanah yang distabilisasi	16
Gambar 6	Analisis stabilisasi lereng untuk stabilitas dangkal	17
Gambar 7	Stabilisasi dangkal dengan semen dan cerucuk	17
Gambar 8	Prosedur perencanaan teknik stabilisasi dangkal dengan/ tanpa tiang cerucuk	18
Gambar 9	Metodologi pencampuran semen	21
Gambar 10	Pengujian kuat tekan bebas untuk menentukan rasio pencampuran yang dibutuhkan.....	22
Gambar 11	Penyebaran bahan penstabilisasi	23
Gambar 12	Pencampuran	23
Gambar 13	Pemasangan cerucuk.....	24
Gambar 14	Pemadatan.....	24
Gambar 15	Perawatan	25
Gambar 16	Pengujian kualitas	25
Gambar 17	Tahapan konstruksi pada teknik stabilisasi dangkal	26
Gambar 18	Tata letak instrumen geoteknik untuk timbunan di atas tanah lunak	29

Daftar Tabel

Tabel 1	Kinerja stabilisasi dangkal	5
Tabel 2	Nilai-nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi.....	7
Tabel 3	Faktor Keamanan.....	9
Tabel 4	Penyelidikan iapangan	14
Tabel 5	Pengujian laboratorium	15
Tabel 6	Batas-batas penurunan untuk timbunan pada umumnya.....	19
Tabel 7	Kebutuhan instrumentasi.....	27

Prakata

Pedoman stabilisasi dangkal tanah lunak untuk konstruksi timbunan jalan ini merupakan hasil kegiatan litbang pada Balai Geoteknik Jalan dan dipersiapkan oleh Panitia Teknik Standardisasi Bidang Konstruksi dan Bangunan melalui Gugus Kerja Balai Geoteknik Jalan pada Sub Panitia Teknik Standardisasi Bidang Prasarana Transportasi. Pedoman ini diprakarsai oleh Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Badan Litbang Ex. Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah.

Pedoman ini memberikan keseragaman dalam perencanaan, pelaksanaan stabilisasi dangkal sebagai perbaikan tanah lunak dengan pembahasan tentang syarat-syarat, pertimbangan desain, parameter desain, perencanaan dan pemilihan jenis stabilisasi, prosedur pelaksanaan dan instrumentasi geoteknik. Penggunaan pedoman ini masih harus dipadukan dengan pedoman atau petunjuk atau peraturan-peraturan lain yang berlaku.

Tata cara penulisan ini disusun mengikuti Pedoman BSN No. 8 tahun 2000 dan dibahas dalam forum konsensus yang melibatkan narasumber dan pihak terkait Prasarana Transportasi sesuai ketentuan Pedoman BSN No. 9 tahun 2000.

Pendahuluan

Stabilisasi tanah dengan menggunakan semen pertama kali dilakukan di Amerika Serikat pada tahun 1935 dan sejak itu penggunaannya berkembang cukup pesat. Pondasi bangunan untuk rumah dan bangunan pabrik di Amerika dan Afrika Selatan hingga tahun 1949 yang didirikan diatas tanah dengan kondisinya kurang baik, banyak menggunakan cara-cara stabilisasi dangkal memakai semen. Selama Perang Dunia, beberapa negara menggunakan stabilisasi tanah dengan semen untuk konstruksi lapangan terbang. Pasca-Perang Dunia II penggunaan stabilisasi dangkal berkembang tidak terbatas untuk bangunan tempat tinggal atau bangunan pabrik akan tetapi juga di pakai untuk stabilisasi tanah dasar pada bangunan jalan-jalan lingkungan perumahan serta fondasi bawah (*subbase*) jalan raya. Untuk keperluan dinding saluran samping, kanal dan reservoir khususnya di lingkungan perkebunan di Amerika pada saat itu stabilisasi tanahnya menggunakan semen cair atau biasa disebut dengan stabilisasi semen plastis yang berupa mortar.

Adapun stabilisasi tanah dengan menggunakan tiang kayu telah dilakukan sejak dulu oleh masyarakat kita di pedalaman akan tetapi masih terbatas hanya untuk menopang bangunan rumah yang sederhana. Pada abad ke-19, pemanfaatan tiang kayu ataupun tiang dengan bahan material lainnya sebagai konstruksi cerucuk semakin berkembang tidak terbatas hanya untuk bangunan rumah sederhana saja, akan tetapi untuk bangunan lainnya seperti : jembatan, bangunan, bendung dan lain-lain.

Stabilisasi dangkal tanah lunak untuk konstruksi timbunan jalan

1 Ruang lingkup

Pedoman ini memberikan petunjuk mengenai prinsip-prinsip penggunaan stabilisasi dangkal dengan semen atau cerucuk dalam pembuatan konstruksi timbunan untuk jalan yang meliputi :

- 1) kriteria penggunaan stabilisasi dangkal tanah lunak dengan semen atau cerucuk untuk desain timbunan jalan serta evaluasi dan aplikasinya pada timbunan jalan yang mengalami prakompresi;
- 2) informasi tentang jenis dan karakteristik stabilisasi dangkal dengan semen atau cerucuk serta pembahasan parameter tanah;
- 3) interpretasi kondisi dan cara pemasangan serta desain stabilisasi dangkal dengan semen atau cerucuk;
- 4) petunjuk praktis dalam evaluasi, desain dan pelaksanaan serta pengawasan timbunan jalan yang menggunakan stabilisasi dangkal dengan semen atau cerucuk.

2 Acuan normatif

- SNI 03-1964-1990, *Metode pengujian berat jenis tanah*
- SNI 03-1965-1990, *Metode pengujian kadar air tanah*
- SNI 03-1966-1990, *Metode pengujian batas plastis*
- SNI 03-1967-1990, *Metode pengujian batas cair dengan alat cassagrande*
- SNI 03-2435-1991, *Metode pengujian laboratorium tentang kelulusan air untuk contoh tanah*
- SNI 03-2455-1991, *Metode pengujian triaksial A*
- SNI 06-2487-1991, *Metode pengujian lapangan kekuatan geser baling pada tanah berkohesi*
- SNI 03-2812-1992, *Metode pengujian konsolidasi tanah satu dimensi*
- SNI 03-2813-1992, *Metode pengujian geser langsung tanah terkonsolidasi dengan drain*
- SNI 03-2827-1992, *Metode pengujian lapangan dengan sondir*
- SNI 03-2832-1992, *Metode pengujian untuk mendapatkan kepadatan tanah maksimum dengan kadar air maksimum*
- SNI 03-4813-1993, *Metode pengujian triaksial untuk tanah kohesif dalam keadaan tanpa konsolidasi dan drain*
- SNI 03-3420-1994, *Metode pengujian geser langsung tanah tidak terkonsolidasi tanpa drain*
- SNI 03-3422-1994, *Metode pengujian batas susut tanah*
- SNI 03-3423-1994, *Metode pengujian analisis ukuran butir tanah dengan alat hidrometer*
- SNI 03-3438-1994, *Tata cara pembuatan rencana stabilisasi tanah dengan semen portland untuk jalan*

- SNI 03-3440-1994, *Tata cara pelaksanaan stabilisasi tanah dengan semen portland untuk jalan*
- SNI 03-3442-1994, *Tata cara pemasangan pisometer pipa terbuka casagrande*
- SNI 03-3443-1994, *Tata cara pemantauan tekanan air pori dengan pisometer pipa terbuka casagrande*
- SNI 03-3452-1994, *Tata cara pemasangan pisometer penumatik*
- SNI 03-3453-1994, *Tata cara pemantauan tekanan air pori dengan alat pisometer penumatik*
- SNI 03-3454-1994, *Tata cara pemasangan instrumen magnetis untuk mengukur gerakan vertikal tanah*
- SNI 03-3455-1994, *Tata cara pemantauan gerakan vertikal tanah dengan menggunakan instrumen magnetis*
- SNI 03-3638-1994, *Metode pengujian kuat tekan bebas tanah kohesif*
- SNI 03-4153-1996, *Metode pengujian penetrasi SPT*
- SNI 03-2828-1997, *Metode pengujian kepadatan lapangan dengan alat konus pasir*
- SNI 03-1744-1989, *Metode pengujian CBR laboratorium*
- Pt T-08-2002-B, *Panduan geoteknik 1: Proses pembentukan dan sifat-sifat dasar tanah lunak*
- Pt T-09-2002-B, *Panduan geoteknik 2: Penyelidikan tanah lunak, desain dan pekerjaan lapangan*
- Pt T-10-2002-B, *Panduan geoteknik 4: Desain dan konstruksi*
- Pt T-11-2002-B, *Panduan geoteknik 3: Pengujian tanah lunak, pengujian laboratorium*

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam pedoman ini sebagai berikut :

3.1

penurunan awal

penurunan yang terjadi selama beban bekerja yang mengakibatkan tekanan air pori berlebih pada lapisan tanah bawah permukaan. Apabila lapisan tanah relatif tebal dengan permeabilitas rendah, maka kelebihan tekanan pori tidak teralirkan. Tanah ini mengalami deformasi akibat tegangan geser meskipun tidak terjadi perubahan volume, sehingga penurunan vertikal akan terjadi seiring dengan pengembangan lateral

3.2

penurunan konsolidasi primer

penurunan yang terjadi seiring dengan waktu di mana kelebihan tekanan pori dapat diabaikan karena adanya drainase. Perubahan volume serta penurunan terjadi akibat tekanan pori dan tegangan efektif tanah. Laju konsolidasi ini ditentukan oleh lajunya pengaliran air akibat gradien hidraulik yang tergantung pada karakteristik tanah, batasan lokal dan kontinuitas aliran drainase

3.3

stabilisasi dangkal

teknik stabilisasi untuk tanah lunak yang berada di dekat permukaan dengan cara mencampur dengan bahan stabilisasi semen atau menggunakan tiang cerucuk (*short-piles*) untuk peningkatan daya dukung tanah

3.4

stabilisasi dangkal dengan menggunakan semen

teknik stabilisasi dangkal pada tanah lempungan dengan bahan stabilisasi yang digunakan adalah semen dengan persentase campuran tertentu, berfungsi sebagai perbaikan tanah lunak, sedalam maksimum 1 meter dari permukaan tanah

3.5

stabilisasi dangkal dengan menggunakan tiang cerucuk

teknik stabilisasi dangkal pada tanah lunak dengan menggunakan tiang cerucuk (*short-piles*) berfungsi untuk menyebarkan tegangan ke lapisan tanah yang lebih dalam. Teknik ini digunakan pada tanah lunak

3.6

tanah lunak

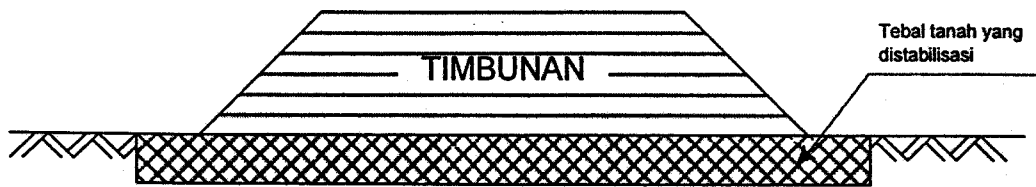
tanah yang memiliki kuat geser undrained lapangan kurang dari 40 kPa dan kompresibilitas tinggi

4 Stabilisasi dangkal

4.1 Penggunaan stabilisasi dangkal

Stabilisasi dangkal merupakan teknik stabilisasi yang sering diterapkan di bidang jalan terutama untuk mengubah sifat-sifat tanah dasar (*subgrade*) atau lapis fondasi bawah (*subbase*) agar dapat memenuhi standar persyaratan teknik. Dengan kemajuan teknologi di bidang geoteknik, saat ini penggunaan stabilisasi dangkal telah berkembang dan digunakan untuk memperbaiki lapisan tanah lunak yang berada di bawah permukaan. Stabilisasi dangkal yang digunakan pada lapisan bawah permukaan ini bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah yang rendah dan mengurangi sifat kompresibel/mampat serta mengurangi besarnya penurunan timbunan badan jalan.

Tipe-tipe stabilisasi dangkal yang dipasang di bawah timbunan diperlihatkan pada Gambar 1.

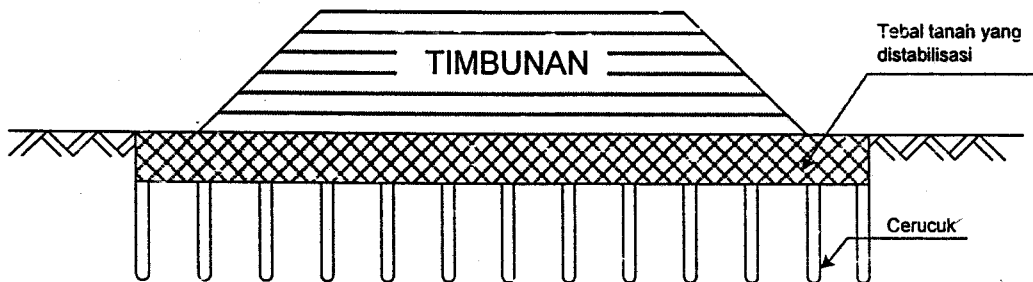


LAPISAN TANAH LUNAK



LAPISAN TANAH KERAS

(a) Stabilisasi dangkal dengan menggunakan semen



LAPISAN TANAH LUNAK



LAPISAN TANAH KERAS

(b) Stabilisasi dangkal dengan menggunakan tiang kayu

Gambar 1 Teknik stabilisasi dangkal di bawah timbunan badan jalan

4.2 Karakteristik stabilisasi dangkal

Dari segi kinerja, stabilisasi dangkal dapat mengurangi penurunan total dan perbedaan penurunan, deformasi lateral, serta meningkatkan stabilitas fondasi, baik jangka pendek maupun jangka panjang.

Perbandingan karakteristik dari macam-macam teknik stabilisasi dangkal ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Kinerja stabilisasi dangkal

Tipe Stabilisasi Dangkal	Potensi Penurunan Total	Potensi Deformasi Lateral	Potensi Stabilitas Fondasi	Potensi Kecepatan Penimbunan	Biaya
Tanpa stabilisasi dangkal	Besar	Besar	Sangat tidak stabil	Lambat	Rendah
Stabilisasi dangkal	Sedang	Cukup Stabil	Cukup Stabil	Sedang	Sedang
Stabilisasi dangkal + cerucuk yang renggang (jarak antarcerucuk > 3,5 x diameter cerucuk)	Agak kecil	Stabil	Stabil	Agak cepat	Tinggi
Stabilisasi dangkal + cerucuk yang rapat (jarak antarcerucuk \leq 3,5 x diameter cerucuk)	Kecil	Lebih stabil	Lebih stabil	Cepat	Sangat tinggi

4.3 Penerapan stabilisasi dangkal di Indonesia

Tanah lunak di Indonesia bervariasi mulai dari tanah inorganik, organik sampai gambut, sehingga masing-masing tipe tanah memiliki karakteristik yang berbeda sehingga efektivitas stabilisasi dangkal pun akan berbeda pula. Material pencampur yang digunakan untuk menstabilisasi lapisan permukaan akan berbeda pula untuk tiap jenis tanah. Stabilisasi dangkal, baik stabilisasi dengan menggunakan bahan semen atau kapur maupun menggunakan tiang cerucuk telah banyak diterapkan hampir di seluruh daerah di Indonesia seperti di Sumatera, Kalimantan dan Papua. Penggunaan stabilisasi dangkal ini terutama untuk keperluan konstruksi jalan raya pada daerah yang miskin material agregat atau pada daerah tanah lunak.

Stabilisasi tanah lunak dengan semen atau kapur dilakukan dalam peningkatan jalan-jalan pada daerah tanah lunak dengan kedalaman yang relatif tidak dalam, sedangkan stabilisasi pada tanah lunak dengan cerucuk untuk jalan yang melalui daerah berawa atau tanah lunak yang relatif agak dalam.