

PEDOMAN

Pd T-10-2005-B

Konstruksi dan Bangunan

Penanganan tanah ekspansif untuk konstruksi jalan



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM



Daftar isi

| | |
|---|------|
| Daftar isi..... | i |
| Daftar gambar..... | iii |
| Daftar tabel..... | v |
| Daftar notasi..... | vi |
| Prakata..... | viii |
| 1 Ruang lingkup..... | 1 |
| 2 Acuan normatif..... | 1 |
| 3 Istilah dan definisi..... | 2 |
| 3.1 hisapan osmotik..... | 2 |
| 3.2 hisapan tanah..... | 2 |
| 3.3 hisapan total..... | 2 |
| 3.4 pengangkatan tanah (<i>heaving</i>)..... | 2 |
| 3.5 pengembangan (<i>swelling</i>)..... | 2 |
| 3.6 penyusutan (<i>shrinkage</i>)..... | 2 |
| 3.7 tanah ekspansif..... | 2 |
| 3.8 zona aktif..... | 3 |
| 4 Tanah ekspansif..... | 3 |
| 4.1 Karakteristik tanah..... | 3 |
| 4.2 Ciri-ciri kerusakan jalan di atas tanah ekspansif..... | 3 |
| 4.2.1 Retakan..... | 3 |
| 4.2.2 Pengangkatan tanah..... | 4 |
| 4.2.3 Penurunan..... | 4 |
| 4.2.4 Longsor..... | 4 |
| 5 Penyelidikan tanah..... | 5 |
| 5.1 Studi meja (<i>desk study</i>)..... | 5 |
| 5.2 Penyelidikan lapangan..... | 5 |
| 5.3 Pengujian laboratorium..... | 6 |
| 6 Identifikasi tanah ekspansif..... | 6 |
| 6.1 Identifikasi langsung..... | 6 |
| 6.1.1 Kembang bebas (<i>free swell</i>)..... | 6 |
| 6.1.2 Perubahan volume potensial..... | 7 |
| 6.1.3 Uji indeks pengembangan..... | 8 |
| 6.2 Identifikasi tidak langsung..... | 9 |
| 6.2.1 Nilai indeks plastisitas (PI) dan batas susut (SI)..... | 9 |
| 6.2.2 Tingkat keaktifan (<i>activity</i>)..... | 9 |
| 6.2.3 Mineral lempung..... | 10 |
| 7 Pertimbangan desain..... | 11 |
| 7.1 Kembang susut..... | 11 |
| 7.2 Kondisi retak..... | 11 |
| 7.3 Kondisi arah memanjang..... | 11 |
| 7.4 Stabilitas..... | 11 |
| 7.4.1 Stabilitas lereng..... | 11 |
| 7.4.2 Daya dukung tanah..... | 11 |



| | | |
|---------|--|----|
| 7.4.2.1 | Kriteria keruntuhan batas (<i>ultimate failure</i>) | 12 |
| 7.4.2.2 | Kriteria perilaku elastis tanah | 12 |
| 7.5 | Faktor keamanan | 12 |
| 7.6 | Parameter desain..... | 12 |
| 7.6.1 | Kuat geser tanah jenuh | 12 |
| 7.6.1.1 | Pengujian tak terkonsolidasi – tak terdrainase (<i>unconsolidated-undrained UU</i>) | 12 |
| 7.6.1.2 | Pengujian terkonsolidasi – tak terdrainase (<i>consolidated-undrained CU</i>) | 13 |
| 7.6.2 | <i>Poisson's ratio</i> (μ) | 13 |
| 7.7 | Tekanan mengembang | 13 |
| 7.7.1 | Metode Nelson dan Miller | 14 |
| 8 | Analisis pengangkatan tanah ke atas pada tanah ekspansif | 14 |
| 8.1 | Hubungan konstitutif untuk tanah ekspansif | 15 |
| 8.1.1 | Keadaan tegangan..... | 15 |
| 8.1.2 | Hubungan konstitutif | 15 |
| 8.1.3 | Indeks hisapan | 16 |
| 8.2 | Hisapan tanah..... | 16 |
| 8.3 | Hisapan osmotik | 17 |
| 8.3.1 | Hisapan matrik | 17 |
| 8.3.2 | Hisapan total | 18 |
| 8.4 | Pengukuran hisapan tanah | 19 |
| 8.4.1 | Tensiometer | 19 |
| 8.4.2 | Metode kertas saring..... | 20 |
| 8.4.3 | <i>Thermal Matric Potential</i> | 20 |
| 8.5 | Perkiraan pengangkatan tanah berdasarkan uji oedometer | 21 |
| 8.5.1 | Uji konsolidasi mengembang | 21 |
| 8.5.2 | Uji volume konstan atau uji tekanan pengembangan | 22 |
| 8.6 | Perkiraan pengembangan berdasarkan uji hisapan tanah | 23 |
| 9 | Desain konstruksi jalan di atas tanah ekspansif | 23 |
| 9.1 | Zona aktif | 23 |
| 9.2 | Pemadatan tanah..... | 24 |
| 9.3 | Kuat geser tanah tak jenuh | 24 |
| 9.4 | Perilaku kuat geser akibat siklus berulang..... | 25 |
| 9.5 | Perilaku mengembang akibat siklus berulang | 26 |
| 9.6 | Tekanan tanah lateral | 26 |
| 9.6.1 | Tekanan tanah aktif..... | 26 |
| 9.6.2 | Retak tarik | 27 |
| 9.6.3 | Tekanan tanah pasif..... | 28 |
| 9.6.4 | Daya dukung tanah dan kestabilan lereng | 29 |
| 10 | Teknik konstruksi di atas tanah ekspansif | 29 |
| 10.1 | Penggantian material | 30 |
| 10.2 | Manajemen air | 30 |
| 10.3 | Stabilisasi..... | 30 |
| 10.3.1 | Stabilisasi dengan kapur | 30 |
| 10.3.2 | Stabilisasi dengan semen | 31 |
| 10.4 | Membran..... | 31 |
| 10.4.1 | Membran geosintetik..... | 31 |
| 10.4.2 | Pelat beton | 32 |
| 10.4.3 | Aspal | 32 |
| 10.4.4 | Membran horisontal | 32 |
| 10.4.5 | Membran vertikal..... | 33 |

| | |
|---|----|
| 10.4.6 Membran pembungkus lapisan tanah | 33 |
| 10.5 Pembebanan..... | 34 |
| 11 Struktur perkerasan jalan di atas tanah ekspansif..... | 36 |
| 11.1 Desain perkerasan lentur..... | 36 |
| 11.1.1 Pengangkatan mengembang tanah di bawah jalan | 36 |
| 11.1.2 Tahapan desain perkerasan lentur | 36 |
| 11.2 Desain perkerasan kaku | 41 |
| 11.2.1 Pengangkatan mengembang tanah di bawah jalan | 41 |
| 11.2.2 Tahapan desain perkerasan kaku..... | 41 |
| Lampiran A (informatif) Contoh penentuan pengembangan tanah ekspansif | 46 |
| Lampiran B (informatif) Penyebaran tanah ekspansif di Pulau Jawa | 59 |
| Lampiran C (informatif) Nama dan lembaga..... | 60 |
| Bibliografi..... | 61 |

Daftar gambar

| | |
|--|----|
| Gambar 1 Retakan memanjang pada tepi perkerasan jalan..... | 4 |
| Gambar 2 Penurunan perkerasan jalan | 4 |
| Gambar 3 Longsoran badan jalan..... | 5 |
| Gambar 4 Peralatan pengujian perubahan volume potensial | 7 |
| Gambar 5 Indeks pengembangan terhadap potensi perubahan volume | 8 |
| Gambar 6 Klasifikasi potensi kembang..... | 10 |
| Gambar 7 Kurva hubungan angka pori dan log tekanan | 13 |
| Gambar 8 Penentuan tekanan mengembang | 14 |
| Gambar 9 Penentuan tekanan mengembang | 14 |
| Gambar 10 Pengembangan tekanan osmotik melewati membran | 17 |
| Gambar 11 Hubungan air dan udara dalam tanah..... | 18 |
| Gambar 12 Kurva penyimpanan (retensi) air untuk tanah | 18 |
| Gambar 13 Tensiometer <i>Quick Draw</i> | 19 |
| Gambar 14 Hubungan pengukuran dengan kertas saring | 20 |
| Gambar 15 Sensor <i>thermal matric potential</i> | 21 |
| Gambar 16 Hasil uji konsolidasi mengembang..... | 22 |
| Gambar 17 Hasil uji volume konstan | 22 |
| Gambar 18 Metode penentuan zona aktif dari perubahan kadar air..... | 24 |
| Gambar 19 Kurva keruntuhan tanah tak jenuh | 25 |
| Gambar 20 Distribusi tekanan tanah aktif Rankine untuk tanah jenuh | 27 |

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 21 | Komponen distribusi tekanan tanah aktif pada saat hisapan matrik konstan terhadap kedalaman | 27 |
| Gambar 22 | Penentuan retak tarik..... | 28 |
| Gambar 23 | Komponen distribusi tekanan tanah pasif pada saat hisapan matrik konstan terhadap kedalaman | 29 |
| Gambar 24 | Stabilisasi dengan semen | 31 |
| Gambar 25 | Membran geosintetik..... | 32 |
| Gambar 26 | Membran horisontal pada konstruksi jalan..... | 33 |
| Gambar 27 | Membran vertikal pada konstruksi jalan..... | 33 |
| Gambar 28 | Membran pembungkus lapisan tanah pada konstruksi jalan | 34 |
| Gambar 29 | Grafik desain untuk perkerasan lentur berdasarkan penggunaan nilai rata-rata untuk tiap inputnya | 38 |
| Gambar 30 | Contoh konseptual grafik hubungan kehilangan tingkat pelayanan dengan perkembangan waktu untuk lokasi tertentu..... | 39 |
| Gambar 31 | Contoh pengeplotan kumulatif lalu lintas ekivalen sumbu tunggal 8,16 ton terhadap waktu..... | 40 |
| Gambar 32 | Grafik desain untuk perkerasan kaku berdasarkan penggunaan nilai rata-rata untuk tiap variabel input | 44 |
| | | |
| Gambar A.1 | Nomograf untuk memperkirakan besarnya kecepatan | 51 |
| Gambar A.2 | Grafik untuk memperkirakan besarnya potensial pengangkatan vertikal tanah alami..... | 52 |
| Gambar A.3 | Grafik untuk memperkirakan besarnya kehilangan masa pelayanan akibat pengembangan lapisan dasar jalan | 53 |
| Gambar A.4 | Contoh desain angka pori terhadap log tekanan | 54 |
| Gambar A.5 | Grafik hubungan indeks plastisitas dengan perubahan volume..... | 55 |
| Gambar A.6 | Kurva hubungan antara potensi pengembangan vertikal dengan beban..... | 56 |
| Gambar A.7 | Kurva hubungan antara potensi pengembangan vertikal dengan beban..... | 57 |
| Gambar A.8 | Contoh borlog pengambilan sampel tanah ekspansif | 58 |
| | | |
| Gambar B.1 | Daerah yang diketahui memiliki masalah lempung mengembang di pulau Jawa | 59 |

