



**Rancangan  
Standar Nasional Indonesia**

**TATA CARA  
DESKRIPSI KEADAAN DAN PENYELIDIKAN  
LAPANGAN PADA PEKERJAAN TANAH**



**DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PU**  
Jl. Pattimura No. 20 Kebayoran Baru, Jakarta Selatan Telp. 7251580, 7251529 Fac. (021) 7395062

PADANAN

British Standard : Earthworks (BS 6031 - 1981)

Section Two : Cuttings and Embankments,  
Grading and Levelling

*5. Site Conditions and Investigations*

## DAFTAR ISI

	Hal
1. Ruang Lingkup	1
2. Daftar Rujukan	1
3. Pengertian	1
4. Tinjauan Umum	3
4.1 Pertimbangan Lingkungan	3
4.2 Penelitian Awal suatu Proyek	4
4.3 Eksplorasi Tanah	6
4.4 Deskripsi dan Klasifikasi dari Tanah dan Batuan	10
4.5 Uji Lapangan dan Laboratorium	10
4.6 Laporan Hasil Penyelidikan	11
4.7 Penyelidikan Lebih Lanjut Selama Pelaksanaan	11
5. Pertimbangan Ekonomi dan Lingkungan	11
5.1 Umum	11
5.2 Penggalan dan Urugan untuk Jalan dan Jalur Kereta Api	12
5.3 Penggalan dan Urugan untuk Lapangan Udara dan Perluasan Pengerasan Lain	13
5.4 Pengerukan dan Urugan Secara Hidrolis	13
5.5 Bukit Pasir	13
6. Resiko Longsor dan Perubahan Bentuk yang Diijinkan	14
6.1 Umum	14
6.2 Pengaruh Terhadap Bangunan Disekitarnya	14

LAMPIRAN A : DAFTAR ISTILAH

LAMPIRAN B : -

LAMPIRAN C : DAFTAR NAMA & LEMBAGA

TATA CARA  
DESKRIPSI KEADAAN DAN PENYELIDIKAN LAPANGAN  
PADA PEKERJAAN TANAH

**1. Ruang Lingkup**

Standar ini mendeskripsikan tentang keadaan dan investigasi lapangan pada pekerjaan tanah yang mencakup uraian kondisi lingkungan, kelayakan pekerjaan, resiko longsor dan perubahan bentuk yang diijinkan terhadap bangunan yang ada disekitarnya.

**2. Daftar Rujukan**

- a) SNI
  - SNI..... (Rancangan) : Tata Cara Penggalian pada Pekerjaan Tanah.
  - SNI..... (Rancangan) : Tata Cara Desain Paritan, Sumuran dan Sumuran Dalam pada Pekerjaan Tanah.
  - SNI.... (Rancangan) : Tata Cara Penimbunan dan Pengurugan Umum pada Pekerjaan Tanah.
- b) Pedoman Teknis Pengairan
  - KP-02, Desember 1986 : Perencanaan Irigasi
- c) Britis Standard
  - BS 5930

**3. Pengertian**

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan tata cara ini :

- 1) Anisotrop (*anisotropy*), adalah sifat fisik yang berbeda-beda untuk berbagai arah, misalnya permeabilitas tanah arah horisontal mungkin lebih besar daripada arah vertikal.
- 2) Akifer (*aquifer*), adalah lapisan tanah yang mengandung air dalam jumlah tertentu yang dapat terisi kembali.
- 3) Bahu (*berm*), adalah bidang atau papan datar yang relatif sempit yang disediakan untuk memutus kontinuitas suatu lereng panjang, atau sebagai perangkap untuk menahan material lepas yang menggelinding menuruni lereng.
- 4) Endapan koluvial (*colluvial deposits*), adalah bahan lapuk yang terangkut secara gravitasi, misalnya *scree*, talus dan debris longsor tanah.
- 5) Rayapan (*creep*), adalah gerakan dengan kenampakan sangat lambat suatu massa tanah atau batuan. Antara bahan yang diam dan bahan yang bergerak sering terdapat gradasi menerus, tetapi hal ini tidak terjadi dalam kasus rayapan yang akan terbentuk permukaan gelincir.
- 6) Tegangan deviator (*deviator stress*), adalah perbedaan antara tegangan terbesar dan terkecil hasil suatu uji triaksial terhadap suatu contoh bahan.

- 7) Longsoran (*landslide, landslip*), adalah gerakan dengan kenampakan relatif cepat suatu massa tanah atau batuan menuruni lereng yang terjadi bermula dari kerusakan geser pada bidang luncur massa yang bergerak.
- 8) Permukaan freatik (*phreatic surface*), adalah elevasi batas kemampuan kenaikan air tanah suatu akifer.
- 9) Pisometer (*piezometer*) adalah tabung terbuka maupun tertutup atau alat lain yang dipasang dari permukaan tanah ke bawah, yang digunakan untuk mengukur tekanan air tanah pada daerah di mana ujung bawah pipa diletakkan.
- 10) Rombakan lereng (*scree*) adalah debris batuan yang terkumpul di kaki jurang/tebing.
- 11) Sudut lereng (*slope angle*), adalah sudut lereng dinyatakan dalam derajat terhadap bidang horisontal atau dalam tangen sudut terhadap bidang horisontal (misalnya lereng 1 : 3 membentuk sudut terhadap bidang horisontal sebesar  $18,5^0$  atau tangen sebesar  $1/3$ ).
- 12) Solifluksi (*solifluction*), adalah gerakan lambat suatu tanah atau selubung rombakan lereng menuruni bukit sebagai akibat dari proses silih berganti antara pembekuan dan pencairan air yang terkandung di dalamnya.
- 13) Sisa galian (*spoil*), adalah tanah, batuan atau bahan galian lain yang tidak diperlukan untuk urugan timbunan atau sebagai urugan kembali sebuah lubang galian, dan merupakan kelebihan bahan yang harus dibuang dari lapangan kerja.
- 14) Amblesan (*subsidence*), adalah gerakan ke bawah (terutama vertikal) permukaan tanah yang diakibatkan oleh pembuangan, konsolidasi atau pergeseran lapisan tanah di bawahnya.
- 15) Gerakan tektonik (*tectonic movement*), adalah gerakan massa suatu batuan ke bagian massa lain batuan tersebut. Skala gerakan ini dapat bervariasi dari beberapa milimeter (seperti dalam lipatan mikro suatu *schist*) sampai puluhan kilometer (seperti dalam *major reconstituted folds*).
- 16) Paritan (*trench*), adalah galian yang panjangnya relatif sangat besar dibanding lebarnya baik dengan sisi vertikal yang bisa diberi penopang maupun dengan sisi miring yang tidak memerlukan penopangan.
- 17) Paritan dangkal (*shallow trench*), adalah parit dengan kedalaman sampai dengan 1,5 meter seperti yang digunakan untuk pipa layanan, kabel, gelagar dasar dan pondasi strip.
- 18) Paritan sedang (*medium trench*), adalah parit dengan kedalaman antara 1,5 meter s/d 6,0 meter seperti yang digunakan untuk saluran pipa dan saluran pembuang limbah.
- 19) Paritan dalam (*deep trench*), adalah parit yang kedalamannya lebih dari 6,0 meter untuk semua kelas pekerjaan.
- 20) Paritan sempit (*narrow trench*), adalah parit dangkal atau sedang dengan galian yang terlalu sempit untuk masuknya pekerja, misalnya parit untuk kabel, pipa-pipa kecil, dan saluran drainasi lahan, yang digali dengan teknik tersendiri.
- 21) Sumuran (*pit*), adalah penggalian dengan luasan sebesar mulai dari yang dibutuhkan untuk meletakkan dasar pondasi tiang atau kolom sampai dengan yang dibutuhkan untuk

meletakkan gedung bawah tanah dan pondasi sebuah gedung, termasuk sumur percobaan yang digali untuk penyelidikan lapangan.

- 22) Sumuran dangkal (*shallow pit*), adalah sumuran dengan kedalaman sampai dengan 1,5 meter.
- 23) Sumuran sedang (*medium lit*), adalah sumuran dengan kedalaman antara 1,5 meter s/d 6,0 meter.
- 24) Sumuran dalam (*deep pit*), adalah sumuran dengan kedalaman lebih dari 6,0 meter.
- 25) Terowongan (*sh«ft*), adalah galian vertikal atau miring yang dibuat untuk memberikan jalan masuk ke pekerjaan bawah tanah. Jenis terowongan juga dibedakan dalam katagori dangkal, sedang dan dalam, seperti pada sumuran.
- 26) Lubang galian sumbang (*harrow pit*), adalah lubang penggalian untuk mendapatkan bahan timbun.

#### **4. Tinjauan Umum**

##### **4.1. Pertimbangan Lingkungan**

###### **4.1.1 Kestabilan lokasi**

Beberapa faktor dapat mempengaruhi kestabilan lapangan yang diusulkan untuk pekerjaan tanah. Kondisi lapangan dapat tidak stabil dalam keadaan alami. Konstruksi suatu penggalian atau penimbunan dapat menyebabkan ketidak stabilan lapisan bawah atau sekitarnya yang semula dalam keadaan stabil. Kemungkinan adanya alur yang terpendam, bekas alur dan kubangan yang terisi bahan yang mudah memadat harus diselidiki.

Aliran permukaan dan bawah permukaan tanah yang melintasi tanah miring dapat terhalang atau tersimpangkan akibat adanya pekerjaan tanah, sehingga dapat menimbulkan perubahan muka air atau penggenangan air akibat timbunan tanah. Akibat perubahan ini pola drainasi alami dan muka air tanah pada pekerjaan tanah di lahan itu harus juga dipertimbangkan. Pemindahan aliran permukaan atau bawah tanah yang menuju rongga bawah tanah sebagai hasil penggalian dapat menyebabkan erosi dan keruntuhan dinding atas rongga tersebut.

###### **4.1.2 Polusi**

Tindakan pencegahan dapat dilakukan terhadap polusi danau atau aliran air alami yang disebabkan oleh aliran permukaan atau pemompaan dari pekerjaan tanah untuk timbunan atau tanah yang berbutir halus seperti kapur atau marl (napal). Bila perlu dapat digunakan saluran atau pipa drainasi untuk mengalirkan aliran permukaan menuju ke laguna untuk mengendapkan bahan padat yang melayang sebelum dialirkan ke saluran. Pemberian bahan kimia dapat digunakan pada laguna atau kolam pengendapan untuk menggumpalkan bahan halus yang melayang atau untuk menetralkan air asam.

Pada tahapan pelaksanaan proyek pemindahan tanah, polusi udara karena debu, lumpur atau runtuhan tanah lepas pada jalan umum dan juga kebisingan merupakan faktor yang harus diperhatikan dan perlu dikonsultasikan ke instansi setempat yang berwenang (lihat SNI.....: Tata Cara Penggalian dan Urugan Umum pada Pekerjaan Tanah).

## 4.2 Penelitian Awal Suatu Proyek

### 4.2.1 Pengumpulan data yang ada

Informasi pendahuluan meliputi: geologi permukaan, informasi lobang bor, laporan penyelidikan lapangan, informasi lokasi terdahulu, lokasi peta lama dan foto udara. Pengumpulan data pendahuluan penting karena dapat digunakan untuk merencanakan penyelidikan lapangan yang tepat. Apabila tersedia data yang memenuhi syarat, maka penyelidikan lapangan dapat dikurangi.

Apabila penyelidikan awal menunjukkan bahwa lokasi pekerjaan di masa lalu, sekarang atau akan datang dipengaruhi oleh operasi penambangan bawah tanah, maka perlu ada saran dari ahli pertambangan atau ahli pemetaan yang sangat mengenal tentang kondisi lapangan tersebut.

### 4.2.2 Peninjauan lokasi

Prosedur peninjauan lapangan yang dilaksanakan sesuai dengan standar yang berlaku. Informasi yang amat berguna apabila informasi diperoleh dari pengamat setempat. Peninjauan lapangan ini merupakan bagian yang penting dari pekerjaan penilaian awal proyek dan untuk pekerjaan tanah besar (ketinggian atau kedalaman  $> 5$  m perlu cek kestabilan, menurut Perencanaan Irigasi KP-02, Desember 1986) pekerjaan pada tahap penyelidikan ini harus dilaksanakan secara cermat. Adanya longsor pada waktu lampau atau sekarang, rayapan penurunan tanah harus diketahui dengan meneliti bentuk tanah, dan mempelajari fotoudara. Pemeriksaan yang cermat harus dilakukan terhadap pola drainase yang ada yang dapat dipengaruhi oleh pekerjaan yang diusulkan.

Informasi yang bermanfaat dapat diperoleh dengan meneliti struktur geologi dan kondisi kestabilan galian untuk jalan raya, jalur kereta api maupun proyek lain yang ada, apabila formasi geologinya serupa. Bila keadaan geologi di lapangan pekerjaan mempunyai pengaruh besar terhadap pekerjaan tanah, informasi dapat diperoleh dari peta geologi yang digambarkan pada skala yang tepat.

### 4.2.3 Persiapan rencana untuk penyelidikan lapangan

Hasil studi dari data yang tersedia dan peninjauan lapangan memungkinkan untuk memprakirakan jumlah informasi yang diperlukan dari suatu penyelidikan rinci, bilamana dipertimbangkan keterkaitannya terhadap rencana sementara dan bagian dari pekerjaan tanah. Kemudian harus dipersiapkan rencana untuk pengujian lapangan maupun laboratorium terhadap profil tanah pada kedalaman dan jangkauan menyamping yang diperlukan, dalam rangka melengkapi data mengenai sifat tanah untuk desain dan konstruksi pekerjaan tanah.

Rencana harus luwes dalam cakupannya dan dapat dilaksanakan tahap demi tahap bila semua memungkinkan. Betapapun bagusnya data yang digunakan sebagai dasar perencanaan awal, bukannya tidak mungkin bahwa profil tanah seperti yang ditunjukkan dari penyelidikan rinci berbeda dengan yang diantisipasi.

Ahli teknik yang bertanggung jawab untuk mengatur penyelidikan harus selalu berhubungan dekat dengan lapangan pekerjaan, sehingga dapat menyesuaikan perencanaannya dari waktu ke waktu bila diperlukan. Jika kondisi tanah menunjukkan keadaan seragam, ahli teknik dapat mengambil tindakan mengurangi cakupan pekerjaan, sebaliknya apabila kondisi tanah sangat bervariasi, jumlah penyelidikan perlu ditambah. Hal ini bertujuan untuk menghindari adanya kebutuhan penyelidikan lebih lanjut untuk melengkapi kekurangan data yang disediakan oleh pekerjaan penyelidikan utama.

### 4.3 Eksplorasi Tanah

#### 4.3.1 Umum

Prosedur penyelidikan tanah dengan cara galian dan parit percobaan, sumuran, lubang bor dan survai geofisik dilakukan sesuai dengan standar yang berlaku untuk memberikan petunjuk relevansinya beberapa macam teknik eksplorasi terhadap desain dan konstruksi pekerjaan tanah.

#### 4.3.2 Sumuran dan parit percobaan

Penggalian sumuran dan parit percobaan yang dilakukan dengan tangan atau mesin merupakan cara yang cepat dan ekonomis untuk memperoleh informasi rinci sampai dengan kedalaman 6 m. Sumuran dan parit percobaan tersebut sesuai untuk eksplorasi di daerah galian dan urugan dangkal, dan untuk melacak ketebalan dan jangkauan menyamping suatu endapan dangkal dari tanah rawa lunak atau urugan. Sumuran percobaan dapat digunakan untuk menguji keadaan fondasi bangunan ringan sehubungan dengan pekerjaan tanah, penaksiran air tanah, dan untuk memperoleh informasi untuk penanganan masalah konstruksi drainasi dan parit layanan. Sumuran percobaan juga dapat digunakan dalam tahap perencanaan pekerjaan tanah, terutama untuk menyelidiki secara visual susunan geologi suatu material. Hal ini adalah sangat penting untuk pemilihan prosedur pekerjaan galian.

Sumuran atau parit percobaan merupakan alat yang berguna dalam eksplorasi, pendeskripsian dan pengambilan contoh untuk longoran tanah, soliforransi dan enclapan lainnya pada kedalaman menengah, dan yang berhubungan dengan permukaan geser. Uji di tempat seperti uji kotak geser besar dapat dilakukan pada permukaan geser yang terlihat dalam saluran untuk mengetahui informasi kekuatan geser sehubungan dengan desain dari pekerjaan perbaikan atau untuk memprakirakan kemungkinan pengaruh gangguan dari bangunan baru. Alternatif lain, bongkahan tanah tak terganggu dari permukaan geser dapat diambil untuk pengujian laboratorium.

#### 4.3.3 Terowongan

Bila direncanakan eksplorasi yang dalam, misalnya untuk penggalian besar (*ketinggian atau kedalaman > 5m perlu cek kestabilan, menurut Perencanaan Irigasi KP-02, Desember 1986*), kemungkinan lubang bor tidak dapat memberi informasi susunan geologi yang cukup rinci untuk memprakirakan permasalahan kestabilan. Terowongan dalam, yang dikerjakan dengan bor tangan dengan penopang kayu atau menggunakan bor mesin dengan penahan samping dari baja, dapat digunakan sebagai alat inspeksi visual kondisi tanah atau batuan. Dalam pengujian di tempat seperti uji pembebanan plat vertikal atau horisontal dapat dilakukan pada dasar terowongan atau pada ujung yang didesakkan padanya. Pengalaman dalam terowongan vertikal dan terutama laju pemompaan air tanah memberikan informasi yang berguna untuk penaksiran penurunan air tanah atau masalah penanganan tanah pada galian dalam.

Metode pemboran dan penahan samping dari terowongan diuraikan pada SNI.....: Tata Cara Pelaksanaan Paritan, Sumuran dan Terowongan pada Pekerjaan Tanah.

#### 4.3.4 Lubang bor

##### a) Pembuatan lubang bor

Metode bor tangan atau bor mesin digunakan untuk pemboran pada tanah dan batuan yang sangat lunak. Diameter dari lubang bor harus mampu untuk memperoleh contoh tanah tak terganggu dengan diameter 100 mm.



Bila tanah menunjukkan kemas kasar seperti adanya celah-celah atau lapisan, untuk contoh berdiameter besar, misalnya dengan diameter 200 mm atau 250 mm, uji laboratorium khusus pada contoh tanah tersebut kemungkinan dapat dilakukannya.

Eksplorasi dalam batuan harus dilakukan dengan bor putar untuk memperoleh contoh inti dengan menggunakan standar yang berlaku. Diameter lubang bor harus sedemikian sehingga memungkinkan untuk memperoleh inti batuan secara lengkap termasuk material yang lemah dan hancur. Inti harus diambil, diberi label, dimasukkan dalam tabung dibawa untuk disimpan sesuai dengan rekomendasi standar yang sesuai.

Lobang bor harus dibuat sampai di bawah rencana galian sampai kedalaman yang cukup untuk eksplorasi seluruh daerah yang tidak stabil. (lihat SNI... Tata Cara Penggalian pada Pekerjaan Tanah). Lobang bor yang berlokasi di daerah timbunan, harus dibuat tidak kurang dari 1,5 x lebar dasar timbunan, kecuali terdapat lapisan tanah kuat yang tidak mudah memampat atau batuan pada ketebalan yang cukup dan menerus, kedalaman dapat dibuat kurang dari ketentuan tersebut..

Lobang bor harus diletakkan pada lokasi galian dan timbunan, tetapi bila perlu diletakkan pula di luar batas pekerjaan tanah untuk menyelidiki semua daerah yang dipengaruhi pekerjaan tersebut.

#### b) Stabilitas lubang bor

Galian dalam dapat mempunyai resiko adanya tekanan air ke atas pada dasar akibat longsoran geser di dalam lempung lunak hingga keras atau karena terjadinya tekanan pada air bawah tanah pada lapisan tembus air yang terletak di atas lapisan kedap air, atau batuan pada dasar galian; kemungkinan adanya penyumbatan pada dasar galian karena lempung yang mengembang harus juga diperhatikan. Kedalaman lobang bor yang cukup harus dibuat untuk penyelidikan ada atau tidaknya hal-hal yang membahayakan.

Bila direncanakan penurunan muka air tanah untuk galian atau instalasi untuk memutus aliran yang masuk galian, maka lubang bor harus dibuat secara lengkap melalui formasi yang mengandung air untuk mengetahui letak, ketebalan dan kontinuitas lapisan dasar yang kedap air.

Pengamatan variasi muka air tanah adalah sangat penting untuk analisis kestabilan lereng, tetapi informasi yang andal dari air tanah biasanya tidak dapat diperoleh selama pemboran berlangsung atau beberapa saat setelah pemboran dihentikan. Pipa duga sederhana atau pisometer harus dipasang pada lubang bor terpilih untuk pengamatan air tanah pada setiap waktu tertentu. Pengamatan harus dilakukan secara harian selama penyelidikan lapangan berlangsung, sedapat mungkin mingguan atau bulanan sebelum pekerjaan tanah, biasanya setidaknya satu tahun sekali untuk observasi variasi air tanah musiman. Bila air bawah tanah berada di dalam akifer yang terpisah satu sama lain oleh lapisan kedap air, tekanan air bawah tanah harus dipantau dengan pisometer yang dipasang pada setiap akifer dengan mensegelnya untuk menghindari hubungan antar akifer-akifer tersebut dengan menggunakan adonan bentonit atau bahan graut semen-bentonit. Uji permeabilitas di lapangan dapat dilakukan pada lubang bor untuk memprakirakan laju air tanah yang mengalir dari sisi galian atau debit pompa dari galian dalam di bawah muka air. Muka air tanah seharusnya dikorelasikan terhadap data curah hujan.

#### 4.3.5 Pendeteksian pergerakan bawah tanah pada suatu kedalaman

Penggunaan sumuran dan parit percobaan untuk menentukan lokasi permukaan geser yang ada pada lokasi yang relatif dangkal mengacu pada butir 4.3.2. Oleh karena metode tersebut menjadi makin mahal sesuai dengan kedalamannya dan dengan alasan bahwa pergerakan akan terjadi atau ditakutkan akan terjadi secara mendadak, maka dapat digunakan slip indikator atau

inklinometer yang dipasang pada lubang bor. Untuk pergerakan yang relatif cepat dapat digunakan slip indikator, tetapi alat tersebut mempunyai beberapa keterbatasan yaitu tidak dapat mendeteksi pergerakan kecil dan tidak dapat digunakan untuk mengukur kuantitatif pergerakan besar.

Tidak seperti slip indikator, inklinometer dapat menunjukkan arah yang tepat dalam hal tanah telah bergeser diantara dua pengukuran. Alat tersebut sesuai untuk laju pergerakan yang kecil atau untuk instalasi dalam mengantisipasi pergerakan. Untuk pergerakan yang relatif cepat inklinometer tidak mampu menembus permukaan geser dan oleh karenanya semua pengukuran di bawahnya kemungkinan terhenti. Efisiensi pengisian rongga-rongga antara tanah dan pelindung tanah adalah cukup penting. Grauting merupakan metode yang cukup baik. Apabila hal tersebut tidak dilaksanakan dengan tepat, maka penahan tanah dapat melentur dengan bebas dalam lubang bor, sehingga inklinometer akan mencatat hasil yang tidak menentu dari pergerakan ke atas, ke bawah dan sejajar terhadap permukaan tanah, yang dapat membingungkan. Lepas dari pengukuran lokasi permukaan

permukaan geser, inklinometer dapat digunakan pula untuk pengukuran umum dari pergerakan horisontal di bawah permukaan tanah.

#### 4.3.6 Metode geofisik

Metode geofisik dapat digunakan untuk menggambarkan konfigurasi lapisan tanah atau batuan dengan formasi yang berturutan mempunyai perbedaan nyata dalam hal sifat geofisiknya, seperti kecepatan seismik atau tahanan hantar listriknya. Deskripsi dari metode yang ada disajikan dalam standar BS 5930. Survei geofisik dapat dilaksanakan dengan relatif cepat dan dapat sebagai metode ekonomis untuk eksplorasi di bawah permukaan tanah pada pekerjaan tanah berskala besar, asalkan kondisi tanah memungkinkan, dengan penggunaan teknik yang cocok serta terdapat kalibrasi dan korelasi diantara data survei dengan menggunakan jumlah lubang bor yang cukup. Metode geofisik dapat digunakan untuk mengetahui letak permukaan yang terpendam dari batuan yang tidak lapuk yang tertutup oleh timbunan atau batuan lapuk.

Alat pencatat geofisik dapat diturunkan ke bawah lubang bor untuk memperoleh data kecepatan seismik, tahanan hantar listrik, berat jenis, kadar air, komposisi mineral dari tanah dan batuan secara menerus, sehingga data lain yang berhubungan dengan geofisik dapat diperhitungkan. Pencatatan lubang bor merupakan alat yang berguna dalam eksplorasi tanah secara rinci pada lubang galian-sumbu. Peralatan yang berdasar ketentuan seismik dapat menghitung jumlah kode dari getaran suara (*sub audible frequency*) per satuan waktu yang timbul pada daerah geseran dalam batuan. Laju pemancaran merupakan indikator dari laju pergerakan dan oleh karenanya dapat memberikan peringatan perlu segera adanya tindakan untuk perbaikan lereng yang berpotensi tidak stabil. Tanda tersebut dapat digunakan untuk mengetahui letak daerah geseran.

Survei geofisik juga dapat digunakan untuk membuat peta lokasi rongga bawah permukaan tanah pengaruh adanya pekerjaan tambang atau larutan dari batuan.

#### 4.3.7 Segi keselamatan

Perlu adanya perhatian untuk menjamin kondisi kerja yang aman selama pencatatan hasil atau selama pelaksanaan uji lapangan dalam percobaan sumuran, parit atau terowongan. Rekomendasi untuk keselamatan kerja disajikan pada SNI....: Tata Cara Keselamatan pada Pekerjaan Tanah dan SNI....: Tata Cara Pelaksanaan Paritan, Sumuran dan Terowongan pada Pekerjaan Tanah.

#### **4.4 Deskripsi dan Klasifikasi dari Tanah dan Batuan.**

Sistem terpadu untuk deskripsi tanah dan batuan disajikan dalam standar yang berlaku. System klasifikasi dan cara mengidentifikasi beberapa klas pokok dari tanah dapat dilihat pada tabel 1.

Sistem sedemikian sangat penting untuk dilaksanakan dalam pencatatan keadaan tanah pada lubang bor, sumur percobaan, parit dan terowongan dan untuk mendata contoh tanah dan batuan yang diuji. Hal ini untuk menghindari kesalahan arti dan ketidak pastian dalam penafsiran dari laporan dan catatan dalam tahap desain, dan selanjutnya dalam pekerjaan persiapan tender untuk pelaksanaan pekerjaan tanah.

Sistem klasifikasi secara meluas digunakan untuk desain pekerjaan tanah pada jalan raya dan lapangan terbang. Hubungan empiris telah dibuat antara grup klasifikasi dan beberapa faktor seperti ketebalan perkerasan, kembang susut, karakteristik drainase dan metode pemadatan. Beberapa faktor tersebut disajikan pada tabel 2 dan tabel 3. Deskripsi secara mendetail untuk pekerjaan tanah yang harus disediakan adalah informasi tekstur, komposisi dan berat jenis. Bila mungkin deskripsi dari material dalam pekerjaan tanah disajikan dengan menggunakan istilah sesuai standar klasifikasi tanah dan batuan

Juga sangat penting untuk mengidentifikasi keadaan geologi dari tanah asli dan batuan yang ada di dalam lubang bor dan sumur percobaan. Stratifikasi lapisan dari beberapa variasi tanah dan batuan harus dimasukkan dalam catatan hasil pemboran mengikuti rekomendasi standar yang berlaku.

#### **4.5 Uji Lapangan dan Laboratorium**

Dalam merumuskan program untuk pekerjaan uji lapangan dan laboratorium perlu dipertimbangkan relevansinya terhadap proyek pekerjaan tanah dan hanya melakukan uji yang digunakan untuk desain dan pelaksanaan. Ketentuan dalam peraturan berikut terdiri dari arahan dalam penerapan dari beberapa variasi uji. Bila ada keraguan dalam menentukan uji khusus yang harus dilakukan, maka hasil yang paling dekat dengan simulasi keadaan lapangan harus diterapkan. Bila beberapa parameter tertentu dapat diukur dengan uji laboratorium dan lapangan, perlu untuk mempertimbangkan butuh atau tidaknya data yang lebih andal karena pada umumnya penambahan uji lapangan akan menambah biaya pengeluaran, dengan memperhatikan penambahan pekerjaan yang direncanakan dan konsekwensi bila terjadi kegagalan. Sama halnya perlu mempertimbangkan dari segi ekonomi untuk bentuk uji laboratorium yang lebih canggih.

Perkiraan dari kuat geser, karakteristik drainasi dan konsolidasi, pada tanah bila memungkinkan agar dilakukan analisis ulang terhadap sifat lapangan, terutama untuk lapangan yang sebelumnya tidak stabil.

#### **4.6 Laporan Hasil Penyelidikan**

Arahan dari prosedur untuk penyiapan laporan penyelidikan diuraikan dalam standar yang berlaku.

#### **4.7 Penyelidikan Lebih Lanjut Selama Pelaksanaan**

Perlu disadari bahwa penyelidikan lapangan hanya merupakan sebagian kecil dari lapangan yang ada. Keadaan tanah yang nampak perlu diteliti terhadap informasi hasil penyelidikan lapangan yang digunakan sebagai dasar untuk desain pekerjaan tanah. Mungkin perlu adanya penyelidikan lebih lanjut untuk menentukan penambahan informasi pada kondisi yang menyimpang.

## **5. Pertimbangan Ekonomi dan Lingkungan 5.1 Umum**

### **5.1.1 Optimasi galian dan timbunan**

Dalam perencanaan pekerjaan tanah, pengaruhnya terhadap lapangan di sekitarnya harus dipertimbangkan dan bila mungkin harus dihindari adanya cacat goresan pada lereng, atau adanya takikan pada puncak lereng. Lereng dari galian atau timbunan harus bervariasi dan harus serasi terhadap permukaan tanah daerah yang berdekatan, menghindari garis lurus dan perubahan kemiringan yang kasar pada suatu profit. Bila lereng diambil 1 : 5 atau lebih datar daerah tersebut dapat digunakan untuk pertanian.

Dalam situasi yang mengkhawatirkan, perlu ada kajian dengan percobaan lapangan dan terowongan angin untuk memperoleh bentuk profit yang optimum.

Keseimbangan antara galian dan timbunan sangat disarankan baik ditinjau dari segi ekonomi maupun untuk mencegah kerusakan daerah sekitarnya. Keseimbangan dan kemungkinan perolehan sejumlah material yang sesuai tersebut jarang tercapai, disamping itu pembuangan kelebihan material atau material yang tidak sesuai juga perlu difikirkan.

Informasi yang diperoleh dari hasil eksplorasi digunakan untuk mengetahui kesesuaian tanah yang ada untuk digunakan dalam pekerjaan. Pengaruh cuaca terhadap material selama pekerjaan berlangsung harus dipertimbangkan. Bila di lapangan dijumpai banyak material yang tidak memenuhi syarat, maka perlu perhatian untuk memperoleh material yang lebih sesuai dari lubang galian sumbang atau mendatangkan bahan tahan cuaca dari tempat lain untuk mengurangi kemungkinan mundurnya waktu pelaksanaan atau perlu pertimbangan dari segi ekonomis. Lubang galian sumbang harus sedekat mungkin dengan proyek sehingga peralatan yang digunakan mampu mengangkut material dari daerah sumbang dengan tidak meninggalkan lapangan pekerjaan dan tidak menimbulkan kebisingan, debu, kemacetan lalu lintas, lumpur di atas jalan dan kerusakan jalan diusahakan seminim mungkin. Kelebihan bahan galian dan bahan yang tidak sesuai harus

dibuang sedekat mungkin dengan proyek; apabila memungkinkan dapat digunakan untuk perbaikan daerah sekitarnya. Agar diperhatikan untuk menghindari adanya ketidak stabilan tanah.

### **5.1.2 Pengaruh lingkungan**

Penyesuaian permukaan tanah dengan hati-hati sering dapat memperbaiki pengaruh daerah sekitar proyek, dan untuk daerah yang terlantar memungkinkan untuk dapat digunakan kembali. Manfaat tersebut dapat tercapai bila pekerjaan tanah dipertimbangkan secara keseluruhan dan perencanaan harus mampu mempertimbangkan akibat yang paling baik secara keseluruhan bukan hanya terbatas di dalam lokasi pekerjaan.

Pemindahan dan pemadatan tanah memungkinkan untuk dilakukan secara lebih terus menerus dan efektif pada isian yang terdiri dari batuan atau material yang bergradasi baik dibandingkan dari lempung. Untuk lempung akan menjadi lebih lama akibat cuaca basah sedang untuk batuan atau material dengan gradasi baik menjadi sulit digunakan untuk keadaan kurang air. Tetapi material tersebut mungkin sesuai untuk menghasilkan campuran untuk beton dan untuk konstruksi perkerasan, sehingga penggunaannya sebagai bahan urug secara umum harus dipertimbangkan dengan hati-hati dan harus seimbang terhadap kebutuhan pada waktu mendatang untuk proses pendatanganan material.

Untuk mengurangi gangguan terhadap lingkungan, alat pemindah tanah dan transport harus di luar jalan raya umum, kecuali bila tidak memungkinkan. Gangguan sementara kadang-kadang

dapat diterima dengan alasan bahwa pekerjaan tanah tersebut dalam jangka lama merupakan hal yang menguntungkan bagi masyarakat, seperti halnya pembuangan tumpukan buangan industri.

Adapun buangan tertentu dari industri tersebut kemungkinan dapat digunakan sebagai bahan urug (lihat SNI.... : Tata Cara Penimbunan dan Pengurugan Umum pada Pekerjaan Tanah).

Pengaruh penggunaan material yang baik untuk timbunan dari lokasi setempat harus seimbang terhadap keuntungan penggunaan bahan dengan harga yang lebih murah tetapi dari jarak yang jauh. Walaupun biaya angkut sangat penting, dalam suatu analisis ekonomi keuntungan sosial dan penghematan energi harus pula dipertimbangkan.

## 5.2 Penggalian dan Urugan untuk Jalan dan Jalur Kereta Api

Pemindahan tanah untuk pekerjaan jalan raya dan jalur kereta api dilakukan diatas jalan yang relatif sempit datar dan keseimbangan antara galian dan timbunan pada tahap awal dapat diperoleh dengan menggunakan data penampang memanjang. Tetapi keterbatasannya adalah bahwa seringkali terpaksa perlu memenuhi peraturan jarak antara jembatan di bawah atau di atas jalan dan jalur kereta api atau melintang kedua-duanya

pada ketinggian yang ada. Komputer program telah tersedia untuk meneliti pengaruh kuantitas pekerjaan tanah untuk penyesuaian terhadap profil memanjang maupun melintang dan juga ploter yang dapat digunakan untuk menghasilkan gambar perspektif dari pekerjaan tanah seperti yang didesain untuk menaksir penampilannya sehubungan dengan daerah sekitarnya.

## 5.3 Penggalian dan Urugan untuk Lapangan Udara dan Perluasan Pengerasan Lain

Pengaturan permukaan tanah dalam pekerjaan tanah untuk lapangan udara ditentukan oleh kebutuhan pembuatan profil untuk run way dan landasan sesuai standar yang telah ditetapkan oleh penguasa penerbangan militer atau sipil. Aliran air permukaan dari perkerasan permukaan dan perataan landasan pada run-way menjadi sangat luas. Oleh karenanya penanganan permukaan tanah untuk lahan antara landasan dan bagian-bagian lain dari bangunan lapangan udara harus diperhatikan, sehingga aliran permukaan dapat diarahkan ke daerah rendah yang bertindak sebagai penampung air pada lokasi yang sesuai untuk menerima dan menyimpan aliran air permukaan sebelum mengalir ke saluran drainasi.

## 5.4 Pengerukan dan Urugan Secara Hidrolis

Meskipun pengerukan dan reklamasi di daerah yang penuh air di luar ketentuan ini, pertimbangan secara ekonomis diperlukan untuk pengerukan dengan menggunakan dredger dan pembuangan bahan buangan dengan menggunakan pompa (hydraulic fill). Penggunaan kapal keruk dapat ekonomis untuk penggalian dalam daerah padat yang lulus air di bawah muka air, asal saja ada jalan masuk bagi alat keruk ke lokasi pekerjaan (lihat SNI..... : Tata Cara Penimbunan dan Pengurugan Umum pada Pekerjaan Tanah).

## 5.5 Bukit Pasir

Pergerakan dari pasir kering dan pembentukan bukit serta lembah terutama disebabkan adanya gerakan angin dan juga merupakan fungsi dari ukuran dan berat jenis butiran. Disamping sifat fisik dari butiran pasir, angin bertiup pada suatu tempat dengan periode 1 (satu) tahun atau lebih harus ditentukan menggunakan data dari stasiun meteorologi setempat, atau bila tidak ada, dapat dengan memasang sebuah alat pencatat kecepatan angin otomatis. Topografi, struktur, pagar dan konfigurasi dari pagar menyebabkan adanya perubahan setempat terhadap pola umum penumpukan dan pembentukan bukit pasir. Sama halnya dengan tipe dari tanaman

yang tumbuh dengan subur, pengaruhnya terhadap pembentukan bukit pasir dapat meningkat, yaitu pasir akan terkumpul di sekitar tanaman yang tumbuh terus menerus.

## **6. Resiko Longsoran dan Perubahan Bentuk yang Diijinkan**

### **6.1 Umum**

Resiko longsoran harus diperhatikan berdasar kedua hal berikut :

- a) pergerakan akibat longsoran/rusaknya tanah dari geseran.
- b) tidak diijinkannya perubahan bentuk sebelum terjadinya longsoran.

Resiko longsoran akibat geseran dari pekerjaan tanah dapat diketahui dengan perhitungan faktor keamanan yang merupakan rasio antara kuat geser yang ada terhadap kuat geser yang dibutuhkan untuk mencapai keseimbangan dari tanah. Pendekatan ini dikenal sebagai metode "batas keseimbangan". Besar faktor keamanan dapat dipertimbangkan terhadap seberapa besar resiko longsoran yang terjadi. Misal dalam hal penggalian, faktor keamanan yang besar diperlukan bila kemungkinan adanya longsoran akibat gaya geser dapat membahayakan jalur kereta api atau bangunan. Faktor keamanan yang relatif rendah boleh digunakan misal bila pada suatu galian untuk fondasi yang kemudian diadakan pengisian kembali di bawah lantai kerja sehabis pembuatan pondasi, sehingga bila terjadi longsor tidak membahayakan bagi kehidupan manusia atau terhadap semua bangunan di sekitarnya. Demikian pula pertimbangan yang sama dapat digunakan untuk faktor keamanan pada pekerjaan timbunan.

Dengan memperhatikan perubahan bentuk akibat pekerjaan yang terjadi dapat diketahui bahwa kadang-kadang terjadi perubahan bentuk yang cukup besar tanpa mengurangi pemanfaatannya, meskipun pengaruhnya terhadap kekuatan geser cukup dapat menyebabkan longsor. Dalam hal ini perhatian yang penting adalah pengaruh perubahan bentuk terhadap bangunan yang ada di sekitar pekerjaan tanah, tanpa menghiraukan mungkin atau tidaknya hal tersebut berlangsung terus.

### **6.2 Pengaruh Terhadap Bangunan Di sekitarnya**

Gedung yang dekat dengan ujung kaki tanggul mungkin rusak karena ada perubahan bentuk tanah secara horisontal atau naiknya dasar galian. Galian untuk jalan atau pondasi bangunan dapat menyebabkan perubahan bentuk secara vertikal maupun horisontal dalam tanah di sekitar galian yang dapat merusak bangunan atau bangunan kelengkapan pelayanan masyarakat lokal termasuk jaringan pipa gas. Pergerakan tanah ke atas di bawah dasar galian dalam, dapat merusak bangunan di dalam terowongan yang cukup dalam.

Seperti dalam hal pertimbangan terhadap kestabilan, pengaruh dari perubahan bentuk tergantung oleh waktu, sehingga mungkin diperlukan beberapa tahun pengaruh tersebut baru tercapai secara keseluruhan. Biasanya diperoleh bahwa faktor kritis adalah ketentuan batas kemanfaatan bangunan yang didukung oleh pekerjaan tanahnya atau pengaruh keduanya dari pada hanya pengaruh dari pekerjaan tanahnya saja. Dalam hal ini perhitungan untuk menetapkan ketentuan tersebut dapat dilakukan dengan cara konvensional terhadap bangunan tetapi berdasar data yang diperoleh dari penaksiran perubahan bentuk tanah.

**LAMPIRAN A**  
**DAFTAR ISTILAH**

Lapangan	:	<i>site</i>
Penyelidikan	:	<i>investigation</i>
Paritan	:	<i>trenche</i>
Uji kotak geser besar	:	<i>large shear box test</i>
Uji pembebanan plat vertikal atau horizontal	:	<i>vertical or horozonfalplale loading lest</i>
Bor tangan	:	<i>auger</i>
Bor mesin	:	<i>cable percussion</i>
Tidak mudah memampat	:	<i>incompressible</i>
Galian	:	<i>excavation, cutting</i>
Adonan bentonit	:	<i> Bentonite slurry</i>
Bahan graut semen-bentonit	:	<i> Bentonite-cement grout</i>
Galian sumbang	:	<i>borr ow' pit</i>
Bukit pasir	:	<i>sand dune</i>
Resiko longsor	:	<i>risk at failure</i>
Pipa duga	:	<i>standpipe</i>
Kapal keruk	:	<i>dredger</i>
Rasio	:	<i>ratio</i>
Kemas	:	<i>fabric</i>

## LAMPIRAN B

**Tabel 1. Klasifikasi tanah sistem Inggris untuk tujuan teknik dan pengenalan lapangan**

Butiran yang digunakan lebih kasar dari 60mm dan tercatat sebagai kerakal (60mm sampai 200mm) atau berangkal (lebih dari 200mm)

Kelompok tanah*)	Sub kelompok dari klasifikasi laboratorium						Pengenalan lapangan
	Deskripsi	Simbol kelompok	Bagian dari simbol	Butiran halus % kurang dari 0.06mm	Nama dari sub-kelompok	Simbol kelompok casagrande	
Butiran kasar kurang dari 35% halus dari lebih 0,06 mm	Kerikil lanauan atau lempungan rendah	GW	GW	0-5	kerikil dengan campuran bagus, Kerikil dengan campuran jelek/seragam/sedang	GW GP/GU	Butiran dapat dilihat dengan tanpa alat mata. Bentuk butiran dan campuran dapat digambarkan
		G	GP GPu GPg				
Kerikil. Lebih dari 50% dari butiran kasar adalah kerikil (lebih kasar dari 2mm)	Kerikil lempungan Kerikil lempungan	G-M	GWM GPM	5-15	Kerikil lanauan (lempungan) dengan campuran baik/buruk	GC/CF	Butiran mudah dilihat dengan mata tanpa alat. Bentuk butiran dan campuran dapat digambarkan. Kekuatan kering menengah sampai tinggi menunjukkan adanya lempung. Kekuatan kering rendah yang dapat diabaikan menunjukkan tidak adanya lempung
		G-F	GWC GPC				
	Kerikil lanauan tinggi Kerikil lempungan tinggi	GF	GM GCL GCI GCH GVC	15-35	Kerikil lempungan tinggi dibagi lebih lanjut seperti GC Kerikil lempungan tinggi (lempung dengan plastisitas Rendah/ menengah/ tinggi sangat tinggi)	GF GF	
pasir Lebih dari 50% dari butiran kasar adalah berukuran pasir (lebih halus dari 2 mm)	Kerikil lanauan atau Lempungan rendah	S	SW	0-5	Pasir dengan campuran bagus Pasir dengan campuran jelek/seragam/sedang	SW SP/SU	Sebagian besar dari butiran terlihat oleh mata tanpa alat. Terasa keras ketika diremas dengan jari. Kekuatan kering menengah sampai tinggi menunjukkan adanya lempung. Kekuatan kering yang dapat diabaikan menunjukkan tidak adanya lempung
			SP				
	Kerikil lempungan Kerikil lempungan	S-F	S-M	SWM SPM	5-15	Pasir lanauan (lempungan) Campuran dengan baik/buruk	SC/ SF
		S-C	SWC SPC				
Kerikil lanauan tinggi Kerikil lempungan tinggi	SF	SM	SM	15-35	Sub bagian dari pasir lanauan tinggi seperti SC Pasir lempungan tinggi (lempung dengan plastisitas rendah/ menengah/ tinggi sangat tinggi)	SF SF	
		SC	SCL SCI SCH SCV				

\*) **Kerikil dan pasir** satu kualitas sebagai kerikil pasiran dan pasir kekerikilan



Tabel 1. Lanjutan

Kelompok tanah*)		Sub kelompok dari klasifikasi laboratorium						Pengenalan lapangan
		Deskripsi	Simbol kelompok	Bagian dari simbol	Butiran halus % kurang dari 0.06mm	Nama dari sub-kelompok	Simbol kelompok casagrande	
Butiran lebih dari 35% halus dari 0,06%	Lanau kekerikilan atau pasir dan lempung 35%-63% halus	Lanau kekerikilan	MG	MG	35	Lanau kekerikilan (dibagi lebih lanjut seperti CG) Lernpung kekerikilan dengan: plastisitas rendah plastisitas menengah plastisitas tinggi plastisitas sangat tinggi	-	Butiran kasar dapat dilihat dengan mata tanpa alat Bagian lanau mengering cukup cepat dan dapat dilembutkan dengan jari. Bagian lempung dapat digulung menjadi benang ketika basah, halus, plastis dan mengering lambat.
		Lempung kekerikilan	FG	CLG CIG CHG W'G	35 - 50 30 - 70 70 - 90			
	Lanau kekerikilan lempung kekerikilan	MS FS CS	MS  CLS etc		Lanau pasir dan Lempung pasir: dibagi lebih lanjut seperti CG			
	Lanau dan lempung 65%-100% halus	Lanau (tanah - M) Lempung	M F C	M  CL CI CH VC	35 35 - 50 50 - 70 70 - 90	Lanau: dibagi lebih lanjut seperti C Lempung kekerikilan dengan: plastisitas rendah plastisitas menengah plastisitas tinggi plastisitas sangat tinggi	ML/MI  CL CI CH -	Lempung, lempung lanauan dan lempung pasir adalah plastik dan siap digulung menjadi benang ketika basah. Bongkahan kering dapat dipecah tetapi tidak dapat dihaluskan, tetapi terurai dalam air. Butiran ini pekat dan mengering lambat. Lempung terasa halus.
Tanah organik		Digunakan huruf O sebagai akhiran untuk setiap simbol kelompok dan sub-kelompok Bahan organik diduga menjadi bahan utama Contoh MHO: Lanau organik dengan plastisitas tinggi						Biasanya berwarna gelap, tanaman yang tertinggal mungkin kelihatan, sering dengan bau menyengat
Gambut Pt		Tanah gambut terutama terdiri dari sisa tanaman yang mungkin berserabut atau tidak berbentuk						Biasanya berwarna hitam atau cokelat Mudah mampat. Mudah diidentifikasi dengan mata.

**Tabel 2. Karakteristik tanah di lapangan dan bahan lain untuk pekerjaan tanah**

Bahan	Bagian terbesar	Sub-kelompok	Simbol kelompok BSCS	Simbol kelompok Cassa grande	Karakter drainase	Kembang susut	Kualitas sebagai pondasi jalan	Berat satuan tanah sebelum penengalihan		koefisien pengembangan - volume  %
								Kering atau basah (ton/m <sup>3</sup> )	Tenggelam (to/m <sup>3</sup> )	
Tanah kasar dan bahan lain	Berangkal dan kerakal	Berangkal kerikil	-	-	Baik	Hampir tidak	Baik - baik sekali	-	-	-
	Bahan lainnya	Keras Batu pecah keras. inti keras, dan seterusnya	-		Baik sekali	Hampir tidak	Sangat Baik-baik sekali	-	-	20 - 60
		Iunak Kapur, batuan lunak, runtuhan batu	-		Sedang sampai secara praktis impervious	Hampir tidak sedikit	Baik-baik Sekali	1,10-2,00	0,65 - 1,25	40
	Kerikil dan tanah kerikilan	kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil pasir, sedikit atau tanpa butiran halus	GW	GW	Baik sekali	Hampir Tidak	Baik Sekali	1,90 -2,10	1,1.5 - 1,30	10 - 20
		Kerikil pasir bergadasi baik bercarnpur dengan lempung yang terikat baik sekali	GC	GC	Secara praktis impervious	Sangat sedikit	Baik Sekali	2,00 - 2,25	1,00 - 1,35	
Kerikil seragam dengan atau tanpa butiran halus		GPu	GU	Baik sekali	Hampir tidak	Baik	1,60-1,80	1,00 - 1,11		
kerikil bergradasi jelek dan campuran kerikil pasir, sedikit atau tanpa butiran halus		GPo	GP	Baik sekali	Hampir tidak	Baik-baik sekali	1,60 - 2,00	0,90 - 1,25		
	Kerikil dengan butiran halus kerikil lanauan, kerikil lempungan, Campuran kerikil-pasir-lempung bergradasi jelek	GM/GC	GF	Sedang sempai secera praktis impervious	Hampir tidak - sedikit	Baik-baik sekali	1,80 - 2,10	1,10 - 1,30		

Pasir dan tanah pasiran	Pasir bergradasi baik tanpa dan pasir kekerikilan, sedikit atau tanpa butiran halus	SW	SW	Baik sekali	Hampir tidak	Baik-baik sekali	1,80 - 2,10	1,05 - 1,25	5 - 15
	Pasir bergradasi bagus dengan lempung terikat bagus sekali	SWC	SC	secara praktis impervious	Sangat sedikit	Baik sekali-baik	1,90 - 2,10	1,15 - 1,30	
	Pasir seragam dengan sedikit atau tanpa butiran halus	SPu	SU	Baik sekali	Hampir tidak	Sedang	1,65 - 1,85	1,00 - 1,15	
	Pasir bergradasi jelek, sedikit atau tanpa butiran halus	SPg	SP	Baik sekali	Hampir tidak	sedang baik	1,45 - 1,70	0,90- 1,00	
	Pasir dengan butiran halus, pasir lanauan, pasir lempungan, campuran pasir-lempung bergradasi jelek	SM/Sc	SF	Sedang sampai Secara praktis impervious	Hampir tidak - menengah	sedang baik	1,70 - 1,90	1,00 - 1,15	

\*Sistem klasifikasi tanah Inggris

\* Jangan digunakan untuk tanah peruntukannya di lapangan

**Tabel 2 Karakteristik tanah di lapangan dan bahan lain untuk pekerjaan tanah (lanjutan)**

Bahan	Bagian terbesar	Sub-kelompok	Simbol kelompok ascs	Simbol kelompok Cassa-grande	karakter drainase	Potensi pembekuan	Kembang susut	Kualitas sebagai pondasi jalan ketika tidak sebagai sasaran pembekuan	Berat satuan tanah sebelum penggalian		koefisien pengembangan - volum (%)
									Kering atau basah (mg/m <sup>3</sup> )	Tenggelam (mg/m <sup>3</sup> )	
Tanah berbutir halus	Tanah dengan kompresibilitas rendah	Lanau (inorganic) dan pasir sangat halus, tepung batuan, pasir halus lanauan atau lempungan dengan plastisitas rendah	ML/SCL MS/CS	ML	Sedang-jelek	Menengah-sangat tinggi	Sedikit-menengah	Sedang-jelek	1,70-1,90	1,00-1,15	20,40
		Lanau lempungan (inorganic)	CL	CL	Secara praktis impervious	Menengah - tinggi	Menengah	Sedang-jelek	1,60-1,80	1,00-1,11	
		Lanau organic dengan plastisitas rendah	OM	CL	Jelek	Menengah - tinggi	Menengah - tinggi	Jelek	1,45-1,70	0,90-1,00	
	Tanah dengan kompresibilitas menengah	Lanau dan lempung pasiran (inorganic)dengan plastisitas menengah	CIS	MI	Sedang-jelek	Menengah	Menengah - tinggi	Sedang-jelek	1,55-1,80	0,95-1,00	
		lempung (inorganic) dengan plastisitas menengah	CI	CI	Sedang-secara praktis impervious	Sedikit	tinggi	Sedang-jelek	1,60-2,00	1,00-1,10	
		lempung (inorganic) dengan plastisitas menengah	OCI	OI	Sedang-secara praktis impervious	Sedikit	tinggi	Jelek	1,50	0,50	
	Tanah dengan kompresibilitas rendah	Micaceous or diatomaceous fine sandy and silty soils, elastic silts	-	MH	Jelek	Menengah - tinggi	tinggi	Jelek	1,75	1,00	
		Lempung (inorganic) dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk	CH	CH	secara praktis impervious	Sangat sedikit	tinggi	Jelek-sangat jelek	1,70	0,70	
		Lempung organic dengan plastisitas tinggi	OCH	OH	secara praktis impervious	Sangat sedikit	tinggi	Sangat jelek	1,80	0,50	
Organik bersabut tanah dengan kompresibel sangat tinggi	Humus dan tanah rawa dengan organik tinggi	Pt	Pt	Sedang-jelek	sedikit	Sangat tinggi	Jelek sekali	1,40	0,40		

\*Sistem klasifikasi tanah Inggris\* Jangan digunakan untuk tanah permukaan di lapangan

**Tabel 3. Desain lereng batuan untuk pemotongan dan timbunan / tanggul (lanjutan)**

jenis batuan	Penggalian: lerena aman (sudut terhadap horisontal)	Tanggul: Sudut lereng alam (sudut terhadap horisontal)	Keterangan
Batuan beku, misal Granit, Dolerite, Basal, Andesit, Gabro	80 <sup>0</sup> - 90 <sup>0</sup>	37 <sup>0</sup> - 42 <sup>0</sup>	Kualitas terhadap ketahanan cuaca bagus sekali. Penggalian yang tertinggal mungkin hampir vertikal setelah dihilangkannya bagian yang lepas. Beberapa basal mungkin exfoliate sampai sedikit meluas sampai setelah periode lama terkena cuaca.
Batuan metamorfosis, seperti Genes, Kuarsit, Sekis, Batu sabak	60 <sup>0</sup> - 90 <sup>0</sup>	34 <sup>0</sup> - 38 <sup>0</sup>	Genes (batu keras dengan tanda warna muda dan hitam terbentuk dari batuan awal yang di pres bersarna dengan panas) dan kwart pada umumnya mempunyai karakter yang sama terhadap granit atau batu pasir yang keras, daya tahan terhadap pelapukan bagus, dan lereng mungkin dapat mendekati vertikal. Geneis sering menderita perubahan bentuk. Schist ( Batuan yang secara alami pecah menjadi kepingan tipis) mungkin bewarasi dari material pelitic yang kuat ke gradasi hingga ke talc schist atau mica schist yang mungkin lemah, mendekati kandtungan dari shale. Schist yang lebih lemah memungkinkan pelapukan berkepanjangan dan cenderung terjadi penggeseran sepanjang permukaan schistosity. Schist sering menderita perubahan bentuk dan mungkin memerlukan variasi beberapa sudut lereng yang aman dalam pengeprasan sehingga terjadi perbedaan setempat dari schistosity. Slate (batu tulis) pada umumnya adalah batuan berbutir halus yang kuat dengan kualitas pelapukan yang bagus, meskipun pengaruh dari pelapukan sendiri cenderung untuk menyebabkan terjadinya geseran, tidak hanya kearah cleavage atau schistosity tetapi juga masuk ke bidang dasar tanah asli. Hal ini khususnya berbahaya bila geseran tersebut masuk ke salah satu dari beberapa permukaan tersebut dengan arah yang sama dengan muka lereng dari penggalian

Table 13. Desain lereng batuan untuk penggalian dan timbunan/ tanggul

Jenis batuan	Penggalian: lereng aman (sudut terhadap horisontal)	Tanggul: Sudut lereng alatn (sudut terhadap horisontal)	Keterangan
Batupasir (sedimen), kuat, berukuran besar, dengan umur geologi tua, misal Batupasir Merah berumur Tua (Old Red Sandstone) (Davonian); Blue Pannant Grit, Millstone Grit (Carboniferous); Bunter Sandstone (Trassic)	Terutama vertikal tetapi di lapangan dapat dipotong kebelakang 70	38c- 42°	Sangat tahan terhadap cuaca. Perlu diwaspadai kemungldnan adanya ba.ltan dasar yang lemah, misal serpih dengan dasar batuan keras, sebagai pengaruh perbedaan cuaca dapat menimbulkan pengikisan; sehingga perlindungan terhadap cuaca diperlukan pada bahan dasar yang lemah.
Batupasir, lemah, tingkat rendah, ikatan seperti semen, pada lapisan tipis, dengan tunur geologi muda, misal Hastings Beds (Lower Crataceous); Upper Greensand (Crataceous)	50° - 70°	33° - 37°	Mempunyai ketahanan sedang terhadap cuaca, tergantung pada tingkat kekerasannya dan bahan pengikat alamnya. Batu dengan perekat silikaan (silicious cement) tahan terhadap cuaca lebih baik dari pada dengan perekat gampingan atau besian (calcareous or ferruginous cement).
Shales (serpih= batuan berlapis lumpur), misal Ludlow Shale (silurian); Shales of Yoredale Series dan Coal Measures (Carboniferous); Shales of Lower and Upper Lias (Jurassic)	45° - 60°	34°-38°	Tahan cuaca pada tingkat tinggi, meskipun permukaan cenderung untuk mengelupas menjadi bagian kecil. Pelunakan dapat terjadi karena waktu. Perhatian khusus diberikan pada hubungan antara lereng dari pemotongan dan penurunan lapisan,
Napal, misal Keuper Marl (Triassic); Napal kapur (Cretaceous)	55° - 70°	33° - 36°	Ketahanan terhadap cuaca bagus bila ada perhatian terhadap drainase dari penggalian; pertumbuhan tanaman harus diusahakan. Batuan ini mempunyai kemungkinan melunak karena waktu
Batugamping, kuat misal Carboniferous Limestone (Carboniferous); Magnesian Limestone (Permian)	Terutama vertikal 70° - 90°	38°	Ketahanan terhadap cuaca bagus tetapi pembekuan dan pelapukan pada ikatan yang terlihat pada penggalian cenderung melemahkan bongkahan besar. Oleh karenanya, perlu dihilangkan pada suatu interval.
Batugamping, weaker, termasuk Oolitic Limestone, misal Portland beds, Coral Rag. Lisa (Jurassic)	Terutama vertikal 70° - 90°	38° - 42°	Batuan ini sangat bervariasi pada ketahanannya terhadap cuaca; Portland beds yang masif biasanya punya daya tahan yang tinggi, sedang Coral Rag dan Lias tidak baik terhadap cuaca mengakibatkan gelincir dalam lapisan di bawahnya, sehingga perlu dinding apron atau sejenis dengan alat pelindungnya
Kapur (muda, menengah, tua) (Cretaceous subdivisions)	45°-80°	33°-36°	Kapur muda pada umunnya masif, homogen sehingga lebih tahan terhadap cuaca dari pada kapur menengah; sehingga dalam banyak kasus perlu keamanan sudut lereng yang lebih tinggi. Kapur tua dibanding lainnya adalah lemah dan lebih banyak pecahan, sehingga perlu sudut yang rendah untuk keamanan lereng. Pembentukan lereng 45° aman terhadap pengaruh cuaca secara umum.

## LAMPIRAN C DAFTAR NAMA DAN LEMBAGA

- 1) Pemrakarsa  
Pusat Litbang Pengairan, Badan Litbang PU
- 2) Penyusun

N A M A	LEMBAGA
Ir. Syaifudin, M.Sc.	Pusat Litbang Pengairan
Ir. Sudarta, CES.	Pusat Litbang Pengairan
Ir. Darjanta Budihardja, Dip1.HE.	Pusat Litbang Pengairan