

Pt T-47-2000-A

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

**Tata cara desain paritan, sumuran dan terowongan
pada pekerjaan tanah**



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

DAFTAR ISI

	Hal.
1. Ruang Lingkup	1
2. Daftar Rujukan	1
3. Pengertian	1
4. Penyelidikan Lapangan	4
5. Kondisi Tanah	4
5.1 Umum	4
5.2 Pengaruh Kondisi Tanah pada Metoda Kontruksi	4
5.3 Sumber dan Pengendalian Air Tanah	6
6. Desain Lereng dan Penopang pada Penggalian	8
6.1 Umum	8
6.2 Besar dan Sebaran Tekanan Tanah Mendatar	9
6.3 Stabilitas Dasar Galian	9
7. Pertimbangan Praktis	11
7.1 Metoda Penggalian dan Jenis Penopang	11
7.2 Bangunan yang Ada, Struktur Bawah Tanah dan Pelayanan	12
7.3 Ruang Kerja	12
7.4 Pembuangan Sisa Galian	13
LAMPIRAN A : DAFTAR ISTILAH	
LAMPIRAN B : GAMBAR-GAMBAR	
LAMPIRAN C : DAFTAR NAMA DAN LEMBAGA	

**TATA CARA
DESAIN PARITAN, SUMURAN DAN SUMURAN DALAM
PADA PEKERJAAN TANAH**

1. Ruang Lingkup

Standar ini mencakup pertimbangan-pertimbangan di dalam desain paritan, sumuran, dan sumuran dalam pada pekerjaan tanah yang meliputi pertimbangan kondisi lapangan, pengendalian air tanah, dan air permukaan, stabilitas galian, dan pertimbangan praktis terhadap metode penggalian, peninjauan terhadap bangunan yang sudah ada, pembuangan sisa galian dan lain-lain.

2. Daftar Rujukan

2.1 Standar SNI

SNI....(Rancangan) : Tata Cara Keselamatan pada Pekerjaan Tanah.

SNI.....(Rancangan) : Tata Cara Penggalian pada Pekerjaan Tanah.

SNI.....(Rancangan) : Tata Cara Deskripsi Keadaan dan Penyelidikan Lapangan pada Pekerjaan Tanah.

2.2 Standar Inggris

BS 8004 – 1986 : Foundation

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 perangkat 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) **Longsor** (*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 $18,5^\circ$ 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 recombent 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 pit)*, 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 tegak (shaft)*, 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) *Pelantar-kerja (staging)*, adalah landasan kerja yang tertopang kerangka batang utama suatu parit sebagai tempat menimbun sementara hasil galian sebelum dibuang ke luar.

4. Penyelidikan Lapangan

Penilaian umum pekerjaan proyek dan penyelidikan lapangan harus dilaksanakan seperti diuraikan pada SNI...Tata Cara Deskripsi Keadaan dan Penyelidikan Lapangan pada Pekerjaan Tanah.

Muka air tanah bisa berubah menurut musim atau selaras dengan perubahan elevasi air pasang surut atau muka air sungai yang berdekatan. Karena itu diperlukan pemantauan fluktuasi muka air tanah dengan periode selama mungkin sebelum memulai pekerjaan konstruksi dengan cara pengamatan alat pisometer atau pipa duga sederhana.

Pengamatan muka air tanah yang dilakukan selama pengeboran berlangsung sering menyimpang dikarenakan kecepatan pemboran, penambahan air yang diperlukan untuk membantu pemboran, pemasangan pipa lindung sementara dalam lubang bor dan sifat tanah. Informasi penyelidikan lapangan harus disediakan bagi semua kontraktor peserta tender dan bila mungkin, kondisi tanah dan muka air harus ditunjukkan pada gambar konstruksi.

5. Kondisi Tanah

5.1 Umum

Pengetahuan tentang kondisi tanah dan keadaan permukaan lahan yang diperoleh dari penyelidikan lapangan digunakan untuk tujuan sebagai berikut :

- (a) menentukan metoda penggalian yang tepat dan kebutuhan peralatan yang terkait.
- (b) menentukan bentuk penopang sisi galian yang sesuai dan menjamin kekuatannya
- (c) menentukan cara yang tepat untuk menjaga lubang galian agar bebas dari air tanah
- (d) menjamin bahwa setiap struktur yang berpotensi mengapung yang mungkin dibangun selama penggalian tidak akan cukup mendapat tekanan air yang menyebabkan gaya angkat pada berbagai tahap konstruksinya.

5.2 Pengaruh Kondisi Tanah pada Metoda Konstruksi

5.2.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi penggalian

Metoda penggalian dan tipe penopang sementara atau permanen tergantung pada faktor-faktor berikut :

- (a) variasi struktur geologi dan apakah tanah terdiri dari endapan dangkal berkohesi atau tidak berkohesi, atau endapan padat.
- (b) kedalaman galian.
- (c) adanya muka air tanah.
- (d) jenis dan luas galian.
- (e) topografi lapangan dan perkiraan keadaan lahan yang ada seperti jalan, bangunan dan fasilitas pelayanan bawah tanah.

5.2.2 Tanah Tidak berkohesi

Penggalian pada tanah non berkohesi seperti pasir, menimbulkan permasalahan, karena tanah berbutir akan segera runtuh, kecuali bila dipotong menjadi suatu lereng stabil atau ditahan oleh turap yang menerus. Permasalahan tanah berbutir bertambah buruk dengan adanya air tanah. Dalam keadaan apapun kohesi nampak yang ditimbulkan oleh tegangan air permukaan dalam tanah berbutir yang lembab tidak boleh diandalkan untuk penopang sisi tegak pada penggalian. Tetapi jika tersedia jarak datar yang diperlukan untuk bidang miring di lapangan, maka metoda galian terbuka dapat dipakai di tanah tersebut. Dalam kondisi tertentu, suatu kombinasi bidang miring dan galian yang diturap tegak adalah lebih menguntungkan. Jika penggalian bidang miring pada tanah berbutir dipehitungkan lebih ekonomis, tetapi terdapat muka air tanah yang tinggi, maka masalah ini dipecahkan dengan penggunaan beberapa metoda pengeringan yang cocok dapat mengacu pada CP 2004.

5.2.3 Tanah Berkohesi

Pada umumnya masalah yang timbul kecil pada penggalian tanah berkohesi seperti lempung pasir, lempung lanauan dan lanau lempungan. Masalah utama adalah stabilitas dalam jangka pendek dan menengah baik dalam hal penggalian sisi tegak ataupun bidang miring. Penggalian terbuka yang dilaksanakan dengan alat besar diijinkan untuk tanah yang sangat berkohesi atau batuan lunak dengan kekuatan geser yang cukup, asalkan tidak ada kendala gerakan tanah yang mungkin terjadi baik di dalam maupun di sekeliling tempat penggalian. Masalah stabilitas sisi tegak yang tidak ditopang atau bidang miring curam berkaitan dengan banyak faktor yang tidak menentu, salah satunya adalah periode berapa lama stabilitas permukaannya dapat dijamin. (lihat SNI.....: Tata Cara Penggalian pada Pekerjaan Tanah).

Tanah lanau menimbulkan kesulitan besar dalam pekerjaan penggalian terutama apabila terdapat muka air tanah yang tinggi. Endapan semacam ini sulit dikeringkan dan mengingat konsistensi tanahnya dituntut pemakaian turap pancang sebagai pembatas. Dalam pelaksanaan penggalian tanah lanau yang berair, pemasangan sistem penopang mendatar sebelum penggalian merupakan metode praktis yang aman.

5.2.4 Tanah Batuan

Tidak boleh diasumsikan bahwa sisi tegak atau hampir tegak dapat dibentuk dengan aman dalam penggalian batuan karena arah lapisan bidang perlapisan yang tidak menguntungkan dan sistem kekaranya dapat menyebabkan lepasnya blok batuan segera setelah terbentuknya permukaan batuan yang tersingkap. Lapisan lemah dari perlapisan batuan dalam batuan miring yang relatif mempunyai kekuatan geser yang tinggi,

pengisian lempung lunak dalam retakan rambut, dan air tanah bertekanan dalam bidang lapisan geologi juga sangat mempengaruhi stabilitas permukaan batuan yang tersingkap. (lihat SNI.....: Tata Cara Penggalian pada Pekerjaan Tanah).

Lapisan batuan yang miring ke dalam dan ke bawah di dalam permukaan batuan yang tersingkap tidak selalu stabil, karena kekar-kekar diantara bongkahan dapat membentuk rekahan permukaan bila kemiringan bidang peralihan batuan sangat terjal.

Tanah yang mengandung batu besar bisa berbahaya bila permukaannya dibiarkan tersingkap meskipun untuk periode singkat, karena mempunyai risiko jatuh dari permukaan. Penggalian diareal yang mengandung limbah rumah tangga atau limbah industri yang mengandung racun atau campuran asphyxiating (yang dapat menyebabkan mati lemas) atau gas dapat membahayakan dalam pelaksanaan.

Pertimbangan-pertimbangan tersebut harus ditelaah dengan hati-hati dalam hubungannya dengan keselamatan orang-orang yang masuk ke dalam atau bekerja dekat lokasi galian (lihat SNI...: Tata Cara Keselamatan pada Pekerjaan Tanah).

5.3 Sumber dan Pengendalian Air Tanah

5.3.1 Umum

Air tanah bisa masuk tempat penggalian dengan cara-cara sebagai berikut :

- (a) sebagai air permukaan atau air tanah dangkal karena hujan dan sekeliling lokasi penggalian yang mengalir ke lokasi.
- (b) karena penggalian melampaui kedalaman muka air tanah pada lokasi.
- (c) bila penggalian di tanah yang relatif kedap air menembus lapisan permeabel yang mengandung air tanah bertekanan hidrostatik atau bila lapisan semacam ini terdapat di bawah dasar penggalian.
- (d) ketidak sengaja, misal disebabkan oleh pecahnya saluran air utama.

5.3.2 Air Permukaan atau Dekat Permukaan

Aliran air permukaan atau aliran air tanah dangkal yang menuju tempat penggalian tidak bisa dihindari pada lokasi yang miring pada saat hujan lebat. Masalah masuknya air ini dapat dicegah dengan membuat saluran drainase atau tanggul keliling yang dibangun seluruh atau sebagian disekitar tempat penggalian.

Drainase lapangan atau paritan yang membawa air bawah permukaan pada pekerjaan galian harus dicegah dan dialihkan dari tempat galian. Penggalian dilakukan, dimulai dari titik terendah dan menuju ke bagian hulu untuk membantu pemeliharaan permukaan kerja yang relatif bebas air.

Penggalian dalam mungkin dapat mengakibatkan perubahan sifat hidrologi setempat dengan berpindahnya air permukaan ke dalam lapisan permeabel yang menyebabkan banjir di dekat galian, gudang bawah tanah atau lantai bawah tanah.

5.3.3 Air Tanah

Masuknya air tanah ke dalam lubang galian dapat dicegah dengan jalan membuat dinding pengelak yang dibangun dari turap pancang baja atau dinding beton cor setempat.

Tanah permeabel dapat diinjeksi dengan semen, bahan kimia atau campuran lempung agar terbentuk sebuah tirai kedap air di sekitar galian (lihat CP 2004).

Jika dinding pengelak turap pancang baja atau dinding beton mencapai lapisan kedap air yang relatif tebal, maka air tanah yang ada di dalam lapisan yang menutupi tanah permeabel akan terjebak, bocoran air yang lewat celah atau sambungan dapat dikeluarkan dengan metoda pemompaan biasa. Perlu dipertimbangkan apabila ada endapan kedap air pada dasar galian yang relatif tipis dan di atasnya terdapat suatu lapisan permeabel yang mengandung air tanah bertekanan hidrostatik, atau lapisan kedap air yang tebal dan di atasnya mengandung lapisan permeabel yang tipis dan bertekanan hidrostatik cukup besar. Dalam kasus tersebut, ketidakstabilan dasar galian dapat terjadi karena adanya gaya angkat hidrostatik. Tekanan hidrostatik bisa dikurangi dengan sumuran penyaring dalam.

Untuk mendapatkan suatu galian stabil yang bebas air pada areal yang mengandung lapisan relatif kedap air yang cukup dalam yang tidak dapat dicapai dengan penetrasi turap pancang baja dapat dilakukan dengan cara pemompaan. Alternatif lain, penggalian terbuka dengan talud miring bisa dilakukan dibawah muka air tanah dengan menerapkan metoda yang sesuai untuk menurunkan muka air tanah (lihat CP 2004).

5.3.4 Kejadian Banjir

Kejadian banjir dapat terjadi akibat hujan lebat yang lama atau pecahnya saluran air utama dan sering mengakibatkan kerusakan yang cukup berarti. Sehingga diperlukan langkah-langkah keselamatan keluar dari lubang galian (lihat SNI.....: Tata Cara Keselamatan pada Pekerjaan Tanah). Bila penggalian dilakukan di lahan yang rendah atau terdapat saluran air sekitar lokasi, maka penanggulangan yang sesuai harus dilakukan untuk menjaga terhadap risiko kecelakaan banjir, terutama bila efeknya dapat

membahayakan kehidupan dan harta benda. Selama hujan lebat hilangnya kestabilan tanah bisa terjadi karena kenaikan elevasi muka air tanah secara cepat yang mengakibatkan naiknya tekanan hidrostatik.

5.3.5 Penggalian pada Tanah Lereng

Perlu dipertimbangkan stabilitas lokasi secara menyeluruh bila penggalian dilaksanakan pada tanah yang miring. Perlu berhati-hati terutama pada lokasi yang mempunyai sejarah ketidakstabilan di masa lalu. Syarat stabilitas pada berbagai tingkat pekerjaan penggalian dapat dihitung dengan metode yang terdapat pada SNI.....: Tata Cara Penggalian pada Pekerjaan Tanah.

6. Desain Lereng dan Penopang pada Penggalian

6.1 Umum

Secara umum penerapan teori mekanika tanah menggunakan parameter kuat geser yang diperoleh dari penyelidikan lapangan dan laboratorium untuk mendesain kestabilan lereng dan penopang penggalian tidak diperlukan pada kasus paritan yang relatif dangkal untuk pelayanan atau galian dangkal untuk pondasi struktur. Pada kasus tersebut, desain pekerjaan tanah dan sistem penopang didasarkan pada pengalaman dan referensi pada standar pekerjaan yang telah diterbitkan.

Untuk parit dengan kedalaman kurang dari 6 meter dengan penyelidikan sederhana pada kondisi tanah dapat memberikan informasi yang cukup untuk pemilihan sistem penopang yang paling cocok tanpa perlu menerapkan teori mekanika tanah. Tetapi penyelidikan lapangan yang sederhana tetap perlu dilaksanakan dengan pengamatan dan perhatian yang cukup untuk memastikan bahwa kondisi tanah yang ada dan seluruh variasinya akan berpengaruh pada kestabilan galian setelah diselidiki sifat dan luasnya.

Pemilihan jenis bahan turap yang cocok baik baja atau kayu dilakukan untuk menghindari kerusakan komponen tersebut selama pemasangan dan dengan syarat dapat dipakai ulang. Modifikasi pada sistem yang dipilih mungkin diperlukan apabila ada sedikit perubahan pada kondisi tanah yang timbul selama penggalian. Biasanya pemilihan metode konstruksi antara galian terbuka dengan pembentukan talud miring yang stabil, atau menggunakan penopang sementara atau permanen pada suatu bidang tegak. Perlu dicatat bahwa desain bidang yang lerengnya terjal atau tegak tanpa penopang pada tanah berkohesi akan menemui kesulitan yang cukup besar dan penapsiran kecepatan penurunan faktor aman setelah penggalian tidak dapat ditentukan dengan teori. Bahkan di endapan glasial yang kaku atau tanah berkohesi kaku yang telah mengalami konsolidasi berlebihan, adanya lapisan lulus air atau rekahan dalam tanah berpengaruh cukup besar

pada stabilitas, sebagaimana tekanan air pori positif yang berkembang dengan cepat dibelakang lereng untuk itu diperlukan tekanan negatif untuk menjaga stabilitas.

Kestabilan bidang tegak tanpa penopang pada galian parit yang dalamnya kurang dari 1,2 meter, dapat dimungkinkan bila pencegahan telah dilakukan terhadap kelebihan beban permukaan tanah dekat tepi parit dan terhadap resiko bagi pelaksana terhadap jatuhnya lokal, seperti lontaran bongkah batuan. Stabilitas lereng bidang tegak tidak boleh hanya diandalkan pada kekuatan tanah saja selama selang waktu tahap penyelesaian galian semata. Suatu bidang tegak yang lebih dalam dari 1,2 meter dapat memakai galian terbuka yang lebar bila ada jatuhnya dan lontaran batuan dari sisi-sisinya tidak akan membahayakan pelaksanaannya atau kerusakan pekerjaan permanen atau struktur yang berdekatan dan galian cukup dipagari untuk keselamatan pelaksana dan masyarakat umum.

Stabilitas jangka pendek dan jangka panjang dari lereng tanpa penopang dan dasar galian dalam harus didukung dengan perhitungan.

6.2 Besar dan Sebaran Tekanan Tanah Mendatar

Tekanan tanah mendatar pada sistem penopang galian harus dihitung dengan rumus-rumus yang berlaku. Perhitungan sebaran tekanan tanah pada turap atau bentuk penopang lainnya harus sesuai dengan cara-cara yang lazim dipakai untuk mendesain dinding penahan. Beban maksimum pada batang penopang atau angkur dapat ditunjukkan dengan suatu selimut bentuk persegi atau trapesium (lihat gambar 1). Selimut ini tidak diasumsikan untuk mewakili sebaran tekanan tanah untuk menghitung momen pada dinding penopang. Momen dan gaya-gaya pada dinding penopang dan bagian penguat harus diperhitungkan untuk tiap urutan penggalian dan pemasangan sistem penopang dan urutan pemindahannya.

6.3 Stabilitas Dasar Galian

6.3.1 Umum

Penyebab utama keruntuhan pada galian yang dalam dapat terjadi oleh gaya angkat pada butiran tanah karena besarnya gaya rembesan yang disebabkan oleh tekanan hidrostatik tinggi, atau oleh perubahan geseran tanah lunak berkohesi yang jenuh karena tegangan berlebih.

6.3.2 Tanah Permeabel Dalam Air

Untuk mendukung galian di bawah muka air tanah pada tanah yang berbutir, biasanya menggunakan turap pancang baja terkait yang dipancang ke suatu kedalaman tertentu menembus dasar galian. Bila pancang turap tidak cukup menembus dasar galian untuk mencapai suatu lapisan kedap air guna menghambat aliran air di ujung pancang turap, maka akan terjadi rembesan ke arah atas pada dasar galian. Jika tekanan air di bagian luar turap pancang menyebabkan gradien hidrolis yang curam melebihi panjang jalur rembesan, maka kecepatan rembesan ke arah atas bisa menyebabkan ketidakstabilan dalam bentuk pengangkatan atau pendidihan (boiling) partikel tanah (gambar 2).

Pendidihan partikel tanah pada dasar galian dapat juga terjadi sebagai akibat aliran kuat dari suatu lapisan lulus air yang berada di bawah lapisan tanah kurang permeabel.

Desain lubang galian dalam pada tanah berbutir yang mengandung air harus mempertimbangkan kemungkinan tersebut di atas dan jika perlu digunakan metoda penurunan muka air tanah untuk menurunkan tekanan air tanah luar atau alternatif lain turap pancang harus dipancang menembus lebih dalam untuk memperpanjang jalur rembesan hingga gradien hidrolis turun.

6.3.3 Tanah Berkohesi Lunak

Kegagalan oleh penyembulan bisa terjadi saat penggalian dalam pada tanah berkohesi yang lunak melalui tegangan berlebih dari tanah di bagian dasar galian. Kemungkinan keruntuhan dasar galian oleh perubahan tegangan geser dapat diperkirakan dengan metoda konvensional analisis stabilitas; untuk menahan galian metoda analisis dari Bjerrum dan Eide dapat dipakai pada kondisi tegangan berlebih digunakan faktor keamanan minimum 1,5.

6.3.4 Gerakan pada Dasar Galian

Besaran dan kecepatan gerakan ke atas yang terjadi pada dasar galian tergantung pada pengurangan tegangan vertikal yang disebabkan oleh penggalian tanah dari dalam galian, sifat lapisan di bawah dasar galian, dan kondisi air tanah.

Gerakan ke atas yang terjadi disebabkan oleh regangan elastik mendadak yang terjadi secara simultan sejalan dengan bertambahnya kedalaman galian dan oleh regangan volumetrik jangka panjang karena perubahan kadar air.

Dalam endapan tanah berkohesi berlapis yang menunjukkan permeabilitas horisontal tinggi, penyembulan dasar galian yang disebabkan oleh regangan volumetrik dapat terjadi dengan cepat.

Besaran gerakan ke atas umumnya lebih besar pada bagian tengah dari dasar galian daripada di pinggir galian, tetapi pengangkatan terjadi di pinggiran seberangnya dan bertindak sebagai penyeimbang pada penurunan yang mungkin terjadi sebagai konsekuensi adanya penopang galian. Besaran penyembulan dasar galian dapat diperkirakan dengan teori elastik tetapi kecepatan penyembulan dasar galian tidak dapat diperkirakan berdasarkan teori dan beberapa pengukuran lapangan harus dilakukan.

7. Pertimbangan Praktis

7.1 Metoda Penggalian dan Jenis Penopang

Harus disadari bahwa metode penggalian apapun yang digunakan pergeseran tanah dapat terjadi di dalam dan sekeliling galian. Pergeseran tanah tersebut tergantung sebagian pada struktur geologi dan yang terutama karena regangan elastik. Di tanah berkohesi, regangan volumetrik terjadi karena adanya perubahan kadar air tanah. Jika metoda penggalian dan jenis penopang tidak cocok untuk kondisi tanah tertentu, maka deformasi geser atau keruntuhan geser tanah atau keruntuhan karena tekanan hidrostatik bisa terjadi. Getaran dari alat berat dapat menyebabkan konsolidasi pada tanah tidak berkohesi atau pengaruh yang merugikan pada struktur yang berada dalam suatu kondisi yang lemah. Urutan penggalian dan pemasangan penopang datar cukup berpengaruh pada tekanan dan regangan tanah.

Pencegahan pergeseran tanah datar dan vertikal dengan tepat di luar batas suatu galian tidaklah praktis, jadi harus dipertimbangkan pengaruh gerakan yang tidak dapat dihindari pada struktur yang berdekatan. Jadi struktur yang berdekatan mungkin perlu diperkuat lebih dahulu sebelum dilakukan penggalian, untuk melindunginya dari pergeseran tanah.

Alternatif lainnya dengan persetujuan pemilik, kerusakan pada bangunan yang berdekatan dapat disetujui untuk diperbaiki setelah pekerjaan permanen selesai. Tetapi, kerusakan tidak boleh mengakibatkan bahaya bagi penghuninya, atau masyarakat umum. Suatu prosedur konstruksi yang sederhana biasanya diperlukan karena perubahan urutan konstruksi yang rumit, bila dijumpai variasi kondisi tanah yang tidak diharapkan, sering menyulitkan. Pekerjaan tidak boleh dilaksanakan tanpa pengawas yang berpengalaman, dan pemeriksaan harus dilakukan beberapa kali tiap hari untuk menjamin bahwa kondisi stabil tetap dipertahankan.

Parit sempit kadang-kadang digali dengan sisi tegak tanpa penopang, tergantung pada kecepatan konstruksi, jenis tanah dan kekuatannya serta kedalaman galian parit. Parit dengan kedalaman lebih dari 1,2 meter harus ditopang bila orang perlu masuk ke dalam. Syarat stabilitas harus diperhatikan sebagai hal yang tidak menguntungkan meskipun dalam lempung kaku dan pada batuan bercelah dan batuan berkekar.

Mungkin akan lebih ekonomis menggabungkan sistem penopang seperti pancang turap baja, dinding diafragma beton atau dinding pancang bor berderet dalam struktur permanen.

Tidak boleh ada penopang datar pada bagian manapun dari galian yang boleh diubah dan dibongkar kecuali dibawah arahan perancang atau orang yang berkepentingan yang memiliki pengalaman yang memadai. Suatu tempat penyimpanan untuk penopang yang cocok harus tetap berada di lokasi untuk menyiapkan perkuatan dengan cepat, jika diperlukan.

7.2 Bangunan yang Ada, Struktur Bawah Tanah dan Pelayanan

Umur, jenis konstruksi, jenis dan kedalaman pondasi bangunan yang ada yang akan terpengaruh oleh penggalian harus diketahui dengan pasti sebelum pekerjaan dimulai. Taksiran beban mati dan beban gabungan rencana dari pondasi bangunan yang ada harus dilakukan karena stabilitas galian tergantung pada ketelitian prakiraan pembebanan yang terjadi pada sistem penopang yang dipilih untuk penggalian. Disarankan untuk seluruh bangunan dan struktur bawah tanah yang mungkin terpengaruh pekerjaan penggalian harus disurvei bersama wakil pemilik dan laporan kerusakan disiapkan serta ditandatangani oleh seluruh pihak. Laporan kerusakan harus memuat foto kerusakan bangunan yang ada. Retakan bangunan yang berarti harus dipasang alat ukur regangan sederhana dan dipasang titik pengukur ketinggian sehingga gerakan bangunan yang terjadi dapat terpantau. Bila angkur tanah untuk penopang galian yang digunakan lewat di bawah bangunan dan jalan raya yang ada, pengaruh proses pemboran dan grauting yang digunakan untuk memasang angkur harus dipertimbangkan. Tentunya diperlukan ijin dari pemilik bangunan atau otoritas jalan raya untuk pemasangan angkur tersebut.

Desain dan pelaksanaan penggalian serta sistem penopangnya harus mempertimbangkan lokasi sebelumnya dan penopang yang aman untuk seluruh jalur pelayanan seperti saluran air dan gas, dan struktur bawah tanah seperti terowongan bawah tanah, drainase air hujan dan selokan limbah.

7.3 Ruang Kerja

Pada lokasi yang terbatas, seluruh ruang kerja yang tersedia mungkin berada dalam batas-batas galian. Peralatan-peralatan tertentu dapat ditopang pada atau dekat permukaan tanah pada pelantar-kerja sementara, atau mungkin pada periode selanjutnya dibawa ke bagian pekerjaan yang telah selesai. Mungkin diperlukan pengoperasian peralatan lain atau disimpan sementara, pada dasar galian. Dalam hal ini variasi ruang kerja sejalan dengan kemajuan pekerjaan. Studi pendahuluan yang teliti harus dilakukan dengan ruang kerja bisa diletakan pada masing-masing tahapan pekerjaan untuk menjamin

bahwa kesamaan dan urutan pelaksanaan tidak terhalangi secara tidak perlu oleh peralatan, timbunan sisa galian, material, jalan, parit sementara, kolam penggalian dan lain-lain. Harus diperhatikan bahwa peralatan berat, timbunan dan material tidak boleh ditempatkan sedemikian rupa sehingga membahayakan bangunan yang berdekatan, struktur bawah tanah, jalur pelayanan, stabilitas galian atau keselamatan pelaksana.

7.4 Pembuangan Sisa Galian

7.4.1 Umum

Metoda penanganan sisa galian tergantung pada beberapa faktor seperti proporsi dan jumlah bahan yang dipakai untuk bahan urugan serta ruang kerja yang tersedia di lokasi.

Bila diperlukan spesifikasi dan gambar harus memberikan kejelasan instruksi pada pembuangan seluruh sisa galian sehingga prosedur untuk menggali dan membuang bahan dapat direncanakan.

Jumlah bahan yang dapat digunakan untuk bahan urugan tergantung pada sifat struktur dan kesesuaian sisa galian. Mungkin perlu dipisahkan sisa galian yang sesuai dan yang tidak sesuai untuk bahan urugan. Seperti tanah lapisan atas berguna untuk tanaman sayuran tetapi tidak cocok untuk bahan urugan, harus dikupas dahulu dan digunakan atau disimpan secara terpisah. Pekerjaan sejauh mungkin harus diatur untuk menghindari diperlukannya timbunan sisa galian sementara dan dua kali pemindahan yang berurutan. Pengangkutan dan metoda penggalian sampai tingkat tertentu dapat dipengaruhi oleh jarak dari dan jalan masuk ke lokasi pembuangan.

7.4.2 Hasil Galian Sementara dan Timbunan Bahan

Hasil bahan galian dan timbunan sementara harus ditempatkan sedemikian rupa agar tidak mengganggu pekerjaan yang akan dilaksanakan. Untuk memudahkan penanganannya sisa bahan galian dan timbunan sementara perlu ditempatkan dekat dengan galian tetapi butir-butir berikut harus diingat.

Pertama, tidak boleh mengganggu jalan masuk menuju ke lokasi galian (dalam pekerjaan parit, bahan yang akan digunakan untuk urugan lebih disukai ditempatkan pada satu sisi parit saja). Kedua, dibuang sedemikian rupa sehingga tidak terdapat bahaya longsor pada cuaca basah dan hasil galian masuk ke lubang galian. Ketiga, timbunan hasil galian tidak boleh ditempatkan pada tempat yang membahayakan terhadap stabilitas pekerjaan yang ada di atas atau di bawah tanah atau galian, bidang sisi atau penopang bidang sisi harus didesain mampu menahan tegangan tambahan karena beban hidup rencana.

Dengan mempertimbangkan sifat bahan dan pengaruh cuaca basah timbunan hasil galian harus diratakan dan membentuk lereng yang aman. Pada pasir kasar dan kerikil bersih, sudut geser dari bahan harus tidak berubah pada cuaca basah, tetapi bahan-bahan yang mudah lunak dan mudah luluh seperti lempung, lanau, batu lempung dan lain-lain, suatu pengurangan kemiringan lereng harus diantisipasi dan suatu jarak yang cukup tetap dipertahankan antara pinggiran timbunan hasil galian dan tepi galian.

Jarak bebas antara pangkal timbunan hasil galian dan tepi galian harus memberikan ruang kerja yang cukup sepanjang waktu dan untuk maksud ini dianjurkan lebar minimum 1,5 meter .

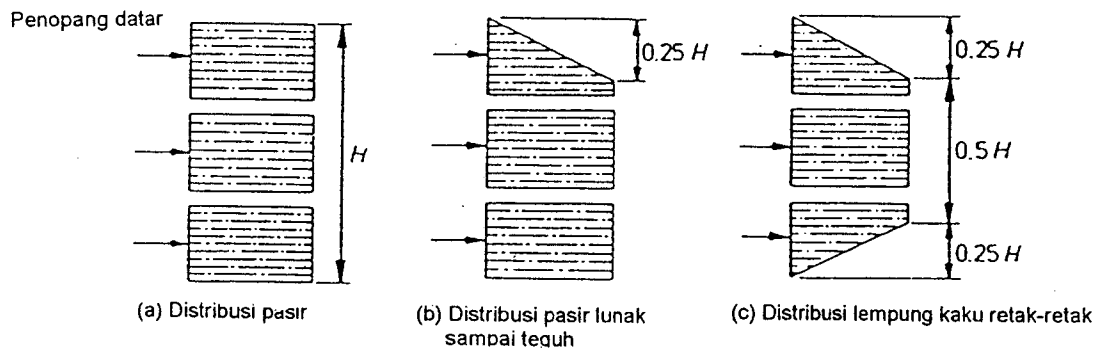
LAMPIRAN A

Daftar Istilah

Paritan	:	<i>trenche</i>
Sumuran	:	<i>pit</i>
Terowongan	:	<i>shaft</i>
Air tanah	:	<i>ground water</i>
Penyembulan	:	<i>heaving</i>

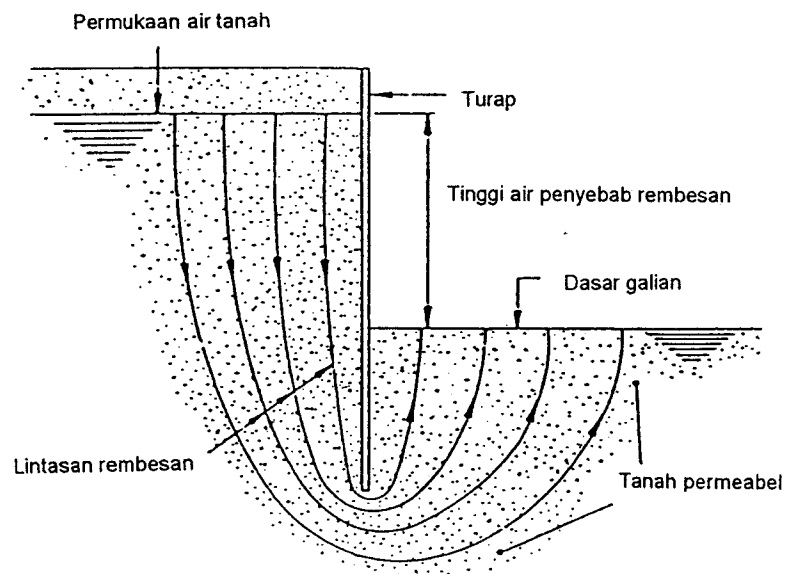
LAMPIRAN B

GAMBAR



Gambar 1

Penutup beban batang penopang datar pada galian yang diperkuat



Gambar 2

Rembesan dan gaya angkat air pada tanah permeabel

LAMPIRAN C
DAFTAR NAMA DAN LEMBAGA

- 1) Pemrakarsa
Pusat Litbang Pengairan, Badan Litbang PU

- 2) Penyusun

NAMA	LEMBAGA
Ir. Edwin Ruswandi Ir. Supardijono Sobirin Ir. Agus Sumaryono, Dipl.HE.	Pusat Litbang Pengairan Pusat Litbang Pengairan Pusat Litbang Pengairan