



# KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

Jalan Pattimura No. 20, Kebayoran Baru - Jakarta Selatan 12110, Telp./Fax. : (021) : (021) 7221950

Nomor : TN 04.01-Db 1574-1

Jakarta, 22 Juni 2017

Sifat : Segera

Lampiran : 1 (satu) Dokumen

Hal : Persetujuan dan Penyampaian Spesifikasi Khusus Interim Pekerjaan Percepatan Konsolidasi Tanah dengan Metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD untuk Jalan Non Tol dan Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol

Kepada Yth.:

1. Para Direktur di Lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga;
  2. Kepala Badan Pengatur Jalan Tol;
  3. Kepala Balai/Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional I s.d. XVIII
- di-

Tempat

1. Bersama ini disampaikan Spesifikasi Khusus sebagai berikut :

No.	Nomor Seksi/Pasal	Judul Spesifikasi Khusus Interim	Keterangan
1.	SKh-1.3.12	Spesifikasi Khusus Interim Pekerjaan Percepatan Konsolidasi Tanah dengan Metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD	Jalan Non Tol
2.	SKh-1.4.15	Spesifikasi Khusus Interim Pekerjaan Percepatan Konsolidasi Tanah dengan Metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD	Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol

disetujui untuk dipergunakan di lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga.

2. Rancangan Spesifikasi Khusus Interim tersebut dimaksudkan untuk menjadi acuan bagi para pemangku kepentingan di lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga untuk pekerjaan percepatan konsolidasi tanah dengan Metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD untuk Jalan Non Tol dan Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol.

Demikian disampaikan untuk dapat dipergunakan dengan penuh tanggung jawab.

DIREKTUR JENDERAL BINA MARGA

DIREKTORAT JENDERAL  
BINA MARGA  
**Arie Setiadi Moerwanto**  
NIP. 19580125 198603 1 001

Tembusan Yth.:

1. Bapak Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (sebagai laporan);
2. Sekretaris Jenderal Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
3. Direktur Jenderal Bina Konstruksi, Kementerian PUPR;
4. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian PUPR.

**SPESIFIKASI KHUSUS**  
**SEKSI SKh-1.3.12**

**PEKERJAAN PERCEPATAN KONSOLIDASI TANAH  
DENGAN METODE PENYALIR VERTIKAL DENGAN VAKUM DAN  
*PREFABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD)***

**SKh-1.3.12.1 UMUM**

**1. Uraian**

- a) Pekerjaan percepatan konsolidasi tanah dengan Metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD terdiri dari pengadaan semua material, tenaga kerja dan peralatan kerja untuk pelaksanaan pekerjaan dalam Seksi ini.
- b) Metode penyalir vertikal dengan vakum dan PVD dimaksudkan untuk mempercepat konsolidasi dan meningkatkan daya dukung tanah asli yang lunak dengan melakukan pemompaan vakum pada tanah.
- c) Pekerjaan percepatan konsolidasi tanah dengan metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD juga dapat dimaksudkan untuk mensubstitusi sebagian material timbunan yang harus didatangkan dari luar dengan material setempat (yang ditempatkan didalam sistem vakum), mengurangi material timbunan yang digunakan untuk pra pembebanan, mengurangi material timbunan untuk *counterweight* (pemberat), dan dapat mempercepat waktu konsolidasi dibanding dengan Pra-pembebanan dengan Sistem Penyalir Vertikal dan Timbunan Tanah, dan menaikkan stabilitas timbunan.
- d) Penyedia Jasa harus bertanggung jawab terhadap pembersihan lahan, pengadaan semua bahan, alat, pemasangan alat/instrumentasi, pembuangan bahan, pemadatan dan monitoring dan evaluasi selama waktu konsolidasi yang ditetapkan oleh Direksi Pekerjaan.

e) Ruang lingkup dari pekerjaan ini adalah:

- (1) Pekerjaan persiapan dengan melakukan pembersihan lahan, kemudian meratakannya.
- (2) Pekerjaan jalan pada tanah lunak yang dilakukan dengan metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD.

## 2. **Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan dengan Seksi ini:**

Pekerjaan Seksi Lain Pada Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus ini.

- |  |              |
|--|--------------|
| a) Mobilisasi  | : Seksi 1.2  |
| b) Pekerjaan Pembersihan   | : Seksi 1.6  |
| c) Pengamanan Lingkungan Hidup   | : Seksi 1.17 |
| d) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas   | : Seksi 1.8  |
| e) Bahan dan Penyimpanan   | : Seksi 1.11 |
| f) Drainase Porous   | : Seksi 2.4  |
| g) Galian  | : Seksi 3.1  |
| h) Timbunan  | : Seksi 3.2  |
| i) Pembersihan, Pengupasan dan Pematangan Pohon  | : Seksi 3.4  |
| j) Geotekstile   | : Seksi 3.5  |
| k) Instrumentasi Geoteknik   | : Seksi 3.7  |
| l) Penyalir Horizontal Pra-Fabrikasi<br>( <i>Prefabricated Horizontal Drain, PHD</i> ) | : SKh-3.10   |

## 3. **Standar Rujukan**

### **Standar Nasional Indonesia (SNI):**

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| SNI 3423:2008 (AASHTO T 88 - 90) | : Cara Uji Analisis Butir Tanah                                 |
| SNI 1967:2008(AASHTO T 89 - 90)  | : Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah                           |
| SNI 1966:2008 (AASHTO T 90- 87)  | : Cara Uji Penentuan Batas plastis dan Indeks Plastisitas Tanah |



SNI 1743:2008(AASHTO T 180 – 90)	: Cara Uji Kepadatan Berat untuk Tanah
SNI 03-2828:2011 (AASHTO T 191 – 86)	: Metode Uji Densitas Tanah di Tempat (Lapangan) dengan Alat Konus Pasir
SNI 1744:2012(AASHTO T 193 – 81)	: Metode Uji CBR Laboratorium
SNI 6425:2015	: Metode Uji Indeks Ekspansi Tanah
SNI 03-6797-2002 (AASHTO M145-73)	: Tata Cara Klasifikasi Tanah dan Campuran Tanah Agregat untuk Konstruksi Jalan

**AASHTO :**

AASHTO M145 –73	: <i>Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes</i>
AASHTO T 216	: <i>Standard Method of Test for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils</i>

**ASTM :**

ASTM D4632	: <i>Grab Breaking Load and Elongation of Geotextiles</i>
ASTM D4491– 99a	: <i>Water Permeability of Geotextiles by Permittivity</i>
ASTM D5199	: <i>Measuring the Nominal Thickness of Geosynthetics</i>
ASTM D4595	: <i>Tensile Properties of Geotextiles by the Wide-Width Strip Method</i>
ASTM D4716	: <i>Determining the (In-Plane) Flow Rate per Unit Width and Hydraulic Transmissivity</i>



ASTM D4751	: <i>Determining Apparent Opening Size of a Geotextile</i>
ASTM D4533	: <i>Trapezoid Tearing Strength of Geotextiles</i>
ASTM D4833	: <i>Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembranes, and Related Products</i>
ASTM D792	: <i>Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement</i>
ASTM D6693	: <i>Determining Tensile Properties of Nonreinforced Polyethylene and Nonreinforced Flexible Polypropylene Geomembranes</i>
ASTM D1004	: <i>Tear Resistance (Graves Tear) of Plastic Film and Sheeting</i>
ASTM D1238	: <i>Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer</i>
ASTM D3895	: <i>Oxidative-Induction Time of Polyolefins by Differential Scanning Calorimetry</i>
ASTM D1204	: <i>Linear Dimensional Changes of Nonrigid Thermoplastics Sheeting or Film at Elevated Temperature</i>
ASTM D5596	: <i>Microscopic Evaluation of the Dispersion of Carbon Black in Polyolefin Geosynthetics</i>
ASTM D5721	: <i>Air-Oven Aging of Polyolefin Geomembranes</i>
ASTM D5885	: <i>Oxidative Induction Time of Polyolefins by High-Pressure Differential Scanning Calorimetry</i>
ASTMD4186/4186M-12e1	: <i>Standard Test Method for One-Dimensional Consolidation Properties of Saturated Cohesive Soils Using Controlled-Strain Loading</i>

#### 4. Istilah dan Definisi

- a) **Prakompresi** adalah proses pembebanan tanah pondasi akibat tegangan tanah vertikal yang telah bekerja sebelumnya terhadap pengurangan atau penambahan beban konstruksi permanen pada akhir pelaksanaan.
- b) **Beban tambahan** adalah sisa beban dari beban sementara yang bekerja melebihi beban akhir dapat berfungsi untuk mempercepat pelaksanaan prakompresi, dan mengurangi penurunan karena proses kompresi sekunder.
- c) **Vakum** adalah proses pra-pembebanan dengan cara memvakum pada daerah tertentu sampai tekanan udara minimum 80 kPa sehingga air pori dan udara di dalam tanah menjadi berkurang sehingga pelaksanaan pra-kompresi dapat dipercepat, dan penurunan karena proses kompresi sekunder dapat dikurangi.
- d) **Konsolidasi Vakum (*Vacuum Consolidation*)** adalah pemberian tekanan vakum kepada selimut pasir yang dipasang di atas penyalir vertikal akan meningkatkan aliran air dan ini akan mempercepat proses konsolidasi. Untuk mencapai kondisi vakum, selimut tersebut harus dibungkus dengan membran.
- e) **Penurunan awal** adalah penurunan yang terjadi selama pra-pembebanan dengan beban tambahan tanah atau vakum bekerja akibat adanya tekanan air pori berlebih dalam lapisan tanah dasar. Jika lapisan tanah relatif tebal dan permeabilitasnya rendah, tekanan air pori eksese tidak terdrainase. Pada Pra-Pembebanan dengan Sistem Penyalir Vertikal (PVD) dan Timbunan Tanah, tanah akan mengalami deformasi akibat tegangan geser, tetapi tidak terjadi perubahan volume sehingga kompresi vertikal akan terjadi seiring dengan pengembangan lateral. Kondisi ini tidak terjadi pada Pra-pembebanan dengan Sistem Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD.
- f) **Penurunan konsolidasi primer** adalah penurunan yang terjadi sejalan dengan waktu dan tekanan air pori berlebih dapat diabaikan karena adanya drainase, serta perubahan volume dan penurunan terjadi akibat

tekanan air pori dan tegangan efektif tanah. Laju konsolidasi ini ditentukan oleh laju aliran air akibat gradien hidraulik yang tergantung pada karakteristik tanah dan batasan lokasi dan kontinuitas aliran drainase.

- g) **Penurunan kompresi sekunder** adalah penurunan jangka panjang yang terjadi secara kontinu setelah tekanan air pori eksek diabaikan dan tegangan tanah efektif tetap bekerja. Perubahan volume dan peningkatan penurunan akibat drainase biasanya dinyatakan dalam hubungan linier antara penurunan dan logaritma waktu.

Indeks pemampatan sekunder menentukan pemampatan sekunder atau pemampatan atau konsolidasi jangka panjang yang biasanya diasumsikan dimulai segera setelah konsolidasi primer selesai

- ***Prefabricated Vertical Drain (PVD)/Penyalir Vertikal (PVD)*** adalah bahan berbentuk pita yang terdiri dari inti (*core*) dan selimut (*jacket*) yang dipasang secara vertikal dengan suatu metode pemasangan tertentu yang berfungsi sebagai penyalir.
  - **Inti PVD** adalah bahan yang terbuat dari plastik untuk mendukung lapisan filter dan memungkinkan jalan aliran air sepanjang penyalir.
  - **Selimut PVD** adalah bahan yang secara fisik merupakan pemisah inti dari tanah sekeliling dan filter untuk membatasi lolosnya tanah ke bagian inti.
- h) **Penyalir Horizontal Pra-Fabrikasi (*Prefabricated Horizontal Drain, PHD*)** adalah bahan berbentuk pita komposit terdiri dari inti (*core*) dan selimut (*jacket*) yang dipasang secara horizontal dengan suatu metode pemasangan tertentu yang berfungsi sebagai penyalir.
- **Kapasitas pengaliran air** adalah salah satu sifat properti penyalir yang diperlukan untuk analisis faktor pengaruh salir.
  - **Diameter ekuivalen (*dw*)** adalah salah satu sifat properti drainase sebagai diameter drainase lingkaran yang mempunyai kinerja drainase radial secara teoritis.



- **Zona tanah terganggu (ds)** adalah zona tanah di sekitar drain yang mendapat gangguan karena pemasangan drain yaitu dengan adanya pemasangan dan pengangkatan mandrel untuk melindungi pita drain sehingga terjadi pergeseran tanah disertai dengan peningkatan tegangan total dan tekanan air pori.
  - **Zona pengaruh drain (D)** adalah variabel dari faktor jarak drain untuk kondisi disederhanakan, yang akan mempengaruhi waktu untuk mencapai konsolidasi tertentu sebagai fungsi dari diameter pangkat dua dari zona pengaruh drain.
- i) **Mandrel** adalah pelindung (*casing*) PVD terhadap gangguan tanah.
  - j) **Material Pengisi** adalah material kompensasi pengganti penurunan timbunan tanah dasar dan tidak boleh difungsikan sebagai *subgrade* (tanah dasar) di bawah 60 cm pada lapisan perkerasan jalan.

## 5. Pengajuan Kesiapan Kerja

Sebelum memulai pekerjaan, Penyedia Jasa harus menyediakan informasi sebagai berikut:

- a) Sertifikat Pabrik yang mencantumkan sebagai berikut:
  - i) Untuk PVD dan PHD berupa: nomor lot atau nomor kontrol, nomor gulungan, tanggal pembuatan, pabrik pembuat, dan identifikasi produk dari selimut dan inti.
- b) Untuk Geomembran dan Geotekstil berupa: nama pabrik pembuat, nama produk, nomor jenis produk, komposisi kimiawi filamen, atau untaian serat, dan sifat-sifat Geomembran dan Geotekstil. Gambar detail penampang melintang jalan yang menunjukkan permukaan elevasi pembentuk jalan yang telah dipersiapkan sebelum proses *settlement* terjadi disertai dengan pola pemasangan Sistem Penyalir Vertikal (PVD) beserta panjangnya;
- c) Rencana pengujian tambahan dan pengujian di lapangan dan di laboratorium.

## **6. Pengendalian Lokasi Kerja**

- a) Pekerjaan percepatan konsolidasi tanah dengan Metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD yang dikerjakan disamping jalan lama harus dijamin bahwa badan jalan lama tidak mengalami kerusakan yang berarti sehingga lalu lintas tetap terbuka.
- b) Pekerjaan vakum harus dilaksanakan terlebih dahulu sebelum pelaksanaan pekerjaan struktur lainnya.

## **7. Kondisi Tempat Kerja**

- a) Penyedia Jasa harus menjamin tidak terjadinya *intermixing* (tercampurnya) antara tanah lunak dengan material pengisi sebelum dihampar. Drainase pasir horizontal perlu dipasang Geotekstil dengan mutu/kelas yang berfungsi sebagai separator sebagaimana yang disebutkan dalam Seksi 3.5 Spesifikasi Umum.
- b) Penyedia Jasa harus menjamin tidak terjadinya gangguan keamanan yang dilakukan orang atau hewan yang dapat mengakibatkan bocornya Geomembran selama pelaksanaan vakum.

## **8. Perbaikan Terhadap Pekerjaan Konsolidasi yang Tidak Memenuhi Ketentuan atau Tidak Stabil**

Pekerjaan percepatan konsolidasi tanah dengan metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD dengan penambahan beban Timbunan Tanah atau penambahan waktu vakum dapat dilakukan penambahan waktu sesuai petunjuk Direksi Pekerjaan. Jika sudah dilakukan dengan tambahan beban dan/atau dengan penambahan waktu, konsolidasinya tetap tidak memenuhi ketentuan dan/atau badan jalannya tidak stabil, maka perlu dilakukan pembongkaran dan pelaksanaan pekerjaan metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD harus diulang. Tidak ada pembayaran tambahan dalam pembongkaran dan pelaksanaan ulang pekerjaan ini.

## 9. Pekerjaan Timbunan

- a) Pekerjaan timbunan pada pekerjaan percepatan konsolidasi tanah dengan metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD dilakukan sebagai berikut:
- i) Timbunan yang akan digunakan sebagai badan jalan yang terlalu basah untuk pemadatan, seperti dinyatakan dalam batas-batas kadar air yang disyaratkan dalam Pasal 3.2.2.(3).(b) Spesifikasi Umum atau seperti yang diperintahkan Direksi Pekerjaan, harus diperbaiki dengan menggaru bahan tersebut dengan penggunaan *motor grader* atau alat lainnya secara berulang-ulang dengan selang waktu istirahat selama penanganan, dalam cuaca cerah. Alternatif lain, bilamana pengeringan yang memadai tidak dapat dicapai dengan menggaru dan membiarkan bahan gembur tersebut, Direksi Pekerjaan dapat memerintahkan agar bahan tersebut dikeluarkan dari pekerjaan dan diganti dengan bahan kering yang memenuhi persyaratan.
  - ii) Timbunan yang akan digunakan sebagai badan jalan dan telah dipadatkan dan memenuhi ketentuan yang disyaratkan dalam Spesifikasi ini, menjadi jenuh akibat hujan atau banjir atau karena hal lain, biasanya tidak memerlukan pekerjaan perbaikan asalkan sifat-sifat bahan dan kerataan permukaan masih memenuhi ketentuan dalam Spesifikasi ini.
  - iii) Perbaikan timbunan yang akan digunakan sebagai badan jalan yang tidak memenuhi kepadatan atau ketentuan sifat-sifat bahan dari Spesifikasi ini haruslah seperti yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan dan dapat meliputi pemadatan tambahan, penggemburan yang diikuti dengan penyesuaian kadar air dan pemadatan kembali, atau pembuangan dan penggantian bahan.
  - iv) Perbaikan timbunan yang akan digunakan sebagai badan jalan yang rusak akibat gerusan banjir atau menjadi lembek setelah pekerjaan tersebut selesai dikerjakan dan diterima oleh Direksi Pekerjaan haruslah seperti yang disyaratkan dalam Pasal 3.2.1.(8).(e) Spesifikasi Umum.



b) Pengembalian Bentuk Pekerjaan Setelah Pengujian

Semua lubang pada pekerjaan akhir yang timbul akibat pengujian kepadatan, CBR atau lainnya harus secepatnya ditutup kembali oleh Penyedia Jasa dan dipadatkan sampai mencapai kepadatan dan toleransi permukaan yang disyaratkan oleh Spesifikasi ini.

c) Cuaca yang Dijinkan Untuk Bekerja

Timbunan yang akan digunakan sebagai badan jalan tidak boleh ditempatkan, dihampar atau dipadatkan sewaktu hujan, dan pemadatan tidak boleh dilaksanakan setelah hujan atau bilamana kadar air bahan berada di luar rentang yang disyaratkan dalam Pasal 3.2.3.(3).(b) Spesifikasi Umum. Semua permukaan timbunan yang belum terpadatkan harus digaru dan dipadatkan dengan cukup untuk memperkecil penyerapan air atau harus ditutup dengan lembaran plastik pada akhir kerja setiap hari dan juga ketika akan turun hujan lebat.

## **10. Pengendalian Lalu Lintas**

Pengendalian Lalu Lintas harus sesuai dengan ketentuan Seksi 1.8 Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas, Spesifikasi Umum .

### **SKh-1.3.12.2 PERSYARATAN**

1) Area pekerjaan percepatan konsolidasi tanah dengan Metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD harus lebih luas minimum 1 m pada arah panjang dan lebar dibandingkan area konstruksi yang dibutuhkan atau sesuai petunjuk Direksi Pekerjaan.

2) Jarak antara batas lahan yang diperbaiki dengan eksisting bangunan sekitar atau pipa bawah tanah harus ditentukan berdasarkan data tanah dan dengan persetujuan Direksi Pekerjaan.

Untuk bangunan vital yang memiliki resiko tinggi (seperti bangunan air, bangunan gedung tinggi), maka perlu dilakukan pengkajian secara khusus.

3) Untuk mencegah tercampurnya drainase pasir horizontal (untuk mengalirkan air dari PVD ke saluran pembuangan) dengan tanah

di bawahnya, maka perlu dipasang Geotekstil sebagai lapis separator yang berfungsi untuk mencegah terjadinya pencampuran antara tanah dasar dengan lapisan drainase (*intermixing*).

- 4) Geotekstil untuk Lapis Stabilisasi Lereng digunakan untuk menstabilisasi timbunan yang digunakan sebagai tanggul untuk menampung *Common Borrow Material* di dalamnya.
- 5) Dalam hal tinggi timbunan, melebihi tinggi kritis, pembebanan harus dilakukan secara bertahap.
- 6) Dalam hal timbunan yang digunakan sebagai badan jalan harus memenuhi persyaratan sebagaimana yang diatur dalam Seksi 3.2 Spesifikasi Umum.
- 7) Area yang akan diperbaiki menggunakan percepatan konsolidasi tanah dengan metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD, harus dibagi dalam beberapa partisi/seksi dengan luas setiap partisi maksimum 40.000 m<sup>2</sup>.
- 8) Pemasangan PVD harus dengan jarak dan pola segiempat atau segitiga sesuai Gambar. Pemotongan ujung PVD harus dilakukan minimum 50 cm diatas elevasi permukaan lapisan pasir.
- 9) Jika penetrasi PVD tidak dapat menembus kedalaman rencana, maka pelaksanaan pekerjaan metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD dapat dihentikan bila telah mencapai lapisan tanah dengan konsistensi teguh (*stiff*).
- 10) Apabila terdapat lensa tanah berupa kandungan lanau dan pasir, maka dapat digunakan dinding kedap (*sealing wall*).
- 11) Tanah asli yang akan divakum dapat ditimbun dengan segala jenis tanah selain tanah organik.
- 12) Sistem pompa yang digunakan harus menggunakan peralatan sistem pompa khusus vakum. Ketika pasokan udara ditutup, tekanan vakum yang dihasilkan oleh pompa vakum harus mencapai tidak kurang dari (-) 80 kPa, secara merata.

- 13) Peralatan vakum harus dilengkapi dengan mekanisme katup yang bisa menutup sendiri secara otomatis apabila pompa vakum mati sehingga tidak mengurangi kehilangan tekanan vakum di dalam tanah.
- 14) Saat derajat konsolidasi yang diobservasi (menggunakan metode Asaoka) mencapai 90% dan tinggi timbunan telah mencapai level yang disetujui, maka pekerjaan penyalir vertikal dengan vakum dan PVD dapat dinonaktifkan.
- 15) Apabila setelah dilakukan pemberian beban, waktu konsolidasinya kurang dari yang ditentukan, maka dianjurkan untuk mengkombinasikan metode pra-pembebanan dengan vakum dengan tambahan beban yang memperhitungkan stabilitas lereng.
- 16) Apabila pra-pembebanan dengan tanah dikombinasikan dengan pra-pembebanan dengan vakum, ujung bawah dari lereng urugan harus tetap berada di dalam area vakum.
- 17) Penempatan tambahan pra-pembebanan dengan tanah metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD dapat dilakukan sesudah tekanan vakum mencapai (-)80 kPa dan tekanan vakum stabil selama 3 hari berturut-turut.
- 18) Pekerjaan pengurugan di atas Geomembran saat proses vakum masih berjalan harus mengikuti ketentuan sebagai berikut:
  - a) Geotekstil sebagai lapisan proteksi harus dipasang pada sisi bawah dari Geomembran. Jika ada pekerjaan penimbunan di atas Geomembran, maka Geotekstil sebagai lapis proteksi juga harus dipasang di atas Geomembran sebelum pekerjaan penimbunan;
  - b) Geotekstil sebagai lapisan proteksi tersebut harus dipasang sebelum pekerjaan urugan dimulai;
  - c) Periode urugan, ketebalan dan pemadatan harus mengikuti syarat yang telah ditetapkan dalam perencanaan yang telah disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
- 19) Pada saat mengaplikasikan pra-pembebanan dengan vakum yang dikombinasikan dengan pra-pembebanan dengan tanah, pekerjaan urugan



harus dilakukan secara bertahap dan dikontrol dengan mengukur tekanan air pori (*piezometer*).

### SKh-1.3.12.3 BAHAN

#### 1. Sumber Bahan

Bahan untuk perbaikan dengan tanah dengan dengan sistem metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD harus dipilih dari sumber bahan yang disetujui sesuai dengan Seksi 1.11 Bahan dan Penyimpanan dari Spesifikasi Umum.

#### 2. Geotekstil

Ketentuan dalam Seksi 3.5 dari Spesifikasi Umum berlaku.

#### 3. Drainase Pasir Horizontal

- a) Pemasangan Drainase pasir Horizontal minimum setebal 40 cm dan harus dihampar rata.
- b) Drainase pasir horizontal harus bersih dari gumpalan/endapan kotoran, bahan organik, material keras dan tajam atau pun bahan lain yang dapat mengganggu fungsi drainase.
- c) Drainase pasir horizontal tersebut direkomendasikan dengan seluruh partikel tertahan No.40 atau dengan permeabilitas tidak boleh kurang dari  $5 \times 10^{-3}$  cm/detik.
- d) Apabila material pasir sulit diperoleh, maka metode lain dapat digunakan sebagai lapisan drainase horizontal setelah mendapat persetujuan Direksi Pekerjaan.

#### 4. Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi (*Prefabricated Vertical Drain, PVD*)

Ketentuan Seksi 3.6 Spesifikasi Umum berlaku.

## 5. Pipa Penyalir Horizontal (*Perforated Horizontal Drain/PHD*)

Sistem pipa penyalir horizontal harus direncanakan dengan jarak dan diameter pipa tertentu sehingga mampu menyebarkan tekanan vakum dari luasan tertentu secara merata sebesar minimum (-)80 kPa. Sistem ini harus dijamin tidak mengalami kebocoran selama proses vakum. Selain persyaratan bahan di atas, ketentuan bahan pipa penyalir horizontal pada Seksi 3.10 dari Spesifikasi Umum berlaku.

## 6. Geomembran

### a) Persyaratan Fisik Geomembran

- i) Geomembran HDPE harus terbuat dari bahan polimer sintetis HDPE (*High Density Polyethylene*) berkualitas tinggi yang bukan berasal dari daur ulang dengan kepadatan minimal 0,94 g/ml dengan metode pengukuran sesuai ASTM D1505 atau ASTM D792.
- ii) Produk Geomembran harus baru dan memenuhi syarat-syarat teknik desain yang dibuktikan dengan hasil pengujian.
- iii) Geomembran terkirim dalam lembar gulungan menerus tanpa sambungan pabrik.

### b) Persyaratan Fisik, Mekanis, dan Kimiawi Geomembran

- i) Tabel 3.12.3.(1) memberikan sifat-sifat kekuatan untuk Geomembran HDPE halus untuk masing-masing ketebalan dimana ketebalan yang akan dipasang harus sesuai dengan Gambar.
- ii) Pada Tabel 3.12.3.(1) menunjukkan Nilai Gulungan Rata-rata Minimum (*Minimum Average Roll Value, MARV*).
- iii) Sifat – sifat Geomembran yang sesuai pada Tabel 3.12.3.(1) dibuktikan melalui sertifikat pabrik.

Tabel 3.12.3.(1) Syarat Fisik, Mekanis dan Kimiawi Geomembran *High Density Polyethylene* (HDPE) Halus

Sifat	Metoda Uji	Frekuensi Pengujian	Nilai Rata – rata Minimum	
			0,75 mm	1,00 mm
Ketebalan, (Rata-rata Minimum), mm	ASTM D5199	setiap gulungan	0.75	1.00
Nilai terendah masing-masing pembacaan dari 10 bacaan, mm			0.675	0.900
<i>Formulated Density</i> , (Rata-rata Minimum)	ASTM D1505	90.000 kg	0,940 g/cc	0,940 g/cc
Sifat Tarik <sup>(1)</sup> (Rata-rata Minimum)	ASTM D6693, Jenis IV	9.000 kg		
Kuat Tarik saat Putus ( <i>Strength at Break</i> ), kN/mm			20	27
Kuat Tarik saat Leleh ( <i>Strength at Yield</i> ), kN/mm			11	15
Elongasi saat Putus ( <i>Elongation at Break</i> ), %			700	700
Elongasi saat Leleh ( <i>Elongation at Yield</i> ), %			12	12
Kuat Sobek (Tear Resistance), N	ASTM D1004	20.000 kg	93	125
Kuat Tusuk (Puncture Resistance), N	SNI 8058 : 2014 (ASTM D4833)	20.000 kg	240	320
Ketahanan Terhadap Retak akibat Tegangan ( <i>Stress Crack Resistance</i> ) <sup>(2)</sup> , jam	ASTM D5397	per GRI-GM10	500	500
Kadar Karbon Hitam ( <i>Carbon Black Content</i> ), % (Range)	ASTM D4218 <sup>(3)</sup>	9.000 kg	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0
Sebaran Karbon Hitam ( <i>Carbon Black Dispersion</i> )	ASTM D5596	20.000 kg	cat (4)	cat (4)
<i>Oxidative Induction Time</i> (OIT), (Rata-rata Minimum) <sup>(5)</sup> , menit				
(a) OIT Standar ( <i>Standard OIT</i> )	ASTM D3895	90.000 kg	100	100
-atau-				
(b) OIT Tekanan Tinggi ( <i>High Pressure OIT</i> )	ASTM D 5885	90.000 kg	400	400
<i>Oven Aging at 85°C</i> <sup>(5), (6)</sup>				
(a) OIT Standar ( <i>Standard OIT</i> ), (Rata-rata Minimum) - % ditahan setelah 90 hari ( <i>retained after 90 days</i> )	ASTM D3895	Untuk setiap formulasi	55%	55%
-atau-				
(b) OIT Tekanan Tinggi ( <i>High Pressure OIT</i> ) (Rata-rata minimum) - % ditahan setelah 90 hari ( <i>retained after 90 days</i> )	ASTM D 5885	Untuk setiap formulasi	80%	80%
Stabilitas Ultraviolet <sup>(7)</sup>	ASTM D7238	Untuk setiap formulasi		
(a) OIT Standar ( <i>Standard OIT</i> ), (Rata-rata Minimum) - % ditahan setelah 90 hari ( <i>retained after 90 days</i> )	ASTM D3895		N.R <sup>(8)</sup>	N.R <sup>(8)</sup>
-atau-				
(b) OIT Tekanan Tinggi ( <i>High Pressure OIT</i> ) (Rata-rata minimum) - % ditahan setelah 1600 jam	ASTM D5885		50%	50%
Catatan :				
(1) Nilai rata - rata <i>Machine direction</i> (MD) dan <i>Cross machine direction</i> (XMD) merupakan nilai dari 5 pengujian pada masing - masing arah. Elongasi saat Leleh ( <i>Yield Elongation</i> ) dihitung dengan menggunakan panjang pengukur ( <i>gage</i> ) 33 mm. Elongasi saat Putus ( <i>Break Elongation</i> ) dihitung dengan menggunakan panjang pengukur ( <i>gage</i> ) 50 mm.				
(2) Tegangan leleh ( <i>yield stress</i> ) yang digunakan untuk menghitung beban yang digunakan ( <i>applied load</i> ) untuk pengujian SP-NTCL merupakan nilai tengah ( <i>mean value</i> ) via pengujian MQC.				
(3) Metode lain seperti ASTM D1603 ( <i>tube furnace</i> ) atau ASTM D6370 ( <i>TGA</i> ) dapat diterima apabila metode - metode tersebut dapat dikorelasikan dengan sesuai dengan ASTM D4218 ( <i>muffle furnace</i> ).				
(4) Sebaran Karbon Hitam (hanya untuk gumpalan yang hampir berbentuk bulat [ <i>only near spherical agglomerates</i> ]) untuk 10 pengamatan yang berbeda : 9 berada pada Kategori 1 atau 2 dan 1 berada pada Kategori 3.				
(5) Pabrikan ( <i>manufacturer</i> ) dapat memilih salah satu metode OIT yang tercantum untuk mengevaluasi kadar antioxidant pada geomembran.				
(6) Direkomendasikan pula untuk mengevaluasi sampel pada 30 hari dan 60 hari untuk membandingkan dengan hasil pada 90 hari.				
(7) Kondisi pengujian adalah UV cycle pada 75°C selama 20 jam yang dilanjutkan dengan kondensasi pada 60°C selama 4 jam.				
(8) N.R ( <i>Not Recommended</i> ). Tidak direkomendasikan, karena temperatur tinggi dari OIT Standar menghasilkan hasil yang tidak sesuai dengan kenyataan ( <i>unrealistic results</i> ) untuk beberapa <i>antioxidants</i> pada sampel yang terekspos UV.				
(9) Stabilitas Ultraviolet berdasarkan persentase nilai tahanan ( <i>percent retained value</i> ) tanpa memperhatikan nilai original HP-OIT.				



- c) Sistem Geomembran sebagai lapis kedap yang digunakan harus direncanakan dengan mempertimbangkan resiko kegagalan sistem vakum apabila Geomembran tersebut mengalami kerusakan saat proses vakum.
- d) Geomembran yang digunakan harus memiliki daya tahan terhadap pengaruh bahan-bahan kimia, sinar ultraviolet dan mikro biologis lainnya yang ada di lingkungan kerja.
- e) Geomembran harus mempunyai kualitas karakteristik dan sifat-sifat kedap yang tinggi.
- f) Geomembran yang dikirim ke lapangan harus disimpan dan dilindungi dari hal-hal yang dapat merusak lapis kedap dan dari pengaruh sinar matahari langsung (untuk jangka waktu yang lama).
- g) Geomembran harus dipasang pada lokasi seperti yang dicantumkan pada gambar.
- h) Ukuran panjang atau lebar dari Geomembran sebagai lapis kedap minimal harus 4 m lebih panjang dibandingkan panjang dan lebar dari area yang akan diperbaiki. Permukaan tanah tempat Geomembran akan digelar, harus bersih dari benda-benda pengrusak seperti akar pohon dan lain-lain yang menimbulkan kerusakan pada Geomembran. Tanah di bawah tempat Geomembran akan digelar diusahakan kepadatannya seragam atau atas persetujuan Direksi Pekerjaan.

## 7. **Material Pengisi**

Untuk elevasi Geomembran jauh di atas elevasi tanah eksisting, maka diperlukan penimbunan tanah pada area yang akan divakum. Peninggian elevasi muka tanah yang akan divakum dapat dilakukan dengan cara penimbunan tanah dengan material pengisi diatas Geotekstil.

Struktur pengaman dapat berupa tanggul dari timbunan, *sheet pile*, atau struktur pengaman lainnya.

Material pengisi yang digunakan dapat berupa tanah lumpur, tanah lempung lunak, tanah lempung biasa ataupun kondisi tanah yang kompleks di sekitar lokasi vakum.

Material pengisi tidak boleh mengandung material organik seperti jenis tanah OL, OH dan Pt dalam sistem USCS serta tanah yang mengandung daun – daunan, rumput-rumputan, akar, sampah, buatan (*organic and artificial materials*).

Penyedia Jasa boleh menggunakan tanah berplastisitas tinggi, yang diklasifikasikan menurut AASHTO M145-91 sebagai CH (*Inorganic Clay or High Plasticity Fat Clay*). Bila penggunaan tanah yang berplastisitas tinggi tidak dapat dihindarkan, bahan tersebut harus digunakan hanya pada bagian dasar dari timbunan atau pada penimbunan kembali yang tidak memerlukan daya dukung atau kekuatan geser yang tinggi. Tanah plastis seperti itu sama sekali tidak boleh digunakan pada 60 cm lapisan langsung di bawah bagian dasar perkerasan atau bahu jalan atau tanah dasar bahu jalan.

#### **SKh-1.3.12.4 PELAKSANAAN**

##### **1. Pengajuan Kesiapan Kerja**

Penyedia Jasa mempersiapkan kesiapan kerja sebelum pekerjaan dimulai, agar seluruh pekerjaan yang akan dilaksanakan dapat terlaksana sesuai desain dan mencegah terjadinya resiko kegagalan sistem akibat benda-benda tajam yang dapat merusak material pada saat proses vakum.

###### **a) Pemeriksaan Bersama**

Pada tahap awal sebelum dilaksanakannya pekerjaan, Penyedia Jasa bersama-sama dengan Direksi Pekerjaan melakukan pemeriksaan dan pengukuran lokasi pekerjaan dengan melakukan pengukuran dan pemeriksaan detail kondisi lokasi pekerjaan terhadap gambar rencana. Pengujian Sondir dilakukan setiap jarak 50 m untuk mengetahui kedalaman tanah lunak serta memperkirakan kedalaman pemancangan PVD yang lebih terinci dan merencanakan partisi (zona) pelaksanaan vakum.

- b) Gambar Kerja (*Shop Drawing*)  
Pembuatan gambar kerja (*shop drawing*) dengan rencana kedalaman pemancangan PVD dan pembagian partisi (zona) pelaksanaan vakum harus disiapkan oleh Penyedia Jasa. Gambar kerja tersebut harus mendapat persetujuan dari Direksi Pekerjaan.
- c) Mobilisasi Alat Kerja, Pekerja dan Material  
Mobilisasi adalah mendatangkan alat berat, pekerja serta material yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pekerjaan pada lokasi proyek, dimana jadwal pengiriman alat berat dan material tersebut harus sesuai dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan menyeluruh sehingga pelaksanaan pekerjaan tidak terganggu dan sesuai rencana. Jadwal pelaksanaan yang dibuat harus disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
- d) Pembuatan Titik Acuan (*Benchmark*)  
Pembuatan titik acuan (*benchmark*) harus dengan menggunakan patok beton yang kuat dan diwarnai dengan warna yang cukup terang serta diberi nama agar mudah dipahami oleh semua pihak, dimana pelaksanaan pekerjaan ini harus diketahui dan disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
- e) Pembersihan Lahan  
Lahan yang akan diperbaiki harus bersih dari batu, kayu, bahan organik atau benda-benda lainnya yang menonjol ke permukaan tanah, khususnya jika benda itu tajam dan akar pohon serta material organik lainnya harus dikeluarkan dari lahan. Hal ini dikerjakan agar material yang akan digelar di atas lahan tidak mengakibatkan robek pada Geotekstil dan Geomembran yang akan mengakibatkan kebocoran sewaktu proses vakum berlangsung serta tidak ada lapisan yang akan mengalami pelapukan sehingga mempengaruhi proses *settlement*.
- f) Gudang  
Ukuran, jenis dan bentuk dari gudang material serta lokasinya harus disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Gudang material yang dibangun harus memenuhi beberapa kriteria yaitu sebagai berikut:
- Bebas dari genangan air



- Dapat melindungi dari panas dan hujan
- Kuat, kokoh dan mempunyai luasan yang mencukupi
- Tersedia penerangan (lampu)
- Ventilasi yang cukup sehingga tidak lembab.

g) Pemasangan Geotekstil

Pada area kerja di atas material pengisi, maka sebelum dilakukan penimbunan area kerja tersebut perlu dipasang Geotekstil terlebih dahulu. Pemasangan Geotekstil ini harus dapat berfungsi sebagai pencegah terjadinya pencampuran antara tanah dasar dengan material di atasnya serta diharapkan area tersebut dapat dibebani serta stabil untuk pelaksanaan pekerjaan berikutnya yaitu penimbunan tanah dan pemasangan penyalir vertikal pra-fabrikasi (PVD). Selain prosedur diatas, pemasangan Geotekstil harus memenuhi ketentuan Seksi 3.5 Spesifikasi Umum.

**2. Material Timbunan**

Untuk elevasi *finish grade* jauh diatas elevasi tanah eksisting, maka diperlukan penimbunan tanah harus memenuhi ketentuan Seksi 3.2 Spesifikasi Umum.

**3. Penghamparan Geotekstil**

Penghamparan Geotekstil dapat dilaksanakan setelah dilakukan timbunan material pengisi dan telah mencapai elevasi yang direncanakan serta sebelum dilaksanakan pekerjaan penghamparan Drainase Pasir Horizontal. Selain prosedur diatas, penghamparan Geotekstil harus memenuhi ketentuan Seksi 3.5 Spesifikasi Umum.

**4. Penghamparan Drainase Pasir Horizontal**

Setelah Geotekstil terhampar dengan baik maka dapat dilakukan penghamparan drainase pasir horizontal minimum setebal 40 cm dan harus dihampar hingga rata.

Lapisan drainase pasir horizontal harus dapat berfungsi sebagai drainase dan dapat mengalirkan air dan udara yang keluar dari PVD masuk ke PHD. Selain prosedur di atas, penghamparan drainase pasir horizontal harus memenuhi ketentuan Seksi 3.10 Spesifikasi Umum.

#### **5. Pemasangan Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi (PVD)**

Pemancangan PVD dapat dilaksanakan setelah penghamparan drainase pasir horizontal selesai dilaksanakan prosedur pemasangan PVD harus memenuhi ketentuan Seksi 3.6 Spesifikasi Umum.

#### **6. Pemasangan Pipa Penyalir Horizontal (PHD)**

- a) Pemasangan pipa penyalir horizontal dapat dilaksanakan setelah PVD terpasang pada area tertentu.
- b) Pipa penyalir horizontal harus ditanam kedalam drainase pasir horizontal.
- c) Apabila dibutuhkan penyambungan, maka panjang koneksi tidak kurang dari 100 mm.
- d) Fungsi pipa penyalir horizontal ini adalah untuk menyalurkan tekanan vakum dari pompa ke seluruh drainase pasir horizontal yang kemudian disebarkan ke seluruh masa tanah melalui PVD. Selanjutnya pipa penyalir horizontal ini juga berfungsi untuk menyalurkan air dan udara yang keluar dari PVD ke pompa vakum.
- e) Selain prosedur diatas, pemasangan pipa penyalir horizontal harus memenuhi ketentuan Seksi 3.10 Spesifikasi Umum.

#### **7. Pemasangan Geotekstil dan Geomembran**

- a) Setelah seluruh sistem PVD dan PHD terpasang, maka berikutnya dipasang Geotekstil untuk lapisan proteksi yang bertujuan untuk memproteksi Geomembran dari benda-benda tajam yang dapat mengakibatkan kebocoran pada lapisan kedap tersebut.

- b) Setelah Geotekstil untuk lapisan proteksi dipasang, maka berikutnya dipasang Geomembran yang bertujuan membuat lahan menjadi kedap dari udara dan air sehingga dapat dilakukan proses vakum.
- c) Kondisi Geomembran harus selalu diperiksa selama periode konsolidasi berlangsung. Apabila terjadi kebocoran atau kerusakan, maka Penyedia Jasa segera mengganti Geomembran yang rusak tersebut.
- d) Selain prosedur di atas, pemasangan tetap harus memenuhi ketentuan Seksi 3.5 Spesifikasi Umum.

## 8. Dinding Kedap (*Sealing Wall*)

### a) Bahan

Dinding kedap terdiri dari campuran tanah setempat dengan material pencampur yang diaduk dengan air menggunakan drum pengaduk yang kemudian diinjeksi dan dicampurkan ke dalam tanah pada posisi yang telah ditentukan dengan ketebalan dinding tidak kurang dari 1 m.

Kadar material pencampur yang digunakan harus mampu membuat campuran bahan tersebut dengan tanah setempat mencapai permeabilitas tidak lebih dari  $1 \times 10^{-7}$  cm/detik. Pengujian laboratorium harus dilakukan untuk memastikan kadar material pencampur yang sesuai.

Prosedur standar untuk pembuatan dinding kedap adalah sebagai berikut :

#### i) Material pencampur

Material yang akan digunakan sebagai material pencampur dinding kedap harus mempunyai permeabilitas yang sangat rendah dan harus bebas dari kotoran seperti akar dan bahan organik.

#### ii) Air

Spesifikasi air yang digunakan dalam pencampuran adalah air tawar yang bebas dari zat lain yang dapat mempengaruhi hasil akhir yang dikehendaki.



iii) Peralatan

Drum pengaduk dengan digunakan untuk mencampur air dengan material pencampur. Hasil adukan tersebut kemudian diinjeksi ke dalam tanah menggunakan pompa *slurry* dan selanjutnya dicampur dengan tanah setempat menggunakan batang pengaduk di dalam tanah sehingga diperoleh campuran yang merata dengan dimensi yang diisyaratkan.

b) Pengajuan Kesiapan Kerja

Pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan tahap awal sebelum pekerjaan dimulai, hal ini dilakukan agar seluruh pekerjaan yang akan dilaksanakan dapat terlaksana sesuai desain dan mencegah terjadinya resiko kegagalan dalam pembuatan dinding kedap yang baik.

i) Gambar Kerja (*Shop Drawing*)

Pembuatan gambar kerja (*shop drawing*) oleh Penyedia Jasa dibuat sesuai gambar desain dan menyesuaikan kondisi awal lapangan. Gambar kerja tersebut harus mendapat persetujuan dari Direksi Pekerjaan.

ii) Mobilisasi Alat Kerja, Pekerja dan Material

Mobilisasi adalah mendatangkan alat berat, pekerja serta material yang dibutuhkan pada lokasi proyek, dimana jadwal pengiriman alat berat dan material tersebut harus sesuai dengan jadwal pelaksanaan sehingga pelaksanaan pekerjaan tidak terganggu dan sesuai rencana. Jadwal pelaksanaan yang dibuat harus disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

iii) Titik Acuan (*Benchmark*)

Lahan yang akan dikerjakan harus dibuatkan titik acuan (*benchmark*) sehingga dapat dipasang pada posisi yang tepat dan benar. Titik acuan yang dibuat harus kuat dan kokohserta tidak mudah dipindahkan. Pelaksanaan ini harus diketahui dan disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

iv) Penyebaran Titik Acuan (*Benchmark*)

Penyebaran titik acuan (*benchmark*) harus dengan menggunakan patok kayu yang kuat dan diwarnai dengan warna yang cukup terang serta diberi nama agar mudah dipahami oleh semua pihak, dimana pelaksanaan pekerjaan ini harus diketahui dan disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

v) Pembersihan Lahan

Lahan yang akan diperbaiki harus bersih dari akar, kayu atau benda-benda lain yang dapat mempengaruhi fungsi dari dinding kedap yang dibuat.

c) Pelaksanaan Pekerjaan

i) Penggalan parit pada posisi dinding kedap sebagai patokan jalur dinding tersebut juga untuk mencegah *slurry* meluber keluar.

ii) Persiapkan sumber air dan material pencampur.

iii) Persiapkan drum pengaduk dan sumber tenaga listrik.

iv) Buat *slurry* : campurkan satu per tiga bagian air ke dalam drum pengaduk. Tambahkan material pencampur dan sesuaikan tambahan air sampai adukan mencapai berat jenis antara 1,35 sampai 1,4 ton/m<sup>3</sup>.

v) Lakukan pemeriksaan ketegaklurusan batang pengaduk.

vi) Jalankan batang pengaduk dan pompa *slurry*.

vii) Turun dan naikan sebanyak 2 kali batang pengaduk sampai mencapai kedalaman yang direncanakan tapi tidak lebih dari 20 m. Selama proses turun dan naik tersebut *slurry* dipompakan ke dalam tanah menggunakan pompa *slurry*.

viii) Sesudah menyelesaikan satu bagian, geser batang pengaduk dengan *overlap* dengan bagian sebelumnya tidak kurang dari 15 cm.

ix) Ulangi kembali tahapan pada bagian e) dan f) di atas.

d) Pengendalian Mutu

Penyedia Jasa harus menjaga kualitas hasil pekerjaan pembuatan dinding kedap yang dikerjakan dengan arahan pelaksana yang berpengalaman. Berikut merupakan persyaratan minimum yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan pembuatan dinding kedap:

- i) Dinding kedap yang dibuat tidak boleh terputus dan harus terletak pada posisi dan kedalaman yang sesuai dengan gambar yang telah disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
- ii) Bahan *Slurry Wall*
  - (i) Material pencampur harus bebas dari kotoran seperti akar dan bahan organik.
  - (ii) Tanah : Tanah setempat.
  - (iii) Air : Air yang digunakan harus tawar dan bersih.

**9. Pemasangan Pompa Vakum dan Generator**

- a) Jumlah dan lokasi penempatan pompa vakum harus mengikuti rencana yang telah ditetapkan dan disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
- b) Pemasangan pompa vakum dilakukan setelah Geomembran selesai dilaksanakan serta setelah seluruh sistem dalam lahan telah terpasang.
- c) Pompa vakum dan generator harus diletakan pada posisi yang lebih tinggi dari lahan sehingga tidak tergenang air.

**SKh-1.3.12.5 PENGENDALIAN MUTU**

Untuk pemantauan stabilitas, penurunan dan tekanan air pori dari timbunan akibat pelaksanaan vakum, Penyedia Jasa harus memasang peralatan/instrumen pemantauan.

Instrumen pemantauan umumnya terdiri dari 2 (dua), yaitu instrumen yang harus ada saat pelaksanaan pekerjaan dan instrumen yang digunakan jika diperlukan.



a) **Penurunan Vertikal**

- i) Pelat Penurunan (*Total Settlement Plate*) dipasang pada setiap jarak 50 meter di atas permukaan tanah asli.
- ii) Dalam satu penampang melintang dipasang 3 (tiga) titik pada posisi *center* dan kedua sisi kiri dan kanan sehingga dapat menggambarkan kontur *settlement*.
- iii) Penanda/indikator penurunan permukaan di atas permukaan tanah dilakukan terhadap patok tetap (*benchmark*) yang tidak dipengaruhi oleh penurunan tanah dasar.
- iv) Hasil pembacaan penurunan vertikal digunakan untuk mengobservasi derajat konsolidasi dan memprediksi penurunan yang terjadi terhadap total penurunan konsolidasi yang dihitung menggunakan metode Asaoka atau metode lainnya yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
- v) Pemantauan pelat penurunan (*totalsettlement plate*) dilakukan 1 (satu) hari sekali pada waktu yang sama selama 1 (satu) bulan sejak mulai pelaksanaan vakum dan setiap 3 (tiga) hari sekali pada waktu yang sama sampai selesainya proses vakum.
- vi) Proses vakum dianggap selesai apabila derajat konsolidasi mencapai minimal 90%. Hal itu tercermin pada pembacaan penurunan tanah yang terjadi selama 5 (lima) hari berturut-turut sebesar 2 (dua) mm – 3 (tiga) mm per hari dan selanjutnya akan dianalisa menggunakan metode Asaoka.

b) **Pengukuran Tekanan Vakum**

- i) Tekanan vakum diukur dengan menggunakan pengukur tekanan vakum (*vacuum gauge*).
- ii) Pengukur tekanan vakum tersebut harus memiliki skala sampai dengan -100 kPa.
- iii) Pengukur tekanan vakum di pasang pada pompa vakum dan titik-titik tertentu dalam area vakumdengan distribusi 1 buah setiap 2.500 - 4.500m<sup>2</sup> atau sesuai petunjuk dan disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

iv) Pemantauan pengukuran tekanan vakum dilakukan 1 (satu) hari sekali pada waktu yang sama sampai selesainya proses vakum.

**c) Pengukuran Tekanan Air Pori**

- i) Tekanan air pori diukur menggunakan *piezometer*.
- ii) *Piezometer* yang dipasang harus dapat mengukur tekanan air pori negatif akibat tekanan vakum. *Piezometer* yang digunakan adalah tipe *vibrating wire* pada lokasi dan kedalaman sesuai rencana di dalam area vakum.
- iii) Indikator nilai tekanan air pori diperoleh dari pembacaan alat pengukur tekanan air pori pada alat baca *piezometer*.
- iv) *Piezometer* dipasang pada setiap titik pengamatan di setiap kedalaman 5 meter dan penambahannya dengan jumlah minimal satu titik pengamatan setiap partisi.
- v) Pemantauan tekanan air pori menggunakan *piezometer* dilakukan 1 (satu) hari sekali pada waktu yang sama selama 1 (satu) bulan sejak mulai pelaksanaan vakum dan setiap 3 (tiga) hari sekali pada waktu yang sama sampai selesainya proses vakum.

**d) Pengukuran Pergerakan Tanah Lateral**

- i) Pergerakan tanah lateral diukur menggunakan *inclinometer*.
- ii) *Inclinometer* harus dipasang 1 (satu) sampai 2 (dua) unit per partisi pada bagian lereng yang paling rawan atau pada lokasi dengan kedalaman sesuai rencana yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan. *Inclinometer* dipasang di luar area yang divakum yang terpengaruh oleh pergerakan tanah.
- iii) Indikator pergerakan tanah diperoleh dari pembacaan alat pengukur melalui alat baca *inclinometer*.
- iv) *Inclinometer* tersebut harus dilindungi sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk pengamatan pada saat kondisi layan.
- v) Pemantauan tanah lateral menggunakan *inclinometer* dilakukan setiap 1 (satu) hari sekali pada waktu yang sama selama 1 (satu)

bulan sejak mulai pelaksanaan vakum dan setiap 4 (empat) hari sekali sampai selesainya proses vakum.

### **SKh-1.3.12.6 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN**

#### **1. Pengukuran Pekerjaan**

Pekerjaan percepatan konsolidasi tanah dengan metode penyalir vertikal (PVD) dengan vakum dan PVD harus diukur sebagai jumlah meter persegi lahan meliputi sistem yang telah terpasang sesuai dengan gambar atau garis batas yang ditentukan Direksi Pekerjaan dengan ketentuan-ketentuan yang sesuai dengan Spesifikasi ini.

Pekerjaan ini dapat diterima dan dapat dilakukan pembayaran sistem *vacuum* bila sudah memenuhi kedua persyaratan sebagai berikut :

- a) Derajat Konsolidasi mencapai minimal 90%; dan
- b) Daya Dukung tanah pada level Geomembran mencapai minimal (-)80 kPa.

Tidak ada pembayaran tambahan dalam pembongkaran dan pelaksanaan ulang dalam pekerjaan ini sebagaimana yang diuraikan dalam Pasal SKh-1.3.12.1.(8).

#### **2. Dasar Pembayaran**

Kuantitas yang diukur seperti diuraikan diatas harus dibayar per m<sup>2</sup> yang dimasukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga untuk Mata Pembayaran terdaftar dibawah, dimana harga tersebut harus sudah merupakan kompensasi penuh untuk pengadaan, pemasangan, penyelesaian akhir semua bahan yang diperlukan untuk pekerjaan percepatan konsolidasi tanah dengan metode penyalir vertikal dengan vakum dan PVD inidan termasuk semua pengujian bahan, seluruh biaya lainnya yang perlu atau biaya untuk penyelesaian yang sebagaimana mestinya dari pekerjaan yang diuraikan dalam Seksi ini.



<b>Item Pembayaran</b>	<b>Nama Mata Pembayaran</b>	<b>Satuan</b>
SKh-1.3.12.(1)	Percepatan Konsolidasi Tanah dengan Metode Penyalir Vertikal dengan Vakum dan PVD	M <sup>2</sup>