



REPUBLIK INDONESIA

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT

DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM



**PENYALIR VERTIKAL PRA-FABRIKASI (*PREFABRICATED
VERTICAL DRAIN, PVD*)**

SKh.2.3.22



2024



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

Jalan Pattimura Nomor 20, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12110, Telepon (021)-7203165, Faksimili (021) 7393938

Nomor : BM 0301-Db/52
Sifat : Biasa
Lampiran : Satu Berkas
Hal : Persetujuan Penggunaan Spesifikasi Khusus
Interim tentang Penyalir Pra-Fabrikasi
(*Prefabricated Vertical Drain, PVD*)

Jakarta, 19 Januari 2024

Yth. 1. Sekretaris Direktorat Jenderal Bina Marga
2. Para Direktur di Direktorat Jenderal Bina Marga
3. Para Kepala Balai Besar/Balai Pelaksanaan Jalan Nasional
4. Para Kepala Balai Teknik di Direktorat Jenderal Bina Marga
5. Para Kepala Satuan Kerja di Direktorat Jenderal Bina Marga
di Tempat

Bersama ini disampaikan Dokumen Spesifikasi Khusus Interim, sebagai berikut:

| No. | Nomor Spesifikasi Khusus Interim | Judul Dokumen |
|-----|----------------------------------|---|
| 1. | SKh.2.3.22 | Penyalir Pra-Fabrikasi (<i>Prefabricated Vertical Drain, PVD</i>) |

Spesifikasi Khusus Interim tersebut telah disetujui untuk dipergunakan menjadi acuan bagi para pemangku kepentingan di Direktorat Jenderal Bina Marga dalam pelaksanaan pekerjaan Penyalir Pra-Fabrikasi (*Prefabricated Vertical Drain, PVD*).

Demikian disampaikan, untuk dapat dipergunakan dengan penuh tanggung jawab.

Direktur Jenderal Bina Marga,

Hedy Rahadian
NIP 19640314 199003 1 002

Tembusan:

1. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
2. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
3. Inspektur Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
4. Direktur Jenderal Bina Konstruksi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.2.3.22

PENYALIR VERTIKAL PRA-FABRIKASI (*PREFABRICATED VERTICAL DRAIN, PVD*)

SKh.2.3.22.1 UMUM

1) Uraian

- a) Pekerjaan ini harus meliputi penyediaan dan pemasangan Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi (*Prefabricated Vertical Drain, PVD*) pada tanah lunak untuk sistem pra-pembebanan (*preloading*) untuk percepatan konsolidasi, yang ditempatkan dan diatur sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar dan memenuhi ketentuan yang disyaratkan dalam Spesifikasi ini.
- b) PVD adalah bahan berbentuk pita plastik yang terdiri dari inti (*core*) dan filter pembungkus (*jacket*) yang dipasang secara vertikal dengan suatu metode pemasangan tertentu yang berfungsi sebagai penyalir.
- c) Inti PVD berfungsi untuk menopang filter pembungkus dan sebagai jalan aliran air sepanjang penyalir.
- d) Selimut PVD berfungsi untuk memisahkan inti dari tanah sekeliling dan filter untuk membatasi lolosnya tanah ke bagian inti.
- e) *Discharge capacity* atau kapasitas pengaliran adalah salah satu sifat-sifat (*properties*) dari inti PVD.
- f) Diameter ekuivalen (*dw*) adalah salah satu sifat *properties* drainase sebagai diameter drainase lingkaran yang mempunyai kinerja drainase radial secara teoritis.
- g) *Mandrel* adalah pelindung (*casing*) PVD terhadap gangguan tanah.
- h) Angkur adalah bahan yang ditempatkan pada ujung PVD yang berfungsi sebagai penahan ujung PVD.

2) Pekerjaan Spesifikasi Khusus Lain dan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | |
|--|--------------|
| a) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| b) Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| c) Bahan dan Penyimpanan | : Seksi 1.11 |
| d) Pengamanan Lingkungan Hidup | : Seksi 1.17 |
| e) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| f) Manajemen Mutu | : Seksi 1.21 |
| g) Pasangan Batu dengan Mortar | : Seksi 2.2 |
| h) Gorong-gorong dan Saluran Beton U | : Seksi 2.3 |
| i) Drainase Porous | : Seksi 2.4 |
| j) Galian | : Seksi 3.1 |
| k) Timbunan | : Seksi 3.2 |
| l) Geotekstil | : Seksi 3.5 |
| m) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) | : SKh-1.1.22 |
| n) Instrumentasi Geoteknik | : SKh-1.3.7 |

- o) Penyalir Horizontal Pra-Fabrikasi (*Prefabricated Horizontal Drain*, PHD) : SKh-1.3.10

3) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI):

- SNI 08-4418-1997 : Cara uji ukuran pori-pori geotekstil
 SNI 08-4644-1998 : Cara uji kekuatan sobek geotekstil cara trapesium
 SNI 08-6511-2001 : Daya tembus air pada geotekstil-cara uji
 SNI 8058:2014 : Metode uji indeks tahanan tusuk geomembran dan produk sejenisnya
 SNI 4416:2017 : Metode uji sifat-sifat tarik geotekstil dengan cara pita lebar (ASTM D4595-11, MOD)
 SNI 4417:2017 : Metode uji beban putus dan mulur geotekstil dengan cara cekau (*grab*) (ASTM D4632/D4632M-15a, MOD)
 SNI 8460:2017 : Persyaratan perancangan geoteknik

American Standard of Testing and Materials (ASTM):

- ASTM D3785-20 : *Standard performance specification for woven necktie and scarf fabrics*
 ASTM D4491/D4491M-22 : *Standard test methods for water permeability of geotextiles by permittivity*
 ASTM D4533/D4533M-15 : *Standard test method for trapezoid tearing strength of geotextiles*
 ASTM D4716/D4716M-22 : *Test method for determining the (in-plane) flow rate per unit width and hydraulic transmissivity of geosynthetic using a constant head*
 ASTM D4751-21a : *Standard test methods for determining apparent opening size of a geotextile*
 ASTM D4833/D4833M-07(2020) : *Standard test method for index puncture resistance of geomembranes and related products*
 ASTM D5199-12(2019) : *Standard test method for measuring the nominal thickness of geosynthetics*
 ASTM D5261-10(2018) : *Standard test method for measuring mass per unit area of geotextiles*
 ASTM D6918-09(2022) : *Standard testing method for testing vertical strip drains in the crimped condition*
 ASTM D7238-20 : *Standard test method for effect of exposure of unreinforced polyolefin geomembrane using fluorescent uv condensation apparatus*

Geosynthetic Research Institute (GRI):

- GRI GC16-2017 : *Standard specifications for test methods, required properties and testing frequency for Prefabricated Vertical Drains (PVDs)*

Europe Standard (EN):

| | |
|----------------------|--|
| BS EN 15237:2007 | : <i>Execution of special geotechnical works. Vertical drainage</i> |
| BS EN ISO 10321:2008 | : <i>Geosynthetics - Tensile test for joints/seams by wide-width strip method.</i> |
| BS EN ISO 10319:2015 | : <i>Geosynthetics - wide-width tensile test</i> |
| BS EN 13252:2016 | : <i>Geotextiles and geotextile-related products- Characteristics required for use in drainage systems</i> |
| EN ISO 11058:2019 | : <i>Geotextiles and geotextile-related products- Determination of water permeability characteristics normal to the plane, without load (ISO 11058:2019)</i> |

4) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa harus mengajukan Gambar yang menunjukkan lokasi dan elevasi yang telah disiapkan untuk pemasangan PVD kepada Pengawas Pekerjaan untuk dimintakan persetujuan sebelum memulai pekerjaan.
- b) Penyedia Jasa harus menyerahkan contoh bahan PVD yang akan digunakan beserta hasil pengujiannya kepada Pengawas Pekerjaan sebelum memulai pemasangan PVD sebagaimana yang disyaratkan dalam Pasal 1.11.1.(3).(c) dari Spesifikasi Umum.

5) Jadwal Kerja

Pemasangan PVD harus disesuaikan dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan tanah.

6) Kondisi Tempat Kerja

Penyedia Jasa harus menjamin bahwa pekerjaan harus dijaga tetap kering segera sebelum dan selama pekerjaan pemasangan PVD.

7) Cuaca yang Diizinkan untuk Bekerja

Bahan PVD tidak boleh dipasang pada saat akan turun hujan atau selama hujan berlangsung.

8) Pengendalian Lalu Lintas

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

SKh.2.3.22.2 BAHAN

1) Umum

- a) PVD harus berupa bahan yang dibuat di pabrik dan terdiri dari inti dan selimut PVD. Selimut PVD harus memberi peluang bebas mengalirnya air pori ke bagian inti tanpa terjadi kehilangan butiran tanah atau erosi buluh (*piping*). Inti harus memberi kesempatan aliran air drainase vertikal yang menerus.
- b) PVD harus berbentuk pita dengan rasio lebar terhadap tebal tidak lebih dari 50.

2) Selimut PVD

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan berkaitan dengan bahan selimut PVD adalah sebagai berikut:

- a) Selimut PVD harus berupa geotekstil *non-woven* sintetis yang mampu menahan semua lendutan, hantaman dan gaya-gaya tarik selama pemasangan.
- b) Bahan selimut tidak boleh mengalami kerusakan setempat (misalnya rusaknya filter oleh butiran pasir atau kerikil).
- c) Bahan selimut harus cukup kuat untuk menahan tekanan tanah lateral akibat pemasangan dan beban tambahan sehingga fungsinya tidak terganggu.
- d) Bahan selimut harus cukup fleksibel untuk menekuk selama pemasangan dan terhadap pengaruh penurunan konsolidasi tanpa mengalami kerusakan.
- e) Bahan selimut tidak boleh mengalami retakan dan pengelupasan selama pemasangan.
- f) Bahan selimut harus memenuhi ketentuan spesifikasi berikut ini:

Tabel SKh.2.3.22.1) Persyaratan Bahan Selimut (Filter)

| Sifat-sifat | | Standar Pengujian | Persyaratan |
|---|--|--|-------------|
| Kuat Tarik <i>Grab</i> (<i>Grab Tensile Strength</i>), min. (N) | ≤ 25 m | SNI 4417:2017 | 300 |
| | > 25 m atau kondisi tanah yang sulit | | 350 |
| Kuat Sobek (<i>Tear Strength</i>), min. (N) | ≤ 25 m | SNI 08-4644-1998 | 60 |
| | > 25 m atau kondisi tanah yang sulit | | 110 |
| Ketahanan Tusuk (<i>Puncture Strength</i>), min. (N) | ≤ 25 m | ASTM D4833-22a | 80 |
| | > 25 m atau kondisi tanah yang sulit | | 220 |
| Kuat Tarik Arah Memanjang untuk Pemasangan, min. (kN/m) | ≤ 25 m | BS EN ISO 10319/SNI 4416:2017 (ASTM D4595) | 3 |
| | > 25 m atau kondisi tanah yang sulit | | 6 |

| Sifat-sifat | Standar Pengujian | Persyaratan |
|---|---|--------------|
| Ukuran Pori-pori Geotekstil, maks. (μm) (<i>Apparent Opening Size, O95</i>) | SNI 08-4418-1997 (ASTM D4751)/ISO 12956 | 210 (#70) |
| Permitivitas, min. (detik^{-1}) | SNI 08-6511-2001/EN ISO 11058:2019/ASTM D4491 | 0,3 |
| Pemuluran <i>Grab</i> , min. (%) | SNI 4417:2017 | 2 |
| Pemuluran dengan Gaya Tarik 0,5 kN, maks. (%) | | 10 |

Catatan:

- Seluruh nilai pada SKh.2.3.22.1), kecuali Ukuran Pori-pori Geotekstil (*Apparent Opening Size, AOS*), menunjukkan nilai gulungan rata-rata minimum pada arah utama terlemah. Nilai Ukuran Pori-pori Geotekstil menunjukkan nilai gulungan rata-rata maksimum.
- Bahan selimut harus diuji pada kondisi jenuh dan kering, diambil dari nilai yang terendah.

Tabel SKh.2.3.22.2) Persyaratan PVD (Komposit)

| Sifat-sifat | Standar Pengujian | Persyaratan |
|--|--|-------------|
| Lebar (mm) | | 100 ± 2 |
| Tebal min. (mm) | ASTM D5199-12(2019) | 3 |
| Kapasitas Pengaliran (<i>Discharge Capacity</i>) ⁽¹⁾ min. (liter per menit) | ASTM D4716/ D4716M-22/ISO 12958 | 6 |
| Kuat Tarik min. (kN) | SNI 4416:2017 ⁽²⁾ (ASTM D4595)/ISO 10319 | 1 |

Catatan:

- Dalam kondisi yang diterima dengan tegangan normal 5 kg/cm^2 (50 kPa) dan gradien hidrolik 1,0. Dalam hal ini, pengurangan kapasitas pelepasan reduksi inti yang tertekuk (ASTM D6918-09(2022)) harus dievaluasi secara independen dan disertakan dalam desain sebagai faktor reduksi.
- Modifikasi terhadap SNI 4416:2017, lebar benda uji dari 200 mm diubah menjadi 100 mm.

3) Inti PVD

Inti PVD dapat berupa bahan *Polypropylene* (PE) atau *Polystyrene* (PS) atau *Polyamide* (PA) atau bahan lain sesuai dengan SNI 8460:2017 untuk memungkinkan aliran air sepanjang sumbu penyalir vertikal pra-frabrikasi (PVD).

4) PVD Terangkai

PVD terangkai harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- PVD terangkai harus tahan terhadap pembusukan basah, jamur, aksi bakteri, serangga, garam dalam larutan dalam air tanah, asam, alkali, pelarut, dan bahan penting lainnya dalam air tanah setempat.

- b) Hanya satu jenis PVD terangkai yang digunakan untuk pekerjaan kecuali ditentukan lain atau disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- c) Bahan PVD harus diberi label atau ditandai sedemikian rupa sehingga informasi untuk identifikasi contoh dan maksud pengendalian mutu lainnya dapat dibaca dari label tersebut. Minimal, setiap gulungan harus diidentifikasi oleh pabrik untuk nomor lot atau nomor kendali, nomor gulungan individu, tanggal pembuatan, nama pabrik dan identifikasi produk dari selimut dan inti.
- d) Semua bahan yang mengalami kerusakan selama pengiriman, bongkar muat, penyimpanan, atau penanganan dan/atau yang tidak memenuhi ketentuan minimum dari bahan PVD harus ditolak oleh Pengawas Pekerjaan. Tidak ada pembayaran dalam bentuk apapun untuk bahan yang ditolak.
- e) PVD harus memiliki diameter setara minimum 2 inci (50 mm) menggunakan definisi diameter setara berikut:

$$dw = (a + b) / 2$$
 dimana:
 dw = diameter lingkaran setara PVD dengan PVD berbentuk pita
 a = lebar PVD berbentuk pita
 b = tebal PVD berbentuk pita

SKh.2.3.22.3 PERALATAN

Kecuali jika tekanan pada tanah (*ground pressure*) yang diizinkan akibat alat instalasi ditunjukkan dalam Gambar, ketentuan lain peralatan untuk pemasangan PVD adalah sebagai berikut:

- a) PVD harus dipasang menggunakan alat yang dapat meminimalkan gangguan pada tanah selama kegiatan pemasangan dan pada saat mempertahankan *mandrel* dalam posisi vertikal, yang harus disetujui Pengawas Pekerjaan;
- b) PVD harus dipasang dengan menggunakan sebuah *mandrel* atau lengan (*sleeve*) yang harus dimasukkan dengan cara mendorong ke dalam tanah. *Mandrel* atau *sleeve* harus melindungi PVD dari sobekan, terpotong, dan terkikis selama pemasangan, dan harus dicabut kembali setelah PVD terpasang;
- c) Untuk mengurangi gangguan pada tanah, *mandrel* atau *sleeve* harus mempunyai luas potongan melintang maksimum sesuai dengan ketentuan bahan PVD yang ditentukan. *Mandrel* atau *sleeve* harus cukup kaku untuk mencegah terjadinya goyangan atau defleksi selama pelaksanaan pemasangan; dan
- d) *Mandrel* atau *sleeve* harus dilengkapi dengan pelat jangkar atau pengaturan serupa pada bagian dasar untuk mencegah masuknya tanah ke dasar *mandrel* selama pemasangan PVD dan untuk menjangkar ujung PVD pada kedalaman yang ditentukan saat *mandrel* dicabut kembali. Dimensi jangkar harus sedikit lebih besar dari dimensi *mandrel* agar dapat mengurangi pengaruh gangguan pada tanah. Penyedia Jasa harus menjamin sistem akseptabilitas dan prosedur penjangkaran serta mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

SKh.2.3.22.4 PELAKSANAAN

1) Persiapan Pemasangan

- a) Sebelum dilakukan pemasangan PVD terlebih dahulu dilakukan pekerjaan persiapan lapangan seperti pembersihan dan penyiapan kelaendaian.
- b) 2 (dua) minggu sebelum dimulainya percobaan pemasangan, Penyedia Jasa harus menyerahkan rincian lengkap tentang bahan, peralatan, urutan dan metode yang diusulkan untuk pemasangan PVD kepada Pengawas Pekerjaan untuk ditinjau dan disetujui. Persetujuan Pengawas Pekerjaan tentang urutan dan metode pemasangan tidak membebaskan Penyedia Jasa dari tanggung-jawabnya untuk memasang PVD sesuai dengan Gambar dan ketentuan yang disyaratkan dalam Spesifikasi ini.
- c) Sebelum pemasangan produk PVD, Penyedia Jasa harus menunjukkan bahwa peralatan, metode, dan bahannya menghasilkan kinerja yang baik. Penyedia Jasa diminta untuk memasang 3 (tiga) percobaan dengan panjang total sekitar 30 meter di lokasi yang ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan.
- d) Jika Pengawas Pekerjaan memandang bahwa metode pemasangan tidak memberikan hasil yang memadai, Penyedia Jasa harus mengubah metode dan/atau peralatannya sebagaimana diperlukan untuk memenuhi ketentuan dalam Spesifikasi ini.

2) Pemasangan

Dalam melaksanakan pemasangan PVD harus diperhatikan hal-hal berikut:

- a) PVD harus ditempatkan, diberi nomor dan dipatok dengan menggunakan *baseline* dan *benchmark* sesuai Gambar. Penyedia Jasa harus mengambil langkah pencegahan untuk melindungi patok dan bertanggung jawab atas setiap pematokan kembali. Titik pemasangan PVD tidak boleh bervariasi lebih dari 15 cm dari titik rencana.
- b) PVD yang terletak lebih dari 15 cm terhadap titik rancangan atau rusak atau tidak terpasang sebagaimana mestinya, akan ditolak dan ditinggalkan di tempat.
- c) PVD harus dipasang dari permukaan lantai kerja hingga kedalaman yang ditunjukkan dalam Gambar, atau sampai kedalaman yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Pengawas Pekerjaan dapat mengubah kedalaman, jarak, atau jumlah PVD yang akan dipasang, dan dapat merevisi batas-batas rencana pekerjaan ini jika diperlukan.
- d) Selama pemasangan PVD, Penyedia Jasa harus menyediakan kepada Pengawas Pekerjaan perangkat yang sesuai untuk menentukan kedalaman PVD yang telah dipasang setiap saat dan panjang PVD (hingga 50 mm terdekat) yang dipasang di setiap titik.
- e) Peralatan untuk memasang PVD harus dikalibrasi sebelum pemasangan setiap PVD dan tidak boleh berbeda lebih dari 50 mm dalam 3 m selama pemasangan setiap PVD.
- f) PVD harus dipasang menggunakan gaya tekan menerus dengan beban statis.
- g) Teknik pemasangan yang memerlukan pemancangan tidak akan diizinkan. Teknik *jetting* akan diizinkan hanya setelah adanya persetujuan tertulis dari Pengawas Pekerjaan.

- h) Pemasangan harus dilaksanakan tanpa menimbulkan kerusakan pada PVD selama menekan atau menarik kembali *mandrel*. Naik atau turunnya *mandrel* selama kemajuan pekerjaan secara bergantian tidak diizinkan. Pengangkatan *mandrel* hanya akan diizinkan setelah selesainya pemasangan PVD.
- i) PVD yang telah terpasang harus dipotong dengan rapi 0,30 m di atas lantai kerja.
- j) Penyedia Jasa harus mematuhi tindakan pencegahan yang diperlukan untuk melindungi perangkat instrumentasi lapangan manapun. Penyedia Jasa harus mengganti, atas biaya sendiri, setiap peralatan instrumentasi yang telah rusak atau menjadi tidak dapat diandalkan sebagai akibat dari kegiatannya sebelum melanjutkan pemasangan PVD atau melanjutkan kegiatan pelaksanaan.

3) Hambatan

- a) Penyedia Jasa harus bertanggung jawab untuk menembus setiap lapisan tanah apapun yang diperlukan untuk memasang PVD.
- b) Jika ditemukan hambatan di bawah permukaan lantai kerja yang tidak dapat ditembus oleh alat pemasang PVD, Penyedia Jasa harus menyelesaikan pemasangan PVD dari elevasi permukaan lantai kerja sampai elevasi hambatan dan memberitahukan kepada Pengawas Pekerjaan sebelum melanjutkan pemasangan PVD lainnya. Menurut pendapat Pengawas Pekerjaan dan berdasarkan hasil tinjauan Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus berupaya memasang PVD baru sejauh maksimum 0,60 m dari posisi PVD yang terganggu.
- c) Bilamana hambatan ditemukan, prosedur berikut harus diterapkan dengan urutan berikut:
 - i) Penyedia Jasa harus segera memberitahu Pengawas Pekerjaan sebelum menyelesaikan PVD dan sebelum memasang PVD lainnya.
 - ii) Penyedia Jasa akan berupaya memasang PVD yang berdekatan dengan lokasi yang terhambat. Berdasarkan hasil pemasangan ini dan atas perintah Pengawas Pekerjaan serta hasil peninjauan Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus:
 1. Berupaya memasang PVD di luar PVD yang terhambat pemasangannya dengan jarak mendatar 600 mm, atau
 2. Menerapkan prosedur pembersihan halangan dan memasang PVD di lokasi rancangan.
- d) Prosedur pembersihan hambatan hanya akan dilaksanakan sebagaimana perintah Pengawas Pekerjaan.
- e) Jika diizinkan oleh Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa dapat menggunakan pengeboran tangan (*augering*), melubangi (*spudding*) atau metode lain untuk menggemburkan tanah dan membersihkan hambatan, asalkan pengeboran tangan tidak boleh menembus lebih dari 600 mm ke dalam lapisan tanah kompresif (*compressible soil*).
- f) Jika metode yang dipilih adalah pengeboran tangan, alat pengeboran harus mempunyai diameter luar minimum sama dengan dimensi horizontal terbesar antara *mandrel* dan angkur, diambil nilai terbesar. Diameter luar maksimum alat bor tidak boleh lebih besar dari 7,50 cm dari diameter luar minimum.

4) Penyambungan

- a) Penyambungan bahan PVD harus dilaksanakan dengan *stapling* dan dengan cara yang cekatan sehingga dapat menjamin kesinambungan hidraulik dan struktural PVD.
- b) Dari setiap PVD yang dipasang hanya diperbolehkan maksimal 1 (satu) kali penyambungan tanpa perlu izin khusus dari Pengawas Pekerjaan.
- c) Selimut dan inti PVD harus tumpang-tindih (*overlapping*) sepanjang minimum 200 mm pada setiap sambungan.

SKh.2.3.22.5 PENGENDALIAN MUTU

1) Aspek Kualitas Pengerjaan (*Workmanship*)

Keberhasilan penggunaan PVD di lapangan sangat dipengaruhi oleh cara kerja Penyedia Jasa dalam hal pemasangan. Masalah umum yang biasanya terjadi selama proses pemasangan PVD antara lain: "*Smear Impact*", jarak antar PVD, pengendalian jalan keluarnya air serta kapasitas kemampuan pengaliran dari bahan PVD.

Memperkecil pengaruh gangguan akibat "*Smear Zone*" di sekitar selimut PVD adalah sangat penting, karena hal ini dapat berakibat menurunkan tingkat permeabilitas tanah yang berhubungan langsung kepada aliran air menuju horizontal drainase. Dampak lebih jauh akan memperlambat proses konsolidasi sebagaimana yang sudah ditetapkan dalam Gambar.

Gangguan tersebut di atas dapat dikontrol dengan meminimalkan jumlah naik-turunnya *mandrel* selama pekerjaan pemasangan PVD. Penusukan *mandrel* harus gerakan yang menerus dengan kecepatan konstan dan tanpa proses penggetaran.

Selanjutnya pengendalian mutu (*quality control*) dalam pelaksanaan pemasangan PVD harus merupakan perhatian utama. Faktor keberhasilan dalam pemasangan PVD adalah dengan cara memperkecil pengaruh gangguan tanah, ketepatan titik pemasangan, menghindari kerusakan bahan PVD terutama pada bagian selimut dan penggunaan alat pemasangan dengan sistim yang tepat.

Data pemasangan pada setiap titik PVD direkam pada *data-logging system* yang dipasang pada kabin operator. Data tersebut lalu dipindahkan ke komputer untuk diproses lebih lanjut. Informasi penting yang diperlukan antara lain:

- a) Tanggal pemasangan;
- b) Titik referensi PVD;
- c) Kedalaman penetrasi (panjang PVD);
- d) Durasi penetrasi yang diperlukan untuk mencapai kedalaman rencana; dan
- e) Halangan dan keterlambatan selama pekerjaan.

2) Sertifikasi

- a) Penyedia Jasa harus menyerahkan sertifikat pabrik kepada Pengawas Pekerjaan yang mencantumkan nama pabrik pembuat, nama produk, nomor jenis produk, dan informasi penting lainnya yang menggambarkan PVD secara menyeluruh.
- b) Pihak pemasok bertanggung jawab untuk melaksanakan dan mempertahankan keberlangsungan suatu program pengendalian mutu untuk memastikan kesesuaian

bahan terhadap ketentuan yang disyaratkan dalam Spesifikasi. Dokumentasi yang menjelaskan tentang program pengendalian mutu harus tersedia.

- c) Sertifikat dari pemasok harus menyatakan bahwa PVD yang diberikan memenuhi syarat Nilai Gulungan Rata-rata Minimum setelah dievaluasi di bawah program pengendalian mutu. Sertifikat ini harus disahkan oleh pihak yang berwenang.
- d) Penamaan atau penandaan yang salah pada suatu bahan harus ditolak.

3) Pengambilan Contoh, Pengujian, dan Penerimaan

- a) PVD harus diambil contohnya dan diuji untuk memastikan kesesuaiannya dengan Spesifikasi ini.
- b) Penyedia Jasa harus menyerahkan sebanyak 3 (tiga) contoh sambungan sesuai dengan ketentuan yang disyaratkan sebelum pemasangan PVD. Contoh sambungan PVD harus cukup panjang termasuk tambahan panjang sebesar 0,60 m pada kedua sisinya.
- c) Selama pelaksanaan, contoh uji harus dipotong minimal dari satu gulungan yang dipilih secara acak untuk mewakili setiap pengiriman atau 100.000 m panjang, dipilih yang terkecil. Contoh yang diambil minimal memiliki panjang 3 m dan harus sepanjang lebarnya. Contoh yang diserahkan untuk pengujian harus mewakili panjang PVD. Contoh tersebut tidak boleh digunakan sampai diterima oleh Pengawas Pekerjaan. Contoh diterima setelah dilakukan verifikasi terhadap dimensi fisik, pabrik pembuat, label PVD, dan sertifikat bahan yang berisi mengenai sifat-sifat fisik dan kimia.
- d) Jika terdapat contoh yang tidak memenuhi ketentuan yang disyaratkan, gulungan tersebut harus ditolak dan 2 (dua) contoh tambahan harus diambil secara acak dari dua gulungan lainnya yang mewakili satu pengiriman atau sepanjang 100.000 m, dipilih yang terkecil. Jika salah satu dari 2 (dua) contoh tambahan ternyata tidak memenuhi ketentuan yang disyaratkan, seluruh jumlah PVD yang diwakili oleh 2 (dua) contoh tersebut harus ditolak.
- e) Penyedia Jasa harus menunjukkan sumber bahan yang diusulkan sebelum pengiriman ke lapangan. Penyedia Jasa juga harus menyimpan sertifikat pembelian dari pemasok untuk verifikasi jenis dan karakteristik fisik dari PVD yang akan digunakan.

4) Pengiriman dan Penyimpanan

- a) Bahan PVD harus diberi label atau tanda sehingga informasi untuk identifikasi contoh dan maksud pengendalian mutu lainnya dapat dibaca dari label tersebut. Pabrik pembuat minimal harus mencantumkan dalam setiap gulungan PVD informasi berikut: nomor lot atau nomor kontrol, nomor gulungan, tanggal pembuatan, pabrik pembuat, dan identifikasi produk dari selimut dan inti. Setiap dokumen pengiriman harus mencantumkan pernyataan bahwa bahan yang dikirimkan telah sesuai dengan Sertifikat Pabrik.
- b) Setiap gulungan PVD harus dibungkus dengan suatu bahan yang dapat melindungi PVD (kertas tebal, kain goni, atau lapisan pelindung tebal yang serupa) terhadap sinar matahari, lumpur, kotoran, debu, batang pohon, dan bahan perusak lainnya, termasuk ujung-ujung gulungan, dari kerusakan selama pengiriman. Bungkus pelindung harus dipelihara selama periode pengiriman dan penyimpanan.

- c) Semua PVD yang mengalami kerusakan pada waktu pengangkutan, pembongkaran, penyimpanan, atau perawatan dan yang tidak memenuhi persyaratan minimum harus ditolak
- d) Selama penyimpanan, gulungan PVD harus diletakkan di atas permukaan tanah dan ditutup secukupnya untuk melindungi dari hal berikut: kerusakan akibat pelaksanaan, presipitasi, radiasi ultraviolet termasuk sinar matahari, senyawa kimia bersifat asam atau basa kuat, api termasuk percikan las, temperatur melebihi 71°C dan kondisi lingkungan lain yang dapat merusak sifat fisik PVD.

5) Frekuensi Pengujian

PVD harus memenuhi semua ketentuan yang disyaratkan pada Pasal SKh.2.3.22.2 dari Spesifikasi ini. Bilamana belum terdapat ketentuan terkait maka dapat digunakan standar nasional negara lain yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan dengan frekuensi pengujian sebagaimana yang tercantum dalam Tabel SKh.2.3.22.3).

Tabel SKh.2.3.22.3) Frekuensi Pengujian PVD

| Sifat-Sifat | Metode Pengujian | Frekuensi Pengujian |
|---|--|------------------------|
| Filter | | |
| Ketebalan | ASTM D5199-12(2019) | 25.000 m ² |
| Ukuran Pori | SNI 08-4418-1997 (ASTM D4751)/ISO 12956 | 200.000 m ² |
| Indeks Kecepatan (Permitivitas) | SNI 08-6511-2011 (BS EN ISO 11058:2019)/ASTM D4491 | 200.000 m ² |
| Kuat Tarik Arah Memanjang | EN ISO 10319/SNI 4416:2017 (ASTM D4595) | 200.000 m ² |
| Kuat Tarik Arah Melintang | EN ISO 10319/SNI 4416:2017 (ASTM D4595) | 200.000 m ² |
| PVD Komposit | | |
| Lebar dan Ketebalan | ASTM D5199-12(2019) | 25.000 m |
| Kuat Tarik Arah Memanjang | EN ISO 10319/SNI 4416:2017 (ASTM D4595) | 100.000 m |
| Kapasitas Aliran Saat Lurus | ASTM D4716/D4716M-22/ISO 12958 | 500.000 m |
| Kuat Tarik dari Pelepet/ Sambungan Filter | EN ISO 10321 | 100.000 m |

SKh.2.3.22.6 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran untuk Pembayaran

- a) PVD harus diukur dalam meter panjang setiap titik pemasangan PVD yang telah selesai dan diterima Pengawas Pekerjaan. Panjang PVD yang dibayar haruslah panjang bahan PVD yang telah terpasang di dalam tanah dihitung mulai dari posisi jangkar pada ujung bawah bahan PVD di dalam tanah sampai ujung atas bahan

PVD yang dipotong di atas permukaan tanah lantai kerja. Pembayaran tidak akan dilakukan untuk PVD yang tidak dijangkar kedalaman yang diperlukan.

- b) PVD ditempatkan lebih panjang dari panjang yang ditunjukkan dalam Gambar tidak akan dibayar kecuali tambahan panjang telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebelum atau selama pemasangan PVD.

2) Dasar Pembayaran

Kuantitas yang ditentukan, sebagaimana diuraikan di atas, harus dibayar pada Harga Satuan Kontrak per satuan pengukuran untuk masing-masing mata pembayaran yang terdaftar di bawah ini dan termasuk dalam Daftar Kuantitas, yang harga serta pembayarannya harus merupakan kompensasi penuh untuk pemasokan, pemasangan, pengujian, peralatan, tenaga kerja, dan semua biaya lain-lain yang diperlukan atau lazim untuk penyelesaian yang sebagaimana mestinya dari pekerjaan yang diuraikan dalam Spesifikasi Khusus ini.

| Nomor Mata Pembayaran | Uraian | Satuan Pengukuran |
|-----------------------|---|-------------------|
| SKh.2.3.22.(1) | Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi (<i>Prefabricated Vertical Drain</i> , PVD), Panjang ≤ 25 m | Meter Panjang |
| SKh.2.3.22.(2) | Penyalir Vertikal Pra-Fabrikasi (<i>Prefabricated Vertical Drain</i> , PVD), Panjang > 25 m | Meter Panjang |