



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM



PERLINDUNGAN TIANG PANCANG JEMBATAN DI
LINGKUNGAN LAUT DENGAN *JACKETING SYSTEM OF*
UNDERWATER EPOXY GROUT

SKh-1.7.52

2022





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

Jakarta, 14 April 2022

Nomor : BM 01- Db / 421
Sifat : Segera
Lampiran : 1 (satu) Berkas
Hal : Persetujuan Penggunaan Spesifikasi Khusus Interim
Perlindungan Tiang Pancang Jembatan di Lingkungan
Laut dengan *Jacketing System Of Underwater Epoxy Grout*

Kepada 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 Satuan Kerja di Direktorat Jenderal Bina Marga

di-

Tempat

1. Bersama ini Kami Sampaikan Dokumen Spesifikasi Khusus Interim:

| No. | Nomor Seksi | Judul Dokumen |
|-----|-------------|---|
| 1. | SKh-1.7.52 | Perlindungan Tiang Pancang Jembatan di Lingkungan Laut dengan <i>Jacketing System Of Underwater Epoxy Grout</i> |

2. Spesifikasi tersebut telah disetujui untuk dipergunakan di Direktorat Jenderal Bina Marga dan dimaksudkan untuk menjadikan acuan bagi para pemangku kepentingan di lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga dalam pelaksanaan pekerjaan Perlindungan Tiang Pancang Jembatan di Lingkungan Laut dengan *Jacketing System Of Underwater Epoxy Grout*

Demikian disampaikan, atas perhatian Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Direktur Jenderal Bina Marga,

Hedy Rahadian

NIP 19640314 199003 1 002

Tembusan:

1. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Sebagai Laporan);
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-1.7.52

PERLINDUNGAN TIANG PANCANG JEMBATAN DI LINGKUNGAN LAUT DENGAN *JACKETING SYSTEM OF UNDERWATER EPOXY GROUT*

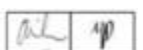
SKh-1.7.52.1 UMUM

1) Uraian Pekerjaan

- a) Pekerjaan ini dimaksudkan untuk memberikan perlindungan tiang pancang baja dan atau beton di lingkungan laut dari kerusakan akibat korosi dengan menggunakan *jacketing system of underwater epoxy grout* baik untuk struktur baru maupun struktur eksisting dalam rangka pemeliharaan.
- b) Jenis bahan yang digunakan pada sistem ini harus dapat langsung diaplikasikan di dalam air, tahan terhadap tumbukan dan benturan benda hanyutan, pengikisan, dan melindungi tiang pancang terhadap serangan fisik dan kimia air laut.
- c) Umur rencana perlindungan tiang pancang menggunakan *jacketing system of underwater epoxy grout* ini minimal 10 tahun tanpa terjadi cacat atau kerusakan secara fisik berupa retak, gompal, dan terlepasnya ikatan jaket pelindung dari permukaan tiang pancang.

2) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa harus mengirimkan informasi lembar data teknis (*Technical Data Sheet*) yang akan digunakan beserta lembar petunjuk keselamatannya (*Material Safety Data Sheet*) yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat sebagaimana yang disyaratkan Seksi 1.8 dari Spesifikasi Umum serta laporan hasil pengujian dari laboratorium yang terakreditasi.
- b) Penyedia Jasa memberitahu secara tertulis tentang metode pelaksanaan dan tahapan pekerjaan perbaikan, jenis peralatan yang akan digunakan beserta jadwal pelaksanaannya.
- c) Sebelum memulai pekerjaan, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menyerahkan gambar kerja, metode kerja, dan detail pelaksanaan perbaikan tiang pancang dengan metode *jacketing system of underwater epoxy grout* sesuai dengan gambar rencana untuk mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.
- d) Penyedia jasa harus membuat benda uji sesuai jenis bahan tiang pancang (minimal 3 buah) yang memperlihatkan hasil pengujian kekuatan lekat (*pull-off*) min. 5 MPa sesuai ASTM D4541 dari bahan *epoxy grout* yang akan diaplikasikan di lapangan.
- e) Penyedia jasa harus menyediakan peralatan-peralatan K3 sesuai Seksi 1.19 Spesifikasi Umum.



3) Pekerjaan Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum yang Berkaitan dengan Seksi Ini

- a) Mobilisasi : Seksi 1.2
- b) Fasilitas dan Pelayanan Pengujian : Seksi 1.4
- c) Kajian Teknis Lapangan : Seksi 1.9
- d) Pengamanan Lingkungan Hidup : Seksi 1.17
- e) Keselamatan dan Kesehatan Kerja : Seksi 1.19
- f) Manajemen Mutu : Seksi 1.21
- g) Fondasi Tiang : Seksi 7.6

4) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI)

SNI 07-0663-1995 : Jaring Kawat Baja Las untuk Tulangan Beton
(wire mesh)

American Association of State Highway and Transport Officials (AASHTO)

AASHTO M235M/M235-13 (2018) : *Standard Specification for Epoxy Resin Adhesives*

American Standard Testing and Material (ASTM)

ASTM D1475 (1998) : *Standard Test Method for Density of Liquid Coatings, Inks, and Related Products*

ASTM D2697 (2021) : *Standard Test Method for Volume Nonvolatile Matter in Clear or Pigmented Coatings*

ASTM C579 (2018) : *Standard Test Methods for Compressive Strength of Chemical-Resistant Mortars, Grouts, Monolithic Surfacing, and Polymer*

ASTM D638 (2003) : *Concretes*

ASTM C580 (2018) : *Test Method for Tensile Properties of Plastics*

ASTM D256 (2010) : *Flexural Modulus Elasticity Mortar Grout*

ASTM D562 (2014) : *Polymer Concretes Test Equipment*

ASTM D93 (2018) : *Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics*

ASTM D4541 (2017) : *Standard Test Method for Consistency of Paints*

ASTM D3363 : *Measuring Krebs Unit (KU) Viscosity Using a Stormer-Type Viscometer*

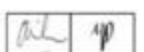
ASTM D3363 : *Standard Test Methods For Flash Point By Pensky-Martens Closed Cup Tester*

ASTM D3363 : *Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers*

ASTM D3363 : *Standard Test Method for Film Hardness by Pencil Test*

American Concrete Institute (ACI)

ACI 546.2R-20 : *Guide to Underwater Repair of Concrete*



SKh-1.7.52.2 PERSYARATAN

1) Penyiapan dan Perlindungan Bahan

- Seluruh material yang akan digunakan harus dalam kemasan asli dan mempunyai tanda atau nomor produksi serta tanggal kadaluwarsanya.
- Kemasan atau wadah material harus benar-benar tertutup sebelum digunakan untuk memastikan tidak ada debu, kotoran maupun udara yang mengkontaminasi material.
- Bahan-bahan yang sudah diterima harus disimpan ditempat yang aman sehingga tidak terjadi perubahan fisik dan atau komposisi kimia akibat pengaruh kondisi lingkungan.
- Apabila terdapat material yang rusak sebelum pelaksanaan dan pada saat penyimpanan, maka Penyedia Jasa bertanggung jawab untuk mengganti material yang rusak.

2) Persyaratan Peralatan

Persyaratan peralatan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel SKh-1.7.52.1) Persyaratan Peralatan

| No | Keterangan | Syarat-Syarat Peralatan |
|----|--------------------------------------|---|
| 1 | Cetakan/Bekisting | Ketebalan : 4 mm (minimum) Bahan : Fiber atau Plat Baja Ukuran : sesuai kondisi di lapangan |
| 2 | Kompresor | Ukuran (min.) : 1.5 Pk |
| 3 | Tabung Injeksi | Tekanan : 10 bar (maks.) 7 bar (min.) |
| 4 | Pengaduk (<i>Hand Mixer</i>) | Kec.putaran : min. 150 rpm |
| 5 | Selang tekanan tinggi | Diameter : $\frac{3}{4}$ inci (sesuai dengan ukuran nipple) |
| 6 | Jangka Sorong | Material : <i>Stainless steel</i> Akurasi : ± 0.07 mm |
| 7 | Peralatan selam | Sesuai dengan persyaratan standar penyelaman sedang (10 s/d 30 m) |
| 8 | <i>Wet Abrasive Blasting Machine</i> | 240 MPa (35.000 psi) |

3) Kondisi Tempat Kerja

- Sebelum melaksanakan pekerjaan Penyedia Jasa harus membersihkan seluruh permukaan tiang pancang yang akan diperbaiki sesuai standar tingkat kebersihan SSPC-TR-2.
- Penyedia Jasa harus menjaga dan bertanggung jawab terhadap kondisi tempat kerja, agar selalu dalam keadaan siap pada setiap tahapan pelaksanaan, dan aman terhadap segala gangguan.

- c) Tempat penyimpanan bahan serta alat yang digunakan harus aman dan terlindung dari pengaruh sifat fisik, cuaca, dan bahan-bahan kimia lainnya.
- d) Penyedia jasa harus memperhitungkan kondisi cuaca dan pasang surut air.

4) Kondisi Cuaca yang Diizinkan

Pelaksanaan pekerjaan perlindungan tiang pancang dapat dilakukan saat air dalam kondisi surut atau pasang, tetapi tidak dalam cuaca buruk. Penyedia Jasa berhak mengajukan rekomendasi kepada pengawas pekerjaan untuk memberhentikan pekerjaan sementara, apabila hasil prakiraan BMKG akan mengalami cuaca ekstrem.

5) Persyaratan Personil

Personil yang melakukan pekerjaan pemasangan perlindungan tiang pancang baja dan atau beton di lingkungan laut menggunakan *Jacketing system of underwater epoxy grout* harus memenuhi kualifikasi dan kompetensi personil yang dikeluarkan oleh lembaga yang berkompeten, termasuk juga personil penyelam yang bersertifikat minimum Scuba diver***-A3 apabila digunakan.

6) Bahan Epoxy Grout

Bahan yang digunakan merupakan campuran dua komponen resin poliamida- midazoline dengan viskositas rendah dan memiliki daya lekat yang sangat baik sesuai dengan ketentuan sebagai berikut.

Tabel SKh-1.7.52.2) Data Teknis Bahan Epoxy Grout

| Deskripsi Kriteria | Persyaratan | Metode Uji |
|--|---|------------|
| Tipe bahan dasar | Resin 2 komponen – <i>Paste & Hardener</i> | -- |
| Viskositas | Liquid; 22-25 | ASTM D562 |
| <i>Solid content</i> | 100 % | ASTM D2697 |
| Modulus elastisitas tekan, Minimum | 140 600 kg /cm ² | ASTM C579 |
| Kekuatan tekan, Minimum | 1.072 kg/cm ² | ASTM C579 |
| Modulus elastisitas lentur, Minimum | 140.600 kg/cm ² | ASTM C579 |
| Kekuatan lentur, Minimum | 2.825 kg/cm ² | ASTM C580 |
| Kekerasan (<i>Shore D</i>) | 65 – 70 setelah 8 jam @24-25 °C 80 – 85 setelah 24 jam @24-25 °C | ASTM D3363 |
| Kuat tarik, Minimum | 183 kg/cm ² | ASTM D638 |
| Susut, maksimum | 0,071 % | |
| <i>Izod Impact strength</i> | 0,2 Newton meters / cm | ASTM D256 |
| Waktu pengerasan setelah pencampuran (<i>pot life</i>) | 30 menit @ 24-25 °C | -- |
| <i>Shelf Life</i> | 1 tahun (wadah tertutup) | -- |
| Berat jenis minimum | 1,45 | ASTM D1475 |
| Ketahanan terhadap | 350 °C | -- |

| Deskripsi Kriteria | Persyaratan | Metode Uji |
|---|--|------------|
| temperatur maksimum | | |
| Waktu perawatan setelah aplikasi (<i>Curing time</i>) | 60 menit @ 24-25°C * <i>Sandable</i> dalam 4 jam @ 15-17°C ** <i>Full cure</i> dalam 8 jam @ 24-25°C | -- |

Catatan:

**Sandable* adalah kondisi dimana permukaan epoksi sudah mulai mengeras dan memungkinkan untuk dilakukan penghalusan permukaan dengan cara diampelas atau digerinda

** *Full cure* adalah waktu perawatan yang dibutuhkan agar bahan epoksi *grout* mengeras dengan sempurna.

7) Jaring Kawat Baja (*Wire Mesh*)

Jaring kawat baja digunakan sebagai media pengikat antara *grout* dengan permukaan tiang pancang untuk memperkuat daya lekat sistem jaket pelindung pada permukaan tiang pancang sesuai dengan ketentuan sebagai berikut.

Tabel SKh-1.7.52.3) Data Teknis *Wire Mesh* Sesuai SNI 07-0663-1995

| Deskripsi Kriteria | Persyaratan |
|-----------------------|--|
| Diameter kawat | 5 mm |
| Panjang / Lebar/Roll | 5,4 m/54 m |
| Lebar | 2.1 m |
| Ukuran jaring | 150 x 150 mm |
| Penyimpangan kesikuan | Maks. 1% |
| Jarak sirip | 4.6 s/d 7.2 mm |
| Tinggi sirip | Min. 0.27 mm |
| Berat kawat baja | 24.14 kg/m |
| Batas ulur | Min. 50 kgf/mm ² |
| Kuat tarik | Min. 55 kgf/mm ² |
| Kontraksi | Kuat Tarik \leq 70 Min. 30% Kuat Tarik \geq 70 Min. 25% |
| Kuat geser las | Min. 20 kgf/mm ² |
| Lengkung 180 derajat | Baik / tidak retak pada sisi luar lengkungan |

SKh-1.7.52.3 PELAKSANAAN

1) Pekerjaan Persiapan

a) Pemasangan perancah (*scaffolding*).

Perancah harus dirancang sedemikian dengan faktor keamanan 4.

b) Persiapan permukaan pekerjaan pembersihan awal yaitu untuk membersihkan lumut, kerang, teritip, dan kotoran yang menempel lainnya dengan menggunakan mesin *water jet* atau *chipping manual* (kampak, *scrap*, dll). Kemudian dilakukan pekerjaan persiapan permukaan tiang pancang dilakukan dengan menggunakan *Wet Abrasive Blasting Machine* 240 MPa (35.000 psi) sesuai SSPC-TR-2 sampai didapat standar tingkat kebersihan permukaan minimal Sa 2,5.

- c) Pemasangan acuan/bekisting (*molding*), acuan/bekisting dipasang segera setelah pembersihan permukaan dilakukan sedemikian agar diperoleh ketebalan jaket yang seragam di sekeliling tiang pancang, serta terikat dengan baik dan kokoh pada tiang pancang yang dilengkapi dengan *nipple* (*inlet* dan *outlet*).
- d) Penggunaan anyaman kawat (*wire mesh*) yang diikatkan pada permukaan tiang pancang diperlukan untuk memperkuat daya lekat sistem jaket pelindung pada permukaan tiang pancang.

2) Penyuntikan Bahan *Epoxy Grout*

a) Pencampuran Bahan

Bahan *epoxy grout* yang terdiri dari 2 komponen dicampur sesuai dengan persyaratan pabrik pembuat. Apabila diperlukan bahan pengencer (*thinner*) maka bahan pengencer ini boleh digunakan dengan jumlah maksimum 5% dari total bahan. Pencampuran bahan harus dilakukan secara mekanik menggunakan *mixer* dalam waktu sekitar 5 menit.

- b) Pekerjaan penyuntikan bahan *epoxy grout* bertujuan untuk menyuntikkan bahan grout yang telah dicampur ke dalam acuan/bekisting dengan kompresor dan unit pengisi bahan grout sampai acuan/bekisting terisi penuh, maksimum 24 jam setelah pembersihan permukaan dilaksanakan untuk struktur di dalam air dan 3 jam untuk struktur di wilayah atmosferik/pasang surut (termasuk *splash zone*).

3) Pembongkaran Acuan dan Pekerjaan Akhir (*Finishing*)

Bahan *epoxy grout* akan mengering (*curing*) sekitar 8 jam atau sesuai dengan persyaratan dalam lembar informasi teknis dari pabrik pembuat. Setelah bahan *epoxy grout* mengering, kemudian dilakukan pekerjaan pembongkaran acuan (*mold*) dan selanjutnya dilakukan perapihan permukaan.

SKh-1.7.52.4 PENGENDALIAN MUTU

1) Penerimaan Bahan

- a) Semua bahan *epoxy grout* yang diterima di lapangan harus diberi tanda khusus pada kaleng bahan epoksi yang terdiri atas 2 komponen yaitu *paste* dan *hardener*.
- b) Penerimaan bahan tersebut harus dilengkapi dengan dokumen keaslian produk dari pabrik pembuat berupa jaminan pabrik sesuai dengan jenis bahan yang akan digunakan serta tanggal kadaluarsa untuk bahan epoksi (*base agent* dan *hardener*).
- c) Bahan dapat diterima apabila seluruh persyaratan mutu bahan telah dipenuhi berdasarkan laporan hasil pengujian dari laboratorium atau lembaga pengujian yang terakreditasi.
- d) Pencampuran bahan epoksi yang terdiri atas 2 komponen dilakukan berdasarkan perbandingan yang tertera dalam lembar informasi teknis bahan dari pabrik pembuat.

2) Penerimaan Hasil Kerja

- a) Seluruh permukaan harus dibersihkan dan dirapihkan setelah pekerjaan perlindungan dengan *jacketing system* selesai dilakukan.
- b) Hasil pekerjaan harus dipastikan merata, tidak menunjukkan adanya keretakan, serta memenuhi ketebalan minimum yang dipersyaratkan.

3) Perbaikan Atas Pekerjaan yang Tidak Memenuhi Ketentuan

- a) Bilamana terjadi perbedaan pendapat terhadap mutu hasil pekerjaan atau adanya keraguan terhadap hasil yang dilaksanakan, Pengawas Pekerjaan dapat meminta penyedia jasa untuk melakukan perbaikan tambahan yang diperlukan untuk menjamin bahwa mutu hasil pekerjaan yang telah dilaksanakan dapat dinilai dengan meminta pihak ketiga melaksanakannya. Biaya perbaikan tambahan tersebut menjadi tanggung jawab penyedia jasa.
- b) Apabila pekerjaan perbaikan tidak memenuhi syarat, maka Penyedia Jasa harus memperbaiki pekerjaan tersebut dengan petunjuk dari Pengawas Pekerjaan.

SKh-1.7.52.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

- a) Kuantitas yang diukur untuk pembayaran Perlindungan Tiang Pancang diukur berdasarkan luas permukaan sesuai dengan gambar rencana.
- b) Pekerjaan yang terdapat dalam pekerjaan ini sudah termasuk pekerjaan persiapan, pemasangan acuan/bekisting, pekerjaan penyuntikan bahan graut, *finishing*, dan perbaikan hasil pekerjaan (apabila ada).
- c) Apabila terdapat pengujian tambahan yang merupakan bagian dalam penerimaan mutu, maka pekerjaan atau pengujian tambahan merupakan tanggung jawab Penyedia Jasa.
- d) Pengukuran dilakukan berdasarkan satuan meter persegi terpasang (diameter terluar *jacketing*).

2) Pembayaran

- a) Pembayaran dilakukan dengan cara pembayaran sesuai dengan kuantitas luasan yang terpasang dan diterima di lapangan.
- b) Kuantitas yang ditentukan, sebagaimana diuraikan di atas, harus dibayar pada Harga Satuan Kontrak dan merupakan kompensasi penuh untuk pembersihan permukaan, penyediaan peralatan dan bahan, pelaksanaan *jacketing* untuk semua bahan termasuk pengujiannya, alat bantu dan pengujian/pemeriksaan pekerjaan permukaan hasil perbaikan tiang pancang dan semua biaya lain-lain yang diperlukan sebagaimana mestinya dari pekerjaan yang diuraikan dalam Seksi ini.

| Nomor Mata Pembayaran | Uraian | Satuan Pengukuran |
|-----------------------|---|-------------------|
| SKh-1.7.52.(1) | Perlindungan Tiang Pancang Jembatan di Lingkungan Laut dengan <i>Jacketing System Of Underwater Epoxy Grout</i> | m ² |

SALINAN