



**REPUBLIK INDONESIA**  
**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM**  
**DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA**

**SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM**



**SERAT MAKRO SINTETIS**  
**SKh.1.7.66**



**2026**



# KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM

## DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

Jl. Pattimura No.20, Selong Keb. Baru, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12110, Telepon (021) 7203165 Surel [dirjenbm@pu.go.id](mailto:dirjenbm@pu.go.id)

Nomor : BM0301/B/DB/2026/342  
Sifat : Biasa  
Lampiran : Satu berkas  
Hal : Persetujuan Penggunaan Spesifikasi Khusus  
Interim Serat Makro Sintesis (SKh.1.7.66)

Jakarta, 13 Agustus 2026

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

Dengan memperhatikan kebutuhan pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan, bersama ini disampaikan persetujuan penggunaan Spesifikasi Khusus Interim sebagai berikut

| No. | Nomor SKh  | Judul                                           |
|-----|------------|-------------------------------------------------|
| 1.  | SKh.1.7.66 | Spesifikasi Khusus Interim Serat Makro Sintesis |

Spesifikasi khusus telah memperoleh persetujuan untuk digunakan sebagai acuan pelaksanaan pekerjaan Serat Makro Sintesis di Direktorat Jenderal Bina Marga.

Demikian disampaikan, agar menjadikan Spesifikasi Khusus Interim tersebut sebagai acuan dalam penyelenggaraan pekerjaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Direktur Jenderal Bina Marga,



Roy Rizali Anwar

Tembusan:  
Plt. Direktur Bina Teknik Jalan dan Jembatan

## **SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM**

### **SKh.1.7.66**

#### **SERAT MAKRO SINTETIS**

##### **SKh.1.7.66.1 UMUM**

###### **1) Uraian**

- a) Pekerjaan ini mencakup penggunaan dan tata cara pencampuran serat makro sintetis dalam pembuatan beton normal. Serat makro sintetis tersebut diterapkan pada pekerjaan beton normal dengan dimensi atau permukaan yang luas seperti perkerasan kaku dan/atau pelat lantai jembatan (*slab*).
- b) Penambahan serat makro sintetis ke dalam campuran beton bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan performa pasca-retak (*post-cracking performance*), yang meliputi kuat lentur, daktilitas, dan/atau ketangguhan lentur (*flexural toughness*). Implementasi dan persyaratan kinerja spesifik harus sesuai dengan detail yang disyaratkan dalam Gambar.
- c) Serat makro sintetis dalam Spesifikasi Khusus ini terbuat dari bahan resin *Polypropilena* dan *Polyetilena* yang berfungsi sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan kinerja beton dengan bentuk, ukuran, dan kekuatan sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Spesifikasi Khusus ini.
- d) Pekerjaan ini meliputi pengadaan serat makro sintetis, pencampuran, penghamparan, dan pengujian beton yang ditambahkan serat makro sintetis dalam proses pencampurannya.

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

- |                                                                        |              |
|------------------------------------------------------------------------|--------------|
| a) Mobilisasi                                                          | : Seksi 1.2  |
| b) Fasilitas dan Pelayanan Pengujian                                   | : Seksi 1.4  |
| c) Kajian Teknis Lapangan ( <i>Field Engineering</i> )                 | : Seksi 1.9  |
| d) Bahan dan Penyimpanan                                               | : Seksi 1.11 |
| e) Pengamanan Lingkungan Hidup                                         | : Seksi 1.17 |
| f) Keselamatan dan Kesehatan Kerja                                     | : Seksi 1.19 |
| g) Manajemen Mutu                                                      | : Seksi 1.21 |
| m Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi                              | : Seksi 1.22 |
| h) Penambalan Dangkal Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan | : Seksi 4.8  |
| i) Penambalan Penuh Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan   | : Seksi 4.9  |
| j) Perkerasan Beton Semen                                              | : Seksi 5.3  |
| k) Beton                                                               | : Seksi 7.1  |
| l) <i>Shortcrete</i>                                                   | : Seksi 7.18 |

### 3) Standar Rujukan

Ketentuan dalam Pasal 4.1.1, Pasal 5.3.1, dan Pasal 7.1.1 dari Spesifikasi Umum harus berlaku, dengan tambahan:

#### Standar Nasional Indonesia (SNI)

|               |                                                                                              |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| SNI 1972:2022 | : Metode uji <i>slump</i> beton semen hidraulis                                              |
| SNI 4431:2011 | : Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan                              |
| SNI 9388:2025 | : Serat makro sintetis untuk campuran beton                                                  |
| SNI 9417:2025 | : Metode uji ketangguhan lentur beton serat (menggunakan panel bundar dengan beban terpusat) |

#### American Standard of Testing and Materials (ASTM)

|                       |                                                                                                                     |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ASTM C1818-22         | : <i>Standard specification for synthetic fiber reinforced concrete culvert, storm drain, and sewer pipe</i>        |
| ASTM C1116/C1116M-23  | : <i>Standard specification for fiber-reinforced concrete</i>                                                       |
| ASTM D7508/D7508M-20  | : <i>Standard specification for polyolefin chopped strands for use in concrete</i>                                  |
| ASTM C 1609/C1609M-24 | : <i>Standard test method for flexural performance of fiber-reinforced concrete (using beam with third-loading)</i> |

#### American Concrete Institute (ACI)

|                   |                                                                                           |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| ACI 302.IR-15     | : <i>Guide for concrete floor and slab construction</i>                                   |
| ACI 544.2R-89(09) | : <i>Measurement of properties of fiber reinforced concrete</i>                           |
| ACI 544.3R-08     | : <i>Guide for specifying, proportioning, and production of fiber reinforced concrete</i> |
| ACI 544.5R-10     | : <i>Report on physical properties and durability of fiberreinforced concrete</i>         |
| ACI 330.2R-17     | : <i>Guide for design &amp; construction of concrete industrial facilities</i>            |
| ACI 544.4R-18     | : <i>Guide to design with fiber-reinforced concrete</i>                                   |

#### Europe Standard (EN)

|                     |                                                                                                                                         |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EN14651:2005        | : <i>Test method for metallic fibered concrete – Measuring the flexural tensile strength (Limit of Proportionality (LOP), residual)</i> |
| EN 14845:2007       | : <i>Test method for fibers in concrete</i>                                                                                             |
| EN 206:2013+A1:2016 | : <i>Concrete Specification, performance, production, and conformity</i>                                                                |
| EN 14889-2:2006     | : <i>Fibres for concrete - Part 2 Polymer fibres - efinitions, specifications and conformity</i>                                        |

- EN 14721:2005 : *Test method for metallic fibre concrete – Measuring the fibre content in fresh and hardened concrete*
- EN 14889-2:2006 : *Fibres for concrete — Part 2: Polymer fibres — Definitions, specifications and conformity*

International Organization for Standardization (ISO)

- ISO 2062:2009 : *Textiles— Yarns from packages — Determination of single-end breaking force and elongation at break*

Japanese Industrial Standards (JIS)

- JIS L1015:2021 : *Test methods for man-made staple fibres*

4) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa wajib menyerahkan contoh serat makro sintetis sebanyak kurang lebih 500 gram, atau sesuai dengan dosis yang ditetapkan dalam spesifikasi, disertai sertifikat pabrik (*mill certificate*) dan lembar data teknis (*technical data sheet*) yang menyatakan bahwa serat makro sintetis tersebut memenuhi persyaratan mutu. Penyedia Jasa juga harus menyerahkan contoh seluruh bahan penyusun beton yang akan digunakan, lengkap dengan hasil pengujian yang menunjukkan bahwa setiap bahan memenuhi ketentuan sifat-sifat material sebagaimana dipersyaratkan.
- b) Metode pelaksanaan pekerjaan yang diusulkan harus disampaikan kepada Pengawas Pekerjaan untuk dievaluasi sekurang-kurangnya 30 (tiga puluh) hari sebelum pelaksanaan pekerjaan dimulai.
- c) Penyedia Jasa harus mengajukan rincian rencana pengendalian mutu untuk seluruh aspek pekerjaan.

5) Penyimpanan dan Perlindungan Bahan

- a) Penyimpanan dan perlindungan bahan harus memenuhi ketentuan pada Pasal 1.11.3 dari Spesifikasi Umum. Penyimpanan serat makro sintetis harus di tempat kering dan terlindung untuk menghindari terjadinya degradasi, palet serat makro sintetis boleh ditumpuk sesuai petunjuk dari penyedia jasa. Untuk penyimpanan yang lebih aman disarankan menggunakan sistem rak. Penyimpanan serat makro sintetis harus dalam kemasan aslinya dan paletnya harus dilapisi dengan plastik atau lapisan lain yang memadai (*wrapping*).
- b) Penyimpanan dan perlindungan bahan campuran beton seperti semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan bahan tambah harus memenuhi ketentuan Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum.

6) Kondisi Tempat Kerja

Persyaratan kondisi tempat kerja mengacu pada Seksi 7.1 dan Seksi 5.3 dari Spesifikasi Umum.

7) Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk pekerjaan perkerasan beton semen dan beton mengacu pada Seksi 5.3 dan Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum.

8) Detail Perhitungan Nilai Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN)

Serat makro sintesis memiliki perhitungan TKDN sebagai berikut:

- a) Bahan (material) langsung
  - i) Bahan baku untuk material langsung = 43,59%
  - ii) Bahan baku untuk biaya terkait lainnya = 1,56%
- b) Tenaga kerja langsung
  - iii) Tenaga kerja langsung = 2,87%
  - iv) Tenaga kerja langsung untuk biaya terkait lainnya = 11,08%
- c) Biaya tidak langsung pabrik (*factory overhead*)
  - i) Tenaga kerja tidak langsung = 0,12%
  - ii) Mesin yang dimiliki = 6,53%
  - iii) Mesin sewa = 0,48%
  - iv) Biaya tidak langsung terkait lainnya = 3,14%

Berdasarkan rincian di atas total *asessment* TKDN adalah 69,37%.

**SKh.1.7.66.2 PERSYARATAN**

1) Beton dan Bahan Pembentuk Beton

Beton dan bahan pembentuk beton yang digunakan harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum, untuk perkerasan beton semen, beton dan bahan pembentuk beton harus memenuhi persyaratan dalam Seksi 5.3 dari Spesifikasi Umum.

2) Serat Makro Sintetis

- a) Serat makro sintetis yang digunakan harus memenuhi standar ASTM C1116/C1116M-23. Kecuali ditentukan lain dalam Gambar, serat makro sintetis yang digunakan harus memenuhi geometri dan sifat mekanik yang ditentukan sebagaimana Tabel SKh.1.7.66.1).

**Tabel SKh.1.7.66.1) Persyaratan Serat Makro Sintetis**

| Karakteristik        | Metode Pengujian             | Persyaratan                          |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------------|
|                      |                              | (Nilai yang dinyatakan oleh pemasok) |
| Panjang              | JIS L1015/ISO2062/EN 14889-2 | 30 - 65 mm                           |
| Diameter             | JIS L1015/ASTM D1577         | ≥ 0,3 mm                             |
| Kuat tarik           | JIS L1015/ISO5070/ASTM D3822 | >640 MPa                             |
| Modulus <i>young</i> | JIS L1015/ISO5070/ASTM D3822 | 6.500 – 10.000 MPa                   |

- b) Jenis serat makro sintetis yang digunakan harus memenuhi persyaratan serat makro sintetis yang ditentukan dalam ASTM D7508M/EN 14889-2.
- 3) Kinerja Beton Serat Makro Sintetis
- a) Kadar serat makro sintetis dalam campuran beton umumnya berkisar 2 kilogram sampai dengan 8 kilogram per meter kubik beton atau ditentukan berdasarkan hasil perancangan campuran (*mix design*) sehingga memenuhi kinerja yang dipersyaratkan. Pembuktian dilakukan melalui pengujian kinerja beton segar sesuai SNI 1972.
  - b) Kinerja beton keras menggunakan serat makro sintetis harus dibuktikan melalui pengujian ketangguhan lentur beton dan/atau kinerja kekuatan lentur beton sesuai standar SNI 4421 untuk benda uji balok lentur dan SNI 9417 untuk benda uji panel bundar.

4) Homogenitas Serat Makro Sintetis di Dalam Beton

Pekerjaan beton dengan serat makro sintetis dapat dinyatakan memenuhi syarat apabila berdasarkan pemeriksaan visual (melalui dokumentasi foto atau video) tidak ditemukan adanya penggumpalan serat makro sintetis pada campuran beton, serta hasil uji menunjukkan distribusi serat makro sintetis yang merata. Pemeriksaan tersebut harus dibuktikan melalui pengujian *washout test* sesuai metode B pada standar EN 14721.

**SKh.1.7.66.3 PELAKSANAAN**

1) Umum

Pelaksanaan pekerjaan untuk perkerasan beton semen dan pekerjaan beton struktur, mengacu pada ketentuan dalam Seksi 5.3 dan Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum.

2) Pencampuran

Pelaksanaan pencampuran beton segar dengan menggunakan serat makro sintetis dapat dilaksanakan secara mekanis di *batching plant* atau secara manual di lapangan menggunakan mesin pengaduk (*concrete mixer*), sebagaimana metode pekerjaan yang disetujui dalam kontrak.

- a) Metode pencampuran serat makro sintetis dalam beton harus dilakukan sehingga serat terdistribusi secara merata dalam campuran, mengacu pada pedoman umum beton serat ACI 544.3R dan standar produksi beton yang berlaku.
- b) Proses pencampuran, pengangkutan, dan penghamparan beton harus diselesaikan sebelum beton mengalami kehilangan *workability* yang signifikan dan sebelum terjadinya pengikatan awal, serta memenuhi ketentuan ASTM C94.
- c) Penambahan serat makro sintetis dapat mempengaruhi sifat kelecakan (*workability*) beton, sehingga pengujian *workability* sesuai SNI 1972 harus dilakukan sejak tahap perancangan campuran dan campuran coba (*trial mix*), untuk memastikan kinerja beton memenuhi persyaratan sebelum pelaksanaan penghamparan.



Setelah pencampuran beton selesai dan campuran beton serat makro sintetis sudah homogen dalam satu adukan, maka campuran beton yang menggunakan serat makro sintetis dapat dituangkan/dihamparkan pada lokasi yang akan dikerjakan. Waktu yang diperlukan mulai dari pencampuran sampai dengan *finishing* tidak boleh lebih dari waktu yang disetujui berdasarkan hasil percobaan (+1,5 jam). Beton harus didistribusi atau disebar sesegera mungkin setelah beton dicor, dibentuk dan diratakan. Pemadatan dilakukan dengan menggunakan alat penggetar mekanis (*vibrator*) maupun penggetar manual. Metode perataan permukaan dapat menggunakan mesin atau manual, untuk perkerasan beton semen, hasil yang lebih baik disarankan menggunakan mesin perata.

### 3) Penyelesaian Permukaan

Untuk pekerjaan perkerasan beton semen, setelah proses perataan dan pembentukan alur permukaan (*grooving/finishing*) selesai, apabila ada serat makro sintetis yang muncul ke permukaan dalam posisi vertikal, bisa dihilangkan dengan beberapa cara:

- a) *Mechanical light grinding*, metode ini digunakan dalam kondisi tertentu, seperti ketika terdapat hasil audit visual yang menunjukkan ketidakrataan permukaan atau pada area yang dinilai terlalu “*hairy*” sehingga memerlukan perapihan. Pelaksanaan metode ini dilakukan dengan menggunakan peralatan seperti *floor grinder* atau *diamond grinder* dengan proses pengikisan permukaan secara tipis, umumnya pada kedalaman sekitar 1 – 2 mm. Metode ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain mampu menghasilkan permukaan yang rapi dan konsisten, tidak merusak struktur beton karena pengikisan dilakukan secara terkendali, serta sangat sesuai untuk pekerjaan dalam skala besar karena memanfaatkan peralatan mekanis.
- b) *Local clipping (spot only)*, metode ini merupakan teknik perbaikan yang dilakukan dengan cara pemotongan atau pengguntingan secara manual pada area tertentu yang mengalami ketidaksempurnaan. Metode ini umumnya diterapkan hanya pada area yang bersifat lokal dan terbatas, seperti pada bagian sambungan (*joint*) atau tepi (*edge*) yang memerlukan penanganan khusus. Penggunaan metode ini dinilai efektif untuk perbaikan skala kecil karena memungkinkan penanganan yang presisi pada titik tertentu. Namun demikian, metode *local clipping* kurang sesuai diterapkan pada pekerjaan dengan cakupan luas, seperti pada perkerasan dengan panjang yang signifikan, karena kurang efisien dari segi waktu, tenaga, dan konsistensi hasil.
- c) *Torching/burning*, metode ini merupakan teknik perbaikan yang dapat digunakan, namun tidak direkomendasikan sebagai pilihan utama pada pekerjaan berskala besar. Hal ini disebabkan oleh tingkat konsistensi hasil yang sangat bergantung pada keterampilan operator, sehingga berpotensi menimbulkan variasi kualitas di lapangan. Selain itu, metode ini memiliki sejumlah risiko, antara lain terjadinya *overburn* yang dapat merusak permukaan material serta perubahan warna (*discoloration*) yang memengaruhi tampilan akhir.

### 4) Perawatan (Curing)

Perawatan untuk perkerasan beton semen mengacu ke Seksi 5.3 dan perawatan untuk struktur beton mengacu ke Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum.



5) Membongkar Acuan

Pembongkaran acuan untuk perkerasan beton semen mengacu ke Seksi 5.3 dan perawatan untuk struktur beton mengacu ke Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum.

6) Keselamatan Kerja

Semua pekerjaan yang dilakukan harus memenuhi ketentuan pada Seksi 1.22 dari Spesifikasi Umum.

**SKh.1.7.66.4 PENGENDALIAN MUTU**

1) Penerimaan Bahan

Penerimaan bahan merujuk pada Pasal 7.1.6.1) dari Spesifikasi Umum yang berlaku. Untuk bahan serat makro sintetis secara fisik yang diterima harus sesuai dengan lembar data teknis bahan yang dikeluarkan oleh pabrikan. Contoh serat makro sintetis yang akan dievaluasi kurang lebih sebanyak 500 gram.

2) Penerimaan Hasil Kerja

Pengendalian mutu dan penerimaan hasil kerja merujuk pada Seksi 5.3 untuk perkerasan beton semen, dan seksi 7.1 Spesifikasi Umum yang berlaku untuk pekerjaan beton struktur.

Pekerjaan dinyatakan dapat diterima, apabila kinerja beton menggunakan serat makro sintetis sebagaimana yang disyaratkan telah terpenuhi berdasarkan pengujian sebagaimana yang ditentukan dalam Pasal SKh.1.7.66.4.1) dan Pasal SKh.1.7.66.4.2).

**SKh.1.7.66.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN**

1) Pengukuran untuk Pembayaran

- a) Pengukuran untuk pembayaran pekerjaan untuk perkerasan beton semen mengacu pada Seksi 5.3 dan Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum untuk pekerjaan struktur beton.
- b) Pengukuran untuk pembayaran kuantitas serat makro sintetis yang digunakan dalam beton dengan mata pembayaran di bawah ini adalah jumlah kilogram (kg) serat makro sintetis per meter kubik beton.

2) Pembayaran

- a) Pembayaran untuk kuantitas pekerjaan perkerasan beton semen yang diterima mengacu pada Seksi 5.3 sedangkan untuk beton struktur mengacu pada Seksi 7.1 dari Spesifikasi Umum.
- b) Pembayaran untuk kuantitas yang diterima dari serat makro sintetis yang digunakan dalam beton semen yang ditentukan sebagaimana yang disyaratkan dalam Spesifikasi Khusus ini akan dibayar pada harga kontrak untuk mata

pembayaran dan menggunakan satuan pengukuran yang ditunjukkan di bawah ini dan dalam satuan kilogram.

| Nomor Mata Pembayaran | Uraian                                 | Satuan Pengukuran |
|-----------------------|----------------------------------------|-------------------|
| SKh.1.7.66.(1)        | Serat Makro Sintetis untuk Beton Semen | Kilogram          |