

Erosion Control System



Rockfall Mitigation
Netting

Retaining Wall and
Soil Reinforcement

Rockfall Mitigation
Barrier

Rockfall Mitigation
Embankment
Gabion Wall

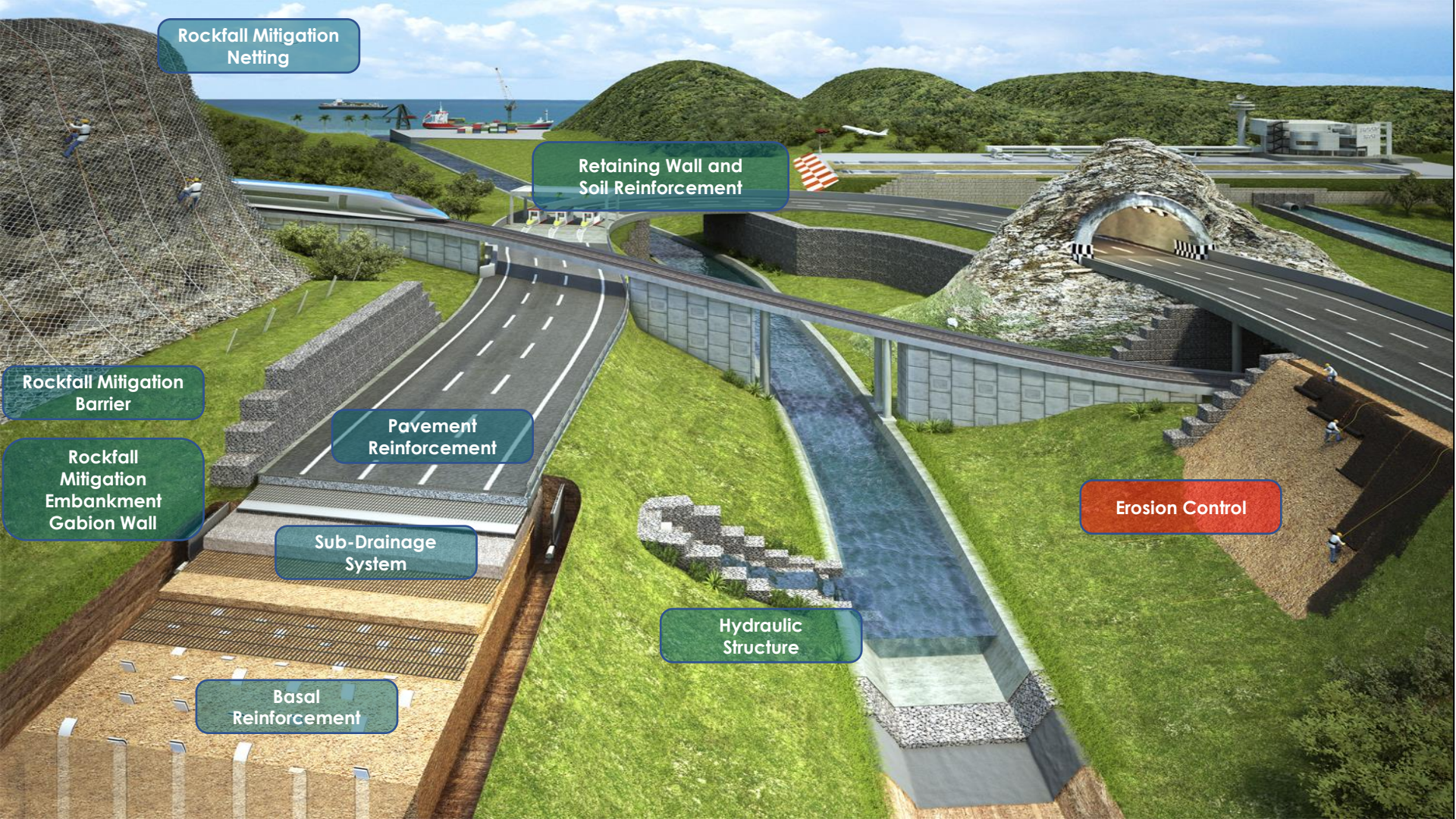
Pavement
Reinforcement

Sub-Drainage
System

Basal
Reinforcement

Hydraulic
Structure

Erosion Control



Selimut Pengendali Erosi



Spek Khusus

SKh-1.3.17
Pengendali Erosi Lereng



Geomat
Tipe I



Geomat
Tipe II



Geomat
Tipe III



SKh-1.3.17 Pengendali Erosi Lereng

Tabel 1.3.17. (2) Spesifikasi Standar dan Persyaratan Sertifikasi Pengendali Erosi Lereng

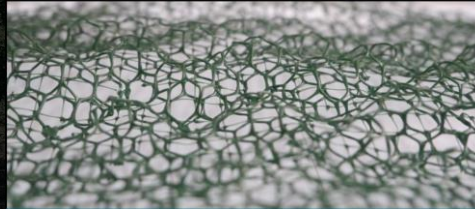
Jenis Produk Pengendali Erosi	Kuat Geser	Kuat Tarik Material (MD)	Kuat Tarik Material (TD)	Kuat Tarik Material*	Massa Material	Massa Material	Cakupan Permukaan Tanah	Ketebalan Minimum	Stabilitas UV
	ASTM D 6460	ASTM D 6818 – 17	ASTM D 6818 - 17		ASTM D 6566 - 18	ASTM D 6475 - 17	ASTM D 6567 - 17	ASTM D 6525 – 17	ASTM D 4355 - 14
	Pa	kN/m	kN/m	kN/m	g/m ²	g/m ²	%	mm	%
I	≥84	≥ 1,1	≥ 0,6	-	-	≥ 271	50 - 90	6,4	-
II	≥ 108	≥ 3,6	≥ 2,2	-	-	≥ 271	50 - 95	5,1	-
III	≥ 96			≥ 21,9	≥ 271		-	6,35	≥ 90% dalam 1000 jam

*BS EN 10223-6:2012 untuk Jaring Kawat Chain Link atau BS EN 10223-3:2013 untuk jaring kawat Heksagonal
MD= Machine Direction, TD= Tranverse Direction

Diameter Kawat	Ukuran Mesh	Standard Uji	Syarat Batas Kuat Tarik*	Hasil Uji** (kN/m)
2.2 mm	6x8	BS EN 10223-3:2013	≥ 21.9 kN/m	44.126
	8x10			33.388
2.7 mm	8x10			50.171

Pengujian	Standard Uji	Syarat Batas*	Hasil Uji**
Kuat Tarik Machine Direction (MD)	ASTM D6818	3.6 kN/m	3.91 kN/m
Kuat Tarik Transverse Direction (TD)		2.2 kN/m	2.24 kN/m
Massa	ASTM D6475	≥ 271 gram/m ²	405.32 gram/m ²

Jenis & Kemiringan Lereng Maksimum	Jenis Pengendali Erosi	Deskripsi	Penggunaan
Lereng Tanah 1 : 1 45°	Tipe II	Material Serat Polimer disatukan secara mekanis antara dua lapisan jaring sintesis (HDPE Polimer)	Didesain Tahan proses Degradasi minimal 12 bulan Untuk Lereng dalam jangka Panjang, perlindungan dari Erosi Permanen oleh vegetasi yang tumbuh diantara Lapisan Selimut Pengendali Erosi



Menggunakan Pin U untuk sambungan antar Roll.

Selimut Pengendali Erosi Tipe II

Jenis & Kemiringan Lereng Maksimum	Jenis Pengendali Erosi	Deskripsi	Penggunaan
Lereng Tanah Atau Kombinasi Tanah & Batuan 1 : 0.5 63°	Tipe III Matras Perkuatan	Matras Perkuatan tersusun dari Serat Sintesis, filamen, jaring, jaring kawat yang diproses menjadi suatu matriks tiga dimensi yang dapat dilengkapi dengan komponen <i>Blodegradable</i>	Untuk Lereng dalam jangka Panjang, perlindungan dari Erosi Permanen oleh vegetasi yang tumbuh diantara Matras Perkuatan



Material Kombinasi Jaring Kawat Anyaman Ganda (Double-Twisted Wire Mesh) dengan Selimut Pengendali Erosi. menggunakan Sling Baja pada tepinya. Sambungan antar Roll menggunakan HR Grip dan HR Link pada Sling Baja tepi.

Selimut Pengendali Erosi Tipe III



Geomat Tipe III



Cocomesh Tipe I



Dapat diaplikasikan pada lereng Curam

HDPE Polimer & Jaring Kawat Anyaman
Ganda Lapis Polimer Khusus

Tidak mudah ter-degradasi akibat cuaca
dan lingkungan

Metode Taplok

Tahan pada lereng dengan intensitas hujan
tinggi

Vegetasi LCC mudah merambat dan
menutup lereng, mengurangi potensi erosi

Cukup menggunakan tenaga local,
peralatan sederhana

Bisa dikombinasikan dengan soil nailing

Aplikasi Lereng Curam

Material

Ketahanan Material

Vegetasi

Ketahanan Vegetasi

Rambatan Vegetasi

Aplikasi Vegetasi

Kombinasi Soil Nailing

Untuk Lereng Cenderung Landai

Serabut Kelapa (organic)

cenderung mudah ter-degradasi akibat
cuaca dan lingkungan

Metode Hydroseeding

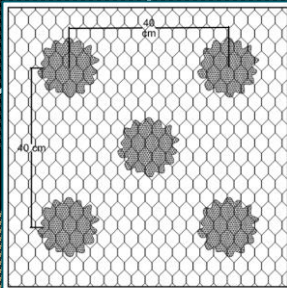
Tidak bertahan pada lereng dengan
intensitas hujan tinggi

Vegetasi tumbuh ke atas, tidak merambat
ke samping

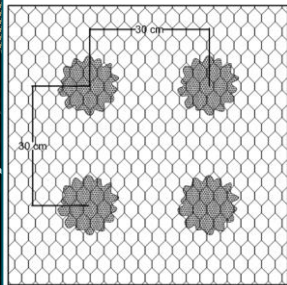
Perlu alat semprot khusus

-

Vegetasi Metode Taplok



Detail Taplok Tipe 1



Detail Taplok Tipe 2



Komposisi Material Metode Taplok (Mulching):

- 1) Air
- 2) Perekat
- 3) Media Tanah
- 4) Bibit Tumbuhan LCC (Kacang Mucuna, CP, CM)
- 5) Seluruh material 1 – 4 diaduk untuk diaplikasikan ke material Erosion Control.

*) Perawatan dan Penyiraman selama $\pm$ 3 bulan

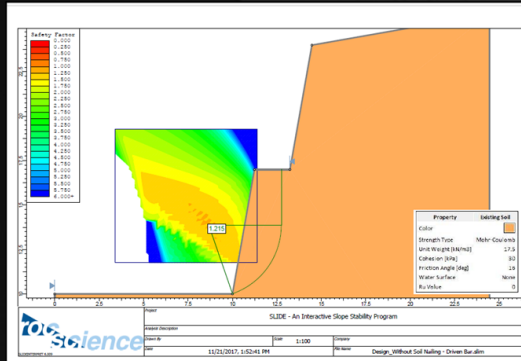


Faktor-Faktor Penentu Solusi Erosion Control System : Stabilitas Lereng

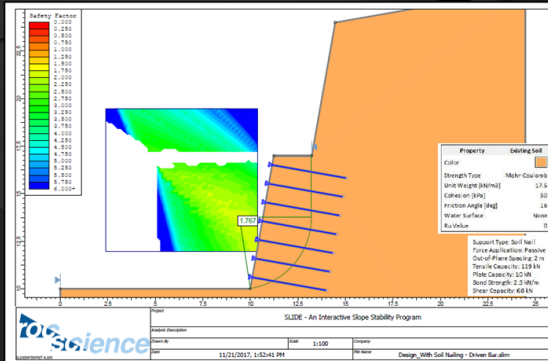
Analisa Stabilitas Lereng dengan Data Tanah dan Software
Safety Factor $\geq 1.500 \rightarrow$ Tanpa Soil Nailing
Safety Factor $< 1.500 \rightarrow$ Soil Nailing

Tipe Soil Nailing

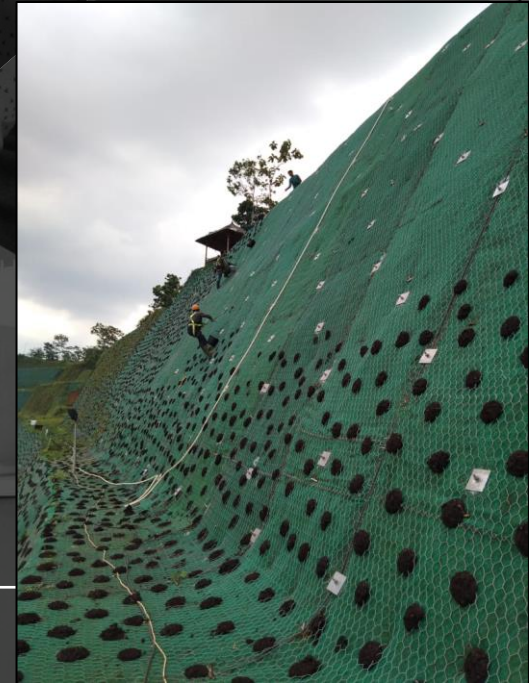
Driven Nail $\rightarrow$ Superficial Stability
Grouted Nail $\rightarrow$ Local Stability



Sebelum Soil Nailing
SF = 1.215



Setelah Soil Nailing
SF = 1.767



DOKUMENTASI DAN REFERENSI



DOKUMENTASI DAN REFERENSI

Project at SADAWARNA DAM, Sumedang – Jawa Barat



Project at LEUWIKERIS DAM, Ciamis – Jawa Barat



Project at CISUMDAWU TOLL ROAD, Jawa Barat











• **BENEFIT :**

- 1. Easy Installation;
- 2. Adequate for Steep Slope;
- 3. Available for Combination with Soil Nailing for Stabilization;
- 4. Free Drainage (Permeable);
- 5. Vegetation;
- 6. Economically Competitive.





ABIPRAYA

***Thank
You***



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

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM



PENGENDALI EROSI LERENG
Skh-1.3.17

2019

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SEKSI SKh-1.3.17

PENGENDALI EROSI LERENG

SKh-1.3.17.1 UMUM

1. Uraian

Spesifikasi ini mencakup pekerjaan penanganan erosi lereng dengan menggunakan Selimut Pengendali Erosi (*erosion control blanket*) atau Matras Perkuatan (*turf reinforcement mat*) dan vegetasi. Vegetasi tanpa Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan umumnya dapat dilakukan pada kondisi lereng tanah dengan kemiringan kurang dari 55 derajat dengan kondisi erodibilitas sedang - sangat tinggi atau pada kondisi lain sesuai dengan Gambar. Pekerjaan penanganan erosi ini hanya dilaksanakan pada permukaan lereng yang stabil.

Selimut Pengendali Erosi terbuat dari serat alami atau dari material serat polimer disatukan secara mekanis antara dua lapisan jaring sintetis yang lambat mengalami pelapukan untuk membentuk sebuah matriks menerus. Matras Perkuatan yang tersusun dari serat sintetis, filamen, jaring, jaring kawat, yang diproses menjadi suatu matriks tiga dimensi yang permanen yang dapat dilengkapi dengan komponen *biodegradable*.

Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan terbuat dari bahan organik atau polimer yang dikombinasikan dengan tanaman untuk menghasilkan perlindungan lereng jangka panjang. Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan dihamparkan (*laid over*) pada permukaan lereng yang telah disiapkan dan diangkur pada tanah dengan menggunakan angkur (*staples*) untuk menahan Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan pada tempatnya. Teknik penanaman vegetasi yang tercakup dalam spesifikasi ini adalah *hydroseeding* dan taplok.

Pekerjaan ini mencakup persiapan permukaan lereng, pengadaan dan pemasangan Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan termasuk tanaman.

2. Pekerjaan Seksi Lain Pada Spesifikasi Umum 2018 Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- | | |
|--|--------------|
| a) Mobilisasi | : Seksi 1.2 |
| b) Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : Seksi 1.8 |
| c) Kajian Teknis Lapangan (<i>Field Engineering</i>) | : Seksi 1.9 |
| d) Bahan dan Penyimpanan | : Seksi 1.11 |
| e) Pekerjaan Pembersihan | : Seksi 1.16 |

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| f) Pengamanan Lingkungan Hidup | : Seksi 1.17 |
| g) Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| h) Manajemen Mutu | : Seksi 1.21 |
| i) Galian | : Seksi 3.1 |
| j) Pekerjaan Lain - Lain | : Seksi 9.2 |

3. Standar Rujukan

a) Standar Nasional Indonesia

- | | |
|---------------------|--|
| SNI
7628.6-2011 | : Uji Benih Tanaman Hutan – Daya Berkecambah |
| Pd 02 –
2017 – B | : Penerapan teknologi <i>hydroseeding</i> untuk pengendalian erosi permukaan lereng jalan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat |

b) American Society for Testing and Materials (ASTM)

- | | |
|----------------------------------|---|
| ASTM D4355/
D4355M - 14(2018) | : <i>Standard Test Method for Deterioration of Geotextiles by Exposure to Light, Moisture and Heat in a Xenon Arc Type Apparatus</i> |
| ASTM D 6460 - 12 | : <i>Standard Test Method for Determination of Rolled Erosion Control Product (RECP) Performance in Protecting Earthen Channels from Stormwater-Induced Erosion</i> |
| ASTM D 6475 - 17 | : <i>Standard Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Erosion Control Blankets</i> |
| ASTM D 6525 - 17 | : <i>Standard Test Method for Measuring Nominal Thickness of Rolled Erosion Control Products</i> |
| ASTM D 6566 - 18 | : <i>Standard Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Turf Reinforcement Mats</i> |
| ASTM D 6567 - 17 | : <i>Standard Test Method for Measuring the Light Penetration of a Rolled Erosion Control Product (RECP)</i> |
| ASTM D 6818 - 17 | : <i>Standard Test Method for Ultimate Tensile Properties of Rolled Erosion Control Products</i> |

c) Rujukan Lainnya

- | | |
|-----------------------|--|
| <i>Caltrans, 2018</i> | : <i>Standard Specifications for Erosion Control, Division III - Earthwork and Landscape, Chapter 21 – Erosion Control, California State Transportation Agency, Department of Transportation</i> |
|-----------------------|--|

ECTC, 2017	: <i>Installation Guide for Rolled Erosion Control including Mulch Control Nettings, Open Weave Textiles, Erosion Control Blankets and Turf Reinforcement Mats, Erosion Control Technology Council.</i>
BS EN 10223-3:2013	: <i>Steel Wire and Wire Products for Fencing and Netting. Hexagonal Steel Wire Mesh Product for Civil Engineering Purpose</i>
BS EN 10223-6:2012	: <i>Steel Wire and Wire Products for Fencing and Netting. Steel Wire Chain Link Fencing</i>
Permentan No: 28/Permentan/SR.130/5/2009	: Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah
PP No 82 Th 2001	: Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
SE Menteri PUPR No 02/SE/M/2018	: Pedoman Penerapan Teknologi <i>Hydroseeding</i> untuk Pengendalian Erosi Permukaan Lereng Jalan

4. **Pengajuan Kesiapan Kerja**

Sebelum melakukan pengadaan material (pembelian dan pengiriman material ke lokasi proyek) dan memulai pekerjaan, Penyedia Jasa harus menyampaikan dokumen-dokumen sesuai ketentuan dengan Spesifikasi Umum 2018 Seksi 1.11.

SKh-1.3.17.2 BAHAN DAN PERSYARATAN

1. Selimut Pengendali Erosi dan Matras Perkuatan

Kecuali ditentukan lain dalam Gambar, kesesuaian jenis material dapat digunakan Tabel 1.3.17.(1). Spesifikasi Selimut Pengendali Erosi dan Matras Perkuatan tercantum pada Tabel 1.3.17. (2).

Tabel 1.3.17. (1) Karakteristik Lereng dan Jenis Pengendali Erosi

Jenis dan Kemiringan Lereng Maksimum (V:H)	Jenis Pengendali Erosi	Deskripsi Material	Penggunaan
Lereng Tanah 1 : 2 (26,5°)	Tipe I Selimut Pengendali Erosi Alami	Selimut Pengendali Erosi terbuat dari serat alami	Didesain untuk dapat tahan proses degradasi selama minimal 6 bulan. Digunakan untuk lereng yang dalam jangka panjang dapat mendapatkan perlindungan dari erosi permanen oleh vegetasi yang tumbuh diantara lapisan Selimut Pengendali Erosi.
Lereng Tanah 1 : 1 (45°)	Tipe II Selimut Pengendali Erosi Polimer	Selimut Pengendali Erosi yang tersusun dari material serat polimer disatukan secara mekanis antara dua lapisan jaring sintetis yang lambat mengalami pelapukan untuk membentuk sebuah matriks menerus.	Didesain untuk dapat tahan proses degradasi selama minimal 12 bulan. Digunakan untuk lereng yang dalam jangka panjang dapat mendapatkan perlindungan dari erosi permanen oleh vegetasi yang tumbuh diantara lapisan Selimut Pengendali Erosi.
Lereng Tanah dan atau kombinasi tanah dan batuan 1 : 0.5 (63°)	Tipe III Matras Perkuatan	Matras Perkuatan tersusun dari serat sintetis, filamen, jaring, jaring kawat, yang diproses menjadi suatu matriks tiga dimensi yang permanen yang dapat dilengkapi dengan komponen <i>biodegradable</i> .	Digunakan untuk mencegah erosi lereng secara permanen dan vegetasi yang tumbuh diantara lapisan Matras Perkuatan yang tidak bisa memberikan perlindungan erosi yang cukup tanpa bantuan Matras Perkuatan.

Tabel 1.3.17. (2) Spesifikasi Standar dan Persyaratan Sertifikasi Pengendali Erosi Lereng

Jenis Produk Pengendali Erosi	Kuat Geser	Kuat Tarik Material (MD)	Kuat Tarik Material (TD)	Kuat Tarik Material*	Massa Material	Massa Material	Cakupan Permukaan Tanah	Ketebalan Minimum	Stabilitas UV
	ASTM D 6460 Pa	ASTM D 6818 – 17 kN/m	ASTM D 6818 - 17 kN/m	kN/m	ASTM D 6566 - 18 g/m ²	ASTM D 6475 - 17 g/m ²	ASTM D 6567 - 17 %	ASTM D 6525 – 17 mm	ASTM D 4355 - 14 %
I	≥84	≥ 1,1	≥ 0,6	-	-	≥ 271	50 - 90	6,4	-
II	≥ 108	≥ 3,6	≥ 2,2	-	-	≥ 271	50 - 95	5,1	-
III	≥ 96	-	-	≥ 21,9	≥ 271	-	-	6,35	≥ 90% dalam 1000 jam

*BS EN 10223-6:2012 untuk Jaring Kawat *Chain Link* atau BS EN 10223-3:2013 untuk jaring kawat Heksagonal

MD= *Machine Direction*, TD= *Tranverse Direction*

2. Vegetasi (Tanaman)

Untuk penutup Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan, vegetasi yang digunakan dapat berupa vegetasi yang sudah tumbuh atau dalam bentuk biji. Jenis vegetasi yang tercakup dalam spesifikasi ini adalah jenis rumput dan *legume cover crops* (LCC).

Biji tanaman yang digunakan untuk stabilisasi lereng harus memenuhi persyaratan diameter biji sesuai dengan metode tanam yang digunakan, kemurnian minimal 90% atau sesuai dengan sertifikat produsen benih, daya kecambah minimal dan bebas dari hama penyakit tanaman. Persyaratan jenis, bentuk, jumlah, ukuran dan daya kecambah bibit vegetasi adalah seperti pada Tabel 1.3.17.(3).

Tabel 1.3.17. (3) Persyaratan Jenis, Bentuk, Jumlah, Ukuran dan Daya Kecambah Bibit Vegetasi

Metode Penanaman	Jenis Vegetasi	Bentuk Bibit Vegetasi	Jumlah Bibit	Ukuran Bibit	Daya Kecambah Minimum (SNI 7628.6-2011)
<i>Hydroseeding</i>	Rumput atau LCC	Biji	Rumput 20 – 25 gr/m ² LCC 40 – 50 gr/m ²	Maksimum 0,5 cm atau tergantung dari diameter <i>nozzle</i>	70%
Taplok	Rumput atau LCC	Biji	Rumput 20 – 25 gr/m ² LCC 40 – 50 gr/m ²	-	70%

Bahan lain yang digunakan pada masing-masing metode atau teknik tersebut dapat berupa: mulsa serutan kayu, jerami atau bahan sejenis lainnya; pupuk (organik dan anorganik); kompos; air dan perekat PAM jika diperlukan dapat digunakan biostimulan. Persyaratan masing-masing bahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.3.17.(4) dan (5) berikut.

Tabel 1.3.17. (4) Persyaratan Ukuran/Bentuk Bahan Pendukung Vegetasi

Metode Penanaman	Ukuran / Bentuk				
	Mulsa	Pupuk	Kompos	Air	Perekat PAM
<i>Hydroseeding</i>	Serbuk/serat dengan ukuran diameter < 0,5 cm atau disesuaikan	Cair atau Granular dengan ukuran < 0,5 cm atau disesuaikan dengan ukuran	Serbuk dengan ukuran < 0,5 cm atau disesuaikan dengan ukuran	Cair	Serbuk

Metode Penanaman	Ukuran / Bentuk				
	dengan ukuran <i>nozzle</i>	<i>nozzle</i>	<i>nozzle</i>		
Taplok	Serbuk/serat dengan ukuran diameter < 0,5 cm atau disesuaikan dengan ukuran <i>nozzle</i>	Cair atau granular	Cair atau granular	Cair	Serbuk

Keterangan:

- Kualitas Pupuk, Kompos, PAM mengacu pada Permentan No. 28/Permentan/SR.130/5/2009 yang mengatur tentang kualitas, pengadaan dan metode pengujian Pupuk dan Pembenh Tanah (Kompos dan PAM).

Tabel 1.3.17. (5) Persyaratan Kuantitas Bahan Pendukung Vegetasi

Metode/Teknik Penanaman	Kuantitas				
	Mulsa	Pupuk	Kompos	Air	Perekat PAM
<i>Hydroseeding</i>	250 – 300 gr/m ²	450 – 550 gr/m ²	-	70% dari volume tangki	2,75 – 3,25 gr/m ²
Taplok	250 – 300 gr/m ²	450 – 550 gr/m ²	-	-	2,75 – 3,25 gr/m ²

3. Pupuk

Pupuk yang digunakan terdiri atas pupuk organik (seperti: kotoran hewan atau disebut juga rabuk) dan pupuk anorganik (pupuk kimia yang pada umumnya diproduksi skala pabrikan disebut juga pupuk buatan).

a) Rabuk

Bahan rabuk merupakan dari kotoran hewan, yang umum digunakan adalah kotoran kambing atau sapi. Rabuk yang digunakan harus yang sudah matang dan siap pakai, yaitu tidak lagi berbau tajam (bau amoniak), terasa dingin jika dipegang, berwarna gelap, kering, dan gembur jika diremas.

b) Pupuk buatan

Pupuk buatan yang digunakan harus dari campuran yang disyaratkan sebagai nutrisi tanaman. Pupuk tersebut harus pupuk yang bebas diperdagangkan dan dapat dipasok. Pupuk buatan ini dapat merupakan pupuk tunggal (hanya mengandung satu unsur utama: N, P atau K saja) dan pupuk majemuk (mengandung dua atau tiga unsur utama).

4. **Mulsa (Mulching)**

Mulsa yang digunakan untuk mengisi material *hydroseeding* dapat berupa: serutan kayu kasar, kertas, jerami, serutan kayu halus, dan lain-lain. Mulsa (*Mulching*) serutan kayu kasar memiliki ukuran diameter antara 0,3 cm - 0,5 cm. Sedangkan serutan kayu halus memiliki ukuran diameter dibawah 0,3 cm.

5. **Perekat**

Perekat yang digunakan untuk bahan campuran *hydroseeding* berbahan dasar *Poliacrylamide* (PAM). PAM membutuhkan waktu pengadukan tertentu sampai membentuk cairan kental (*viscous*) yang masih bisa disemprotkan dengan menggunakan pompa bertekanan.

6. **Air**

Air digunakan untuk campuran material *hydroseeding*, penyiraman selama masa penanaman dan menjaga masa pertumbuhan rumput harus memenuhi persyaratan menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, yaitu klasifikasi mutu air kelas dua, kelas tiga dan kelas empat untuk tanaman pertanian.

7. **Angkur**

Angkur berbahan baja bentuk U atau J atau T dengan diameter minimal 0,8 cm dengan panjang terjangkar minimal 300 mm atau yang disesuaikan dengan rekomendasi pabrikan atau ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan. Angkur harus memiliki kemampuan untuk menembus lapisan tanah dan tahan terhadap cabut.

Tabel 1.3.17. (5) Persyaratan Kuantitas Bahan Pendukung Vegetasi

Metode/Teknik Penanaman	Kuantitas				
	Mulsa	Pupuk	Kompos	Air	Perekat PAM
<i>Hydroseeding</i>	250 – 300 gr/m ²	450 – 550 gr/m ²	-	70% dari volume tangki	2,75 – 3,25 gr/m ²
Taplok	250 – 300 gr/m ²	450 – 550 gr/m ²	-	-	2,75 – 3,25 gr/m ²

SKh-1.3.17.3 PELAKSANAAN

1. Persiapan

- a) Sebelum pekerjaan pada lereng jalan dimulai, Penyedia Jasa harus mempersiapkan, mengadakan, dan memerintahkan pekerja untuk menggunakan peralatan pengaman keselamatan sesuai dengan Spesifikasi Umum Seksi 1.19.
- b) Pembersihan dan pembongkaran tanah dari pangkal/tanggul batang pohon, gelondongan kayu, belukar dan tanaman lain serta bahan non-organik yang berupa pagar, bangunan, fondasi, puing dan kotoran lainnya (*clearing and grubbing*) sesuai dengan yang ditetapkan dalam gambar kerja atau dalam batas wilayah garis sempadan daerah/lokasi pekerjaan.
- c) Bersihkan lereng/tebing (dengan mempertimbangkan stabilitas lereng) dari sampah, tumbuhan liar, debris, dan penghalang lainnya.
- d) Permukaan lereng harus disiapkan/diratakan sesuai Gambar dan dapat menopang penutup vegetasi dan menjamin terjadi kontak sempurna antara Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan dengan tanah/batuan.
- e) Apabila terdapat jejak erosi yang cukup dalam dan lebar seperti alur dan parit dan lainnya harus dirapihkan sehingga relatif rata dari permukaan sebelum penghamparan.
- f) Kemiringan dan bentuk lereng harus disiapkan sesuai dengan tipe Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan yang akan digunakan atau sesuai Gambar.
- g) Lakukan pematokan sesuai dengan kontur tanah dan pengukuran untuk pembuatan lubang tanaman jika dibutuhkan.
- h) Siapkan parit untuk jangkar awal dan parit penghentian (umumnya dengan lebar 30 cm dan kedalaman 30 cm atau ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan).

2. Pemasangan

- A. Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan pada lereng
Pemasangan harus sesuai dengan rekomendasi pabrik atau sesuai persetujuan pengawas pekerjaan, secara umum adalah:
 - a) Pemasangan tahap awal dilakukan pada bagian atas lereng, yaitu pemasangan angkur pada parit untuk jangkar awal segera setelah parit selesai.
 - b) Pemasangan tahap awal dilakukan pada bagian atas lereng, jepit Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan pada parit untuk jangkar awal segera setelah parit selesai.
 - c) Lepaskan gulungan Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan ke bawah lereng dengan arah pelepasan searah aliran air.
 - d) Untuk Selimut Pengendali Erosi, tumpang-tindihkan (*overlap*) secara vertikal minimal 30 cm dan tautkan dengan Angkur atau yang disesuaikan dengan rekomendasi pabrikan atau ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan.
 - e) Ketika Selimut Pengendali Erosi Lereng atau Matras Perkuatan memerlukan sambungan horizontal, tempatkan ujung Selimut

Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan di atas Selimut Pengendali Erosi Lereng atau Matras Perkuatan berikutnya (tipe sirap) dengan tumpang tindih minimal 30 cm. Tautkan/lekatkan area yang tumpang tindih menggunakan Angkur besi atau yang disesuaikan dengan rekomendasi pabrik atau ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan.

- f) Hamparkan Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan tanpa dikencangkan/ditarik untuk menjaga kontak antara Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan dengan tanah.
 - g) Tautkan/lekatkan Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan menggunakan Angkur pada angkur Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan untuk mempertahankan kontak dengan tanah. Angkur dipasang dari atas kebawah lereng pada bagian tengah lembaran dan diatur berselingan dengan Angkur yang dipasang pada sudut atau ujung lembaran. Jumlah kebutuhan Angkur minimal dengan interval 1 m atau disesuaikan dengan kondisi lapangan untuk menjaga kestabilan pada saat pelaksanaan.
 - h) Apabila terdapat muka air tanah yang membahayakan stabilitas lereng, maka diperlukan penanganan yang terpisah.
 - i) Semua Selimut Pengendali Erosi dan Matras Perkuatan yang telah terpasang harus diinspeksi secara berkala setelah pemasangan untuk menjamin tidak terjadi kerusakan.
 - j) Jika terjadi curah hujan tinggi pada saat atau setelah pemasangan, perlu dilakukan pengecekan terhadap erosi dan kerusakan. Setiap kerusakan yang terjadi harus segera diperbaiki. Timbun dengan tanah dengan tetap menampakkan bagian atas jaring Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan.
 - k) Selama pelaksanaan pemasangan Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan tidak diperkenankan untuk dilintasi kendaraan.
 - l) Apabila kerusakan terjadi pada saat pelaksanaan pekerjaan, penggantian Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan dan Angkur dilakukan secara menerus dengan melakukan penyambungan menggunakan metode yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
3. Penanaman vegetasi dapat dilakukan secara mandiri atau sesudah penghamparan material Pengendali Erosi Lereng dengan mempertimbangkan kondisi lapangan dan kondisi kondisi tertentu. Penanaman dapat dilaksanakan dengan menggunakan metode-metode sebagai berikut:
- a. Penanaman biji vegetasi dengan teknik *hydroseeding*
 - Tahap awal penanaman dengan cara teknik *hydroseeding* adalah dengan membuat campuran yang terdiri dari biji vegetasi, mulsa serutan kayu, perekat PAM, pupuk kandang dan pupuk buatan (anorganik) beserta air dalam suatu tangki pencampur yang dilengkapi dengan alat pengaduk (*agitator*), mesin penyemprot, pompa, selang penyemprot dan *nozzle*. Proses pencampuran minimal membutuhkan waktu selama 30 menit. Ukuran dan

kebutuhan biji tanaman, mulsa serutan kayu, perekat PAM, pupuk dan air dapat dilihat pada Tabel 1.3.17 (3), (4) dan (5).

- Penyemprotan campuran *hydroseeding* pada permukaan lereng yang sudah dipasang Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan dilakukan dari arah atas ke bawah atau arah menyamping secara horizontal dari arah kanan ke kiri atau sebaliknya.
- Laju penyemprotan berkisar dari 1,5 -1,8 m² det⁻¹.
- Penyemprotan harus dilakukan pada lereng sesuai dengan Gambar.
- Penyemprotan material *hydroseeding* sebaiknya dilakukan pada awal musim hujan namun tidak diperkenankan selama hujan lebat, cuaca panas atau kondisi angin kering yang panas.
- Lakukan penyiraman pada lereng yang sudah ditanami dengan teknik *hydroseeding* tersebut setiap 2 hari sekali sampai masa pekerjaan konstruksi berakhir. Bilamana terjadi hujan, penyiraman dihentikan.

b. Penanaman biji vegetasi dengan teknik Taplok

- 1) Tahap awal penanaman dengan cara teknik taplok adalah dengan membuat campuran yang terdiri dari biji vegetasi, mulsa serutan kayu, perekat PAM, pupuk kandang dan pupuk buatan (anorganik) beserta air dalam suatu tangki pencampur yang dilengkapi dengan alat pengaduk (*agitator*) atau diaduk secara manual. Proses pencampuran minimal membutuhkan waktu selama 30 menit. Kebutuhan biji tanaman, mulsa serutan kayu, perekat PAM, pupuk dan air dapat dilihat pada Tabel 1.3.17 (3) dan (5).
- 2) Taplok-kan campuran tersebut pada permukaan lereng yang sudah dipasang Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan dengan jarak horizontal dan vertikal maksimum 20 cm antara mulsa atau sesuai dengan Gambar.
- 3) Lakukan penyiraman pada lereng yang sudah ditanami dengan teknik taplok tersebut setiap 2 hari sekali sampai masa pekerjaan konstruksi berakhir. Bilamana terjadi hujan, penyiraman dihentikan.

4. Pembersihan Sampah Sisa Pekerjaan Konstruksi

- a. Penyedia Jasa harus memperhatikan dan menjaga agar kondisi lingkungan tempat melakukan kegiatan pekerjaan, tetap bersih dari sampah dan kotoran lainnya baik pekerjaan yang sedang dilaksanakan maupun bekas pekerjaan sesuai dengan Spesifikasi Umum 2018 Seksi 1.16.
- b. Kondisi lingkungan harus dibersihkan dan dirapikan sehingga faktor estetika lingkungan dapat teratasi dengan baik dan pekerja dapat melakukan pekerjaan dengan aman dan nyaman.

5. Penyiraman

Paling sedikit 1 bulan setelah vegetasi selesai ditanam, permukaan yang ditanami vegetasi tersebut harus disiram dengan air dengan interval waktu yang teratur menurut kondisi cuaca saat itu atau sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Jumlah air yang disiramkan harus sedemikian rupa sehingga permukaan yang baru ditanami vegetasi tidak mengalami erosi, hanyut atau mengalami kerusakan yang lainnya untuk menjaga kondisi vegetasi tetap hidup dan sehat.

6. Pemeliharaan

Penyedia Jasa harus memelihara tanaman yang telah ditanam sampai Serah Terima Akhir Pekerjaan dilaksanakan. Pekerjaan ini meliputi penyiraman, pembersihan / penyiangan / pendangiran tumbuhan gulma/liar, pemangkasan serta penggantian tanaman yang kurang baik pertumbuhannya dengan penyemprotan ulang.

a. Penyiraman

Setelah penanaman seluruhnya dilaksanakan, penyiraman terus dilakukan selama masa pemeliharaan. Penyiraman dilakukan 2 kali seminggu atau dengan interval waktu yang teratur menurut kondisi cuaca saat itu atau sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

b. Penyiangan

Pembersihan terhadap tumbuhan liar yang dapat merugikan dilakukan secara rutin sesuai keperluan.

c. Penggantian tanaman

Apabila selama masa pemeliharaan masih terdapat tanaman yang rusak/mati, perlu diganti dengan tanaman baru yang berkualitas baik dengan cara penyemprotan ulang material *hydroseeding*.

d. Pemasangan tanaman berakar

Beberapa jenis tanaman tidak dapat tumbuh langsung dari bibit dan harus dibiakkan di tempat *nursery*. Penggunaan jenis tanaman ini dapat dilakukan dengan metode penghamparan yang ditetapkan oleh perencana.

SKh-1.3.17.4 PENGENDALIAN MUTU

1. Umum

Sertifikasi dan Manajemen Mutu sesuai dengan ketentuan Spesifikasi Umum 2018 Seksi 1.11 dan Seksi 1.21.

2. Pengiriman dan penyimpanan

- a. Setiap gulungan Selimut Pengendali Erosi dan Matras Perkuatan harus dipastikan kualitasnya oleh Penyedia Jasa dan dibungkus

dengan suatu bahan yang dapat melindunginya dari kerusakan selama pengiriman, air, sinar matahari, dan kontaminasi bahan kimia. Bungkus pelindung harus dipelihara selama periode pengiriman dan penyimpanan, dan harus diterima dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Proses pengiriman harus dilengkapi dengan asuransi.

- b. Selama penyimpanan, Penyedia Jasa harus memastikan gulungan Selimut Pengendali Erosi dan Matras Perkuatan diletakkan di tempat yang kering dan ditutup untuk melindungi dari kerusakan akibat konstruksi, presipitasi, senyawa kimia bersifat asam atau basa kuat, api dari percikan las dan kondisi lingkungan lain yang dapat merusak nilai sifat fisik, dan harus diterima dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- c. Apabila terdapat Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan yang rusak sebelum pelaksanaan pemasangan (dari pabrik) dan pada saat penyimpanan, maka Penyedia Jasa bertanggung jawab untuk mengganti Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan yang rusak.
- d. Selama penyimpanan, Penyedia Jasa harus memastikan bibit, pupuk dan bahan lainnya tidak mengalami kerusakan sehingga dapat menghasilkan vegetasi yang hidup dan sehat.

3. Pengambilan Contoh, Pengujian dan Penerimaan

- a. Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan harus diambil contohnya dan diuji pada laboratorium yang terakreditasi dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan untuk memastikan kesesuaiannya dengan spesifikasi ini. Jumlah sampel yang diambil untuk pengujian sesuai dengan ASTM D4354 seperti pada Tabel 13.17. (7).
- b. Suatu lot adalah seluruh *roll* Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan yang dikirim ke lokasi pekerjaan yang diproduksi oleh pabrikan yang sama, selama periode produksi yang menerus pada pabrik manufaktur yang sama, dan mempunyai nama produk yang sama.
- c. Pengujian untuk Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan harus dilakukan dengan metode yang tercantum pada Tabel 13.17. (8). Penerimaan produk ditentukan dengan membandingkan nilai rata-rata hasil pengujian dari seluruh benda uji dalam suatu contoh uji yang ditentukan terhadap spesifikasi nilai Gulungan Rata-Rata Minimum (*Minimum Average Roll Value*, MARV).
- d. Persyaratan jumlah pengambilan biji tanaman dan metode pengujian untuk biji vegetasi harus dilakukan sesuai dengan Tabel 13.17. (9).

Tabel 13.17. (7) Persyaratan Jumlah Pengambilan Sampel untuk Selimut atau Matras

Jumlah Unit dalam Lot	Jumlah Unit yang Terpilih
1-200	1
201-500	2
501-1000	3
Lebih dari 1001	4

Tabel 13.17. (8) Pengujian Material Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan

No	Jenis Pengujian	Metode Uji
1	Kuat Tarik Material Selimut Pengendali Erosi	ASTM 6818-17
2	Kuat Tarik Material Matras Perkuatan	BS EN 10223-6:2012 untuk Jaring Kawat <i>Chain Link</i> atau BS EN 10223-3:2013 untuk jaring kawat Heksagonal
3	Massa Material Selimut Pengendali Erosi	ASTM 6475-17
4	Massa Material Matras Perkuatan	ASTM 6566-18

Tabel 13.17. (9) Pengujian Biji Vegetasi

No	Jenis Pengujian	Metode Uji	Jumlah Biji
1	Daya Kecambah	SNI 7628.6-2011	10% dari total berat yang digunakan

SKh-1.3.17.5 PENGUKURAN

1. Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan dan Angkur diukur berdasarkan jumlah meter persegi yang dihitung dari garis batas pembayaran pada Gambar atau dari garis batas pembayaran yang ditentukan secara tertulis oleh Pengawas Pekerjaan. Pengukuran ini tidak meliputi tumpang tindih sambungan.
2. Kuantitas pekerjaan penanaman tanaman yang diukur untuk pembayaran, haruslah luasan permukaan yang aktual ditanami, dan diukur dalam meter persegi yang diterima Pengawas Pekerjaan. Dasar pembayaran di lokasi

penanaman yang ditetapkan oleh Pengawas Pekerjaan berdasarkan total luasan aktual ditanam dalam keadaan hidup dan sehat.

SKh-1.3.17.6 PEMBAYARAN

Kuantitas Selimut Pengendali Erosi atau Matras Perkuatan, Angkur dan Pasak diukur seperti diuraikan di atas harus dibayar untuk persatuan pengukuran dari masing-masing harga yang dimasukkan ke dalam daftar kuantitas dan harga untuk mata pembayaran terdaftar di bawah. Harga tersebut merupakan kompensasi penuh untuk penyiapan kondisi lereng, pengadaan, pengiriman, pemasangan, penyelesaian akhir, pengendalian mutu, pengujian bahan, dan seluruh biaya lain yang diperlukan atau biaya untuk penyelesaian yang sebagaimana mestinya dari pekerjaan yang diuraikan di dalam Seksi ini.

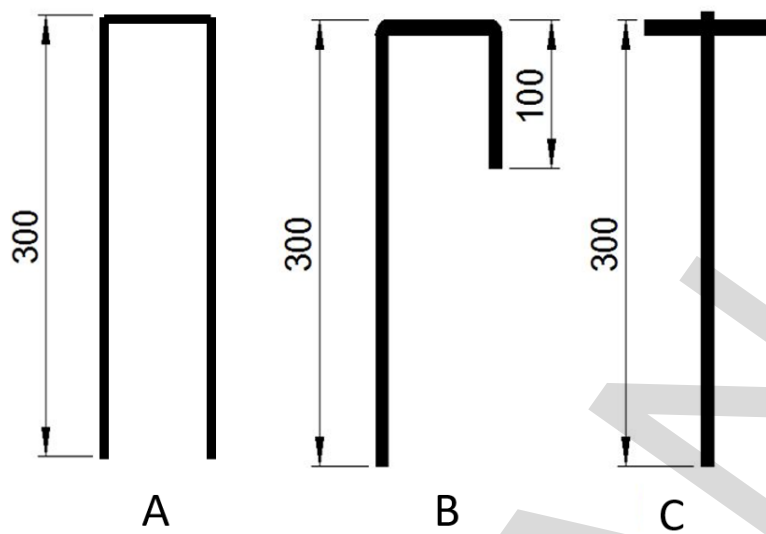
Pembayaran pekerjaan penanaman tanaman merupakan kompensasi penuh untuk semua bahan, pekerja, peralatan dan perkakas termasuk tanaman yang ditanam harus dalam keadaan hidup dan sehat.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh-1.3.17 (1.a)	Selimut Pengendali Erosi Tipe I	Meter Persegi
SKh-1.3.17 (1.b)	Selimut Pengendali Erosi Tipe II	Meter Persegi
SKh-1.3.17 (1.c)	Matras Perkuatan Tipe III	Meter Persegi
SKh-1.3.17 (2.a)	Penanaman Biji Vegetasi dengan Teknik <i>Hydroseeding</i>	Meter Persegi
SKh-1.3.17 (2.b)	Penanaman Biji Vegetasi dengan Teknik Taplok	Meter Persegi

LAMPIRAN

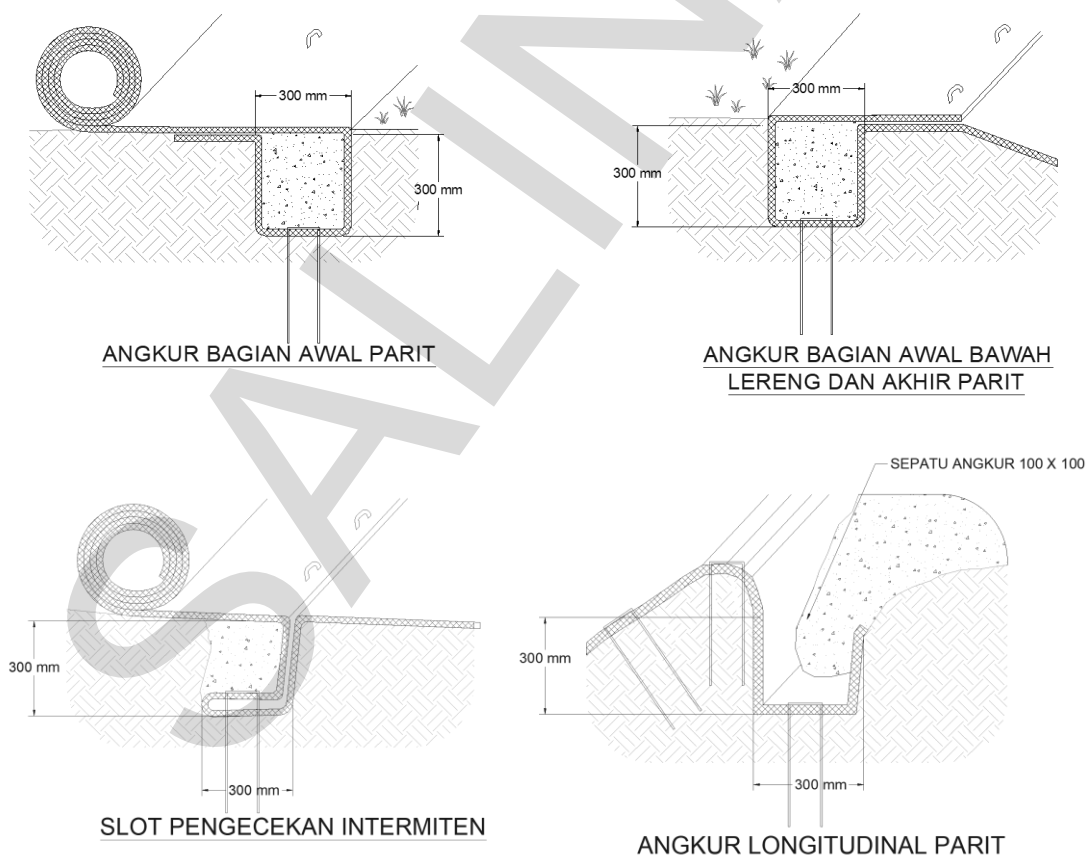
Daftar Istilah:

1. *Legume Cover Crops* (LCC) : merupakan tanaman penutup tanah yang berasal dari *familia leguminaceae* yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan cara memanfaatkan simbiosis antara tanaman LCC dengan bakteri pengikat nitrogen dari udara.
2. Biji tanaman kemurnian minimal 90% : perbandingan antara benih murni dengan total benih yang dikali seratus persen.
3. *Hydroseeding* : adalah metode atau teknik penyemprotan campuran *hydroseeding* (biji tanaman, pupuk, bahan pemantap tanah) ke atas permukaan lahan atau lereng dengan menggunakan mesin *hydroseeding* (*hydroseeder*).
4. Biostimulan : adalah merupakan senyawa organik alami atau sintesis (bukan pupuk) yang dapat meningkatkan pertumbuhan, dan meningkatkan respon tanaman terhadap penyakit, hama dan kekeringan.

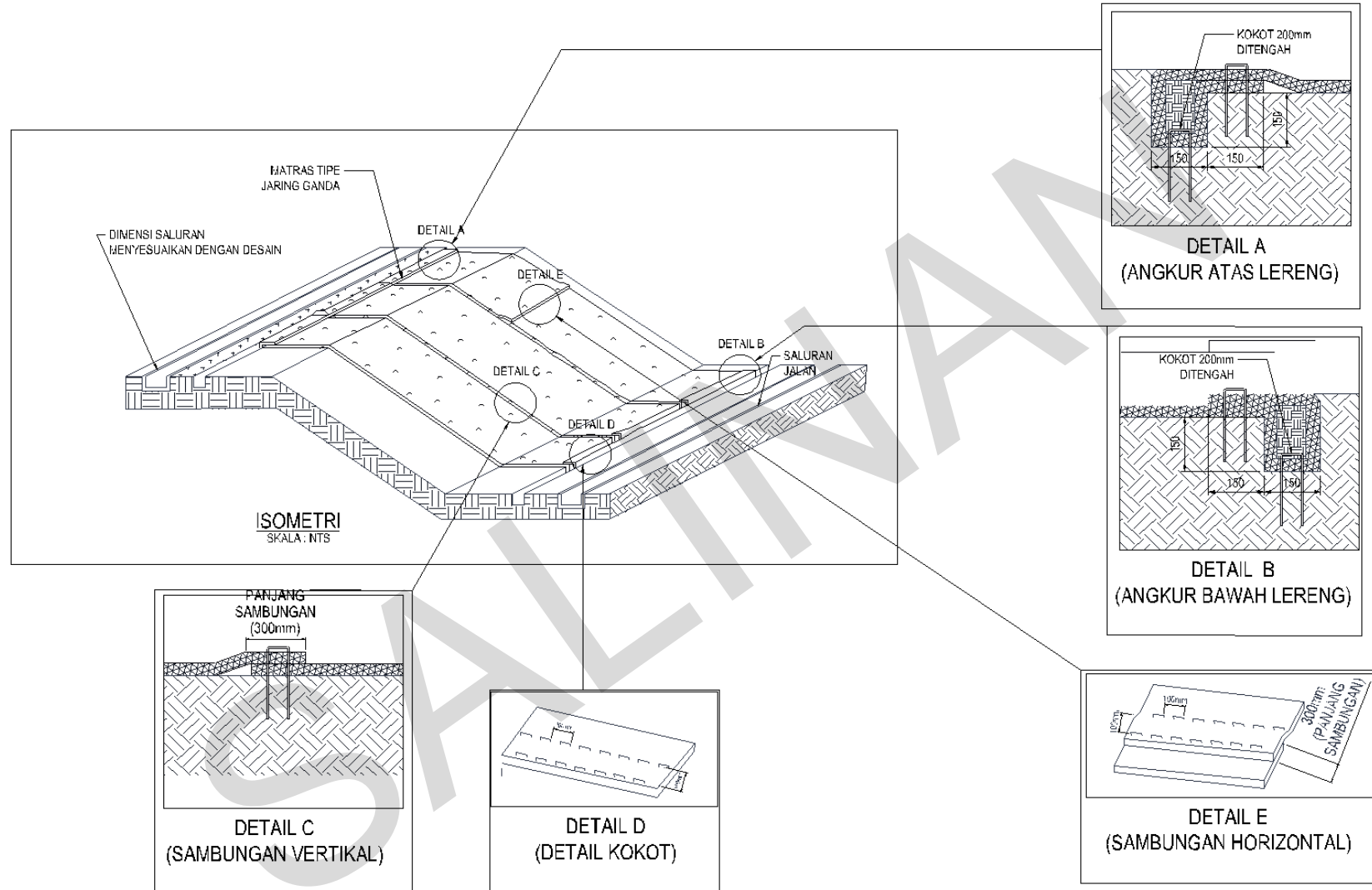


A. Angkur U, B Angkur J, C Angkur T

Gambar 1. Ilustrasi Bentuk Angkur (panjang terjangkar minimum 300 mm, diameter minimum 8 mm)



Gambar 2. Ilustrasi Pemasangan Angkur Parit



Gambar 3. Ilustrasi Tumpang Tindih ketika Selimut Pengendali Erosi Lereng atau Matras Perkuatan harus disambung

Diagram illustrating the installation of an erosion control mat (Matras Jaringan T. VEGGAL) on a slope. The diagram shows the mat being laid over the slope, with dimensions and labels indicating the process and materials used.

Labels and Dimensions:

- MATRAS JARING T. VEGGAL
- PASCAL PENGHAMPARAN
- DIMENSI SALLAN SESUAI DESAIN
- PENGHAMPARAN MATRAS LERENG DENGAN SENGKEDAN
- 900
- 20000
- Ø 3 mm