

SE Menteri PUPR

Nomor : 02/SE/M/2018

Tanggal : 26 Februari 2018

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

**Penerapan teknologi *hydroseeding* untuk
pengendalian erosi permukaan
lereng jalan**



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	iv
Pendahuluan	v
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Ketentuan	2
4.1 Umum.....	2
4.2 Lereng jalan.....	2
4.2.1 Kemiringan dan panjang lereng jalan	2
4.2.2 Karakteristik tanah.....	3
4.3 Bahan <i>hydroseeding</i>	3
4.3.1 Biji tanaman.....	3
4.3.2 Mulsa serutan kayu	3
4.3.3 Bahan pemantap tanah PAM.....	4
4.3.4 Kotoran hewan	4
4.3.5 Air.....	4
4.4 Peralatan	5
4.4.1 Alat <i>hydroseeding</i>	5
4.4.2 Peralatan lainnya.....	5
4.5 Sumber daya manusia (SDM).....	5
4.6 Pelaksanaan.....	5
4.7 Perawatan atau menjaga masa pertumbuhan tanaman	6
4.8 Pemeliharaan	7
5 Prosedur pelaksanaan	9
5.1 Diagram alir	10
5.2 Prosedur pelaksanaan.....	10
5.2.1 Persiapan	10
5.2.2 Cara pelaksanaan pekerjaan teknologi <i>hydroseeding</i>	11
6 Pemeliharaan.....	11
6.1 Diagram alir pemeliharaan.....	11
6.2 Prosedur pemeliharaan.....	12
6.2.1 Persiapan	12
6.2.2 Pelaksanaan pemeliharaan	12
7 Monitoring dan evaluasi	13
7.1 Diagram alir monitoring dan evaluasi	13
7.2 Prosedur monitoring dan evaluasi.....	13
7.2.1 Persiapan	13
7.2.2 Pelaksanaan monitoring dan evaluasi	14
Lampiran A(normatif)Contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai erodibilitas tanah (K) dengan nomograf.....	15

Lampiran B(normatif)Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air	17
Lampiran C(informatif)Formulir monitoring dan evaluasi pertumbuhan tanaman.....	20
Lampiran D(informatif)Contoh pengisian Formulir monitoring dan evaluasi pertumbuhan tanaman.....	21
Lampiran E(informatif)Foto alur erosi permukaan	22
Lampiran F(informatif) Foto alat <i>hydroseeding</i>	23
Lampiran G(informatif) Pemeriksaan Unit Alat hydroseeder.....	24
Bibliografi.....	25

Daftar Gambar

Gambar 1 - Diagram alir pelaksanaan teknologi <i>hydroseeding</i>	10
Gambar 2 - Diagram alir pemeliharaan teknologi <i>hydroseeding</i>	12
Gambar 3 - Diagram alir monitoring dan evaluasi teknologi <i>hydroseeding</i>	13

Daftar Tabel

Tabel 1 - Ketentuan kemiringan dan panjang lereng.....	2
Tabel 2 - Ketentuan biji tanaman	3
Tabel 3 - Ketentuan mulsa serutan kayu.....	4
Tabel 4 - Ketentuan bahan pemantap lattanah	4
Tabel 5 - Ketentuan kotoran hewan	4
Tabel 6 - Ketentuan alat <i>hydroseeding</i>	5
Tabel 7 - Ketentuan pelaksanaan	6
Tabel 8 - Ketentuan perawatan atau menjaga masa pertumbuhan tanaman	7
Tabel 9 - Ketentuan pemeliharaan rutin	8
Tabel 10 - Ketentuan pemeliharaan khusus.....	8
Tabel 11 - Ketentuan monitoring dan evaluasi	9

Prakata

Pedoman tentang penerapan teknologi *hydroseeding* untuk pengendalian erosi permukaan lereng jalan, mengatur tentang ketentuan kemiringan dan panjang lereng, ketentuan bahan *hydroseeding*, ketentuan alat, ketentuan sumber daya manusia (SDM), ketentuan pelaksanaan, ketentuan pemeliharaan, ketentuan monitoring dan evaluasi, serta prosedur pelaksanaan, pemeliharaan, serta monitoring dan evaluasinya.

Pedoman dipersiapkan oleh Panitia Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subkomite Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan melalui Gugus Kerja Litbang Sistem dan Teknik Lalu Lintas Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam forum rapat konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 18 Februari 2016 di Bandung, oleh Subkomite Teknis, yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.

Pendahuluan

Pengendalian erosi permukaan atau longsor dangkal pada areal lereng jalan dapat dilakukan antara lain dengan metode vegetatif. Melalui metode vegetatif, hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa tingkat erosivitas permukaan lereng jalan dapat dikurangi hampir 90 persen pada saat penutupan tanah oleh tanaman minimum mencapai 70 persen. Pada umumnya penanaman dilakukan secara konvensional, yaitu dengan cara menanam langsung rumput (tradisional) yang berupa tunas, stek, atau gembalan pada areal lereng jalan yang ditangani. Selamaini, metode penanaman yang dilakukan secara konvensional dipandang kurang efektif, baik dipandang dari segi waktu, tenaga, maupun biaya.

Oleh karena itu, untuk bisa menangani permasalahan tersebut dilakukan kajian yang dilakukan Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan menyangkut penerapan teknologi *hydroseeding* untuk pengendalian erosi permukaan lereng jalan. Metode *hydroseeding* merupakan salah satu alternatif teknologi yang dianggap lebih efektif dan efisien. Teknologi *Hydroseeding* adalah proses penanaman dengan menggunakan campuran yang terdiri atas biji tanaman, bahan pemantap tanah, air dan mulsa. Campuran tersebut diangkut dalam tanki, truk, atau trailer dan disemprotkan di atas areal lahan lereng jalan yang telah dipersiapkan dalam suatu tapak yang seragam. Keunggulan *hydroseeding* selain dari aspek teknis diatas juga memiliki keunggulan lain yaitu dapat mereduksi 50 persen biaya pembangunan dan waktu pelaksanaan dibandingkan dengan metoda konvensional.

Pedoman dipersiapkan dan disusun ini bertujuan untuk memudahkan pelaksanaan penerapan teknologi *hydroseeding* untuk pengendalian erosi permukaan lereng jalan, sehingga bisa efektif dan efisien pemanfaatannya, dan dapat dijadikan rujukan bagi semua pihak yang terkait dalam penyelenggaraan jalan.

Penerapan teknologi *hydroseeding* untuk pengendalian erosi permukaan lereng jalan

1 Ruang lingkup

Pedoman ini menetapkan ketentuan kemiringan dan panjang lereng, bahan *hydroseeding*, peralatan, sumber daya manusia (SDM), cara pelaksanaan dan pemeliharaan, monitoring dan evaluasi, serta prosedur dan diagram alir dari pelaksanaan, pemeliharaan, monitoring dan evaluasi teknologi *hydroseeding*.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan pedoman ini.

Peraturan Pemerintah Nomor 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;*

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22 Tahun 2007 tentang *Pedoman kawasan rawan bencana longsor;*

Peraturan Menteri Pertanian Nomor 28 Tahun 2009 tentang *Pupuk organik, pupuk hayati dan pembenah tanah;*

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05 Tahun 2014 tentang *Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum;*

Keputusan Menteri Pertanian Nomor 238 Tahun 2003 tentang *Penggunaan pupuk anorganik.*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan dalam pedoman ini, istilah dan definisi berikut ini digunakan:

3.1

bahan pemantap tanah

bahan kimia yang berfungsi sebagai pembentuk struktur tanah agar pori-pori di dalam dan di antara agregat tanah sekaligus mantap atau stabil

3.2

campuran *hydroseeding*

campuran yang terdiri atas biji tanaman, mulsa, bahan pemantap tanah, pupuk dan air yang dicampur dalam suatu tabung *hydroseeder* dengan komposisi tertentu

3.3

lereng

kemiringan suatu permukaan terhadap arah horizontal tanah yang dinyatakan dalam persen atau derajat

3.4

mulsa

bahan yang disebarakan pada permukaan tanah untuk melindungi akar tanaman dari pengaruh air hujan, menjaga kelembapan tanah, menekan tumbuhan liar dan menekan hama penyakit tanaman. Sebagai contoh misalnya mulsa serutan kayu, mulsa jerami, mulsa kertas, mulsa plastik dan lain lain

3.5

nilai erodibilitas tanah (k)

tingkat kepekaan suatu jenis tanah terhadap erosi

3.6

Polyacrilamide (PAM)

senyawa kimia polimer yang digunakan untuk menambah daya rekat (*adhesive*) pada tanah

3.7

Teknologi *hydroseeding*

metode atau teknik penyemprotan campuran *hydroseeding* (biji tanaman, pupuk, bahan pemantap tanah) ke atas permukaan lahan atau lereng jalan dengan menggunakan mesin *hydroseeding* (*hydroseeder*)

4 Ketentuan

4.1 Ketentuan Umum

Penerapan teknologi *hydroseeding* agar efektif dan efisien paling tidak harus:

1. mereduksi erosi permukaan lereng jalan;
2. pada daerah lereng jalan yang memenuhi kemiringan, panjang lereng, dan karakteristik tanah tertentu
3. menggunakan bahan *hydroseeding* (biji tanaman, mulsa, bahan pemantap tanah PAM, kotoran hewan dan air) yang memenuhi spesifikasi tertentu;
4. menggunakan peralatan *hydroseeding* (pompa, tangki, dll) yang sesuai dengan spesifikasi;
5. menggunakan SDM yang mempunyai kualifikasi dalam penerapan teknologi *hydroseeding*;
6. dilaksanakan dengan cara yang telah ditentukan dan mengikuti prosedur;
7. melakukan pemeliharaan, monitoring dan evaluasi yang konsisten.

4.2 Ketentuan Lereng jalan

4.2.1 Kemiringan dan panjang lereng jalan

Ketentuan kemiringan dan panjang lereng yang dapat ditangani dengan teknologi *hydroseeding* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1-Ketentuan kemiringan dan panjang lereng

No	Uraian	Ketentuan
1	kestabilan lereng	Untuk jalan baru (Perencanaan) dinyatakan stabil oleh ahli geoteknik, sedangkan untuk lereng yang sudah ada dinyatakan dengan nilai k (mengacu pada butir 4.2.2.a)
2	Kemiringan*	maksimum 55° atau 142,8%
3	panjang lereng**	maksimum 9 meter

Sumber: hasil penelitian puslitbang jalan dan jembatan 2015

Catatan :

*) jika kemiringan lereng lebih dari 55° atau 142,8% maka penerapan *hydroseeding* harus dikombinasikan dengan metode lain (mekanik atau kimia) misalnya menggunakan geogrid atau cocomesh.

***) jika panjang lereng lebih dari 9 meter, dibuat terasering dengan mengacu pada Pedoman Kawasan Rawan Bencana Longsor (Peraturan Menteri PU Nomor 22/PRT/2007).

4.2.2 Karakteristik tanah

Ketentuan karakteristik tanah yang dapat ditangani dengan teknologi *hydroseeding* adalah:

- a) nilai *erodibilitas* tanah (K) lebih besar dari 0,21 (sedang s.d sangat tinggi) atau secara visual terdapat alur atau gerusan tanah pada permukaan lereng. Penentuan Nilai K dapat dihitung dengan mengikuti prosedur yang ada dalam Petunjuk Teknis Analisis Fisika dan Kimia Tanah Balai Penelitian Tanah Tahun 2009. Contoh perhitungan nilai K dapat dilihat pada lampiran A (Normatif) serta foto alur erosi permukaan dapat dilihat pada lampiran E (Informatif).
- b) pH netral (pH 6,6 sampai dengan 7,5); jika pH < 6,6 maka tambahkan kapur agar menjadi netral, misalnya dolomit. Jika pH > 7,5 tambahkan sulfur atau belerang, misalnya pupuk ZA. Prosedur penggunaan pupuk dolomit dan ZA mengacu pada Kepmentan No. 238 tahun 2003 tentang penggunaan pupuk anorganik.

4.3 Ketentuan Bahan *hydroseeding*

Bahan *hydroseeding* terdiri dari biji tanaman, mulsa serutan kayu, bahan pemantap tanah (PAM), kotoran hewan dan air.

4.3.1 Biji tanaman

Ketentuan biji tanaman dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2- Ketentuan biji tanaman

No	Uraian	Ketentuan
1	kemurnian	minimum 90% atau sesuai dengan sertifikat produsen benih
2	diameter biji	maksimum 0,5 cm
3	daya kecambah	minimum 70% atau sesuai dengan sertifikat produsen benih
4	Jenis biji : <ul style="list-style-type: none">• Signal (<i>Urochloa decumbens</i>)• Rhodes (<i>Chloris gayana</i>)• Bahia (<i>Paspalum notatum</i>)• Covercrop (<i>Pueraria javanica</i>)	22 gram/m ² sampai dengan 30 gram/m ² 5 gram/m ² sampai dengan 7 gram/m ² 5 gram/m ² sampai dengan 7 gram/m ² 30 gram/m ² sampai dengan 40 gram/m ²

Sumber: hasil penelitian puslitbang jalan dan jembatan 2015

Catatan: jenis biji tanaman lain disesuaikan dengan berat bijinya

4.3.2 Mulsa serutan kayu

Ketentuan mulsa serutan kayu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 - Ketentuan mulsa serutan kayu

No	Uraian	Ketentuan
1.	massa jenis	0,3 gram/ml sampai dengan 0,7 gram/ml
2	diameter mulsa	maksimum 0,5 cm
3	kadar abu	maksimum 40%
4	kebutuhan mulsa	250 gram/m ² sampai dengan 300 gram/m ²

Sumber: hasil penelitian puslitbang jalan dan jembatan 2015

4.3.3 Bahan pemantap tanah PAM

Ketentuan bahan pemantap tanah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 – Ketentuan bahan pemantap tanah

No	Uraian	Ketentuan
1	Wujud	granular berwarna putih
2	massa jenis	0,7 gram/ml s.d 0,8 gram/ml
3	pH	6,6 s.d 7,5 (netral)
4	larutan PAM memiliki viskositas	2410 cps (<i>centi stock per second</i>)
5	kebutuhan	2,75 gram/m ² s.d 3,25 gram/m ²

Sumber: hasil penelitian puslitbang jalan dan jembatan 2015

4.3.4 Kotoran hewan

Ketentuan kotoran hewan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 – Ketentuan kotoran hewan

No	Uraian	Ketentuan
1	wujud	granular, berwarna gelap dan mudah hancur
2	diameter	maksimum 0,5 cm
3	kebutuhan	450 gram/m ² s.d 550 gram/m ²

Sumber: hasil penelitian puslitbang jalan dan jembatan 2015

Catatan: jenis kotoran hewan yang dapat digunakan adalah kotoran ayam, sapi, kambing dan kotoran hewan lainnya yang tersedia di sekitar lokasi

4.3.5 Air

Air untuk campuran material *hydroseeding*, penanaman, penyiraman dan menjaga masa pertumbuhan tanaman harus memenuhi persyaratan Peraturan Pemerintah Nomor 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 (dapat dilihat pada lampiran B). Volume air untuk campuran material *hydroseeding* digunakan sebanyak 65 % sampai 75 % dari volume tangki.

4.4 Ketentuan Peralatan

4.4.1 Alat *hydroseeding*

Ketentuan alat *hydroseeding* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 – Ketentuan alat *hydroseeding*

No	Uraian	Ketentuan
1	kapasitas mesin pompa dorong	maksimum 1.100 L/menit dilengkapi dengan lubang pengisapan berdiameter 7,5 cm
2	kecepatan aliran	100 L/menit s.d 110 L/menit
3	kapasitas tangki	minimum 1.000 L
4	kelengkapan standar: a. diameter selang b. panjang selang c. diameter ekor nozzle d. diameter mulut nozzle e. bentuk nozzle f. torsi pengaduk mekanis	minimum 3,45 cm minimum 2000 cm minimum 3,45 cm minimum 0,5 cm bulat, pipih, dan bintang minimum 23,8 Nm/1.250 rpm

Sumber: hasil penelitian puslitbang jalan dan jembatan 2015

Catatan: Foto alat *hydroseeding* dapat dilihat pada Lampiran F

4.4.2 Peralatan lainnya

Peralatan lainnya yang digunakan meliputi:

- a) Cangkul
- b) Tangki air.
- c) Pompa air.
- d) Ember
- e) Arit
- f) Rol meter
- g) Pengki
- h) klinometer
- i) Alat bantu lainnya disesuaikan dengan kondisi eksisting lapangan dan kebutuhan.

4.5 Ketentuan Sumber daya manusia (SDM)

Sumber daya manusia (SDM) dalam pelaksanaan teknologi *hydroseeding* terdiri atas tenaga mandor, teknisi dan pembantu teknisi. SDM yang diperlukan sekurang-kurangnya berpendidikan minimal SMA/SMK yang telah berpengalaman dalam pekerjaan tanaman ataupun penggunaan alat *hydroseeding* minimal 1 tahun.

4.6 Ketentuan Pelaksanaan

Ketentuan pelaksanaan teknologi *hydroseeding* dapat dilihat pada Tabel 7 dan harus memperhatikan segi keselamatan dan kesehatan pekerja dengan mengacu Pedoman Manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum (Permen PU N0 05/PRT/M/2014).

Tabel 7- Ketentuan pelaksanaan

No	Uraian	Ketentuan
1	Pematokan	Jarak pematokan maksimum 250 cm atau mengikuti kondisi lapangan yang ada
2	pembersihan dan perataan	ketebalan maksimum 10 cm dari permukaan tanah
3	pembuatan saluran	mengacu pada Pedoman kawasan rawan bencana longsor (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22/PRT/2007).
4.	Pencampuran material: a). Tahapan pencampuran: b). Lama pengadukan/pencampuran <ul style="list-style-type: none"> • Air dan Bahan pemantap tanah • Mulsa, biji tanaman dan pupuk 	1). Air, 2). Bahan pemantap tanah PAM, 3). Mulsa, biji tanaman dan pupuk selama 15 sampai dengan 20 menit dalam tangki <i>hydroseeder</i> , waktu pengadukan selama 10 sampai dengan 15 menit, setelah pengadukan air dan pemantap tanah
5	Penyemprotan <ul style="list-style-type: none"> • debit (kecepatan aliran) • arah • waktu pelaksanaan 	100 L/menit sampai dengan 110 L/menit secara vertikal mulai dari bagian ujung atas sampai dengan bagian bawah lereng awal musim hujan

Catatan:

- a. Membagi daerah yang akan digunakan teknologi hydroseeding dengan menggunakan bambu, kayu, besi, tali rafia, tambang atau bahan lainnya yang ada di lapangan.
- b. Apabila tanaman liar yang dibersihkan sulit untuk ditangani, dapat digunakan bahan herbisida ramah lingkungan, misalnya *roundup*.
- c. *Nozzle* bintang digunakan untuk jangkauan jauh (>50 m), *nozzle* bulat atau pipih untuk jangkauan dekat atau sedang.
- d. Pada daerah kering, beberapa jam sebelum penanaman, tanah digaruk dan disiram dengan air sehingga tanah membentuk permukaan kasar dan lembap.

4.7 Ketentuan perawatan atau menjaga masa pertumbuhan tanaman

Ketentuan perawatan atau menjaga masa pertumbuhan tanaman teknologi *hydroseeding* dapat dilihat pada Tabel 8 dan harus memperhatikan segi keselamatan dan kesehatan pekerja dengan mengacu Pedoman Manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum (Permen PU N0 05/PRT/M/2014).

Tabel 8 – Ketentuan perawatan atau menjaga masa pertumbuhan tanaman

No	Uraian	Ketentuan
1	Penyiraman: takaran interval Waktu	2 L/m ² /hari s.d 10 L/m ² /hari 2 kali sehari selama 1 bulan setelah penyemprotan 2 hari sekali setelah tanaman berumur 1 bulan s.d 6 bulan selama musim kemarau; jika musim hujan tidak perlu ada penyiraman pagi (jam 09.00 – 10.00) dan sore (jam 16.00 – 17.00)
2	Pemupukan takaran interval waktu	3 gram/m ² s.d 5 gram/m ² pupuk NPK atau pupuk yang memiliki kandungan N tinggi(20 %s.d 21%) 2 kali dalam 6 bulan (bulan ke 3 dan bulan ke 6 setelah penyemprotan) pagi (jam 09.00 – 10.00)
3	Penyemprotan ulang:	Persentase penutupan kurang dari 70 persen pada waktu tanaman berumur 3 bulan setelah penyemprotan.
4	Penyiangan interval	2 kali dalam 6 bulan (bulan ke 3 dan bulan ke 6 setelah penyemprotan)

4.8 Ketentuan Pemeliharaan

Ketentuan pemeliharaan tanaman yang menggunakan teknologi *hydroseeding* terbagi menjadi ketentuan pemeliharaan rutin dan khusus. Masing-masing ketentuan pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10 serta harus memperhatikan segi keselamatan dan kesehatan pekerja dengan mengacu Pedoman Manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum (Permen PU N0 05/PRT/M/2014).

Tabel 9 – Ketentuan pemeliharaan rutin

No	Uraian	Ketentuan
1	Penyiraman: takaran interval Waktu	2 L/m ² /hari s.d 10 L/m ² /hari 2 bulan sekali selama musim kemarau setelah periode perawatan atau menjaga masa pertumbuhan tanaman; jika musim hujan tidak perlu ada penyiraman pagi (jam 09.00 – 10.00) dan sore (jam 16.00 – 17.00)
2	Pemupukan takaran interval waktu	3 gram/m ² s.d 5 gram/m ² pupuk NPK atau pupuk yang memiliki kandungan N tinggi(20 %s.d 21%) 1 kali dalam setahun setelah periode perawatan atau menjaga masa pertumbuhan tanaman pagi (jam 09.00 – 10.00)
3.	Pemangkasan	2 kali dalam tahun (6 bulan sekali setelah periode perawatan atau menjaga masa pertumbuhan tanaman)
4	Penyiangan interval	1 kali dalam setahun selama musim hujan Musim kemarau tidak perlu dilakukan penyiangan

Tabel 10 – Ketentuan pemeliharaan khusus

Uraian	Ketentuan
Penyemprotan ulang:	Persentase penutupan kurang dari 50 persen setelah periode perawatan atau menjaga masa pertumbuhan tanaman atau terjadi bencana (longsor, kerusakan akibat kecelakaan) dan kinerja rumput tidak efektif lagi setelah 5 tahun

4.9 Ketentuan Monitoring dan evaluasi

4.9.1 Persiapan

Persiapan monitoring dan evaluasi terdiri dari bahan, alat dan SDM. Bahan meliputi form monitoring liat lampiran C (Normatif). Alat monitoring terdiri dari ATK yaitu kertas, hand book dan pulpen. SDM yang diperlukan untuk monitoring sekurang-kurangnya berpendidikan minimal SMA/SMK sedangkan SDM Evaluasi adalah sarjana Teknik yang telah berpengalaman dalam pekerjaan tanaman ataupun teknologi *hydroseeding* minimal 1 tahun.

4.9.2. Pelaksanaan monitoring

Ketentuan monitoring dan evaluasi teknologi *hydroseeding* dilakukan pada periode perawatan atau menjaga masa pertumbuhan tanaman dapat dilihat pada Tabel 11 dan harus memperhatikan segi keselamatan dan kesehatan pekerja dengan mengacu Pedoman sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (05/PRT/M/2014).

Tabel 11 – Ketentuan monitoring dan evaluasi

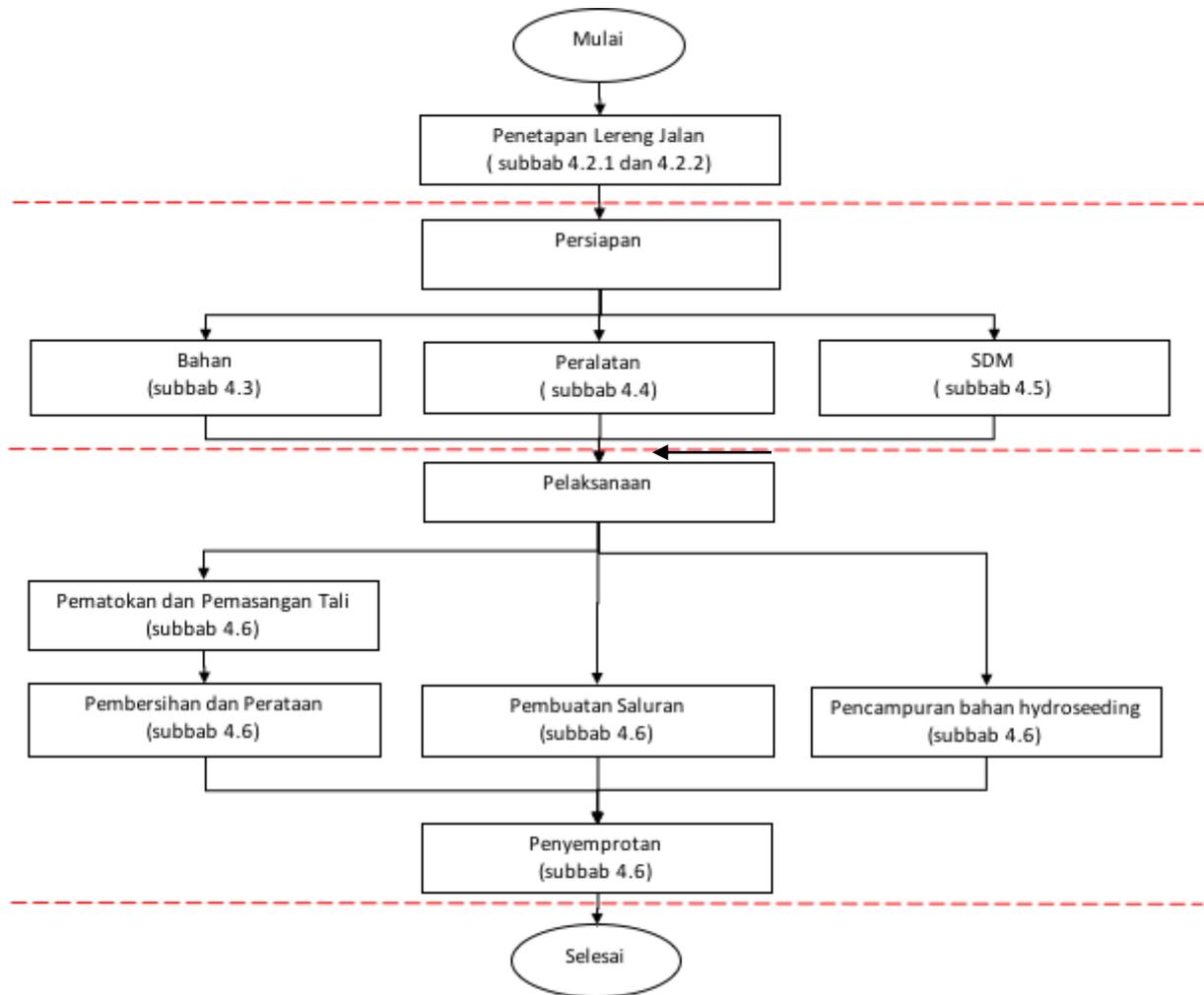
No	Uraian	Ketentuan	Tindak Lanjut
1	persentase penutupan	minimum 70%	
2	interval	2 kali dalam 6 bulan (bulan ke 3 dan bulan ke 6 setelah penyemprotan)	Penyemprotan ulang pada permukaan tanah yang terbuka (tidak tumbuh/mati)

5 Prosedur pelaksanaan

Penerapan teknologi *hydroseeding* dilaksanakan setelah lokasi atau lereng jalan yang akan ditangani telah ditetapkan ketentuan 4.2.1. dan 4.2.2.), baik dari segi kestabilan struktur, kemiringan, panjang lereng dan karakteristik tanah. Setelah lereng ditetapkan, tahapan selanjutnya adalah menyiapkan lereng, bahan, peralatan, dan tenaga kerja yang diperlukan sesuai dengan ketentuan 4.2, 4.3, 4.4. dan 4.5. Setelah itu dilanjutkan dengan pelaksanaan pekerjaan yang meliputi pematokan, pembersihan, perataan, pembuatan saluran, pencampuran material dan penyemprotan sesuai dengan ketentuan pada 4.6. Detail pelaksanaan teknologi *hydroseeding* ini dapat dilihat pada gambar 1 tentang diagram alir dan prosedur pelaksanaan.

5.1 Diagram alir

Diagram alir pelaksanaan teknologi *hydroseeding* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 – Diagram alir pelaksanaan teknologi *hydroseeding*

5.2 Prosedur pelaksanaan penerapan teknologi *hydroseeding*

5.2.1 Persiapan

a) Persiapan bahan campuran *hydroseeding*

- (a) isi tangki dengan air sesuai dengan ketentuan 4.3.5.;
- (b) siapkan material *hydroseeding*, seperti biji tanaman, mulsa, dan bahan pemantap tanah, kotoran hewan dan air sesuai dengan ketentuan 4.3.1 sampai dengan 4.3.5;
- (c) masukkan perekat PAM kedalam tangki yang sudah berisi air;
- (d) aduk menggunakan agitator yang ada dalam tangki dan lamanya pengadukan mengikuti sub bab 4.6, tabel 7 butir 4;
- (e) masukkan sedikit demi sedikit mulsa kedalam tangki yang berisi air dan PAM sambil diaduk hingga merata;
- (f) dengan proses yang sama dengan (e) masukkan kotoran hewan dan biji tanaman;
- (g) total pengadukan pada tahape sampai dengan f membutuhkan waktu sekitar 10 menit;
- (h) adonan siap untuk disemprotkan pada permukaan lereng.

- b) Persiapan alat *hydroseeding*
 - (a) periksa komponen-komponen alat *hydroseeding* sesuai dengan ketentuan alat pada 4.4;
 - (b) bersihkan semua komponen alat *hydroseeding*;
 - (c) periksa bahan bakar;
 - (d) lakukan pemanasan mesin *hydroseeding* selama minimal 10 menit;
 - (e) laporkan hasil inspeksi alat *hydroseeding*, mengacu pada lampiran G.
- c) Persiapan SDM, sesuai dengan 4.5

5.2.2 Cara pelaksanaan pekerjaan teknologi *hydroseeding*

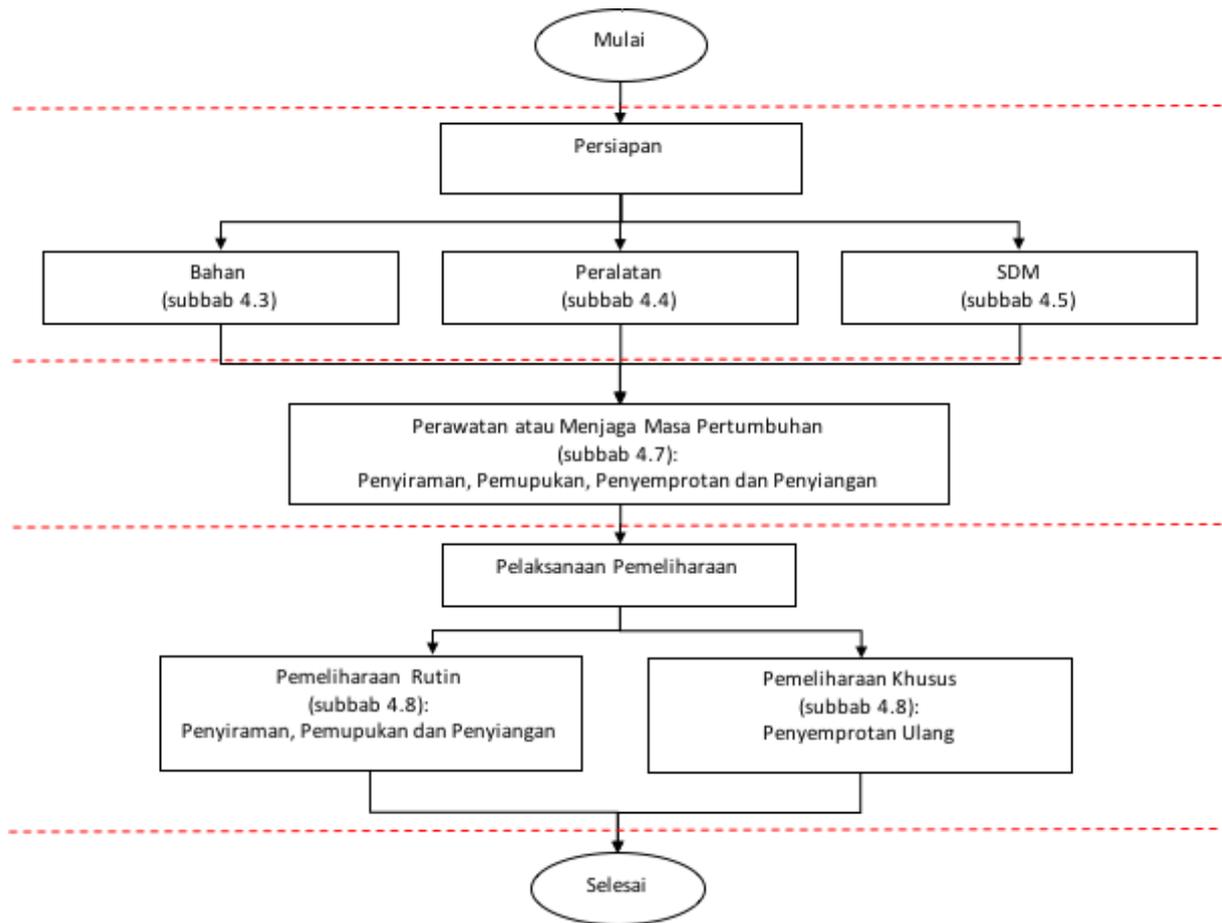
- a) Pematokan
 - (a) lakukan pematokan dengan menggunakan bambu, besi, atau kayu, atau alat lain yang serupa;
 - (b) hubungkan tiap patok dengan menggunakan tali atau rafia atau tambang;
 - (c) sesuaikan luasan yang dipasang patok dengan gambar rencana.
- b) Pembersihan
 - (a) bersihkan permukaan lereng dari rumput liar berikut akarnya dan sampah lainnya dengan menggunakan cangkul dan alat bantu lainnya;
 - (b) buang sampah dan kotoran lainnya dari luar lokasi yang akan ditangani.
- c) Perataan dan pembentukan
 - (a) ratakan permukaan lereng sesuai dengan ketentuan pada 4.6;
 - (b) bentuk lereng sesuai dengan gambar rencana;
- d) Pembuatan saluran samping
 - apabila diperlukan, buat saluran samping atau saluran pemutus aliran permukaan sesuai dengan ketentuan 4.6.
- e) Penyemprotan
 - semprotkan campuran tersebut pada permukaan lereng atau tebing jalan yang akan ditangani dengan alat penyemprot (*hydroseeder*) sesuai dengan ketentuan 4.6.

6 Pemeliharaan

Pemeliharaan teknologi *hydroseeding* dilaksanakan setelah pelaksanaan selesai dikerjakan. Pekerjaan pemeliharaan teknologi *hydroseeding* meliputi pemeliharaan rutin dan khusus sesuai dengan ketentuan 4.8. Detail pemeliharaan teknologi *hydroseeding* ini dapat dilihat pada gambar 2. diagram alir dan prosedur pemeliharaan.

6.1 Diagram alir pemeliharaan

Diagram alir pemeliharaan teknologi *hydroseeding* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 - Diagram alir pemeliharaan teknologi *hydroseeding*

6.2 Prosedur pemeliharaan

6.2.1 Persiapan

- a) Persiapan bahan :
siapkan air dan material *hydroseeding*, sesuai dengan ketentuan 4.3
- b) Persiapan alat pemeliharaan
siapkan alat pemeliharaan sesuai dengan ketentuan 4.4
- c) Persiapan SDM
siapkan SDM sesuai dengan ketentuan 4.5

6.2.2 Pelaksanaan pemeliharaan

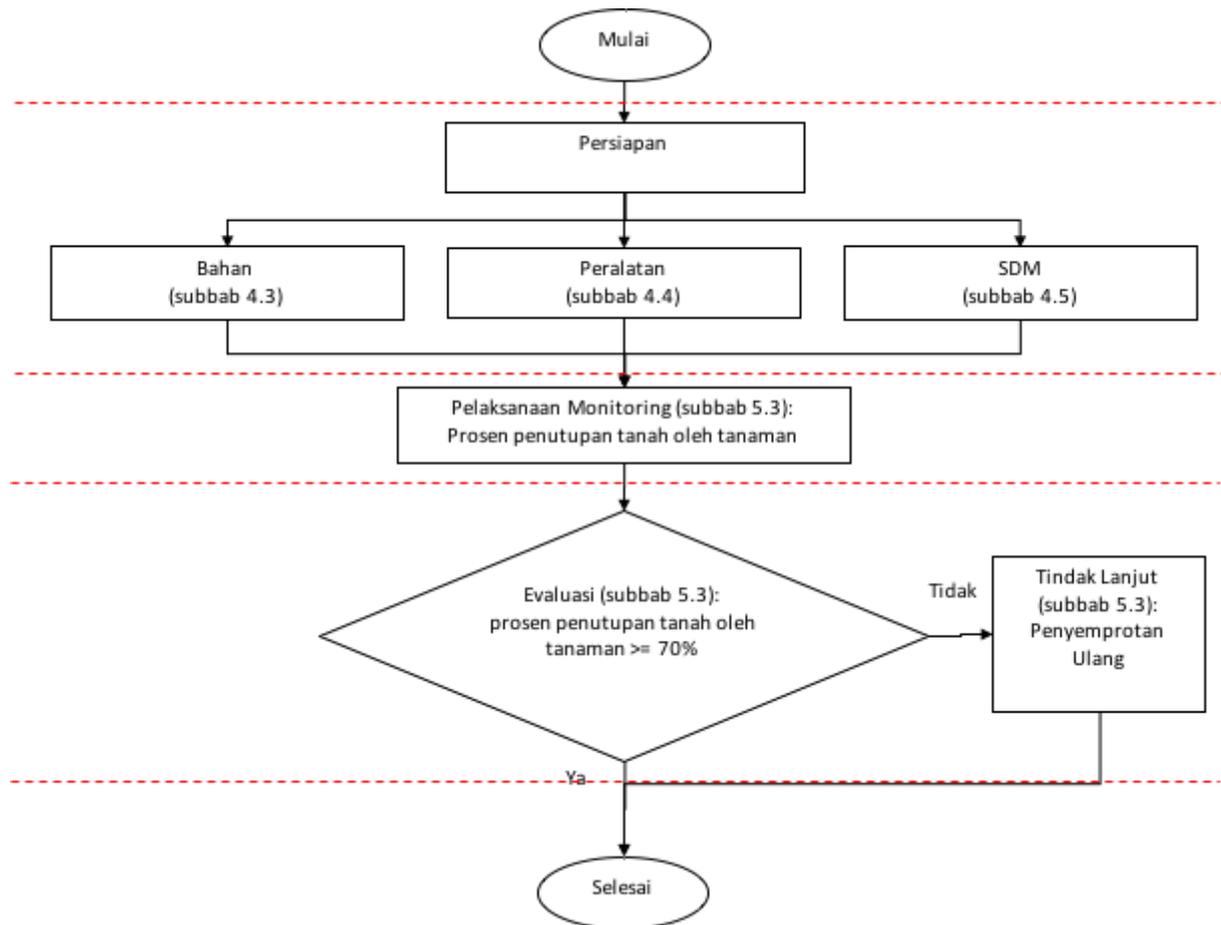
- a) lakukan pemeliharaan pada periode perawatan atau menjaga masa pertumbuhan sesuai dengan ketentuan 4.7 Tabel 8;
- b) lakukan pemeliharaan rutin sesuai dengan ketentuan 4.8 Tabel 9
- c) lakukan pemeliharaan khusus sesuai dengan ketentuan 4.8 tabel 10.

7 Monitoring dan evaluasi

Monitoring dan evaluasi teknologi *hydroseeding* dilaksanakan setelah pelaksanaan aplikasi teknologi *hydroseeding* diterapkan. Detail monitoring dan evaluasi teknologi *hydroseeding* ini dapat dilihat pada gambar 3. diagram alir monitoring dan evaluasi.

7.1 Diagram alir monitoring dan evaluasi

Diagram alir monitoring dan evaluasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 - Diagram alir monitoring dan evaluasi teknologi *hydroseeding*

7.2 Prosedur monitoring dan evaluasi

7.2.1 Persiapan

- Persiapan bahan :
siapkan formulir monitoring dan evaluasi (lihat Lampiran C) dengan ketentuan sub bab 5.1
- Persiapan alat
Siapkan alat monitoring dan evaluasi dengan ketentuan sub bab 5.1
- Periapan SDM
Siapkan SDM sesuai dengan ketentuan sub bab 5.1

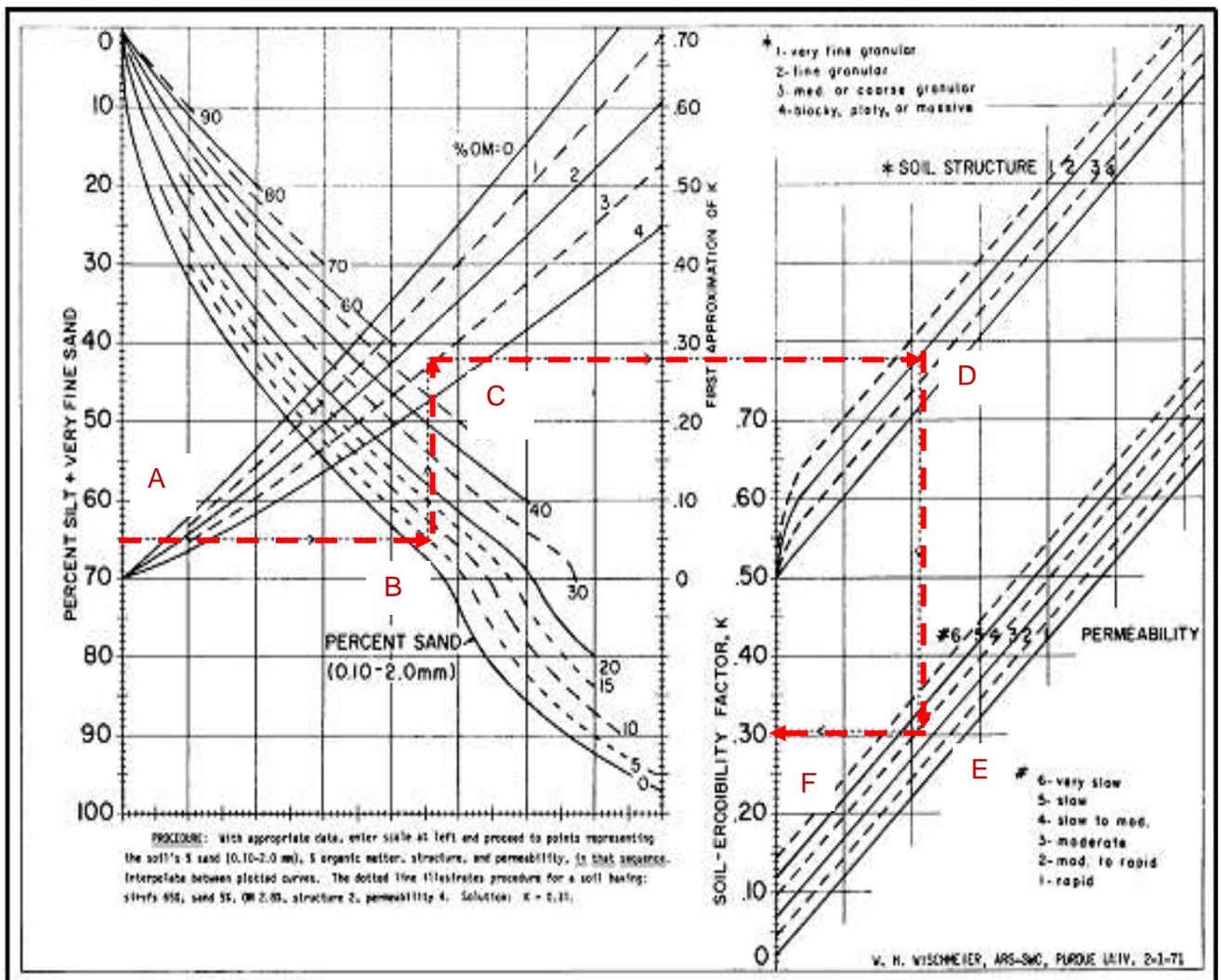
7.2.2 Pelaksanaan monitoring dan evaluasi

- a) lakukan monitoring dan evaluasi sesuai dengan ketentuan pada sub bab 5.2 Tabel 11
- b) jika hasil monitoring dan evaluasi tidak sesuai dengan ketentuan pada sub bab 5.2., Tabel 11 maka lakukan tindak lanjut sesuai dengan ketentuan pada sub bab 5.2.
- c) laporkan hasil monitoring dan evaluasi kepada pemilik pekerjaan.

Lampiran A (normatif)

Contoh perhitungan mendapatkan nilai erodibilitas tanah (K) secara nomograf dengan mengikuti prosedur Petunjuk Teknis Analisis Fisika dan Kimia Tanah Balai Penelitian Tanah Tahun 2009

- 1) Karakteristik tanah yang sudah diketahui berdasarkan analisis kimia dan fisika tanah di laboratorium dan visual di lapangan:
 - a. debu + pasir sangat halus (0,002 – 0,10 mm) = 65 %
 - b. pasir (0,10 mm sampai dengan 2,00 mm) = 5 %
 - c. kandungan bahan organik = 2 %
 - d. struktur tanah = granuler halus (struktur tanah diklasifikasikan dalam katagori 2)
 - e. permeabilitas tanah = sedang
- 2) Tentukan besarnya faktor erodibilitas tanah (K)
- 3) Jawab:



Gambar xx. Contoh penarikan garis untuk mendapatkan nilai K secara nomograf

Lihat Gambar xx.

- a) jumlah persentase debu (*silt*) dan pasir sangat halus (*fine sand*) = 65 %;
- b) beri tanda untuk nilai 65 pada skala vertikal (bagian kiri dari nomograf I) → **titik A**;
- c) tarik garis horizontal sehingga memotong kurva persentase pasir (0,10 – 2,00 mm) = 20 % → **titik B**;
- d) dari titik B tarik garis vertikal, sehingga memotong angka bahan organik = 2 % → **titik C**;
- e) garis horizontal dari titik C memotong kurva struktur nomor 2 (granular halus) → **titik D**;
- f) dari titik D, tarik garis vertikal ke bawah berpotongan dengan nilai permeabilitas tanah: lambat - sedang (kelas nomor 5) → **titik E**;
- g) dari titik E, tarik garis horizontal ke sebelah kanan, berpotongan dengan garis vertikal bagian kiri dari nomograf II → **titik F**;
- h) titik F menunjukkan angka 0,31 = nilai K;
- i) nilai K = 0.31 termasuk kelas *erodibilitas* tinggi, dapat dilihat pada Tabel A-1 di bawah ini;

Tabel A.1- Kelas erodibilitas tanah

Kelas USDA-SCS	Nilai K	Uraian kelas
1	0 – 0,10	Sangat rendah
2	0,11 – 0,20	Rendah
3	0,21 -0,32	Sedang
4	0,33 – 0,43	Agak tinggi
5	0,44 – 0,55	Tinggi
6	0,56 – 0,64	Sangat tinggi

Sumber: USDA-SCS (1973 dalam Dangler dan El-Swaify, 1976)

Lampiran B
(normatif)

Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi temperature dari keadaan alamiahnya
Resido Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L
KIMIA ANORGANIK						
pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sbg P	mg/L	0,2	0,2	1	5	
NO ₃ sebagai N	mg/L	10	10	20	20	
NH ₃ -N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan ammonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH ₃
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (IV)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,01	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
						konvensional, Pb ≤ mg/L
Mangan	mg/L	0,1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/L
Khlorida	mg/L	600	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	
Nitrit sebagai N	mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional NO ₂ _N ≤ 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak persyaratkan
Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S < 0,1 mg/L
MIKROBIOLOGI						
- Fecal coliform	Jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 10000 jml/100 ml
- Total coliform	Jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	
RADIOAKTIVITAS						
- Gross – A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
- Gross – B	Bq/L	1	1	1	1	
KIMIA ORGANIK						
Minyak dan Lemak	µg/L	1000	1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	µg/L	200	200	200	(-)	
Senyawa Fenol sebagai fenol	µg/L	1	1	1	(-)	
BHC	µg/L	210	210	210	(-)	
Aldrin/Dieldrin	µg/L	17µ	(-)	(-)	(-)	
Chlordane	µg/L	3	(-)	(-)	(-)	
DDT	µg/L	2	2	2	2	
Hepatachlor dan heptachlor epoxide	µg/L	18	(-)	(-)	(-)	
Lindane	µg/L	56	(-)	(-)	(-)	
Methaxychlor	µg/L	35	(-)	(-)	(-)	
Endrin	µg/L	1	4	4	(-)	
Toxaphan	µg/L	5	(-)	(-)	(-)	

Keterangan

Mg = milligram

µg = mikrogram

ml = militer
L = liter
Bq = Bequerel
MBAS = *Methylene Blue Active Substance*
ABAM = Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO. Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.

Nilai DO merupakan batas minimum.

Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas dimaksud, parameter tersebut tidak dipersyaratkan

Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

- a. Kelas satu :
air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air bakti air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- b. Kelas dua
air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, **air untuk mengairi pertanian**, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- c. Kelas tiga
air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, **air untuk mengairi pertanian**, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- d. Kelas empat
air yang peruntukannya dapat digunakan **untuk mengairi pertanian** dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Lampiran C
(informatif)

Formulir monitoring dan evaluasi pertumbuhan tanaman

Lokasi :
Ruas jalan/STA :
Tanggal :
Nama Surveyor :

Parameter	Periode setelah penyemprotan				Keterangan
	Bulan ke-3	Tindak lanjut	Bulan ke-6	Tindak lanjut	
% Penutupan					

Catatan:

Persen penutupan adalah luasan tanah tertutup tanaman yang hidup dibagi total luasan dikali 100 persen

TandaTangan

(.....)

Lampiran D
(informatif)

Contoh pengisian Formulir monitoring dan evaluasi pertumbuhantanaman

Lokasi : Lingkar Gentong Tasikmalaya
Ruas jalan/STA : STA 75+189 sampai dengan STA 75 +314
Tanggal : 10 febuari 2016
Nama Surveyor : Dede Tatang

Parameter	Periode setelah penyemprotan				Keterangan
	Bulan ke-3	Tindak Lanjut	Bulan ke-6	Tindak lanjut	
% Penutupan	60 %	Penyemprotan ulang pada permukaan tanah yang terbuka (tidak tumbuh/mati	90%	-	

Catatan:
Persen penutupan adalah luasan tanah tertutup tanaman yang hidup dibagi total luasan dikali 100 persen

TandaTangan

(Dede Tatang)

Lampiran E
(informatif)

Foto alur erosipermukaan



**Lampiran F
(informatif)
Foto Alat Hydroseeding**



Mesin Hydroseeder



Penyemprotan lahan oleh alat hydroseeder

Lampiran G

(informatif)

Pemeriksaan Unit Peralatan hydroseeder

Nama Teknisi:

Tanggal :

Lokasi :

No	Komponen yang diperiksa	Kondisi		Keterangan
		Baik	Rusak	
1	Selang			
2	Nozzle			
3	Torsi Pengaduk			
4	Mesin Pompa			

Tanda Tangan

(.....)

Bibliografi

Asep Sunandar, 2015, Penanganan Erosi permukaan Lereng Jalan secara Vegetatif Melalui Teknologi Hydroseeding. Pusat Penelitian dan pengembangan Jalan.

Balai Penelitian Tanah, 2009. Petunjuk Teknis Analisis Kimia dan Fisika Tanah. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor.

Harjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Akademika Presindo, Jakarta.

Daftar nama dan lembaga

1) Pemrakarsa

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

2) Konseptor

Nama	Instansi
Asep Sunandar, ST., MT	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan
Sri Yeni Mulyani, ST., MT	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan
Ir. Nanny Kusminingrum	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan

3) Subkomite Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan

No	Nama	Instansi	Kedudukan	Wakil dari
1	Dr.Eng. Ir. Herry Vaza M.Eng, Sc	Pusat Litbang Jalan Jembatan	Ketua	Pemerintah
2	Prof. Dr.Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc	Universitas Tama Jagakarsa	Wakil Ketua	Pakar
3	Dr.Ir. Nyoman Suaryana, M.Sc	Pusat Litbang Jalan Jembatan	Sekretaris	Pemerintah
4	Prof. Dr. Ir. H. Raden Anwar Yamin, MT, M.E	Pusat Litbang Jalan Jembatan	Anggota	Pemerintah
5	Ir. Abinhot Sihotang, MT	Institut Teknologi Nasional (ITENAS)	Anggota	Pakar
6	Dr.Ir. Samun Haris, MT	Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia (HPJI)	Anggota	Konsumen
7	Dr. Ir. Imam Aschuri, MT	Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia (HATTI)	Anggota	Konsumen
8	Ir. Theresia Widia Liestiani	PT. SENECA INDONESIA	Anggota	Produsen
9	Dr. Ir. Hindra Mulya, MM	PT. MBT	Anggota	Produsen

