GENERAL SPECIFICATION

GEOSYNTHETICS PRODUCTS

ENGINEERING TECHNICAL STANDARDS & PROCEDURES

PT KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL

DIREKTORAT PROYEK INFRASTRUKTUR

01	Issued For Record	12/21	CA/AF	ABS	ASR	JS	BAP
00	Issued For Record	11/18	CA/DS/AF/AJ	DW	GNR	PH	IMS
Rev.	Description	Date	Prepared by	Checked by	Verified by	Validated by	Approved By

REVISION HISTORY
RIWAYAT REVISI

Page / Section *Hal. / Bagian*	Date *Tanggal*	Description *Deskripsi*	Revision by *Direvisi oleh*
1 – 45	12/21	Add: Content translation in Bahasa *Penambahan: Penerjemahan konten dalam Bahasa*	CA/AF
4 of 45	12/21	Change: 1. INTRODUCTION. "… that meets the needs of Projects. Perubahan: 1. PENGANTAR. "…yang memenuhi persyaratan untuk Proyek.	CA/AF
1 – 45	12/21	Change: format and document numbering related to restructuring of Pertamina Perubahan: format dan penomoran dokumen terkait restrukturisasi Pertamina	CA/AF

TABLE OF CONTENTS

DAFTAR ISI

1. INTRODUCTION

1.1 This General Specification establishes the minimum requirements for safe and reliable Geosynthetics Products that meet the needs of the Project.

1. PENGANTAR

1.1 Spesifikasi umum ini menetapkan persyaratan *minimum* yang aman dan mempunyai nilai keandalan untuk *Geosynthetics Products* yang memenuhi persyaratan untuk Proyek.

2. SCOPE

2.1 This specification covers the minimum technical requirements for materials and installation of geosynthetic products related to roads and site preparation and earthworks construction.

2. LINGKUP

2.1 Spesifikasi ini mencakup persyaratan teknis minimum untuk material dan instalasi *geosynthetics products* yang berkaitan dengan persiapan jalan dan lahan serta konstruksi pekerjaan tanah.

3. CONFLICTS AND DEVIATIONS

3.1 Any conflicts between this standard and other applicable Engineering Technical Standards & Procedures (ETSP), or OWNER standard, codes, and forms shall be resolved in writing by OWNER.

3.2 All direct requests to deviate from this standard (ETSP) in writing to OWNER, who shall follow internal OWNER procedure and forward such requests to OWNER for approval.

3. KONFLIK DAN DEVIASI

3.1 Apabila terdapat konflik antara standar ini dengan *Engineering Technical Standards & Procedures* (ETSP) yang berlaku lainnya, atau standar PEMILIK, *codes* dan formulir, maka harus diselesaikan secara tertulis oleh PEMILIK.

3.2 Semua permintaan penggunaan standar yang berbeda dari standar ini (ETSP), harus diajukan kepada PEMILIK secara tertulis dengan mengikuti prosedur *internal* PEMILIK untuk mendapatkan persetujuan.

4. ABBREVIATIONS

4.1 Abbreviations used for this specification shall have the following definitions:

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ASTM	American Standard Testing and Material

4. SINGKATAN

4.1 Singkatan yang digunakan pada spesifikasi ini harus memiliki definisi sebagai berikut:

AASHTO	*American Association of State Highway and Transportation Officials*
ASTM	*American Standard Testing and Material*

OSHA	Occupational Safety and Health Standards
SNI	Standar Nasional Indonesia

5. DEFINITIONS

5.1 The following words shall have these special meanings when used herein:

OWNER	Owner of the Plant is defined as PT Kilang Pertamina Internasional
CONTRACTOR/ CONSULTANT	Defined as the Organization to which PT Kilang Pertamina Internasional assign the work
shall	Indicates that the statement is mandatory
should	Indicates a recommendation
SUBCONTRACTOR	The party appointed by CONTRACTOR which carries out the activities of the work.

6. CODES AND STANDARDS

The following Codes, Standard and Specifications apply to this specification. When an edition date is not indicated for a code or standard or any update in codes and standards in this specification document, the latest edition and addendum in force at the time of purchase shall apply. Material & equipment shall be as a specification or an equal approved by OWNER.

OSHA	*Occupational Safety and Health Standards*
SNI	Standar Nasional Indonesia

5. DEFINISI

5.1 Penggunaan kata-kata berikut harus memiliki arti khusus sebagai berikut:

PEMILIK	Pemilik Kilang didefinisikan sebagai PT Kilang Pertamina Internasional
KONTRAKTOR/ KONSULTAN	Didefinisikan sebagai Organisasi yang ditunjuk oleh PT Kilang Pertamina Internasional untuk melakukan suatu pekerjaan
shall	Menunjukkan bahwa pernyataan itu wajib
should	Menunjukkan rekomendasi
SUBKONTRAKTOR	Pihak yang ditunjuk oleh KONTRAKTOR yang melaksanakan kegiatan pekerjaan.

6. KODE DAN STANDAR

Kode, standar, dan spesifikasi berikut berlaku untuk spesifikasi ini. Kode dan standar harus menggunakan edisi yang terbaru atau edisi yang berlaku pada saat pembelian. *Material* & peralatan harus sesuai spesifikasi atau setara dengan yang disetujui oleh PEMILIK.

6.1 Occupational Safety and Health Standards (OSHA)

6.2 American Standard Testing and Material (ASTM)

ASTM D1004	Standard Test Method for Tear Resistance (Graves Tear) of Plastic Film and Sheeting
ASTM D1505	Standard Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique
ASTM D1603	Standard Test Method for Carbon Black Content in Olefin Plastics
ASTM D1693	Standard Test Method for Environmental Stress-Cracking of Ethylene Plastics
ASTM D3895	Standard Test Method for Oxidative-Induction Time of Polyolefins by Differential Scanning Calorimetry
ASTM D4218	Standard Test Method for Determination of Carbon Black Content in Polyethylene Compounds By the Muffle-Furnace Technique
ASTM D4355	Standard Test Method for Deterioration of Geotextiles by Exposure to Light, Moisture and Heat in Xenon Arc Type Apparatus

6.1 *Occupational Safety and Health Standards* (OSHA)

6.2 *American Standard Testing and Material* (ASTM)

ASTM D1004	*Standard Test Method for Tear Resistance (Graves Tear) of Plastic Film and Sheeting*
ASTM D1505	*Standard Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique*
ASTM D1603	*Standard Test Method for Carbon Black Content in Olefin Plastics*
ASTM D1693	*Standard Test Method for Environmental Stress-Cracking of Ethylene Plastics*
ASTM D3895	*Standard Test Method for Oxidative-Induction Time of Polyolefins by Differential Scanning Calorimetry*
ASTM D4218	*Standard Test Method for Determination of Carbon Black Content in Polyethylene Compounds By the Muffle-Furnace Technique*
ASTM D4355	*Standard Test Method for Deterioration of Geotextiles by Exposure to Light, Moisture and Heat in Xenon Arc Type Apparatus*

ASTM D4491	Standard Test Methods for Water Permeability of Geotextiles by Permittivity	ASTM D4491	*Standard Test Methods for Water Permeability of Geotextiles by Permittivity*
ASTM D4533	Standard Test Method for Trapezoid Tearing Strength of Geotextiles	ASTM D4533	*Standard Test Method for Trapezoid Tearing Strength of Geotextiles*
ASTM D4632/ D4632M	Standard Test Methods for Grab Breaking Load and Elongation of Geotextiles	ASTM D4632/ D4632M	*Standard Test Methods for Grab Breaking Load and Elongation of Geotextiles*
ASTM D4751	Standard Test Method for Determining Apparent Opening Size of a Geotextile	ASTM D4751	*Standard Test Method for Determining Apparent Opening Size of a Geotextile*
ASTM D4833/ D4833M	Standard Test Method for Index Puncture Resistance of Geomembranes and Related Products	ASTM D4833/ D4833M	*Standard Test Method for Index Puncture Resistance of Geomembranes and Related Products*
ASTM D5199	Standard Test Method for Measuring the Nominal Thickness of Geosynthetics	ASTM D5199	*Standard Test Method for Measuring the Nominal Thickness of Geosynthetics*
ASTM D5397	Standard Test Method for Evaluation of Stress Crack Resistance of Polyolefin Geomembranes Using Notched Constant Tensile Load Test	ASTM D5397	*Standard Test Method for Evaluation of Stress Crack Resistance of Polyolefin Geomembranes Using Notched Constant Tensile Load Test*
ASTM D5596	Standard Test Method for Microscopic Evaluation of the Dispersion of Carbon Black in Polyolefin Geosynthetics	ASTM D5596	*Standard Test Method for Microscopic Evaluation of the Dispersion of Carbon Black in Polyolefin Geosynthetics*

ASTM D5641	Standard Practice for Geomembrane Seam Evaluation by Vacuum Chamber	ASTM D5641	*Standard Practice for Geomembrane Seam Evaluation by Vacuum Chamber*
ASTM D5994	Standard Test Method for Measuring Core Thickness of Textured Geomembranes	ASTM D5994	*Standard Test Method for Measuring Core Thickness of Textured Geomembranes*
ASTM D6241	Standard Test Method for the Static Puncture Strength of Geotextiles and Geotextile-Related Products Using a 50mm Probe	ASTM D6241	*Standard Test Method for the Static Puncture Strength of Geotextiles and Geotextile-Related Products Using a 50mm Probe*
ASTM D6524	Standard Test Method for Measuring the Resiliency of Turf Reinforcement Mats (TRMs)	ASTM D6524	*Standard Test Method for Measuring the Resiliency of Turf Reinforcement Mats (TRMs)*
ASTM D6525	Standard Test Method for Measuring Nominal Thickness of Rolled Erosion Control Products	ASTM D6525	*Standard Test Method for Measuring Nominal Thickness of Rolled Erosion Control Products*
ASTM D6566	Standard Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Turf Reinforcement Mats	ASTM D6566	*Standard Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Turf Reinforcement Mats*
ASTM D6567	Standard Test Method for Measuring the Light Penetration of a Turf Reinforcement Mat (TRM)	ASTM D6567	*Standard Test Method for Measuring the Light Penetration of a Turf Reinforcement Mat (TRM)*
ASTM D6575	Standard Test Method for Determining Stiffness of Geosynthetics Used as Turf Reinforcement Mats (TRMs)	ASTM D6575	*Standard Test Method for Determining Stiffness of Geosynthetics Used as Turf Reinforcement Mats (TRMs)*

ASTM D6693	Standard Test Method for Determining Tensile Properties of Nonreinforced Polyethylene and Nonreinforced Flexible Polypropylene Geomembranes
ASTM D6818	Standard Test Method for Ultimate Tensile Properties of Turf Reinforcement Mats
ASTM D7466	Standard Test Method for Measuring Asperity Height of Textured Geomembranes

6.3 Standar Nasional Indonesia (SNI)

SNI 08-4419-1997	Cara pengambilan contoh geotekstil untuk pengujian
SNI 08-6511-2001	Geotekstil cara uji daya tembus air
SNI 08-4334-1996	Cara uji sifat hantar air aliran mendatar geotekstil pada tekanan permukaan constant (Constant head)
SNI 08-4650-1998	Geotekstil, Cara uji daya tahan, terhadap pelubangan cara kerucut jatuh

6.4 American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

AASHTO M 288	Geotextile Specification for Highway Applications
AASHTO T 88	Standard Method of Test for Particle Size Analysis of Soils

ASTM D6693	*Standard Test Method for Determining Tensile Properties of Nonreinforced Polyethylene and Nonreinforced Flexible Polypropylene Geomembranes*
ASTM D6818	*Standard Test Method for Ultimate Tensile Properties of Turf Reinforcement Mats*
ASTM D7466	*Standard Test Method for Measuring Asperity Height of Textured Geomembranes*

6.3 Standar Nasional Indonesia (SNI)

SNI 08-4419-1997	Cara pengambilan contoh geotekstil untuk pengujian
SNI 08-6511-2001	Geotekstil cara uji daya tembus air
SNI 08-4334-1996	Cara uji sifat hantar air aliran mendatar geotekstil pada tekanan permukaan constant (*Constant head*)
SNI 08-4650-1998	Geotekstil, Cara uji daya tahan, terhadap pelubangan cara kerucut jatuh

6.4 *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO)

AASHTO M 288	*Geotextile Specification for Highway Applications*
AASHTO T 88	*Standard Method of Test for Particle Size Analysis of Soils*

AASHTO T 99	Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 2.5-kg (5.5 lb.) Rammer and a 305 mm (12 in.) Drop

6.5 Reference Documents

RP-ETS-CIV-DC-0001	Design Criteria for Structures and Foundations
RP-ETS-CIV-GS-0011	General Specification - Road and Paving

7. SUBMITTALS

7.1 The following shall be provided to the OWNER's Engineer:

a) Samples of geosynthetic products

b) Technical data sheets

7.2 Certified test reports from an independent testing laboratory for all materials and products to be used, verifying compliance with this specification.

8. QUALITY STANDARDS

8.1 The geosynthetic products shall comprise of new material designed and manufactured specifically for the purpose of the scope of work. Geosynthetic products shall have demonstrated suitable and durable characteristics from prior similar applications.

8.2 The geosynthetic products shall be produced to be free of defects, blisters, undispersed raw materials or any sign of contamination by foreign matter.

AASHTO T 99	*Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 2.5-kg (5.5 lb.) Rammer and a 305 mm (12 in.) Drop*

6.5 Dokumen Referensi

RP-ETS-CIV-DC-0001	*Design Criteria for Structures and Foundations*
RP-ETS-CIV-GS-0011	*General Specification - Road and Paving*

7. PENYERAHAN DOKUMEN

7.1 Hal-hal berikut akan diberikan kepada *Engineer* PEMILIK:

a) Sampel produk geosintetik.

b) Lembar data teknis

7.2 Laporan pengujian bersertifikat dari laboratorium pengujian independen untuk semua Material dan produk yang akan digunakan, dilakukan verifikasi kesesuaian terhadap spesifikasi ini.

8. STANDAR KUALITAS

8.1 Produk geosintetik harus terdiri dari bahan baru yang dirancang dan diproduksi khusus untuk tujuan ruang lingkup pekerjaan. Produk geosintetik harus menunjukkan karakteristik yang sesuai dan tahan lama dari aplikasi serupa dengan sebelumnya.

8.2 Produk geosintetik harus diproduksi untuk bebas dari cacat, lecet, bahan baku yang tidak terdispersi atau tanda-tanda kontaminasi oleh benda lainnya.

8.3 The geosynthetic products shall be uniform in color, thickness, size and surface texture. The roll length and width of the products shall be maximized to provide the largest manageable sheet with the fewest field joints (seams, overlap, sewn, staple, etc.).

8.4 Personnel performing welding operations for HDPE liner shall be certified.

8.5 The visual inspection of the sheets, seams, and seals shall be made by the CONTRACTOR as the installation progresses and again on completion of the installation. Defective and questionable areas shall be clearly marked and repaired.

9. PRODUCTS

9.1 Geotextile Fabric

9.1.1. Geotextile fabric shall be permeable, woven or nonwoven. Geotextile fabric shall be manufactured from polyester, polypropylene or a combination of polyester and polypropylene.

9.1.2. Geotextile fabrics should be used for the following applications:

- Drainage Applications/ Filtration
- Separation Layer
- Soil Reinforcement/ Stabilization

9.1.3. Geotextile fabrics shall conform to the following properties given in TABLE 1.

8.3 Produk geosintetik harus seragam warna, ketebalan, ukuran dan tekstur permukaan. Panjang gulungan dan lebar produk harus dimaksimalkan untuk menyediakan lembaran terbesar yang dapat dikelola dengan sambungan bidang sedikit (*seams, overlap, sewn, staple*, dll.)

8.4 Personil yang melakukan operasi pengelasan untuk liner HDPE harus disertifikasi.

8.5 Inspeksi visual lembaran, sambungan, dan *sealant* harus dilakukan oleh KONTRAKTOR saat instalasi berlangsung dan dilakukan lagi setelah selesai pemasangan. Area yang rusak dan dipertanyakan harus ditandai dan diperbaiki dengan jelas.

9. PRODUK

9.1 *Geotextile Fabric*

9.1.1. *Geotextile fabric* harus *permeabel*, *woven or nonwoven*. *Geotextile fabric* harus diproduksi dari *polyester, polypropylene* atau kombinasi *polyester* dan *polypropylene*.

9.1.2. *Geotextile fabric* harus digunakan untuk pengaplikasian berikut:

- Pemasangan Drainase/ Filtrasi
- Lapisan Separator
- Penguatan/ Stabilisasi Tanah

9.1.3. *Geotextile fabric* harus sesuai dengan sifat-sifat berikut yang tercantum dalam TABEL 1.

TABLE 1: Properties for Geotextile Fabrics (per AASHTO M 288)

TABEL 1: Sifat dari *Geotextile Fabric* (sesuai AASHTO M 288)

			Geotextile Class[a,b] Klasifikasi *Geotextile*					
			Class 1		**Class 2**		**Class 3**	
Property	**Test Method**	**Units**	**Elong-ation <50%c**	**Elong-ation >50%c**	**Elong-ation <50%c**	**Elong-ation >50%c**	**Elong-ation <50%c**	**Elong-ation >50%c**
Grab Strength	ASTM D4632/ D4632M	lbf (N)	314.7 (1400)	202.3 (900)	247.3 (1100)	157.4 (700)	179.8 (800)	112.4 (500)
Sewn Seam Strength	ASTM D4632/ D4632M	lbf (N)	283.3 (1260)	182.1 (810)	222.6 (990)	141.6 (630)	161.9 (720)	101.2 (450)
Tear Strength	ASTM D4533	lbf (N)	112.4 (500)	78.7 (350)	89.9e (400)	56.2 (250)	67.4 (300)	40.5 (180)
Puncture Strength	ASTM D6241	lbf (N)	618.2 (2750)	432.8 (1925)	494.6 (2200)	309.1 (1375)	370.9 (1650)	222.6 (990)
Permittivity	ASTM D4491	sec-1	Minimum property values for permittivity, AOS and UV Stability are based on geotextile application. Refer to TABLE 2 for drainage applications/ filtration, TABLES 3 and 4 for separation layers and TABLE 5 for soil reinforcement/ stabilization. Nilai sifat *minimum* untuk *permittivity*, AOS and UV *Stability* berdasarkan pemasangan *geotextile*. Mengacu pada TABEL 2 untuk pemasangan drainase/ filtrasi, TABEL 3 dan 4 untuk Lapisan Separator, TABEL 5 untuk penguatan atau stabilisasi tanah.					
Apparent Opening Size	ASTM D4751	mil (mm)						
Ultraviolet Stability (Retained Strength)	ASTM D4355	%						

a. Required geotextile class is designated in TABLES 2 through 5 for the indicated application. The severity of installation conditions for the application generally dictates the required geotextile class. Class 1 is specified for more severe or harsh installation conditions where there is a greater potential for geotextile damage, and Classes 2 and 3 are specified for less severe conditions.

b. All numeric values represent maximum average roll value (MARV) in the weaker principal direction.

c. As measured in accordance with ASTM

a. *Geotextile class* yang dipersyaratkan tercantum dalam TABEL 2 sampai 5 untuk pengaplikasian yang digunakan. Tingkat keparahan kondisi pemasangan untuk pengaplikasian umumnya menentukan *Geotextile class* yang dipersyaratkan. *Class* 1 ditentukan untuk kondisi pemasangan yang lebih parah atau yang terdapat potensial bahaya yang lebih besar untuk kerusakan *geotextile*, dan Kelas 2 dan 3 ditentukan untuk kondisi yang kurang parah.

b. Semua nilai numerik mewakili *maximum average roll value* (MARV) dalam arah titik yang lebih lemah.

c. Sesuai yang diukur berdasarkan dengan

D4632.

d. When sewn seams are required. The seam strength, as measured in accordance with ASTM D4632, shall be equal to or greater than 90% of the specified grab strength.

e. The required MARV tear strength for woven monofilament geotextiles is 56.2 lb_f (250 N).

9.1.4. Geotextile Fabric for Drainage Applications/ Filtration

a) Geotextile fabric for drainage applications/ filtration shall be non-woven geotextile fabric in accordance with the properties in TABLE 2 for the class as identified on design drawings.

ASTM D4632.

d. Apabila sambungan *sewn* dipersyaratkan. Kekuatan sambungan, yang diukur sesuai dengan ASTM D4632, harus sama dengan atau lebih besar dari 90% dari *grab strength* yang ditentukan.

e. MARV *tear strength* yang dipersyaratkan untuk *woven monofilament geotextiles* adalah 56.2 lb_f (250 N).

9.1.4. *Geotextile fabric* untuk Pengaplikasian Drainase/ Filtrasi

a) *Geotextile fabric* untuk pengaplikasian drainase/ filtrasi harus *non-woven geotextile fabric* sesuai dengan sifat-sifat dalam TABEL 2 untuk kelas seperti yang diidentifikasi pada gambar desain.

TABLE 2: Subsurface Drainage Geotextile Requirements (per AASHTO M 288)

TABEL 2: Persyaratan *Geotextile Subsurface Drainage* (Sesuai AASHTO M 288)

Property Karakteristik	**Test Method** Metode Pengujian	**Units** Satuan	**Requirements, Percent in Situ Soil Passing No. 200 (0.075 mm) Sieve**[a] Persentase Persyaratan Lolos Saringan No. 200 **(0.075 mm) Sieve**[a]		
			<15	**15 to 50**	**>50**
Geotextile Class			Class 2 from TABLE 1[b]		
Permittivity Cd	ASTM D4491	sec-1	0.5	0.2	0.1
Apparent Opening Size Cd	ASTM D4751	mil (mm)	17 (0.43) MARV	10 (0.25) MARV	9e (0.22) MARV
Ultraviolet Stability (Retained Strength)	ASTM D4355	%	50% after 500 hours of exposure 50% setelah 500 jam paparan		

a) Based on grain size analysis of in situ soil in accordance with AASHTO T 88.

a) Berdasarkan analisis saringan ukuran butir tanah lapangan sesuai dengan AASHTO T 88.

b) Default geotextile section. The CONTRACTOR's Engineer may specify a Class 3 geotextile from TABLE 1 for trench drain applications based on one or more of the following:

1) Class 3 geotextiles have been found to have sufficient survivability based on field experience.

2) Class 3 have been found to have sufficient survivability based on laboratory testing and visual inspection of a geotextile sample removed from a field test section constructed under anticipated field conditions.

3) Subsurface drain depth is less than 6.5 ft. (2 m); drain aggregate diameter is less than 1.2 in. (30 mm); and compaction requirement is less than 95% of AASHTO T 99.

c) These default filtration property values are based on the predominant particle size of in situ soil. In addition to the default permittivity value, the CONTRACTOR's Engineer may require geotextile permeability and/or performance testing based on engineering design for drainage systems in problematic soil environments.

d) Site specific geotextile design should be performed especially if one or more of the following problematic soil environments are encountered; unstable or highly erodible soils such as non-cohesive silts; gap graded soils; alternating sand/silt laminated soils; dispersive clays; and/or rock flour.

b) Bagian *geotextile* kondisi semula. *Engineer* KONTRAKTOR dapat menentukan *geotextile* Kelas 3 dari TABEL 1 untuk pengaplikasian saluran drainase berdasarkan salah satu atau lebih dari hal berikut ini:

1) *Geotextile* kelas 3 harus memiliki kemampuan survivability yang sesuai berdasarkan pengalaman lapangan.

2) Kelas 3 harus memiliki kemampuan survivability yang sesuai berdasarkan pengujian laboratorium dan inspeksi visual sampel *geotextile* yang dipindahkan dari bagian uji lapangan yang dibangun untuk kondisi lapangan yang diperkirakan.

3) Kedalaman *Subsurface* drainase kurang dari 6,5 ft (2 m); diameter agregat drainase kurang dari 1,2 in. (30 mm); dan persyaratan pemadatan kurang dari 95% dari AASHTO T 99.

c) Nilai properti filtrasi semula ini didasarkan pada ukuran partikel predominant tanah lapangan. Selain nilai permitivitas *semula*, Engineer KONTRAKTOR memerlukan permeabilitas *geotextile* dan/ atau pengujian kinerja berdasarkan desain teknik untuk sistem drainase di lingkungan tanah yang bermasalah.

d) Desain *geotextile* spesifik di lokasi harus dilakukan terutama jika satu atau lebih dari lingkungan tanah bermasalah berikut ditemui; tanah yang tidak stabil atau sangat terkikis seperti lumpur yang tidak kohesif; tanah *gap graded*; alternatif tanah laminasi pasir/ lumpur; tanah lempung dispersif; dan/ atau *rock flour*.

e) For cohesive soils with a plasticity index greater than seven, geotextile maximum average roll value for apparent opening size is 12 mil (0.30 mm).

9.1.5. Geotextile Fabric for Separation Layer

a) Geotextile fabric for separation shall be woven or non-woven geotextile fabric in accordance with the properties in TABLES 3 and 4 for the class as identified on design drawings.

e) Untuk tanah kohesif dengan indeks plastisitas lebih besar dari tujuh, nilai roll rata-rata maksimum *geotextile* untuk ukuran pembukaan adalah 12 mil (0.30 mm).

9.1.5. *Geotextile fabric* untuk Lapisan Separator

a) *Geotextile fabric* untuk separator harus merupakan *woven or non-woven geotextile fabric* sesuai dengan karakteristik dalam TABEL 3 dan 4 untuk kelas seperti yang diidentifikasi pada gambar desain.

TABLE 3: Separation Geotextile Property Requirements (per AASHTO M 288)

TABEL 3: Persyaratan Karakteristik *Separation Geotextile* (sesuai AASHTO M 288)

Property Karakteristik	**Test Methods** Metode Pengujian	**Units** Satuan	**Requirements** Persyaratan
Geotextile Class			See TABLE 4. Lihat TABEL 4
Permittivity	ASTM D4491	sec-1	0.02a
Apparent Opening Size	ASTM D4751	mil (mm)	24 (0.60) MARV
Ultraviolet Stability (Retained Strength)	ASTM D4355	%	50% after 500 hours of exposure 50% setelah 500 jam paparan

a. Default value. Permittivity of geotextiles should be greater than that of the soil ($\psi_g > \psi_s$). The CONTRACTOR's Engineer also requires the permeability of the geotextile to be greater than that of the soil ($k_g > k_s$).

a. Nilai semula. Permitivitas *geotextile* harus lebih besar dari tanah (ψg > ψs). *Engineer* KONTRAKTOR juga mensyaratkan permeabilitas *geotextile* menjadi lebih besar dari tanah (kg > ks).

TABLE 4: Required Degree of Survivability as a Function of Subgrade Conditions, Construction Equipment and Lift Thickness (per AASHTO M 288)

TABEL 4: *Degree of Survivability* yang dipersyaratkan sebagai Kondisi *Function of Subgrade*, Peralatan Konstruksi dan *Lift Thickness*.

(Class 1, 2 and 3 properties are given in TABLE 1; Class 1 + properties are higher than Class 1, but not defined at this time and, if used, must be specified by the CONTRACTOR'S Engineer)[a]

(Karakteristik kelas 1, 2 dan 3 tercantum pada Tabel 1; Kelas 1 + Karakteristik yang lebih tinggi dari kelas 1, tetapi tidak didefinisikan saat ini, dan jika digunakan harus ditentukan oleh *Engineer* KONTRAKTOR)[a]

Description *Uraian*	**Low Ground Pressure Equipment ≤ 3.6 psi (25kPa)**	**Medium Ground Pressure Equipment > 3.6 psi (25kPa) to ≤ 7.3 psi (50 kPa)**	**High Ground Pressure Equipment > 7.3 psi (50 kPa)**
Subgrade has been cleared of all obstacles, except grass, weeds, leaves and fine wood debris. Surface is smooth and level. Shallow depressions and humps do not exceed 18 in. (450 mm) in depth or height. All larger depressions are filled. A smooth working table may be placed. Lapisan tanah dasar yang telah dibersihkan, kecuali rumput, rumput liar, daun, dan ranting kayu. Lapis permukaan harus halus dan rata. Kedalaman atau tinggi *shallow depression* dan *hump* tidak boleh melebih 18 inci (450 mm). Semua *larger depression* harus diurug. *Smooth working table* dapat ditempatkan.	Low (Class 3)	Moderate (Class 2)	High (Class 1)
Subgrade has been cleared of obstacles larger than small to moderate sized tree limbs and rocks. Tree trunks and stumps should be removed or covered with a partial working table. Depressions and humps should not exceed 18 in. (450 mm) in depth or height. Larger depressions should be filled. Lapis tanah dasar harus dibersihkan dari batu dan batang kayu yang berukuran lebih besar. Batang dan Tunggul Pohon harus dipindahkan atau ditutupi dengan *partial working table*. Kedalaman atau tinggi *Depression* dan *hump* tidak boleh melebihi 18 inci (450 mm). *Larger depression* harus diurug.	Moderate (Class 2)	High (Class 1)	Very High (Class 1+)

Minimal site preparation is required. Trees may be felled, de-limbed and left in place. Stumps should be cut to project no more than ± 6 in. (±150 mm) above subgrade. Geotextile may be draped directly over the tree trunks, stumps, large depressions and humps, holes, stream channels and large boulders. Items should be removed only if placing the geotextile and cover material over them will distort the finished road surface. Persiapan lokasi kerja minimal harus dipersyaratkan. Pepohonan dapat dibiarkan di tempatnya, Tunggul pohon harus dipotong tidak boleh lebih ± 6 in. (±150 mm) di atas tanah dasar. *Geotextile* dapat digelar secara langsung di atas batang pohon, tunggul pohon, *large depression* dan *hump*, *hole, stream channel* dan *large boulder*. Hal tersebut dapat dipindahkan hanya jika penempatan *geotextile* dan penutup *material* di atasnya akan mempengaruhi permukaan jalan yang selesai.	High (Class 1)	Very High (Class 1+)	Not Recommended

a. Recommendations are for 6 to 12 in. (150 to 300 mm) initial lift thickness. See below for other initial lift thicknesses:

   - 12 to 18 in. (300 to 450 mm): Reduce survivability requirement by one level
   - 18 to 24 in. (450 to 600 mm): Reduce survivability requirement by two levels
   - > 24 in. (600 mm): Reduce survivability requirement by three levels

b. For special construction techniques like pre-rutting, increase the geotextile survivability *requirement* by one level. Placement of excessive initial cover material thickness may cause bearing failure of soft subgrade.

a. Rekomendasi untuk ketebalan *initial lift* sebesar 6 sampai 12 inci (150 sampai 300 mm). ketentuan ketebalan *initial lift* lainnya, lihat di bawah ini:

   - 12 hingga 18 inci (300 hingga 450 mm): Mengurangi persyaratan *survivability* dengan satu tingkat
   - 18 hingga 24 inci (450 hingga 600 mm): Mengurangi persyaratan survivability dengan dua tingkat
   - > 24 inci (600 mm): Mengurangi persyaratan *survivability* tiga tingkat

b. Untuk teknik konstruksi khusus seperti *pre-rutting*, tingkatkan persyaratan *geotextile survivability* dengan satu tingkat. Penempatan ketebalan *initial cover material* yang berlebihan dapat menyebabkan kegagalan *bearing* tanah dasar yang lunak.

9.1.6. Geotextile Fabric for Soil Reinforcement/ Stabilization

a) Fabric for soil reinforcement/ stabilization shall be woven or non-woven geotextile fabric in accordance with the properties in TABLE 5 for the class as identified on design drawings.

9.1.6. *Geotextile Fabric* untuk Perkuatan/ Stabilisasi Tanah

a) *Fabric* untuk perkuatan/ stabilisasi tanah harus menggunakan *woven* atau *non-woven geotextile fabric* sesuai dengan karakteristik dalam TABEL 5 untuk kelas seperti yang tercantum pada gambar desain.

TABLE 5: Geotextile Fabric for Soil Reinforcement/ Stabilization Requirements (per AASHTO M 288)

TABEL 5: *Geotextile fabric* untuk Persyaratan Perkuatan/ Stabilisasi Tanah (Sesuai AASHTO M 288)

Property Karakteristik	**Test Method** Metode Pengujian	**Units** Satuan	**Requirements** Persyaratan
Geotextile Class			Class 1 from TABLE 1a
Permittivity	ASTM D 4491	sec-1	0.05b
Apparent Opening Size	ASTM D4751	mil (mm)	17 (0.43) MARV
Ultraviolet Stability (Retained Strength)	ASTM D4355	%	50% after 500 hours of exposure 50% setelah 500 jam paparan

a. Default geotextile selection. Class 2 or 3 geotextile may be specified from TABLE 1 based on one or more of the following:

1) The CONTRACTOR's Engineer has found the class of geotextile to have sufficient survivability based on field experience.

2) The CONTRACTOR's Engineer has found the class of geotextile to have sufficient survivability based on laboratory testing and visual inspection of a geotextile sample removed from a field test section constructed under anticipated field conditions.

a. Pemilihan *geotextile semula*. *Geotextile* Kelas 2 atau 3 dapat ditentukan dari TABEL 1 berdasarkan salah satu atau beberapa hal berikut ini:

1) *Engineer* KONTRAKTOR harus menentukan kelas *geotextile* yang memiliki kemampuan *survivability* yang sesuai berdasarkan pengalaman lapangan.

2) *Engineer* KONTRAKTOR harus menentukan kelas *geotextile* yang memiliki kemampuan *survivability* yang sesuai berdasarkan pengujian laboratorium dan inspeksi *visual* sampel *geotextile* yang dipindahkan dari bagian uji lapangan yang dibangun untuk memperkirakan kondisi lapangan.

b. Default value. Permittivity of the geotextile should be greater than that of the soil ($\psi_g > \psi_s$). The CONTRACTOR's Engineer also requires the permeability of the geotextile to be greater than that of the soil ($k_g > k_s$).

b. Nilai *semula*. *Permittivity geotextile* harus lebih besar dari tanah ($\psi_g > \psi_s$). Engineer KONTRAKTOR juga mempersyaratkan permeabilitas *geotextile* menjadi lebih besar dari tanah ($k_g > k_s$).

9.2 Geogrid

9.2 *Geogrid*

9.2.1. General

9.2.1. Umum

a) Geogrid shall be in accordance with the properties in TABLE 6 for the class as identified on design drawings.

a) *Geogrid* harus sesuai dengan karakteristik dalam TABEL 6 untuk kelas seperti yang tercantum pada gambar desain.

TABLE 6: Geogrid Requirements

TABEL 6: Persyaratan *Geogrid*

Property *Karakteristik*	**Type 1** *Tipe 1*	**Type 2** *Tipe 2*
Aperture Size, in. (mm) *Ukuran Aperture, Inci (mm)*	1.0 – 2.0 (25 – 51)	1.0 – 2.0 (25 – 51)
Percent Open Area, % *Persen Area Terbuka, %*	70 minimum	70 minimum
Thickness, mil (mm) MD ribs CMD ribs Junctions	 30 (0.77) minimum 25 (0.64) minimum 60 (1.50) minimum	 50 (1.27) minimum 45 (1.15) minimum 100 (2.54) minimum
Tensile Modulus @ 2% Elongation1, lb/ft. (N/m) MD & CMD	14,000 minimum (204,260) minimum	20,000 minimum (291,000) minimum
Junction Efficiency, % of rib Ultimate tensile strength MD & CMD	90 minimum	90 minimum

Determined as a secant modulus without offset allowances.

Ditentukan sebagai secant modulus tanpa toleransi offset.

Note – MD and CMD do not necessarily refer to the machine (warp) and cross machine (fill) directions in the manufacturing process. They refer, for drawn products, to the more (CMD) or less (MD) highly drawn ribs, where the aperture dimensions are unequal.

Catatan – MD dan CMD tidak selalu mengacu pada mesin (*warp*) dan *cross machine* (*fill*) sesuai petunjuk proses manufaktur. Kontraktor mengacu, pada *drawn product*, yang lebih (CMD) atau kurang (MD) *highly drawn ribs*, di mana dimensi *aperture* tidak sama.

9.3 Cellular Confinement Materials

9.3.1. General

a) Individual cells shall be uniform in shape and size when expanded.

b) Polyethylene strips shall be textured surface with diamond shape indentations.

c) Cells shall be perforated with horizontal rows of 0.4 in. (10 mm) diameter holes at 0.75 inch (19 mm) on-center, unless noted otherwise on design drawings.

d) Cell height shall be 4 in. (100 mm) unless noted otherwise on design drawings.

e) Nominal cell dimensions shall be as follows, unless otherwise noted on design drawings:

- Length – 11.3 in. (287mm)
- Width – 12.6 in. (320 mm)
- Nominal Area – 71.3 in^2 (460 cm^2) (±) 1%

9.3.2. Material Properties

a) Cellular confinement materials shall be in accordance with the properties in TABLES 7 and 8, unless otherwise shown on design drawings.

b) Anchor materials (anchors, stakes, tendons, etc.) shall be in accordance with design drawings and manufacturer's recommendations.

9.3 *Cellular Confinement Material*

9.3.1. Umum

a) *Individual cell* harus seragam dalam bentuk dan ukuran ketika diperluas.

b) Permukaan *polyethylene strip* harus bertekstur dengan lekukan bentuk *diamond*.

c) *Cell* harus berlubang dengan baris *horizontal* 0,4 inci (10 mm) diameter lubang pada 0,75 in. (19 mm) di tengah, kecuali dinyatakan lain pada gambar desain.

d) Tinggi *Cell* harus 4 inci (100 mm) kecuali dinyatakan lain pada gambar desain.

e) Dimensi nominal cell harus mengikuti sebagai berikut ini, kecuali dinyatakan lain pada gambar desain:

- Panjangnya – 11.3 inci. (287mm)
- Lebar – 12.6 inci. (320 mm)
- Luas nominal – 71.3 inci^2 (460 cm^2) (±) 1%

9.3.2. Karakteristik Material

a) *Cellular confinement materials* harus sesuai dengan karakteristik dalam TABEL 7 dan 8, kecuali jika dinyatakan lain pada gambar desain.

b) Material Angkut (angkur, *stakes*, *tendon*, dll) harus sesuai dengan gambar desain dan rekomendasi Manufaktur.

TABLE 7: Material Properties

TABEL 7: Karakteristik Material

Material Properties Karakteristik Material	**Test Method** Metode Pengujian	**Units** Satuan	**Test Value** Nilai Pengujian
Polymer Density	ASTM D1505	lb/ft^3 (g/cm^3)	58.4 – 60.2 (0.935 – 0.965)
Environmental Stress Crack Resistance	ASTM D5397	hours	> 400
Environmental Stress Crack Resistance	ASTM D1693	hours	6000
Carbon Black Content	ASTM D1603	% by weight	1.5% minimum
Nominal Sheet Thickness1 before texturing	ASTM D5199	mil (mm)	50 (1.27) -5%, +10%
Nominal Sheet Thickness1 after texturing	ASTM D5199	mil (mm)	60 (1.52) -5%, +10%

Polyethylene strip shall be textured with a multitude of rhomboidal (diamond shape) indentations. The rhomboidal indentations shall have a surface density of 140 to 200 per in^2 (22 to 31 per cm^2).

Polyethylene strip harus bertekstur dengan banyak lekukan *rhomboidal* (bentuk *diamond*). Lekukan *rhomboidal* harus memiliki kepadatan permukaan 140 sampai 200 per in^2 (22 sampai 31 per cm^2).

TABLE 8: Geoweb Physical Properties

TABEL 8 : Karakteristik Fisik *Geoweb*

Physical Properties Karakteristik Fisik	**Unit** Satuan	**Test Value** Nilai Pengujian			
Nominal – Expanded Cell Size (width x length) Nominal – Ukuran Cell Yang Diperluas (Lebar x Panjang)	in. (mm)	12.6 (320) x 11.3 (287)			
Nominal – Expanded Cell Area Nominal – Area *Cell* Yang Diperluas	in^2 (cm^2)	71.3 (460)			
Nominal – Expanded Panel Size (width x length) Nominal – Ukuran Panel yang diperluas (lebar x Panjang)	ft. (m)	8.4 (2.56) x 27.4 (8.35)			
Nominal – Expanded Panel Area Nominal – Area Panel yang diperluas	ft^2 (m^2)	230 (21.4)			
Cell Depth Kedalaman *Cell*	in. (mm)	3 (75)	4 (100)	6 (150)	8 (200)
Seam Peel Strength Kuat *Peel* Sambungan	lbf (N)	240 (1065)	320 (1420)	480 (2130)	640 (2840)
Seam Hang Strength Kuat *Hang* Sambungan	A 4 in. (102 mm) weld joint supporting a load of 160 lbs. (72.5 kg for 30 days minimum or a 4 in. (102 mm) weld joint supporting a load of 160 lbs. (72.5 kg) for 7 days minimum while undergoing temperature change from 74°F (23°C) to 130°F (54°C) on a 1 hour cycle. *Weld joint* 4 inci (102 mm) menahan beban 160 lbs (72,5 kg untuk usia 30 hari atau *weld joint* 4 inci (102 mm) menahan beban 160 lbs (72,5 kg untuk usia minimum 7 hari saat mengalami perubahan suhu dari 74°F (23°C) ke 130°F (54°C) dalam siklus 1 jam.				

9.4 Turf Reinforcement Mat (TRM)

9.4.1. General

a) Turf reinforcement mats shall conform to the following, unless otherwise noted on design drawings:

- Mass per unit area per ASTM D-6566 shall be minimum 13.5 oz/yd^2 (455 g/m^2).

9.4 *Turf Reinforcement Mats* (TRM)

9.4.1. Umum

a) *Turf reinforcement mat* harus sesuai dengan hal-hal berikut, kecuali dinyatakan lain dalam gambar desain:

- Massa per satuan luas sesuai ASTM D-6566 harus minimum 13.5 oz/yd^2 (455 g/m^2).

- Minimum thickness per ASTM D-6525 shall be 0.4 in. (10.2 mm).
- Light penetration per ASTM D-6567 shall be 10% maximum.

9.4.2. Material Properties

a) Turf reinforcement mats shall be in accordance with the properties in TABLE 9, unless otherwise shown on design drawings.

- Ketebalan minimum sesuai ASTM D-6525 harus berukuran 0.4 in. (10.2 mm).
- Tembus cahaya sesuai ASTM D-6567 harus maksimum sebesar 10%.

9.4.2. Karakteristik Material

a) *Turf reinforcement mats* sesuai dengan karakteristik pada TABLE 9, kecuali jika dinyatakan lain pada gambar desain.

TABLE 9: Turf Reinforcement Mat Material Properties

TABEL 9: Karakteristik Material *Turf Reinforcement Mat*

Property Karakteristik	**Test Method** Metode Pengujian	**Requirement** Persyaratan
Tensile Strength (Grab)	ASTM D6818	4000 x 3000 lb/ft (58.4 x 43.8 kN/m)
Elongation	ASTM D6818	65% (max)
Resiliency	ASTM D6524	80%
Flexibility	ASTM D6575	0.534 in-lb (avg.) (615000 mg-cm) (avg)
Endurance Ketahanan		
Ultraviolet Resistance @ 6000 Hours Resistensi Ultraviolet @ 6000 Jam	ASTM D4355	90%
Performance *Kinerja*		
Velocity 3 (Vegetated) Kecepatan 3 *(Vegetated)*	Large Scale	25 ft/s (7.6 m/s)
Shear Stress 3 (Vegetated)	Large Scale	15 lb/ft^2 (718 Pa)
Manning's "n" 4 (Unvegetated)	Calculated	0.028
Seedling Emergence	ECTC Draft Method #4	286%
Roll Size		8.5 ft. x 90 ft. (2.6 m x 27.4 m)

9.5 HDPE Flexible Membrane Lining

9.5.1. Textured Liners

a) Textured liners shall be in accordance with the properties in TABLE 10, unless otherwise shown on design drawings.

9.5 HDPE *Flexible Membrane Lining*

9.5.1. *Textured Liner*

a) *Textured liners* harus sesuai dengan karakteristik dalam TABLE 10, kecuali jika dinyatakan lain pada gambar desain.

TABLE 10: Textured Lining System Material Properties

TABEL 10: Karakteristik *Material Textured Lining System*

Property *Karakteristik*	**Test Method** *Metode Pengujian*	**Frequency** *Frekuensi*	**Minimum Average Value** *Nilai Rata-rata Minimum*				
			30 mil (0.75 mm)	**40 mil (1.00 mm)**	**60 mil (1.50 mm)**	**80 mil (2.00 mm)**	**100 mil (2.50 mm)**
Thickness, (minimum average), mil (mm) Lowest individual reading	ASTM D5994	Every roll	29.5 (0.750) 26.6 (0.675)	39.4 (1.00) 35.4 (0.90)	59.1 (1.50) 53.1 (1.35)	78.7 (2.00) 70.9 (1.80)	98.4 (2.50) 88.6 (2.25)
Density, lb/ft^3 (g/cm^3)	ASTM D1505	198,400 lb. (90,000 kg)	58.7 (0.940)	58.7 (0.940)	58.7 (0.940)	58.7 (0.940)	58.7 (0.940)
Tensile Properties (each direction) Strength at Break, lb/in.-width (N/mm) Strength at Yield, lb/in.-width (N/mm) Elongation at Break,% Elongation at Yield, %	ASTM D6693, Type IV Dumbbell, 2.0 in/min. (50 mm/min.) G.L. 2.0 in. (50 mm) G.L. 1.3 in. (33 mm)	19,840 lb. (9,000 kg)	 46 (8) 63 (11) 100 12	 57 (10) 29 (15) 100 12	 91 (16) 126 (22) 100 12	 120 (21) 166 (29) 100 12	 148 (26) 211 (37) 100 12
Tear Resistance, lbf (N)	ASTM D1004	44,100 lb. (20,000 kg)	21 (93)	28 (125)	42 (187)	56 (249)	70 (311)
Puncture Resistance, lbf (N)	ASTM D4833	44,100 lb. (20,000 kg)	45 (200)	60 (267)	90 (400)	120 (534)	150 (667)
Carbon Black Content, % (Range)	ASTM D1603/ ASTM D4218	19,840 lb. (9,000 kg)	2.0 – 3.0	2.0 – 3.0	2.0 – 3.0	2.0 – 3.0	2.0 – 3.0
Carbon Black Dispersion	ASTM D 5596	44,100 lb. (20,000 kg)	Note 1	Note 1	Note 1	Note 1	Note 1
Asperity Height, mil (mm)	ASTM D7466	second roll	15.7 (0.40)	17.7 (0.45)	17.7 (0.45)	17.7 (0.45)	17.7 (0.45)
Notched Constant Tensile Load^2, hr.	ASTM D5397, Appendix	198,400 lb. (90,000 kg)	300	300	300	300	300
Oxidative Induction Time, min.	ASTM D3895,	198,400 lb. (90,000 kg)	>100	>100	>100	>100	>100

	392°F (200°C); O_2, 14.7 psi (1 atm)						
Typical Roll Dimensions							
Roll Length[3], ft. (m)	Double-Sided Textured Single-Sided Textured		830 (253) 1,010 (308)	758 (231) 781 (238)	518 (158) 541 (165)	400 (122) 410 (125)	331 (101) 331 (101)
Roll Width[3], ft. (m)			22.5 (6.86)	22.5 (6.86)	22.5 (6.86)	22.5 (6.86)	22.5 (6.86)
Roll Area , yd^2 (m^2)	Double-Sided Textured Single-Sided Textured		2,076 (1,736) 2,527 (2,113)	1,747 (1,461) 1,989 (1,633)	1,296 (1,084) 1,354 (1,132)	1,001 (837) 1,026 (858)	829 (693) 829 (693)

1. Dispersion only applies to near spherical agglomerates. 9 of 10 views shall be Category 1 or 2. No more than 1 view from Category 3.
2. NCTL for HD Textured is conducted on representative smooth geomembrane samples.
3. Roll lengths and widths have a tolerance of ±1%.

1. *Dispersion* hanya diaplikasikan yang dekat spherical agglomerates. 9 dari 10 tampilan harus merupakan kategori 1 atau 2. Tidak lebih dari 1 tampilan dari Kategori 3.
2. NCTL untuk *Tekstur* HD dilakukan pada representatif sampel geomembran halus.
3. Panjang dan lebar gulungan memiliki toleransi ± 1%.

9.5.2. Smooth Liners

a) Smooth liners shall be in accordance with the properties in TABLE 11, unless otherwise shown on design drawings.

9.5.2. *Smooth Liner*

a) *Smooth liner* harus sesuai dengan karakteristik dalam TABEL 11, kecuali jika dinyatakan lain pada gambar desain.

TABLE 11: Smooth Lining System Material Properties

TABEL 11: Karakteristik *Material Smooth Lining System*

Property Karakteristik	**Test Method** Metode Pengujian	**Frequency** Frekuensi	**Minimum Average Value** Nilai Rata-rata Minimum				
			30 mil (0.75 mm)	**40 mil (1.00 mm)**	**60 mil (1.50 mm)**	**80 mil (2.00 mm)**	**100 mil (2.50 mm)**
Thickness, (minimum average), mil (mm) Lowest individual reading	ASTM D5994	Every roll	29.5 (0.750) 26.6 (0.675)	39.4 (1.00) 35.4 (0.90)	59.1 (1.50) 53.1 (1.35)	78.7 (2.00) 70.9 (1.80)	98.4 (2.50) 88.6 (2.25)
Density, lb/ft^3 (g/cm^3)	ASTM D1505	198,400 lb. (90,000 kg)	58.7 (0.940)	58.7 (0.940)	58.7 (0.940)	58.7 (0.940)	58.7 (0.940)
Tensile Properties (each direction) Strength at Break, lb/in.-width (N/mm) Strength at Yield, lb/in.-width (N/mm) Elongation at Break, % Elongation at Yield, %	ASTM D6693, Type IV Dumbbell, 2.0 in./min. (50 mm/min.) G.L. 2.0 in. (50 mm) G.L. 1.3 in. (33 mm)	19,840 lb. (9,000 kg)	 114 (20) 63 (11) 700 12	 154 (27) 29 (15) 700 12	 228 (40) 126 (22) 700 12	 303 (53) 166 (29) 700 12	 383 (67) 211 (37) 700 12
Tear Resistance, lb$_f$ (N)	ASTM D1004	44,100 lb. (20,000 kg)	21 (93)	28 (125)	42 (187)	56 (249)	70 (311)
Puncture Resistance, lb$_f$ (N)	ASTM D4833	44,100 lb. (20,000 kg)	54 (240)	72 (320)	108 (480)	144 (640)	180 (800)
Carbon Black Content, % (Range)	ASTM D1603/ ASTM D4218	19,840 lb. (9,000 kg)	2.0 – 3.0	2.0 – 3.0	2.0 – 3.0	2.0 – 3.0	2.0 – 3.0
Carbon Black Dispersion	ASTM D 5596	44,100 lb. (20,000 kg)	Note 1	Note 1	Note 1	Note 1	Note 1
Notched Constant Tensile Load[2], hr.	ASTM D5397, Appendix	198,400 lb. (90,000 kg)	300	300	300	300	300
Oxidative Induction Time, min.	ASTM D3895, 392°F (200°C); O_2, 14.7 psi (1 atm)	198,400 lb. (90,000 kg)	>100	>100	>100	>100	>100
Typical Roll Dimensions							
Roll Length[3], ft. (m)			1,119 (341)	869 (265)	561 (171)	430 (131)	341 (104)
Roll Width[3], ft. (m)			22.5 (6.86)	22.5 (6.86)	22.5 (6.86)	22.5 (6.86)	22.5 (6.86)
Roll Area , yd^2 (m^2)			2,800 (2,341)	2,176 (1,819)	1,401 (1,171)	1,075 (899)	850 (711)

1. Dispersion only applies to near spherical agglomerates. 9 of 10 views shall be Category 1 or 2. No more than 1 view from Category 3.

2. Roll lengths and widths have a tolerance of ±1%.

1. Dispersion hanya berlaku di dekat *spherical agglomerates.* 9 dari 10 tampilan harus merupakan kategori 1 atau 2. Tidak lebih dari 1 tampilan dari Kategori 3.

2. Panjang dan lebar gulungan memiliki toleransi ±1%.

9.6 Silt Fence

9.6.1. Silt fence fabric shall be woven polypropylene conforming to ASTM D4632 and the properties in TABLE 12.

9.6 *Silt Fence*

9.6.1. *Silt fence fabric* harus merupakan *woven polypropylene* sesuai dengan ASTM D4632 dan karakteristik dalam TABEL 12.

TABLE 12: Silt Fence Material Properties

TABEL 12: Karakteristik *Material Silt Fence*

Property Karakteristik	**Test Method** Metode Pengujian	**Units** Satuan	**Supported Silt Fence** Penyangga *Silt Fence*
Grab Tensile Strength (Min)	ASTM D 4632	lbf (N)	90 (400)
Permittivity	ASTM D4491	sec^{-1}	0.05
Apparent Opening Size	ASTM D4751	mil (mm)	24 (0.60) MARV
Ultraviolet Stability, (Retained Strength after 500 hours of exposure)	ASTM D4355	%	80% Minimum

9.6.2. An integral reinforcement layer shall be used in conjunction with the silt fence fabric.

9.6.3. Wood stakes used to secure the silt fence fabric shall be commercial quality lumber of the size and shape shown on design drawings. Stakes shall be free from decay, splits or cracks longer than the thickness of the stake or other weakening defects that would cause the stakes to be structurally unsound.

9.6.2. *Integral reinforcement layer* harus digunakan bersama dengan *silt fence fabric*.

9.6.3. Tiang kayu yang digunakan untuk mengamankan *fabric silt fence* harus berupa kayu berkualitas komersial dari ukuran dan bentuk seperti yang tercantum dalam gambar desain. Tiang harus bebas dari pelapukan, pecah atau retakan yang lebih panjang dari ketebalan tiang atau cacat yang menyebabkan perlemahan lainnya yang dapat menyebabkan tiang tidak kuat secara struktural.

9.6.4. Number four (4) or greater size bar reinforcement may be used in lieu of wood stakes. Any exposed bar reinforcement shall have end protection.

9.6.5. Staples for fastening the silt fence fabric to the stakes shall be a minimum of 1.5 in. (37 mm) long and shall be fabricated from 0.06 in. (1.52 mm) or heavier wire.

9.6.6. A minimum 0.12 in. (3.05 mm) diameter wire shall be used to fasten the tops of stakes together when joining two sections of fence. Galvanizing of fastening wire is not required.

9.6.4. Sejumlah empat (4) atau perkuatan dengan ukuran lebih besar dapat digunakan sebagai pengganti tiang kayu. Setiap penguatan yang terbuka harus memiliki perlindungan akhir.

9.6.5. Staples untuk mengikat *fabric silt fence* ke tiang harus memiliki panjang minimal 1,5 inci (37 mm) dan harus dibuat dari 0,06 inci (1,52 mm) atau *heavier wire*.

9.6.6. Minimal 0.12 in. (3.05 mm) diameter kawat harus digunakan untuk mengikat puncak tiang bersamaan ketika bergabung dengan dua bagian pagar. *Galvanizing* kawat pengikat tidak diperlukan.

10. EXECUTION

10.1 Geotextile Fabric

10.1.1. Geotextile fabric shall be placed in close contact with the soil, eliminating folds or excessive wrinkles both longitudinally and transversely. The fabric need not be placed in tension prior to covering with rip rap or other materials. Care shall be used when placing the fabric to avoid possible damage.

10.1.2. Geotextile fabric shall be rolled out in the direction of travel so that the machine direction (i.e., long axis) of the roll is parallel with channelized traffic patterns.

10.1.3. Adjacent rolls shall be overlapped along their sides and ends as a function of subgrade strength as follows:

10. PELAKSANAAN

10.1 *Geotextile Fabric*

10.1.1. *Geotextile fabric* harus ditempatkan berdekatan dengan tanah, tanpa lipatan atau kerutan yang berlebihan baik secara longitudinal maupun melintang. *Fabric* tidak perlu ditempatkan dalam tegangan untuk menutupi *rip rap* atau bahan lainnya. Perawatan harus digunakan saat menempatkan *fabric* untuk menghindari kemungkinan kerusakan.

10.1.2. *Geotextile fabric* harus digelar ke arah maju sehingga arah mesin (yaitu, sumbu panjang) dari gulungan sejajar dengan pola lalu lintas yang menerus.

10.1.3. *Adjacent rolls* harus *overlap* di sepanjang sisinya dan ujungnya berfungsi untuk kekuatan tanah dasar sebagai berikut:

TABLE 13: Geotextile Fabric Overlapping

TABLE 13: *Geotextile Fabric Overlapping*

Subgrade Strength Kekuatan tanah dasar	**Minimum Overlap** *Minimum Overlap*
CBR ≥3%	12” (300 mm)
1% ≤ CBR ≤ 2	24” (600 mm)
0.5% ≤ CBR < 1%	36” or Sewn* (900 mm)
CBR < 0.5%	Sewn

10.1.4. Tracked construction equipment shall not be operated directly upon the exposed geotextile fabric. A minimum aggregate fill thickness of 6 in. (150 mm) is required prior to operation of tracked equipment on the fabric.

10.1.5. Geotextile fabric shall be joined by overlapping or sewing.

10.1.6. For fabric placement on a slope, fabric shall be anchored firmly at the top of the slope using an anchor trench. For maximum effectiveness, the trench should be at least 3 ft. (1 m) from the crest of the slope and at least 2 ft. (0.6 m) deep. Soil in the trench shall be thoroughly compacted to ensure good anchorage.

10.1.7. When placing geotextile fabric along a stream or other places where water movements are expected, the toe of geotextile shall be anchored in a similar fashion as at the top of slope to prevent scour.

10.1.4. Peralatan konstruksi yang dilacak tidak boleh dioperasikan langsung pada *geotextile fabric* yang terbuka. Ketebalan pengisian agregat minimum 6 inci (150 mm) diperlukan sebelum pengoperasian peralatan yang dilacak pada *fabric*.

10.1.5. *Geotextile fabric* harus disambung dengan *overlapping* atau *sewing*.

10.1.6. Penempatan *fabric* di lereng, *fabric* harus diangkur dengan kuat di bagian atas lereng menggunakan parit angkur. Untuk efektivitas maksimum, parit harus minimal 3 ft. (1 m) dari puncak lereng dan minimal 2 ft. (0.6 m) kedalamannya. Tanah di parit harus dipadatkan secara menyeluruh untuk memastikan angkur bekerja dengan baik.

10.1.7. Ketika menempatkan *geotextile fabric* di sepanjang aliran atau tempat-tempat lain di mana gerakan air diperkirakan, ujung *geotextile* harus diangkur dengan cara yang sama seperti di puncak lereng untuk mencegah terkelupas.

10.2 Geogrid

10.2.1. Geogrid shall be unrolled in the direction of travel so that the long axis of the roll is parallel with channelized traffic patterns. For very soft subgrades (CBR < 0.5), geogrid may be unrolled transversely or perpendicular to the roadway embankment alignment, if preferred, particularly if lateral spreading and separation of overlaps is a concern.

10.2.2. Adjacent geogrid rolls shall be overlapped along their sides and ends in accordance with TABLE 14.

10.2 *Geogrid*

10.2.1. *Geogrid* harus digulung dalam arah maju sehingga sumbu panjang gulungan sejajar dengan pola lalu lintas yang menerus. Untuk *tanah dasar* yang sangat lunak (CBR < 0.5), *geogrid* dapat digulung melintang atau tegak lurus terhadap alinyemen tanggul jalan, jika diinginkan, terutama jika penyebaran *lateral* dan Separator *overlap* menjadi perhatian.

10.2.2. Gulungan *geogrid* yang berdekatan akan *overlap* di sepanjang sisi dan ujungnya sesuai dengan TABEL 14.

TABLE 14: Geogrid Overlapping

TABEL 14: *Geogrid Overlapping*

Subgrade Strength Kekuatan tanah dasar	**Minimum Overlap** *Minimum Overlap*
CBR ≤ 0.5%	36” (900 mm)
0.5% ≤ CBR ≤ 2%	24” (600 mm)
2% ≤ CBR ≤ 4%	18” (450 mm)
4% ≤ CBR	12” (300 mm)

10.2.3. Geogrid shall be overlapped in the direction the fill placement will be spread to avoid peeling of the geogrid at overlaps by the advancing fill. End-dumping operation shall be used for weaker subgrades that are easily rutted by conventional construction traffic.

10.2.3. *Geogrid* harus di-overlap ke arah penempatan urugan yang akan menyebar untuk menghindari pengelupasan *geogrid* pada overlap dengan *advancing fill*. Pelaksanaan *end-dumping* akan digunakan untuk *tanah dasar* yang lebih lemah yang mudah *rutted* oleh *conventional construction traffic*.

10.3 Cellular Confinement Materials (Geoweb)

10.3.1. Geoweb shall be installed and anchored per design drawings.

10.3.2. For placement on sloped surfaces, geoweb should always be placed beyond the crest of the slope and buried in an anchor trench to prevent surface water from undermining the geoweb.

10.3.3. When using sand, granular or topsoil fills, geoweb shall be overfilled by 1 in. (25 mm) to 2 in. (50 mm) depth to allow for settling and compaction.

10.3.4. Sand and granular fills shall then be bladed and compacted to the top of the cells. Topsoil fills shall be compacted with the loader or backhoe bucket or with a tamper plate.

10.3.5. Concrete fills for geoweb shall be manually raked and trowel finished.

10.4 Turf Reinforcement Mat (TRM)

10.4.1. Turf reinforcement mats shall be rolled down the slope or channel.

10.4.2. Anchor trenches shall be used to securely fasten the TRM to the ground surface.

10.4.3. TRMs shall be overlapped min. 3 in. (75 mm) between rolls.

10.4.4. TRMs shall be spliced min. 2 ft. (600 mm) between rolls.

10.4.5. Pins shall be installed down the center of each mat as follows:

- 1:1 to 2:1 slopes and high flow channels – 3 to 4 pins per yd^2 (3 to 4 pins per m^2)

10.3 *Cellular Confinement Materials* (*Geoweb*)

10.3.1. *Geoweb* harus dipasang dan diangkur sesuai gambar desain.

10.3.2. Untuk penempatan pada permukaan lereng, *geoweb* harus selalu ditempatkan di luar puncak lereng dan tertanam di parit angkur untuk mencegah air permukaan merusak *geoweb.*

10.3.3. Saat menggunakan pasir, *granular* atau *topsoil fills*, *geoweb* harus diisi dengan kedalaman 1 in. (25 mm) hingga 2 in. (50 mm) untuk pemasangan dan pemadatan.

10.3.4. Pasir dan *granular fills* harus digerus dan dipadatkan ke bagian atas sel. *Topsoil fills* harus dipadatkan dengan *loader* atau *backhoe bucket* atau dengan tamper *plate*.

10.3.5. *Concrete fills* untuk *geoweb* harus diselesaikan dengan dihaluskan secara manual dan *trowel*.

10.4 *Turf Reinforcement Mat* (TRM)

10.4.1. *Turf reinforcement mat* harus digulung menuruni lereng atau saluran.

10.4.2. Parit angkur harus digunakan untuk mengikat TRM dengan aman ke permukaan tanah.

10.4.3. TRMs harus di-*overlap* min. 3 inci. (75 mm) antara gulungan.

10.4.4. TRMs harus disambung min. 2 ft. (600 mm) antara gulungan.

10.4.5. *Pin* harus dipasang di tengah setiap *mat* sebagai berikut:

- 1:1 hingga 2:1 lereng dan saluran beraliran cepat – 3 hingga 4 pin per yd^2 (3 hingga 4

- 3:1 and less slopes and low flow channels – 2 to 3 pins per yd^2 (2 to 3 pins per m^2)

10.4.6. Pins shall be staggered with outside pins.

10.4.7. Pin spacing shall be between 3 ft. to 5 ft. (900 mm to 1500 mm).

10.4.8. After filling is complete, TRMs shall be seeded or hydromulched.

10.4.9. Erosion mat (jute mat, etc.) may be used to protect the seeds from being washed out before germination.

10.5 HDPE Flexible Membrane Lining

10.5.1. Preparation

a) The subgrade surface shall be prepared and maintained and anchor trenches in good condition prior to installation of the liner. Prepared surfaces shall be smooth and free of sharp objects, rocks, and organics (roots). If a suitable subgrade is not available, then 4 in. (100 mm) of clean sand or geotextile shall be placed prior to liner installation.

b) Prior to installation of the liner materials, a site inspection shall be conducted by the Installer to verify measurements, structures and surface conditions to support the liner. The Installer shall provide a written documentation to the Engineer that the sand surface

pin per m^2)

- 3:1 dan lebih sedikit lereng dan saluran aliran rendah – 2 hingga 3 pin per yd^2 (2 hingga 3 pin per m^2)

10.4.6. *Pin* harus diselingi dengan pin luar.

10.4.7. Jarak *pin* harus antara 3 ft. hingga 5 ft. (900 mm hingga 1500 mm).

10.4.8. Setelah pengisian selesai, TRMs akan diberi *seeded* atau di-*hidromulched*.

10.4.9. *Erosion mat* (*jute mat*, etc.) dapat digunakan untuk melindungi *seeds* dari yang dicuci sebelum *germination*.

10.5 HDPE *Flexible Membrane Lining*

10.5.1. Persiapan

a) Permukaan *tanah dasar* harus disiapkan dan dipelihara dan angkur parit dalam kondisi baik sebelum pemasangan *liner*. Permukaan yang disiapkan harus halus dan bebas dari benda tajam, batu, dan organik (akar). Jika tanah dasar yang sesuai tidak tersedia, maka 4 in. (100 mm) pasir bersih atau *geotextile* harus ditempatkan sebelum instalasi *liner*.

b) Sebelum pemasangan material liner, inspeksi lokasi harus dilakukan oleh *Installer* untuk memverifikasi pengukuran, struktur dan kondisi permukaan untuk menahan *liner*. *Installer* harus memberikan dokumentasi tertulis kepada *Engineer* bahwa permukaan pasir untuk

to receive the liner has been inspected and is acceptable for liner installation.

c) The surface to receive the liner shall be maintained in a smooth, uniform, and compacted condition during installation of the liner. Immediately prior to installation of the liner, any erosion or other damage to the surface which has occurred since the completion of earthwork shall be corrected. Adequate drainage shall be provided and maintained until installation of the liner is completed.

10.5.2. Installation

a) Liner material shall be shipped and stored so that no damage is caused to the material. Material shall be stored in a secure area to protect it from standing water, soil, theft, and vandalism.

b) Before the work begins, the Installer shall inspect all geotextile and liner materials for damage during transit. Materials that cannot be repaired shall be rejected and removed from the work area and site.

c) Installation shall be performed in accordance with the project plans, approved installation drawings and the lining installer's documented Quality Assurance (QA) Manual. QA Manual shall be submitted for approval before any work

menerima liner telah diperiksa dan dapat diterima untuk instalasi *liner*.

c) Permukaan untuk menerima *liner* harus dipertahankan dalam kondisi halus, seragam, dan dipadatkan selama pemasangan *liner*. Segera sebelum pemasangan *liner*, setiap erosi atau kerusakan lain pada permukaan yang telah terjadi sejak selesainya pekerjaan tanah harus diperbaiki. Drainase yang memadai harus disediakan dan dipelihara sampai pemasangan *liner* selesai.

10.5.2. Pemasangan

a) Material *liner* harus dikirim dan disimpan sehingga tidak ada kerusakan yang disebabkan oleh material. Material harus disimpan di daerah yang aman untuk melindunginya dari genangan air, tanah, pencurian, dan *vandalisme*.

b) Sebelum pekerjaan dimulai, *Installer* harus memeriksa semua material *geotextile* dan *liner* untuk kerusakan selama transit. Bahan yang tidak dapat diperbaiki harus ditolak dan dipindahkan dari area kerja dan lokasi.

c) Pemasangan harus dilakukan sesuai dengan rencana proyek, gambar instalasi yang disetujui dan *Quality Assurance* (QA) *Manual* yang terdokumentasi dari installer lining. QA Manual harus diserahkan untuk persetujuan sebelum pekerjaan

commences.

d) During unwrapping of geotextile and liner materials for use and placement, the Installer shall visually inspect all materials, particularly surfaces of liner sheets, for imperfections and faulty areas. All such defective places shall be marked and repaired in accordance with approved methods.

e) Only geotextile and liner materials which can be installed that same day shall be unwrapped.

f) Liner sheets shall be of such length and width and shall be placed in a manner to keep field seaming to a minimum.

g) For Installations larger than 10,000 ft^2 (930 m^2), a panel layout shall be provided prior to installation. Panels shall be placed according to the design drawings and panel layout, if required.

h) Sufficient thermal slack shall be incorporated during placement to ensure that harmful stresses do not occur in service. Slack wrinkles shall be distributed evenly.

i) The liner and geotextile, if required, shall be anchored and sealed to structures and other types of penetrations in accordance with approved

dimulai.

d) Selama membuka kemasan material *geotextile* dan *liner* untuk digunakan dan penempatan, *Installer* harus secara visual memeriksa semua material, terutama permukaan lembaran *liner*, untuk ketidaksesuaian dan area yang salah. Semua tempat yang rusak tersebut harus ditandai dan diperbaiki sesuai dengan metode yang disetujui.

e) Hanya material *geotextile* dan *liner* yang dapat dipasang pada hari yang sama harus dibuka.

f) Lembaran *liner* harus memiliki panjang dan lebar tersebut dan harus ditempatkan sedemikian rupa untuk menjaga *seaming* lapangan seminimal mungkin.

g) Untuk Instalasi yang lebih besar dari 10.000 ft^2 (930 m^2), tata letak panel harus disediakan sebelum instalasi. Panel harus ditempatkan sesuai dengan gambar desain dan tata letak panel, jika dipersyaratkan.

h) *Sufficient thermal slack* harus dipasang selama penempatan untuk memastikan bahwa tegangan berbahaya tidak terjadi dalam pekerjaan. *Slack wrinkles* harus didistribusikan secara merata.

i) *Line*r dan *geotextile,* jika dipersyaratkan, harus diangkur dan ditutup untuk struktur dan jenis penetrasi lainnya sesuai dengan rencana dan gambar

plans and drawings.

j) Care shall be taken during installation to prevent damage to the geotextile and liner. No equipment, materials or other items shall be dragged across or allowed to slide upon the geotextile and liner.

k) No liner installation shall take place during inclement weather such as rain, snow, periods of high wind and at temperatures below 45 ^{0}F. If wind is prevalent, deployment should start at the upwind position. The weather condition should be recorded in the daily field logs (deployment log).

l) If geotextile or liner installation takes place during high wind, protect the liner against adverse effects of high wind such as uplift. Sand bags shall be used as required to hold the liner material in position during the installation. Sand bags shall be sufficiently close-knit to preclude fines from working through the bottom, sides or seams. Paper bags, whether or not lined with plastic, will not be permitted. Burlap bags, if used, must be lined with plastic. Bags shall be tied closed after filling. Metal or wire ties shall not be used. Bags that are split, torn, or otherwise losing their content shall be immediately removed from the work area and any spills immediately cleaned up.

yang disetujui.

j) Perawatan harus dilakukan selama instalasi untuk mencegah kerusakan pada *geotextile* dan *liner*. Tidak ada peralatan, material atau barang-barang lainnya yang akan dibawa atau diizinkan untuk berada di atas *geotextile* dan *liner*.

k) Tidak ada pemasangan *liner* yang akan dilakukan selama cuaca buruk seperti hujan, salju, periode angin kencang dan pada suhu di bawah 45 ^{0}F. Jika angin normal, penyebaran harus dimulai pada posisi angin berlawanan. Kondisi cuaca harus dicatat dalam *log* lapangan harian (*deployment log)*.

l) Jika instalasi *geotextile* atau *liner* terjadi selama angin kencang, lindungi *liner* terhadap efek buruk angin kencang seperti terangkat. Kantong pasir harus digunakan sesuai kebutuhan untuk menahan bahan *liner* di posisi selama instalasi. Kantong pasir harus cukup rapat untuk mencegah butiran halus masuk ke bagian bawah, sisi samping atau sambungan. Kantong kertas, dapat dilapisi dengan plastik atau tidak, tidak diperbolehkan. Kantong goni, jika digunakan, harus dilapisi dengan plastik. Kantong harus diikat tertutup setelah diisi. Ikatan logam atau kawat tidak boleh digunakan. Kantong yang terbelah, robek, atau kehilangan isinya harus segera dikeluarkan dari area kerja dan tumpahan

segera dibersihkan.

m) All field seams shall be tightly bonded using heat welding techniques. Automatic, Dual Seam hot wedge welding shall be the primary method of joining HDPE materials in the field. Extrusion welding should only be used for repairs and detail work, and in areas where the use of a hot wedge welder is not practical. All personnel performing seaming operations shall be trained in the operation of the specific seaming equipment being used.

m) Semua sambungan lapangan harus terikat erat menggunakan teknik *heat welding*. Otomatis, *dual seam hot wedge welding* harus menjadi metode utama untuk bergabung dengan bahan HDPE di lapangan. *Extrusion* welding hanya boleh digunakan untuk perbaikan dan pekerjaan detail, dan area di mana penggunaan *hot wedge welder* tidak praktis. Semua personil yang melakukan pelaksanaan seaming harus dilatih dalam pengoperasian peralatan *seaming* khusus yang digunakan.

10.5.3. Field Seaming

10.5.3. *Field Seaming*

a) Welding shall be performed only when the ambient temperature is between 40 and 90^0F.

a) Pengelasan harus dilakukan hanya ketika suhu lingkungan antara 40 dan 90^0F.

b) Field seams shall be lap seams. The lap seams shall be formed by lapping the edges of HDPE sheets a minimum of 4 in. (100 mm). The field panel layout shall be inspected for proper overlap prior to seaming.

b) *Field seam* harus merupakan *lap seams*. *Lap seams* harus dibentuk dengan *lapping* tepi lembaran HDPE minimal 4 in. (100 mm). *Field panel layout* harus diperiksa untuk *overlap* yang sesuai sebelum sambungan.

c) Field seams between sheets of HDPE liner materials shall be made using approved welding systems, equipment and techniques. Approved welding systems include extrusion fillet welding, and hot wedge welding using a double wedge welder. All wedge welders used shall be specifically designed for and compatible with the liner

c) *Field seams* antara lembaran material *liner* HDPE harus dibuat menggunakan sistem pengelasan yang disetujui, peralatan dan teknik. Sistem pengelasan yang disetujui termasuk pengelasan *extrusion fillet*, dan pengelasan *hot wedge* menggunakan *double wedge welder*. Semua *wedge welders* yang digunakan harus dirancang

material and recommended by the Manufacturer.

khusus untuk kompatibel dengan material *liner* dan direkomendasikan oleh Manufaktur

d) Test seams shall be made to verify that adequate conditions exist for field seaming to proceed. Each seamer shall produce a test seam at the beginning of each shift to determine the peel and tensile strength of the seam. A sample field seam may be required at any time during seaming production to verify equipment/ operator performance and seam integrity. In addition, if a seaming operation has been suspended for more than one hour or if a breakdown of the seaming equipment occurs, a test seam shall be produced prior to resumption of seaming operation. The test seam samples shall be 10 ft. (3.0 m) long for hot wedge welding and 3 ft. (900 mm) long for extrusion welding with the seam centered length wise. Test welds shall be marked with date, ambient temperature, and welding machine number.

d) Test seams harus dilakukan untuk memverifikasi bahwa kondisi yang memadai ada untuk *field seaming* untuk dilanjutkan. Setiap seamer harus menghasilkan *test seam* pada awal setiap *shift* untuk menentukan *peel* dan *tensile strength* dari *seam*. *Sample field seaming* mungkin diperlukan kapan saja selama produksi pembuatan *seaming* untuk memverifikasi kinerja peralatan/ *operator* dan *seam integrity*. Selain itu, jika pelaksanaan *seaming* telah ditunda selama lebih dari satu jam atau jika kerusakan peralatan *seaming* terjadi, *test seam* harus diproduksi sebelum dimulainya kembali pelaksanaan *seaming*. *Sampel test seam* harus sebesar 10 ft (3.0 m) panjang untuk pengelasan *hot wedge* dan 3 ft (900 mm) panjang untuk pengelasan *extrusion* dengan sambungan berpusat di tengah. *Test welds* harus ditandai dengan tanggal, suhu lingkungan, dan nomor mesin las.

e) The Installer shall mark adjacent to all welds the seam number, date, time, equipment number, and technician performing the work.

e) Pemasang harus menandai semua las berdekatan dengan nomor sambungan, tanggal, waktu, nomor peralatan, dan teknisi yang melakukan pekerjaan.

f) The installer, prior to seaming, shall clean the immediate area

f) Pemasang, sebelum melakukan seaming, harus membersihkan

of seaming of all dust, dirt, moisture, debris of any kind, and foreign material. Seams are to be aligned with the fewest possible wrinkles. All fish mouths shall be properly prepared for seaming.

area langsung sambungan dari semua debu, kotoran, kelembaban, puing-puing apapun, dan bahan asing. *Seams* harus diarahkan pada kerutan paling sedikit. Semua *fish mouths* harus dipersiapkan dengan tepat untuk melakukan *seaming*.

g) No fish mouths shall be allowed within the seam area. Where "fish mouths" occur, the material shall be cut, overlapped, and an overlap extrusion weld shall be applied. All welds on completion of the work shall be tightly bonded. Any membrane area showing damage due to excessive scuffing, puncture, or distress from any cause shall be replaced or repaired with an additional piece of HDPE membrane.

g) Tidak ada *'fish mouths* yang boleh diizinkan di dalam area *seam*. Apabila "*fish mouth*" terjadi, material harus dipotong, *overlap*, dan *extrusion weld overlap* harus diaplikasikan. Semua pengelasan setelah menyelesaikan pekerjaan harus terikat erat. Setiap area membran yang menunjukkan kerusakan karena lecet yang berlebihan, tusukan, atau kerusakan dari penyebab apapun harus diganti atau diperbaiki dengan bagian tambahan membran HDPE.

10.5.4. Seam Testing

10.5.4. Pengujian *Seam*

a) Seams shall be tested under field conditions at the beginning of each seaming period for shear strength and peel strength of seams. Installer shall use an onsite tensiometer to test this specimen for shear and peel strength. Seams shall be stronger than the material. The sample shall be kept for subsequent testing on laboratory equipment in accordance with applicable ASTM standards.

a) *Seam* harus diuji dalam kondisi lapangan pada awal setiap periode sambungan untuk *shear strength* dan *peel strength* sambungan. *Installer* harus menggunakan *tensiometer* di tempat untuk menguji spesimen ini untuk *shear* dan *peel strength*. *Seams* harus lebih kuat dari material. Sampel harus disimpan untuk pengujian selanjutnya pada peralatan laboratorium sesuai dengan standar ASTM yang berlaku.

b) After the initial welding of any seam, seam testing and repairs shall be completed within 3

b) Setelah *initial welding* dari *seams*, pengujian dan perbaikan *seams* harus diselesaikan dalam

working days.

c) Seam strength testing shall be done as the seaming work progresses and not at the completion of field seaming. Tensile tests of Peel Adhesion and Bonded Seam strength shall be performed once every 500 ft. (150 m) of seam. Tensile testing shall be performed on a field tensiometer in accordance with ASTM D6392. Cutout seam samples shall be taken from a location that does not affect the performance of the liner (for example, take seam samples from material that will be buried in the anchor trench).

d) Two samples for testing shall be removed by the Installer. Each sample shall be 12 in. (300mm) wide and 24 in. (600 mm) long with the seam centered length wise. Save all test samples until notified it is acceptable for their disposal. Provide results of failed tests immediately for determination of corrective measures.

e) Cut ten specimens from each sample and test five specimens for shear strength and five for peel strength. All five specimens tested shall pass. If any sample does not meet this criteria, the sample shall be considered as a failure, and the seaming apparatus and/or seamer shall not be accepted and shall not be used until the deficiencies are corrected.

waktu 3 hari kerja.

c) Pengujian kekuatan *seam* harus dilakukan saat pekerjaan *seaming* berlangsung dan bukan pada penyelesaian *seaming* lapangan. *Tensile tests Peel Adhesion* dan *Bonded Seam strength* harus dilakukan sekali setiap 500 kaki (150 m) *seams*. *Tensile testing* harus dilakukan pada *tensiometer* lapangan sesuai dengan ASTM D6392. Sampel *seam cutout* harus diambil dari lokasi yang tidak mempengaruhi kinerja *liner* (misalnya, mengambil sampel *seams* dari material yang akan ditanam di parit angkur).

d) Dua sampel untuk pengujian harus dipindahkan oleh *Installer*. Setiap sampel harus berukuran lebar 12 inci (300 mm) dan panjang 24 inci (600 mm) dengan *seam* berada ditengah. Simpan semua sampel uji sampai diberitahu bahwa itu dapat diterima untuk dibuang. Segera memberikan hasil tes yang gagal untuk penentuan tindakan korektif.

e) Potong sepuluh spesimen dari setiap sampel dan lakukan pengujian lima spesimen untuk shear strength dan lima untuk pengujian *peel strength*. Semua lima spesimen yang diuji harus lulus uji. Jika ada sampel yang tidak memenuhi kriteria ini, sampel akan dianggap gagal, dan alat *seaming* dan/ atau seamer tidak akan diterima dan tidak akan digunakan sampai kekurangan diperbaiki.

f) For destructive samples which have failed, the Installer shall take two new samples approximately 10 ft. (3.0 m) on each side of the failed test. Once two samples have passed, the Installer shall reconstruct the field seam between the two passed seam locations, which include the field seam. In all cases acceptable field seams must be bounded by two passed test locations. The decision of the Engineer shall be final.

f) Untuk sampel rusak yang telah gagal, pemasang harus mengambil dua sampel baru sekitar 10 ft (3.0 m) di setiap sisi tes yang gagal. Setelah dua sampel telah diuji, Pemasang harus merekonstruksi setiap *field seam* antara dua lokasi seams yang lolos uji, yang termasuk *field seam*. Dalam semua kondisi *field seam* yang dapat diterima harus dibatasi pada dua lokasi tes yang lolos. Keputusan *Engineer* harus bersifat *final*.

g) In the event capping of a field seam is required, the Installer shall use a cover strip of the same thickness as the liner (and from the same roll, if available) and of 8 in. (200 mm) minimum width. It shall be positioned over the center of the field seam and welded to the liner using a fillet weld on each side.

g) Dalam hal melakukan *capping field seam* yang dipersyaratkan, *Installer* harus menggunakan *cover strip* dengan ketebalan yang sama dengan *liner* (dan dari gulungan yang sama, jika tersedia) dan lebar minimum 8 in. (200 mm). Hal ini harus diposisikan di atas pusat *field seam* dan dilas ke *liner* menggunakan *fillet weld* setiap sisinya.

h) All field seams shall be non-destructively tested along their entire length using the Air Pressure Test (ASTM D5820). Patches and seams around pipe penetrations and fitments shall be tested using the Vacuum Box Test (ASTM D5641). All discontinuities detected by any test method shall be repaired. All testing, repairs, and re-tests are to be recorded.

h) Semua *field seams* harus diuji secara non-destruktif di seluruh panjangnya menggunakan *Air Pressure Test* (ASTM D5820). *Patch* dan *seam* di sekitar *pipe penetrations* dan *fitments* harus diuji menggunakan *Vacuum Box Test* (ASTM D5641). Semua diskontinuitas yang terdeteksi oleh metode pengujian apa pun harus diperbaiki. Semua pengujian, perbaikan, dan tes ulang harus dicatat.

i) During delivery of liner materials to the site, one conformance sample will be

i) Selama pengiriman material *liner* ke lokasi proyek, satu sampel yang sesuai akan dikumpulkan

collected by the Installer for testing by an independent agency. The sample shall be taken across the entire width of the roll and shall not include the first 3 ft. (900 mm). The sample shall be 3 ft. (900 mm) long by the roll width. The sample should be marked with the machine direction with an arrow and the manufacturers roll and lot identification number.

j) Repairs shall utilize the same material as the geomembrane and shall extend a minimum of 4 in. (100 mm) beyond the defect. Repairs shall be accomplished with extrusion welding techniques. Extrusion welding rod shall be manufactured from the same type of resin as the geomembrane. All repairs are to be tested using the Vacuum Box method (ASTM D5641).

k) If a geomembrane is to be backfilled the placement of the backfill should be monitored continuously, and any damaged areas repaired and tested.

l) Project closeout documentation shall be prepared consisting of as-built drawings and field test reports. Close out documentation will be forwarded according to the contract submittals requirements.

10.5.5. Seam Strength

Seams shall be in accordance with TABLE 15.

oleh pemasang untuk pengujian oleh lembaga independen. Sampel harus diambil di seluruh lebar gulungan dan tidak boleh mencakup 3 ft. pertama (900 mm). Sampel harus memiliki panjang 3 ft (900 mm) dengan lebar *roll*. Sampel harus ditandai dengan arah mesin dengan panah dan manufaktur *roll* dan nomor identifikasi *lot*.

j) Perbaikan harus menggunakan material yang sama dengan *geomembran* dan harus diperpanjang minimal 4 inci. (100 mm) di luar cacat. Perbaikan harus dilakukan dengan teknik pengelasan ekstrusi. Batang las ekstrusi harus diproduksi dari jenis resin yang sama dengan *geomembran*. Semua perbaikan harus diuji menggunakan metode *Vacuum Box* (ASTM D5641).

k) Jika *geomembran* harus diisi ulang pada penempatannya harus dipantau terus menerus, dan setiap area yang rusak diperbaiki dan diuji.

l) Dokumentasi penutupan proyek harus disiapkan yang terdiri dari *as-built drawings* dan laporan uji lapangan. Dokumentasi penutupan proyek akan diteruskan sesuai dengan persyaratan pengajuan kontrak.

10.5.5. Kekuatan *Seam*

Seam harus sesuai dengan TABEL 15

TABLE 15: Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Smooth and Textured High Density Polyethylene (HDPE) Liners

Tabel 15: *Seam Strength* dan Karakteristik yang berhubungan dengan *Thermally Bonded Smooth* dan*Textured High Density Polyethylene* (HDPE) *Liners*

Liner Nominal Thickness	30 mil (0.75 mm)	40 mil (1.0 mm)	50 mil (1.25mm)	60 mil (1.5 mm)	80 mil (2.0 mm)	100 mil (2.5 mm)	120 mil (3.0 mm)
Hot Wedge Seams[1]							
Shear Strength[2], lb/in. (N/25 mm)	57 (250)	80 (350)	100 (438)	120 (525)	160 (701)	200 (876)	240 (1,050)
Shear Elongation at Break[3], %	50	50	50	50	50	50	50
Peel Strength[2], lb/in. (N/25 mm)	45 (197)	60 (263)	76 (333)	91 (398)	121 (530)	130 (661)	181 (793)
Peel Separation, %	25	25	25	25	25	25	25
Extrusion Fillet Seams							
Shear Strength[2], lb/in. (N/25 mm)	57 (250)	80 (350)	100 (438)	120 (525)	160 (701)	200 (876)	240 (1,050)
Shear Elongation at Break[3], %	50	50	50	50	50	50	50
Peel Strength[2], lb/in. (N/25 mm)	39 (170)	52 (225)	65 (285)	78 (340)	104 (455)	130 (570)	156 (680)
Peel Separation, %	25	25	25	25	25	25	25

1. Also for hot air and ultrasonic seaming methods.
2. Values listed for shear and peel strengths are for 4 out of 5 test specimens; the 5th specimen can be as low as 80% of the listed values.
3. Elongation measurements should be omitted for field testing.

1. Digunakan juga untuk udara panas dan metode *ultrasonic seaming*.
2. Nilai yang tercantum untuk *shear* dan *peel strengths* adalah untuk 4 dari 5 spesimen uji; Spesimen ke-5 bisa serendah 80% dari nilai yang tercantum.
3. Pengukuran elongasi harus diabaikan untuk pengujian lapangan.

10.5.6. Mechanical Attachments

a) The liner shall be mechanically attached to pipe, concrete or steel structure as shown in design drawings and according to manufacturer's specification.

b) All projections through the liner shall be sealed with an approved sealing method. Pipe boots shall be fabricated in the field from the same liner as shown on design drawings. Boots shall be welded and clamped to polyethylene pipe. For non polyethylene pipe, boots shall be clamped as shown on design drawings for a leak-free attachment.

10.5.7. Cover Soil

a) If a geomembrane is to be backfilled the placement of the backfill should be monitored continuously, and any damaged areas repaired and tested.

b) Cover soil and method of placement shall be in accordance with design drawings, this specification and liner manufacturer's recommendations. Cover soil shall be free of any angular rocks or sharp objects that could damage the liner. Construction equipment or machinery shall not drive directly on the liner.

10.5.6. *Mechanical Attachments*

a) *Liner* harus secara mekanis melekat pada pipa, beton atau struktur baja seperti yang tercantum dalam gambar desain dan sesuai dengan spesifikasi manufaktur.

b) Semua proyeksi melalui *liner* harus ditutup dengan metode penutupan yang disetujui. *Pipe boots* harus dibuat di lapangan dari *liner* yang sama seperti yang tercantum pada gambar desain. *Pipe boots* harus dilas dan dijepit ke pipa *polyethylene*. Untuk pipa *non polyethylene*, *pipe*, *boots* dijepit seperti yang tercantum pada gambar desain untuk *leak-free attachment*.

10.5.7. *Cover Soil*

a) Jika *geomembran* harus diisi ulang penempatannya harus dipantau menerus, dan setiap area yang rusak diperbaiki dan diuji.

b) *Cover soil* dan metode penempatan harus sesuai dengan gambar desain, spesifikasi ini dan rekomendasi manufaktur *liner*. *Cover soil* harus bebas dari batu bersudut atau benda tajam yang dapat merusak *liner*. Peralatan konstruksi atau mesin tidak boleh mengemudi secara langsung di atas *liner*.

10.6 Silt Fence

10.6.1. The trench for silt fence installation should be excavated along a single contour. Excavated soil shall be placed on the upslope side of the trench for future use.

10.6.2. Silt fence fabric shall be rolled out for a continuous length on the down slope side of the trench. The edge of the fabric shall be placed in the trench starting at the top upslope edge. All three sides of the trench shall be lined with fabric. Excavated soil shall be used to backfill over the fabric in the trench and compacted. When filling of the trench is complete, approximately 24 in. to 36 in. (600 mm to 900 mm) of silt fence fabric should remain exposed.

10.6.3. The exposed silt fence upslope of the trench shall be laid to clear an area for driving posts. Down slope of the trench, posts shall be driven into the ground to a minimum depth of 24 in. (600 mm).

10.6 *Silt Fence*

10.6.1. Parit untuk pemasangan *Silt Fence* harus digali sepanjang *single contou*r. Tanah galian harus ditempatkan di sisi lereng atas parit untuk penggunaan di masa mendatang.

10.6.2. *Silt fence fabric* harus digelar sepanjang sisi lereng bawah parit. Tepi *fabric* harus ditempatkan di parit mulai dari tepi *top upslope*. Ketiga sisi parit harus dilapisi dengan *fabric*. Tanah yang digali harus digunakan untuk mengisi kembali *fabric* di parit dan dipadatkan. Ketika pengisian parit selesai, sekitar 24 inci hingga 36 inci (600 mm hingga 900 mm) *fabric silt fence* harus tetap terbuka.

10.6.3. *Silt fence upslope* yang terbuka pada parit harus diletakkan untuk membersihkan area untuk *driving posts*. Lereng parit yang menurun, tiang harus dipancang ke tanah dengan kedalaman minimum 24 inci (600 mm).

11. ACCEPTANCE

11.1 CONTRACTOR shall retain all ownership and responsibility for the installed geosynthetic material until acceptance by the OWNER. The work shall be accepted by the OWNER when all of the following conditions are met:

a) Installation is complete

b) Verification of the adequacy of all field installation, including associated testing, is complete.

c) Documentation of completed installation, including all submittal and reports, is complete.

11. PENERIMAAN

11.1 KONTRAKTOR harus mempertahankan semua kepemilikan dan tanggung jawab atas materi geosintetik yang terpasang sampai diterima oleh PEMILIK. Pekerjaan harus diterima oleh PEMILIK ketika semua kondisi berikut terpenuhi:

a) Pemasangan selesai.

b) Verifikasi kecukupan semua instalasi lapangan, termasuk pengujian terkait, selesai.

c) Dokumentasi instalasi selesai, termasuk semua pengiriman dan laporan, selesai.