

Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya

Aplikasi dan Perancangan

EDISI KE DUA

Hary Christady Hardiyatmo

GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

DAFTAR ISI

PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
BAB I GEOSINTETIK	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Geotekstil.....	4
1.3 Geogrid.....	7
1.4 Geomembran.....	8
1.5 Geokomposit.....	10
1.6 Geonet.....	11
1.7 <i>Geosynthetic Clay Liner</i>	12
1.8 Fungsi Utama Geosintetik.....	13
1.9 Pertimbangan-pertimbangan dalam Perancangan.....	14
1.10 Hubungan Sifat, Fungsi dan Aplikasi	17
BAB II GEOTEKSTIL	18
2.1 Pendahuluan	18
2.2 Sifat-sifat Geotekstil	19
2.2.1 Sifat-sifat Fisik.....	19
2.2.1.1 Massa Per Satuan Luas	19
2.2.1.2 Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)	19
2.2.1.3 Kekakuan (<i>Stiffness</i>)	20
2.2.1.4 Tebal.....	20
2.2.2 Sifat-sifat Mekanik.....	21
2.2.2.1 Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>)	21
2.2.2.2 Kuat Tarik Serobot (<i>Grab Tensile Strength</i>)	22
2.2.2.3 Kuat Tarik Terkekang	24
2.2.2.4 Kemudahmampatan	24
2.2.2.5 Kekuatan Pelipit-dijahit.	25
2.2.2.6 Kuat Lelah (<i>Fatigue Strength</i>)	28
2.2.2.7 Kuat Sobek (<i>Tear Strength</i>)	28
2.2.2.8 Kuat Tumbuk (<i>Impact Strength</i>)	28
2.2.2.9 Kuat Tusuk (<i>Puncture Strength</i>)	32
2.2.2.10 Kuat Jebol (<i>Burst Strength</i>)	34

2.2.2.11 Perilaku Gesekan	40
2.2.2.12 Tahanan Cabut (<i>Pullout Resistance</i>)	41
2.2.3 Sifat-sifat Hidrolik	42
2.2.3.1 Porositas	42
2.2.3.2 Persen Area Terbuka (<i>Percent Open Area, POA</i>)	42
2.2.3.3 Ukuran Bukaannya Nampak (<i>Apparent Opening Size, AOS</i>) ..	43
2.2.4 Sifat-sifat Ketahanan (<i>Endurance Properties</i>)	44
2.2.4.1 Kerusakan Saat Pemasangan	44
2.2.4.2 Relaksasi	45
2.2.4.3 Abrasi	45
2.2.4.4 Sumbatan Jangka Panjang	45
2.2.4.5 Rayapan (<i>Creep</i>)	46
2.2.5 Sifat-sifat Degradasi	48
2.2.5.1 Temperatur	48
2.2.5.2 Proses Penuaan (<i>Ageing</i>)	49
2.2.5.3 Sinar Ultraviolet	50
2.2.5.4 Proses Hidrolisis.....	51
2.2.5.5 Degradasi Biologi dan Kimia	51
2.2.5.6 Oksidasi.....	51
2.2.6 Faktor Reduksi dan Nilai-nilai Ijin.....	51
2.2.6.1 Faktor Reduksi dan Nilai Ijin untuk Perkuatan	52
2.2.6.2 Faktor Reduksi untuk Filtrasi dan Drainase	54
2.3 Fungsi-fungsi Geotekstil	55
2.3.1 Fungsi Pemisah	56
2.3.2 Fungsi Filtrasi	57
2.3.3 Fungsi Drainase	60
2.3.4 Fungsi Tulangan (<i>Reinforcement</i>)	63
2.3.4.1 Tipe Gesekan	64
2.3.4.2 Tipe Angker	66
2.3.4.3 Tipe Membran	66
2.3.5 Fungsi Proteksi	68
2.3.6 Gabungan Fungsi-fungsi	69
2.4 Persyaratan Sifat Ketahanan Geotekstil.....	69
2.4.1 Syarat Geotekstil untuk Aplikasi Drainase Bawah Tanah.....	69
2.4.2 Syarat Geotekstil untuk Pemisah	69
2.4.3 Syarat Geotekstil untuk Stabilisasi.....	70
2.4.4 Syarat Geotekstil untuk Pengendali Erosi.....	71
2.4.5 Syarat Geotekstil Menurut Kelas Ketahanan.....	71

BAB III GEOTEKSTIL UNTUK PEMISAH.....	75
3.1 Pendahuluan	75
3.2 Aplikasi Geotekstil Untuk Pemisah.....	75
3.2.1 Geotekstil Untuk Jalan Kerja.....	76
3.2.2 Geotekstil Untuk Pembungkus Tanah.....	78
3.2.3 Geotekstil Untuk Mengendalikan Retak Reflektif.....	80
3.2.4 Geotekstil Untuk Jalan Rel.....	82
3.3 Syarat-Syarat Ketahanan Geotekstil	83
3.3.1 Sifat-sifat Ketahanan Yang Diperlukan	83
3.3.2 Kriteria Ketahanan Geotekstil Sebagai Pemisah.....	84
 BAB IV GEOTEKSTIL UNTUK FILTER.....	 87
4.1 Pendahuluan.....	87
4.2 Filter Drainase Bawah Tanah	87
4.3 Penempatan Geotekstil Dalam Sistem Drainase.....	89
4.4 Aplikasi Untuk Filter.....	90
4.4.1 Drainase Perkerasan Jalan	90
4.4.2 Dinding Penahan Tanah	91
4.4.3 Struktur Pengendali Erosi.....	92
4.5 Perancangan Filter.....	94
4.5.1 Filter Tanah.....	95
4.5.2 Filter Geotekstil.	95
4.5.3 Sifat-sifat Yang Dibutuhkan Untuk Filtrasi dan Drainase.....	98
4.5.4 Kriteria Perancangan Geotekstil Sebagai Filter....	98
4.5.4.1 Kriteria Penahan Tanah (<i>Soil Retention Criterion</i>)	99
4.5.4.2 Kriteria Permeabilitas.....	103
4.5.4.3 Kriteria Tahan Sumbatan (<i>Clogging Resistance Criterion</i>).....	105
4.5.4.4 Kriteria Ketahanan.....	105
4.6 Perancangan Filter Untuk Sistem Drainase.....	108
4.7 Pengaruh Fleksibilitas Geotekstil.....	120
 BAB V APLIKASI GEOTEKSTIL UNTUK STRUKTUR PERKERASAN JALAN.....	 121
5.1 Pendahuluan	121
5.2 Kriteria Ketahanan Geotekstil.....	123
5.3 Jalan Tanpa Perkerasan	125

5.3.1 Metoda Giroud dan Noiray (1981)	127
5.3.2 Metoda Steward et al. (1977)	131
5.3.3 Metoda Laboratorium	137
5.4 Jalan Dengan Perkerasan	138
5.4.1 Perancangan Perkerasan Lentur Tanpa Geotekstil	138
5.4.1.1 Metoda AASHTO (1972).....	139
5.4.1.2 Metoda AASHTO (1986; 1993).....	149
5.4.2 Perancangan Perkerasan Lentur dengan Geotekstil	161
5.4.2.1 Metoda FHWA (1998)	161
5.4.2.2 Metoda Modifikasi AASHTO-Polyfelt	166
5.5 Cara Pemasangan Geotekstil	174
5.5.1 Lahan Kering	175
5.5.2 Lahan Terendam Air	176
5.6 Prosedur Pelaksanaan Timbunan.....	177
5.6.1 Persiapan Tanah-dasar (Subgrade).....	177
5.6.2 Pemasangan Geosintetik.....	177
5.6.3 Penimbunan dan Pemadatan.....	178
5.6.3.1 Tanah Sangat Lunak (CBR < 1).....	178
5.6.3.2 Tanah Lunak (CBR > 1).....	179
5.6.3.3 Pemasangan Geosintetik pada Pelebaran Jalan.....	181
5.6.3.4 Pemasangan Geosintetik pada Area Sangat Luas.....	183
5.6.3.5 Instrumentasi dan Pemantauan	183
5.7 Keuntungan Pemakaian Geotekstil	183
5.7.1 Lahan Kering	183
5.7.2 Lahan Terendam Air	185

BAB VI GEOSINTETIK UNTUK PERKUATAN TIMBUNAN PADA TANAH LUNAK

6.1 Pendahuluan	186
6.2 Stabilisasi Timbunan pada Tanah Lunak	188
6.2.1 Model-model Keruntuhan	188
6.2.2 Hitungan Stabilitas Timbunan	192
6.2.2.1 Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah Pondasi	193
6.2.2.2 Stabilitas terhadap Geser Rotasional	196
6.2.2.3 Ketidakstabilan Internal (Sebaran Lateral)	202
6.2.3 Hitungan dengan Menggunakan Grafik	216
6.2.3.1 Metoda Bonaparte dan Christopher	216
6.2.3.2 Metoda Koerner	219

6.2.4 Kriteria Kuat Tarik Geosintetik	222
6.2.5 Gaya Tarik dalam Tulangan	223
6.2.6 Langkah-langkah Perancangan	224
6.2.7 Hal-hal yang Perlu Diperhatikan	225
6.2.8 Penentuan Sifat-sifat Tulangan Geosintetik.....	226
6.2.9 Penentuan Kuat Tarik Jangka Panjang	227
6.2.9.1 Beban Batas Jangka Panjang (T_{lim})	227
6.2.9.2 Penentuan Kuat Tarik Ijin	232
6.2.10 Deformasi Elastik	234
BAB VII GEOSINTETIK UNTUK PERKUATAN LERENG LANDAI	236
7.1 Pendahuluan	236
7.2 Perancangan Perkuatan Lereng	238
7.2.1 Hitungan dengan Menggunakan Teori Stabilitas Lereng	239
7.2.1.1 Aplikasi Metoda Fellinius	240
7.2.1.2 Aplikasi Metoda Bishop	242
7.2.2 Hitungan dengan Menggunakan Grafik	243
7.2.3 Langkah-langkah Perancangan	247
7.3 Sifat-sifat Material	265
7.3.1 Elemen Permukaan	265
7.3.2 Tipe Tanah Urug	265
7.3.3 Pemadatan Tanah Urug	266
7.3.4 Komposisi Kimia Tanah Urug	266
7.3.5 Penentuan Kuat Tarik Geosintetik	266
7.3.6 Interaksi Tanah dan Geosintetik	268
BAB VIII GEOSINTETIK UNTUK PERKUATAN LERENG TERJAL	269
8.1 Pendahuluan	269
8.2 Tipe-tipe Dinding Penahan	271
8.2.1 Tulangan Lajur	271
8.2.2 Tulangan Angker	272
8.2.3 Tulangan Grid	272
8.2.4 Tulangan Lembaran	273
8.3 Interaksi Tanah-Geotekstil.....	276

8.4 Kecocokan Regangan (<i>Strain Compatibility</i>)	278
8.5 Mekanisme Keruntuhan dan Lokasi Permukaan Bidang Longsor ...	279
8.6 Distribusi Tegangan pada Tulangan	281
8.7 Gaya Horisontal yang Ditahan Tulangan	283
8.8 Gaya Tarik pada Tulangan	284
8.9 Perancangan Dinding Tanah Bertulang	285
8.9.1 Stabilitas Ekstern	286
8.9.2 Stabilitas Intern	293
8.10 Langkah-langkah Perancangan	295
8.11 Tanah Urug dalam Zona Tanah Bertulang	297
8.12 Jarak Tulangan	298
8.13 Elemen Permukaan Dinding	298
BAB IX GEOGRID	305
9.1 Pendahuluan	305
9.2 Sifat-sifat Fisik	306
9.2.1 Kerapatan (<i>Density</i>) atau Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)	306
9.2.2 Kekakuan Lentur Luar Bidang (<i>Out-of-Plane Bending Stiffness</i>)	307
9.3 Sifat-sifat Mekanik	307
9.3.1 Interaksi Antara Grid dan Tanah	307
9.3.2 Pengaruh Ukuran Butiran	308
9.3.3 Uji Kuat Geser	310
9.3.4 Tahanan Gelincir-Langsung (<i>Direct Sliding</i>)	311
9.3.5 Tahanan Cabut	314
9.3.6 Kuat Ikatan Geogrid dalam Menahan Cabut	315
9.3.7 Kuat Tarik Rusuk-rusuk Grid	318
9.4 Sifat-sifat Keawetan	320
9.4.1 Rayapan	320
9.4.2 Kerusakan Saat Pemasangan	320
9.4.3 Degradasi	321
9.5 Kuat Tarik Ijin	322
9.6 Penyambungan	324
9.7 Aplikasi Geogrid pada Jalan Tanpa Perkerasan	325
9.8 Aplikasi Geogrid pada Jalan Dengan Perkerasan	328
9.9 Perkuatan Lereng dengan Geogrid	329
9.9.1 Perancangan Perkuatan Lereng dengan Geogrid	331
9.9.2 Struktur Permukaan	345

9.9.3 Tipe Tanah Urug dan Pemadatan	346
BAB X DRAINASE VERTIKAL	348
10.1 Pendahuluan	348
10.2 Cara Kerja Drainase Vertikal	349
10.3 Tipe-tipe Drainase Vertikal	352
10.3.1 Drainase Pasir Vertikal	352
10.3.2 Drainase Vertikal Pracetak	352
10.4 Teori Drainase Vertikal	354
10.4.1 Kasus Regangan-Sama dan Tanpa Gangguan (<i>Smear</i>)	357
10.4.2 Kasus Terdapat Gangguan Tanah	361
10.4.3 Diameter Ekuivalen	369
10.4.4 Diameter Pengaruh Drainase Vertikal	370
10.4.5 Penentuan Waktu Penurunan	377
10.5 Bahan PVD	377
10.5.1 Kuat Tarik PVD dan Filter.....	377
10.5.2 Kapasitas Debit.....	379
10.6 Selimut Drainase (Drainase Blanket).....	380
10.7 Prosedur Pemasangan Drainase Vertikal	381
10.8 Jarak Drainase Vertikal	387
10.9 Lebar Pemasangan Drainase Vertikal	388
10.10 Pengaruh Lensa-lensa Tanah Lolos Air	388
10.11 Gangguan Saat Pemasangan	388
10.12 Pemilihan Kuat Tarik dan Kapasitas Drainase	389
10.13 Penimbunan Bertahap	389
10.14 Drainase Vertikal dengan Prapemampatan.....	390
10.15 Alat-alat Pemantau Gerakan Tanah	398
10.16 Konsolidasi Vakum (<i>Vacum Consolidation</i>).....	400
DAFTAR PUSTAKA	403
TENTANG PENULIS.....	409