

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Geosintetik

##### 2.1.1 Tinjauan Umum

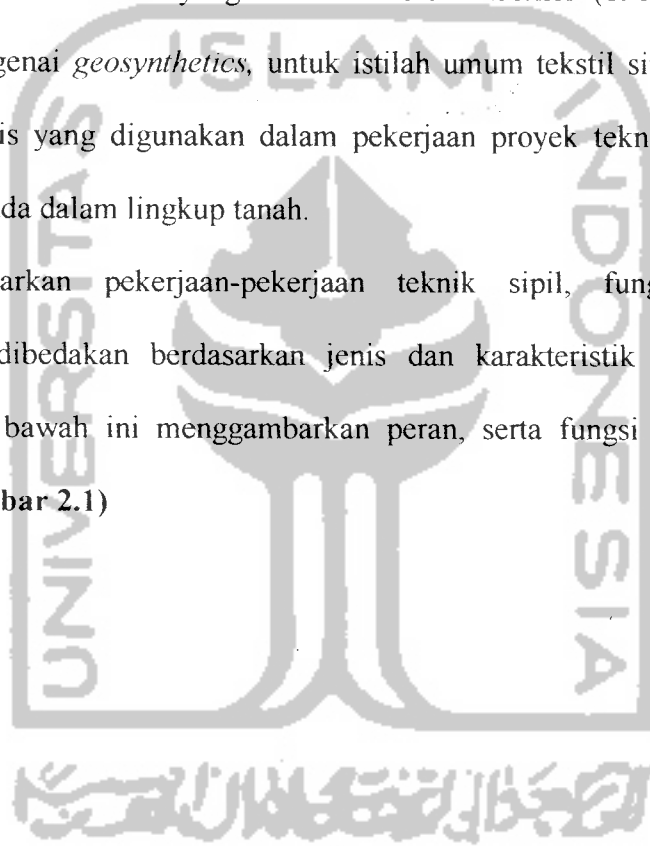
Kata geosintetik berasal dari kata “Geo” dan “Sintetik”. Awalan “Geo” diberikan karena bahan ini umumnya berhubungan dengan tanah (pengertian tanah juga mencakup air) dan batu di dalam penggunaannya, serta berperan besar di dalam bidang geoteknik dan konstruksi berat, sedangkan kata “Sintetik” berarti barang yang dibuat oleh manusia. Geosintetik adalah sebutan umum untuk bermacam jenis bahan yang digunakan dalam bidang geoteknik. Geosintetik dibuat dari serat sintesis seperti: *polyester*, *polyethylene*, *polypropylene*, *polyvinylorida*, *nylon*. Serat sintesis tersebut termasuk dalam serat non selulosa yang dibuat dari molekul-molekul yang terdiri dari bermacam-macam kombinasi karbon, hidrogen, nitrogen dan oksigen yang berasal dari minyak tanah, gas alam, udara dan air.

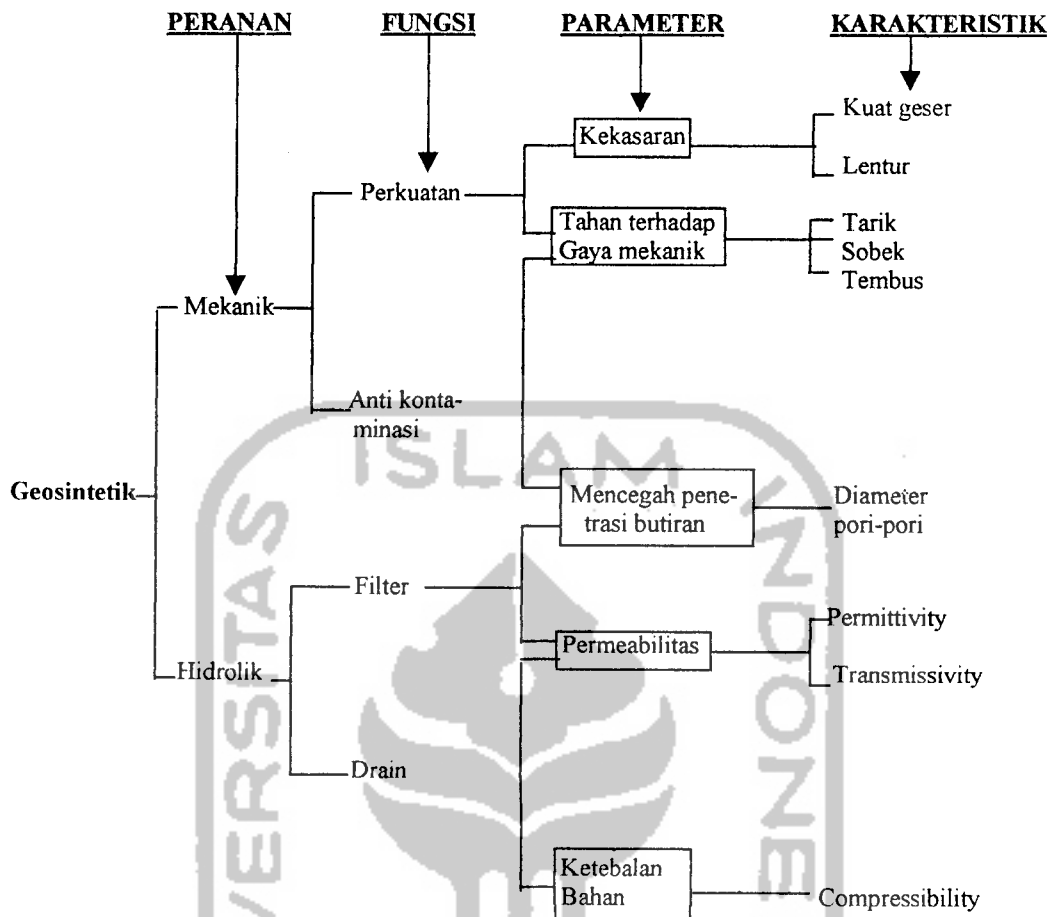
Geosintetik relatif merupakan produk moderen karena penggunaan bahan geosintetik baru mulai dirintis pada dekade tahun 1960-an. Pada tahun 1970-an penggunaan bahan-bahan geosintetik pada proyek-proyek sipil mulai dikembangkan. Perancis memperkenalkan geosintetik ke Afrika Barat dan Indo Cina. Inggris memulai pemasaran awalnya ke Malaysia dan Australia, yang kemudian Australia memasarkannya ke Indonesia. Pada tahun 1977 untuk pertama kalinya diadakan seminar mengenai geosintetik pada *International*

*Conference on the Use of Fabrics in Geotechnics* di Paris. Sejak saat itu penggunaan bahan geosintetik meluas ke seluruh dunia. Pada tahun 1983 awal dibentuknya *International Conference of Geotextile* di Las Vegas pada tahun 1982 yang diikuti oleh wakil-wakil dari 42 negara di dunia.

Ada beberapa klasifikasi yang dikemukakan dalam ASTM (1986), IFAI (1990), ICI Fibers (1986), Koerner (1985) dan Rankilot (1981). Di sini akan dikemukakan klasifikasi yang diusulkan oleh Koerner (1985) dan ICI Fibers (1986) mengenai *geosynthetics*, untuk istilah umum tekstil sintetis, yaitu semua bahan sintetis yang digunakan dalam pekerjaan proyek teknik sipil dan bahan tersebut berada dalam lingkup tanah.

Berdasarkan pekerjaan-pekerjaan teknik sipil, fungsi dan peranan geosintetik dibedakan berdasarkan jenis dan karakteristik yang dimilikinya. Diagram di bawah ini menggambarkan peran, serta fungsi geosintetik secara umum ( gambar 2.1)





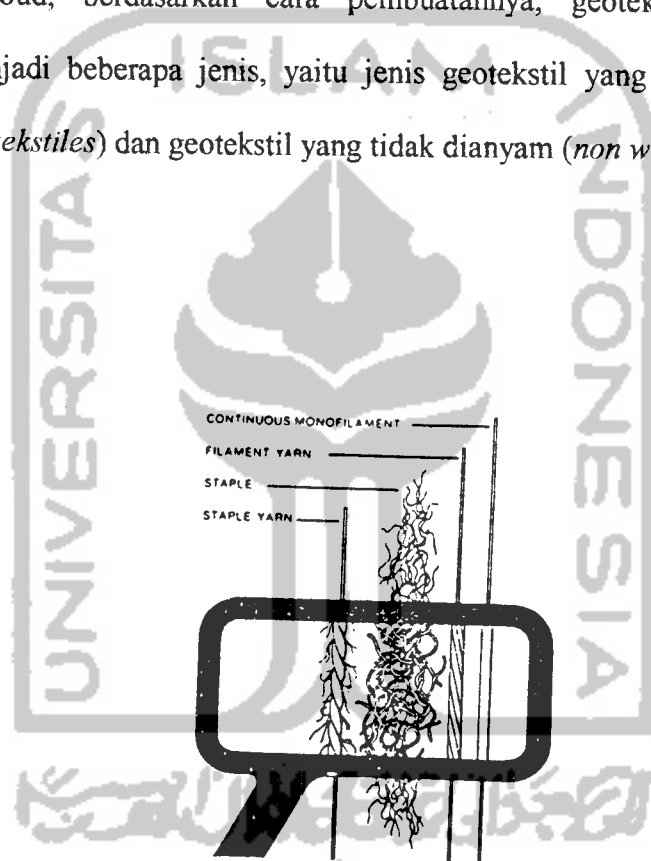
**Gambar 2.1** Peranan dan fungsi geosintetik ditinjau dari segi teknik sipil (Suryolelono, 1991)

### 2.1.2 Tinjauan Terhadap Jenis Geosintetik

Dari berbagai macam bentuk geosintetik yang ada, dapat digolongkan beberapa bentuk dasar yaitu (ICI Fibers, 1986):

1. **Geotextile**, yaitu bahan geosintetik yang bentuknya menyerupai bahan tekstil pada umumnya, tetapi terdiri dari serat-serat sintetis sehingga selain lentur, juga tidak ada masalah penyusutan seperti pada material dari serat alam seperti: wol, katun ataupun sutera. Definisi yang diberikan ASTM menyatakan bahwa geotekstil merupakan bahan yang

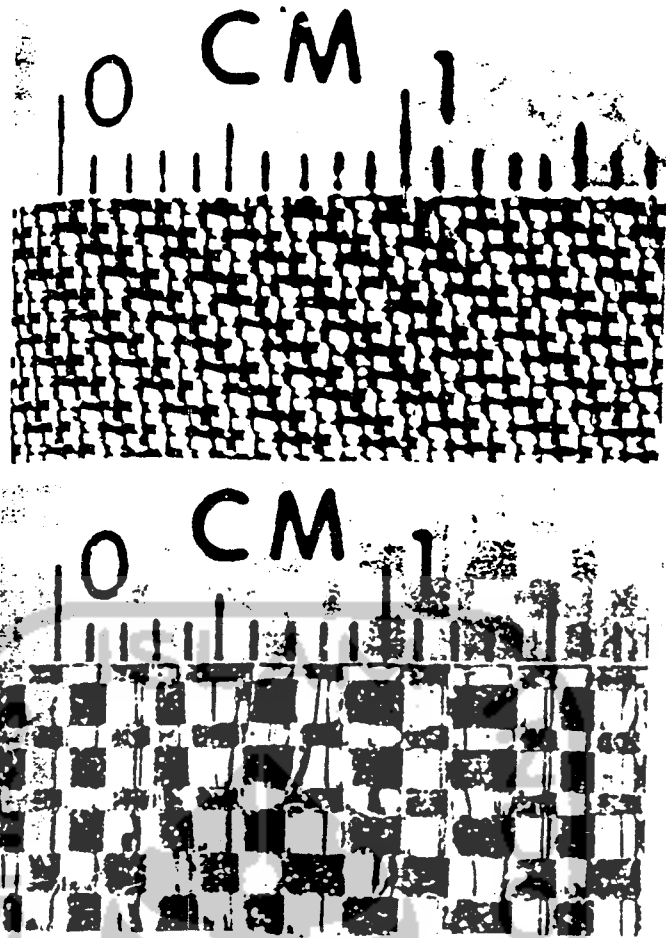
tidak kedap air. Dalam hal ini geotekstil berfungsi sebagai lapisan pemisah (*separation*), lapisan penyaring (*filtration*), penyalur air (*drainage*), perkuatan tanah (*reinforcement*), dan lapis pelindung (*moisture barrier*) bila terselimuti oleh bitumen. Beberapa jenis benang penyusun geotekstil dapat dilihat pada **gambar 2.2**. Menurut J.P. Giroud, berdasarkan cara pembuatannya, geotekstil digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu jenis geotekstil yang dianyam (*woven geotekstiles*) dan geotekstil yang tidak dianyam (*non woven geotekstile*).



**Gambar 2.2** Benang penyusun geotekstil (Koerner, 1985)

a. **Geotekstil dianyam (*woven geotekstile*).**

Adalah geotekstil yang cara pembuatannya menggunakan mesin penenun geotekstil. Pembuatannya merupakan gabungan dua set benang-benang paralel yang dijalin secara sistimatis untuk dapat membentuk suatu struktur sebidang (**gambar 2.3**). Geotekstil yang ditenun dibuat dengan prinsip yang sederhana dari benang-benang hasil pintalan dalam proses persiapan (seperti: *monofilamen*, *multifilamen*, dan lain-lain), menjadi benang lungsin (*warp*/sejajar arah pembuatan geotekstil) dan benang pakan (*weft*/disisipkan tegak lurus *warp*) yang digabungkan secara sistematis memanjang dan melintang untuk dapat membentuk struktur sebidang. Geotekstil tipe *woven* mempunyai kuat tarik (*tensile strength*) yang cukup tinggi sehingga pada aplikasinya di lapangan geotekstil tipe *woven* lebih banyak digunakan sebagai perkuatan (*reinforcement*) dan sebagai lapisan pemisah (*separation*). Sebagai perkuatan, geotekstil berfungsi sebagai tulangan tanah, sedangkan sebagai separator geotekstil berfungsi memisahkan antara tanah lunak dengan tanah keras.



Gambar 2.3 Gabungan dua set benang-benang paralel yang membentuk struktur bidang (Koerner,1985)

b. Geotekstil tidak dianyam (*non woven geotekstile*).

Adalah geotekstil yang cara pembuatannya dengan cara penjaruman atau merekatkan serat-serat pembentuknya. Ada beberapa cara produksi dari geotekstil jenis *non woven*, antara lain:

1. *Needle Punch Process* (proses penjaruman).

Geotekstil yang dihasilkan dari proses penjaruman, dibuat dari serat web yang diletakkan dalam mesin yang dilengkapi jarum-jarum yang dirancang khusus. Saat serat web terletak diantara plat yang ditanam dan plat mesin pengupas, maka jarum akan

menembus dan mengatur kembali arah serat sehingga terjadi ikatan mekanik pada serat-serat tersebut. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 2.4a.

2. *Melt (heat) Bonded* (proses ikatan leleh).

Geotekstil ini terdiri dari filamen-filamen menerus atau serat yang panjang dan terikat. Pengikatan dicapai dengan operasi kalendering temperatur tinggi dilakukan dengan melewati bahan tersebut diantara dua roller panas. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 2.4b.



**Gambar 2.4** (a) Geotekstil hasil penjaruman  
(b) Geotekstil hasil proses ikatan leleh (Koerner, 1985)

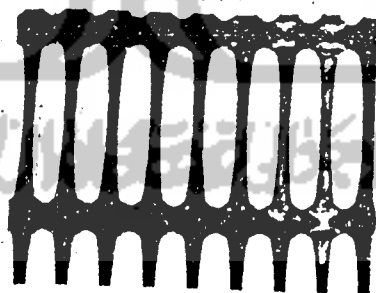
Geotekstil tipe tidak dianyam (*non woven geotekstile*) ini kuat tariknya lebih kecil dibanding dengan geotekstil yang dianyam (*woven geotekstile*), tetapi geotekstil tidak dianyam mempunyai sifat permeabilitas yang baik. Sesuai dengan karakteristik fisiknya, maka geotekstil tidak dianyam lebih banyak digunakan sebagai penyaring (*filtration*) dan sebagai pengalir (*drainage*). Sebagai alat untuk memperlancar proses mengalirnya air, maka fungsi geotekstil jenis tidak dianyam akan berfungsi sebagai pengalir sekaligus penyaring, yaitu menyaring butiran tanah agar tidak ikut terbawa aliran air.

2. **Geomembrane**, yaitu berbentuk lapisan tipis yang kedap air dan berfungsi menyerupai membran. Umumnya terbuat dari lembaran-lembaran plastik atau karet, tetapi dapat juga dibuat dari bahan geotekstil yang dibungkus aspal. Fungsi utamanya sebagai lapis pelindung yang mencegah tembusnya air atau penguapan.
3. **Geo-linier Elements**, yaitu bentuknya yang berupa lajur-lajur tunggal berdiri sendiri, baik berwujud pipih maupun seperti pipa. Dibuat dari susunan serat *polyester* yang dilindungi oleh bahan *heavy duty polyethylene*.
4. **Geogrid**, yaitu yang berbentuk mirip anyaman dalam grid dengan ukuran yang cukup besar menyerupai bentuk jaring (net) dengan spasi yang lebar pada daun-daunnya. Daun-daun tersebut terdiri dari tiga variasi bentuk tergantung dari penggunaannya, yang terdiri dari:



- a. *Nondeformed nets*, fungsi utamanya berhubungan dengan drainasi.
- b. *Deformed grids*, digunakan sebagai aplikasi perkuatan dan sparator.
- c. *Polymeric strips*, digunakan sebagai aplikasi perkuatan.

*Geogrid* relatif lebih kaku dari pada geotekstil sehingga fungsi dan penggunaannya akan menyesuaikan dengan karakteristik dari masing-masing bahannya. *Geogrid* tidak dapat digunakan sebagai filter karena mempunyai lubang jaring yang relatif lebih besar-besar. Maka jika digunakan sebagai drainasi biasanya dilindungi/dilapisi dengan geotekstil yang berfungsi sebagai filter sehingga struktur tersebut menjadi susunan geokomposit. Bentuk dari *Geogrid* dapat dilihat pada gambar 2.5



**Gambar 2.5** Geosintetik tipe Geogrid

5. **Geokomposit**, yaitu bahan sintetis yang terdiri dari susunan dua atau lebih kombinasi bahan-bahan geosintetik yang berbeda jenisnya. Karena terdiri dari kombinasi bahan-bahan geosintetik maka *geocomposite* mempunyai penggunaan yang lebih luas dari jenis bahan-bahan geosintetik yang lain, dalam bidang teknik sipil. Juga apabila terdapat bahan-bahan sintetis lain yang bentuknya tidak termasuk dalam empat bentuk geosintetik tersebut di atas, dikenal sebagai bentuk *hybrid*.

### 2.1.3 Karakteristik Geosintetik Untuk Perencanaan

Sebagai acuan dalam perencanaan perlu diketahui bagaimana cara memilih bahan geosintetik. Pilihan tersebut berdasarkan dari karakteristik teknik bahan geosintetik. Karakteristik teknik tersebut meliputi antara lain karakteristik fisik (*physical characteristics*), karakteristik mekanik (*mechanical characteristics*), dan hidrolis (*hydraulic characteristics*) dan ketahanan dari bahan yang ditinjau. Berbagai karakteristik tersebut antara lain:

#### 1. Karakteristik fisik:

Karakteristik fisik yang pokok meliputi:

- a. **Massa per satuan volume (*specific gravity*)**, didefinisikan sebagai perbandingan antara massa bahan sintetis dengan volume bahan sintetis. Beberapa nilai massa per satuan volume polimer utama yang digunakan dalam pembuatan geotekstil adalah (Koerner, 1985):

Polypropylen :  $0,91 \times 10^6 \text{ g/m}^3$

Polyester :  $1,22 \times 10^6 \text{ g/m}^3$  s/d  $1,38 \times 10^6 \text{ g/m}^3$

Nylon	: $1,05 \times 10^6$ s/d $1,14 \times 10^6$ g/m <sup>3</sup>
Polyethylene	: $0,92 \times 10^6$ s/d $0,95 \times 10^6$ g/m <sup>3</sup>
Polyvinyl alkohol	: $1,26 \times 10^6$ s/d $1,32 \times 10^6$ g/m <sup>3</sup>
Galss	: $2,54$ g/m <sup>3</sup>

- b. Massa per satuan luas** (*mass per unit area*), adalah massa dari lembaran geosintetik per satuan luas, dengan satuan yang digunakan adalah g/m<sup>2</sup>. Massa per satuan luas geosintetik umumnya berkisar antara 50-70 g/m<sup>2</sup> untuk kelas ringan dan untuk yang lebih berat bisa mencapai 700-800 g/m<sup>2</sup>. Untuk geomembran berkisar antara 600-3000 g/m<sup>2</sup>, sedangkan untuk struktur geokomposit berkisar 400-3000 g/m<sup>2</sup>, (Suryolelono, 1991).
- c. Tebal** (*thickness*), yaitu jarak antara permukaan sampai bagian bawah geosintetik yang diukur dengan tekanan tertentu. Geotekstil umumnya mempunyai ketebalan berkisar antara 10 sampai 300 mils (1 mil = 0,001"), (Koerner, 1985).

## 2. Karakteristik Mekanik

Karakteristik mekanik geosintetik merupakan tinjauan karakteristik yang sangat penting dalam perencanaan. Karakteristik mekanik meliputi:

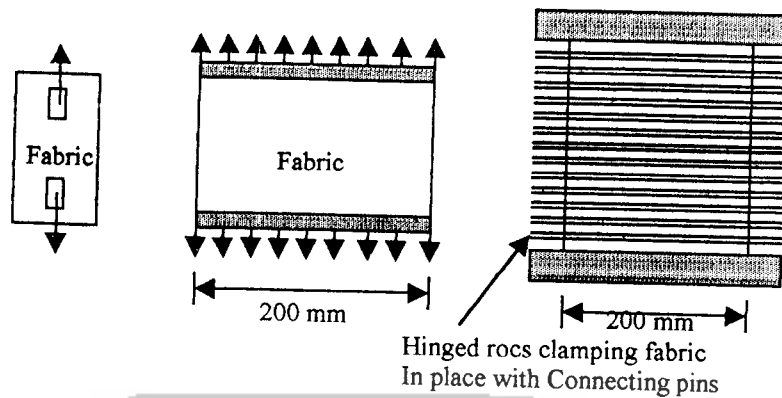
- a. Kompresibilitas** (*compressibility*), merupakan fungsi ketebalan pada berbagai tekanan normal. Kemiringan (*slope*) dari bagian utama kurva merupakan modulus kompresibilitas (Koerner, 1986).
- b. Kuat tarik** (*tensile strength*), merupakan suatu sifat yang sangat penting per unit lebar (lb/m, t/m, kg/cm, dsb), sedangkan regangan (*strain*) adalah nilai deformasi dibagi dengan lebar awal.

Dari hubungan tegangan-regangan akan diperoleh:

- 1) Kuat tarik maksimum (*maximum tensile strength*), sebagai indikasi dari kekuatan bahan (*fabric's strength*).
- 2) Regangan runtuh, biasanya diberikan dalam data perpanjangan maksimum (*maximum elongation*).
- 3) *Toughness*, yaitu luas bagian di bawah kurva tegangan-regangan.
- 4) Modulus atau kekakuan (*modulus or stiffness*), yaitu kemiringan dari bagian awal kurva tegangan-regangan.

Karena aplikasi penggunaan geosintetik beraneka ragam di lapangan, bahan geosintetik disyaratkan dilengkapi dengan berbagai macam kekuatan tarik dari beberapa macam tes kekuatan tarik diantaranya (ICI Fibres, 1986) :

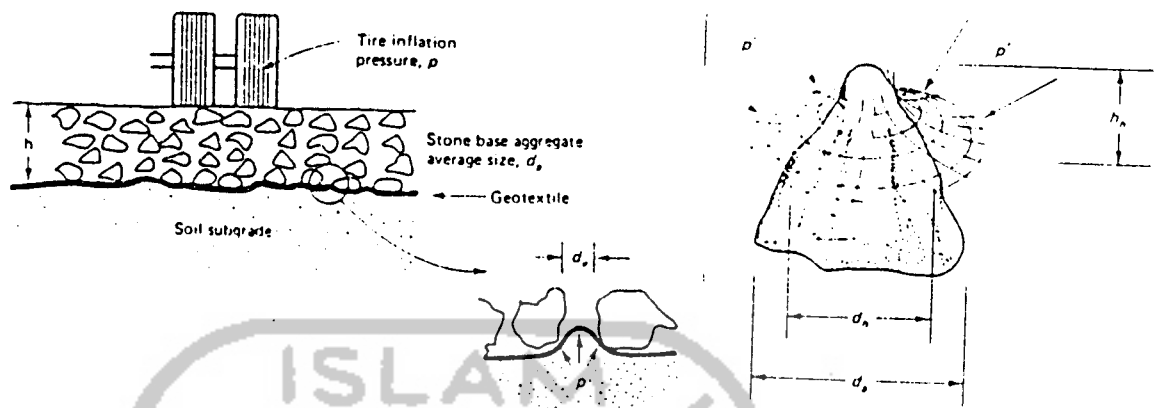
- 1) *Grab tensile strength*, untuk mengetahui kemampuan bahan geotekstil dalam menyebarkan muatan atau beban tarik terpusat dengan arah sejajar lembaran geotekstil.
- 2) *Wide width tensile strength*, memberikan kemampuan tarik bahan dengan deformasi lateral sekecil-kecilnya. Tes ini biasanya dilakukan pada lebar lembaran 200 mm sampai 1000 mm. Tes ini biasa juga disebut sebagai *Plain Strain Tensile Test*.



- (a) Grab test      (b) Wide-width tensile test      (c) Plane strain tensile test

Gambar 2.6 Berbagai macam tes tarik (Hausmann, 1990)

- c. **Kuat pecah (*burst strength*)**, yaitu kekuatan bahan dalam menerima beban terpusat dalam arah tegak lurus lembaran geosintetik. Beban terpusat ini dapat berupa beban pecah (*bursting load*) atau beban coblos (*puncturing load*). Beban pecah terjadi bila geotekstil harus menerima beban terpusat pada luasan yang relatif sempit, arahnya tegak lurus lembaran geotekstil (lihat gambar 2.7). Kemungkinan *bursting* dapat terjadi pada lekukan-lekukan diantara batuan atau lubang kecil.



Gambar 2.7 Beberapa kondisi penyebab kemungkinan “*Burst*” (pecah) dan “*Puncture*” (coblos) pada geotekstil

Beban coblos (*puncturing load*) adalah beban tegak lurus pada lembaran geotekstil pada muatan yang sudut runcing yang cenderung mencoblos lembaran. Kondisi ini dapat timbul akibat sudut-sudut yang runcing dari batuan/agregat dimana bahan geotekstil itu berfungsi sebagai *separator*, *filler* atau *reinforce*. Oleh sebab itu kekuatan pecah dapat dicari dengan beberapa cara, antara lain:

- 1) *Mullen Bursting Test*, dilakukan dengan memaksa sebuah bola tertentu menekan permukaan geosintetik sampai bahan geosintetik pecah (*burst*).
- 2) *CBR Plunger Test*, dilakukan dengan cara menekan batang penetrasi CBR secara tegak lurus ke permukaan geosintetik yang dijepit kedua sisinya sampai bahan pecah dan batang penetrasi CBR (3 cm) menembus bahan.

d. **Kuat robek (*tear strength*)**, adalah ketahanan bahan terhadap menjalarnya robekan dalam kondisi menahan *tensile*. *Tear strength* juga diperlukan pada saat bahan geosintetik menerima beban coblos (*puncture*). Untuk maksud tersebut, kuat robek diberikan dari hasil:

1) *Trape Zoidal Test*, tes ini dilakukan dengan menarik bahan geosintetik yang sudah dirobek dengan pola tertentu. Kekuatan robek merupakan gaya dimana robekan mulai menjalar keseluruhan lembaran.

2) *Cone Drop Test*, tes ini dilakukan dengan menjatuhkan sebuah kerucut berujung runcing tegak lurus di atas lembaran bahan geosintetik yang dijepit kedua sisinya. Tes ini untuk mendapatkan kekuatan coblos (*puncturing strength*) dari bahan geosintetik, meniru kondisi coblosan batuan runcing di lapangan.

e. **Kuat geser terhadap bahan butiran**, yaitu pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui besarnya tahanan geser maksimum yang dapat terjadi antara bahan geosintetik dengan tanah. Biasanya yang diberikan adalah sudut geser dalam ( $\phi$ ) antara bahan geosintetik dengan tanah.

### 3) Karakteristik Hidrologis

Karakteristik hidrologis geosintetik dapat dibedakan sebagai berikut:

a) **Porositas ( $n$ )**, dari sekumpulan benang sintesis dapat ditentukan melaluipersamaan sebagai berikut:

$$n = 1 - \frac{m}{p \times t} \quad (2.1)$$

Notasi :

n = porositas

m = massa per satuan luas ( $\text{g}/\text{m}^2$ )

t = tebal geosintetik (m)

p = massa per satuan volume dari benang sintetis ( $\text{g}/\text{m}^3$ )

Porositas geosintetik umumnya sangat tinggi dibanding dengan porositas tanah, tetapi akan cenderung menurun apabila diberikan tekanan yang tinggi yaitu tinggal 70% untuk tekanan mencapai 500 Kpa, 40% untuk tekanan mencapai 900 Kpa (Suryolelono, 1991).

- b) *Apparent Opening Size (AOS)*, adalah sebuah ukuran yang menunjukkan diameter tertentu pada lubang-lubang geosintetik. Bahan geosintetik yang berfungsi sebagai filter dan struktur drainasi umumnya berbentuk seperti penyaring dimana permukaan geosintetik tersebut mempunyai lubang-lubang dengan diameter yang kecil. Lubang-lubang tersebut besarnya sangat bervariasi mengingat pembuatannya dilakukan dengan mesin sehingga perlu dilakukan tes khusus untuk dapat mengetahui variasi dari diameter lubang pada permukaan geosintetik tersebut. AOS dinyatakan dalam simbol  $O_n$ , maka untuk AOS pada  $O_{95}$  artinya diameter tersebut merupakan diameter lubang yang relatif besar pada permukaan bahan geosintetik sedemikian rupa sehingga 95% dari lubang-lubang filter yang lain mempunyai diameter yang relatif kecil dari  $O_{95}$  tersebut (Koerner, 1991).



- c) **Percent Open Area (POA)**, yaitu perbandingan antara seluruh lubang/pori diantara benang (*total open area*) dengan seluruh permukaan bahan geosintetik (*total specimen area*). Penggunaan POA hanya berlaku untuk bahan geosintetik jenis *monofilamen woven geotekstile*.
- d) **Permeability**, adalah koefisien rembesan air tanah arah normal bidang geosintetik (tegak lurus bidang geosintetik).
- e) **Permittivity**, adalah koefisien *permeability* arah normal bidang untuk tiap satuan tebal geosintetik. Perlu diketahui bahwa semakin tebal bahan geosintetik maka makin semakin kecil permeabilitasnya. Besarnya harga *permittivity* relatif konstan.
- f) **Transmissivity**, adalah koefisien rembesan air kearah sejajar bidang geosintetik, untuk ketebalan tertentu dan jenis geosintetik yang digunakan.
- Pada tabel 2.1 diberikan rentang harga-harga dari beberapa karakteristik geosintetik yang ada dipasaran (Exxon, 1990)

**Tabel 2.1** Rentang nilai dari beberapa nilai karakteristik teknis geosintetik yang ada di pasaran (Exxon,1990)

Geosynthetic	Tensile Strength (kN/m)	Maximum Extension (%)	Apparent Opening Size (AOS) (mm)	Volume Water Permeability (liters/m <sup>2</sup> /s)	Unit Weight (g/m <sup>2</sup> )
<b>GEOTEKSTILES</b>					
Woven	8 – 800	5 – 35	0.05 – 2.50	5 – 2000	100 – 1300
Non-woven	3 – 90	20 – 80	0.01 – 0.35	20 – 300	70 – 2000
Knitteds	2 – 120	12 – 600	0.1 – 1.2	60 – 800	-
Stitch-bonded	15 – 800	15 – 30	0.04 – 0.4	30 – 80	250 – 1200
<b>GEOMEMBRANES</b>					
Nonreinforced	10 – 50	100 – 500	Zero	Zero	300 – 1500
Reinforced	20 – 200	10 – 30	Zero	Zero	600 – 1200
<b>GEO-LINIER</b>					
Elements	50 – 500	3 – 15	Zero	Zero	600 – 2000
<b>GEOGRIDS</b>					
	10 – 200	3 – 25	25 – 27	v. high	150 – 900

#### 4) Karakteristik Ketahanan

Karakteristik ketahanan (*Endurance properties*), yaitu sifat yang dimaksudkan untuk mengetahui perilaku bahan geotekstil terhadap waktu selama pemakaian. Biasanya dilakukan beberapa pengujian antara lain: *creep test*, *long term flow test*, dan *gradient ratio test*.

Selain keempat karakteristik teknis di atas, diberikan juga hal-hal lain yang sering menjadi masalah pada penggunaan bahan polimer, diantaranya (Koerner, 1986) :

- a. ketahanan terhadap berbagai bahan-bahan kimia,
- b. ketahanan terhadap suhu tinggi,
- c. ketahanan terhadap cahaya dan iklim,
- d. ketahanan terhadap bakteri,
- e. ketahanan terhadap pelapukan dalam tanah.

### 2.1.4 Penggunaan Geosintetik di Lapangan

Pada pelaksanaannya, geosintetik hampir selalu digunakan untuk lebih dari satu fungsi, kecuali geolinier yang berfungsi sebagai perkuatan saja. Untuk hal tersebut dapat dijadikan pertimbangan bermacam-macam penggunaan geosintetik berdasarkan bentuk dan fungsinya, seperti (tabel 2.2). Pada proyek Lamongan-Gresik menggunakan geotekstil untuk meningkatkan daya dukung tanah pada lokasi tersebut.

Tabel 2.2 Hubungan antara bentuk dan fungsi geosintetik (Exxon, 1990)

BENTUK	FUNGSI
1. GEOTEKSTILE	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perkuatan Tanah (reinforcement)</li> <li>b. Penyaringan (filtration)</li> <li>c. Lapisan Pemisah (separator)</li> <li>d. Pengendali Erosi (erotion control)</li> <li>e. Penyalur Air (drainage)</li> </ul>
2. GEOMEMBRAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Lapisan Pemisah (separator)</li> <li>b. Perkuatan Tanah (reinforcement)</li> </ul>
3. GEOGRID	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perkuatan Tanah (reinforcement)</li> <li>b. Pengendalian Erosi (erotion control)</li> </ul>
4. GEOLINIER ELEMEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perkuatan Tanah (reinforcement)</li> </ul>
5. GEOKOMPOSIT	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Penyaluran Air (drainage)</li> <li>b. Pengendalian Erosi (erotion control)</li> <li>c. Penyaringan (filtration)</li> <li>d. Perkuatan Tanah (reinforcement)</li> </ul>

## 2.2 Tinjauan Geotekstil

Geotekstil dibentuk oleh unsur-unsur buatan manusia yang kemudian diproses seperti pada pembuatan tekstil. Bahan dan komponen dasar geotekstil berupa polimer sintesis, yaitu : *polypropylene*, *polyester*, *polyethylene*, *polyamide* dan *nylon*. Bahan-bahan buatan manusia ini sangat tahan terhadap pengaruh lingkungan biologis dan degradasi kimia yang biasanya terjadi di dalam alam.

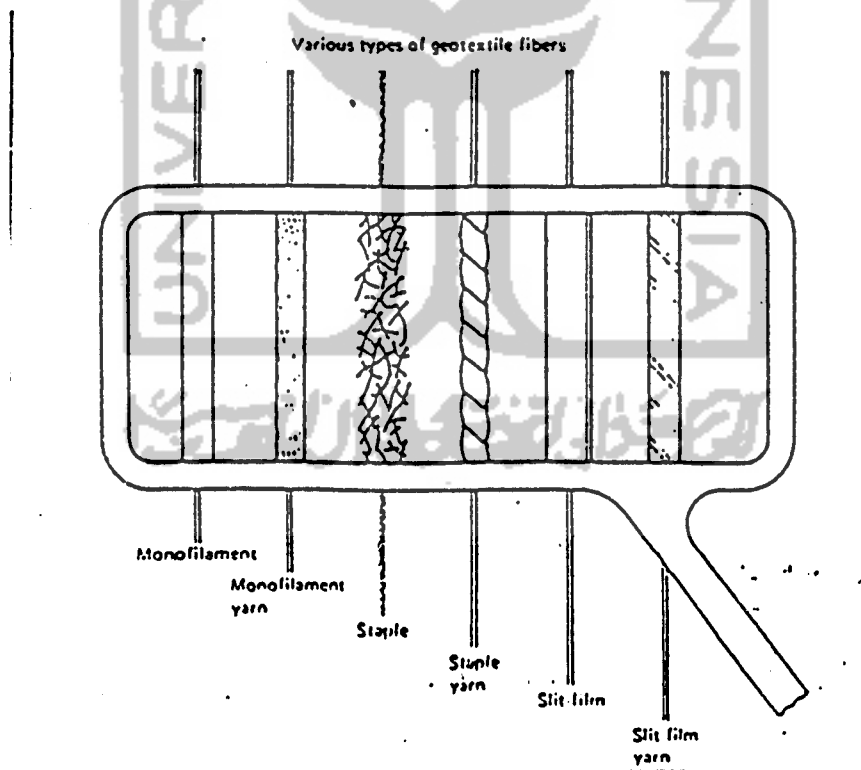
Proses produksi dari geotekstil dibagi atas dua langkah. Langkah yang pertama membentuk komponen dasar seperti serat (*fiber*) dan benang (*yarn*) sintesis. Langkah kedua adalah menggabungkan komponen-komponen tersebut menjadi satu struktur tertentu yang umumnya disebut tenunan atau kain.

Ada tiga jenis serat sintesis, yaitu :

- a. *Filaments*, yaitu serat sintesis yang terbentuk dengan mengeluarkan lelehan polimer melalui lubang-lubang kecil pada alat pintal. Setelah mengeras, kemudian *filaments* ditarik pada arah longitudinal, sehingga molekul-molekul dapat menyesuaikan diri pada arah yang sama.
- b. *Staple fibers*, didapat dari *filaments* yang dipotong-potong sehingga mempunyai panjang antara 2-10 cm.
- c. *Slit films*, berupa serat berbentuk pipih, tipis seperti pita kaset dengan lebar antara 1-3 mm, dibentuk dengan sayatan pada selaput plastik. Setelah disayat, serat-serat seperti pita tersebut ditarik. Penarikan tersebut akan membuat molekulnya menyesuaikan diri pada arah yang sama.

Benang sintetis dibuat dari satu atau gabungan beberapa serat sintetis. Jenis benang sintetis yang digunakan dalam konstruksi geotekstil dapat dilihat pada gambar 2.8 :

- a. *Monofilament yarn* : terbuat dari *filament* tunggal.
- b. *Multifilament yarn* : dibuat dari *filament-filament* halus yang saling dikaitkan.
- c. *Spun/staple yarn* : berupa *staple fiber* yang dijalin dan dipuntir bersama-sama.
- d. *Slit film yarn* : terdiri dari serat-serat *slit film* tunggal.



Gambar 2.8 Jenis Benang Sintetik (Robert m. Koerner, 1989)

### 2.3 Fungsi Geotekstil

Penggunaan geotekstil pada suatu konstruksi umumnya dirancang berdasarkan fungsinya yang berhubungan dengan sifat-sifat tertentu dari geotekstil, yaitu :

- a. Lapisan pemisah (*separation*) dibutuhkan pada saat geotekstil diletakkan diantara dua jenis material yang berbeda. Kegunaannya untuk menghindarkan terjadinya kontaminasi dan pencampuran yang mungkin terjadi diantara kedua material tersebut. Contohnya pada penggunaan geotekstil di dalam konstruksi jalan untuk memisahkan agregat dengan lapisan tanah dasar yang mempunyai daya dukung lemah. Sifat geotekstil yang perlu diperhatikan pada kondisi tersebut adalah: kekuatan terhadap pukulan (*puncture strength*), kekuatan terhadap sobek (*breaking strength*), tahan pecah (*burst resistance*), dan tembus air (*water permeability*).
- b. Lapisan penyaring (*filtration*) adalah kemampuan geotekstil untuk meloloskan air, tetapi menahan partikel tanah yang ikut terbawa aliran dari satu sisi permukaan ke sisi lainnya. Dalam beberapa kasus geotekstil juga dibutuhkan untuk meloloskan aliran tanpa rintangan, seperti dalam keadaan dimana tekanan air pori yang berlebihan tidak diijinkan. Contoh penggunaan dapat dilihat pada geotekstil yang digunakan untuk membungkus agregat batu drainasi pada konstruksi drainasi jalan. Sifat geotekstil hasil dari rancangan berdasarkan fungsi tersebut adalah *permeability* dan *Equivalent Opening Size* (EOS).

- c. Penyaluran air (*drainage*) pada saluran drainasi umumnya, terdapat butiran kasar dan halus yang mempunyai fungsi ganda, yaitu sebagai saringan dan sebagai saluran air. Dua fungsi tersebut sulit dipadukan, dimana untuk fungsi saringan berarti akan banyak lumpur atau bahan lain yang tersaring sehingga akan menghalangi aliran air. Biasanya masuknya tanah disekitar kedalaman saluran drainasi karena terbawa oleh air tanah yang menuju saluran air tersebut. Dengan kemampuan geotekstil yang tembus air dan mempunyai kemampuan menyaring maka bahan ini sangat tepat untuk berfungsi sebagai *filter*, yaitu menahan butiran tanah yang terbawa oleh air tanah agar tidak masuk ke saluran drainasi. Sedangkan untuk drainasi vertikal biasanya digunakan *geocomposite* yang terdiri dari geotekstil yang berfungsi sebagai *filter* dan rangka yang berfungsi sebagai saluran air. Sifat geotekstil hasil dari desain berdasarkan fungsinya adalah *transmissivity* dan harga ukuran bukaan *Equivalent Opening Size (EOS)*.
- d. Perkuatan tanah (*reinforcement*). Pada umumnya tanah tidak mampu menahan tegangan tarik. Jika dijumpai kondisi tersebut di atas, maka akan dibuat suatu konstruksi geoteknik yang biasanya cukup mahal. Sebagai contoh adalah pembuatan lereng yang sangat curam, jika lereng tersebut terbuat alami dengan nilai kohesi tinggi, mungkin konstruksi masih aman. Tetapi jika dibuat dengan tanah urugan, maka biasanya diperkuat dengan tembok dinding penahan tanah (*retaining wall*). Tembok penahan tanah dari pasangan batu akan membutuhkan dimensi yang relatif besar sehingga membutuhkan areal yang cukup luas, jika dibuat dengan beton bertulang, membutuhkan waktu yang

lama, biaya yang mahal serta kecermatan penulangan. Dengan kemampuan geotekstil yang mampu menahan tarikan dan mampu menahan geser (karena gesekan tanah), maka bahan tersebut dapat digunakan sebagai perkuatan (penulangan) pada tanah. Sifat geotekstil hasil dari rancangan berdasarkan fungsi tersebut adalah kuat (*strength*), perpanjangan (*elongation*), tanah rangkak (*creep resistance*) dan modulus yang dibutuhkan.

- e. Pelindung air (*moisture barrier*), terjadi bila bahan tersebut diletakkan di atas aspal yang lama sebelum dihamparkan aspal yang baru. Contoh penggunaannya adalah sebagai lapisan pemisah yang berfungsi untuk mencegah terjadinya retak refleksi (*reflection cracking*) pada lapisan ulang aspal (*overlay*).

#### 2.4 Metode Modifikasi AASHTO dan Metode Steward, dkk (1977)

Ketebalan lapisan jalan dihitung berdasarkan AASHTO sebagai fungsi dari nomor struktural (SN) dan koefisien lapisan material. Nomor struktural (SN) yang dibutuhkan di atas tanah dasar jalan untuk volume jalan yang rendah dan tinggi dapat dihitung sebagai fungsi dari daya dukung tanah (S), nomor dari beban berulang (W), faktor regional (R) dan kemampuan pelayanan sambungan (pt). Dengan menggunakan faktor regional dan koefisien material, ketebalan dari jalan tanpa perkuatan geotekstil dan dengan geotekstil dapat dihitung.

Metode Steward, dkk (1977) mempertimbangkan jumlah bekas roda yang akan terjadi di bawah tekanan yang bekerja pada tanah dasar akibat beban lalu lintas, dengan dan tanpa separasi geotekstil. Dari penentuan kedalaman bekas



roda, faktor kapasitas daya dukung ( $N_c$ ) dan jenis beban roda yang diantisipasi selama pelaksanaan, ketebalan agregat yang dibutuhkan dengan dan tanpa separasi geotekstil dapat diperoleh.

## 2.5 Metoda Pelaksanaan

Urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan geotekstil dapat diurutkan sebagai berikut :

1. Untuk timbunan yang rendah (lereng stabil), pekerjaan diawali dengan pembersihan area dari akar-akar tanaman dan batu-batuan runcing yang dapat merobek geotekstil.
2. Selanjutnya geotekstil dapat digelar langsung di atas area badan jalan.
3. Tanah timbunan dapat ditempatkan di atas geotekstil, untuk dipadatkan dengan aturan pemadatan per 30 cm, terus-menerus hingga sampai tinggi timbunan yang direncanakan.
4. Untuk timbunan yang tinggi (lereng tidak stabil), metode pelaksanaan pekerjaan penggelaran geotekstil sama seperti langkah pada no.1,2 dan 3. Bedanya dalam hal ini terdapat tiga lapisan geotekstil, sehingga tanah timbunan yang telah digelar dipadatkan hingga setinggi lapisan geotekstil berikutnya, dengan tetap melakukan pemadatan per 30 cm.
5. Penggelaran geotekstil dilakukan di atas tanah dasar sesuai dengan arah melintang sumbu jalan. Dan penyambungan geotekstil dilakukan dengan penjahitan.

## 2.6 Keuntungan Penggunaan Geotekstil

Penggunaan geotekstil sebagai bahan pemisah (*separator*) antara material timbunan yang baik dengan tanah dasar yang jelek akan memberikan banyak keuntungan-keuntungan dibandingkan tanpa menggunakan geotekstil atau dengan menggunakan metode konvensional. Sebelum ditemukan geotekstil, awalnya untuk bahan pemisah digunakan anyaman bambu. Namun karena bambu merupakan bahan yang muda lapuk dan pori-pori anyamannya tidak teratur maka hasil yang dicapai tidak maksimum. Hal ini akan sangat berbeda jika dibandingkan penggunaan geotekstil. Selanjutnya keuntungan-keuntungan penggunaan geotekstil sebagai perkuatan badan jalan dapat dibedakan berdasarkan aspek-aspek berikut :

- Keuntungan dari Aspek Teknis

Geotekstil terbuat dari bahan sintetis yang tahan terhadap air, bahan-bahan kimia tanah, bakteri pembusukan, maupun sinar ultraviolet. Mempunyai kekuatan tarik, kekuatan coblos, kekuatan robek yang bermacam-macam sehingga mudah disesuaikan dengan permasalahan yang ada.

- Keuntungan dari Aspek Pekerjaan

Geotekstil dikemas dalam bentuk rol dan siap digelar pada lokasi proyek tanpa harus melakukan penggalian terlebih dahulu dan dapat memanfaatkan tanah setempat yang ada. Tidak diperlukan perakitan yang bermacam-macam, dan tidak memerlukan tenaga kerja serta peralatan kerja yang banyak.

- Keuntungan dari Aspek Waktu

Sebagai material perkuatan yang telah jadi, geotekstil siap diaplikasikan sesuai dengan permasalahan yang ada tanpa perlu persiapan yang bermacam-macam.

Geotekstil dapat digelar pada areal yang kering maupun basah tidak tergantung cuaca. Dengan jaminan stock bahan yang selalu ada dan mudah dalam instalasi, maka secara keseluruhan pekerjaan pelapisan jalan dengan geotekstil jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode lainnya.

- Keuntungan dari Aspek Biaya

Dengan kemudahan dan kecepatan waktu dalam pelaksanaan pekerjaan, dan harga geotekstil yang relatif tidak mahal, serta umur jalan yang menjadi lebih lama, maka dari segi biaya penggunaan geotekstil sebagai pelapis jalan akan sangat memberikan keuntungan dibanding tanpa diberi perkuatan geotekstil.

