

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Filosofi Geosintetik

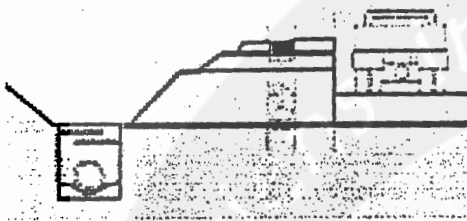
Menurut Koener (1988) Geosintetik terdiri dari dua suku kata, *geo* yang berarti tanah dan *sintetik* berarti tiruan. Jadi geosintetik adalah bahan tiruan (sintetis) atau bahan yang bukan merupakan bahan alami yang digunakan di lingkungan tanah. Bahan sintetis dapat berupa bahan-bahan yang berasal dari polimerisasi hasil industri-industri kimia.

Secara umum geosintetik dapat dikatakan sebagai bahan serat-serat buatan yang digunakan di dalam pekerjaan-pekerjaan yang berhubungan dengan tanah, batuan ataupun lingkungan tanah dan batuan. Tetapi arti yang sekarang berkembang, geosintetik adalah bahan sintetis berupa serat-serat sintetis yang dianyam, nir-anyam dan bentuk lain seperti jaring yang digunakan dalam pekerjaan-pekerjaan tanah, seperti stabilitas lereng, perkuatan dan peningkatan daya dukung tanah, dan drainasi.

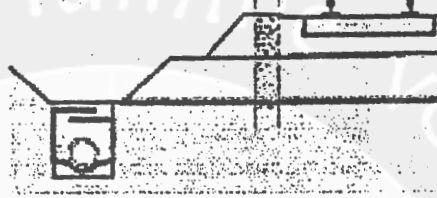
Geosintetik secara umum dibedakan berdasarkan sifat bahan, yaitu bahan lulus air (*permeable*) yang dikenal sebagai geotekstil dan bahan bersifat kedap air (*impermeable*) yang lebih dikenal sebagai *geomembrane*.

Berdasarkan aplikasinya pada pekerjaan teknik sipil fungsi dan peranan geosintetik dibedakan berdasarkan jenis dan karakteristik yang dimilikinya. Geosintetik secara relatif merupakan produk moderen karena penggunaan bahan

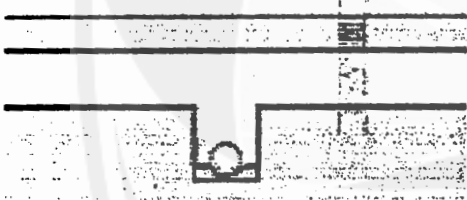
geosintetik baru mulai dirintis pada dekade 1960-an dan baru pada tahun 1970-an bahan-bahan geosintetik mulai diaplikasikan dalam proyek-proyek teknik sipil.



(a) Drainasi dan Stabilisasi jalan raya



(b) Drainasi Jalan Kereta Api



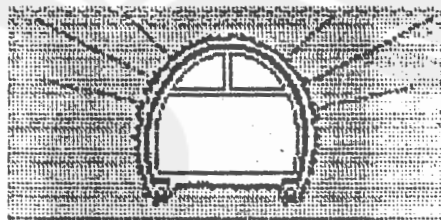
(c) Drainasi Saluran Perkotaan



(d) Drainasi pada bendungan



(e) Stabilitas lereng dengan geosintetik



(f) Drainasi pada terowongan

Gambar 2.1. Aplikasi Geosintetik dalam Dunia Teknik Sipil (Polyfelt, 2002)

Tabel 2.1. Hubungan Antara Bentuk dan Fungsi Geosintetik (Exxon, 1990)

Bentuk	Fungsi
<i>Geotekstil</i>	Perkuatan tanah Penyaringan Lapisan pemisah Pengendali erosi Penyalur air
<i>Geomembrane</i>	Lapisan Pemisah Perkuatan tanah
<i>Geogrid</i>	Perkuatan tanah Pengendalian Erosi
<i>Geolinear Element</i>	Perkuatan tanah
<i>Geokomposit</i>	Penyalur air Pengendali erosi Penyaringan Perkuatan tanah

Sumber : Exxon , 1990

2.2. Jenis-jenis Geosintetik

Dari berbagai macam bentuk geosintetik yang ada, dapat digolongkan kedalam beberapa bentuk dasar.

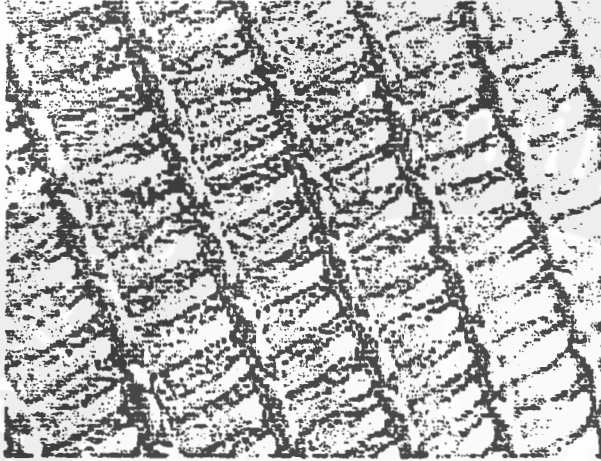
2.2.1. Geotekstil

Secara umum berdasarkan pembuatannya geotekstil digolongkan ke dalam beberapa jenis berdasarkan proses pembuatannya, yaitu jenis geotekstil yang dianyam (*woven geotekstil*) dan tidak dianyam (*non woven geotekstil*).

Geotekstil adalah bahan geosintetik yang bentuknya menyerupai bahan tekstil pada umumnya yaitu terdiri atas serat-serat sintetis sehingga selain lentur juga tidak ada masalah penyusutan seperti yang terjadi pada material alami berupa wol, katun, dan sutera.

Berdasarkan *American Society for Testing Material* (ASTM) disebutkan bahwa geotekstil merupakan bahan yang tidak kedap air. Dalam hal ini geotekstil akan berfungsi sebagai lapisan pemisah (*separation*), lapisan penyaring (*filtration*), penyalur air (*drainage*), perkuatan tanah (*reinforcement*), dan lapis pelindung (*moisture barrier*).

a. Geotekstil dianyam (*woven geotextile*)



Gambar 2.2. Geotekstil Berupa *Woven* (Polyfelt, 2002)

Geotekstil jenis ini adalah geotekstil yang cara pembuatannya menggunakan mesin penenun geotekstil. Proses pembuatannya adalah dengan menggabungkan dua set benang secara paralel yang dijalin secara sistematis sehingga dapat membentuk struktur sebidang dengan ikatan yang sangat kuat.

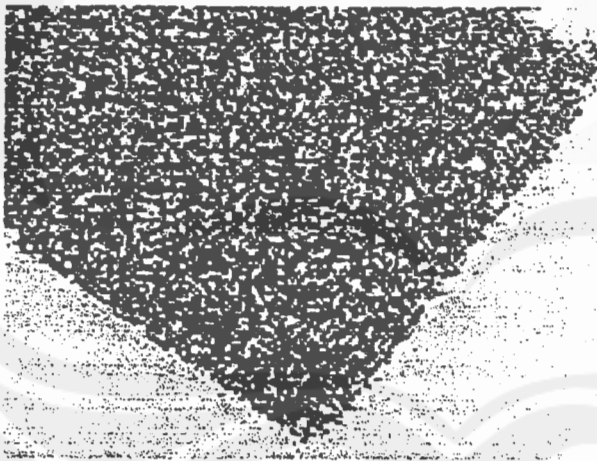
Geotekstil yang ditenun dibuat dengan menggunakan prinsip sederhana, yang berasal dari susunan benang-benang sintetis hasil pintalan proses persiapan yang berbentuk baik *monofilament* dan *multifilament*, sehingga dihasilkan benang lungsin berupa *warp* dalam arah sejajar dan benang pakan atau *weft* yang berupa sisipan pada *warp* dalam arah tegak lurus. Proses ini digabungkan secara sistematis dalam arah memanjang dan melintang yang pada akhirnya akan dapat dihasilkan struktur sebidang dengan ikatan yang sangat kuat.

Geotekstil dengan tipe *woven* ini mempunyai kuat tarik (*tensile strength*) yang cukup tinggi sehingga dalam aplikasinya di lapangan geotekstil tipe *woven* ini lebih

banyak dipergunakan sebagai sistim perkuatan (*reinforcement*) untuk meningkatkan daya dukung tanah dan sebagai lapisan pemisah (*separation*).

Apabila dipergunakan sebagai perkuatan (*reinforcement*), geotekstil akan berfungsi sebagai tulangan pada tanah sedangkan apabila dipergunakan sebagai separator atau pemisah. Geotekstil tipe ini berfungsi untuk memisahkan setiap lapisan tanah yang akan dibentuk sehingga akan membentuk suatu gradasi lapisan yang baik.

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



Gambar 2.3. Geotekstil Non Woven (Polyfelt, 2002)

Geotekstil tipe *non woven* cenderung berbeda dengan geotekstil berupa *woven*, baik dalam bentuk, proses pembuatan dan fungsinya. Geotekstil berupa *non woven*, cara pembuatannya adalah dengan cara penjaruman atau perekatan serat-serat pembentuknya. Dalam prosesnya terdapat beberapa cara produksi geotekstil *non woven*, antara lain:

- *Needle Punch* (proses penjamuran): Geotekstil yang dihasilkan dari proses penjamuran, dengan cara serat-serat *warp* diletakkan dalam mesin yang dilengkapi jarum-jarum yang dirancang secara khusus. Saat serat *warp* terletak diantara plat yang ditanam dan plat mesin pengupas, maka jarum akan menembus dan mengatur kembali arah serat sehingga memungkinkan terjadi ikatan kuat pada serat-serat tersebut.

- *Melt/heat bonded* (proses ikatan leleh): Geotekstil ini terdiri dari filamen-filamen atau serat yang panjang dan terikat satu sama lain. Pengikatan dicapai dengan operasi kalendering saat temperatur tinggi dengan cara melewati bahan tersebut diantara dua *roller* dengan suhu tinggi. Kuat tarik geotekstil jenis ini lebih kecil dibandingkan dengan geotekstil yang dianyam.

Pada umumnya geotekstil yang tidak dianyam mempunyai sifat permeabilitas yang cukup baik. Sesuai dengan karakteristik fisiknya geotekstil jenis ini lebih sering dipergunakan sebagai penyaring (*filter*) dan pengalir (*drainage*).

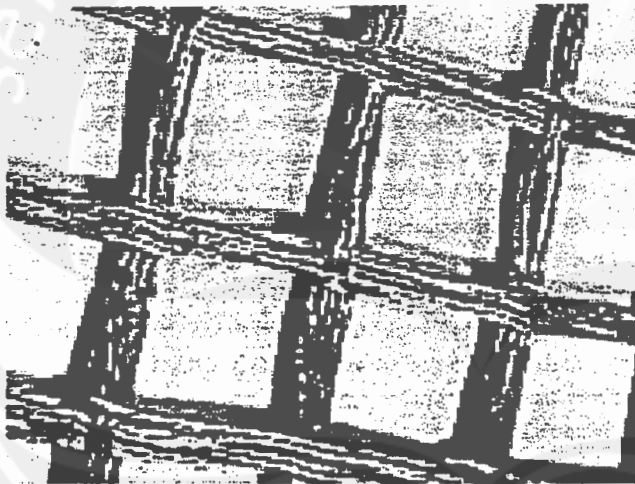
2.2.2. *Geomembrane*

Geomembrane adalah bentuk geosintetik yang berbentuk lapisan tipis yang bersifat kedap air dan berfungsi sebagai *membrane*. Pada umumnya terbuat dari lembaran-lembaran plastik dan karet, tetapi dapat juga terbuat dari bahan geotekstil yang dibungkus dengan lapisan aspal dengan fungsi utama sebagai lapis pelindung yang mencegah tembusnya air dan mencegah penguapan.

2.2.3. *Geo-linear Elements*

Geo-linear element mempunyai bentuk yang berupa lajur-lajur tunggal berdiri sendiri, baik berwujud pipih maupun seperti pipa, yang terbuat dari susunan serat *polyester* dilindungi oleh polimer *heavy duty polyethylene*.

2.2.4. Geogrid



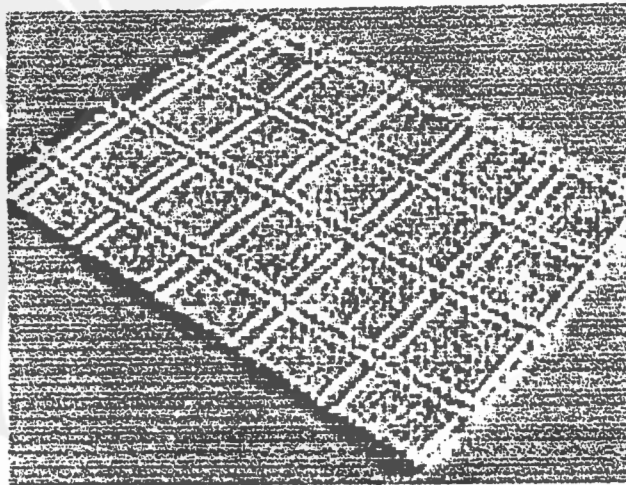
Gambar 2.4. *Geo grid* (Polyfelt, 2002)

Geogrid mempunyai bentuk menyerupai anyaman *grid* atau kotak-kotak dengan ukuran sedang hingga besar menyerupai bentuk jaring-jaring. Bentuk jaring-jaring tersebut terdapat dalam 3 variasi bentuk yang dibedakan berdasarkan fungsi dan penggunaannya, yang terdiri dari :

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

Geogrids relatif lebih kaku apabila dibandingkan dengan geotekstil. Karena bentuknya yang berupa jaring-jaring maka jarang apabila diepergunakan sebagai *filter*, akan tetapi lebih cocok untuk perkuatan dan stabilisator.

2.2.5. *Geocomposite*



Gambar 2.5. *Geocomposites* (Polyfelt, 2002)

Geocomposite merupakan bahan sintetis yang terdiri dari dua atau lebih susunan dan kombinasi bahan-bahan geosintetik yang berbeda jenisnya. Karena merupakan kombinasi dari berbagai macam geosintetik maka *geocomposites* mempunyai penggunaan yang lebih luas apabila dibandingkan dengan jenis geosintetik lainnya.

2.3. Karakteristik Geosintetik

Sebagai acuan perencanaan geosintetik perlu diketahui bagaimana memilih bahan geosintetik yang akan dipilih (Koerner, 1988), pilihan tersebut berdasarkan karakteristik teknis geosintetik meliputi karakteristik fisik (*physical characteristics*), karakteristik mekanik (*mechanical characteristics*), karakteristik hidrolis (*hydraulic characteristics*) dan ketahanan bahan yang ditinjau.

2.3.1. Karakter fisik

Karakteristik fisik pokok geosintetik meliputi massa per satuan volume dan massa per satuan luas. Massa per satuan volume (*specific gravity*) didefinisikan sebagai perbandingan antara massa bahan sintesis dengan volume bahan tersebut. Beberapa nilai massa per satuan volume beberapa geosintetik berdasarkan bahan penyusunnya adalah sebagai berikut (Koerner, 1988):

<i>Polypropylen</i>	: $0,9 \times 10^6 \text{ g/m}^3$
<i>Polyester</i>	: $1,22 \times 10^6 \text{ g/m}^3 - 1,38 \times 10^6 \text{ g/m}^3$
<i>Nylon</i>	: $1,05 \times 10^6 \text{ g/m}^3 - 1,14 \times 10^6 \text{ g/m}^3$
<i>Polyethylene</i>	: $0,92 \times 10^6 \text{ g/m}^3 - 0,95 \times 10^6 \text{ g/m}^3$
<i>Polyvinyl Alcohol</i>	: $1,26 \times 10^6 \text{ g/m}^3 - 1,32 \times 10^6 \text{ g/m}^3$

Massa per satuan luas (*mass per unit area*), adalah massa dari setiap lembaran geosintetik per satuan luas dengan satuan yang dipergunakan adalah g/m^2 . Massa per satuan luas pada umumnya berkisar $50-70 \text{ g/m}^2$ untuk kelas ringan dan $700-800 \text{ g/m}^2$

untuk kelas berat. pada geosintetik berupa *geomembrane* massa per satuan luas berkisar antara 600-3000 g/m² dan 400-3000 g/m² untuk *geocomposite*.

2.3.2. Karakteristik Mekanik

Karakteristik mekanik (*mechanical characteristics*) merupakan tinjauan karakteristik yang merepresentasikan sifat mekanis dari geosintetik yang meliputi:

- a. kompresibilitas (*compressibility*), merupakan fungsi ketebalan pada berbagai tekanan normal. Dalam aplikasinya sebagai stabilitas lereng, kemiringan (*slope*) dari bagian utama kurva merupakan modulus kompresibilitas.
- b. kuat tarik (*tensile strength*), merupakan suatu sifat yang sangat penting bagi geosintetik karena merepresentasikan batas-batas kekuatan bahan terhadap tarikan. Sedangkan regangan merupakan perubahan deformasi yang terjadi dibagi dengan lebar awal. dari beberapa variabel tersebut akan didapatkan kuat tarik maksimum (*maximum tensile strength*), regangan runtuk, *toughness* dan kekakuan (*stiffness*).

Karena aplikasi penggunaan geosintetik bervariasi, maka dalam aplikasinya terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan seperti:

- a. *grab tensile strength*, nilai ini menunjukkan kemampuan bahan geotekstil dalam menyebarkan muatan atau beban tarik terpusat dengan arah sejajar lembaran geotekstil.

b. *wide width tensile strength*, atau sering disebut dengan *plan strain tensile strength*, menunjukkan kuat tarik bahan terhadap deformasi arah lateral. Untuk melakukan tes ini biasanya dilakukan pada sample dengan ukuran 200 mm hingga 1000 mm.

c. Kuat Pecah (*burst strength*), yaitu kekuatan bahan dalam menerima beban terpusat dalam arah tegak lurus lembaran geosintetik. Akibat adanya beban terpusat akan dapat ini dapat diketahui beban pecah (*bursting load*) dan beban tusuk (*puncturing load*). Beban tusuk adalah beban dengan arah tegak lurus pada lembaran geotekstil akibat adanya muatan atau beban dengan sudut runcing sehingga dapat merobek lembaran geotekstil tersebut.

Beban pecah terjadi apabila geotekstil harus menerima beban terpusat dalam areal relatif sempit yang arahnya tegak lurus terhadap lembaran geotekstil.

Untuk mengetahui kuat pecah material geosintetik dapat diketahui dengan beberapa cara antara lain:

- *mullen bursting test*, tes ini dilakukan dengan memaksa sebuah bola menekan permukaan geosintetik hingga bahan geosintetik tersebut robek ataupun pecah (*burst*).
- *CBR Plunger Test*, tes ini dilakukan dengan cara menekan batang penetrasi CBR secara tegak lurus ke permukaan geosintetik yang dijepit kedua sisinya hingga bahan pecah dan batang penetrasi menembus bahan geosintetik sedalam 3 cm.

d. Kuat Geser Terhadap Bahan Butiran

Kuat geser terhadap bahan butiran dilakukan untuk mengetahui besarnya tahanan geser maksimum yang dapat terjadi antara bahan geosintetik dengan tanah.

2.3.3. Karakteristik Hidrologis

Karakteristik hidrologis geosintetik dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Porositas (n). pada umumnya porositas geosintetik lebih besar apabila dibandingkan dengan porositas tanah, tapi cenderung akan menurun apabila diberikan tekanan yang tinggi, yaitu sebesar 70% untuk tekanan 500KPa, dan 40% untuk tekanan 900KPa.
- b. AOS (*apparent opening sizes*). AOS adalah sebuah ukuran yang menunjukkan diameter tertentu pada lubang-lubang geosintetik. Bahan geosintetik yang berfungsi sebagai filter dan drainasi pada umumnya berbentuk seperti penyaring dengan permukaan geosintetik mempunyai lubang dengan diameter yang kecil.
- c. *Percent open area*. Nilai ini merupakan perbandingan antara seluruh lubang/pori di antara benang (*total open area*) dengan seluruh permukaan bahan geosintetik (*total specimen area*). Nilai ini hanya berlaku untuk bahan geosintetik dengan jenis *monofilament* dan *woven geotextile*.
- d. *Permeability*. Permeabilitas ini menunjukkan koefisien rembesan air tanah arah normal bidang geosintetik (tegak lurus bidang geosintetik).
- e. *Permittivity*. Nilai ini merupakan koefisien permeabilitas arah normal bidang untuk tiap satuan tebal geosintetik. perlu diketahui bahwa semakin tebal bahan geosintetik, maka akan semakin kecil permeabilitasnya.

- f. *transmissivity*, nilai ini merupakan koefisien rembesan air ke arah sejajar bidang geosintetik dengan ketebalan tertentu dan tergantung pada jenis geosintetik yang akan dipergunakan.

2.3.4. Karakteristik Ketahanan

Karakteristik ketahanan (*endurance properties*) adalah sifat yang dimaksudkan untuk mengetahui perilaku bahan geotekstil terhadap waktu selama pemakaian. Pengujian-pengujian yang dilakukan antara lain adalah *creep test*, *long term flow test* dan *gradient ratio test*.

Tes terhadap pengaruh waktu, yang menjadi masalah utama pada *polymer* pada umumnya adalah:

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

**Tabel 2.2. Rentang Nilai dari Beberapa Nilai Karakteristik Teknis Geosintetik
Yang Ada di Pasaran (Exxon, 1990).**

<i>Geosynthetic</i>	<i>Tensile strength</i> (kN/m)	<i>Max. Extension</i> (%)	<i>Apparent Opening</i> <i>Sizes (mm)</i>	<i>Permeability</i> (liter/m ² /s)	<i>Unit Weight</i> (g/m ²)
GEOTEXTILES					
<i>Woven</i>	8-800	5-35	0,05-2,50	5-2000	100-1300
<i>Non woven</i>	3-90	20-80	0,01-0,35	20-300	70-2000
<i>Knitteds</i>	2-120	12-600	0,1-0,2	60-800	-
<i>Stitch-Bonded</i>	15-800	15-30	0,04-0,4	30-80	250-1200
GEOMEMBRANES					
<i>Non Reinforced</i>	10-50	100-150	-	-	300-1500
<i>Reinforced</i>	20-200	10-30	-	-	600-1200
GEO-LINEAR					
<i>Elements</i>	50-500	10-15	-	-	600-2000
GEOGRIDS	10-200	3-25	25-27	<i>V. High</i>	150-900

2.4. Metode Pemasangan

Metode pemasangan geosintetik di lapangan pada umumnya disesuaikan dengan keperluan dan tujuan yang direncanakan, seperti untuk keperluan drainasi tentu akan berbeda dengan cara pemasangan sebagai perkuatan tanah dan sebagai *filter*. Selain itu pemilihan metode pemasangan juga dipengaruhi oleh keadaan fisik serta geografis daerah yang akan ditinjau, misalnya pemasangan pada daerah lereng, tentu saja akan berbeda dengan metode pemasangan pada jalan raya.

Di dalam penelitian ini akan dibahas metode pemasangan geosintetik dengan jenis *woven* menggunakan metode bantalan tertutup. Keuntungan yang didapat dari pemilihan metode ini adalah susunan tanah pada arah horisontal tidak akan berubah apabila dikenai gaya arah horisontal dan gaya arah vertikal, dengan begitu letak *subgrade* akan tetap pada tempatnya.

Berbeda dengan pemasangan lapisan geosintetik pada umumnya yaitu secara terbuka dengan satu lapisan geosintetik atau lebih. Penggunaan metode ini mempunyai kekurangan, yaitu dimungkinkannya lapisan *subgrade* untuk mengalami dislokasi ke arah samping (tepi).

2.4.1. Pada Kondisi Basah

Lapis perkerasan yang telah terkontaminasi tanah lunak seperti terlihat di beberapa tempat di ruas jalan menuju TPA Pajangan sempat muncul di permukaan. Dalam kasus seperti ini maka properti lapis perkerasan secara keseluruhan sudah jauh

menurun dibandingkan nilai CBR individu masing-masing lapisan dalam kondisi asli.

Cukup beralasan kiranya bila lapis perkerasan yang ada sekarang bila sudah terkontaminasi berat maka perilakunya tidak akan jauh lebih baik dari kondisi *subgrade* atau lapisan tanah dasar dalam kondisi *unsoaked* (kering)

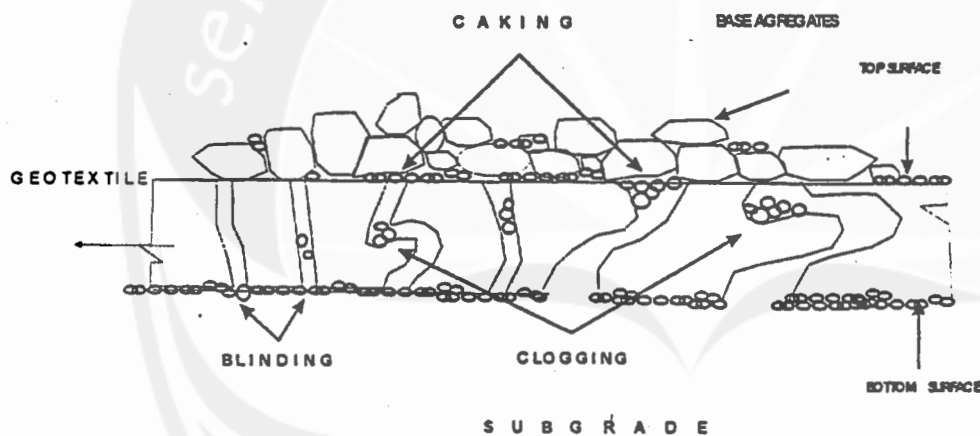
2.4.2. Pada Kondisi Kering

Pada musim kering tanah dengan sifat kembang susut besar mempunyai karakteristik akan terjadinya celah atau retakan karena mimimnya kadar air yang dikandung di dalamnya. Pada musim kemarau/kering yang panjang kemungkinan terjadinya *cracking*/retak yang kemudian menimbulkan celahan cukup besar akibat menyusutnya tanah ekspansif yang diikuti gaya reflek berupa *craking* ke arah atas.

Dengan adanya celah dan retakan ini, mudah dipahami apabila akan terjadi ketidakstabilan pada lapisan konstruksi jalan karena cenderung mengakibatkan dislokasi berupa perubahan posisi butir agregat antara yang satu dengan yang lain.

Dengan adanya beberapa pertimbangan di atas untuk mengantisipasi semua problem di ruas jalan TPA Pajangan akan digunakan lapisan perkuatan berupa geosintetik. Proses ini sejalan dan bersamaan dengan adanya beban lalu lintas yang terus bekerja yang akan menyebabkan hancurnya lapis penetrasi pada permukaan jalan tersebut. Hal ini dapat terjadi karena pada dasarnya lapisan penetrasi tidak tahan terhadap gaya tarik.

Setelah pemakaian dalam jangka waktu tertentu kerusakan-kerusakan pada struktur buatan tersebut juga dapat terjadi. Menurut Black *et al.* (1999) setelah pemakaian dalam kurun waktu tertentu, pada umumnya kerusakan dapat terjadi pada geotekstil, pada *base course* dan juga lapisan tanah dasar (*subgrade soil*). Kerusakan tersebut dapat berupa *blinding*, *clogging* dan *caking*.



Gambar 2.6. Definisi *blinding*, *clogging* dan *caking* (Black *et al.* 1999).

Blinding didefinisikan sebagai penutupan rongga tanah oleh batuan pada bagian bawah permukaan lapisan geotekstil (Black, 1999), sedangkan *Clogging* didefinisikan sebagai penutupan rongga dan pori tanah oleh batuan maupun tanah yang terjadi pada lapisan geotekstil itu sendiri. Pengertian *Caking* adalah tertutupnya lobang-lobang maupun pori yang terjadi pada permukaan lapisan geotekstil.