



PERENCANAAN PERKERASAN JALAN KERIKIL DENGAN MENGGUNAKAN GEOTEXTILE

M. Furqon Affandi

Ringkasan

Jalan tidak beraspal dibuat dengan meletakkan agregat (unbound) langsung diatas subgrade yang telah disiapkan. Bilamana subgrade mempunyai shear strength dan CBR yang tinggi, maka persoalan yang timbul sehubungan dengan konstruksi jalan akan sedikit. Akan tetapi bilamana material subgrade adalah tanah berbutir halus dan CBR serta shear strengthnya rendah, biasanya tidak bisa mendapatkan jalan yang stabil tanpa kehilangan agregat yang masuk kedalam subgrade. Alur akan terbentuk pada permukaan jalan dan ini harus diisi kembali untuk memelihara permukaan jalan agar tetap baik. Kehilangan agregat bisa dicegah dengan memasang geotextile antara subgrade dan agregat. Meskipun geotextile fungsi utamanya untuk seperator, dia juga akan berfungsi sebagai reinforcement yang bisa menghemat ketebalan agregat. Tulisan ini menguraikan aspek reinforcement pada jalan tidak beraspal, tetapi perencanaan yang lengkap untuk geotextile harus mempertimbangkan fungsi separator dan fungsi filter.

SUMMARY

Unpaved roads are constructed by placing unbound aggregate directly on to prepare subgrade. Where the subgrade material has a high shear strength and CBR there are few problem associated with the road. However if the subgrade low CBR. It is usually imposible to build a stable base without lossing material into the subgrade. Ruts form on the running surface and these have to be filled to maintain a good running surface.

The loss of expansive aggregate may be prevented by the placing geotextile between the subgrade and aggregate. Although the geotextile acts primarily as a separator. Although the geotextile acts primarily as a separator, it is also performs an important reinforcing function which can lead to considerable savings in aggregate thickness.

This paper deals describe the reinforcement aspect of unpaved roads, but complete design for the geotextile must also consider the separation and filtration function.

I. PENDAHULUAN

Jalan sebagai salah satu sarana transportasi harus dibuat seefektif mungkin dan bisa mencapai tempat-tempat yang dianggap penting. Dalam mencapai tempat-tempat tersebut atau suatu daerah tertentu, seringkali kita dihadapkan pada kondisi alam yang tidak menguntungkan dilihat dari peren-

canaan atau pembangunan jalannya itu sendiri, seperti kondisi tanah yang mempunyai daya dukung yang rendah ataupun bahan agregat, tersedia sangat terbatas dan mahal.

Untuk mengatasi masalah ini sudah banyak cara yang dilakukan orang, misalnya dengan stabilisasi baik secara kimia ataupun mekanis. Cara lain yang dapat digunakan untuk keperluan tersebut ialah dengan menggunakan

geotextile yang dipasang diatas lapisan tanah dasar.

1.1 GEOTEXTILE DAN FUNGSINYA.

Geotextile adalah bahan yang tembus air yang berkaitan dengan pekerjaan tanah ataupun agregat yang merupakan bahan yang dapat digunakan pada suatu proyek. Sedangkan geomembrance adalah lapisan yang tidak tembus air yang juga bisa digunakan dalam proyek pekerjaan tanah ataupun agregat. Jadi kedua bahan itu dapat dipisahkan secara jelas dari sifatnya yang tembus air dan tidak tembus air.

Geotextile ini terdiri dari bermacam-macam, dan dapat dibedakan atas woven, non woven dan knitted yang bersifat permeable (tembus air), dan pada akhir-akhir ini perkembangan geotextile lebih luas lagi meliputi grid, nets, webs, strips, ties dan komposit yang tidak selalu permeable dilihat dari bahannya sendiri, namun demikian mereka masih dapat digolongkan kedalam geotextile karena dalam kenyataannya mereka berlubang/berongga dan tidak berfungsi sebagai lapisan penahan air dalam lapisan tanah tersebut.

Fungsi geotextile ini ada empat macam, yaitu :

1. sebagai lapisan pemisah/separation
2. Sebagai lapisan penyaring/filtration
3. Sebagai tulangan/reinforcement
4. Sebagai lapisan pengaliran/drainage.

Fungsi geotextile sebagai lapisan pemisah ialah untuk mencegah bercampurnya partikel partikel dari dua jenis lapisan yang mempunyai sifat yang berbeda, sedangkan fungsi lapisan penyaring ialah untuk menambah fungsi penyaring semula, dengan menahan butiran butiran tanah agar tidak bisa melewatinya, tetapi aliran air dapat lewat dengan baik.

Fungsi lain sebagai tulangan/reinforcement ialah dimana geotextile harus mempunyai kekuatan yang cukup dan ikatan yang baik dengan tanah, agar bisa menahan masa tanah secara bersama-sama.

1.2 JALAN TIDAK BERASPAL/JALAN KERIKIL

Pada perencanaan perkerasan dengan menggunakan geotextile, jalan dapat diklasifikasikan atas dua macam yaitu :

1. Jalan tidak beraspal/kerikil
2. Jalan beraspal

Jalan tidak beraspal disini, didefinisikan sebagai jalan yang tidak menggunakan bahan pengikat, baik itu aspal ataupun semen dan jalan ini hanya terdiri dari lapisan tanah dasar dengan lapisan agregat lepas yang pada umumnya dilaksanakan pada jalan dengan konstruksi bertahap, atau memang sengaja dibuat demikian sehubungan dengan volume lalu lintas yang akan melewatinya.

Seperti kita ketahui, tujuan dari perkerasan jalan ialah untuk menyebarkan beban roda pada bidang yang cukup luas pada tanah dasar, sehingga tegangan yang terjadi tidak melebihi kekuatan dari tanah dasar itu sendiri. Bila tanah dasar mempunyai daya dukung yang baik yang bisa dinyatakan dengan CBR (California Bearing Ratio) nya yang tinggi, maka lapisan agregat yang dibutuhkan akan lebih tipis dibandingkan dengan lapisan tanah dasar yang mempunyai nilai CBR rendah untuk beban lalu lintas yang sama.

Dalam hal tanah dasar dapat dikatakan lunak maka agregat dapat bercampur dengan tanah dasar dimana agregat masuk kedalam lapisan tanah dasar dan tanah dasar naik dan masuk ke dalam rongga agregat tersebut.

Bila bercampurnya agregat tersebut telah mencapai sekitar 20% dari total agregat yang hampar, maka daya dukung dari bahan yang tercampur itu sudah mendekati kekuatan tanah dasarnya sendiri. jadi ini berarti diperlukan volume agregat tambahan sebesar 20% agar sesuai dengan kekuatan yang direncanakan dan hal ini tentu merupakan tambahan pekerja ini dan biaya yang tidak sedikit.

II. ANALISA PERENCANAAN

Metoda perencanaan tebal perkerasan yang menggunakan geotextile ada bermacam macam dan yang dibahas disini ialah metoda dari SELLMER.

2.1 BEKERJANYA GEOTEXTILE PADA PERKERASAN

Lapisan perkerasan yang mengalami beban lalu lintas akan menyebarkan tegangan vertical dan juga tegangan geser baik pada perkerasan itu sendiri maupun pada lapisan tanah dasar.

Dengan dipasangnya lapisan geotextile antara kedua lapisan tersebut, maka geotextile akan mengambil tegangan lateral tersebut dan selanjutnya mengurangi tegangan geser yang terjadi pada lapisan subbase dan tanah dasar. Effect lateral restrain dari geotextile yang menahan tegangan lateral tersebut disebut dengan "base restrain" atau ; restraom/ Selanjutnya effect yang serupa yang terjadi pada tanah dasar akan menahan pergerakan tanah tersebut disebabkan adanya gesekan antara kedua bahan tersebut. Effect ini bisa disebut sebagai effect reinformcent yang umumnya disebut "subgrade restrain". Dengan adanya pengaruh dari geotextile tersebut, maka alur yang akan terjadi pada perkerasan akan dikurangi, atau bebanyang dapat dipikul akan lebih besar sebelum alur yang sama terjadi. Dengan kala, tebal lapisan agregat yang diperlukan untuk beban yang sama akan lebih tipis.

2.2 METODA PERENCANAAN

Pada metoda ini ada beberapa anggapan, diantaranya ialah, dimana dianggap bidang kontak antara roda kendaraan dan perkerasan tidak begitu sensitif terhadap tekanan ban itu sendiri.

Bidang kontak itu bisa diuraikan sebagai berikut :

$$B = n B_1$$

$$L = B_1$$

dimana B_1 = lebar roda kendaraan

n = jumlah roda pada masing-masing tepi sumbu

L = panjang bidang kontak

B = lebar total bidang kontak

Besar sudut penyebaran beban pada lapisan perkerasan, tergantung pada jenis dan kualitas bahan itu sendiri. Agregat dengan gradasi yang baik biasanya mempunyai nilai $tg \alpha = 0,5$ dan untuk pasir atau agregat lain dengan gradasi yang seragam akan mempunyai nilai yang lebih kecil. Tegangan yang bekerja beban roda kendaraan (p) ialah sebagai berikut :

$$P = \frac{P}{2 (B + 2 h tg \alpha) (L + 2 h tg \alpha)}$$

bila nilai $tg \alpha = 0,5$ maka persamaan diatas menjadi

$$p = \frac{P}{2 (B + h) (L + H)}$$

dimana h ialah tebal lapisan agregat.

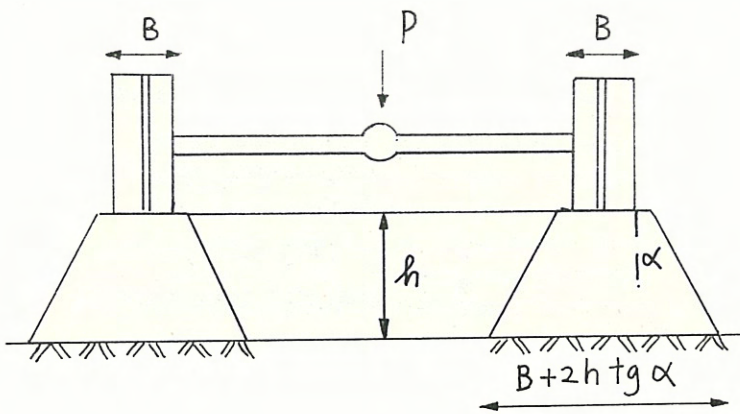
Beban atau tegangan p diatas dipikul oleh tanah dengan lebar b , dan resultan dari tegangan tersebut sama dengan $F_{\eta} = P/2$

$$F_{\eta} = q_{\eta} \cdot b (L + h)$$

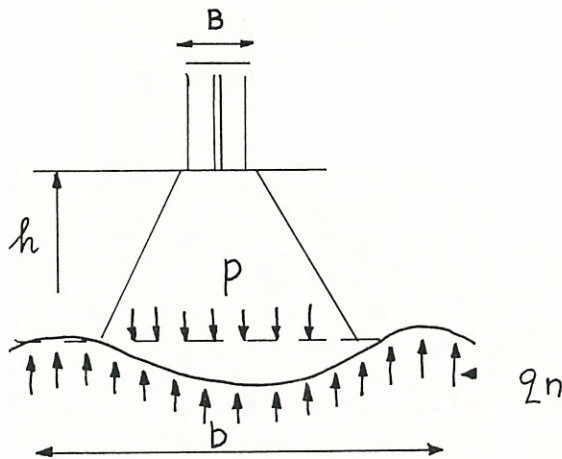
$$\text{atau } b = \frac{P}{2q_{\eta} (L + h)}$$

juga $B' = b - B - 2 h tg \alpha$ bila $tg \alpha = 0,5$ maka $B' = b - B - h$

dalam anggapan ini tanah dianggap bekerja pada keadaan plastic bearing capacitynya, sehingga $q_n = q_p = (n+2) C$ untuk rumus memperjelas rumus ini, lihat gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1



Gambar 2

Tegangan maksimum yang bekerja pada geotextile T_{maks} , dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$T_{maks} = \frac{1}{2} q \eta v (B' + d)^2 \mu^2 b^2 \dots \dots \dots (1)$$

dimana

$$\mu^3 = \frac{2 J ((B')^2 + 3 d^2)}{3 q \eta W_R b^2} \dots \dots \dots (2)$$

$$r = \frac{(B' + d)^2}{4 \mu B'} \dots \dots \dots (3)$$

dimana

r = kedalaman alur dalam m

J = kekakuan dari geotextile yang merupakan perbandingan dari gaya dan regangan yang bekerja pada geotextile.

u = reduction factor

d = suatu nilai yang tergantung pada perbandingan antara lebar daerah plastis (b) terhadap W_A (lebar sumbu) dan juga perbedaan antara lebar roda dan lebar sumbu

Jika

$b < W_A$ dan $b < W_R - W_A$,
maka $d = 0$

$b < W_A$ dan $b > W_R - W_A$,
maka $d = W_R - W_A - b$

$b > W_A$ dan $b < W_R - W_A$,
maka $d = W_R - W_A$

$b > W_A$ dan $b > W_R - W_A$,
maka lebar jalan tidak cukup

Persamaan persamaan diatas dikembangkan untuk satu sumbu beban (single axle load) yang pada kenyataannya banyak jumlah dan beban sumbu yang berlainan yang harus dipikul. Untuk itu sebagaimana biasanya harus dibuatkan konversi dari masing-masing sumbu terhadap satu sumbu standar.

Persamaan konversi untuk menggunakan geotextile adalah sebagai berikut:

$$N/N' = (P'/P)^{6,2}$$

Dimana :

N = Jumlah lintasan sumbu dengan beban standar

N' = Jumlah lintasan sumbu dengan beban tertentu

P' = Besar beban sumbu yang dikonversikan'

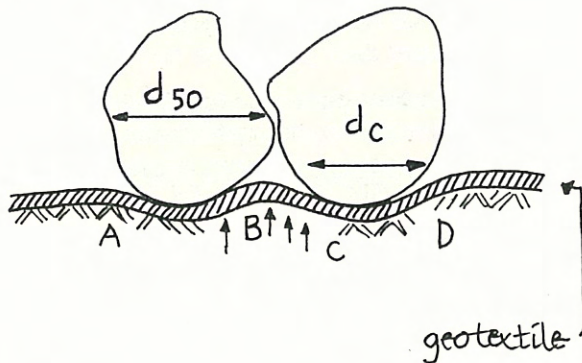
P = Besar beban sumbu standar

Dengan penyajian yang lain, konversi dari beban dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P_e = P \cdot N^{0.1613}$$

Hal lain yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan ini ialah kekuatan geotextile akibat tekanan desakan suatu benda/agregat dan desakan akibat tekanan tanah (puncture dan burst resistance) yang ditimbulkan dari tekanan beban roda kendaraan.

Hal ini dapat dijelaskan dengan gambar di bawah ini :



Tekanan agregat yang diakibatkan oleh tekanan roda kendaraan menyebabkan lapisan geotextile mengalami lendutan seperti yang terlihat pada gambar, dimana panjang AB dan CD merupakan bidang kontak dari agregat yang bisa menyebabkan geotextile robek. Sedangkan panjang BC terjadi tegangan tanah yang bisa menyebabkan burst pada geotextile.

Panjang BC ialah $d_{50} - d_c$ dimana

d_{50} = diameter rata-rata dari agregat

d_c = diameter rata-rata dari bidang kontak

Harga maksimum yang mungkin timbul pada reaksi tanah, ialah sebesar daya dukung ultimatanya = q_u , dimana

$$q_u = (\pi + 2) C_u + \gamma \cdot h$$

C_u = kohesi tanah dalam keadaan undrain

(N/M^2) = Berat persatuan volume dari tanah

h = tebal lapisan agregat.

Jadi sekarang tekanan burst

$$F_B = q_u (\pi) (d_{50} - d_c)^2 / 4$$

nilai dari d_c tergantung dari bentuk agregat dan dapat diambil sebagai berikut :

agregat tajam $d_c = d_{50}/4$

agregat bulat $d_c = d_{50}/2$

Bila tanah telah mencapai keadaan plastisnya, maka kekuatan tanah dasar sama dengan kekuatan batasnya q_u . Untuk analisa kekuatan puncture, tegangan reaksi tanah dasar q_R diambil dari nilai yang terkecil antara q_v dan p . Gaya yang bekerja kebawah dari agregat yang ditekan roda kendaraan = $p \cdot d_{50}^2$ dan gaya yang bekerja keatas yang meliputi bidang kontak ialah $q_R d_c^2/4$. Dari kedua hal diatas, gaya puncture F_p ialah dinyatakan sebagai berikut

$$F_p = \frac{\pi (P d_{50}^2 - q_R d_c^2)}{4}$$

Gaya ini ditahan oleh tegangan radial sekeliling dari bidang kontak d_c . Karena pengetesan dari ketahanan puncture dilaboratorium menggunakan alat CBR dimana diameternya 49,6 mm maka nilai tersebut harus dikonversikan ke dalam nilai puncture CBR (F_{CBR}) = $0,0496 F_p/d_c$.

Hal penting lainnya yang perlu kita perhatikan bila beban yang ada ialah beban bergerak, dimana kita harus memberikan angka keamanan.

Kriteria lain yang perlu diperhatikan pada perencanaan ini ialah kriteria filtrasi dan permeability, dimana harus dipilih sedemikian rupa sehingga bisa mencegah tegangan air yang berlebihan pada tanah dasar. Untuk keperluan ini maka nilai opening size dari geotextile O_{90} dari geotextile harus lebih kecil dari $700 \mu m$ dan hydraulic loss pada kecepatan $0,01 m/sec$ tidak lebih dari 100, di-samping permeability geotextile harus lebih besar dari permeability tanah dasarnya.

III CONTOH PERHITUNGAN

Untuk memperjelas uraian diatas maka berikut ini disajikan satu contoh perhitungan .

Suatu jalan tidak beraspal/jalan kerikil yang lebarnya 4 m akan dilewati lalu lintas dengan data-data sebagai berikut :

Lalu lintas

jumlah lintasan sumbu = 500

beban tiap sumbu = 95kN

banyaknya roda/sumbu = 2x2

tekanan ban = 620 kN/M²

Tanah dasar cohesi $C_u = 35 \text{ kN/m}^2$
 Lapisan agregat berat isi $= 19 \text{ kN/m}^3$
 bentuk agregat $=$ tajam
 diameter rata-rata $d_{50} = 16 \text{ mm}$
 Persyaratan jalan rutting/alur izin $d_{50} = 150 \text{ mm}$

Geotextile yang tersedia	A	B	C	D
Kekakuan kN/m	80	210	580	1100
kuat tarik kN/m	10	30	45	85
kuat puncture N	1110	3500	4790	6700
kuat burst N/cm^2	120	470	560	868

Diminta :

1. Tentukan tebal agregat yang diperlukan tanpa geotextile
2. Tebal lapis agregat, bila dipasang geotextile serta tunjukkan geotextile mana yang bisa dipakai.

Jawab

Cari beban ekivalen dari sumbu roda

$$P_e = P \cdot N^{0,1613}$$

$$= 95(1000)^{0,1613}$$

$$= 290 \text{ kN}$$

Untuk tebal tanpa geotextile

$$p = q_e = C_u \text{ jadi}$$

$$\pi C_u = \frac{P_e}{2(B+h)(L+h)}$$

$$110 = \frac{290}{2(0,4+h)(L+h)}$$

$$h = 0,85 \text{ m}$$

Dengan pemasangan geotextile

$$B = n B_1 = 2 \times 0,20 = 0,40 \text{ m}$$

$$L = B_1 = 0,20 \text{ m}$$

$$q_n = (\pi + 2) C_u = 180 \text{ kN/m}^3$$

Coba $h = 0,55 \text{ m}$, dan masukan pada persamaan berikut

$$b = \frac{P}{2q\pi(L+h)} = \frac{290}{2 \times 180 \times 0,75} = 1,074$$

$$W_R - W_A = 4 - 1,7 = 2,3 \text{ m}$$

Jadi b lebih kecil dari W_A juga lebih kecil dari $W_R - W_A$, maka nilai $d = 0$ dan $B' = b - B - h = 0,124 \text{ m}$

Dengan menggunakan rumus 3 maka akan didapat nilai $\mu = 0,2067$

Selanjutnya masukan nilai diatas tersebut pada persamaan 2 untuk mendapatkan nilai J dan didapat $J = 715,6 \text{ kN/m}$

Dengan menggunakan rumus 1 untuk mencari T_{maks} maka didapat $T_{maks} = 22,9 \text{ KN/m}$

Dari bahan geotextile yang tersedia ternyata type D yang memenuhi persyaratan diatas, dengan factor keamanan sebagai berikut :

Keamanan terhadap kekakuan

$$= \frac{1100}{715,6} = 1,54$$

Keamanan terhadap tarik

$$= \frac{85}{22,9} = 3,71$$

Bila perhitungan diatas diulangi dengan tebal lapis agregat $0,60 \text{ m}$ maka semua jenis geotextile diatas dapat dipergunakan.

V. KESIMPULAN

1. Pemilihan jenis geotextile bisa disesuaikan dengan jumlah dan kualitas agregat dan tanah dasar yang ada serta tinjauan ekonomisnya. Untuk mendapatkan hasil perencanaan yang optimum, maka sebaiknya dilakukan perhitungan untuk berbagai tebal lapisan agregat, dan kemudian dihitung biaya yang diperlukan dari masing-masing perhitungan tersebut dengan memandang harga geotextile dan harga agregat itu sendiri.
2. Fungsi geotextile yang dipasang pada jalan tidak beraspal diatas ialah :
 - sebagai pemisah
 - sebagai filter
 - sebagai penulangan

3. Kekuatan geotextile yang perlu diperhatikan sehubungan dengan penggunaan diatas dan fungsinya ialah:
 - kuat tarik - kuat 'burst'
 - puncture - kekakuan
4. Bila agregat yang digunakan relatif besar, maka gaya puncture pun akan besar dan ini akan merusak geotextile untuk mengatasi ini maka sebelum lapisan agregat yang akan dipakai dipasang terlebih dahulu diatas geotextile harus digelar lapisan pasir.
5. Geotextile akan bekerja efektif sebagai reinforcement pada jalan tidak beraspal, bila terjadi gaya tarik yang cukup besar dan ini akan timbul bila tanah dasar cukup lunak dan relatif besar.

2. De. Groot; Janse. E; Maagdenberg. T.AC; Van. Den. Berg. C " Design Method and Guidelines For Geotextile Application in Road Construction" Proce-ding, International Conference on Geotextile, 1986, Voll III
3. K.A Anrews & Allan. MC. Gawn " Short Course on Geotextile and Related Material"
4. N.W.M. John "Geotextile", 1987

PENULIS

IR Furqon Affandi, lulusan jurusan Teknik Sipil ITB tahun 1974 dan pasca sarjana jalan raya (non Degree) Pu ITB tahun 1978
Bekerja di PT INDEC tahun 1976 dan di Pusat Litbang Jalan Tahun 1979 - sekarang.

VI DAFTAR PUSTAKA

1. A" Geotextile Design Guide", first edition