



PEMILIHAN PONDASI UNTUK SISTEM PERKERASAN KAKU

M. Furqon Affandi

RINGKASAN

Pemilihan type subbase pada perkerasan jalan beton semen, tergantung pada factor ekonomis di daerah tersebut.

Fungsi utama dari subbase ialah untuk mencegah pumping, dan karena itu haruslah mempunyai permeabilitas yang cukup atau mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap pengaruh erosi air.

Lebar subbase tergantung pada jenisnya sendiri (di stabilisasi atau tidak), gradasi subbase, perencanaan bahu jalan dan tujuan dari subbase nya sendiri.

SUMMARY

Choosing the type of subbase for concrete pavement is depend to the economic factor of the localy site. The main function of this subbase , to prevent pumping from the soil subgrade, so subbase must have a high permeability. The widht of the subbase is depend to the type subbase gradation, design and the objective of this subbase it self.

I. PENDAHULUAN

Perhatian yang diberikan pada subbase di dalam konstruksi perkerasan jalan beton semen , sebelum perang dunia kedua dapat dikatakan sangat kurang, sehingga timbul banyak masalah pada kondisi perkerasannya sendiri , terutama pada perkerasan yang terletak diatas tanah expansiv.

Pada saat ini telah disadari bahwa untuk menjamin perkerasan jalan beton semen agar berfungsi dengan baik , ialah membuat subgrade dan subbase seteliti mungkin seperti pada pembuatan pelat betonnya sendiri.

Pada perkerasan beton semen ini , lapisan subbase akan relatif tipis dikarenakan modulus elastisitas beton cukup tinggi , sehingga kekakuannyapun cukup tinggi dan pelat dapat mendistribusikan beban pada bidang kontak yang cukup luas. Penurunan akan sangat kecil dan tegangan pada subbase ataupun subgrade akan menjadi sangat kecil pula.

Namun demikian material subbase yang baik diperlukan untuk menjamin berfungsinya perkerasan seperti yang diharapkan, dan mengurangi kerusakan pada sambungan.

II. TEGANGAN PADA SUBBASE / SUB-GRADE

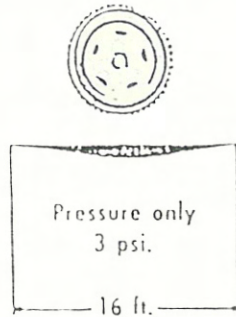
Pengaruh kekuatan dan kekuatan pelat pada perkerasan jalan beton semen telah dibuktikan beberapa puluh tahun yang lewat pada jalan percobaan BATES , dimana sebagai gambaran bahwa tekanan roda sebesar lebih kurang 3000 kg pada pelat beton dengan tebal 20 Cm , hanya menimbulkan tegangan yang timbul pada lapisan dibawahnya sebesar 0,216 Kg / cm². (gambar 1.)

Tegangan yang rendah ini sebagai hasil dari distribusi tekanan roda yang lebih dari 4,8 Kg / cm² pada subbase / subgrade.

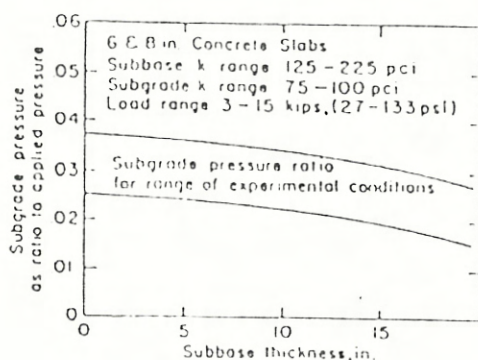
Hal ini memperlihatkan bahwa kekuatan subbase / subgrade yang tinggi tidak diperlukan. Selanjutnya percobaan-percobaan yang dilakukan oleh Portland Cement Association menunjukan bahwa beban roda yang tinggi didistribusikan pada bidang kontak yang besar pula dan tidak menimbulkan tegangan yang tinggi pada subbase / subgrade.

Tekanan yang besarnya antara 8,85 - 9,34 Kg/cm² (127 - 133 psi), yang berkerja pada pelat beton dengan tebal 15 dan 20 Cm , dimana tanah dasarnya mempunyai nilai K antara

0,84 - 1,37 Kg/cm² per - cmsedang sub-basena mempunyai nilai K antara 1,37 - 2,47 Kg/cm² per cm , hanya menimbulkan tegangan pada subbase dan subgrade tidak lebih dari 0,35 Kg/cm². Distribusi tegangan pada subbase / subgrade pada masalah diatas dapat dilihat pada gambar 2 , dimana tegangan yang timbul dinyatakan sebagai perbandingan terhadap beban / tekanan yang berkerja.



Gambar 1



Gambar 2

Gambar tersebut memperlihatkan pula kepada kita, bahwa akibat kekakuan pelat beton yang cukup tinggi , pengaruh dari tebal subbase hanya merubah sedikit, besar tegangan yang terjadi pada subgrade. atau dengan kata lain tebalnya subbase tidak mempunyai pengaruh yang besar terhadap perubahan tegangan yang terjadi pada subgrade.

FUNGSI SUBBASE

Subbase pada perkerasan jalan beton semen, bisa terdiri dari satu atau lebih lapisan material yang terletak antara subgrade dengan pelat beton. Sedangkan jenisnya dapat dibagi dalam dua macam, yaitu yang distabilisasi dan tanpa stabilisasi.

Subbase ini mempunyai fungsi sebagai berikut :

- Untuk mencegah pumping
- Untuk memperbaiki keseragaman dan kestabilan daya dukung
- Untuk menaikkan reaksi modulus (k. Value) tanah dasar
- Untuk mengurangi keretakan yang terjadi pada pelat.

III. PUMPING

Pumping adalah perpindahan butiran halus dari tanah yang bercampur dengan air yang terjadi pada sambungan pelat bagian bawah, retakan-retakan dan tepi perkerasan pelat. Hal ini sering terjadi juga pada jalan dengan lalu lintas berat dan dapat dicegah dengan meletakkan subbase dengan jenis yang sesuai.

Pumping bisa terjadi bilamana pelat diletakkan langsung pada lapisan yang berbutir halus / tanah plastis. Selanjutnya dengan tidak terkontrol "pumping" ini , menyebabkan perpindahan material dalam jumlah yang relatif cukup banyak sehingga keseragaman daya dukung menjadi rusak yang akhirnya pelat tersebut tak mempunyai penahan / "perletakan".

Dari beberapa pengamatan tentang pumping, ada tiga faktor yang menyebabkan terjadinya hal tersebut , yaitu :

- Adanya rongga pada tanah dasar (tanah yang hilang) pelat menjadi tergantung.
- Adanya air antara pelat dan tanah dasar, atau tanah dasar dalam keadaan jenuh.
- banyaknya jumlah lintasan dari kendaraan berat.

Dari pengamatan - pengamatan selanjutnya menunjuk bahwa pumping tidak terjadi pada material yang mempunyai butiran yang lolos saringan 200 lebih kecil dari 45% dan PI (Plasticity index) nya < 6%.

Material berbutir untuk subbase pada perkerasan jalan beton semen ini , bisa terdiri dari pasir, batu, batu pecah atau campuran dari material-material tersebut, yang mana antara lain harus memenuhi persyaratan di bawah ini :

Ukuran maksimum butiran	<1/3 tebal lapisan
Material lolos no 200	Maksimum 15%

Plasticity Index	Maksimum 6%
Liquid limit	Maksimum 25%

Selain syarat syarat tersebut diatas, material harus bergradasi agar mendapatkan kepadatan maksimum sehingga pemampatan akibat lalu lintas akan sangat kecil.

IV. BAHAN DAN GRADASI SUBBASE

Bahan untuk subbase pada perkerasan jalan beton semen dapat dibedakan atas dua macam yaitu bahan yang distabilisasi dan tanpa stabilisasi.

Pemilihan bahan jenis subbase yang distabilisasi atau tidak tergantung antara lain faktor ekonomis dan material yang tersedia dilokasi.

Penggunaan material yang tanpa stabilisasi dan dimaksudkan untuk mencegah "pumping" harus memenuhi dua persyaratan utama , yaitu :

1. Harus bisa mencegah pumping dari sub-grade ke atas.
2. Bahan subbasenya sendiri harus tahan terhadap pumping.

Agar material tersebut dapat mencegah pumping , salah satunya ialah harus dapat "mengalirkan air" . Karena itu material harus mengandung sedikit atau tidak butiran butiran halus , serta mempunyai texture yang lebih terbuka dari pada material material yang memenuhi persyaratan kurva kepadatan maksimum.

Gradasi nya sendiri dapat dibedakan atas dua macam, yaitu :

- Gradasi rapat (dense graded)
- Gradasi terbuka (open graded)

Bilamana digunakan gradasi rapat yang sesuai dengan spesifikasi,, masalah infiltrasi butiran halus dari subgrade ke subbase tidak akan menjadi soal. Akan tetapi bila digunakan material dengan gradasi terbuka, masalah infiltrasi butiran halus dari subgrade akan merupakan persoalan yang bisa menyebabkan kondisi perkerasan beton semen kurang memuaskan.

Untuk mencegah infiltrasi ini, haruslah dipenuhi beberapa syarat dibawah ini :

1. Untuk menjamin kelancaran drainase, ukuran pada 15% lolos saringan dari

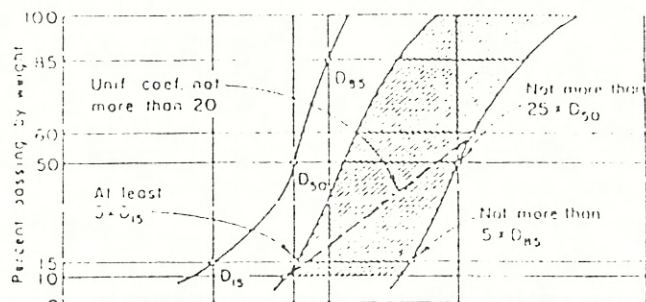
material subbase, paling tidak lima kali lebih besar dari ukuran pada 15% lolos saringan dari subgrade.

2. Untuk mencegah infiltrasi

- $\frac{D_{15} \text{ subbase}}{D_{85} \text{ subgrade}} < 5$
- $\frac{D_{50} \text{ subbase}}{D_{50} \text{ subgrade}} > 25$
- Koefisient keseragaman subbase, $\frac{D_{60} \text{ subbase}}{D_{10} \text{ subbase}} < 20$

3. Jika subbase juga digunakan sebagai "pelindung" pipa, maka ukuran butir pada 85 % lolos saringan subbase , hendaknya paling tidak sama dengan diameter pipa bagian dalam. Praktisnya ukuran butir pada lolos saringan 85 % ialah 1-1,5 diameter dalam pipa.

Sebagai gambaran , persyaratan tersebut dapat dilihat di grafik analisa saringan pada gambar 3.



Gambar 3

Berikut ini beberapa gradasi untuk subbase perkerasan beton semen.

% lolos saringan	Type A (open graded)	Type B (dense graded)	Type C (cement treated)	Type D (granular)
1,5 in	100	100	100	100
3/4 in	60-90	85-100	-	-
No 4	35-60	50-80	65-100	65-100
No 40	10-25	20-35	25-50	25-50
No 200	0-7	5-12	5-20	0-15
LL	Maks 25	Maks 25	-	Maks 25
PI	N.P	Maks 6	Maks 10	Maks 6

V. KEPADATAN SUBBASE

Untuk mencegah pemampatan tambahan akibat lalu lintas, subbase harus dipadatkan sampai mencapai kepadatan yang tinggi. Hal ini dikarenakan, kepadatan yang kurang dari 100% kepadatan dengan cara AASHTO T 99 akan memberikan pemampatan tambahan yang cukup besar, sehingga minimum kepadatan ialah 100% dari kepadatan laboratorium dengan metoda AASHTO T 99.

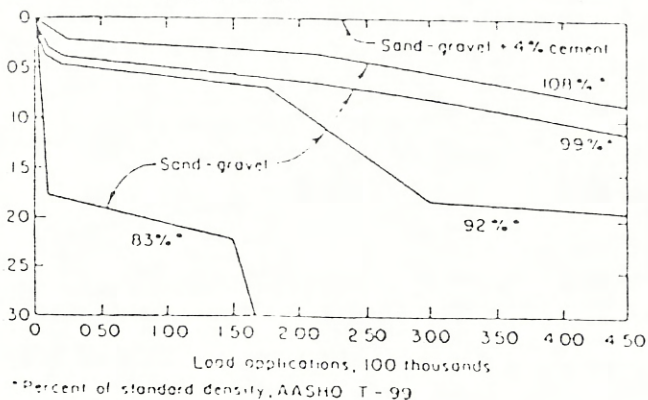
Besarnya pemadatan tambahan, dari material yang dipadatkan semula sampai 83%, 92% dan 100% kepadatan AASHTO T 99 akibat lalu lintas dapat dilihat pada gambar 4.

Selain hal kepadatan diatas, faktor ketebalan juga mempunyai pengaruh yang besar, sebab prosentasi besarnya pemampatan yang sama akan memberikan penurunan yang lebih besar lagi.

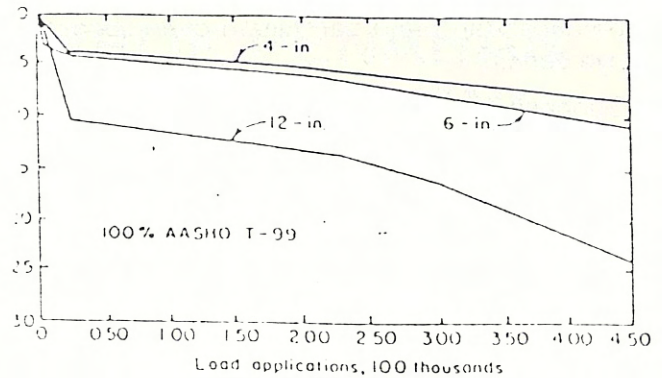
Pemampatan subbase dengan tebal 12" yang dipadatkan mencapai 100% kepadatan AASHTO T 99, hampir dua kali lebih besar dibandingkan dengan pemampatan subbase dengan tebal 4" pada kepadatan yang sama setelah dilewati 450.000 lintasan beban. Pemampatan subbase dengan tebal yang berbeda akibat lintasan beban dapat dilihat pada gambar 5.

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka :

1. Pemadatan subbase pada perkerasan beton semen, hendaknya mencapai kepadatan 100% (AASHTO T 99) atau 98%-100% kepadatan dengan cara AASHTO T 180.
2. Penambahan ketebalan subbase yang lebih dari 4-6", akan menaikan risiko kerusakan pada perkerasan pelatnya, yang disebabkan oleh cukup besarnya pemampatan pada lapisan subbase akibat lalu lintas.



Gambar 4



Gambar 5

Subbase sebagai pencegah pumping tidak perlu tebal, dan ketebalan yang berlebihan hanya akan menjadikan tidak ekonomis saja. Dari percobaan yang dilakukan bahwa ketebalan subbase 3" telah mampu mencegah pumping pada lalu lintas yang berat, karena itu untuk penggunaan praktis ketebalan subbase antara 4-6" sudah dipandang cukup.

VI. LEBAR SUBBASE

Lebar subbase pada perkerasan jalan beton semen, dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti dibawah ini :

1. Type dari subbase yang dipergunakan, apakah distabilisasi atau tidak.
2. Gradasi dan permeabilitas dari subbase tanpa distabilisasi
3. Maksud/ tujuan dari subbase dan penggunaan metoda pada pelaksanaan.

Subbase yang di stabilisasi dengan semen, dibuat paling sedikit 30 Cm lebih lebar dari masing masing tepi perkerasan pelat nya dan untuk alasan - alasan tertentu umumnya dibuat lebih lebar lagi sampai 60 Cm, seperti :

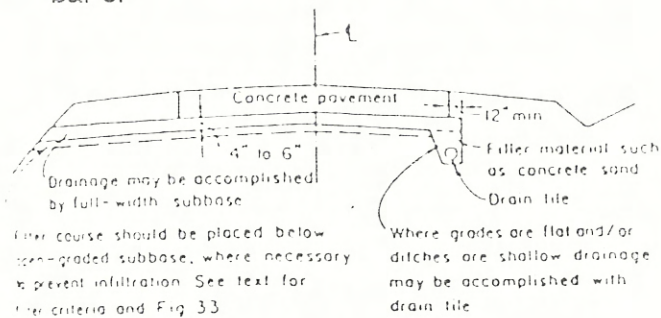
1. Untuk membuat tepi perkerasan lebih stabil, dan untuk tempat side form atau slip form paver.
2. Untuk membantu mengurangi penyusutan pada tepi perkerasan, yang terjadi pada tanah expansiv.
3. Untuk membuat bahu jalan yang diperkeras

Lebar subbase pada material yang tidak distabilisasi, tergantung pada gradasi subbase,

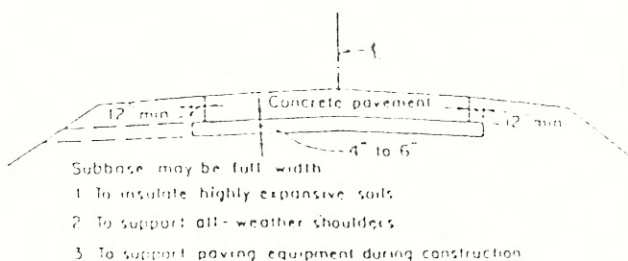
perencanaan bahu dan tujuan dari subbase nya sendiri.

Subbase dengan gradasi terbuka harus direncanakan mempunyai permeabilitas horizontal yang lebih dari 3m/hari, sehingga subbase tidak menjadi jenuh. Hal ini bisa diatasi dengan membuat lebar subbase sampai tepi luar bahu jalan.

Cara lain untuk mengatasi hal itu, ialah dengan jalan menempatkan pipa drainase dibawah tanah pada salah satu sisi atau keduanya dari tepi subbase yang selanjutnya diletakan bahan filter seperti pasir beton antara pipa dan subbase. Kondisi semacam ini biasanya digunakan pada daerah datar atau saluran sampingannya sangat dangkal, gambar 6.



Gambar 6



Gambar 7

Subbase dengan gradasi rapat, bila dipadatkan dengan sempurna akan mempunyai permeabilitas yang rendah, dan karena itu sistem drainase pada subbase tidak begitu diperlukan. Lebar subbase nya cukup ditambah 30 cm dari tepi perkerasan pelat (gambar 7)

Subbase dengan gradasi rapat akan lebih ekonomis, karena :

1. Pelebaran subbase pada gradasi rapat hanya 30 cm yang mana hal ini hanya memerlukan material yang lebih sedikit dibandingkan dengan subbase gradasi terbuka yang memerlukan perpanjangan sampai tepi luar bahu jalan.
2. Subbase bergradasi rapat, prosesnya

lebih sederhana daripada yang bergradasi terbuka , dimana pada gradasi terbuka diperlukan penyaringan untuk menghilangkan / mengurangi material yang halus.

3. Hampir semua subbase yang bergradasi rapat , bisa dipadatkan lebih cepat dan lebih murah dari pada subbase yang bergradasi terbuka.

VII. KESIMPULAN

1. Tebal subbase tidak memberi pengaruh besar terhadap perubahan tegangan yang terjadi pada tanah dasar (sub-grade).
2. Fungsi subbase adalah :
 - Mencegah pumping
 - keseragaman daya dukung
 - Meningkatkan K Value
 - Mengurangi keretakan pada pelat beton.
3. Pemadatan subbase harus sesuai dengan persyaratan
4. Penambahan ketebalan pada subbase akan memberi risiko kenaikan kemungkinan kerusakan pada pelat.
5. Subbase dengan gradasi rapat memberi nilai ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

1. AASHTO . "AASHTO Interim Guide For Pavement Design Struktur 1972"
2. Clarkson H Oglesby . R Gary Hicks "Highway Engineering" 1982
3. E.Y.Yoder . MW Witczak "Principle of Pavement Design " 1975
4. Portland Cement Association "Thickness Design for Soil- Cement Pavement" 1971
5. Puslitbang Jalan Deft P.U" Petunjuk Perencanaan Perkerasan Kaku (Semen-tara) " 1985
6. Robert D Krebs / Richard D Walker " Highway Material" 1971

PENULIS

Ir. M. Furqon Affandi, lulusan jurusan Teknik Sipil ITB tahun 1974.

Dan Pasca Sarjana Jalan Raya (non degree) PU ITB tahun 1976. Bekerja di P.T. INDEC tahun 1976 dan di pusat Litbang Jalan sejak tahun 1979 - se-karang.