

PENGARUH PENAMBAHAN SEMEN DAN KAPUR TERHADAP STABILISASI TANAH MERAH DISTRIK MINDIPTANA KABUPATEN BOVEN DIGOEL

Jonly Sonny Watie¹⁾, Alfian Adie Chandra²⁾

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih
Jl. Kamp Wolker Kampus Baru, Waena, Jayapura, Papua, Tlp. (0967) 574124
E-mail: jonlysonny_watic@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Variasi yang digunakan adalah tanah merah + semen dengan variasi 11%, 13%, 15% dan tanah merah + kapur dengan variasi 11%, 13%, 15%. Pengujian yang dilakukan meliputi sifat fisik dan sifat mekanis tanah. Hasil Pengujian didapatkan kadar air tanah=23,34%, Berat jenis tanah=2,653%, batas cair (LL)=56,25%, batas plastis (PL)=24,13%, Indeks Plastisitas (PI)=32,12% dan pengujian Analisa saringan No.200 yaitu 48,78%. Menurut SNI 03-6797-2002 tanah ini termasuk dalam golongan A-7-6. Parameter kekuatan menggunakan pengujian CBR dan UCT dengan masa peram 7 hari. Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap tanah dengan penambahan semen 11% didapatkan nilai CBR 34,8%, penambahan 13% semen nilai CBR sebesar 51,0% dan penambahan 15% semen nilai CBR sebesar 78,0%. Untuk nilai UCT pada penambahan semen 11% sebesar 7,6 kg/cm², pada penambahan 13% semen nilai UCT sebesar 10,60 kg/cm², kemudian pada penambahan 15% semen nilai UCT sebesar 17,13 kg/cm². Untuk terhadap tanah dengan penambahan kapur padam 11% didapatkan nilai CBR 8,9%, pada penambahan 13% kapur padam nilai CBR sebesar 9,7% dan pada penambahan 15% kapur padam nilai CBR sebesar 8,3%. Untuk nilai UCT pada penambahan kapur padam 11% sebesar 6,3 kg/cm², pada penambahan 13% kapur padam nilai UCT sebesar 9,1% kg/cm², kemudian pada penambahan 15% kapur padam nilai UCT sebesar 8,4 kg/cm². Dari masing-masing variasi bahan campuran dan persentasenya disimpulkan bahwa belum memenuhi persyaratan untuk bahan stabilisasi tanah dengan nilai CBR sebesar 120% (target) dan Kuat Tekan Bebas (UCT) sebesar 24 Kg/cm² (target) sesuai Persyaratan Spesifikasi Khusus Interim Tahun 2013 seksi 5.4 – Lapis Pondasi Semen Komposit Tanah (SKh-1.5.4)..

Kata kunci: Stabilisasi Tanah Merah, Semen, Kapur, California Bearing Ratio (CBR), Unconfined Compression Test (UCT)

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Distrik Mindiptana merupakan salah satu Distrik yang terletak di Kabupaten Boven Digoel Provinsi Papua wilayah timur Indonesia. Kondisi tanah di daerah ini didominasi tanah merah. Hal ini mendasari dalam penelitian ini untuk menguji stabilisasi tanah dengan penambahan semen dan kapur.

Distrik Mindiptana merupakan salah satu distrik yang terletak di Kabupaten Boven Digoel Provinsi Papua wilayah timur Indonesia. Kondisi tanah di distrik Mindiptana, Kabupaten Boven Digoel didominasi oleh tanah merah. Tanah merah termasuk tanah lempung sehingga tidak memiliki kualitas yang prima. Agregat yang digunakan sebagai bahan jalan pada umumnya didatangkan dari pulau lain sehingga penggunaannya hanya diperuntukkan sebagai bahan untuk campuran

beraspal saja. Sedangkan untuk lapis pondasi digunakan tanah setempat yang distabilisasi dengan semen (*Soil Cement*).

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan, maka skripsi ini akan meneliti bagaimana Bagaimana Sifat Fisik tanah merah yang terdapat di Distrik Mindiptana Kabupaten Boven Digoel dan Bagaimana Sifat Fisik tanah merah yang terdapat di Distrik Mindiptana Kabupaten Boven Digoel terhadap penambahan Variasi semen dan kapur masing-masing 11%, 13%, 15% dari berat tanah kering dengan terhadap hasil pengujian California Bearing Ratio (CBR) dan pengujian Kuat Tekan Bebas Unconfined Compression Test (UCT) dengan masa peram 7 hari.

Tujuan dari penulisan ini adalah Mengetahui sifat fisik tanah merah yang terdapat di Distrik Mindiptana Kabupaten Boven Digoel dan Mengetahui sifat fisik tanah merah yang terdapat di

Distrik Mindiptana Kabupaten Boven Digoel terhadap penambahan Variasi semen dan kapur masing-masing 11%, 13%, 15% dari berat tanah kering terhadap hasil pengujian California Bearing Ratio (CBR) dan pengujian Kuat Tekan Bebas Unconfined Compression Test (UCT) dengan masa peram 7 hari, yang disyaratkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3.

$$\text{CBR} = \frac{\text{beban terkoreksi}}{\text{beban standar}} \times 100\%$$

2. Dasar Teori

Menurut Verhoef (1994) mendefinisikan tanah sebagai kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air. Menurut Das (1995), tanah adalah material yang terdiri dari agregat atau butiran mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai zat cair juga gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

Menurut Hardiyatmo (1992), tanah adalah ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap - ngendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya.

Stabilisasi tanah disebut dengan perbaikan tanah dibidang rekayasa teknik sipil. Stabilisasi dapat dilaksanakan dengan menambah sesuatu bahan atau komposit tertentu untuk menambah kekuatan pada tanah. Tujuan dari stabilisasi tanah yaitu untuk meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan serta meningkatkan stabilitas tanah.

Menurut Austroads (1998), jenis bahan penstabilisasi (stabilizer) yang umumnya digunakan pada perkerasan jalan antara lain adalah :

1. Bahan-bahan organik non-bituminus, seperti semen dan kapur.
2. Garam.
3. Bahan-bahan yang umumnya merupakan turunan dari minyak bumi.
4. Polimer.

Jenis Stabilizer yang digunakan tergantung pada jenis tanah dan tujuan dari stabilisasi itu sendiri. Beberapa pertimbangan teknis yang perlu diperhatikan untuk memilih stabilizer yang cocok antara lain adalah jenis bahan apa yang akan

distabilisasi, kekuatan dan tujuan yang ingin dicapai serta kondisi lingkungan dimana proses stabilisasi itu akan dilaksanakan.

Semen merupakan bahan pozolanik yang sifatnya dapat mengikat serta dapat mengeras bila bereaksi dengan air. Reaksi semen dan air akan membentuk suatu material yang kuat dan keras yang sering disebut sebagai hydraulic cement. Semen dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan tambah (Widodo dkk, 2011).

Material portland cement sebagian besarnya terdiri dari kapur (CaO), silikat (SiO₂), alumina (Al₂O₃), dan besi oksida (Fe₂O₃). Semen yang umumnya digunakan dalam konstruksi adalah semen tipe I.

Kapur merupakan salah satu material yang sering digunakan dalam proyek konstruksi jalan. Kapur mengandung ion-ion Ca, Mg dan sebagian kecil Na. Adanya tambahan kation Ca, Mg dan Na menyebabkan bertambahnya ikatan antara partikel-partikel mineral lempung.

Pengujian California Bearing Ratio (CBR) pada penelitian ini berpedoman pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 1744:2012. SNI tentang Metode pengujian laboratorium ini revisi dari SNI 03-1744-1989. Standar ini merupakan adopsi dari ASTM Designation: D 1883 - 73, California Bearing Ratio (CBR). Pengujian CBR Laboratorium dimaksudkan untuk menentukan CBR tanah dan campuran tanah agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. Pengujian CBR laboratorium dilakukan terhadap beberapa benda uji, umumnya tergantung pada kadar air pemadatan dan densitas kering yang ingin dicapai. Secara umum pengujian CBR laboratorium ini (sesuai tahapan) mencakup penyediaan peralatan, contoh material dan contoh uji, pemadatan, penentuan massa basah dan kadar air benda uji, perendaman, uji penetrasi, penggambaran kurva hubungan antara beban dan penetrasi, dan penentuan nilai CBR. Cbr desain juga dapat ditentukan melalui pengujian CBR ini, yaitu dengan menggunakan kurva hubungan antara CBR dan densitas kering dari setiap benda uji.

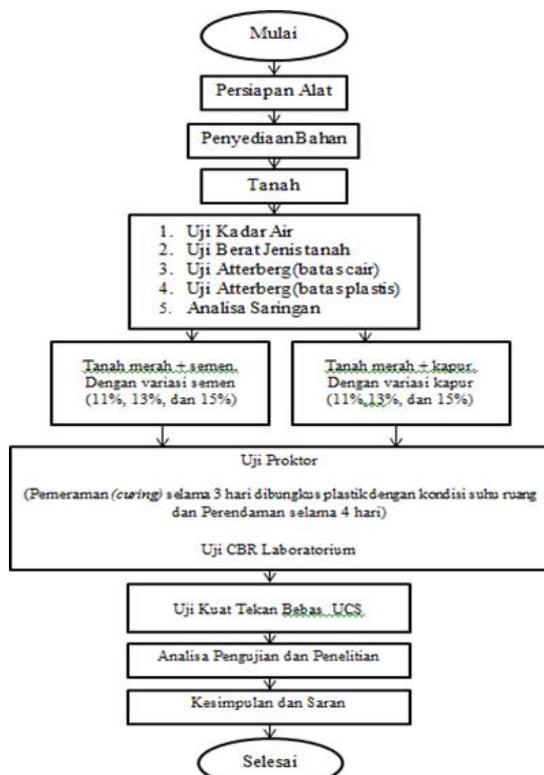
Pengujian kuat tekan silinder pada penelitian ini berpedoman pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6887:2012. SNI tentang Metode pengujian kuat tekan bebas campuran tanah-semen (UCT) ini revisi dari SNI 03-6887-2002. Standar ini merupakan adopsi dari ASTM Designation: D 1633 - 00, Standard Test Methods for Compressive Strength of Molded Soil-Cement Cylinders.

Pengujian UCT campuran semen-tanah dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan tanah campuran semen-tanah hasil stabilisasi yang diuji dalam bentuk silinder. Kuat tekan tanah yang diperoleh selanjutnya dapat digunakan sebagai salah satu parameter perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan stabilisasi tanah dengan semen di lapangan. Secara umum, prosedur dalam pengujian ini meliputi penyiapan benda uji, pemeraman, pengaturan peralatan, pengujian kuat tekan, perhitungan dan pelaporan. Silinder yang akan digunakan dengan dimensi tinggi 8.5 cm dan diameter 3.7 cm serta pembebanan dilakukan dengan kecepatan sekitar 1 mm/menit. Kuat tekan tanah adalah beban maksimum dibagi luas penampang benda uji.

Keterangan:

- σ_c adalah kuat tekan, dinyatakan dalam kN/m² (kPa)
- P adalah beban maksimum, dinyatakan dalam kN
- A adalah luas penampang benda uji, dinyatakan dalam m²

3. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan atau di laksanakan

pada Laboratorium Pengujian Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XVIII Jayapura.

Waktu penelitian dilakukan pada setiap waktu dan jam kerja secara umum, dengan lama waktu penelitian kurang lebih selama 10 hari. Bahan yang digunakan yaitu:

- Tanah Merah yang terdapat dari Distrik Mindiptana Kabupaten Boven Digoel.
- Semen jenis PCC merk Tonasa yang diperoleh dari toko bahan dan bangunan di Jayapura.
- Kapur jenis kapur padam (calcium hydroxide, Ca(OH)₂) yang berasal dari daerah Pangkep - Makassar yang telah didistribusikan ke toko-toko material.
- Air bersih yang didapatkan di laboratorium Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XVIII Jayapura.

Adapun macam-macam pengujian yang kami lakukan adalah

1. Pengujian kadar air
2. Pengujian berat jenis,
3. Pengujian batas cair,
4. Pengujian batas plastis,
5. Pengujian analisa saringan,
6. Pengujian pematatan,
7. Pengujian CBR dan
8. Pengujian kuat tekan bebas UCT. Variasi campuran yang digunakan dalam pengujian ini adalah :
 - a. Tanah + Semen 11%, 13% dan 15%
 - b. Tanah + Kapur 11%, 13% dan 15%.
 - c. Lama Pemeraman 3 hari dan Perendaman 4 hari total 7 hari.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

Tabel 1. Jenis Pengujian Tanah

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
1	Kepadatan Kering Maksimum (γ_d maks)	gram/cc	1.579
2	Kadar Air Wopt (<i>Water Content</i>)	%	23.23
3	Berat Jenis Tanah (<i>Specific Gravity</i>)	gram/cc	2.653
4	Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>), LL	%	56.50
5	Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>), PL	%	24.13
6	Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>), PI	%	32.37

Tabel 2. Ukurang Saringan

No Saringan	no.4	no.10	no. 16	No.40	No.200
Presentase Lolos (%)	100	93.45	85.67	72.87	48.78

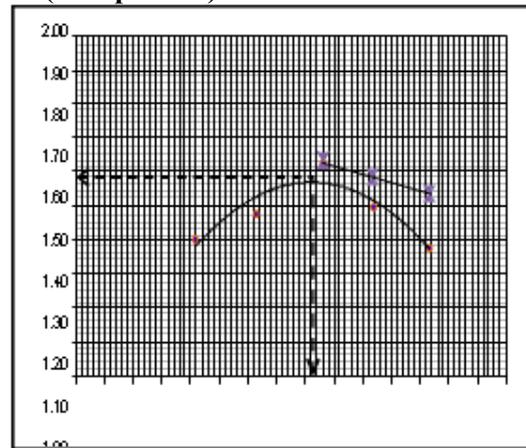
(Sumber: Pengujian di Laboratorium)

Dari data hasil uji sifat fisik diperoleh :

- a. Kadar Air Dalam pengujian kadar air didapat nilai kadar air alami dari tanah asli sebesar 23.23%.
- b. Berat jenis (specific gravity) Dari hasil pemeriksaan berat jenis (specific gravity) diperoleh nilai berat jenis sebesar 2.653%
- c. Batas-batas Atterberg
 1. Batas Cair (Liquid Limit, LL) dari hasil grafik hubungan jumlah ketukan dan kadar air diperoleh nilai batas cair (LL) = 56.50%
 2. Batas Plastis (Plastic Limit, PL) dalam pengujian diperoleh hasil batas plastis (PL) = 24.13%
 3. Indeks plastisitas (Plastic Index, PI) diperoleh dari selisih antara batas cair dan batas plastis, dengan rumus $PI = LL - PL$ maka diperoleh nilai Indeks Plastisitas (PI) = 32.37%.
- d. Analisa gradasi butiran

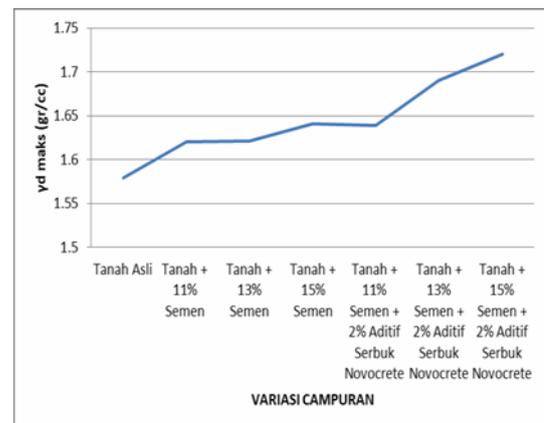
Dalam pelaksanaan pengujian gradasi yang dilakukan dengan pengujian analisa saringan di dapat hasil saringan No. 200 yaitu 48.78%. Tanah tersebut merupakan tanah Berbutir Halus. Hal ini menunjukkan persentase butiran halusnya cukup dominan. Menurut SNI 03-6797-2002 tanah ini termasuk dalam golongan A-7-6 jenis tanah berlempung dimana batas cair >41% dan indeks plastisitasnya >11%. Dari analisis saringan didapatkan tanah lolos saringan No. 200 = 48.78% sehingga masuk ke dalam klasifikasi tanah berbutir halus dengan batas cair (LL) = 56.50% dan Indeks Plastisitas (PI) = 32.37% maka tanah tergolong dalam klasifikasi Tanah Kelempungan.

4.2 Hasil Pengujian Pemadatan Tanah (Compaction)

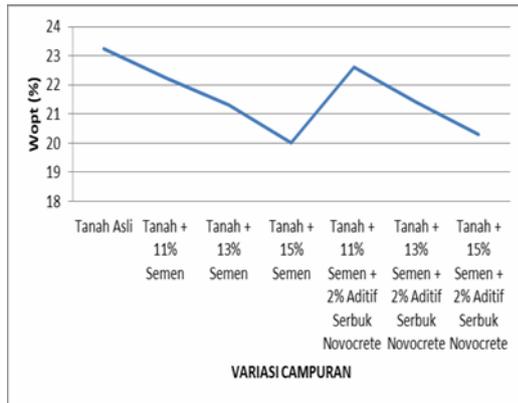


Gambar 2. Grafik Uji Pemadatan Tanah

Pada **Gambar 2** di atas menunjukkan bahwa tanah yang digunakan pada penelitian ini memiliki berat isi kering maksimum 1,592 gr/cm³, sedangkan untuk kadar air optimum sebesar w_{opt} = 23,24%.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Berat Isi Kering Maksimum (γ_d maks) Tanah dengan Variasi Campuran dengan Waktu Peram selama 7 hari



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Kadar Air Optimum Tanah (Wopt) Tanah dengan Variasi Campuran dengan Waktu Peram selama 7 hari

4.3 Hasil Pengujian CBR (California Bearing Ratio)

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian

URAIAN	Kadar Air Optimum (%)		Kepadatan Kering Maksimum (gram/cc)		CBR (%)		UCS (kg/cm ²)	
	Tanah + Semen	Tanah + Kapur	Tanah + Semen	Tanah + Kapur	Tanah + Semen	Tanah + Kapur	Tanah + Semen	Tanah + Kapur
Semen 11%	22.34	14.13	1.625	1.521	34.8	8.9	7.6	6.3
Semen 13%	21.23	13.50	1.625	1.505	51.0	9.7	10.6	9.1
Semen 15%	20.07	12.65	1.641	1.490	78.0	8.3	17.1	8.4

Pada Tabel 3 rekapitulasi hasil pengujian CBR Laboratorium mengalami peningkatan terlihat pada penambahan 11% semen didapatkan nilai CBR 34,8%, pada penambahan 13% semen nilai CBR sebesar 51,0% penambahan 15% semen nilai CBR sebesar 78,0%. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas.

4.4 Unconfied Compression Test (UCT)

Dari gambar rekapitulasi hasil pengujian terlihat bahwa nilai UCT Pada penambahan Kapur Padam 11% nilai UCT sebesar 6,3 kg/cm², ditambah 2% menjadi 13% pemeraman selama 7 hari terjadi peningkatan nilai UCT sebesar 9,10 kg/cm², kemudian ditambah 2% semen dari 13% menjadi 15 % pemeraman selama 7 hari nilai UCT sebesar 8,4 kg/cm². Pada variasi campuran 13% dengan masa pemeraman 7 hari merupakan variasi campuran yang optimum.

5. Kesimpulan

- Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium, tanah merah ini menunjukkan

persentase butiran halusnya cukup dominan merupakan tanah berbutir halus dan termasuk dalam kategori A-7-6 menurut klasifikasi AASHTO.

- Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap tanah dengan penambahan semen 11% didapatkan nilai CBR 34,8%, pada penambahan 13% semen nilai CBR sebesar 51,0% dan pada penambahan 15% semen nilai CBR sebesar 78,0%. Untuk nilai UCT dengan pemeraman 7 hari pada penambahan semen 11% sebesar 7,6 kg/cm², pada penambahan 13% semen nilai UCT sebesar 10,60 kg/cm², kemudian pada penambahan 15% semen nilai UCT sebesar 17,13 kg/cm².
- Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap tanah dengan penambahan kapur padam 11% didapatkan nilai CBR 8,9%, pada penambahan 13% kapur padam nilai CBR sebesar 9,7% dan pada penambahan 15% kapur padam nilai CBR sebesar 8,3%. Untuk nilai UCT dengan pemeraman 7 hari pada penambahan kapur padam 11% sebesar 6,3 kg/cm², pada penambahan 13% kapur padam nilai UCT sebesar 9,1 kg/cm², kemudian pada penambahan 15% kapur padam nilai UCT sebesar 8,4 kg/cm².
- Dari pengujian diatas didapat nilai California Bearing Ratio (CBR) dan nilai Kuat Tekan Bebas/ Unconfined Compression Test (UCT) dengan masa peram 7 hari dari masing masing variasi bahan campuran dan persentasenya disimpulkan bahwa belum memenuhi persyaratan untuk bahan stabilisasi tanah dengan nilai CBR sebesar 120% (target) dan Kuat Tekan Bebas (UCT) sebesar 24 Kg/cm² (target) sesuai Persyaratan Spesifikasi Khusus Interim Tahun 2013 seksi 5.4 – Lapis Pondasi Semen Komposit Tanah (SKh-1.5.4).

Daftar Pustaka

- Bowless J. E, (1991), “*Sifat-sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah*”, Alih Bahasa Johan Kelanaputra Hainim, Erlangga.
- Chen, F.H., (1975), “*Fondation in Expansive Soil*”, Elvesier Scientific Publishing Company, New York.
- Craig, R.F, (1989), “*Mekanika Tanah*”, Erlangga, Jakarta
- Das, Braja M, (1995), “*Mekanika Tanah, Jilid*

- 2”, Erlangga, Jakarta.
- [5] Das, Braja M, (1985), “*Mekanika Tanah, Jilid I*”, Erlangga, Jakarta.
- [6] Grim. RE., “*Bentonites, Geology, Minerology, Properties and Uses*”, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New
- [7] Hary Christady Hardiyatmo, (1996), “*Mekanika Tanah I*”, Penerbit Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [8] Hary Christady Hardiyatmo, (2002), “*Teknik Pondasi I edisi kedua*”, Penerbit Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [9] Holtz, W.G. & Gibbs, Hj., (1954), “*Engineering Properties of Expansive Clays*”, Prog. ASCE, Soil Mechanic Foundation Div. 80 (516).
- [10] Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3, Divisi.5 Seksi 5.4 “*Lapis Pondasi Tanah Semen*” AASHTO, 1986, *Guide for Design of Pavement Structures*, Washington DC