



LAPIS BETON SANGAT TIPIS DIATAS PERKERASAN ASPAL (ULTRA - THIN WHITETOPPING)

Furqon Affandi

RINGKASAN

Pelapisan ulang jalan aspal dengan lapisan beton telah lama dikenal, sebagai alternatif pelapisan ulang dengan aspal, dan umumnya dikenal dengan nama whitetopping. Ada tiga macam whitetopping, satu diantaranya ialah ultra thin whitetopping – UTW (Lapis Beton Sangat Tipis – LBST), dimana lapis tipis beton biasanya 5 sampai 10 cm dihamparkan diatas permukaan lapis aspal yang telah mengalami kerusakan dan telah dipersiapkan. Selanjutnya ada faktor faktor lain yang membedakan ultra thin whitetopping tersebut, ialah tingkat ikatan yang didapat antara lapisan beton dengan perkerasan aspal lama dan juga jarak sambungan yang lebih pendek dari pada jarak sambungan normal.

Biasanya ultra thin whitetopping digunakan dimana ketebalan lapisan aspal lama cukup tebal, seperti pada perkerasan aspal secara menyeluruh (full depth asphalt) atau dimana pelapisan ulang yang ber kali kali telah dilaksanakan dalam perioda waktu tertentu.

Ultra thin whitetopping memberikan lapisan permukaan yang awet untuk beban lalu lintas yang normal, dan penggunaan lainnya termasuk di persimpangan dimana alur menjadi suatu masalah dan juga digunakan di lahan parkir.

SUMMARY

Concrete overlays of existing asphalt pavement also have been used as alternative of overlays by asphalt layer, and commonly known as whitetopping. There are three variations of whitetopping, one of them is ultra thin whitetopping, where a thin layer of concrete usually 5 to 10 cm is placed over a prepared surface of distress asphalt. In addition other factors differentiate ultra thin whitetopping are a substantial degree of bonds is obtained between the concrete overlays and the existing asphalt pavement and also joint spacing are much shorter than normal.

Usually ultra thin whitetopping is applied where a substantial thickness of asphalt exist, such as full depth asphalt pavements or where multiple asphalt overlays were placed over time.

Ultra thin whitetopping have provided durable wearing surfaces for normal traffic loads and other applications include asphalt intersection where rutting is a problem and also used in parking area.

I. PENDAHULUAN

Pelapisan ulang perkerasan aspal lama dengan lapis beton dikenal dengan whitetopping, yang telah dikenal pada tahun 1918 di Amerika. Pelapisan ulang dengan lapisan beton ini merupakan alternatif dari pelapisan ulang dengan menggunakan lapisan beraspal yang umum dipergunakan. Pelapisan ulang dengan beton atau whitetopping ini mempunyai masa pelayanan yang baik dan membutuhkan pemeliharaan yang rendah.

Pelapisan ulang dengan beton (whitetopping) ini terdiri dari tiga macam, yaitu:

- Konvensional whitetopping, yaitu pelapisan ulang dengan lapis beton dengan tebal sama atau lebih besar dari 10 cm yang diletakan langsung diatas perkerasan aspal lama.

- Concrete inlay, pelapisan ulang dengan beton yang diletakan pada perkerasan lama yang telah mengalami penggarukan terlebih dahulu.
- Ultra thin whitetopping (UTW) - Lapis Beton Sangat Tipis (LBST), pelapisan ulang dengan beton dengan tebal biasanya 10 cm atau lebih kecil yang diletakan pada permukaan perkerasan aspal lama yang telah mengalami penanganan guna meningkatkan ikatan antara lapisan beton dengan lapisan aspal.

Pada tulisan ini, akan diketengahkan mengenai lapis beton sangat tipis - LBST (ultra thin whitetopping - UTW). Konsep LBST pertama tama dilaksanakan di Kentucky tahun 1988 dimana pelat beton dengan tebal 9 cm dihamparkan diatas lapis perkerasan aspal, dan kemudian pada tahun 1990 di Colorado dua ruas jalan

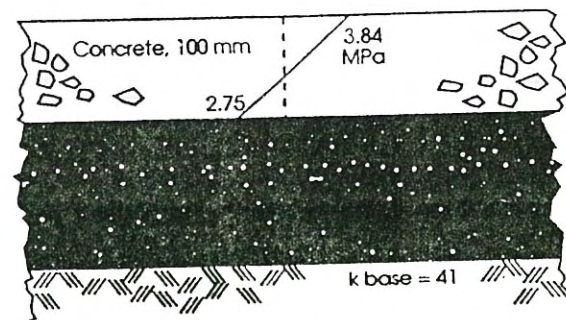
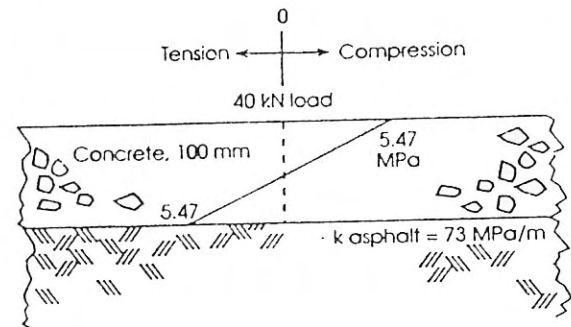
dilapis beton dengan tebal masing masing 9 dan 12,5 cm.

Proyek lainnya ialah di Louisville, Kentucky pada tahun 1991 dibuat lapisan beton diatas perkerasan aspal yang telah mengalami kerusakan dengan tebal 5 dan 9 cm dengan jarak sambungan 0,6 dan 1,8 meter. Dari hasil pengamatan yang dilakukan didapat bahwa kinerja lapisan beton tersebut jauh lebih baik dari perkiraan perencanaan perkerasan beton dengan metoda konvensional, yang mana tidak memperhitungkan keuntungan dari adanya ikatan antara lapis perkerasan aspal dan lapis beton serta ukuran pelat yang lebih kecil.

Kinerja yang baik dari percobaan di Louisville telah menarik banyak minat dari beberapa negara bahkan telah melaksanakannya seperti Amerika, Mexico, Kanada dan Swedia. Penggunaan LBST berkembang dengan cepat, 100 proyek yang mewakili luas pelat satu juta meter persegi telah dilaksanakan di Amerika utara dari tahun 1992 sampai 1996.

Hal ini menunjukkan bahwa adanya ikatan atau gesekan yang cukup besar antara lapis beton dan aspal, sehingga perkerasan harus dianalisa sebagai sistim yang komposit di mana lapisan beton dan aspal ditandai dengan tebal dan sifat elastisnya.

Gambar 1.
CONTOH DISTRIBUSI TEGANGAN PADA PERKERASAN BERDASARKAN DUA ANALISA YANG BERBEDA.



II. KONSEP DASAR PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN

Analisa perencanaan dari LBST (UTW) ialah lebih rumit daripada prosedur perencanaan konvensional dan itu berbeda dalam beberapa hal sebagai berikut:

- Ikatan antara beton dan aspal membentuk perkerasan komposit, sehingga letak garis netral menjadi lebih rendah dan tegangan yang terjadi akan sangat berkurang.
- Jarak sambungan yang pendek mengurangi beban dan tegangan lenting, serta mengurangi atau menghilangkan pengangkatan tepi pelat.
- Mutu beton yang digunakan biasanya lebih baik dari beton konvensional, sehingga ketahanan terhadap kelelahan (fatiguenya) akan bertambah baik
- Lapisan perkerasan aspal akan memberikan dukungan yang kuat terhadap pelat beton serta erosi tidak akan terjadi.

Prosedur perencanaan pelapisan perkerasan aspal dengan lapis beton pada sistim konvensional ditandai dengan naiknya daya dukung dari perkerasan aspal yang dinyatakan dengan nilai reaksi modulus tanah dasar dan lapisan perkerasan aspal "k" nya. Selain itu sifat komposit antara beton dan aspal tidak dikenal pada prosedur konvensional. Pada LBST (UTW), kedua anggapan tersebut menghasilkan perkiraan yang cukup berlebihan pada perhitungan tegangan dan tebal yang diperlukan. Hal ini dilukiskan pada Gambar 1 yang membandingkan perhitungan tegangan berdasarkan metoda konvensional dengan analisa yang berdasarkan peningkatan tingkatan derajat komposit. Tegangan kritis yaitu tegangan tarik pada bagian bawah lapisan beton, pada contoh ini nilainya yang didapat dari analisa berdasarkan sifat komposit penampang berkurang menjadi sekitar setengahnya dibandingkan dengan cara konvensional.

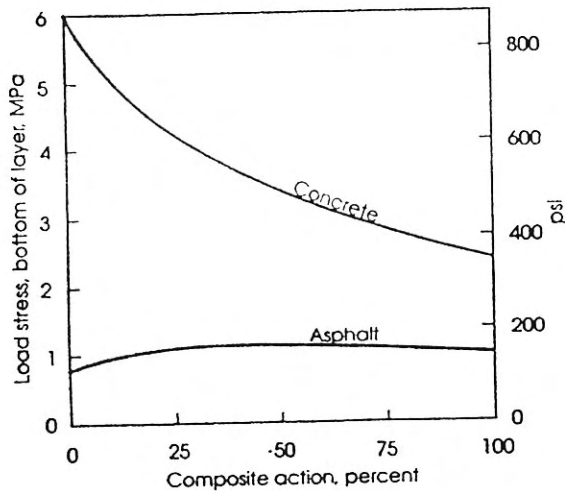
Derajat komposit dari penampang perkerasan antara lapisan aspal dan beton, mempunyai pengaruh yang besar terhadap perhitungan tegangan seperti terlihat pada Gambar 2.

Tegangan pada LBST (UTW) juga termasuk pengaruh dari ukuran pelat atau jarak sambungan. Sebagi mana terlihat pada Gambar 3, disana ada pengurangan yang berarti pada besarnya tegangan ketika ukuran pelat berkurang. Begitu juga untuk tegangan lenting yang terjadi akibat perbedaan temperatur dan kadar air pada pelat beton sebagai mana terlihat pada Gambar 4.

Meskipun tegangan turun sejalan dengan ukuran pelat, namun lendutan perkerasan bisa naik. Dengan ukuran pelat yang pendek dan ketebalan aspal serta lapis pondasi yang kurang berarti, lendutan dan regangan vertical yang terjadi cukup besar. Hal ini bisa menjadikan deformasi permanen yang berlebihan pada lapisan pondasi setelah pengulangan beban dalam jumlah yang besar. Jadi ada jarak sambungan optimum yang memberikan tegangan yang bisa berkurang tetapi lendutanya tidak berlebihan.

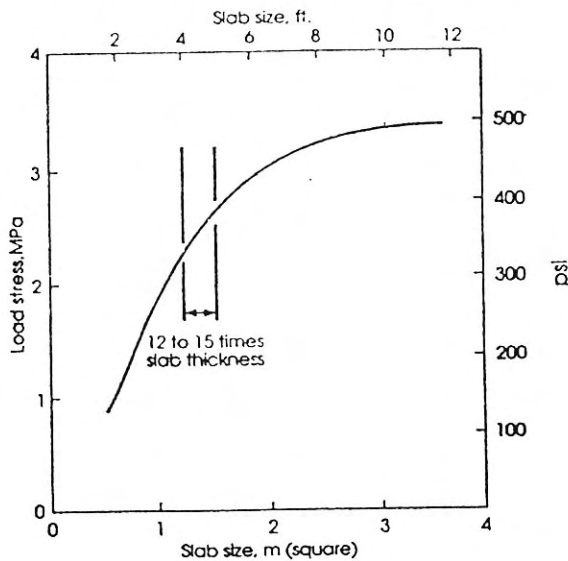
Gambar 2.
PENGARUH SIFAT KOMPOSIT PADA TEGANGAN
DALAM LAPISAN BETON DAN ASPAL.

Beban tepi 9 kips, tebal beton 10 cm di atas aspal dengan tebal 10 cm dengan $k = 27 \text{ MPa}$.



Gambar 3.
PENGARUH UKURAN PELAT PADA TEGANGAN.

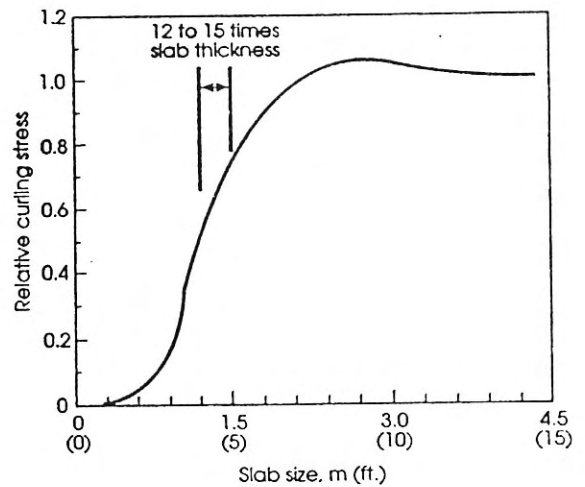
Beban tepi 9 kips, tebal beton 10 cm diatas aspal dengan tebal 10 cm dengan $k = 27 \text{ MPa}$



Gambar 1 sampai Gambar 4 menunjukkan bahwa LBST (UTW) mempunyai sifat mekanistik yang unik. Keuntungan dari sifat komposit dan jarak sambungan yang lebih pendek dari ukuran normal membantu menjelaskan kinerja yang ada dari perkerasan LBST (UTW) yang tidak bisa diprediksi dengan analisa perencanaan konvensional.

Pengertian lapis beton sangat tipis (LBST) atau (UTW) telah disamakan dengan pelapisan ulang beton dengan tebal 10 cm atau kurang. Akan tetapi, definisi ini hanya berdasarkan sebutan saja, sebab keuntungan yang sama juga akan didapat untuk pelapisan beton diatas aspal dengan tebal yang lebih besar yang dilaksanakan dengan menggunakan bahan dan metoda seperti diuraikan diatas.

Gambar 4.
PENGARUH UKURAN PELAT PADA TEGANGAN
LENTING. BETON 10 cm DI ATAS LAPIS ASPAL 10 cm
DENGAN $k = 27 \text{ MPa}$



III. KEMAMPUAN MEMIKUL BEBAN DAN MASA PELAYANAN

Konsep perencanaan tebal untuk LBST (UTW) berbeda dari konsep perencanaan tradisional untuk perkerasan beton lainya. LBST (UTW) sangat sesuai untuk strategi pemeliharaan, yang dibatasi oleh faktor faktor geometrik perkerasan lama, dan kurang sesuai untuk perencanaan dengan masa pelayanan tertentu, misalnya 20 atau 30 tahun.

Faktor faktor geometrik perkerasan lama yang menjadi batasan penentuan ketebalan LBST (UTW) ialah : ketinggian dari lajur perkerasan yang berdampingan atau kurb dan gutter, ketebalan dari perkerasan aspal dan kedalaman dari garukan (milling). Sehingga perencanaan LBST (UTW) lebih bersifat merupakan proses evaluasi dari pada suatu proses perencanaan tebal lapisan. Dua faktor penting yang terlibat dalam penentuan evaluasi ini ialah:

- Kemampuan memikul beban, dan
- Masa pelayanan yang dihasilkan

Evaluasi kemampuan memikul beban, berupa tabel yang didasarkan analisa mekanistik yang komperhensif untuk LBST (UTW) dan korelasi terhadap kinerja yang telah didapat. Variabel yang bervariasi pada tabel tersebut adalah ketebalan lapis beton (h_1), ketebalan lapisan beraspal (h_2), jarak sambungan, kuat lentur rencana beton dan modulus reaksi tanah dasar dengan lapis pondasi (k).

Tabel 1 dan Tabel 2 seperti yang disajikan dibawah ini, bisa dipergunakan sebagai pedoman untuk evaluasi kemampuan jalan maupun tempat parkir yang menyatakan jumlah truk per lajur yang dapat dipikul dalam ribuan (total selama masa pelayanan) dari suatu analisa LBST (UTW) tertentu, yang meliputi dua katagori beban sumbu maksimum dan distribusi beban sumbu sebagai mana terlihat pada Tabel 3.

Tabel 1a
JUMLAH TRUK YANG DIJINKAN PER LAJUR (DALAM RIBUAN)
KATAGORI BEBAN SUMBU A ; k = 27 MPa

Kuat lentur rata rata MPa	Tebal aspal; h ₂ (cm)	h ₁ ; tebal LBST (UTW)					
		5 cm		7,5 cm		10 cm	
		Jarak sambungan					
		0,9 m	0,6 m	1,2 m	0,9 m	1,8 m	1,2 m
4,8	7,5	6	60	40	104	137	303
4,8	10	56	156	125	234	294	546
4,8	12,5	169	375	314	507	593	996
4,8	15 atau lebih	433	850	726	1083	1227	1919
5,5	7,5	24	77	90	158	273	458
5,5	10	81	193	201	321	478	825
5,5	12,5	213	422	428	625	858	1290
5,5	15 atau lebih	514	937	917	1282	1628	2360

Tabel 1b.
JUMLAH TRUK YANG DIJINKAN PER LAJUR (DALAM RIBUAN)
KATAGORI BEBAN SUMBU A ; k = 54 MPa

Kuat lentur rata rata MPa	Tebal aspal; h ₂ (cm)	h ₁ ; tebal LBST (UTW)					
		5 cm		7,5 cm		10 cm	
		Jarak sambungan					
		0,9 m	0,6 m	1,2 m	0,9 m	1,8 m	1,2 m
4,8	7,5	30	163	117	258	331	640
4,8	10	140	385	310	519	606	1045
4,8	12,5	384	842	664	1008	1099	1755
4,8	15 atau lebih	894	1722	1349	1952	2016	3062
5,5	7,5	70	208	221	374	577	915
5,5	10	201	484	436	715	912	1606
5,5	12,5	480	938	840	1222	1487	2190
5,5	15 atau lebih	1044	1884	1606	2265	2543	3658

Tabel 2a.
JUMLAH TRUK YANG DIJINKAN PER LAJUR (DALAM RIBUAN)
KATAGORI BEBAN SUMBU B ; k = 27 MPa

Kuat lentur rata rata MPa	Tebal aspal; h ₂ (cm)	h ₁ ; tebal LBST (UTW)					
		5 cm		7,5 cm		10 cm	
		Jarak sambungan					
		0,9 m	0,6 m	1,2 m	0,9 m	1,8 m	1,2 m
4,8	7,5	TD	29	1	38	8	136
4,8	10	15	90	43	122	98	299
4,8	12,5	90	228	167	301	273	593
4,8	15 atau lebih	259	528	428	671	639	1177
5,5	7,5	2	43	31	84	106	268
5,5	10	39	110	98	188	238	471
5,5	12,5	129	264	252	406	501	845
5,5	15 atau lebih	328	596	575	832	1006	1558

TD = Tidak Disarankan

Tabel 2b.
JUMLAH TRUK YANG DIJINKAN PER LAJUR (DALAM RIBUAN)
KATAGORI BEBAN SUMBU B; k = 54 MPa

Kuat lentur rata rata MPa	Tebal aspal: h_2 (cm)	h_1 ; tebal LBST (UTW)					
		5 cm		7,5 cm		10 cm	
		Jarak sambungan					
		0,9 m	0,6 m	1,2 m	0,9 m	1,8 m	1,2 m
4,8	7,5	TD	75	6	102	56	298
4,8	10	55	216	110	284	230	578
4,8	12,5	197	497	331	620	553	1076
4,8	15 atau lebih	511	1052	771	1221	1148	1915
5,5	7,5	9	111	79	197	266	551
5,5	10	101	261	221	398	502	875
5,5	12,5	277	573	495	778	922	1460
5,5	15 atau lebih	638	1178	1002	1481	1583	2418

TD = Tidak Disarankan

Beban sumbu maksimum untuk katagori beban A dan B

Tabel	Katagori beban sumbu	Beban Sumbu Maksimum (kips)	
		Sumbu tunggal	Sumbu tandem
1 a - 1 b	A	18	36
2 a - 2 b	B	26	44

Tabel 3.
DISTRIBUSI BEBAN SUMBU YANG DIGUNAKAN UNTUK
PEMBUATAN PERENCANAAN TABLE 1 A- 1 B, 2 A- 2 B

Beban Sumbu (kips)	Sumbu per 1000 truk	
	Katagori A	Katagori B
Sumbu Tunggal		
4	846,15	
6	369,97	
8	283,13	233,60
10	257,60	142,70
12	103,40	116,76
14	39,07	47,76
16	20,87	23,88
18	11,57	16,61
20		6,63
22		2,60
24		1,60
26		0,07
Sumbu tandem		
4	15,12	
8	39,21	47,01
12	48,34	91,15
16	72,69	59,25
20	64,33	45,00
24	42,24	30,74
28	38,55	44,43
32	27,82	54,76
36	14,22	38,79
40		7,76
44		1,16

Kategori beban sumbu A digunakan untuk meng evaluasi kemampuan memikul beban dari perkerasan dengan volume truk yang rendah, sedangkan kategori B ialah untuk perkerasan dengan volume truk nya yang menengah.

IV. PERENCANAAN SAMBUNGAN

Jarak sambungan yang pendek adalah merupakan hal penting bagi kinerja yang baik dari proyek LBST (UTW). Dengan jarak sambungan yang pendek, perilaku perkerasan seperti perkerasan dengan sistim blok, sehingga mengurangi tegangan lenting dan tegangan lentur akibat beban. Berdasarkan pengalaman akhir akhir ini disarankan jarak sambungan sekitar 12 sampai 15 kali ketebalan pelat. Sebagai contoh, untuk tebal pelat 5 cm jarak sambungan yang disarankan ialah antara 0,6 sampai 0,9 m; untuk tebal pelat 7,5 cm jarak sambungan 0,9 sampai 1,2 m; sedang untuk tebal pelat 10 cm jarak sambungan 1,2 sampai 1,8 m.

Seperti terlihat pada Gambar 3 dan 4, tegangan berkurang 25 sampai 50 persen pada jarak sambungan seperti yang direkomendasikan diatas.

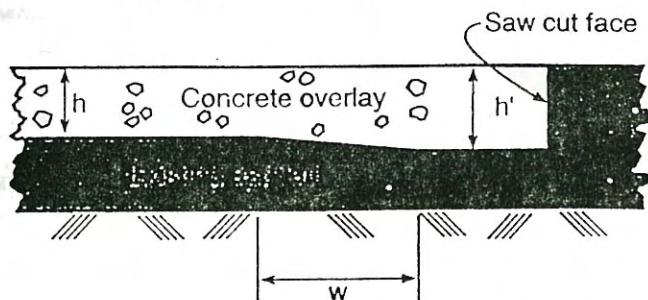
Pemasangan ruji (dowel), batang pengikat (tiebars), atau lidah-alur (key ways) pada perkerasan dengan tebal 10 cm atau lebih kecil adalah tidak praktis. Penyaluran beban didapat dari saling kunci agregat, yang diperkuat dengan jarak sambungan yang pendek dan daya dukung dari perkerasan lama. Dibandingkan dengan perkerasan konvensional, penyalur beban tidak begitu kritis bagi pelapisan ulang dengan beton dikarenakan perkerasan lama memberikan daya dukung yang sangat berarti untuk sambungan.

Pada LBST (UTW), penambahan ketebalan beton diperlukan pada peralihan ke jalan aspal. Bentuk dan ukuran peralihan yang disarankan diperlihatkan pada Gambar 5 untuk bagian melintang perkerasan, pada bagian akhir dari pelapisan ulang.

Bentuk dan ukuran yang sama digunakan pada tepi memanjang bagian luar jika lalu lintas akan sering melintas dari pelapisan beton ke perkerasan aspal disebelahnya.

Kedalaman sambungan pada pelat peralihan hendaknya tidak kurang dari satu per tiga ketebalan pelat.

Gambar 5.
PERALIHAN DARI LBST (UTW) KE PERKERASAN ASPAL YANG BERSEBELAHAN.



w = approx. 2 m (6 ft), extend over several slabs if necessary
h' = h + 75 mm (3 in.), minimum of 150 mm (6 in.)

V. BAHAN CAMPURAN BETON

Campuran beton untuk suatu proyek LBST (UTW) seringkali dipilih berdasarkan tuntutan untuk pembukaan lalu lintas. Pada LBST (UTW) ukuran maksimum agregat lebih kecil dibandingkan dengan perkerasan beton konvensional, disebabkan karena ketebalan LBST (UTW) yang lebih tipis. Perencanaan campuran sebagaimana perencanaan campuran yang normal termasuk semen, agregat kasar dan halus, bahan tambah (water reducers atau plasticizers), serat dan perbandingan air terhadap semen yang rendah. Bila serat dipergunakan pada campuran LBST (UTW), jumlah serat biasanya sesuai dengan type serat yang dipakai. Pada beberapa proyek, jumlah serat yang lebih tinggi dari normal biasanya juga dipergunakan.

Beton yang digunakan untuk LBST (UTW) umumnya beton dengan kadar semen yang tinggi atau campuran dengan kuat awal yang tinggi. Penyesuaian lainnya dalam campuran biasanya dilakukan untuk menghasilkan kuat tekan paling sedikit 20,0 MPa (3000 psi) pada umur 24 jam.

Jika kuat uji tekan dipergunakan untuk mengevaluasi kualitas beton, hubungan antara kuat lentur dan kuat tekan harus dicari guna perencanaan campuran dan penentuan dalam evaluasi daya dukung perkerasan beton itu sendiri.

Suatu pendekatan hubungan antara kuat lentur dan kuat tekan adalah:

$$MR = K \sqrt{f(c)}$$

dimana :

MR = Kuat lentur, (dalam MPa), dari pembebanan tiga titik

K = konstanta, biasanya antara 0,7 (untuk agregat bulat) dan 0,8 (untuk batu pecah)

f (c) = kuat tekan, (dalam MPa)

VI. EVALUASI KEMAMPUAN MEMIKUL BEBAN DARI SUATU PERKERASAN ASPAL YANG DILAPIS ULANG DENGAN LBST (UTW) :

Kondisi perkerasan aspal lama :

Modulus reaksi tanah dasar/lapis pondasi k=27 MPa/m
Tebal lapisan beraspal = 10 cm

Kekuatan beton, tebal lapis tambahan dan jarak sambungan :

Kuat lentur (flexural strength) beton = 4,8 MPa

Tebal lapis beton LBST (UTW) = 7,5 cm

Jarak sambungan = 1,2 m

Karakteristik lalu lintas :

Volume truk 40 kendaraan perhari

Kategori beban sumbu A

Dari Tabel 1 a, untuk nilai variable seperti diatas didapat kemampuan pelayanan = 125.000 truk. Perkiraan masa pelayanan dari jalan yang melayani 40 truk per hari per lajur adalah $=125.000 / (40 \times 365) = 8,6$ tahun.

Daftar Bacaan

1. American Concrete Pavement Association, "Whitetopping – State of The Practice".
2. Bryan Perrie, "Low Volume Concrete Road", Cement and Concrete Institute, Midrand, South Africa.
3. Canadian Portland Cement Association, "Thickness design for Concrete Highway and Street Pavements".
4. Departemen Pekerjaan Umum, "Pedoman Perencanaan Perkerasan Kaku (Beton Semen)".
5. Departemen Pekerjaan Umum, "Petunjuk Pelaksanaan Perkerasan Kaku (Beton Semen)".
6. Jose T. Balbo & Marcos P. Rodolfo., "Concrete requirements for ultra thin concrete overlays (whitetopping) for flexible pavements", Escola Politecnica – Universidade de Sao Paulo.

Penulis :

Furqon Affandi, Peneliti pada, Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi Balitbang Kimpraswil.