



PERBANDINGAN UMUR RENCANA ANTARA AC-MODIFIKASI DENGAN AC-KONVENSIONAL MENGGUNAKAN PROGRAM KEN LAYER

*Madi Hermadi
Siegfried*

RINGKASAN

Salah satu cara untuk memperkuat kekuatan struktural suatu sistem perkerasan beraspal yaitu dengan memodifikasi aspal sehingga memiliki sifat-sifat yang lebih baik. Retona adalah salah satu bahan (dibuat dari Asbuton) yang dapat digunakan untuk memodifikasi aspal. Namun sampai sejauhmana perkerasan beraspal modifikasi (AC-Modifikasi) ini lebih unggul dibanding perkerasan beraspal konvensional (AC-Konvensional), perlu dibuktikan secara teknis. Untuk maksud tersebut, pada tulisan ini akan disajikan hasil kajian perbandingan mutu antara AC-Modifikasi dengan AC-Konvensional. Kajian perbandingan mutu ini ditinjau dari segi umur perkerasan beraspal menggunakan program Ken Layer.

SUMMARY

One of the ways to increase the structural strength an asphalt pavement system is by modifying the asphalt in such the way that it will have better characteristic. Retona is a substance (made of Asbuton) that is used to produce the modified asphalt. However, how far the modified asphalt pevement (AC-Modidified) is better than conventional asphalt pavement (AC-Coventional), it should be technically proved. For that reason, this paper provides the result of comparation test between modified asphalt pavement and conventional asphalt pavement. The comparation tests are based on the life time of asphalt pavement using Ken Layer software.

I. PENDAHULUAN

Jalan sebagai sarana transportasi mempunyai kebutuhan untuk tahan baik secara struktural maupun fungsional. Secara struktural ketahanan ini diberikan dalam parameter umur rencana sistem perkerasan yang ada sehingga masih kuat untuk dilewati oleh lalu lintas. Sedangkan secara fungsional ketahanan ini diberikan dalam parameter kenyamanan berkendara bagi pengguna jalan yang melewati jalan tersebut. Kedua parameter ini harus saling mengisi untuk mempertahankan kelayakan dari suatu ruas jalan.

Kekuatan struktural suatu sistem perkerasan disumbangkan mulai dari tanah dasar, lapis pondasi bawah, lapis pondasi, maupun lapis permukaan. Pada perkerasan lentur salah satu tipikal bahan dari lapis permukaan adalah campuran beraspal yang memberikan sumbangan terbesar terhadap kekuatan struktural dari suatu sistem perkerasan.

Campuran beraspal secara garis besarnya terdiri atas bahan agregat (kasar, sedang, dan halus) dan aspal sendiri yang saling berinteraksi membentuk suatu lapisan perkerasan. Kalau dilihat lebih detail lagi, kekuatan struktural suatu campuran beraspal tentu juga merupakan sumbangan dari agregat dan aspal itu sendiri.

Dilihat dari sisi ini, para ahli mengambil kesimpulan bahwa untuk memperkuat kekuatan struktural suatu sistem perkerasan, salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah memperkuat sifat-sifat dari aspal itu sendiri dengan menggunakan teknologi bahan yang tersedia.

Saat ini, berbagai teknologi telah tersedia untuk meningkatkan sifat-sifat suatu jenis aspal. Teknologi tersebut bervariasi mulai dari peningkatan pola produksi dari aspal itu sendiri sampai dengan pencampuran bahan aspal dengan suatu bahan lain yang akhirnya menghasilkan suatu aspal dengan sifat-sifat yang lebih baik. Jenis aspal yang telah mengalami peningkatan sifat-sifat ini disebut dengan aspal modifikasi.

Aspal modifikasi dapat berupa aspal polimer, yaitu aspal yang ditambah suatu bahan polimer (elastomer atau plastomer) sehingga memiliki sifat yang lebih baik. Contoh dari aspal modifikasi jenis ini adalah Aspal karet, Styrelf, Cariphalt, Telkobex, Roadex. Selain ditambah polimer, aspal modifikasi juga dapat diperoleh dengan cara menambahkan suatu additive ke dalam aspal. Additive tersebut dapat berupa aspal alam seperti Retona, Gilsonit, Buton Granular Asphalt (BGA), Asbuton Active Filler (AAF), Buton Rock Asphalt (BRA), Trinidad Lake Asphalt (TLA), atau dapat juga berupa bahan

lainnya seperti Chemcrete dan Carbon Black. Pada tulisan ini, aspal modifikasi yang dikaji hanya aspal yang ditambah Retona sebanyak 10% dengan sistim penggunaan Retona dalam campuran beraspal adalah secara preblending.

Dalam perhitungan kekuatan struktural suatu campuran beraspal, parameter utama yang dipertimbangkan adalah besarnya modulus elastisitas dari campuran beraspal tersebut. Nilai modulus elastisitas ini bergantung dari beberapa faktor antara lain sifat-sifat aspal, agregat, pola pembebanan, dan faktor lainnya. Oleh karena itu, untuk menganalisis sampai sejauhmana keunggulan campuran beraspal yang menggunakan aspal modifikasi, parameter utama yang dipertimbangkan adalah modulus elastisitasnya. Sebagai pembanding, dianalisis juga dengan cara yang sama campuran beraspal yang menggunakan aspal pen 60 biasa (Ex. Pertamina).

Dalam tulisan ini, untuk menyederhanakan istilah, campuran beraspal yang menggunakan aspal modifikasi disebut AC-modifikasi sedangkan campuran beraspal yang menggunakan aspal pen 60 biasa disebut AC-Konvensional.

Pada prinsipnya, pengkajian keunggulan AC-Modifikasi dibanding AC-Konvensional, dilakukan dengan cara melihat umur rencana sistem perkerasan dalam mengakomodasi lalu lintas yang lewat. Perangkat perhitungan yang digunakan adalah program Ken Layer. Program ini merupakan program yang khusus dibuat untuk perhitungan perkerasan lentur (Huang, 1993).

II. SIFAT-SIFAT ASPAL, ASPAL MODIFIKASI, DAN AGREGAT

Aspal yang digunakan adalah aspal Pertamina Pen 60 Ex Cilacap. Sifat-sifat dari aspal jenis ini berupa Penetrasi, Titik Lembek, Titik Nyala, Viskositas, Berat Jenis dan sifat-sifat lainnya diberikan pada Tabel 1. Dilihat dari sifat-sifatnya, aspal Pertamina yang digunakan pada pengkajian ini memenuhi persyaratan aspal pen 60.

Aspal modifikasi dibuat dari aspal Pertamina ditambah Retona dengan perbandingan antara aspal dengan Retona adalah 9:1. Pembuatan aspal modifikasi ini dilakukan secara *pre-blending*, yaitu aspal dicampur terlebih dahulu dengan Retona sebelum dicampur dengan agregat untuk mendapatkan campuran beraspal. Sifat-sifat aspal modifikasi ini diberikan pada Tabel 2. Berdasarkan sifat-sifatnya, aspal modifikasi masuk pada persyaratan aspal jenis pen 40.

Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat yang berasal dari PT Kumagai-Kadi Karawang. Agregat ini terdiri dari 3 fraksi yaitu fraksi kasar, fraksi halus dan Abu Batu. Sifat dari masing-

masing agregat tersebut diberikan pada Tabel 3. Selain itu, pada tabel 3 juga terdapat sifat-sifat semen yang digunakan sebagai filler.

III. SIFAT-SIFAT CAMPURAN AC- MODIFIKASI DAN AC-KONVENSIONAL

Sifat-sifat campuran AC-Modifikasi dan AC-konvensional diberikan pada Tabel 4. Sifat-sifat yang diidentifikasi sesuai dengan dengan kebutuhan spesifikasi. Selain itu juga diidentifikasi parameter kedalaman alur (*rutting depth*) dengan menggunakan alat *Wheel Tracking Machine*. Parameter kedalaman alur ini digunakan sebagai acuan untuk prediksi dari deformasi plastis yang mungkin terjadi pada lapisan beraspal dari suatu sistem perkerasan.

Pada penelitian ini juga diukur modulus elastisitas dari kedua jenis campuran beraspal ini. Pengukuran modulus elastisitas menggunakan alat UMATTA (*Universal Materials Testing Apparatus*). Nilai modulus elastisitas ini akan digunakan sebagai salah satu input dalam perhitungan umur rencana pada penggunaan program Ken Layer.

Secara sepintas terlihat bahwa dengan penggunaan aspal buton jenis Retona terjadi peningkatan ketahanan campuran terhadap alur dibandingkan dengan campuran beraspal konvensional. Selain itu juga pada campuran beraspal modifikasi ini juga terdapat peningkatan besaran modulus elastisitas dibanding campuran beraspal konvensional.

IV. PROGRAM KEN LAYER

Program ini digunakan untuk perhitungan perkerasan lentur. Solusi yang digunakan dalam perhitungan dengan program Ken Layer ini didasarkan pada sistem linier elastis multi layer dengan beban yang berupa lingkaran (Huang, 1993).

Input yang digunakan pada program ini sama seperti program linier elastis umumnya yaitu berupa modulus elastisitas masing-masing lapisan perkerasan, beban luar, Poisson's ratio, tebal perkerasan, dan geometrik beban yang berupa jarak antar roda dan jari-jari beban. Selain itu persamaan *fatigue* maupun deformasi juga harus didefinisikan terlebih dahulu sebelum program ini dijalankan.

V. PERSAMAAN FATIGUE DAN DEFORMASI

Untuk menjalankan program Ken Layer seperti diterangkan sebelumnya diperlukan persamaan *fatigue* dan deformasi.

Persamaan fatigue yang diambil adalah berasal dari The Asphalt Institute dimana sistem perkerasan dianggap hancur apabila terdapat 20% daerah retak (AI, 1989). Hubungan ini diambil sebagai berikut :

$$N_f = 0.0796 (\xi_h)^{-3.291} (E)^{-0.854}$$

Keterangan :

N_f = jumlah repetisi sampai hancur

ξ_h = regangan tarik (micron)

E = modulus resilien

Sedangkan untuk kriteria deformasi diambil hubungan dari Transport and Road Research Laboratory dengan kriteria kedalam alur maksimum 0.4 inci. Hubungan itu diberikan sebagai berikut (AI, 1989):

$$N_f = 1.66 \times 10^{-10} (\xi_v)^{-4.32}$$

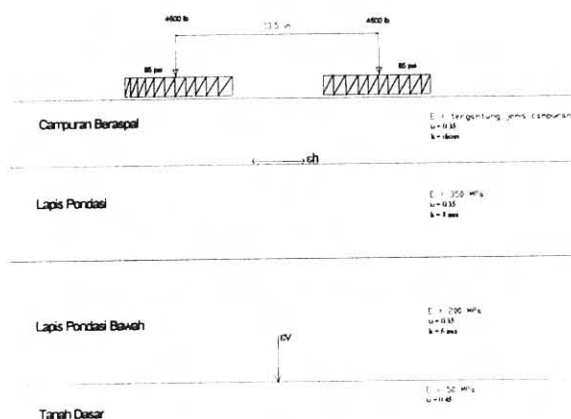
Keterangan:

N_f = jumlah repetisi sampai hancur

ξ_v = regangan tekan (micron)

VI. PEMODELAN PERKERASAN

Secara skematis pemodelan perkerasan diberikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pemodelan Sistem Perkerasan

6.1. Lapisan Perkerasan

Perkerasan dimodelkan sebagai suatu sistem dengan 3 lapisan yaitu lapis permukaan, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah. Lapis perkerasan terdiri atas campuran beraspal dengan modulus resilien sebesar 2266 MPa untuk campuran AC-Modifikasi dan 1364 MPa untuk campuran AC-Konvensional. Nilai kedua modulus ini didapat pada pengukuran 35 °C, dengan asumsi bahwa temperatur rata-rata perkerasan di Indonesia sepanjang tahun adalah 35 °C. Untuk Poisson's ratio diambil sebesar 0.35.

6.2. Lapis Pondasi

Lapis pondasi diambil dari Agregat Kelas A dengan modulus resilien sebesar 350 MPa. Poisson's ratio untuk lapis ini diambil sebesar 0.35. Tebal lapis pondasi 20 cm atau 5 cm lebih tinggi dari persyaratan minimum (minimum 15 cm) SKBI 1987 Spesifikasi Perencanaan Tebal Perkerasar Menggunakan Analisa Komponen.

6.3. Lapis Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah diambil dari agregat kelas B dengan modulus sebesar 200 MPa. Poisson's ratio sebesar 0.35 dan tebal diambil 15 cm atau 5 cm lebih tinggi dari persyaratan minimum (minimum 10 cm) SKBI 1987 Spesifikasi Perencanaan Tebal Perkerasan Menggunakan Analisa Komponen.

6.4. Tanah Dasar

Modulus tanah dasar diambil sebesar 50 MPa dengan Poisson's ratio sebesar 0.45

6.5. Konfigurasi Roda dan Beban Lalu Lintas

Roda kendaraan terdiri atas roda ganda (*dual tyres*) dengan jarak antar sumbu bidang kontak sebesar 34 cm (13.5 inci). Beban roda berbentuk lingkaran dengan diameter 21 cm (8.2 inci). Beban untuk masing-masing roda sebesar 4.1 kN (4500 lbs). Beban sebesar ini dan dengan diameter bidang kontak sebesar 21 cm memberikan tegangan kontak sebesar 580 kPa (85 psi).

VII. PERHITUNGAN, HASIL, DAN ANALISIS

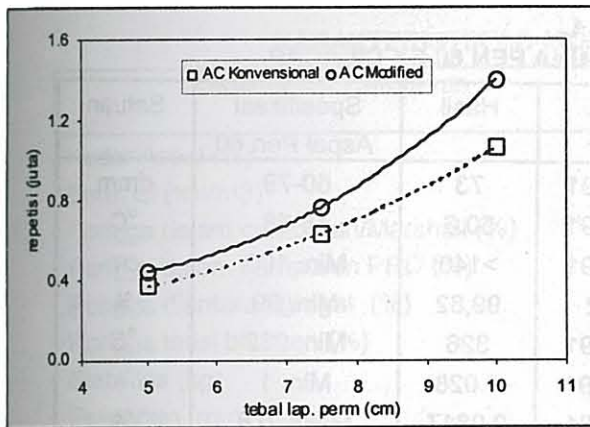
Untuk melihat perbedaan kinerja antara campuran AC konvensional dan AC modified dari sisi umur perkerasan, maka perhitungan dilakukan untuk 2 kondisi yaitu perencanaan perkerasan baru dan juga tebal lapis tambah.

7.1. Titik Kritis

Kriteria perencanaan perkerasan yang perlu diakomodasi adalah retak dan deformasi total. Retak disebabkan oleh perulangan regangan tarik pada bagian bawah lapis perkerasan beraspal. Sedangkan deformasi total disebabkan oleh perulangan regangan tekan pada bagian atas tanah dasar. Untuk itulah perlu dicari regangan / tegangan pada kedua titik kritis ini.

7.2. Perkerasan Baru

Untuk perkerasan baru, perhitungan dilakukan dengan mengambil tebal lapis permukaan masing-masing sebesar 5 cm, 7.5 cm, dan 10 cm. Hasil perhitungan untuk masing-masing jenis lapis permukaan diberikan pada Tabel 5 dan secara grafis ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Umur Rencana Antara AC-Modifikasi dengan AC-Konvensional Untuk Perkerasan Baru

Dari Gambar 2 dan Tabel 5 terlihat bahwa dengan menggunakan AC-Modifikasi pada ketebalan lapisan perkerasan 5 cm, 7,5 cm dan 10 cm terjadi penambahan umur perkerasan masing-masing sebesar 19%, 21% dan 32%. Hal ini dapat diterangkan bahwa dengan penggunaan campuran AC-Modifikasi yang mempunyai modulus resilien lebih besar maka penyebaran tegangan akan lebih banyak diserap oleh lapisan permukaan sendiri. Fenomena ini mengakibatkan regangan tekan yang timbul pada bagian atas tanah dasar akan lebih kecil yang selanjutnya akan memperpanjang umur perkerasan.

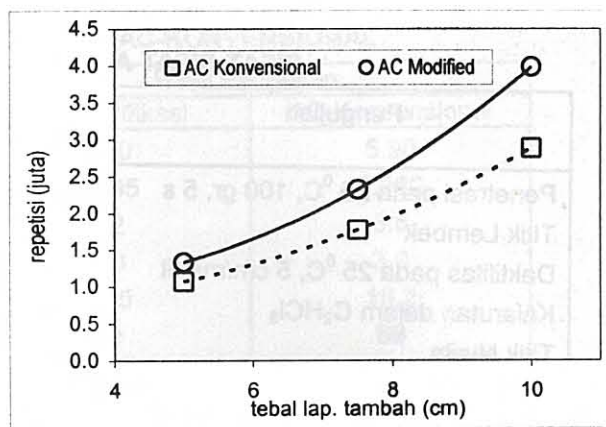
Gambar 2 dan Tabel 5 juga menunjukkan bahwa bertambah tebal lapisan permukaan maka akan bertambah besar tingginya penambahan umur perkerasan. Fenomena ini juga dapat diterangkan seperti yaitu dengan bertambahnya tebal lapis permukaan perkerasan yang lebih kaku akan menyebabkan bertambah tinggi porsi penyerapan tegangan oleh lapisan permukaan tersebut.

7.3. Lapis Tambah

Untuk perencanaan tebal lapis tambah, diambil tebal bervariasi sebesar 5 cm, 7.5 cm, dan 10 cm. Lapis permukaan perkerasan lama diambil tebal 5 cm dengan modulus resilien 1.500 MPa (217.391 psi). Komposisi lapis pondasi, pondasi bawah serta tanah dasar sama seperti perhitungan untuk perencanaan perkerasan baru.

Hasil perhitungan untuk masing-masing jenis lapis permukaan diberikan pada Tabel 6 dan Gambar 3.

Dari Gambar 3 dan Tabel 6 terlihat bahwa dengan menggunakan campuran AC-Modifikasi akan memperpanjang umur perkerasan seperti ditunjukkan dengan garis AC-Modifikasi yang berada diatas garis AC-konvensional. Besarnya penambahan umur perkerasan tersebut yaitu 24%, 31% dan 38% masing-masing untuk tebal perkerasan 5 cm, 7,5 cm dan 10 cm.



Gambar 3. Perbandingan Umur Rencana Antara AC-Modifikasi dengan AC-Konvensional untuk Lapis Tambah

Fenomena ini sama halnya dengan pada perencanaan perkerasan baru yang telah diterangkan sebelumnya.

VIII. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil antara lain :

- Penggunaan aspal modifikasi pada campuran AC akan menaikkan nilai modulus resilien dari campuran tersebut.
- Penggunaan campuran AC-Modifikasi untuk lapisan permukaan akan menaikkan umur rencana dari sistem perkerasan tersebut.
- Persentase dari penambahan umur rencana perkerasan akan bertambah besar dengan bertambah tebal nya lapis permukaan yang menggunakan campuran AC-Modifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

Huang YH, 1993. *Pavement Analysis and Design*, Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey.

AI, 1989. *The Asphalt Handbook*, Manual Series No. 4

Penulis :

- **Drs. Madi Hermadi, SSI.**; peneliti bidang prasarana transportasi di Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi. Badan Litbang Kimpraswil, Departemen Kimpraswil.
- **Dr. Ir. Siegfried, MSc.**; peneliti dan Kepala Seksi Program dan Pelayanan Teknik di Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi. Badan Litbang Kimpraswil, Departemen Kimpraswil.

Table 1.
SIFAT-SIFAT ASPAL PERTAMINA PEN 60 EX CILACAP

Pengujian	Standar	Hasil	Spesifikasi Aspal Pen 60	Satuan
Penetrasi pada 25 °C, 100 gr, 5 s	SNI 06-2456-91	73	60-79	dmm
Titik Lembek	SNI 06-2434-91	50.6	48-58	°C
Daktilitas pada 25 °C, 5 cm/menit	SNI 06-2432-91	>140	Min. 100	cm
Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃	ASTM D 2042	99,82	Min. 99	%
Titik Nyala	SNI 06-2433-91	326	Min. 232	°C
Berat Jenis	SNI 06-2488-91	1.028	Min. 1	-
Kehilangan berat (TFOT)	SNI 06-2441-91	0.0817	Maks. 0,8	%
Penetrasi (setelah TFOT)	SNI 06-2456-91	59	54	% awal
Daktilitas (setelah TFOT)	SNI 06-2456-91	>140	-	cm
Titik Lembek (setelah TFOT)	SNI 06-2434-91	51.6	-	°C
Perkiraan Suhu Pencampuran	AASHTO-27-90	158	-	°C
Perkiraan Suhu Pematatan	AASHTO-27-90	146	-	°C

Table 2.
SIFAT-SIFAT ASPAL MODIFIKASI (90% ASPAL PEN 60 + 10% RETONA)

Pengujian	Standar	Hasil	Spesifikasi Aspal Pen 40	Satuan
Penetrasi pada 25 °C, 100 gr, 5 s	SNI 06-2456-91	44	40-50	dmm
Titik Lembek	SNI 06-2434-91	55.4	48-58	°C
Daktilitas pada 25 °C, 5 cm/menit	SNI 06-2432-91	>100	Min. 100	cm
Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃	ASTM D 2042	95,94	Min. 99	%
Titik Nyala	SNI 06-2433-91	288	Min. 232	°C
Berat Jenis	SNI 06-2488-91	1.032	Min. 1	-
Kehilangan berat (TFOT)	SNI 06-2441-91	0.0422	Maks. 0,8	%
Penetrasi (setelah TFOT)	SNI 06-2456-91	61	58	% awal
Daktilitas (setelah TFOT)	SNI 06-2456-91	>100	-	cm
Titik Lembek (setelah TFOT)	SNI 06-2434-91	57.2	-	°C
Perkiraan Suhu Pencampuran	AASHTO-27-90	163	-	°C
Perkiraan Suhu Pematatan	AASHTO-27-90	150	-	°C

Keterangan: Persen kelarutan rendah karena Retona mengandung 40% mineral.

Tabel 3.
SIFAT-SIFAT AGREGAT EX PT KUMAGAI KADI, SEMEN DAN ABU BATU

No	Pengujian	Hasil			
		Agregat Kasar	Agregat Halus	Abu Batu	Semen
1	Berat Jenis				
	▪ Bulk	2.645	2.656	2.585	-
	▪ Jenuh	2.696	2.696	2.627	-
	▪ Apparent	2.789	2.765	2.699	2.314
2	Absorpsi, %	1.954	1.481	1.626	
3	Abrasi, %	21.8	-	-	-
4	Setara Pasir, %	-	-	60.4	-
5	Flakiness, %	17.3	10	-	-
6	Kelekatan thdp aspal, %	95+	-	-	-

Table 4.
KARAKTERISTIK AC-MODIFIKASI DAN AC-KONVENSIONAL

Karakteristik Campuran	Hasil Pengujian	
	AC-Modifikasi	AC-Konvensional
Kadar Aspal (%)	5.90	5.90
Berat isi (ton/m ³)	2.295	2.280
Rongga dalam campuran/Marshall (%)	5.2	5.5
Rongga dalam campuran PRD (%)	3.0	3.0
Rongga diantara agregat (%)	17.5	18.2
Rongga terisi bitumen (%)	70	69
Stabilitas (kg)	1180	950
Pelelehan (mm)	3.5	3.3
Marshall Quosien (kg/mm)	320	310
Stabilitas rendaman, (%)	98.7	89.4
Modulus Resilien 35 ^o C, (MPa)	2266.3	1364.3
Modulus Resilien 25 ^o C, (MPa)	6241.7	5244.7

Tabel 5.
UMUR RENCANA AC-KONVENSIONAL DAN AC-MODIFIED UNTUK PERKERASAN BARU

No	Tebal Lapis Permukaan (cm)	AC Konvensional		AC Modified		Penambahan Umur (%)
		Umur Rencana (repetisi)	Mode Kerusakan	Umur Rencana (Repetisi)	Mode Kerusakan	
1	5	370.000	Deformasi	440.000	Deformasi	19
2	7.5	630.000	Deformasi	780.000	Deformasi	21
3	10	1.060.000	Deformasi	1.400.000	Deformasi	32

Tabel 6.
UMUR RENCANA AC-KONVENSIONAL DAN AC-MODIFIED UNTUK LAPIS TAMBAH

No	Tebal Lapis Permukaan (cm)	AC Konvensional		AC Modified		Penambahan Umur (%)
		Umur Rencana (repetisi)	Mode Kerusakan	Umur Rencana (Repetisi)	Mode Kerusakan	
1	5	1.070.000	Deformasi	1.330.000	Deformasi	24
2	7.5	1.770.000	Deformasi	2.320.000	Deformasi	31
3	10	2.880.000	Deformasi	3.980.000	Deformasi	38