



PENGARUH BAHAN TAMBAH ASPAL ALAM (GILSONITE) TERHADAP SIFAT - SIFAT ASPAL DAN CAMPURAN BERASPAL

Wayan Dharmayasa

M. Sjahdanulirwan

RINGKASAN

Kerusakan jalan beraspal pada perkerasan lentur dewasa ini berupa retak kulit buaya, berlubang, dan pelepasan butiran halus, kemungkinan hal tersebut disebabkan oleh aspal sebagai lapis pengikat sudah mengalami penuaan (aging) akibat oksidasi, sehingga saat dilewati lalu-lintas berat perkerasan mudah menjadi retak karena tidak mampu mendukung beban lalu-lintas. Bentuk lain kerusakan akibat beban lalu-lintas adalah deformasi plastis.

Dari brosur & referensi yang ada banyak bahan tambah yang ditambahkan untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan dini dengan memperbaiki sifat-sifat aspal yang ada.

Salah satu bahan tambah tersebut adalah aspal alam produk luar.

Aspal alam produk luar dalam hal ini Gilsonite adalah aspal alam padat mengandung hidrokarbon, yang warnanya hitam mirip batubara atau aspal keras. Aspal alam produk luar dapat digunakan sebagai bahan tambah terhadap aspal, karena aspal alam tersebut mengandung filler dalam jumlah relatif sangat kecil dan resin dengan jumlah tertentu kemungkinan akan dapat meningkatkan ketahanan terhadap pengaruh suhu.

Berdasarkan pengkajian di laboratorium bahwa penambahan aspal alam produk luar (Gilsonite) sebanyak 7% berat kedalam aspal dapat meningkatkan ketahanan aspal terhadap pengaruh suhu dan Ageing Index.

Kinerja campuran dapat lebih meningkat dikarenakan adanya peningkatan terhadap nilai stabilitas Marshall yaitu dari 1625 kg menjadi 1850 kg. Demikian juga pengujian ketahanan alur dengan alat Wheel Tracking Machine (WTM) nilai stabilitas dinamis campuran meningkat dari 995 lintasan/menit menjadi 1792 lintasan/menit. Selain dapat meningkatkan stabilitas dinamis campuran, modulus kekakuan campuranpun meningkat pula, yaitu dari 2928 MPa menjadi 5362 MPa. Peningkatan nilai stabilitas Marshall, stabilitas dinamis, dan modulus kekakuan campuran selain dipengaruhi oleh bahan tambah aspal alam produk luar, juga sangat dipengaruhi oleh gradasi campuran agregat.

SUMMARY

The damage of paved road on flexible pavement nowadays, generally like crocodile crust cracks, hole and soft particle release, there was a possibility that the damage were caused by the aging of the asphalt as the binder layer, so when the pavement getting passed through by heavy traffic it became easily crack because it can not support the traffic load. Another type road damage due to traffic load as plastic deformation.

From the available brochure & reference there are additive material to adding for preventive become earlier a damage with to get better asphalt characteristics. One of the material additive mentioned is Gilsonite.

Imported natural asphalt in this case Gilsonite is a natural asphalt containing hydrocarbon, it has black appearance like coal or solid asphalt. Imported natural asphalt (Gilsonite) can be use as an additive on ordinary asphalt, because it containing filler in very small amount and resin could increase resistance to the temperature affect.

Based on laboratory study and analysis, that adding 7% of imported natural asphalt into ordinary asphalt, could increase asphalt resistance to temperature affect and decrease corrosion. The mixture performance could more improved because the increase of Marshall stability value from 1625 kg to 1850 kg. Thus with the Wheel Tracking Machine test which the value of mixture dynamic stability were increase from 995 tracks minute to 6300 tracks minute. The mixture stiffness modulus also increase from 2928 MPa to 5361 MPa. Besides affected by imported natural asphalt additive, the increase of Marshall stability value, dynamic stability, and mixture stiffness modulus were also extremely affected by the gradation form of the aggregate mixture.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Perkerasan jalan akan mengalami kerusakan setelah menjalani masa pelayanan tertentu. Masa pelayanan sangat ditentukan oleh kualitas suatu campuran, dimana kualitas campuran tergantung beberapa faktor, antara lain kualitas masing-masing bahan yaitu sifat – sifat fisik agregat, gradasi dan sifat fisik aspal.

Salah satu cara peningkatan kualitas campuran beraspal adalah dengan memperbaiki karakteristik campuran dengan meningkatkan sifat-sifat aspal sebagai bahan pengikat dan memperbaiki gradasi agregat dan juga dengan memberikan bahan tambah (additive).

Dari jenis bahan pengikat aspal yang ada dipasaran adakalanya titik lembek aspal berada dibawah atau pada batas minimum persyaratan titik lembek. Sehingga untuk meningkatkan nilai titik lembek aspal tersebut diperlukan bahan tambah. Selama ini dikenal berbagai jenis additive yang dapat digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan kualitas aspal, namun dalam pengkajian ini bahan tambah yang digunakan adalah jenis aspal alam produk luar negeri.

1.2. Tujuan penelitian

Tujuan penelitian adalah:

- Mengetahui pengaruh penambahan Gilsonite terhadap sifat fisik aspal minyak.
- Mengetahui pengaruh penambahan Gilsonite terhadap sifat fisik campuran beraspal menggunakan aspal minyak.

II. JENIS ASPAL BERDASARKAN PRODUKNYA

2.1. Aspal Alam

Ada beberapa jenis aspal alam yang dikenal diantaranya aspal gunung (pulau Buton) di Sulawesi Tenggara, aspal danau terdapat di Trinidad dan Gilsonite di Bonanza Utah Basin U.S.A dengan jumlah daerah penambangan sebanyak 11 buah. Gilsonite resin telah lama dikenal sebagai salah satu bahan perkuatan aspal dan bahan pengeras (hardening agent). Gilsonite resin adalah suatu bahan mineral hidrokarbon alami berwarna hitam kecoklatan dan sangat rapuh. Berdasarkan American Gilsonite Company bahwa Gilsonite mengandung asphaltene sebesar 70,9%, unsur maltene sebesar 27% dan oils sebesar 2%. Dengan demikian Gilsonite mempunyai kesamaan sifat yang sangat berpotensi dapat digunakan sebagai bahan tambah (additive) untuk tujuan meningkatkan kualitas sifat fisik aspal minyak. Perbedaan sifat kimia Gilsonite bila dibandingkan terhadap sifat kimia dari aspal hasil destilasi minyak bumi (aspal murni) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1.
PERBEDAAN SIFAT-SIFAT GILSONITE DAN ASPAL MURNI

Jenis pengujian	Gilsonite	Aspal murni
Tipe mineral	Asphaltine	Petroleum
Deposit	Deposit alam	Crude Oils
Komposisi kimia:		
Analisis elemen, %		
♦ Nitrogen	3,3	1,0
♦ Sulfur	0,3	3,0
Analisis komponen, %		
♦ Asphaltenes	71	25
♦ Maltenes (resin)	27	65
♦ Saturates (oils)	2	10

Americans Gilsonites Company

Berdasarkan Tabel 1, aspal murni lebih tahan terhadap oksidasi dikarenakan pada aspal murni terdapat persentase elemen sulfur lebih tinggi yang berfungsi sebagai bahan anti oksidasi dibandingkan terhadap aspal alam (Gilsonite), sedangkan aspal alam mempunyai daya lekat lebih kuat dikarenakan ada pengaruh persentase elemen Nitrogen yang lebih tinggi daripada aspal murni. Demikian juga bila ditinjau terhadap persentase kandungan komponen, aspal alam lebih banyak mengandung asphaltene sehingga aspal alam lebih keras daripada aspal murni.

2.2. Aspal buatan (aspal minyak)

Aspal minyak merupakan proses lanjutan dari residu hasil destilasi minyak bumi berwarna hitam atau coklat tua, pada suhu ruang berbentuk padat dan jika dipanaskan sampai sampai suhu tertentu aspal dapat menjadi lunak atau cair, sehingga dapat membungkus partikel agregat.

Aspal mempunyai fungsi sebagai bahan pengikat, yang memberikan ikatan kuat antara aspal dan agregat. Disamping berfungsi sebagai pengikat, aspal dapat berfungsi sebagai bahan pengisi rongga yang terjadi antara butir-butir agregat.

Komposisi aspal minyak terdiri dari asphaltene dan maltene. Asphaltene merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam heptane dan menurunkan nilai penetrasi atau mengeraskan aspal.

Maltene adalah unsur yang larut dalam heptane, merupakan cairan kental yang terdiri dari resin dan oils, sehingga dapat melunakkan aspal. Proporsi asphaltene, resin dan oils berbeda-beda sangat tergantung dari crude oil atau proses pembuatannya. Aspal supaya dapat berfungsi dengan baik harus mempunyai daya tahan terhadap pengaruh cuaca,

mempunyai adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat elastis yang baik pula.'

Sifat aspal ditentukan oleh sifat kimia dan sifat fisiknya. Perubahan dari komposisi kimia akan merubah sifat rheologi aspal. Adapun sifat kimia aspal sangat dipengaruhi oleh sifat komposisi kimia dan berat molekulnya.

Sifat fisik aspal buatan meliputi sifat kekerasan yang ditunjukkan dengan penetrasi dan sifat lunak ditunjukkan dengan titik lembek. Semua sifat-sifat ini diperlukan dalam pembuatan campuran beraspal, penghamparan dan pemadatan.

Kondisi temperatur dan lalu –lintas menentukan penggunaan aspal sebagai bahan pengikat. Untuk aspal yang lebih keras tidak dibutuhkan kepekaan terhadap suhu yang tinggi, karena titik lembek aspal tinggi.

Sifat fisik aspal ditunjukkan oleh kepekaan aspal terhadap suhu dengan angka Penetrasi Index (PI). PI aspal tidak tetap dan sangat tergantung kepada proses pembuatan serta bahan baku aspal. Bila aspal dihasilkan dengan cara Straight Run mempunyai PI lebih rendah daripada yang dihasilkan dengan cara blowing.

PI yang rendah menunjukkan bahwa aspal sangat peka terhadap perubahan suhu, sedangkan PI yang tinggi tidak peka terhadap perubahan suhu

Beberapa faktor akan mempengaruhi sifat-sifat aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran adalah sebagai berikut :

a. Penetrasi aspal

Salah satu sifat dari aspal yang tak kalah penting dari sifat-sifat lainnya adalah penetrasi; yaitu untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Untuk pelaksanaan pemeriksaan menggunakan prosedur SNI 03-2456-1991 atau AASHTO T 49 – 90. Adapun pemeriksaan dilakukan dengan memasukkan jarum penetrasi berdiameter 1mm dengan menggunakan beban seberat 50 gram sehingga diperlukan gerak seberat 100 gram (berat jarum + berat beban) selama 5 detik pada temperatur 25 °C

b. Titik lembek aspal

Titik lembek adalah suhu pada saat dimana aspal mulai menjadi lunak tidaklah sama pada setiap hasil produksi aspal walaupun mempunyai nilai penetrasi yang sama. Pemeriksaan titik lembek menggunakan cincin yang terbuat dari kuningan dan bola baja terletak dibawah cincin pada ketinggian tertentu, dan aspal akan jatuh sebagai akibat berat bola baja dan besarnya suhu.

c. Kekentalan (viskositas)

Viskositas adalah merupakan sifat mendasar dari aspal untuk memeriksa kekentalan aspal, dilakukan pada suhu 60 °C dan 135 °C. Suhu 60 °C adalah temperatur maksimum perkerasan selama masa pelayanan, sedangkan suhu 135 °C adalah temperatur

dimana proses pencampuran aspal yang umum dilakukan. Secara umum untuk menentukan perkiraan suhu pencampuran dan suhu pemadatan dilapangan dapat mengikuti AASHTO T 27-1990, yaitu suhu pencampuran pada suhu 170 Cst dan suhu pemadatan pada suhu 280 Cst.

d. Keawetan (durabilitas)

Keawetan adalah kemampuan aspal mempertahankan rheologi, kohesi dan adhesi selama masa pelayanan. Keawetan merupakan bagian dari kriteria kualitas aspal yang diidentifikasi sebagai faktor utama penyebab dari kerusakan campuran beraspal terletak pada oksidasi karena pengaruh lingkungan dan sinar matahari. Faktor utama yang harus diperhatikan dalam campuran beraspal untuk menunjang keawetan campuran adalah tebal film aspal yang melapisi permukaan agregat tidak kurang dari 8 mikron (persyaratan minimal spesifikasi campuran proyek dari buku volume III).

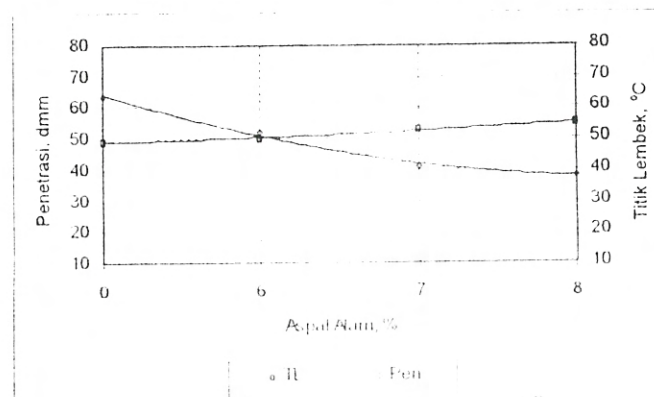
2.3. Sifat-sifat campuran aspal Pen 60/70 ditambah aspal alam

Aspal alam mengandung unsur hidrokarbon (asphaltene), maltene dan resin. Dalam unsur resin mengandung unsur nitrogen

Dengan menggunakan bahan tambah aspal alam produk luar (Gilsonite) yang mengandung Nitrogen tinggi akan dapat memberikan ketahanan terhadap perlawanan air, sehingga dapat mengurangi pelepasan butir dalam campuran beraspal. Oleh karena itu penggunaan aspal alam produk luar sebagai bahan tambah dapat memberikan ketahanan campuran beraspal terhadap pengaruh air.

Sifat fisik aspal yang ditambah aspal alam produk luar kecenderungan mengalami perubahan seperti nilai penetrasi, viskositas, titik lembek, dan titik nyala yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1.
PENGARUH PENAMBAHAN ASPAL ALAM (GILSONITE) TERHADAP PENETRASI DAN TITIK LEMBOK ASPAL
(Asphalt Modification Bulletin Gilsonite Resin), Mei, '90



III. METODE PENGKAJIAN

Metode pengkajian laboratorium yang dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu :

3.1. Pengujian sifat-sifat aspal asli dan aspal asli + aspal alam produk luar antara lain;

- Penetrasi sebelum dan sesudah kehilangan berat
- Titik lembek sebelum dan sesudah kehilangan berat
- Daktilitas sebelum dan sesudah kehilangan berat
- Titik nyala
- Kehilangan berat
- Berat jenis

3.2. Pengujian sifat fisik agregat

- Berat jenis curah (bulk)
- Berat jenis jenuh (saturated surface dry)
- Berat jenis semu
- Gradasi
- Soundness
- Abrasi
- Impact

3.3. Pengujian campuran

- Parameter Marshall
- Ketahanan terhadap deformasi dengan Wheel Tracking Machine
- Modulus resilient dengan UMMATA
- Berat jenis maksimum (Gmm)

IV. HASIL PENGUJIAN

4.1. Sifat-sifat aspal

Untuk melihat pengaruhnya sifat-sifat Aspal Keras Pen 60/70 yang tidak ditambah aspal alam produk luar serta yang ditambahkan aspal alam (Gilsonite) sebanyak 6%, 7%, dan 8% terhadap berat aspal telah dilakukan pengujian di laboratorium. Sifat-sifat fisik hasil pengujian dibandingkan terhadap sifat fisik aspal keras yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Data pada Tabel 2 menunjukkan beberapa ciri sebagai berikut :

Makin tinggi persentase penambahan Gilsonite terhadap aspal konvensional, makin rendah nilai penetrasi serta makin tinggi nilai titik nyala aspal. Demikian juga bila ditinjau dari nilai Penetrasi Index aspal, semakin tinggi penambahan aspal alam aspal menunjukkan lebih tidak peka terhadap pengaruh perubahan suhu. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan aspal alam dapat meningkatkan ketahanan deformasi akibat pengaruh suhu, sehingga penambahan aspal alam diperlukan suhu pencampuran dan pemadatan lebih tinggi dibandingkan terhadap suhu aspal konvensional.

Meskipun kehilangan berat nilainya kecil, baik aspal yang tidak ditambah aspal alam maupun yang ditambah aspal alam, namun pengaruhnya terhadap penetrasi dan titik lembek aspal adalah cukup nyata.

Tabel 2.
HASIL PENGUJIAN SIFAT-SIFAT ASPAL

No	Jenis pengujian	Hasil pengujian				Spesifikasi	
		0% AA	6%AA	7%AA	8%AA	60/70*	40/50**
1	Penetrasi, 0,1mm	64	52	41	38	60-79	40-50
2	Titik lembek, °C	49	50	53	55	48-58	51-63
3	Daktilitas, cm	>140	>140	>140	>140	> 100	> 100
4	Titik nyala, °C	320	324	328	330	> 200	> 200
5	Kehilangan berat (TFOT), %	0,02	0,03	0,03	0,03	< 0,8	< 0,8
6	Penetrasi stlh keh. brt, %	84	81	76	71	> 54	> 58
7	T. lembek stlh. Keh. brt, °C	51	57	58	60	-	-
8	Daktilitas stlh. Keh. Brt, cm	>140	>140	>140	>140	> 50	-
9	Berat jenis	1,023	1,027	1,027	1,029	> 1	> 1
10	Penetrasi Index (PI)	-1,0	-0,9	-0,70	0,60	-	-

AA = Aspal Alam

* = Spesifikasi aspal keras Pen 60/70 berdasarkan SNI-1737-1989-F

** = Spesifikasi Aspal Keras Pen 40/50 berdasarkan AASHTO M 20-90

4.2. Sifat-sifat agregat

Sesuai dengan analisa saringan (SNI 03-1968-1990F), bahwa gradasi masing-masing fraksi agregat, agregat gabungan dan persyaratan gradasi ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 2. Agregat gabungan diperoleh dengan mencampurkan 19% agregat halus, 46% agregat sedang dan 45% agregat kasar.

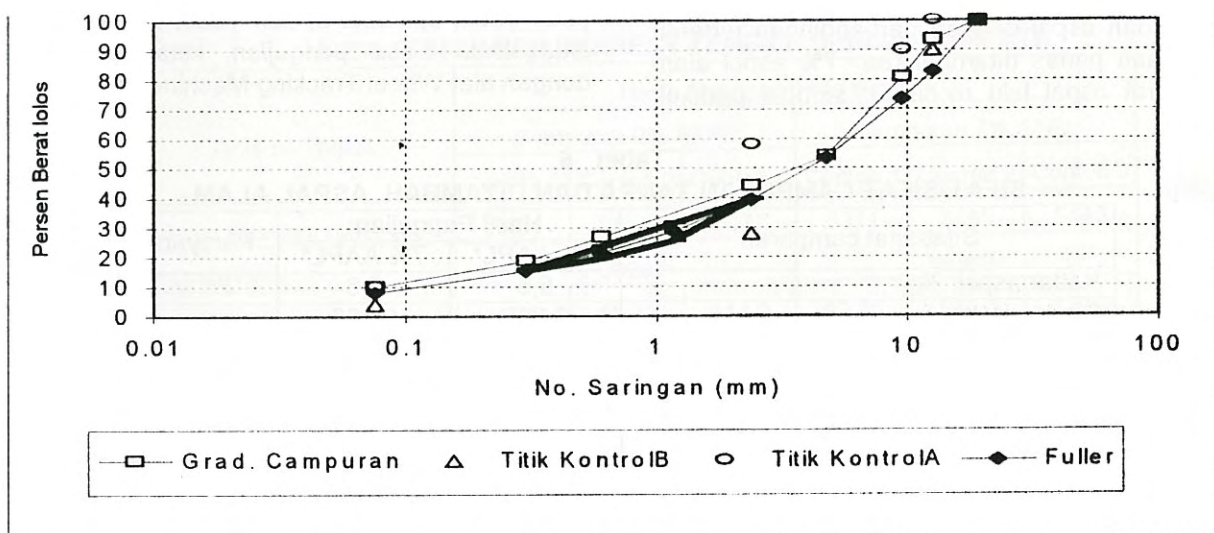
Pada Tabel 4 ditunjukkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan fraksi tertahan saringan no. 8 dan fraksi agregat yang lolos saringan no. 8 (fraksi agregat kasar dan fraksi agregat halus)

Tabel 3.
GRADASI AGREGAT DAN PERSYARATANYA

Ukuran Saringan	Kasar	Sedang	Halus	Gabungan	T. Kontrol*)	Restricted Zone
¾ inch (19,1 mm)	100			100	100	-
½ inch (12,5 mm)	40,1	100		93,4	90 – 100	-
3/8 inch (9,52 mm)	17,3	98,8	100	80,8	Mak 90	-
No. 4 (4,76 mm)	5,2	37,0	93,1	54,3	-	-
No. 8 (2,36 mm)	4,4	17,0	67,7	44,2	28 – 58	34,6 – 34,6
No. 16 (1,18 mm)	-	-	-	-	-	22,3 – 28,3
No. 30 (0,60 mm)	3,3	9,6	35,6	27,0	-	16,7 – 20,7
No. 50 (0,30 mm)	2,6	7,2	23,0	18,8	-	13,7 – 13,7
No. 200 (0,075 mm)	1,6	4,5	13,1	9,9	4 - 10	

*) Spesifikasi campuran beraspal panas, Direktorat Jaringan Jalan Nasional, 7 Juli 2000

Gambar 2
AGREGAT GABUNGAN DAN GRADASI MASING-MASING FRAKSI AGREGAT



Tabel 4.
BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT

Berat jenis dan penyerapan	Agregat kasar	Agregat halus	Persyaratan
Berat jenis curah (bulk)	2,659	2,656	Min. 2,5
Berat jenis jenuh (SSD)	2,705	2,709	-
Berat jenis semu (Apparent)	2,796	2,804	-
Penyerapan air	1,84	1,98	Mak. 3,0 %

4.3. Sifat-sifat campuran

Sifat fisik campuran beton aspal sangat dipengaruhi oleh homogenitas campuran. Untuk memperoleh homogenitas dan kemudahan pelaksanaan pencampuran diperlukan aspal mempunyai viskositas tertentu dengan cara pemanasan atau meningkatkan suhu aspal. Nilai viskositas aspal yang dapat memudahkan pelaksanaan pencampuran diperoleh dengan cara pemeriksaan dilaboratorium dengan membuat suatu grafik hasil pemeriksaan viskositas antara suhu 120 °C sampai 200 °C dengan interval 20 °C.

4.3.1. Temperatur pencampuran

Temperatur pencampuran ditetapkan berdasarkan nilai viskositas dari bahan pengikat yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran beton aspal. Berdasarkan grafik hubungan antara nilai viskositas dan suhu dari hasil pemeriksaan viskositas aspal yang ditambah 7% aspal alam, ditarik garis mendatar pada skala viskositas 170 Centi Stokes hingga memotong grafik viskositas hasil pemeriksaan. Dalam hubungan ini didapat suhu pencampuran pada suhu 170 °C.

4.3.2. Cara pencampuran

Agregat dengan proporsi tertentu dipahaskan sampai suhu 175 °C dan aspal dipanaskan sampai suhu 170 °C. Agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dalam keadaan panas ditambahkan 7% aspal alam terhadap berat aspal lalu dicampur sampai partikel

agregat terselimuti aspal merata dengan suhu pencampuran sebesar 170 °C.

4.3.3. Temperatur pemadatan

Dari grafik hasil pemeriksaan viskositas ditarik vidkositas pada 280 Centi Stokes dan dipotongkan pada grafik, didapat suhu pemadatan campuran pada temperatur 156 °C.

Bahan pengikat yang digunakan pada pembuatan campuran adalah aspal minyak konvensional yang tidak ditambah aspal alam serta ditambahkan 7% aspal alam produk luar. Pemilihan kadar aspal alam produk luar sebesar 7% didasarkan atas hasil pengujian sifat-sifat aspal yang ditambah aspal alam produk luar, dimana pada kadar aspal alam produk luar 7%, bahan pengikat mempunyai sifat-sifat yang memenuhi persyaratan Aspal Keras Pen 40/50.

Berdasarkan pengujian Marshall (2x75 tumbukan) serta nilai rongga pada kepadatan mutlak (refusal) kandungan aspal optimum yang diperoleh adalah 5,6%, baik untuk campuran yang menggunakan aspal yang tidak ditambah aspal alam produk luar maupun untuk campuran yang menggunakan aspal yang ditambahkan 7% aspal alam produk luar.

Sifat-sifat campuran berdasarkan pengujian Marshall, Wheel Tracking Machine dan UMMATA ditunjukkan pada Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7. Pada Gambar 3 ditunjukkan hasil pengujian ketahanan deformasi dengan alat Wheel Tracking Machine (WTM).

Tabel 5.
SIFAT-SIFAT CAMPURAN TANPA DAN DITAMBAH ASPAL ALAM

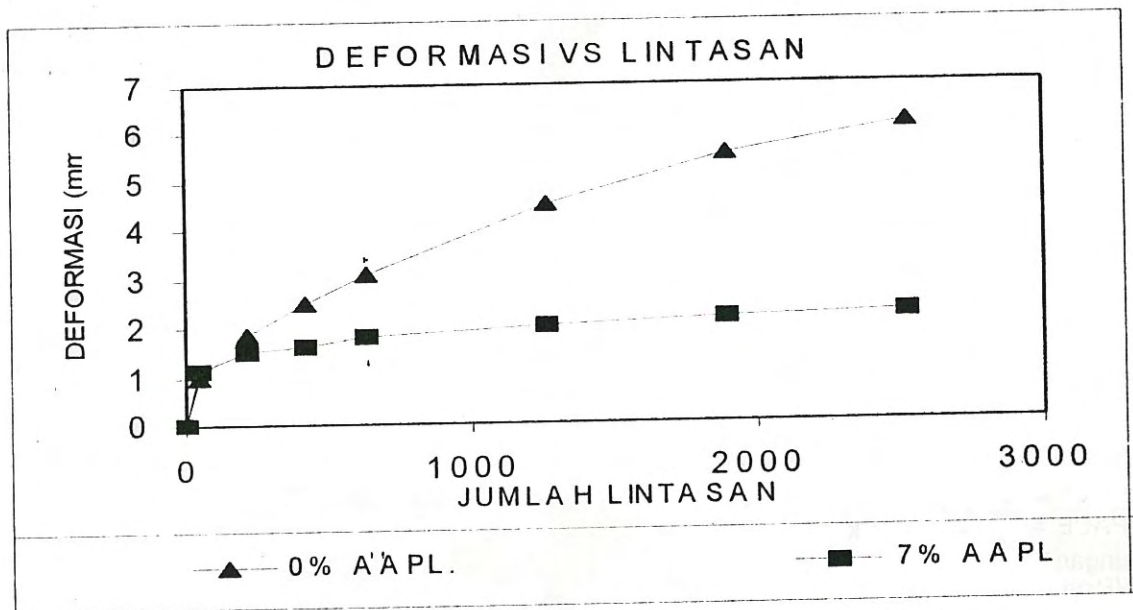
Sifat-sifat campuran	Hasil Pengujian		Persyaratan
	0% AAPL*	7% AAPL*	
Kadar aspal, %	5,6	5,6	-
Berat isi, t/m ³	2,380	2,360	-
Rongga dalam agregat (VMA), %	15,50	16,60	Min.15
Rongga dalam campuran (Refusal), %	3,00	3,10	3 – 5
Rongga Terisi Aspal (VFB), %	70	69	Min. 65
Stabilitas, kg	1625	1850	Min. 800
Kelelahan, mm	3,70	3,30	Min. 2
Hasil Bagi Marshall	480	580	Min. 200
Stabilitas sisa, %	79,90	88,60	Min. 75

*) AAPL = Aspal alam produk luar

Tabel 6.
KECEPATAN DEFORMASI BERDASARKAN PENGUJIAN MENGGUNAKAN ALAT WHEEL TRACKING MACHINE

Jumlah Lintasan	Waktu (menit)	Hasil pengujian	
		0% AAPL	7% AAPL
0	0	0,00	0,00
42	1	0,98	1,11
210	5	1,86	1,52
420	10	2,52	1,60
630	15	3,07	1,79
1260	30	4,49	2,00
1890	45	5,52	2,13
2520	60	6,15	2,23
Kecepatan deformasi (mm/mnt)		0,042	0,0067
Stabilitas dinamis (lint/mm)		995	6300

Gambar 3.
HUBUNGAN DEFORMASI PERMANEN VS JUMLAH LINTASAN



Tabel 7.
HASIL PENGUJIAN INDIRECT TENSILE DENGAN UMMATA

Jenis pengujian	Hasil pengujian pada suhu 25 °C					
	Campuran 0% AAPL			Campuran 7% AAPL		
	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3
Modulus Resilient (MR), mPa	2724	2983	3077	5371	5565	5149
Rata-rata (MR)	2928			5362		
Standar deviasi	107,2	68,73	114,3	99,86	144,3	139,7

Pada Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7 terlihat bahwa dengan kadar aspal 5,6% (terhadap berat total campuran) serta proporsi agregat sebagaimana disebutkan pada Butir 3.2 dan dengan penambahan 7% aspal alam produk luar memberikan campuran lebih kokoh dilihat dari nilai Stiffness modulus. Juga terlihat bahwa stabilitas Marshall, dianggap mencerminkan kekuatan yang relatif meningkat 13,8%

4.4. Analisa Biaya

Berdasarkan proporsi campuran diatas bila dikaitkan terhadap penggunaan beberapa jenis bahan tambah dan tipe aspal dalam campuran sudah barang tentu akan mempengaruhi harga satuan dari campuran. Pada pembahasan ini harga bahan diperkirakan sebagai berikut (data bulan Oktober 2001) :

Jenis material	Harga material
Agregat kasar (split)	Rp. 50.000,00/m ³
Agregat screen	Rp. 50.000,00/m ³
Abu batu	Rp. 45.000,00/m ³
Aspal ex. Pertamina	Rp. 2.000,00/m ³
Gilsonite	Rp. 9.000,00/kg
Asbuton	Rp. 500,00/kg

Dengan proporsi campuran diatas, analisa harga campuran sangat dipengaruhi oleh harga dasar dari masing-masing material. Dalam hal ini akan dicoba membandingkan biaya untuk satu ton campuran diluar sewa alat dan upah. Untuk biaya satu ton campuran sangat ditentukan oleh jenis bahan pengikat dan bahan tambah yang digunakan, dalam hal ini dicoba bahan sebagai berikut :

1). Pengikat menggunakan aspal ex. Pertamina

Biaya bahan:

Split	= 0,2447 m ³ x Rp. 50.000,00	= Rp.	12.235,00
Screen	= 0,2974 m ³ x Rp. 50.000,00	= Rp.	14.870,00
Abu batu	= 0,118 m ³ x Rp. 45.000,00	= Rp.	5.310,00
Aspal	= 55 kg x Rp. 2.175,00	= Rp.	119.625,00
Total		= Rp.	152.040,00

2). Pengikat menggunakan aspal ex. Pertamina + 7%

Gilsonite Biaya bahan:

Split	= 0,2447 m ³ x Rp. 50.000,00	= Rp.	12.235,00
Screen	= 0,2974 m ³ x Rp. 50.000,00	= Rp.	14.870,00
Abu batu	= 0,118 m ³ x Rp. 45.000,00	= Rp.	5.310,00
Aspal	= 51,5 kg x Rp. 2.175,00	= Rp.	111.251,00
Gilsonite	= 3,85 kg x Rp. 9.000,00	= Rp.	34.650,00
Total		= Rp.	178.316,00

Dari perhitungan diatas terlihat bahwa campuran aspal dengan 7% Gilsonite menjadi lebih mahal daripada campuran aspal tanpa Gilsonite.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengkajian yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh adalah :

- Penambahan aspal alam produk luar terhadap aspal konvensional, ternyata menurunkan penetrasi serta meningkatkan titik lembek. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan aspal alam produk luar mengakibatkan aspal menjadi lebih kaku ditunjukkan dengan nilai Penetrasi Index. Disamping itu, penambahan aspal alam produk luar dapat mengakibatkan campuran lebih tahan terhadap deformasi dan disisi lain dapat meningkatkan titik nyala yang mencerminkan terhadap aspal lebih aman terhadap pemanasan seperti ditunjukkan pada Tabel 2.
- Dengan penambahan aspal alam produk luar sebanyak 7% berdasarkan hasil pengujian Wheel Tracking Machine dapat meningkatkan ketahanan deformasi sebesar 6,3 kali, dan kecepatan deformasi sebesar 0,16 kali, begitu juga modulus resilient campuran meningkat dari 2928 mPa menjadi 5362 mPa atau meningkat sekitar 83%. Dengan adanya peningkatan sebesar 83% berarti campuran dengan menggunakan bahan tambah

7% aspal alam lebih tahan terhadap deformasi dan dapat mendukung beban lalu-lintas berat.

- Sehubungan pada beberapa Proyek Peningkatan Jalan terutama Poyek Heavy Loaded mengeluarkan spesifikasi untuk stabilitas dinamis campuran harus lebih besar dari 3000 lintasan/mm, maka dengan menggunakan bahan tambah aspal produk luar sebesar 7% terhadap aspal dapat memenuhi persyaratan syabilitas dinamis(> 3000 lintasan/mm).
- Ditinjau dari biaya, campuran aspal dengan 7% Gilsonite lebih mahal 17,3% daripada campuran aspal tanpa Gilsonite, tetapi juga diimbangi dengan nilai kekuatan/ stiffness modulus yang relatif meningkat sebesar 13,8%. Namun hal yang lebih penting, seperti yang diuraikan diatas, adalah dipenuhinya persyaratan ketahanan terhadap deformasi plastis.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas, Pedoman Teknis Departemen Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Nopember 1997.
- 2) Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston No. 13/PT/B/1983) Bina Marga, Departemen PU.
- 3) Asphalt Institute (1995), Mix Design Method For Asphalt Concrete and Other Hot-Mix Types, Manual Series <S-2, Sedisi 6, The Asphalt Institute, College Park, Maryland.
- 4) Buletin Gilsonite Resin Asphalt Modification (Pt. United Chemicals Inter Aneka 22 Februari 1991.
- 5) Modification of Bitumen Using Gilsonite Progress Report March, 1987.
- 6) Shell Bitumen" The Shell Bitumen Hand Book" Shell Bitumen, UK, 1990.
- 7) Campuran Hot Mix dengan Asbuton Active Filler (AAF) Research and Development PT. Hutama Prima, 1999

Penulis :

- Wayan Dharmayasa, ST, Staf Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi.
- Dr. Ir. M. Sjahdamulirwan, MSc, Ahli Peneliti Muda Bidang Teknik Jalan, dan Kepala Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi