

Evaluasi Karakteristik Aspal Karet Alam Padat (AKAP) Hasil Penyimpanan Jangka Panjang Dibandingkan Aspal Penetrasi 60-70 dan Aspal PG 70

Adhi Bukhari Hernowo Putra*, Hotma Antoni Hutahaean

Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi,
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Sudirman 51, Jakarta 12930

Article Info

Article history:

Received
7 July 2026

Accepted
12 July 2026

Keywords:
Asphalt, Rubber,
Properties

Abstract

Indonesia is the second largest producer of natural rubber. In today's technology, natural rubber as a part of polymer material can be utilized in enhancing asphalt properties. Based on research conducted on rubber mix asphalt with a weight of 155 kg drum sourced from Lampung existing stocks produced in 2021 and adhering to Bina Marga General Specification Year 2018 2nd revision, rubber mix asphalt has better characteristics than penetration 60-70 asphalt but perform worse compared to performance grade asphalt 70. Penetration value of tested rubber asphalt material reached 55 which shows the rubber asphalt material has better hardness than asphalt penetration 60-70. However, testing for the dynamic shear temperature on oscillation 10 rad/second for the rubber asphalt only reached 67.5°C with the dynamic shear temperature tested on residual RTFOT decreased to 64.5°C that shows the resiliency for rutting is lower for rubber asphalt compared to asphalt PG 70. Storing rubber asphalt for a periode of 4 years still fulfil minimum criteria required by specification however durability towards dynamic shear deformation decreased significantly.

Info Artikel

Histori Artikel:

Diserahkan:
7 Juli 2026

Diterima:
12 Juli 2026

Kata Kunci:
Aspal, Karet,
Properties

Abstrak

Indonesia adalah negara produsen karet terbesar kedua di dunia. Dengan teknologi yang ada saat ini, karet alam yang merupakan bagian dari material polimer dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan karakteristik aspal. Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan pada material aspal karet yang diperoleh dari stok eksisting di Provinsi Lampung berupa 1 drum aspal karet seberat 155 kg produksi tahun 2021 dengan mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 revisi 2, material aspal karet memiliki sifat – sifat karakteristik yang lebih baik daripada aspal penetrasi 60-70 namun kurang baik dibandingkan aspal modifikasi Performance Grade (PG) 70. Nilai penetrasi aspal karet yang diuji memiliki nilai 55 yang menunjukkan aspal karet yang diuji memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan aspal penetrasi 60-70. Namun demikian temperatur geser dinamis aspal karet pada osilasi 10 rad/detik hanya mencapai 67,5°C dengan pengujian temperatur geser dinamis pada pengujian residu hasil RTFOT menurun menjadi 64,5°C sehingga ketahanan aspal karet terhadap deformasi alur lebih rendah daripada aspal PG 70. Penyimpanan aspal karet dalam jangka waktu 4 tahun secara umum masih memenuhi persyaratan minimal sesuai spesifikasi namun demikian ketahanan terhadap deformasi geser dinamis turun cukup signifikan.

*Corresponding author. Adhi Bukhari Hernowo Putra
Email address: adhi.bukhari@yahoo.co.id

1. PENDAHULUAN

Indonesia walaupun negara kepulauan merupakan salah satu negara dengan jaringan jalan terpanjang di dunia yang mencapai 546.725 km (Badan Pusat Statistik, 2024). Panjangnya jaringan jalan di Indonesia tidak terlepas dari luasnya wilayah Indonesia yang merupakan negara terbesar se Asia Tenggara. Namun demikian panjangnya jaringan jalan di Indonesia merupakan tantangan tersendiri dalam pemeliharaannya dimana Pemerintah harus mengalokasikan anggaran yang cukup besar setiap tahunnya.

Pemeliharaan jalan menjadi beban keuangan yang cukup besar bagi Pemerintah, apalagi sebagian besar material untuk pemeliharaan jalan seperti aspal yang merupakan produk turunan minyak bumi masih banyak diimpor dari luar negeri. Sebetulnya Indonesia memiliki alternatif material pemeliharaan jalan seperti aspal buton (asbuton) yang hanya ditemukan di Indonesia dan memiliki cadangan yang sangat besar mencapai 663 juta ton (Asmaasyi, 2026) serta aspal karet yang merupakan turunan produk karet alam SIR 20. Potensi pemanfaatan asbuton dan aspal karet dapat menjadi sumber pendapatan baru bagi Pemerintah karena stoknya yang berlimpah di alam dan kebutuhan dalam negeri yang masih dapat terpenuhi dengan baik sehingga sisanya berpotensi menjadi bahan ekspor ke luar negeri.

Proses produksi aspal karet untuk dimanfaatkan di dalam kegiatan pemeliharaan jalan saat ini mengacu pada Spesifikasi Khusus Interim Bina Marga nomor SKh-2.M.04 tahun 2022 tentang Aspal Karet Alam Padat (AKAP). Persyaratan karakteristik minimal AKAP diatur di dalam spesifikasi tersebut dimana AKAP harus memiliki persyaratan minimal seperti aspal *performance grade* (PG) 70 atau 76. Proses penyimpanan aspal karet pun diatur di dalam spesifikasi tersebut dimana AKAP dapat dikemas dalam drum atau diangkut langsung dengan mobil tangki aspal.

Permasalahan yang ada saat ini adalah sejauh mana perubahan karakteristik aspal karet yang telah disimpan cukup lama dalam drum sebelum digunakan dalam pekerjaan pemeliharaan jalan terutama terkait dengan kekuatan dan ketahanan aspal tersebut terhadap deformasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sifat – sifat karakteristik (*properties*) dari material aspal karet yang disimpan cukup lama di gudang seperti nilai penetrasi dan nilai ketahanan temperatur geser dinamis untuk menentukan apakah material tersebut masih layak digunakan untuk pemeliharaan jalan dibandingkan dengan karakteristik standar aspal penetrasi 60-70 dan aspal PG 70. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menggambarkan perubahan karakteristik aspal karet yang disimpan dalam drum untuk waktu cukup lama.

2. METODE PELAKSANAAN

Perkerasan berbahan utama aspal atau perkerasan lentur adalah perkerasan jalan dengan campuran agregat halus, agregat kasar dan aspal (bitumen). Karena sifatnya yang lentur namun memiliki ketahanan cukup tinggi, perkerasan lentur sering digunakan di dalam pekerjaan pembangunan jalan ataupun pemeliharaan jalan. Pekerjaan konstruksi jalan dengan menggunakan perkerasan lentur (aspal) dianggap lebih murah, lebih cepat dan lebih mudah dibandingkan perkerasan kaku (beton semen).

Aspal dapat dibedakan menjadi aspal yang terbentuk secara alami di alam seperti aspal buton dan aspal yang diciptakan melalui produk turunan distilasi minyak bumi. Sebagian besar aspal yang digunakan di dunia saat ini adalah produk turunan minyak bumi sehingga harga aspal di pasaran pun sangat terpengaruh oleh perubahan harga minyak bumi.

Aspal yang ditemukan secara alami di alam merupakan hasil dari proses kimiawi sisa – sisa makhluk hidup yang hidup 360 juta tahun yang lalu pada zaman *carboniferous* yang

sudah tertimbun oleh berbagai lapisan sedimen alami sehingga mengalami tekanan yang sangat besar dan akhirnya bertransformasi menjadi kerosen, minyak bumi dan aspal pada masa sekarang. Umumnya aspal alami ini ditemukan pada kedalaman yang cukup dalam di bawah lapisan tanah bumi sehingga memerlukan biaya yang sangat besar untuk mengekstraksinya (Highways Today, 2021). Aspal buton yang ada di Indonesia adalah salah satu daerah di bumi ini dimana aspal alaminya cukup mudah ditemukan di permukaan.

Aspal hasil distilasi minyak bumi merupakan aspal yang dihasilkan dari proses pemisahan fraksi ringan minyak bumi dengan fraksi beratnya melalui proses distilasi. Fraksi ringan minyak bumi seperti bensin, naphta, dan solar dihasilkan pada kolom distilasi. Sementara itu fraksi berat minyak bumi yang tersisa pada dasar kolom distilasi dinamakan *vacuum bottom* (VB). VB merupakan bahan dasar dari pembuatan bitumen (aspal mentah). Bitumen dihasilkan dengan menyaring VB melalui proses distilasi lebih lanjut untuk menghilangkan keseluruhan fraksi ringan. Tekanan dan suhu yang dikendalikan ditambahkan pada proses distilasi tersebut untuk menghasilkan bitumen dengan beragam derajat kekerasan. Proses modifikasi tekanan dan suhu inilah yang menghasilkan bitumen (aspal mentah) dengan karakteristik beragam seperti aspal *penetration grade*, aspal *viscosity grade*, dan aspal emulsi (Highways Today, 2021).

2.1 Perkerasan Aspal Penetrasi

Aspal yang digunakan di dalam pembangunan jalan ataupun pemeliharaan jalan di Indonesia umumnya disebut perkerasan aspal atau perkerasan lentur. Acuan yang umum digunakan untuk menentukan tingkat kekerasan perkerasan aspal di Indonesia adalah tingkat penetrasi aspal tersebut dengan mengacu pada SNI 8135:2015. Ada lima kelas penetrasi yang dikenal di Indonesia berdasarkan SNI tersebut yaitu penetrasi 40 – 50, penetrasi 60 – 70, penetrasi 85 – 100, penetrasi 120 -150, dan penetrasi 200 – 300 (Badan Standarisasi Nasional, 2015).

Semakin rendah penetrasi maka semakin kaku dan tinggi viskositasnya. Perkerasan dengan aspal penetrasi rendah akan lebih tahan terhadap deformasi permanen seperti alur (*rutting*) akibat beban kendaraan berat pada temperatur tinggi, namun lebih rentan terhadap retak lelah (*fatigue crack*) karena sifatnya yang lebih getas. Sementara perkerasan dengan aspal penetrasi tinggi akan lebih berisiko mengalami alur pada suhu udara tinggi namun lebih ekonomis untuk diterapkan pada jalan dengan lalu lintas rendah.

Penetrasi berdasarkan SNI 2456: 2011 adalah kekerasan yang dinyatakan sebagai kedalaman masuknya jarum penetrasi standar secara vertikal yang dinyatakan dalam satuan 0,1 mm pada kondisi beban, waktu dan temperatur yang diketahui (Badan Standarisasi Nasional, 2011). Apabila tidak ditentukan maka standar pengujian penetrasi adalah pada temperatur 25°C, berat 100 gram dan waktu pengujian 5 detik. Angka penetrasi kemudian diperiksa ketika beban diberikan pada sampel benda uji aspal sesuai standar tersebut. Semakin tinggi nilai penetrasi maka semakin lunak aspal tersebut.

Pada umumnya aspal yang digunakan pada perkerasan jalan di Indonesia adalah aspal dengan nilai penetrasi 60 – 70 (aspal pen 60 – 70). Tingkat penetrasi sebesar itu sudah dianggap memadai untuk iklim di Indonesia yang bersifat tropis dengan suhu permukaan jalan yang cukup tinggi.

2.2 Aspal Karet

Indonesia adalah produsen karet alam terbesar kedua di dunia setelah Tailan, dimana per tahun 2023 Indonesia menghasilkan 2.651.000 ton karet sementara Tailan menghasilkan 4.707.000 ton karet alam (Indonesia Investments, 2024). Sebagian besar karet alam

dihasilkan di negara – negara Asia Tenggara dikarenakan pohon karet memerlukan suhu tinggi yang konstan (26 – 32°C) (Indonesia Investments, 2024).

Pandemi COVID-19 selama tahun 2020 – 2023 yang melanda Indonesia menyebabkan harga karet alam terutama di kalangan petani turun cukup tajam karena *demand* pasar yang rendah. Pemerintah saat itu memutuskan untuk melakukan intervensi dengan membeli karet alam dari petani dan memanfaatkannya sebagai bahan campuran aspal dalam pemeliharaan jalan nasional guna menjaga harga karet di petani tetap stabil.

Pemanfaatan zat tambahan berbasis polimer seperti karet dan plastik merupakan teknologi terkini dalam meningkatkan kualitas perkerasan aspal. Di negara maju seperti Amerika Serikat, penelitian mengenai perkerasan aspal berbasis polimer (*Polymer-Modified Asphalt Binders*) terus dikembangkan untuk menggantikan aspal konvensional yang dianggap kurang tahan terhadap peningkatan lalu lintas kendaraan. Berdasarkan penelitian penggunaan aspal berbasis polimer dapat meningkatkan ketahanan *fatigue* dan retak *thermal* (Yang, *et al.*, 2024). Selain itu penggunaan polimer dalam campuran aspal juga dapat mengurangi potensi *rutting* (Becker, Mendez, & Rodriguez, 2001) atau alur yang sering terjadi pada perkerasan aspal di Indonesia akibat temperatur perkerasan yang tinggi ketika dalam masa layan. Namun demikian pemanfaatan aspal polimer juga ada beberapa kelemahan seperti biaya yang tinggi, ketahanan penuaan (*aging*) yang rendah, stabilitas penyimpanan yang rendah dan peningkatan elastisitas yang rendah (Zhu, Birgisson, & Kringos, 2014).

Beberapa jenis polimer yang sering digunakan di dalam campuran aspal adalah plastomer, elastomer dan karet (Yang, *et al.*, 2024). Plastomer memiliki potensi untuk meningkatkan daya dukung perkerasan aspal namun rentan terhadap *rutting* dan retak (Stroup-Gardiner & Newcomb, 1995), elastomer dapat meningkatkan ketahanan penuaan (*aging*) aspal (Adedeji, *et al.*, 1996), dan karet dapat meningkatkan daktilitas, elastisitas, ketahanan alur (*rutting*), dan kemampuan menahan beban berulang (Azizian, Nelson, Thayumanavan, & Williamson, 2003).

Gawel, *et al.*, (2006) melakukan kajian interaksi molekular antara karet dengan aspal. Melalui analisa *Gel Permeation Chromatography* (GPC), komponen ringan aspal mudah terserap ke dalam struktur internal polimer karet, sementara melalui studi *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* (GC-MS) ditemukan bahwa komponen non-polar seperti *n*-alkanes dan *n*-alkylbenzenes dari aspal memiliki kecenderungan tertinggi untuk menembus lapisan partikel karet. Kecenderungan karet untuk menyerap senyawa dengan rantai aliphatic linear menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki kompatibilitas yang baik dengan kerangka polymeric linear karet. Sementara ketika karet direndam di dalam aspal panas, asam lemak yang merupakan komponen *curing* karet pindah dari karet ke aspal dan kemungkinan terkonsentrasi pada fraksi naphtene-aromatic dari aspal.

2.2.1. Aspal Karet Alam Padat

Menindaklanjuti kebijakan Pemerintah untuk menyerap produksi karet alam dari petani pada masa pandemi COVID 19 guna menjaga harga karet alam di pasaran, Kementerian Pekerjaan Umum melalui Direktorat Jenderal Bina Marga menerbitkan Spesifikasi Khusus Interim Nomor SKh-2.M.04 tentang Aspal Karet Alam Padat. Menurut spesifikasi tersebut, Aspal Karet Alam Padat (AKAP) merupakan bahan pengikat perkerasan aspal tipe 1 sesuai spesifikasi umum Bina Marga yang berasal dari bahan tambah (*modifier*) vulkanisat yang dihasilkan dari proses termal kompon karet sehingga berubah sifat dari plastis menjadi elastis.

Bahan pengikat aspal tersebut berasal dari karet SIR 20. Karet SIR 20 merupakan produk ekspor utama karet alam Indonesia, mencapai 95% dari total ekspor karet alam (Vachlepi, 2018). Karet alam SIR 20 berasal dari koagulum (lateks yang sudah digumpalkan) yang diperoleh dari perkebunan rakyat. Karet alam SIR 20 digunakan di berbagai macam industri seperti industri otomotif, konstruksi, peralatan olahraga, produk konsumen, serta industri pembuatan ban kendaraan. Spesifikasi karet SIR 20 ditentukan di dalam SNI 1903:2000 dan SNI 1903:2011 seperti tampak dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1.

Standar Uji Karakteristik Karet Alam SIR 10 dan SIR 20

Jenis Karakteristik	Uji	SNI 1903:2000		SNI 1903:2011	
		SIR 10	SIR 20	SIR 10	SIR 20
Kadar maksimal	kotoran	0,10%	0,20%	0,08%	0,16%
Kadar maksimal	abu	0,75%	1,00%	0,75%	1,00%
Kadar zat maksimal	menguap	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
PRI minimal	(<i>Plasticity Retention Index</i>)	60	50	50	40
Po minimal		30	30	30	30
Kadar maksimal	nitrogen	0,60%	0,60%	0,60%	0,60%

Berdasarkan spesifikasi khusus interim Bina Marga Nomor SKh-2.M.04, karet SIR 20 ketika digunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran aspal karet harus melalui proses *compounding* dengan menambahkan bahan kimia seperti sulfur, *accelerator*, pendispersi dan antioksidan serta dicampur di dalam penggilingan sehingga menjadi campuran homogen yang disebut kompon. Kompon tersebut kemudian diproses secara termal ditambahkan vulkanisator, aktivator akselerator, *softener/plasticizier*, anti degradant dan filler sehingga menjadi vulkanisat.

Untuk memproduksi Aspal Karet Alam Padat (AKAP), vulkanisat dalam bentuk butiran atau lempengan dengan ukuran maksimum lolos saringan no. 8 (2,38 mm) dicampur dengan aspal tipe I di dalam *homogenizer* sehingga ukurannya menjadi lebih kecil untuk dapat dimasukkan ke dalam *colloid mill*. Proses penghalusan vulkanisat di dalam *colloid mill* dilakukan untuk memperoleh ukuran vulkanisat sekecil mungkin guna mencegah segregasi pada AKAP yang dihasilkan.

AKAP sesuai dengan spesifikasi khusus interim Bina Marga disyaratkan memiliki nilai karakteristik setara dengan aspal *Performance Grade* (PG) 70 atau 76. Persentase campuran vulkanisat dengan aspal tipe I diperkirakan sebesar 5-7% dan 7-9% untuk memperoleh karakteristik setara aspal PG. Persyaratan AKAP setara PG 70 dan PG 76 sesuai spesifikasi tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.

Persyaratan AKAP setara PG 70 dan PG 76

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe II Aspal Modifikasi AKAP	
			PG 70	PG 76
	Original Binder			
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011		Dilaporkan
2	Temperatur yang menghasilkan geser dinamis pada osilasi 10 rad/detik $\geq 1,0$ kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	70	76
3	Viskositas pada 135°C	SNI 06-6441-2000		≤ 3000
4	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011		Dilaporkan
5	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011		≥ 230
6	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	SNI 2438:2015		≥ 99
7	Berat Jenis	SNI 2441:2011		Dilaporkan
8	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011		$\leq 2,2$
	Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002)			
9	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991		≤ 1
10	Temperatur yang menghasilkan geser dinamis pada osilasi 10 rad/detik $\geq 1,0$ kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	70	76
	Residu aspal segar setelah PAV (SNI ASTM D 6521:2012) pada temperatur 100°C dan tekanan 2,1 MPa			
11	Temperatur yang menghasilkan geser dinamis pada osilasi 10 rad/detik $\geq 1,0$ kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	31	34

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahun 2021 Pemerintah membeli karet alam SIR 20 yang cukup besar kepada para petani karet melalui PT. Perhutani untuk digunakan pada proyek pemeliharaan jalan nasional. Karet alam tersebut kemudian diolah di Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Timur – Bali menjadi material aspal karet dan disimpan di dalam drum 150 kg dan 200 kg. Hasil olahan aspal karet itu kemudian didistribusikan ke beberapa Balai/ Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional termasuk Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Lampung.

Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) Lampung sebagai perwakilan Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum memiliki tanggung jawab utama dalam penyelenggaraan jalan nasional termasuk perencanaan, pembangunan, pemeliharaan dan pengawasan. Aspal karet yang sudah dalam bentuk drum telah digunakan beberapa kali di dalam kegiatan pemeliharaan jalan nasional di Lampung. Namun demikian hingga tahun 2025 masih tersisa 379 ton aspal karet yang belum dimanfaatkan.

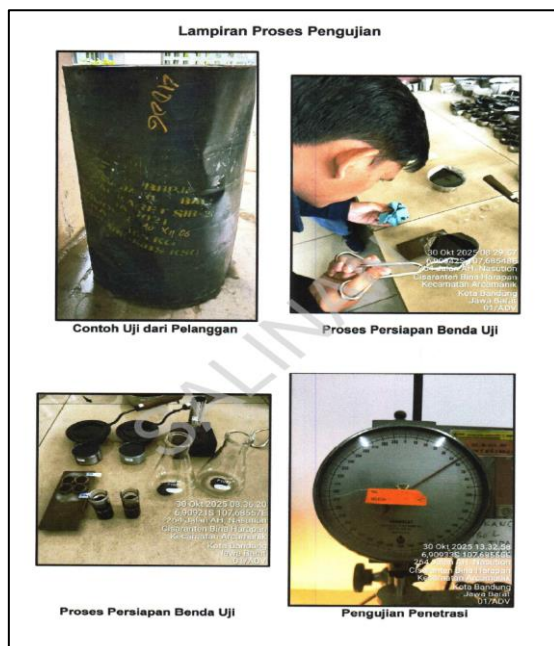
Pada tahun 2026 sisa aspal karet yang belum digunakan tersebut akan digunakan dalam pekerjaan rehabilitasi minor ruas jalan Tegineneng – Metro – Sukadana (lintas penghubung) di Provinsi Lampung. Mengingat usia drum aspal karet sudah cukup lama dimana aspal tersebut diproduksi pada tahun 2021, BPJN Lampung pada tahun 2025 meminta bantuan Balai Bahan dan Perkerasan Jalan di Bandung untuk memeriksa karakteristik (*properties*) dari aspal karet tersebut. Hasil dari uji karakteristik aspal karet tersebut digunakan di dalam penelitian ini sebagai bahan perbandingan antara *properties* aspal karet dengan lama penyimpanan ± 4 tahun dengan karakteristik standar aspal konvensional biasa maupun aspal *performance grade*.

Benda uji yang dikirimkan ke Balai Bahan dan Perkerasan Jalan berupa satu drum aspal karet seberat 155 kg dengan estimasi berat bersih aspal karet seberat 150 kg dan diproduksi tahun 2021 sehingga usia aspal karet saat pengujian ± 4 tahun. Jumlah drum yang diujikan hanya satu drum karena sisa drum yang ada di BPJN Lampung akan digunakan untuk pemeliharaan rehabilitasi minor jalan nasional. Sementara data pembanding yang akan digunakan adalah data sekunder dari persyaratan karakteristik standar aspal penetrasi 60 – 70 dan aspal PG 70 berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 revisi 2 dikarenakan tidak adanya sampel aspal penetrasi 60 – 70 maupun aspal PG 70 yang memiliki lama penyimpanan 4 tahun.

Pengujian yang dilakukan oleh Balai Bahan dan Perkerasan Jalan terhadap sampel aspal karet yaitu:

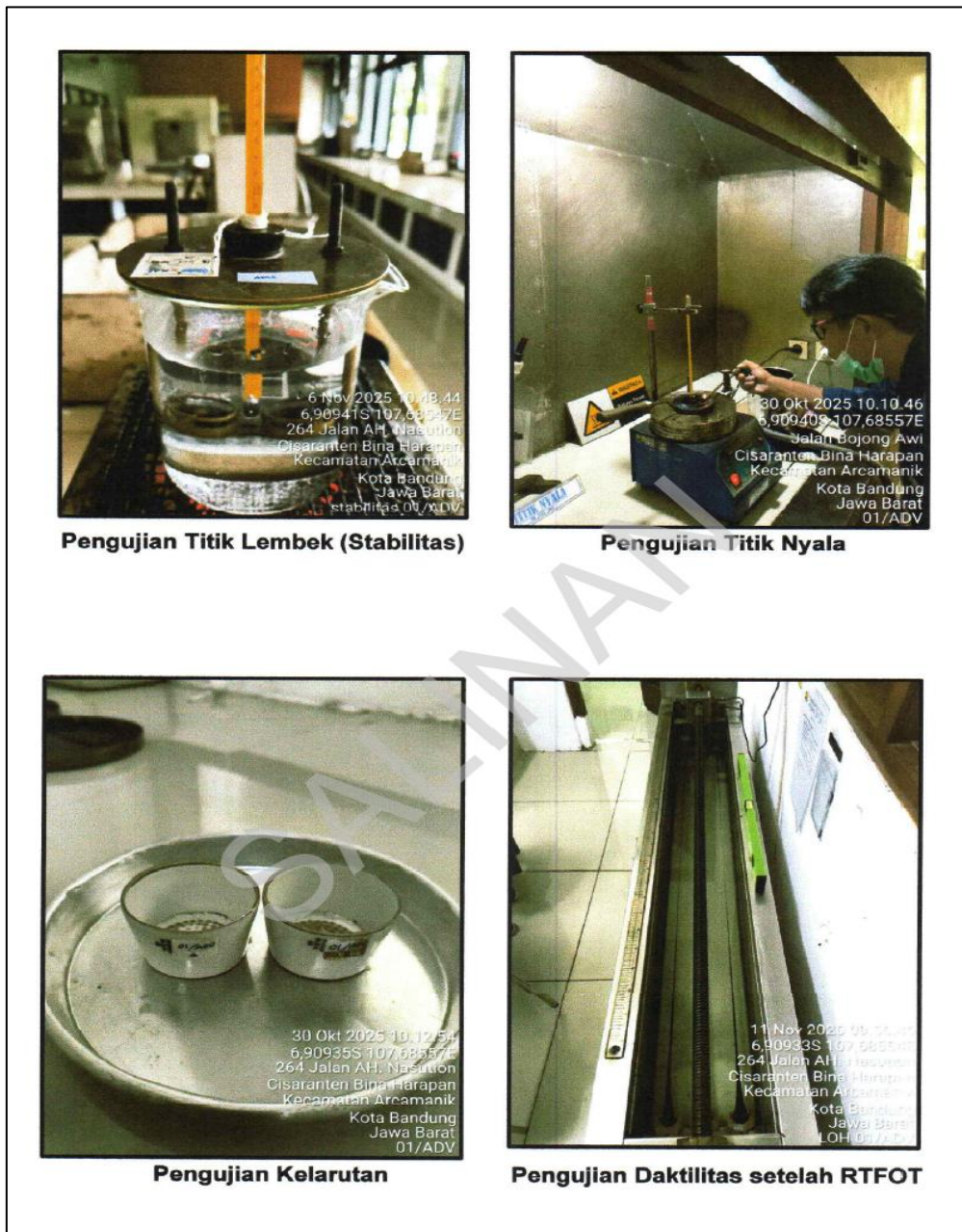
1. Penetrasi pada 25°C, 100 g, 5 detik;
2. Temperatur geser dinamis pada osilasi 10 rad/detik;
3. Titik lembek;
4. Viskositas pada 135°C dengan *rotational viscometer*;
5. Titik nyala (*Cleveland Open Cup*);
6. Kelarutan dalam C_2HCl_3 ;
7. Berat jenis;
8. Perbedaan titik lembek setelah stabilitas penyimpanan;
9. Kehilangan berat (*Rolling Thin Film Oven Test/RTFOT*);
10. Temperatur geser dinamis setelah RTFOT pada osilasi 10 rad/detik;
11. Temperatur geser dinamis setelah *Pressure Aging Vessel* (PAV) pada osilasi 10 rad/detik;
12. Penetrasi setelah RTFOT pada 25°C, 100 g, 5 detik;
13. Daktilitas setelah RTFOT pada 25°C, 5 cm/menit;
14. Perkiraan temperatur pencampuran dan pemadatan.

Berikut adalah dokumentasi pengujian yang dilaksanakan oleh Balai Bahan dan Perkerasan Jalan.



Gambar 1.

Pengujian Aspal Karet di Balai Bahan dan Perkerasan Jalan

**Gambar 2.**

Pengujian Aspal Karet di Balai Bahan dan Perkerasan Jalan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian sampel aspal karet yang dilakukan oleh Balai Bahan dan Perkerasan Jalan diperoleh data sebagai berikut yang disandingkan dengan spesifikasi aspal Pen 60-70 dan aspal modifikasi PG 70 mengacu pada Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi II).

Tabel 3.

Perbandingan Properties Bahan Aspal Karet dengan Aspal Penetrasi 60-70 dan Aspal Modifikasi PG 70

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Spesifikasi Umum 2018 (Revisi II)		Hasil Uji Balai Bahan dan Perkerasan Jalan
			Tipe I Aspal Pen 60 - 70	Tipe II Aspal Modifikasi PG 70	Aspal Karet
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70	Dilaporkan	55
2	Temperatur Geser Dinamis pada osilasi 10 rad/detik (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	67,5
3	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	ASTM D2170-10	≥ 300	≤ 3000	736,1
4	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	Dilaporkan	49,6
5	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	-	> 140
6	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 230	253
7	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	AASHTO T44-14	≥ 99	≥ 99	99,6
8	Berat jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0	-	1,042
9	Stabilitas penyimpanan: perbedaan titik lembek (°C)	ASTM D 5976-00 Part 6.1 dan SNI 2434:2011	-	≤ 2,2	0,7
Pengujian Residu Hasil RTFOT (SNI-03-6835-2002)					
10	Berat yang hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8	≤ 0,8	0,176
11	Temperatur Geser Dinamis pada osilasi 10 rad/detik (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	64,5
12	Penetrasi pada 25°C (% semula)	SNI 2456:2011	≥ 54	≥ 54	75,2
13	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 50	≥ 50	≥ 140
Residu Hasil PAV (SNI-03-6837-2002)					
14	Temperatur Geser Dinamis pada osilasi 10 rad/detik (°C)	SNI 06-6442-2000	-	31	22,5

Secara umum hasil pengujian aspal karet yang dilakukan oleh Balai Bahan dan Perkerasan Jalan memenuhi nilai minimal *properties* aspal penetrasi 60-70 maupun aspal modifikasi PG 70 walaupun nilai temperatur yang menghasilkan geser dinamis pada aspal karet masih di bawah nilai minimal aspal modifikasi PG 70. Nilai penetrasi aspal karet sebesar 55 menunjukkan bahwa aspal karet memiliki kekerasan yang lebih tinggi daripada aspal pen 60-70. Setelah pengujian RTFOT nilai penetrasi aspal karet sebesar 75,2% nilai semula masih memenuhi syarat minimal penetrasi aspal penetrasi 60-70 maupun aspal modifikasi PG 70. Rendahnya nilai penetrasi aspal karet dibandingkan aspal penetrasi 60 - 70 menunjukkan pencampuran yang cukup baik antara molekul aspal dengan polimer karet sehingga menyebabkan campuran aspal karet menjadi lebih kaku dan keras.

Temperatur yang menghasilkan geser dinamis pada osilasi 10 rad/detik untuk aspal karet yang diuji adalah 67,5°C masih dibawah nilai minimal 70°C untuk aspal modifikasi PG 70. Setelah pengujian RTFOT, temperatur yang menghasilkan geser dinamis turun menjadi 64,5°C. Temperatur geser dinamis aspal karet setelah pengujian PAV pun hanya sebesar 22,5°C, masih di bawah syarat minimal aspal modifikasi PG 70 sebesar 31°C. Hal tersebut menunjukkan penurunan daya tahan geser dinamis terhadap temperatur sebesar 3,57

– 7,85% dari persyaratan minimal sesuai spesifikasi. Penurunan temperatur geser dinamis pada saat kondisi *aging* awal menunjukkan tingkat oksidasi yang cukup tinggi dan perlu dicermati saat proses produksi di *Asphalt Mixing Plant* (AMP). Sementara untuk kondisi *aging* masa layan, ketahanan aspal karet yang diuji terhadap deformasi geser kurang baik sehingga perlu dipertimbangkan lebih lanjut apabila aspal karet ini akan diimplementasikan pada ruas – ruas jalan dengan tingkat lalu lintas berat yang tinggi.

Viskositas kinematis aspal karet pada suhu 135°C mencapai 736,1 cSt sehingga aspal karet secara viskositas masih memenuhi persyaratan aspal pen 60-70 maupun aspal modifikasi PG 70. Titik lembek aspal karet adalah 49,6°C sehingga secara karakteristik lebih mendekati aspal penetrasi 60-70 yang mensyaratkan titik lembek diatas 48°C.

Aspal karet memiliki nilai daktilitas yang sangat tinggi dimana setelah pengujian RTFOT pun nilai daktilitasnya masih di atas 140 cm, jauh di atas persyaratan daktilitas minimal aspal penetrasi 60-70 maupun aspal modifikasi PG 70 di atas 50 cm. Adanya kandungan karet alam SIR 20 di dalam campuran aspal tersebut membentuk jaringan rantai molekul yang panjang dan elastis. Selain itu polimer karet juga membantu meningkatkan daya ikat antar molekul aspal secara lebih kuat sehingga meningkatkan nilai daktilitasnya.

Titik nyala aspal karet cukup tinggi mencapai 253°C dibandingkan syarat minimal aspal penetrasi yang hanya 232°C maupun aspal PG 70 yang hanya 230°C. Tingginya titik nyala aspal karet ini memerlukan suhu pembakaran aspal di *Asphalt Mixing Plant* (AMP) yang lebih tinggi agar aspal dapat tercampur sempurna dengan agregat. Namun demikian semakin tinggi suhu pembakaran tentunya akan memerlukan bahan bakar yang lebih banyak sehingga akan meningkatkan biaya produksi campuran aspal karet.

Kelarutan benda uji aspal karet dalam *trichloroethylene* yang mencapai 99,6% menunjukkan bahwa kadar kotoran pada larutan aspal tersebut cukup rendah sehingga baik untuk digunakan dalam pembuatan campuran aspal karet. Berat jenis benda uji aspal karet juga cukup baik dengan angka 1,042 masih mendekati nilai aspal penetrasi 60-70. Stabilitas penyimpanan dengan nilai 0,7 menunjukkan bahwa bahan aspal dengan tambahan karet masih menyatu dengan baik ketika disimpan pada suhu tinggi. Persentase berat yang hilang setelah pengujian RTFOT sebesar 0,176 menunjukkan kualitas penuaan aspal cukup baik setelah pencampuran guna menghindari risiko getas (*brittle*).

Sementara itu untuk perkiraan temperatur dan viskositas pelaksanaan pekerjaan campuran aspal karet dibandingkan aspal penetrasi 60-70 dapat dilihat pada tabel berikut,

Tabel 4.

Viskositas dan Temperatur Pelaksanaan Pekerjaan Aspal Penetrasi 60-70 dan Aspal Karet

No	Pelaksanaan	Viskositas Aspal (cSt)	Aspal Penetrasi 60-70	Aspal Karet
			Perkiraan Temperatur Aspal (°C)	Perkiraan Temperatur Aspal (°C)
1	Pencampuran	200-500	145-155	148-166
2	Menuangkan campuran beraspal dari alat pencampur ke truk	± 500	135-150	± 148
3	Pemasokan ke alat penghampar	500 – 1.000	130-150	135-148
4	Pemadatan awal (roda baja)	1.000-2.000	125-145	121-135
5	Pemadatan antara (roda karet)	2.000-20.000	100-125	85-121
6	Pemadatan akhir (roda baja)	< 20.000	> 95	> 85

Temperatur pencampuran aspal karet pada mesin pencampur lebih tinggi secara signifikan dibandingkan aspal penetrasi 60-70. Hal tersebut memiliki korelasi dengan titik

nyala aspal karet yang lebih tinggi daripada aspal penetrasi 60-70. Sementara itu temperatur penuangan campuran aspal dari mesin pencampur ke truk, pemasokan ke mesin penghampar hingga pada tahapan pemadatan awal relatif sama antara aspal karet dengan aspal penetrasi 60-70. Hal yang menarik untuk dipelajari lebih lanjut adalah temperatur ketika tahapan pemadatan antara hingga pemadatan akhir aspal karet dimana temperatur pelaksanaannya lebih rendah dibandingkan temperatur aspal penetrasi 60-70. Hal tersebut menunjukkan bahwa pelaksanaan pekerjaan penghamparan aspal karet lebih mudah dibandingkan aspal penetrasi 60-70 dalam hal menjaga temperatur campuran aspal.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Indonesia sebagai penghasil karet alam terbesar kedua di dunia memiliki potensi pemanfaatan karet alam SIR 20 sebagai bahan campur aspal untuk meningkatkan kualitas perkerasan aspal pada jalan. Secara teori dengan menambahkan bahan karet pada aspal akan meningkatkan ketahanan perkerasan aspal pada deformasi alur akibat beban kendaraan berat.

Merujuk pada spesifikasi interim Bina Marga tentang Aspal Karet Alam Padat (AKAP), AKAP digolongkan sebagai aspal modifikasi dengan karakteristik minimal setara aspal *performance grade* (PG) 70 atau 76. AKAP yang baru diproduksi di pabrik harus memenuhi persyaratan tersebut namun untuk AKAP yang telah disimpan cukup lama di gudang memerlukan pengujian ulang karakteristik untuk menentukan tingkat ketahanannya terutama terhadap deformasi geser yang merupakan karakteristik utama aspal PG.

Berdasarkan penelitian ini, karakteristik AKAP yang telah disimpan di gudang selama 4 tahun memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan aspal penetrasi 60 – 70 namun kemampuan menahan geser dinamisnya turun cukup signifikan dibandingkan persyaratan standar aspal PG sehingga aspal karet yang diuji perlu dipertimbangkan ulang apabila hendak diimplementasikan pada ruas – ruas jalan dengan tingkat lalu lintas berat yang tinggi. Kondisi penyimpanan di gudang selama bertahun – tahun dengan tingkat temperatur dan kelembaban yang berubah sepanjang tahun dapat mempengaruhi karakteristik aspal karet yang diuji.

Secara umum karakteristik sampel benda uji aspal karet yang diteliti memiliki sifat – sifat yang mendekati aspal penetrasi 60-70 daripada aspal modifikasi PG 70. Rentang temperatur pencampuran aspal karet lebih tinggi daripada aspal penetrasi 60-70, namun uniknya rentang temperatur pemadatan antara hingga akhir justru lebih rendah. Sifat intrinsik karet menyumbang karakter viskositas aspal karet yang menyebabkan temperatur pelaksanaannya berbeda dibandingkan aspal penetrasi 60-70.

Aspal karet secara karakteristik memiliki potensi yang tinggi dalam menggantikan peran aspal *performance grade* dengan sifat polimernya yang elastis dan tahan terhadap deformasi geser dinamis. Namun demikian perlu adanya sinkronisasi antara kebutuhan aspal karet tahunan dengan produksi aspal karet di pabrik sehingga tidak terjadi ketimpangan *supply and demand* yang mengakibatkan perlunya menyimpan sisa stok aspal karet hingga bertahun – tahun. Berdasarkan penelitian yang dilakukan performa aspal karet yang disimpan selama 4 tahun masih memenuhi persyaratan minimal sesuai spesifikasi kecuali ketahanan terhadap deformasi geser dinamis yang turun cukup signifikan sehingga sebaiknya aspal karet yang hendak digunakan untuk pemeliharaan jalan berikutnya memanfaatkan produksi yang lebih baru dari pabrik.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Apresiasi dan terima kasih kepada Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Lampung yang telah memberikan sampel aspal karet yang dimilikinya untuk diuji pada penelitian ini. Selain itu apresiasi dan terima kasih juga kepada Balai Bahan dan Perkerasan Jalan untuk pengujian yang telah dilaksanakan pada sampel aspal karet tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adedeji, A., Grunfelder, T., Bates, F., Macosko, C. W., Stroup-Gardiner, M., & Newcomb, D. E. (1996). Asphalt modified by SBS triblock copolymer: Structures and properties. *Polymer Engineering and Science*, 36(12), 1707-1723.
2. Asmaasyi, A. (2026). *Kementerian PU Sebut RI Punya Cadangan Aspal Buton Terbesar Dunia* (<https://ekonomi.bisnis.com/read/20260609/45/1979525/kementerian-pu-sebut-ri-punya-cadangan-aspal-buton-terbesar-dunia>). Diakses tanggal 9 Juni 2026.
3. Azizian, M. F., Nelson, P. O., Thayumanavan, P., & Williamson, K. J. (2003). Environmental impact of highway construction and repair materials on surface and ground waters: Case study: crumb rubber asphalt concrete. *Waste Management*, 23(8), 719-728.
4. Badan Pusat Statistik. (2024). *Panjang Jalan Menurut Provinsi dan Tingkat Kewenangan Pemerintahan* (<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/U0VOeFZEZFNiVnByUkdGMlNrOTFVVGRHY1ZkVGR6MDkjMw==/panjang-jalan-menurut-provinsi-dan-tingkat-kewenangan-pemerintahan--km---2022.html?year=2022>) Diakses 5 Mei 2026.
5. Badan Standarisasi Nasional. (2011). SNI 2456:2011 Cara Uji Penetrasi Aspal. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
6. Badan Standarisasi Nasional. (2015). SNI 8135:2015 Spesifikasi aspal keras berdasarkan kelas penetrasi. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
7. Becker, Y., Mendez, M., & Rodriguez, Y. (2001). Polymer Modified Asphalt. *Vision Tecnologica*, 9(1), 39-50.
8. Gawel, I., Stepkowski, R., & Czechowski, F. (2006). Molecular Interactions between Rubber and Asphalt. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 45, 3044-3049.
9. Highways Today. (2021). *Highways Today*. (<https://highways.today/2021/01/05/what-bitumen/>). Diakses tanggal 16 Juni 2026.
10. Indonesia Investments. (2024). *Karet Alam*. (<https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/karet/item185>). Diakses tanggal 19 Juni 2026.
11. Stroup-Gardiner, M., & Newcomb, D. E. (1995). *Polymer Literature Review*. Minnesota: Minnesota Department of Transportation.
12. Vachlepi, A. (2018). *Produksi karet SIR 20CV menggunakan formula Hidrazin Hidrat dan Ammonium Sulfat sebagai aditif*. Palembang: Balai Penelitian Sembawa - Pusat Penelitian Karet.
13. Yang, Q., Lin, J., Wang, X., Wang, D., Xie, N., & Shi, X. (2024). A review of polymer-modified asphalt binder: Modification mechanisms and mechanical properties. *Cleaner Materials*, 12, 100260.
14. Zhu, J., Birgisson, B., & Kringos, N. (2014). Polymer modification of bitumen: Advances and challenges. *European Polymer Journal*, 54, 18-38.