

PEMANFAATAN LATEKS KEBUN SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN BERASPAL PANAS BERKUALITAS TINGGI DAN EKONOMIS

(UTILIZATION OF FIELD LATEX AS AN ADDITIVE OF HOT MIX ASPHALT WITH ECONOMICAL AND HIGH QUALITY)

Madi Hermadi¹⁾, Yohanes Ronny P.A.²⁾, Yusef Firdaus³⁾, Sugiyono⁴⁾

^{1), 2), 3)}Balai Bahan Jalan

⁴⁾Balai Perkerasan dan Lingkungan

^{1), 2), 3), 4)}Jl. AH. Nasution No. 264 Bandung

e-mail: ¹⁾madi.hermadi@pu.go.id, ²⁾yohanes.ronny@pu.go.id, ³⁾yusep.firdaus@pu.go.id, ⁴⁾sugiyono@pu.go.id

Diterima: 10 Agustus 2021; direvisi: 29 November 2021; disetujui: 29 November 2021.

ABSTRAK

Indonesia sebagai negara penghasil karet alam terbesar kedua di dunia, dengan produksi 3,5 juta ton/tahun dan 85% dijual ke pasar internasional, tentu sangat terdampak oleh jatuhnya harga karet alam di pasar internasional. Menindaklanjuti hal ini pemerintah mendorong peningkatan penggunaan karet alam lokal di dalam negeri, diantaranya sebagai bahan tambah aspal untuk memproduksi aspal karet sebagai bahan pengikat pada perkerasan jalan beraspal. Namun dengan teknologi saat ini, aspal karet masih kalah baik dari segi kualitas maupun harga, bila dibandingkan dengan aspal modifikasi polimer sintetis (SBS) impor. Menanggapi hal tersebut maka telah dikembangkan alternatif baru penggunaan karet alam lokal pada perkerasan jalan beraspal panas dengan cara menggunakan karet alam jenis lateks kebun (yang paling murah) sebagai bahan tambah pada campuran beraspal panas dengan cara penggunaan yang simple dan berbiaya murah, yaitu dicampurkan langsung ke dalam campuran beraspal panas pada saat pencampuran di pug mill AMP (Asphalt Mixing Plant). Kajian dilakukan di laboratorium dengan menguji sifat aspal dan campuran beraspal sesuai SKh-1.6.26 (DJBK 2018) serta menghitung harga untuk dibandingkan dengan aspal karet teknologi saat ini dan aspal modifikasi polimer sintetis. Dengan cara ini dapat diketahui bahwa pada kadar karet kering 4,2% terhadap aspal, harga lebih murah 22%-25%, serta kualitas aspal karet dalam campuran maupun kualitas campuran beraspal panas yang dihasilkan juga lebih tinggi.

Kata kunci: karet alam, lateks kebun, aspal karet, aspal modifikasi, campuran beraspal panas.

ABSTRACT

As the second largest natural rubber producer in the world, each year Indonesia produces 3.5 million tons natural rubber which most of it (85%) is sold (exported) to the international market. Currently its price in international markets is fall, of course Indonesia was greatly affected. In response to this condition, the government encourages the use of local natural rubber, including as an additive of asphalt to produce rubberized asphalt as an asphalt pavement binder. However rubberized asphalt products, produced using current technologies, are still inferior in terms of quality and price when compared to polymer modified asphalt which used imported synthetic polymer (SBS). In response to this, a new technology local natural rubber as a binder of hot mix asphalt was developed. The technology latex (which cheapest natural rubber) to modify petroleum asphalt in hot mix asphalt mixture when mixed in pug mill in AMP (Asphalt Mixing Plan). This study was carried out in the laboratory by testing the properties of asphalt and asphalt mixtures based on SKh-1.6.26 (Ditjen Bina Marga, 2018), then compared with current technologies rubberized asphalt and synthetic polymer modified asphalt. In this way, at a dry rubber content of 4.2% to asphalt, in addition to a cheaper price of 22%-25%, the quality of the rubberized asphalt in the mixture and the quality of its hot mix asphalt produced are also higher.

Keywords: natural rubber, field latex, rubberized asphalt, modified asphalt, hot mix asphalt.

PENDAHULUAN

Sejak tahun 1980 an hingga saat ini, Indonesia merupakan produsen karet alam terbesar kedua di dunia setelah Thailand (www.fao.org). Produksi karet alam Indonesia, sekitar 3,6 juta ton/tahun atau sekitar 31% produksi karet alam dunia. Dari jumlah tersebut hanya sekitar 15% saja yang digunakan di dalam negeri sedangkan 85% diekspor (Harahap dan Bhima 2018). Ini lah yang menyebabkan karet Indonesia sangat tergantung pada ekspor. Kondisi ini pada masa jayanya karet alam di pasar global, antara lain pada tahun 2011 dengan harga 4,7 USD/kg, sangat menguntungkan para petani karet dengan nilai eksport sekitar US\$ 11,762 Milyar (BPS 2012). Namun pada saat terjadi *over supply* di pasar internasional, mulai tahun 2015 hingga sekarang, harga karet alam turun drastis menjadi sekitar 1,6 USD/kg (www.indeksmundi.com), telah berdampak pada penurunan kesejahteraan petani. Menanggapi kondisi ini, pemerintah Indonesia bersama negara penghasil karet alam lainnya bersepakat untuk mengurangi ekspor karet alam dengan cara meningkatkan penggunaan di dalam negeri masing-masing.

Di Indonesia, dalam rangka meningkatkan penggunaan karet alam di dalam negeri, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat telah mengembangkan penggunaan karet alam sebagai bahan untuk memodifikasi aspal menghasilkan aspal karet. Aspal karet ini digunakan sebagai bahan pengikat pada perkerasan jalan beraspal. Dengan digunakannya karet alam, diharapkan kualitas jalan beraspal meningkat menjadi setara kelas jalan aspal modifikasi yang menggunakan aspal modifikasi polimer sintetis kelas kinerja PG 70 atau PG 76. Namun kelemahan karet alam adalah kualitas aspal karet yang dihasilkan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Saat ini kualitas aspal karet, dengan kadar karet 7% lateks pekat pravulkanisasi atau 7% karet padat kompon SIR-20, yang dihasilkan berdasarkan hasil pengujian baru setara aspal dengan kelas kinerja PG 64 (Hermadi 2020). Kualitas campuran beraspal panas yang dihasilkan pun meski sudah lebih tinggi dari kualitas campuran beraspal panas aspal pen 60 namun masih dibawah kualitas campuran beraspal panas aspal modifikasi

polimer sintetis PG 70. Sebagai perbandingan, perbedaan kualitas aspal dan campuran beraspal panas AC-WC dari aspal pen 60, aspal karet dan aspal polimer sintetis terlihat dari perbedaan persyaratan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Dari segi harga, aspal karet yang dihasilkan saat ini juga masih dianggap belum bersaing karena dengan mutu yang relatif lebih rendah dari aspal modifikasi karet sintetis PG 70 namun harganya tidak lebih murah dari aspal modifikasi PG 70 tersebut (harganya relatif sama). Sebagai perbandingan, dengan harga karet kompon SIR-20 atau lateks pekat pravulkanisasi saat ini Rp 30.000/kg, harga polimer sintetis Rp 70.000 dan harga aspal minyak Pen 60 Rp 8.000 maka dihasilkan harga aspal karet curah (kandungan karet 7%) Rp 11.540 dan harga aspal polimer sintetis curah (kandungan polimer 2,75%) Rp 11.705. Dengan demikian tampak meskipun harga aspal karet lebih murah dari harga aspal modifikasi polimer sintetis namun selisihnya hanya sekitar 1,5%.

Tabel 1. Persyaratan kualitas aspal dan campuran beraspal dari aspal pen 60, aspal karet dan aspal polimer sintetis

Sifat Aspal atau Campuran	Persyaratan		
	Aspal Pen 60 ¹⁾	Aspal Karet ²⁾	Aspal Polimer ¹⁾
1. Sifat Aspal			
Penetrasi; (0,1mm)	60-70	≥ 50	≥ 40
Titik Lembek; (°C)	≥ 48	≥ 52	≥ 54
Elastic Recovery; (%)	-	≥ 30	≥ 60
2. Sifat Campuran Beraspal Panas AC-WC			
Stabilitas Marshall; (kg)	≥ 800	≥ 900	≥ 1.000
Stabilitas Dinamis; (lintasan/mm)	-	≥ 2.000	≥ 2.500

Catatan: ¹⁾ Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3
²⁾ Spesifikasi Khusus Aspal Karet

Kondisi kualitas dan harga aspal karet sebagaimana yang dijelaskan tersebut jelas belum mendukung kebijakan pemerintah agar dapat meningkatkan penggunaan bahan lokal karet alam di dalam negeri, terutama sebagai bahan tambah pada aspal untuk menghasilkan aspal modifikasi pada perkerasan jalan beraspal. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut telah dilakukan pengkajian terhadap jenis dan cara penggunaan karet alam yang dapat menghasilkan aspal karet dengan kualitas dan harga yang mampu bersaing, terutama dengan aspal modifikasi polimer sintetis. Jenis karet alam yang digunakan adalah jenis karet cair berupa lateks kebun yang diperoleh

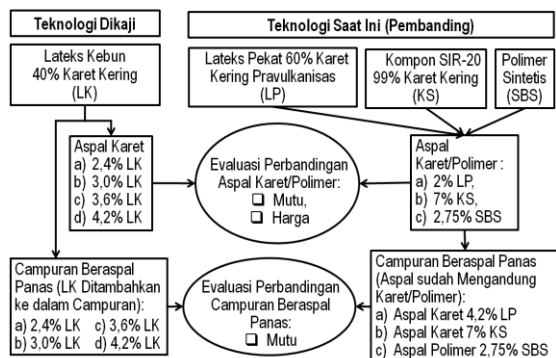
langsung dari petani yang harganya relatif murah karena tidak mengalami proses pemekatan sebagaimana yang terjadi pada lateks (lateks pekat) yang ada di pasaran serta juga tidak dilakukan vulkanisasi yang proses dan bahan kimia karetinya mahal. Selain itu, karena bentuknya yang cair maka lateks kebun mudah dicampur dengan aspal. Untuk menjaga agar karet alam yang digunakan tidak mengalami kerusakan (degradasi) sehingga kualitas aspal karet yang dihasilkan tinggi, atau setara aspal PG 70, maka pencampuran dilakukan dengan menghindari terjadinya pemanasan lebih dari satu kali pada karet, yaitu dengan cara menambahkan lateks kebun tersebut ke dalam campuran beraspal panas pada saat pencampuran atau kalau di AMP (*Asphalt Mixing Plant*) berarti di *pug mill*.

HIPOTESIS

Penggunaan karet alam jenis lateks kebun yang ditambahkan pada saat pencampuran campuran beraspal panas, dapat menghasilkan campuran beraspal panas aspal karet yang berkualitas tinggi dan ekonomis.

METODOLOGI

Pengkajian ini dilakukan dengan desain sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Desain Pengkajian

Pengkajian terhadap penggunaan karet alam sebagai bahan tambah lokal agar dapat menghasilkan campuran beraspal aspal karet dengan kualitas tinggi dan harga bersaing harus didasarkan pada pemahaman terhadap kelemahan dan kendala pada penggunaan karet alam sebagai bahan tambah aspal. Berdasarkan kelemahan dan kendala tersebut maka dapat dikembangkan teknologi pemanfaatan yang lebih baik.

Kelemahan aspal karet dari segi kualitas adalah karet dapat terdegradasi dari molekul polimer yang besar menjadi molekul yang lebih kecil jika mengalami pemanasan sehingga mutu aspal karet, terutama nilai keelastisan, menjadi lebih kecil. Padahal pada campuran beraspal panas sudah pasti aspal karet akan mengalami pemanasan selama proses produksi dan konstruksi. Oleh sebab itu, pada teknologi aspal karet saat ini sesuai SKh-1.6.26 (DJBM 2018), terhadap karet harus dilakukan pravulkanisasi (pada karet cair) atau komponisasi (terhadap karet padat) agar setelah dicampur dengan aspal pen 60 menjadi aspal karet nilai keelastisan aspal karet lebih tinggi serta lebih tahan degradasi sehingga setelah mengalami pemanasan selama produksi dan konstruksi campuran beraspal panas, meski keelastisan turun tetapi masih di atas 30% sesuai persyaratan.

Berdasarkan kajian terhadap teknologi aspal karet saat ini tersebut, pada kajian ini telah dikembangkan teknologi baru agar aspal karet lebih murah dan lebih bermutu yaitu:

1. Jenis karet alam yang digunakan adalah jenis lateks kebun langsung dari petani, tanpa proses pemekatan menjadi lateks pekat dan tanpa proses pravulkanisasi. Kedua proses tersebut tidak dilakukan karena memerlukan biaya proses dan bahan kimia karet yang relatif tinggi sehingga dapat membuat harga karet setelah diproses (lateks pravulkanisasi) menjadi dua kali lipat dari harga karet sebelum diproses (lateks kebun).
2. Lateks kebun digunakan dengan cara ditambahkan langsung ke dalam campuran beraspal pada saat dilakukan pencampuran antara agregat dan aspal secara panas. Dengan cara ini, selain aspal karet lebih murah karena tidak memerlukan pencampuran dengan aspal di TAC (pabrik aspal) juga menghasilkan aspal karet dalam perkerasan jalan yang memiliki kualitas yang tinggi karena setelah lateks kebun tercampur dengan aspal pen 60 menjadi aspal karet dalam campuran beraspal panas, campuran langsung dihampar dan dipadatkan. Dengan demikian maka molekul karet dalam aspal tidak mengalami degradasi akibat pemanasan berulang.

Dalam kajian teknologi penggunaan lateks kebun ini digunakan bahan yang terdiri dari agregat kasar (10-20), sedang (5-10) dan halus (0-5) ex Subang, aspal pen 60 ex-Pertamina, aspal modifikasi polimer sintetis ex Cilacap, lateks kebun ex-Garut, serta lateks pekat pravulkanisasi dan kompon SIR-20 ex-Bogor. Untuk menghindari terjadinya kualitas campuran beraspal akibat mutu bahan yang tidak memenuhi persyaratan, maka terhadap bahan-bahan tersebut terlebih dahulu dilakukan pengujian mutu. Selain itu, semua pengujian dilakukan di laboratorium Balai Bahan dan Perkerasan Jalan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat di Bandung yang sudah terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN) sebagai laboratorium pengujian.

Sesuai Pd 08-2019-B Pedoman Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Beraspal Panas dengan Aspal yang Mengandung Karet Alam (Indonesia 2019), pada saat pembuatan benda uji campuran beraspal panas aspal karet, pencampuran dilakukan pada temperatur 165 ± 2 °C untuk yang menggunakan aspal karet lateks dan pada temperatur 175 ± 2 °C untuk yang menggunakan aspal karet kompon SIR-20 atau polimer sintetis. Pemadatan dengan alat pemadat Marshall sebanyak 2 x 75 tumbukan pada temperatur 155 ± 2 °C untuk yang menggunakan aspal karet lateks dan pada temperatur 165 ± 2 °C untuk yang menggunakan aspal karet kompon SIR-20 atau polimer sintetis.

HASIL DAN ANALISIS

Hasil dan analisis pada kajian ini meliputi karakteristik bahan, karakteristik aspal karet dan pembandingnya, serta karakteristik campuran beraspal panas dengan bahan pengikat aspal karet dan pembandingnya. Adapun terkait perbandingan harga aspal dan campuran beraspal, telah disajikan data sekunder harga berbagai jenis karet.

Karakteristik Bahan

Sifat dari masing-masing bahan yang digunakan sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

Berdasarkan data hasil pengujian di laboratorium pada Tabel 2 dan Tabel 3 dapat diketahui bahwa aspal pen 60 ex-Pertamina serta agregat kasar, sedang dan halus ex-Subang

semuanya memiliki karakteristik yang memenuhi masing-masing persyaratannya yang terdapat pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2. Dengan demikian bahan-bahan kajian tersebut layak digunakan sebagai bahan konstruksi, khususnya konstruksi perkerasan jalan beraspal di Indonesia.

Tabel 2. Karakteristik aspal pen 60/70

Jenis Pengujian	Hasil Uji Persyaratan	
	Hasil Uji	Persyaratan
Penetrasi 25°C, 100 g, 5 det; (dmm)	63	60-70
Titik lembek; (°C)	49,8	≥ 48
Daktilitas 25°C, 5 cm/menit; (cm)	> 140	≥ 100
Titik nyala (COC); (°C)	330	≥ 232
Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃ ; (%)	99,3	≥ 99
Berat jenis	1,039	≥ 1,0
Pengujian Residu TFOT pada 163°C, 5 jam:		
- Penurunan berat; (%)	0,018	≤ 0,8
- Penetrasi 25°C, 100 g, 5 detik; (%)	67	≥ 54
- Titik lembek; (°C)	51,7	-
- Daktilitas 25°C, 5 cm/menit; (cm)	> 140	≥ 100

Tabel 3. Karakteristik agregat

Jenis Pengujian	Per-syaratannya	Hasil Uji Agregat; mm		
		10-20	5-10	0-5
Abrasi; (%)	≤ 40	17,5	-	-
Berat Jenis:				
1. Bulk	≥ 2,5	2,64	2,62	2,62
2. SSD	≥ 2,5	2,69	2,68	2,67
3. Aparent	≥ 2,5	2,77	2,77	2,75
Penyerapan; (%)	≤ 3	1,7	2,0	1,8
Setara Pasir; (%)	≥ 50	-	-	61,4
Anggularitas; (%)	95/90	100/100	100/100	44,3
Kelekatan; (%)	≥ 95	95,0	-	-
Pipih dan Lonjong; (%)	≤ 10	6,0	-	-
Pelapukan; %		0,24	0,09	1,09
Gumpalan Lempung	≤ 1	-	0,00	0,04

Lateks kebun atau lateks langsung dari petani, diambil dari daerah Pameungpeuk Garut. Lateks yang diperoleh umumnya memiliki kadar karet kering sekitar 37%, namun untuk kajian ini diperoleh lateks dengan kadar karet kering sekitar 40% sebagaimana tampak pada Tabel 4 karena oleh pengepul, lateks tersebut sudah disimpan sambal diproses pendadihan selama 2 (dua) hari. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun lateks hasil sadapan dari pohon karet dapat bervariasi tergantung musim, namun petani sendiri dapat menstandarkannya dengan cara pendadihan hingga memiliki kadar karet kering standar 40%. Kadar karet kering yang lebih tinggi pun dapat diproduksi oleh petani namun perlu waktu

penyimpanan yang lebih lama. Kadar polimer dalam padatan juga tinggi sekitar 97% karena tidak diberi bahan pravulkanisasi. Tambahan bahan kimia hanya penstabil NH₄OH (0,05%) yang diperkuat dengan NaOH (0,5%) agar selama penyimpanan sampai sekitar 6 bulan (sampai lateks digunakan dalam proyek jalan) tidak terjadi penggumpalan.

Tabel 4. Karakteristik lateks kebun dan lateks pekat pravulkanisasi

Jenis Pengujian	Lateks Kebun	Lateks Pekat Pravulkanisasi	
		Persyaratan	Hasil Uji
Kadar jumlah padatan (KJP), (%)	40,5	≥ 53	55
Waktu kemantapan mekanik; (detik)	>900	≥ 700	860
PH	12	8 -- 12	9,8
Bilangan kloroform Ekstraksi aseton dalam padatan	-	4	4
Kadar polimer dalam padatan	3	≤ 10	5
	97	≥ 87	94

Tabel 5. Karakteristik komponen dari SIR-20

Jenis Pengujian	Persyaratan	Hasil Uji
Jenis material karet	Kompon	Kompon
Ekstraksi aseton; (%)	≥ 5	3
Kadar polimer; (%)	≥ 85	91
Jenis polimer	IR	IR
Kadar karbon; (%)	≤ 2	1
Kadar abu; (%)	≥ 8	9

Lateks pekat pravulkanisasi dan komponen SIR-20 juga digunakan pada pengkajian ini karena kedua jenis karet ini sudah lebih dulu digunakan pada pekerjaan jalan beraspal sehingga dapat dijadikan rujukan atau pembandingan pada penggunaan lateks kebun, baik dari segi mutu maupun harga.

Karakteristik Aspal Karet

Aspal karet dengan bahan tambah lateks kebun dibuat sebanyak 4 (empat) variasi proporsi yaitu dengan 2,4% karet kering (6% lateks kebun) dengan kode LK-1, 3% karet kering (7,5% lateks kebun) dengan kode LK-2, 3,6% karet kering (9% lateks kebun) dengan kode LK-3 dan 4,2% karet kering (10,5% lateks kebun) dengan kode LK-4. Karakteristik dari masing-masing aspal karet tersebut disajikan pada Tabel 6. Sebagai pembandingan telah diuji juga aspal karet dengan bahan tambah lateks pekat pravulkanisasi (kode LP) dengan kadar karet kering dalam aspal 4,2% (7% lateks pekat pravulkanisasi), aspal karet dengan bahan tambah komponen SIR-20 (kode KS-20) dengan kadar karet kering dalam aspal 7% (7% komponen SIR-20), dan aspal modifikasi polimer sintetis

(2,75% SBS) setara PG 70 (tanpa kode). Karakteristik aspal karet dan aspal polimer sintetis pembandingan tersebut disajikan pada Tabel 7.

Tabel 6. Karakteristik aspal karet dengan bahan lateks kebun tanpa pravulkanisasi

Jenis Pengujian	Persen Lateks Kebun			
	LK-1	LK-2	LK-3	LK-4
Proporsi lateks kebun terhadap aspal, (%)	6	7,5	9	10,5
Kadar karet kering dalam aspal, (%)	2,4	3	3,6	4,2
Penetrasi pada 25 °C; (dmm)	59	56	53	52
Titik Lembek; (°C)	52,2	53,7	54,5	54,9
Daktilitas pada 25 °C; (cm)	>140	>140	>140	>140
Titik Nyala; (°C)	322	318	325	326
Kelarutan dalam Trichloroethylene; (%)	99,8	99,7	99,8	99,6
Berat Jenis	1,035	1,037	1,032	1,035
Keelastisan setelah Pengembalian; (%)	43	47	50	53
Stabilitas Penyimpanan	1,15	1,63	1,166	1,84
Residu TFOT:				
1. Berat yang Hilang; (%)	0,130	0,093	0,168	0,087
2. Penetrasi 25 °C; (%) (or)g	73	84	89	94
3. Daktilitas pada 25 °C; (cm)	>140	>140	>140	>140
4. Titik Lembek; (°C)	52,5	53,3	54,8	55,7
5. Keelastisan setelah Pengembalian; (%)	11	13	16	18

Tabel 7. Karakteristik aspal karet 7% lateks pekat pravulkanisasi, 7% komponen SIR-20 dan aspal modifikasi 2,75% polimer sintetis

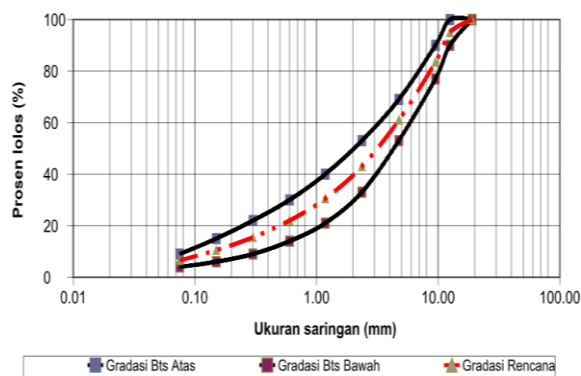
Jenis Pengujian	Aspal Karet		
	Lateks Pravulkanisasi (LP)	Kompon SIR-20 (KS)	Aspal Polimer Sintetis (PG 70)
Proporsi lateks pekat pravulkanisasi atau komponen SIR-20 terhadap aspal, (%)	7	7	2,75
Kadar karet kering atau polimer sintetis dalam aspal, (%)	4,2	7	2,75
Penetrasi pada 25 °C; dmm	56	55	57
Titik lembek; (°C)	54,6	54,2	55,5
Daktilitas pada 25 °C; cm	> 140	> 140	> 140
Titik nyala; (°C)	320	317	310
Kelarutan dalam Trichloroethylene; (%)	99,2	99,3	99,5
Berat Jenis;	1,034	1,032	1,138
Keelastisan setelah pengembalian; (%)	63	65	65
Stabilitas penyimpanan; (°C)	1,9	1,7	1,2
Residu TFOT:			
1. Penurunan berat; (%)	0,405	0,325	0,0130
2. Penetrasi pada 25 °C; (%)	95	97	83
3. Daktilitas pada 25 °C; (cm)	> 140	> 140	≥ 140
4. Titik lembek; (°C)	54,8	54,7	58,5
5. Keelastisan setelah pengembalian; (%)	32	30	62

Karakteristik Campuran Beraspal panas Aspal Karet

Karet alam lokal digunakan sebagai bahan tambah untuk menaikkan kinerja bahan pengikat aspal tujuannya adalah agar diperoleh campuran beraspal panas untuk perkerasan jalan yang berkualitas tinggi juga, Untuk itu telah dilakukan kajian terhadap 5 jenis campuran beraspal panas dengan variasi kadar lateks kebun, serta 3 jenis campuran beraspal panas dengan bahan pengikat pembanding. Gradasi campuran dibuat sama untuk setiap jenis campuran yaitu digunakan penimbangan agregat pada setiap ukuran sarangan mengikuti gradasi rencana yang ditunjukkan pada Tabel 8 dan Gambar 2, untuk setiap contoh campuran di laboratorium. Sedangkan hasil uji karakteristik Marshall sesuai ASTM D 6926 dan stabilitas dinamis (JRA B003) campuran beraspal panas ditunjukkan pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 8. Gradasi agregat campuran beraspal panas aspal karet atau aspal polimer sintetis

Ukuran Saringan	Gradasi Agregat		
	Batas Atas	Batas Bawah	Campuran
3/4" (19,1 mm); % Lolos	100	100	100
1/2" (12,7 mm); % Lolos	90	100	95
3/8" (9,52 mm); % Lolos	77	90	84
No. 4 (4,75 mm); % Lolos	53	69	61
No. 8 (2,36 mm); % Lolos	33	53	43
No. 16 (1,18 mm); % Lolos	21	40	31
No. 30 (0,60 mm); % Lolos	14	30	22
No. 50 (0,30 mm); % Lolos	9	22	16
No. 100 (0,150 mm); % Lolos	6	15	11
No. 200 (0,075 mm); % Lolos	4	9	6,5



Gambar 2. Gradasi agregat campuran beraspal panas dengan aspal karet atau aspal polimer sintetis

Tabel 9. Karakteristik campuran beraspal panas dengan lateks kebun yang ditambahkan dalam pug mill

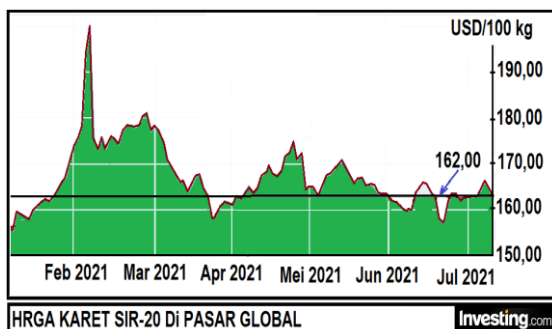
Jenis Pengujian Campuran Beraspal Panas	Persen Lateks Kebun yang Ditambahkan (% Terhadap Aspal)				
	LK-0	LK-1	LK-2	LK-3	LK-4
Proporsi lateks kebun terhadap aspal	0	6	7,5	9	10,5
Kadar karet kering dalam aspal	0	2,4	3	3,6	4,2
Kadar aspal optimum; %	6,14	6,14	6,14	6,14	6,14
Kepadatan; ton/m ³	2,317	2,300	2,314	2,317	2,315
Rongga di antara mineral agregat; %	16,81	17,42	16,92	16,83	16,94
Rongga dalam campuran; %	4,27	4,57	4,39	4,28	4,35
Rongga berisi aspal; %	74,61	71,49	74,11	74,52	74,32
Stabilitas; kg	978	1.211	1.246	1.323	1.354
Kelelehan; mm	3,0	3,9	4,2	4,6	5,0
Hasil bagi Marshall; kg/mm	326	311	297	288	271
Stabilitas rendaman; %	90,3	93,2	94,7	93,1	94,3
Deformasi; mm	2,07	1,77	1,76	1,67	1,62
Kecepatan deformasi (mm/menit)	0,026	0,016	0,015	0,013	0,012
Stabilitas dinamis (lintasan/mm)	1.615	2.625	2.864	3.316	3.579

Tabel 10. Karakteristik campuran beraspal panas dengan aspal karet lates pekat pravulkanisasi, kompon SIR-20 dan aspal modifikasi polimer sintetis

Jenis Pengujian Campuran Beraspal Panas	Aspal Karet		Aspal Polimer Sintetis (PG 70)
	Lateks Pravulkani-sasi (LP)	Kompon SIR-20 (KS)	
Proporsi lateks pravulkansisasi atau kompon SIR-20 terhadap aspal	7	7	2,75
Kadar karet kering atau polimer sintetis dalam aspal	4,2	7	2,75
Kadar aspal optimum; (%)	6,05	5,90	5,7
Kepadatan; (ton/m ³)	2,370	2,376	2,349
Rongga di antara mineral agregat; (%)	17,30	15,6	17,62
Rongga dalam campuran; (%)	4,00	3,85	4,75
Rongga terisi aspal; (%)	76,90	75,39	68,57
Stabilitas; (kg)	1106	1299	1331
Pelelehan; (mm)	4,4	4,5	3,7
Hasil bagi Marshall; (kg/mm)	251	298	360
Stabilitas rendaman; (%)	93,7	93,4	96,7
Deformasi; (mm)	2,16	2,14	2,09
Kecepatan deformasi (mm/menit)	0,0200	0,0200	0,0136
Stabilitas dinamis (lintasan/mm)	2100,0	2.136	3.088

Harga Karet Alam

Keunggulan dan kelemahan teknologi pemanfaatan karet alam lokal ini belum dapat dilihat secara komprehensif jika hanya dilihat dari segi mutu atau kinerja saja. Agar kajian lebih komprehensif maka perlu dilihat juga dari segi harga. Berdasarkan data yang diperoleh dari website investing.com, harga karet alam periode Februari-Juli 2021 di pasar internasional sangat berfluktuasi dengan rata-rata sekitar 162,00 USD/100 kg sebagaimana tampak pada Gambar 3. Selanjutnya, untuk keperluan kajian dan simulasi perhitungan harga aspal karet dan campuran beraspal panas aspal karet dari berbagai jenis karet, diperoleh juga data sekunder harga indikasi karet yang berlaku pada tanggal 1 April 2021 dari website rri.co.id sebagaimana yang disajikan pada Tabel 11. Data harga indikasi karet alam tersebut merupakan berdasarkan data yang bersumber dari *Singapore Commodity* dan diolah oleh Dinas Perdagangan Provinsi Sumatera Selatan Bersama GAPKINDO (Gabungan Perusahaan Karet Indonesia) Provinsi Sumatera Selatan.



Gambar 3. Fluktuasi Harga Karet Alam Periode Februari-Juli 2021 di Pasar Internasional

Tabel 11. Harga Indikasi Karet Tanggal 1 April 2021

Kadar Karet Kering	Harga Indikasi (Rp/kg)
Kadar Karet Kering 100%	20.214
Kadar Karet Kering 70%	14.150
Kadar Karet Kering 60%	12.128
Kadar Karet Kering 50%	10.107
Kadar Karet Kering 40%	8.086

Berdasarkan informasi harga karet pada Tabel 11, untuk perhitungan harga aspal karet dapat diasumsikan harga lateks kebun dengan kadar karet kering 40% Rp 8.086 /kg, sedangkan harga Bokar padat (lump) dengan kadar karet kering 50% Rp 10.107/kg. Untuk lateks pekat dengan kadar karet kering 60% dan karet SIR-20 dengan kadar karet kering 100% tidak merujuk pada Tabel 11 melainkan dihitung masing-masing dari lateks kebun dan

bokar padat yang diolah sehingga sudah mengakomodir biaya pengolahannya.

PEMBAHASAN

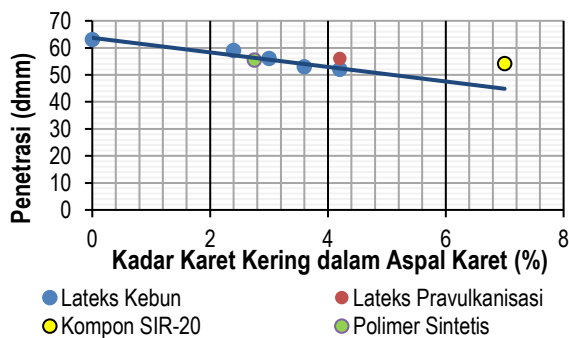
Karakteristik Bahan

Bahan aspal, agregat, lateks pekat pravulkanisasi dan kompon SIR-20 yang digunakan pada kajian ini memenuhi persyaratan. Adapun lateks kebun belum ada persyaratannya karena sangat bervariasi terutama dari segi kadar karet kering. Lateks kebun yang digunakan pada kajian ini memiliki kadar karet kering 40% karena sudah disimpan selama 2 hari dan selama penyimpanan oleh petani karet sekaligus dilakukan pemekatan dengan cara pendadihan, Karena prosesnya masih di petani dan tidak memerlukan waktu yang lama dan peralatan khusus hanya berupa tong penyimpanan dan bahan kimia pendadih dan belum masuk ke dalam kriteria lateks pekat maka dalam kajian ini masih dianggap sebagai lateks petani atau lateks kebun.

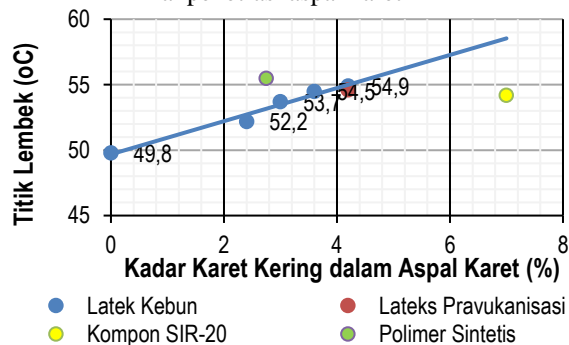
Lateks kebun tanpa pendadihan, dari petani karet daerah Garut umumnya memiliki kadar karet kering sekitar 37%. Perbedaan kadar karet kering ini dapat diyakini pada penggunaannya dan efek terhadap sifat aspal atau sifat campuran beraspal panas aspal karet yang dihasilkan tidak jauh berbeda asalkan proporsinya disesuaikan berdasarkan kadar karet kering. Yang lebih krusial adalah kemantapan mekanik. Lateks dengan penstabil atau anti koagulan amoniak, dikhawatirkan masih terlalu mudah menggumpal terutama pada nozel penyemprot jika penggunaannya dengan cara disemprotkan menggunakan dozing pump ke dalam campuran beraspal panas di *pug mill* di AMP. Untuk meningkatkan kemantapan mekanik sehingga lateks tidak menggumpal selama penyimpanan dalam kemasan tertutup hingga berumur antara 6 sampai 12 bulan, maka ke dalam lateks tersebut ditambahkan NaOH sebagai penstabil (Ependi, Akhyar dan Fajar 2015) dengan proporsi 0,5-1% terhadap berat lateks kebun. Perlu diperhatikan, penambahan NaOH tidak meniadakan penggunaan amoniak, karena amoniak memiliki peran ganda yaitu selain sebagai penstabil juga sebagai desinfektan yang dapat mencegah terjadinya penggumpalan atau pembusukan karet pada lateks yang diakibatkan oleh aktivitas bakteri (Sitanggang 2017).

Karakteristik Aspal Karet

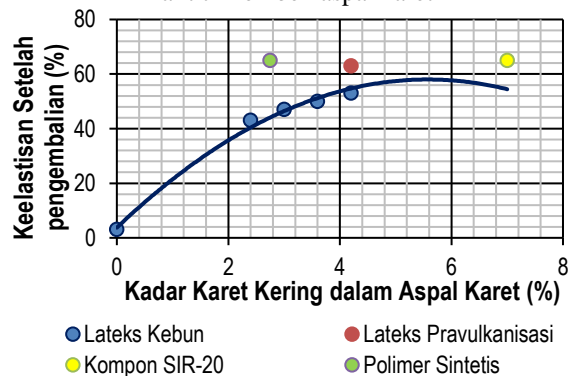
Lateks kebun apabila ditambahkan ke dalam campuran beraspal panas di pug mill AMP maka campuran beraspal tersebut menjadi berbahan pengikat aspal karet lateks kebun. Untuk mengetahui sampai sejauh mana pengaruh penambahan lateks kebun terhadap mutu aspal karet maka berdasarkan data pada Tabel 6 dan Tabel 7 dapat tunjukkan pengaruh atau hubungan tersebut pada grafik Gambar 4 sampai dengan Gambar 6.



Gambar 4. Hubungan kadar karet kering dengan nilai penetrasi aspal karet



Gambar 5. Hubungan kadar karet kering dengan nilai titik lembek aspal karet



Gambar 6. Hubungan kadar karet kering dengan nilai keelastisan setelah pengembalian aspal karet

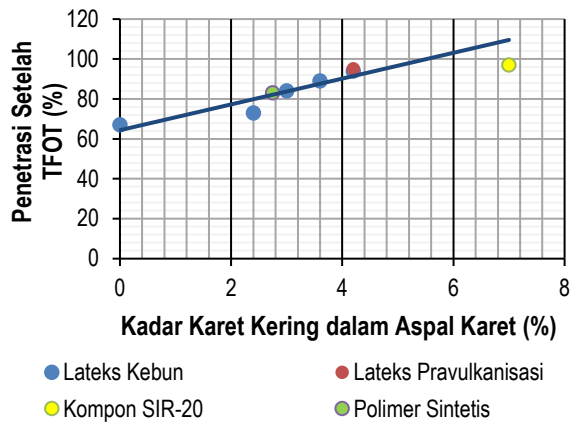
Grafik pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 6 menunjukkan hubungan antara kadar karet kering serta kadar polimer sintesis dengan

nilai penetrasi, titik lembek dan elastisitas setelah pengembalian (*elastic recovery*) aspal karet atau aspal polimer dalam kondisi fresh atau belum mengalami penuaan jangka pendek (*short term aging*) dengan TFOT (*Thin Film Oven Test*). Berdasarkan grafik tersebut tampak kecenderungan jika kadar karet kering dalam aspal semakin tinggi maka aspal menjadi semakin keras yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya nilai penetrasi dan semakin tingginya nilai titik lembek. Selain itu aspal juga menjadi semakin elastis yang ditunjukkan dengan semakin tingginya nilai persen elastisitas setelah pengembalian. Dengan semakin keras dan semakin elastis aspal maka maknanya aspal semakin tahan terhadap deformasi dan retak.

Aspal karet dari lateks kebun dengan proporsi kadar karet kering dalam aspal 4,2% memiliki tingkat kekerasan yang setara dengan aspal karet dari lateks pekat pravulkanisasi dengan proporsi kadar karet kering 4,2% dalam aspal, dengan aspal karet dari karet kompon SIR-20 dengan proporsi kadar karet kering 7% dalam aspal, serta dengan aspal modifikasi polimer sintesis dengan proporsi 2,75% dalam aspal modifikasi. Namun dari segi persen keelastisan setelah pengembalian, aspal karet dengan kadar karet kering 4,2% dari lateks kebun lebih rendah sekitar 20% dari aspal karet lateks pekat pravulkanisasi, aspal karet kompon SIR-20 dan aspal modifikasi polimer sintesis.

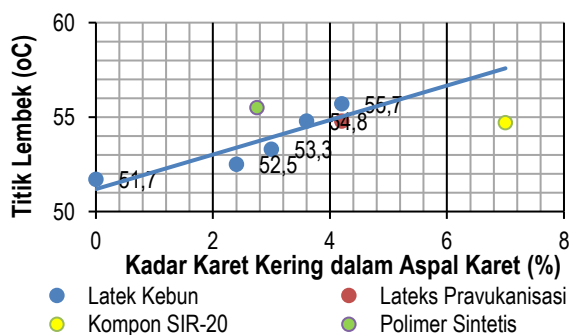
Aspal karet dari lateks kebun memiliki nilai keelastisan yang lebih rendah karena terhadap lateks tidak dilakukan vulkanisasi, sedangkan aspal karet dari lateks pekat pravulkanisasi dan kompon SIR-20 lebih elastis karena karet sudah mengalami vulkanisasi.

Grafik pada Gambar 7 sampai dengan Gambar 9 menunjukkan hubungan antara kadar karet kering serta kadar polimer sintesis dengan nilai penetrasi, titik lembek dan elastisitas setelah pengembalian (*elastic recovery*) aspal karet atau aspal polimer dalam kondisi setelah mengalami penuaan jangka pendek (*short term aging*) dengan TFOT. Penuaan jangka pendek dengan TFOT ini mensimulasikan kondisi penuaan jangka pendek di lapangan, yaitu penuaan selama masa konstruksi campuran beraspal panas, mulai dari pencampuran di AMP hingga selesai penghamparan di lapangan.



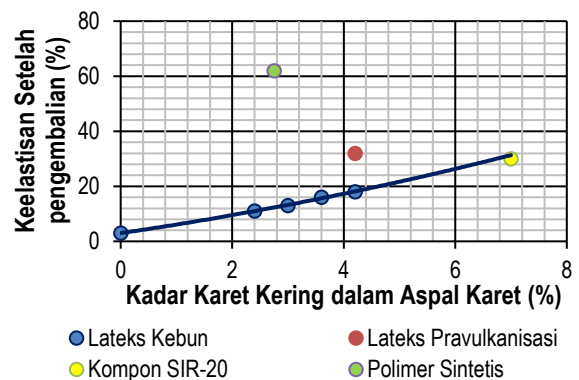
Gambar 7. Hubungan kadar karet kering dengan nilai penetrasi aspal karet setelah TFOT

Grafik pada Gambar 7 menunjukkan bahwa jika kadar karet kering dalam aspal semakin tinggi maka persen penetrasi aspal semakin tinggi yang artinya perubahan nilai penetrasi akibat terjadi pengerasan selama penuaan jangka pendek sesemakin sedikit. Hal ini karena selama penuaan jangka pendek, disamping terjadi pengerasan akibat oksidasi aspal, terjadi juga pelunakan akibat degradasi molekul karet. Pada kadar karet kering yang sama (4,2%), persen penetrasi setelah TFOT dari aspal karet lateks pekat pravulkanisasi relatif sama dengan aspal karet lateks kebun. Sedangkan aspal karet dari kompon SIR-20 memiliki persen penetrasi setelah TFOT yang lebih tinggi karena memiliki kandungan karet kering lebih tinggi juga yaitu 7%. Berbeda dengan aspal karet dari karet alam, aspal modifikasi polimer sintetis memiliki persen penetrasi setelah TFOT lebih rendah dari aspal karet alam karena polimer sintetis relatif tidak terdegradasi sehingga selama TFOT tidak ada pelunakan dari degradasi polimer melainkan hanya pengerasan akibat oksidasi.



Gambar 8. Hubungan kadar karet kering dengan nilai titik lembek aspal karet setelah TFOT

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, nilai titik lembek aspal karet setelah TFOT satuannya °C, tidak dalam satuan persen perubahan seperti pada nilai penetrasi. Dengan demikian nilai titik lembek ini tidak mengindikasikan besarnya pelunakan melainkan besarnya pengaruh kadar karet kering. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, semakin tinggi kadar karet kering dalam aspal karet dari lateks kebun, maka semakin tinggi pula nilai titik lembek setelah TFOT. Nilai titik lembek aspal karet dengan lateks pekat pravulkanisasi relatif sama dengan nilai titik lembek aspal karet dengan lateks kebun pada kadar karet kering yang sama 4,2%. Sedangkan aspal karet dengan kompon SIR-20, meski kadar karet kering lebih tinggi (7%) namun nilai titik lembek setelah TFOT tidak lebih tinggi dengan aspal karet dari lateks kebun atau lateks pekat pravulkanisasi dengan kadar karet kering 4%. Hal ini karena karet kompon SIR-20 lebih lunak dari karet yang ada dalam lateks akibat dilakukannya pelunakan karet SIR-20 pada saat pembuatan kompon.



Gambar 9. Hubungan kadar karet kering dengan nilai keelastisan setelah pengembalian aspal karet setelah TFOT

Gambar 9 menunjukkan pengaruh kadar karet kering terhadap nilai keelastisan setelah pengembalian (*elastic recovery*) dari aspal karet setelah TFOT. Dari gambar tersebut tampak semakin tinggi kadar karet kering dari lateks kebun dalam aspal, maka semakin tinggi nilai keelastisan aspal. Walau demikian, dari sampel yang diuji tidak ada satupun aspal karet yang memiliki nilai keelastisan setelah pengembalian yang memenuhi persyaratan minimum 30%. Sedangkan aspal karet yang dibuat dengan penambahan lateks pekat pravulkanisasi dan kompon SIR-20, dua-duanya memiliki nilai keelastisan setelah pengembalian masing-masing 32% dan 30%, atau memenuhi

persyaratan minimum 30% tapi dekat dari batas minimum tersebut. Aspal modifikasi polimer sintesis memiliki nilai keelastisan setelah pengembalian 62% atau jauh lebih tinggi dari aspal karet.

Prediksi Karakteristik Aspal Karet dalam Campuran

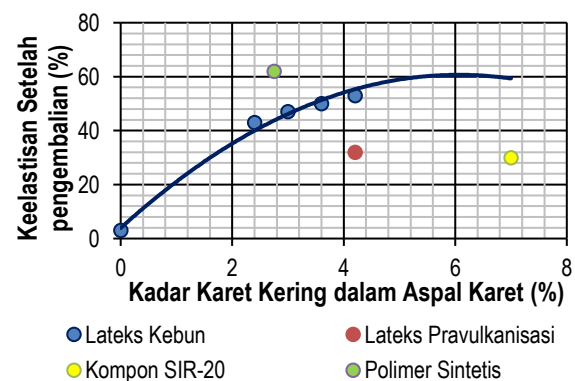
Sebagaimana yang disampaikan, aspal karet dari lateks kebun, karena tidak dilakukan vulkanisasi, maka setelah TFOT memiliki nilai keelastisan setelah pengembalian yang rendah dan tidak memenuhi persyaratan. Sedangkan aspal karet dari lateks pekat pravulkanisasi dan kompon SIR-20, karena sudah dilakukan vulkanisasi maka setelah TFOT memiliki nilai keelastisan setelah pengembalian yang memenuhi persyaratan minimum 30%. Namun, karena cara penggunaannya berbeda, yaitu lateks kebun digunakan dengan cara disemprotkan ke dalam campuran beraspal panas di *pug mill* di AMP saat pencampuran selama kurang lebih 50 detik kemudian campuran dihamparkan di lapangan, maka kondisi aspal dalam campuran yang terhampar tersebut menjadi sama dengan kondisi aspal karet original (*fresh*) yang belum mengalami penuaan jangka pendek, sehingga kondisi karet belum mengalami degradasi akibat pemanasan. Tahapan pemanasan dan pencampuran campuran beraspal panas aspal karet di AMP hingga penghamparan di lapangan, dari segi aspal karet di dalamnya menjadi sama atau bersamaan dengan tahap proses produksi aspal karet, dimana lateks dicampur dengan aspal. Pada tahapan ini tidak terjadi degradasi karet, yang terjadi adalah panas tersebut digunakan untuk mempercepat proses polimerisasi dan pencampuran karet dengan aspal. Pada saat polimerisasi, karet yang semula berupa monomer karet (isopren) dalam lateks akan saling berikatan menjadi polimer karet yang bercampur dengan aspal dan langsung mengikat agregat saat dihamparkan dan dipadatkan di lapangan.

Berbeda dengan aspal karet dari lateks kebun yang dicampur di *pug mill* tersebut, aspal karet dari lateks pekat pravulkanisasi ataupun dari karet kompon SIR-20, proses produksi dilakukan di pabrik aspal. Selama proses produksi ini terjadi polimerisasi dan pencampuran dengan aspal pada temperatur tinggi. Setelah tercampur baik, aspal karet tersebut tidak langsung digunakan melainkan

disimpan antara lain sebagai aspal karet dalam kemasan drum. Waktu aspal tersebut digunakan di proyek jalan, maka aspal akan dipanaskan kembali untuk disimpan dalam ketel aspal dan digunakan pada saat memproduksi campuran beraspal panas aspal karet hingga dihamparkan di lapangan. Karena mengalami pemanasan kembali selama pencampuran di AMP hingga pemadatan di lapangan ini lah yang menyebabkan kondisi aspal karet yang terdapat dalam campuran merupakan aspal karet yang sudah mengalami penuaan jangka pendek yang di laboratorium disimulasikan sebagai setelah TFOT.

Berdasarkan penjelasan tersebut maka dapat ditunjukkan perbandingan nilai keelastisan setelah pengembalian aspal karet dari lateks kebun dengan aspal karet dari lateks pekat pravulkanisasi dan kompon SIR-20, serta aspal modifikasi polimer sintesis, masing-masing pada kondisi setelah TFOT sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar 10. Adapun nilai karakteristik aspal karet dan aspal modifikasi lainnya tidak ditunjukkan lagi karena perubahannya relative sedikit.

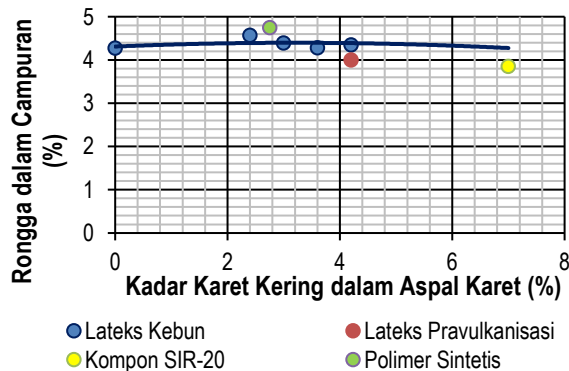
Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Gambar 10 dapat diketahui bahwa nilai keelastisan setelah pengembalian aspal karet dari lateks kebun (dengan proporsi 2,4% sampai dengan 4,2%) dalam campuran setelah terhampar lebih tinggi dibanding aspal karet dari lateks pekat pravulkanisasi (dengan proporsi 4,2%) dan aspal karet dari kompon SIR-20 (dengan proporsi 7%), namun masih lebih rendah bila dibandingkan dengan aspal modifikasi karet sintesis (dengan proporsi 2,75%).



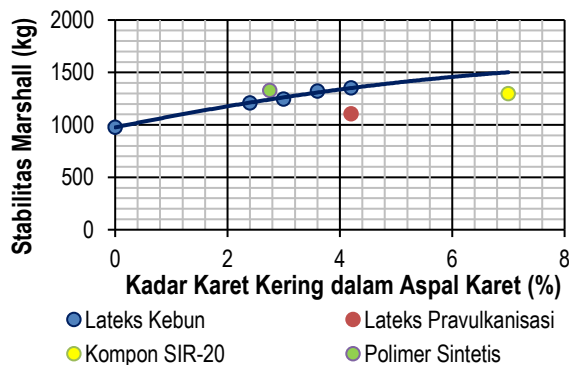
Gambar 10. Hubungan kadar karet kering dengan nilai keelastisan setelah pengembalian pada aspal karet dalam campuran terhampar

Karakteristik Campuran Beraspal panas Aspal Karet

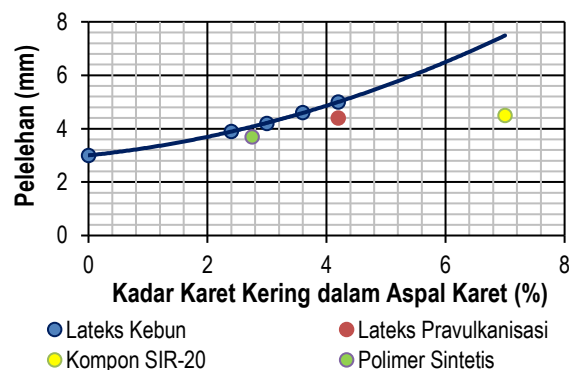
Karakteristik aspal karet dalam campuran sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 15 ternyata sejalan dengan karakteristik campuran beraspal panas aspal karet, terutama yang dibahas dalam tulisan ini adalah rongga dalam campuran, stabilitas Marshall, hasil bagi Marshall dan stabilitas dinamis sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 11, Gambar 12, Gambar 13 dan Gambar 14.



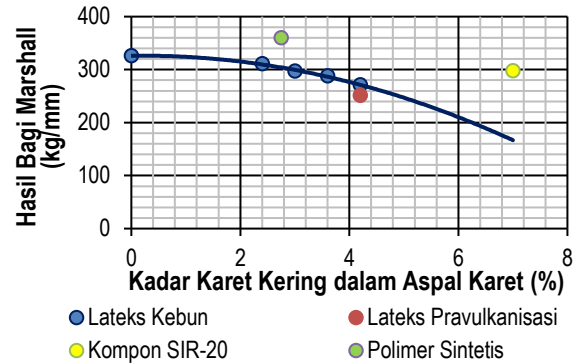
Gambar 11. Hubungan kadar karet kering dengan persen rongga dalam campuran beraspal panas aspal karet



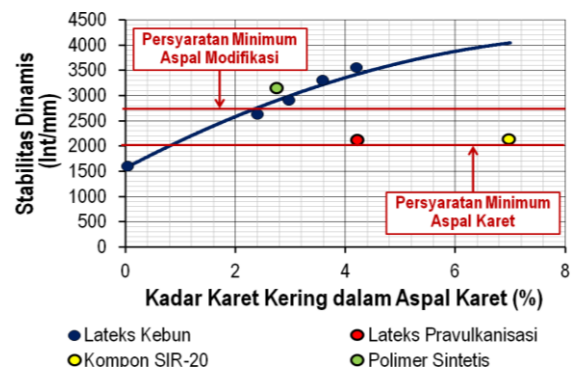
Gambar 12. Hubungan kadar karet kering dengan nilai stabilitas Marshall campuran beraspal panas



Gambar 13. Hubungan kadar karet kering dengan nilai pelelehan (Fow) Marshall campuran beraspal panas aspal karet



Gambar 14. Hubungan kadar karet kering dengan nilai hasil bagi Marshall campuran beraspal panas aspal karet



Gambar 15. Hubungan kadar karet kering dengan stabilitas dinamis campuran beraspal panas aspal karet

Gambar 11 menunjukkan bahwa persen rongga udara dalam briket Marshall semua campuran beraspal panas aspal karet dan campuran beraspal panas aspal modifikasi polimer sintetis relatif sama. Hal ini dapat difahami karena semua campuran menggunakan gradasi dan kadar aspal yang juga relative sama serta dipadatkan dengan alat pemadat Marshall dengan jumlah tumbukan yang sama pada temperatur sesuai ketentuan.

Gambar 12, Gambar 13 dan Gambar 14 menunjukkan bahwa campuran aspal karet dengan kadar karet kering dari lateks kebun semakin tinggi maka stabilitas Marshall, pelelehan, dan stabilitas dinamis yang semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan efek dari lateks alam yang meningkatkan kekerasan dan keelastisan aspal sebagai bahan pengikat. Peningkatan stabilitas Marshall lebih rendah dibanding peningkatan pelelehan campuran beraspal panas aspal karet dengan lateks kebun sehingga menghasilkan nilai hasil bagi Marshall (*Marshall quotient*) yang sesemakin rendah.

Khusus mengenai ketahanan campuran beraspal terhadap kerusakan deformasi

permanen (*rutting*) sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 15, campuran dengan aspal karet dengan 4,2% kadar karet kering dari lateks kebun memiliki stabilitas dinamis tertinggi. Dengan demikian, campuran beraspal panas aspal karet lateks kebun tersebut tidak kalah sekalipun dibandingkan dengan campuran beraspal panas dengan aspal modifikasi polimer sintetis.

Perbandingan Harga Aspal Karet dan Aspal Modifikasi Polimer Sintetis

Harga masing-masing aspal karet dan aspal modifikasi polimer sintetis dihitung berdasarkan asumsi harga aspal pen 60 Rp 8.000/kg, harga lateks kebun Rp 8.086/kg, harga lateks pekat pravulkanisasi Rp 25.476/kg, harga

kompon SIR-20 Rp 35.259/kg dan harga polimer sintetis SBS (*Styrene Butadiene Styrene*) Rp 70.000/kg. Selain itu ditambahkan pula PPN dan transport karet atau polimer dan biaya produksi aspal karet atau polimer. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 12. Berdasarkan perhitungan biaya yang ditunjukkan pada Tabel 12 dapat diketahui bahwa harga dari yang paling mahal hingga paling murah adalah aspal karet dari kompon SIR-20 Rp 12.155/kg, aspal modifikasi polimer sintetis Rp11.898/kg, aspal karet dari lateks pekat pravulkanisasi Rp 11.625/kg dan aspal karet dari lateks kebun dengan pencampuran lateks kebun pada campuran beraspal di *pug mill* AMP Rp 9.098/kg.

Tabel 12. Perhitungan harga berbagai jenis aspal karet dan aspal polimer

	Harga 1 kg Aspal Karet/Polimer			
	Lateks Kebun (40% Karet)	Lateks Pekat (60% Karet)	SIR-20 (99% Karet)	Polimer Sintetis (100% Polimer)
Karet/Polimer yang dicampurkan	10,4% (4,2% Karet)	7% (4,2% Karet)	7% (7% Karet)	2,75% (2,75% Polimer)
Harga Karet/ Polimer	Rp 849 (10,4% x Rp 8.086)	Rp 1.783 (7% x Rp 25.476)	Rp 2.468 (7% x Rp 35.259)	Rp 1.925 (2,75% x Rp 70.000)
Harga Aspal Pen 60	Rp 7.664 (95,8% x Rp 8.000)	Rp 7.664 (95,8% x Rp 8.000)	Rp 7.440 (93% x Rp 8.000)	Rp 7.780 (97,25% x Rp 8.000)
Biaya Proses, Transport dan PPN	Rp 585	Rp 2.178	Rp 2.247	Rp 2.193
Harga 1 kg Aspal Karet/ Polimer	Rp 9.098	Rp 11.625	Rp 12.155	Rp 11.898

Melihat harga tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan lateks kebun dengan cara mencampurkannya/menyemprotkannya ke dalam campuran beraspal menghasilkan saat pencampuran memiliki biaya komponen aspal karet dalam campuran paling murah yaitu lebih murah 25% dari aspal karet Kompon SIR-20, lebih murah 24% dari aspal karet Lateks Pekat Pravulkanisasi dan lebih murah 22% dari Aspal Polimer Sintetis SBS.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari segi kualitas, penggunaan lateks kebun dengan cara ditambahkan ke dalam campuran beraspal panas saat pencampuran dapat menghasilkan campuran beraspal panas aspal karet dengan kualitas lebih tinggi

dibanding campuran beraspal panas dengan aspal karet pada umumnya yang di campur di pabrik dan setara dengan campuran beraspal panas aspal modifikasi polimer sintetis.

Dari segi harga, penggunaan lateks kebun dengan cara ditambahkan ke dalam campuran beraspal panas tersebut memiliki harga komponen aspal karet yang lebih murah 22% sampai 25% dari harga aspal karet atau aspal modifikasi polimer sintetis produk pabrik.

Saran

Penggunaan lateks kebun dengan cara ditambahkan ke dalam campuran beraspal panas saat pencampuran ini perlu ditindaklanjuti dengan uji coba lapangan.

Jika penggunaan lateks kebun pada perkerasan jalan ini akan diterapkan pada

projek-projek jalan maka bersamaan dengan itu para petani karet perlu diberi edukasi untuk dapat menghasilkan lateks kebun yang standar dengan kadar karet kering 40% dengan cara pendadahan serta awet dengan bahan pengawet NaOH (Aurora dkk. 2016) agar dapat disimpan lama yaitu selama masa pelaksanaan proyek jalan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Direktur Bina Teknik Jalan dan Jembatan dan Kepala Balai Bahan Jalan yang telah memfasilitasi berbagai kegiatan pengembangan teknologi termasuk teknologi aspal karet ini.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Material, 2014, “*Standard Practice for Preparation of Bituminous Specimens Using Marshall Apparatus*”. ASTM D 6926-2010.
- American Society for Testing and Material, 2015, “Standard test method for Marshall stability and flow of bituminous mixtures”, ASTM D6927-2015
- Aurora, Dwi and Charles, Banon and Teja, Dwi Susanto. 2016. “Pembuatan Lateks Pekat Dengan Menggunakan Metode Pendadahan”. Undergraduated thesis, Universitas Bengkulu.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2012. *Statistik Karet Indonesia 2011*. Jakarta: BPS.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (DJBMM). 2017. *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Tahun 2010 Revisi 3*. Jakarta: DJBMM.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (DJBMM). 2018. *Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.6.26, Aspal Karet Pracampur*. Jakarta: DJBMM.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (DJBMM). 2021. *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Tahun 2018 Revisi 2*. Jakarta: DJBMM.
- Ependi, R., Akhyar Ali dan Fajar Restuhadi. 2015. Penggunaan Natrium Hidroksida (NaOH) Sebagai Zat Antikoagulan Lateks (Hevea Brasiliensis). *Jurnal Sagu* 14(1):6-18.
- Harahap, N. H. P. dan Bhima Agung Segoro. 2018. Analisis Daya Saing Komoditas Karet Alam Indonesia ke Pasar Global. *Jurnal Transborders* 1(2): 130-143.
- Hermadi, M. 2020. *Laporan Akhir Pengembangan Aspal Modifikasi Dengan Kadar Karet Tinggi*. Laporan Internal. Bandung: [s.n].
<https://id.investing.com/commodities/rubber-trs20-futures>
https://rri.co.id/palembang/ekonomi/1014477/memasuki-april-harga-karet-sumsel-turun?utm_source=news_main&utm_medium=internal_link&utm_campaign=General%20Campaign
<https://www.fao.org/home/en>
- Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). 2019. *Pedoman Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Beraspal Panas dengan Aspal yang Mengandung Karet Alam Pd 08-2019-B*. Jakarta: Kementerian PUPR
- Japan Road Association (JRA). 2005. *Method of wheel tracking test JRA-B003*, Standard practice for asphalt concrete mix design. 3: 39–55.
- Sitanggang, Anita Magdalena. 2017. “Pengaruh Kadar Amonia Pada Lateks Alam Dalam Pengolahan Ribbed Smoke Sheet (RSS) di PT. Perkebunan Nusantara III Kebun Sarang Giting”. Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara.