

## **Pengaruh Campuran Serbuk Kayu Sengon Dan Abu Cangkang Karet Sebagai Filler HRS-Base**

\*Nataliyus Leonardo Tarung, Salonten, Supiyan

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

[\\*nardoleo328@gmail.com](mailto:nardoleo328@gmail.com)

Received: 18 Februari 2026, Revised: 23 Februari 2026, Accepted: 23 Februari 2026

### **Abstract**

*Both coarse and fine aggregates in asphalt mixtures actually contain natural fillers, but the amount does not meet the specifications. Therefore, this study aims to analyze the effect of utilizing rubber shell ash and sengon wood ash as additional fillers in HRS-Base (Hot Rolled Sheet-Base) hot mix asphalt. The mixture characteristics were evaluated through Marshall testing to obtain the parameters of stability, flow, VMA, VIM, VFB, and Marshall Quotient. At a filler content of 6%, the mixture with sengon ash produced a stability of 912.582 kg and rubber shell 901.636 kg. The flow values were 3.257 mm and 3.2 mm, respectively. VMA was recorded at 21.436% and 21.316%, while VIM was 4.98% and 4.83%. VFB reached 76.774% and 77.329%, with a Marshall Quotient of 280.330 kg/mm and 282.057 kg/mm. At a content of 7.5%, the stability of the mixture was 905.700 kg for sengon and 912.831 kg for rubber shell, with a flow of 3.130 mm and 3.233 mm. VMA is 21.080% and 21.062%, VIM is 4.55% and 4.53%, and VFB is 78.423% and 78.546%. The Marshall Quotient is 289.440 kg/mm and 283.180 kg/mm, respectively. At a 9% content, stability improved to 934.226 kg (sengon) and 927.094 kg (rubber shell), with volumetric characteristics and Marshall Quotient indicating better performance of the mixture.*

**Keywords:** *HRS-Base, Sengon Wood Powder Ash, Rubber Shell Ash, Filler, Parameter Marshall*

### **Abstrak**

Agregat kasar maupun agregat halus pada campuran beraspal sebenarnya telah mengandung filler alami, namun jumlahnya belum memenuhi kebutuhan spesifikasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pemanfaatan abu cangkang karet dan abu serbuk kayu sengon sebagai bahan pengisi tambahan pada campuran aspal panas tipe HRS-Base (*Hot Rolled Sheet-Base*). Evaluasi karakteristik campuran dilakukan melalui pengujian Marshall untuk memperoleh parameter stabilitas, flow, VMA, VIM, VFB, dan *Marshall Quotient*. Pada kadar filler 6%, campuran dengan abu sengon menghasilkan stabilitas 912,582 kg dan cangkang karet 901,636 kg. Nilai flow masing-masing 3,257 mm dan 3,2 mm. VMA tercatat 21,436% dan 21,316%, sedangkan VIM sebesar 4,98% dan 4,83%. VFB mencapai 76,774% dan 77,329%, dengan *Marshall Quotient* 280,330 kg/mm dan 282,057 kg/mm. Pada kadar 7,5%, stabilitas campuran sengon 905,700 kg dan cangkang karet 912,831 kg, dengan flow 3,130 mm dan 3,233 mm. VMA sebesar 21,080% dan 21,062%, VIM 4,55% dan 4,53%, serta VFB 78,423% dan 78,546%. *Marshall Quotient* masing-masing 289,440 kg/mm dan 283,180 kg/mm. Sementara pada kadar 9%, stabilitas meningkat menjadi 934,226 kg (sengon) dan 927,094 kg (cangkang karet), dengan karakteristik volumetrik dan *Marshall Quotient* yang menunjukkan kinerja campuran semakin baik.

**Kata kunci:** *HRS-Base, Abu Serbuk Kayu Sengon, Abu Cangkang Karet, Filler, Parameter Marshall*

## **Pendahuluan**

Kebutuhan material yang semakin hari semakin meningkat mengakibatkan ketersediaan semakin berkurang, terutama filler. Filler adalah salah satu unsur atau bahan yang harus ada dalam campuran aspal panas. Biasanya dalam agregat kasar dan agregat halus sudah terdapat kandungan filler, namun kadar filler tersebut tidak mencukupi sesuai dengan persyaratan, sehingga perlu adanya penambahan filler. Untuk mengatasi kekurangan kadar filler tersebut biasanya digunakan semen atau kapur, namun di beberapa daerah di Indonesia kadang tidak mudah untuk mendapatkan semen dan harganya pun relatif semakin mahal.

Provinsi Kalimantan Tengah merupakan Provinsi yang mempunyai lahan perkebunan pohon sengon dan pohon karet yang cukup luas dan hampir disetiap daerah di Kalimantan Tengah menanam pohon sengon dan pohon karet. Meski demikian serbuk kayu sengon hasil gergaji jarang di manfaatkan dan hanya terbuang begitu saja. Serbuk karet juga terbuang begitu saja karena itu penelitian ini mencoba meneliti pengaruh penggunaan abu serbuk kayu sengon dan cangkang karet sebagai tambahan bahan filler pada campuran aspal panas jenis HRS-Base (Hot Rolled Sheet-Base) sehingga limbah serbuk kayu sengon dan cangkang karet menjadi nilai tambah dalam pemanfaatannya dan meningkatkan perekonomian masyarakat.

Berdasarkan uraian diatas secara umum penelitian ini untuk mengetahui bagaimana kinerja campuran aspal Laston lapis pondasi (HRS-Base) bila menggunakan tambahan filler dari abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet terhadap campuran aspal Laston lapis pondasi (HRS-Base) ditinjau dari karakteristik Marshall, yang diharapkan dengan bahan ini sebagai filler mampu memenuhi ekualitas campuran aspal dan juga sekaligus salah satu langkah penanganan pengurangan limbah organik atau yang berpotensi merusak lingkungan dengan peningkatan nilai gunanya.

Lapis tipis aspal beton (laston) adalah lapisan penutup yang terdiri dari campuran agregat bergradasi senjang, bahan tambah (filler) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas (dalam suhu tertentu, minimum 124°C), dengan ketebalan padat 2,5 cm atau 3 cm (Sukirman, 2003).

Pembuatan lapis tipis aspal beton (laston) bertujuan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapisan antar pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi bawahnya. Hot Rolled Sheet (HRS) bersifat lentur dan mempunyai durabilitas yang tinggi, hal ini disebabkan campuran HRS dengan gradasi senjang mempunyai rongga dalam campuran yang cukup besar, sehingga mampu menyerap jumlah aspal dalam jumlah banyak (7-8%) tanpa terjadi kelebihan aspal (bleeding). Selain itu, HRS juga mudah dipadatkan sehingga lapisan yang dihasilkan mempunyai kedekatan terhadap air dan udara tinggi (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018).

Menurut Sukirman, (2003) aspal yang digunakan sebagai material perkerasan jalan berfungsi sebagai:

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri.

Material campuran aspal sebagai material perkerasan jalan pada dasarnya dikomposisikan dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal keras. Bahan harus terlebih dahulu diteliti mutu dan gradasinya. Penggunaan hasil campuran aspal dari beberapa pabrik yang berbeda tidak dibenarkan, walaupun jenis aspalnya sama. Adapun sifat-sifat campuran Laston dapat dilihat pada Tabel.1.

**Tabel. 1 Sifat – Sifat Campuran Lataston**

Sifat-sifat Campuran		Lataston	
		WC	BC
Penyerapan aspal	Max	1,7	1,7
Jumlah tumbukan per bidang		75	75
Rongga dalam campura (VITM) (%)	Max	3,0	3,0
	Min	6,0	6,0
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	18	17
Rongga terisi aspal (VFMA) (%)	Min	68	68
Stabilitas Marshall (%)	Min	800	800
Pelelehan (mm)	Min	3	3
Marshall Quotient (K g/mm)	Min	250	250
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 Deraja Celcius	Min	75	75
Rongga dalam campuran (%) Pada Kepadatan Membal		2	2

Sumber: *Ditjen Bina Marga, 2010*

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM (1974) mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. (Sukirman, 1992).

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai material perkerasan jalan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya pelekatan dengan aspal (Sukirman, 1992; Sudarsono, 1979).

Menurut DPU-Bina Marga (1983), filler adalah sekumpulan mineral agregat yang umumnya lolos saringan No. 200. Filler atau bahan pengisi ini akan mengisi rongga di antara partikel agregat kasar dalam rangka mengurangi besarnya rongga, meningkatkan kerapatan dan stabilitas dari massa tersebut.

Sukirman, (1992), filler dapat menggunakan debu batu kapur, semen Portland, abu terbang, abu tanur semen atau mate-

rial non plastis lainnya, asalkan bagian yang lolos saringan No. 200 sama atau lebih banyak dari 75 % terhadap beratnya.

## Metode

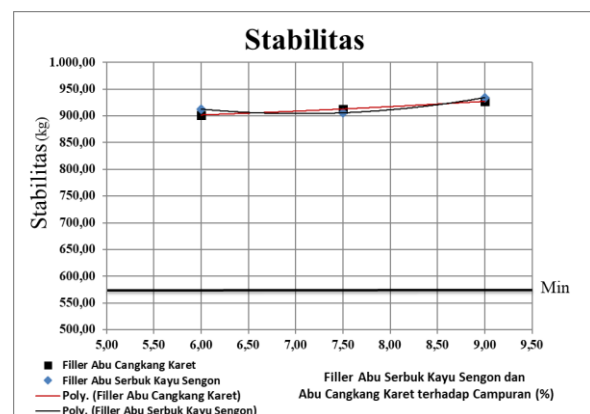
Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium, yaitu untuk menganalisis penggunaan abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet sebagai bahan pengisi (filler) dalam Campuran HRS – Base (Hot Rolled Sheet – Base). Dalam penelitian di laboratorium diadakan pengamatan dan pemeriksaan terhadap proporsi campuran HRS – Base (Hot Rolled Sheet – Base) yang memenuhi spesifikasi. Data yang dihasilkan digunakan untuk perancangan campuran, yang selanjutnya dibuat benda uji (briket) untuk dilakukan uji Marshall sehingga diketahui karakteristik campuran tersebut.

## Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian Marshall ini menunjukkan bahwa pada penambahan abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet sebagai bahan pengisi (Filler) ke dalam campuran dengan persentase penambahan filler 6%, 7,5% dan 9% terhadap proporsi agregat dari kadar aspal optimum (KAO), beberapa dari nilai parameter karakteristik Marshall dari campuran aspal tersebut memenuhi spesifikasi yang diijinkan oleh Bina Marga (2018).

### Hubungan Stabilitas Terhadap Penambahan Abu Serbuk Kayu Sengon dan Abu Cangkang Karet Sebagai Bahan Pengisi (Filler)

Pada Gambar 1 berikut dapat dilihat bagaimana pengaruh penambahan Filler Abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet terhadap stabilitas.



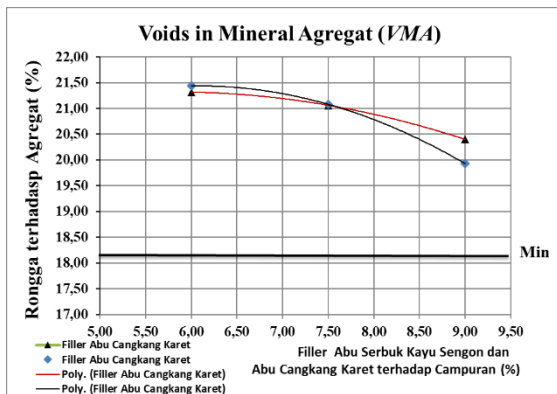
**Gambar 1.** Grafik Hubungan Stabilitas terhadap Variasi Penambahan Serbuk Kayu Sengon Dan Cangkang Karet Sebagai Filler

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai

stabilitas yang diperoleh pada percobaan Marshall sudah memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018) Revisi 2 yaitu minimal 600 kg. Dapat dilihat bahwa semakin besar persentase penambahan abu cangkang karet padacampuran, maka nilai stabilitas akan semakin besar. Nilai stabilitas tertinggi dari kadar *filler* abu serbuk kayu sengon ada di 9% dari berat total agregat 934,226 kg dan abu cangkang karet sebesar 9% dari berat total agregat, yaitu 927,094 kg.

### Hubungan Stabilitas Terhadap Penambahan Abu Serbuk Kayu Sengon dan Abu Cangkang Karet Sebagai Bahan Pengisi (*Filler*)

Rongga antar agregat (VMA) adalah ruang rongga di antara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk aspal yang diserap agregat). Nilai rongga antar agregat (VMA) yang disyaratkan pada Spesifikasi Bina Marga 2018 (Revisi 2) untuk campuran *Hot Rolled Sheet-Base* (HRS- Base) yaitu minimum 17%.



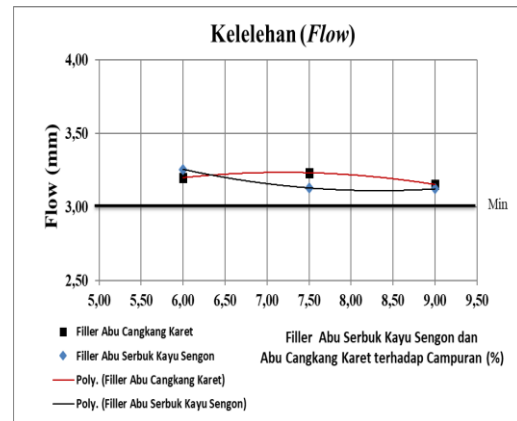
**Gambar 2. Grafik Hubungan VMA terhadap Variasi Penambahan Serbuk Kayu Sengon Dan Cangkang Karet Sebagai Filler**

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai tertinggi rongga antar agregat (VMA) terjadi pada kadar filler abu serbuk kayu sengon 6% yaitu sebesar 21,436% dan nilai terendah 9% yaitu sebesar 19,929% dan abu cangkang karet 6% yaitu sebesar 21,316% dan nilai terendah 9% yaitu sebesar 20,399%. Semua kadar filler dari abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet untuk nilai rongga antar agregat (VMA) memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018 (Revisi 2) untuk campuran *Hot Rolled Sheet – Base* (HRS-Base).

### Hubungan Kelelahan (*Flow*) Terhadap Penambahan Abu Serbuk Kayu Sengon

### dan Abu Cangkang Karet Sebagai Bahan Pengisi (*Filler*)

Nilai Flow menunjukkan tingkat kelenturan dari suatu campuran. Untuk campuran Lataston HRS-Base, nilai flow mempunyai spesifikasi menurut Bina Marga (2018) Revisi 2 minimal 3 mm. Pada Gambar 4.12 di tunjukkan nilai *flow* yang diperoleh sesuai bertambahnya filler abu cangkang karet yang digunakan.

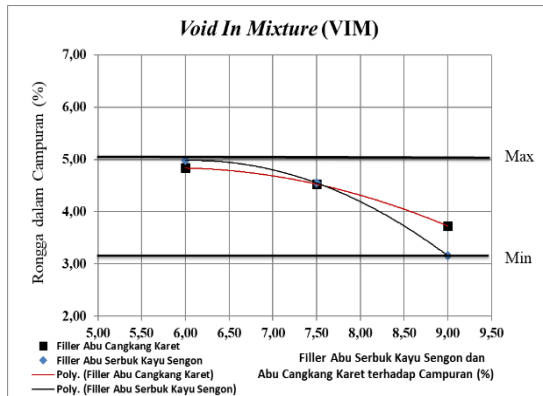


**Gambar 3. Grafik Hubungan Stabilitas (Flow) terhadap Variasi Penambahan Serbuk Kayu Sengon Dan Cangkang Karet Sebagai Filler**

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa nilai *flow* memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga (2018) Revisi 2 yaitu nilai *flow* harus > 3mm. Nilai tertinggi diperoleh pada penambahan 6% kadar filler abu serbuk kayu sengon yaitu sebesar 3,257 mm, dan pada penambahan kadar filler abu serbuk kayu sengon sebesar 7,5% dan 9% mengalami penurunan nilai *flow*, sedangkan untuk abu cangkangkaret ada di 7,5% yaitu sebesar 3,233 mm, dan pada penambahan kadar filler abu cangkang karet sebesar 6% dan 9% mengalami penurunan nilai *flow*.

### Hubungan Rongga Udara Dalam Campuran (*Void in Mix/VIM*) Terhadap Penambahan Abu Serbuk Kayu Sengon dan Abu Cangkang Karet Sebagai Bahan Pengisi (*Filler*)

VIM adalah pori yang tersisa setelah campuran dipadatkan VIM dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir-butir agregat akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperatur.

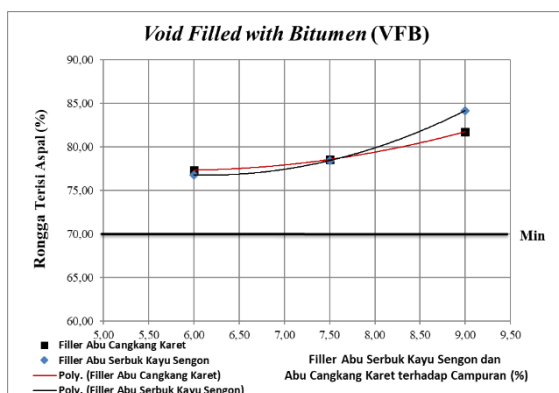


**Gambar 4. Grafik Hubungan VIM terhadap Variasi Penambahan Serbuk Kayu Sengon Dan Cangkang Karet Sebagai Filler**

Gambar 4 menunjukkan nilai VIM dari penambahan filler abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya persentase kadar filler abu cangkang karet. Nilai VIM dengan kadar filler 6%, 7% dan 9% memenuhi persyaratan spesifikasi Umum Bina Marga (2018) Revisi 2 dengan syarat 3-5%.

**Hubungan Rongga Terisi Aspal (Void Filled With Bitumen/VFB) Terhadap Penambahan Abu Serbuk Kayu Sengon dan Abu Cangkang Karet Sebagai Bahan Pengisi (Filler)**

Pengaruh rongga terisi aspal (VFB) terhadap variasi persentase penambahan abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet dapat dilihat pada Gambar 5.



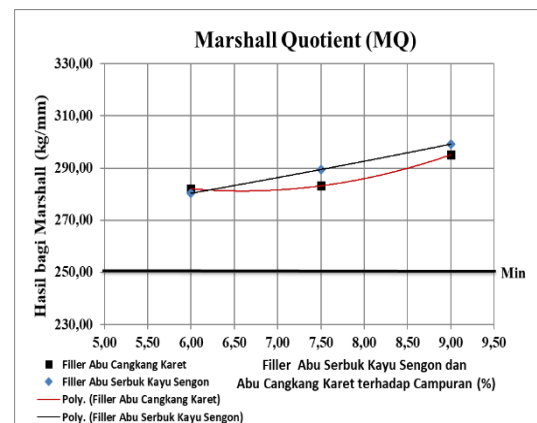
**Gambar 5. Grafik Hubungan VFB terhadap Variasi Penambahan Serbuk Kayu Sengon Dan Cangkang Karet Sebagai Filler**

Gambar di atas menunjukkan bahwa nilai rongga terisi aspal (VFB) pada percobaan Marshall sudah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh Spesifikasi Bina Marga (2018) Revisi 2 yaitu nilainya lebih besar

dari 68%. Nilai VFB terbesar yaitu 9% pada kadar penambahan Filler abu serbuk kayu sengon yaitu sebesar 84,163% dan Abu cangkang karet yaitu sebesar 81,739%. Nilai rongga terisi aspal (VFB) cenderung meningkat seiring dengan besarnya persentase penambahan abu cangkang karet ke dalam campuran. Hal tersebut disebabkan karena abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet yang tercampur lebih mengisi rongga-rongga yang ada pada campuran tersebut.

**Hubungan Hasil Bagi Marshall (MQ) Terhadap Penambahan Abu Serbuk Kayu Sengon dan Abu Cangkang Karet Sebagai Bahan Pengisi (Filler)**

Hubungan hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*) terhadap variasi penambahan abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*) yang dinyatakan oleh Spesifikasi Bina marga (2018) Revisi 2 lebih besar dari 250 kg/mm.



**Penambahan Serbuk Kayu Sengon Dan Cangkang Karet Sebagai Filler**

Gambar 6 menunjukkan nilai bagi marshall (*Marshall Quotient*) pada percobaan Marshall sudah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh Spesifikasi Bina Marga (2018) Revisi 2 yaitu nilainya lebih besar dari 250 kg/mm. Nilai hasil bagi Marshall semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kadar filler abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet.

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat dibuat beberapa kesimpulan:

1. Material penyusun dalam perencanaan campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-*

- Base) dari hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat berupa pemeriksaan gradasi (analisa saringan), berat jenis, penyerapan dan keausan agregat kasar semuanya memenuhi persyaratan spesifikasi, sedangkan Abu serbuk kayu sengon dan Abu cangkang karet yang digunakan sebagai bahan tambah *Filler* telah memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga (2018) revisi 2 yaitu lolos ayakan No.16 dan lolos ayakan 0,075mm (No.200) masing-masing tidak kurang dari 100% dan 75% terhadap beratnya.
2. Hasil penelitian terhadap Parameter karakteristik Marshall menggunakan komposisi campuran yang sama dan kadar Aspal Optimum (KAO) senilai 7,35 % dengan penambahan bahan pengisi menggunakan abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet dengan variasi penambahan filler 5,5%, 7%, dan 9% dihasilkan nilai karakteristik parameter Marshall sebagai berikut :
    - a. Nilai stabilitas untuk semua variasi kadar penambahan abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet memenuhi nilai spesifikasi yang disyaratkan. Nilai stabilitas tertinggi dari penambahan abu serbuk kayu sengon 5% dengan total *filler* 9% yaitu sebesar 934,226 kg dan untuk abu cangkang 5% dengan total *filler* 9% yaitu sebesar 927,094 kg.
    - b. Nilai kelelahan (*Flow*) untuk semua variasi kadar penambahan abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet semua memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai kelelahan (*Flow*) tertinggi dari penambahan abu serbuk kayu sengon 2% dengan total *filler* 6% yaitu sebesar 3,257 mm dan untuk abu cangkang karet 3,5% dengan total *filler* 7,5% yaitu sebesar 3,233 mm.
    - c. Nilai rongga antar agregat (VMA) untuk semua variasi penambahan abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai VMA tertinggi terdapat pada penambahan abu serbuk kayu sengon 2% dengan total *filler* 6% yaitu sebesar 21,436% dan untuk abu cangkang karet 2% dengan total *filler* 6% yaitu sebesar 21,316%. Nilai rongga antar agregat mengalami penurunan seiring bertambahnya

abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet yang digunakan.

- d. Nilai rongga udara dalam campuran (VIM) untuk semua variasi penambahan abu cangkang karet memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga (2018) revisi 2 yaitu 3-5. Nilai rongga udara dalam campuran (VIM) yang dihasilkan cenderung menurun seiring dengan semakin besarnya penambahan abu cangkang karet.
- e. Nilai rongga udara terisi aspal (VFB) untuk semua variasi penambahan abu cangkang karet memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai rongga terisi aspal (VFB) tertinggi terdapat pada penambahan abu serbuk kayu sengon 5% dengan total *filler* 9% yaitu sebesar 84,163% dan untuk abu cangkang karet 5% dengan total *filler* 9% yaitu sebesar 81,739%. Nilai rongga terisi aspal mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet.

Nilai hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*) untuk semua variasi penambahan abu serbuk kayu sengon dan abu cangkang karet memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*) tertinggi terdapat pada penambahan abu serbuk kayu sengon 5% dengan total *filler* 9% yaitu sebesar 299,156 kg/mm dan untuk abu cangkang karet 5% dengan total *filler* 9% yaitu sebesar 295,061 kg/mm.

### Saran

Sesuai hasil penelitian dapat dikemukakan beberapa rekomendasi sebagai berikut :

1. Dari hasil perencanaan campuran HRS-Base (*Hot Rolled Sheet-Base*) dengan menggunakan bahan pengisi *filler* Abu serbuk kayu sengon dan Abu Cangkang Karet disarankan agar dapat dikembangkan pada jenis perkerasan yang lain. Sehingga diharapkan dapat memperoleh hasil yang lebih baik.
2. Abu serbuk kayu sengon dan Abu Cangkang Karet sebagai tambahan bahan pengisi *filler* disarankan untuk diteliti terutama kandungan yang terdapat dalamnya sehingga limbah dari Abu serbuk kayu sengon dan Abu Cangkang Karet dimanfaatkan pada penelitian berikutnya.
3. Penelitian ini juga dapat dilakukan

penelitian kembali dengan variasi kadar aspal dan abu cangkang karet yang berbeda serta agregat yang berbeda agar menghasilkan komposisi campuran yang lebih baik.

## **Daftar Pustaka**

- Adisaputra, Dino (2019), Penggunaan Abu Tempurung Kelapa sebagai Tambahan Bahan Pengisi (Filler) pada Campuran Laston Lapis Aus (Hot Rolled Sheet-Wearing Course), Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.
- Cahya. 2018. *Karakteristik Penggunaan Abu Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Filler Pada Campuran Laston Lapis Aus*.
- Departemen Pekerjaan Umum (2018), *Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal*.
- Departemen Pekerjaan Umum (2018), *Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal*.
- Sudiko S. Simanjuntak (2021), Analisis Penggunaan Abu Terbang Batubara (Fly Ash) Dari Pltu Pulang Pisau Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Pada Campuran Hrs- Wc (Hot Rolled Sheet-Wearing Course), Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.
- Sukirman,S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova: Bandung.
- Sukirman, S, 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit
- Suprpto, 2004. *Bahan Dan Struktur Jalan Raya*. Yogyakarta: KMTS FT UGM
- Suprpto, 2004. *Bahan Dan Struktur Jalan Raya*. Yogyakarta: KMTS FT UGM
- Yuslinggam. 2018. *Pengaruh Penggunaan Abu Serbuk Kayu Sebagai Filler Pada Campuran Laston Lapis AUS (AC-WC)*. Skripsi FT USK.