

Pengaruh Panjang Serat Ijuk dan Temperatur Pada Campuran Beton Aspal Terhadap Deformasi Permanen

Akhmad Hairuddin¹, Ismail Akbar Felayati², St. Fauziah Badaron³,
Mukhtar Thahir Syarkawi⁴, Andi Alifuddin⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231
Email: ¹akhmadhairuddin@gmail.com; ²ismailakbarfelayati@gmail.com;
³sitifauziahbadrun@gmail.com; ⁴mukhtartahir.sarkawi@umi.ac.id; ⁵andi.alifuddin@umi.ac.id

ABSTRAK

Rancangan pada campuran beton aspal dengan melakukan penggabungan bahan-bahan tertentu yang memiliki sifat dan karakteristik yang diharapkan yang dapat meningkatkan kinerja terhadap kelemahan dari bahan lainnya. Serat Ijuk memiliki dua fungsi yaitu sebagai bahan yang merupakan suatu kesatuan yang tercampur secara acak pada campuran dan sisi lain sebagai penguat yang dapat memberikan kekuatan *rutting* dengan penggabungan beberapa bahan sebagai penyusun campuran beton aspal yang meningkatkan kekuatan deformasi selama proses pembebanan. Serat ijuk merupakan serat alam dimana tersedia begitu banyak, akan tetapi pemanfaatannya belum optimal. Serat ijuk dapat digunakan sebagai penguat alternatif untuk bahan komposit. Tujuan penelitian untuk menganalisis perilaku *rutting* terhadap panjang serat ijuk pada campuran aspal beton dan menganalisis ketahanan pengaruh variasi panjang serat ijuk dan temperatur terhadap konstruksi jalan lapis beton aspal terhadap deformasi permanen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang serat ijuk 8mm memiliki nilai D0 terendah 4,29 mm, DS yang terbesar 750 lintasan/mm, dan nilai RD yang terkecil yaitu 0,056 mm/menit. Pengujian *wheel tracking* menghasilkan data bahwa temperatur dengan penggunaan serat ijuk sangat berpengaruh pada ketahanan campuran terhadap *rutting*.

Kata Kunci: Serat ijuk, *rutting*, temperatur, deformasi permanen

ABSTRACT

Design in asphalt concrete mixes by combining certain materials that have the expected properties and characteristics that can improve performance against the weaknesses of other materials. Ijuk fiber has two functions, namely as an ingredient which is a unity that is randomly mixed in the mixture and the other side as an amplifier that can provide the power of rutting by combining several materials as a constituent of asphalt concrete which increases the strength of deformation during the loading process. palm fiber is a natural fiber whose availability is abundant, but has not been used optimally. Palm fiber is a natural fiber where there is so much available, but its utilization is not optimal. Research objectives to analyze rutting behavior on the length of palm fiber in concrete asphalt mixture and analyze the resistance of the influence of palm fiber and temperature length variations on asphalt concrete pavement construction for permanent deformation. The results showed that the fiber length of 8mm had the lowest D0 value of 4.29 mm, the largest DS was 750 passes/mm, and the smallest RD value was 0.056 mm/minute.. Wheel tracking testing produces data that temperature with the use of palm fiber is very influential on mixed resistance to rutting.

Keywords: fibers, rutting, temperature, permanent deformation

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan bagian paling penting pada sistem transportasi darat di Indonesia. Baiknya struktur perkerasan akan baik pula sistem transportasinya. Namun, struktur jalan yang ada pada sistem transportasi darat saat ini belum memenuhi spesifikasi yang ada. Penyebab terjadinya hal tersebut dikarenakan beban yang ada pada permukaan jalan tidak mampu dipikul oleh lapisan permukaan jalan. Untuk itu upaya meningkatkan kualitas campuran aspal akibat beban lalu lintas dengan penambahan bahan yang memiliki kemampuan dan ketahanan dalam menahan lendutan dan momen tanpa terjadi retak akibat faktor beban yang berlebih. Serat ijuk merupakan bahan yang memiliki kuat tarik yang kuat, pemanfaatan serat ijuk pada campuran aspal dapat meningkatkan gaya tarik pada lapis permukaan akibat tegangan pada lapis permukaan terhadap beban lalu lintas. (Alifuddin & Arifin, 2020)

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian tersebut sebagai berikut:

- 1) Bagaimana perilaku *rutting* terhadap serat ijuk dengan variasi panjang pada campuran beton aspal
- 2) Bagaimana ketahanan campuran terhadap *rutting* akibat pengaruh temperatur pada campuran beton aspal dengan penggunaan serat ijuk

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk menganalisis perilaku *rutting* terhadap panjang serat ijuk pada campuran beton aspal melalui hasil pengamatan
- 2) Untuk menganalisis ketahanan campuran terhadap *rutting* akibat pengaruh temperatur dengan penggunaan serat ijuk pada campuran beton aspal

2. Metode Penelitian

Penhujian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya dan Transportasi

2.1 Bahan dan Alat

Agregat alam terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler* (Abu batu) yang diperoleh dari proses pemecahan batu alam dari Daerah bili-bili kab. Gowa. Aspal, yaitu aspal pertamina PEN 60/70 dan serat ijuk sebagai bahan tambah. Alat uji pemeriksa aspal, Alat uji pemeriksaan agregat, Alat uji karakteristik campuran aspal, Mistar, Alat pemotong (dipakai gunting), *Wheel Tracking* (pelacakan jejak roda).

2.2 Desain Benda Uji

Desain benda uji yang akan dibuat merupakan gradasi yang lolos saringan No. 4¹ (campuran laston AC-WC). Kadar Aspal Optimum (KAO) diperoleh dari beberapa indikator yakni Marshall Quotient (MQ), rongga udara dalam campuran (VIM) dan rongga terisi aspal (VFA) dengan variasi kadar aspal 4,5%-6,5%. Benda uji dibuat sebanyak Sembilan sampel yaitu dengan panjang serat ijuk 6mm, dengan modifikasi suhu 30°C, 40°C dan 60°C. Panjang serat ijuk 8mm dengan modifikasi suhu 30°C, 40°C dan 60°C. Panjang serat ijuk 10mm dengan modifikasi suhu 30°C, 40°C dan 60°C.

2.3 Persiapan Bahan

Pengekstrakan serat ijuk dilakukan dengan menggunakan sisir kawat yang berfungsi untuk memisahkan serat ijuk dengan pelepahnya. Serat ijuk yang telah di sisir selanjutnya dipilah berdasarkan diameter 0,3mm kemudian direndam dengan air laut selama tiga minggu setelah perendaman dipotong dengan panjang 6mm, 8mm, dan 10mm. Agregat kasar, agregat halus dan *filler* (Abu batu) yang diperoleh dari proses pemecahan batu alam dari Daerah bili-bili kab. Gowa. Aspal yang digunakan yaitu aspal pertamina yang diperoleh dari PU baddoka.

2.4 Pengujian Wheel Tracking

Wheel Tracking merupakan alat uji deformasi yang mana beban roda bolak-balik melintasi benda uji. Parameter

$$DS = 21 \times \frac{(t_2 - t_1)}{(d_2 - d_1)} \dots\dots\dots(1)$$

$$RD = \frac{(d_2 - d_1)}{(t_2 - t_1)} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

- DS : Stabilitas dinamis (lintasan/mm)
- RD : Kecepatan deformasi (mm/menit)
- d₁ : Deformasi pada menit 45(mm).
- d₂ : Deformasi pada menit 60(mm)
- t₁ : Waktu pengujian 45 menit
- t₂ : Waktu pengujian 60 menit

deformasi dapat dilihat pada pengujian yakni Stabilitas Dinamis, Kecepatan Deformasi dan Laju Deformasi.

Adapun dimensi cetakan 30 x 30 x 5 cm, dengan memadatkan benda uji menggunakan alat penumbuk (*compactor*). Spesifikasi kepadatan benda uji yang di ijinan yakni ±2%. Selama pengujian berlangsung beban roda pada alat uji akan bergerak bolak-balik dengan total siklus 1.260 yana mana lama pengujain yaitu 1 jam dengan 21 siklus (42 lintasan) per menit.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengamatan *Marshall Test*

Sebelum melakukan analisis dari hasil pengujian *Marshall Test*. Terlebih dahulu menghitung karakteristik campuran aspal dengan menggunakan Metode Marshal Test dari data hasil

pengujian laboratorium kemudian didapatkan hasil perhitungan karakteristik Marshal dengan 5 variasi campuran aspal yaitu 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, dan 6,5% . Berikut hasil rekapitulasi karakteristi *Marshall*:

Tabel 1 Rekapitulasi pengujian marshall

Sifat-sifat campuran	Hasil pengujian					Spesifikasi
	4.5	5	5.5	6	6.5	
Kadar aspal; %	4.5	5	5.5	6	6.5	
Density	2,468	2,452	2,437	2,421	2,406	≥ 2.2 kg/mm ³
VIM; %	8,376	6,488	5,762	4,567	4,315	>3%
VMA; %	17,118	16,383	16,704	16,616	17,356	≥15%
VFA; %	51,069	60,401	65,511	72,601	75,141	≥63%
Stabilitas, kg	573,99	783,48	944,67	926,77	764,73	800-1800 kg
Flow, mm	2,43	2,63	2,97	3,07	3,23	Min 2 mm
Hasil bagi marshall; kg/mm	236,59	297,84	318,51	302,31	237,12	Min 180

Dari data rekapitulasi karakteristik *Marshall* pada tabel diatas diperoleh keadaan kadar aspal optimum berdasarkan spesifikasi campuran yang digunakan dan yang diperoleh dari hasil uji *Marshall Test*. Kadar aspal optimum yang digunakan yaitu sebesar 5,9%.

Adapun penggunaan (KAO) yang digunakan pada campuran AC-WC adalah modifikasi bahan tambah serat ijuk 0.6 cm, 0.8 cm dan 1 cm dengan modifikasi suhu 30°C, 40°C dan 60°C dengan kadar serat ijuk 0,6%.

Tabel 2 Komposisi agregat dengan bahan tambah serat ijuk

LSI (cm)	Batu pecah (1-2)	Batu pecah (0,5-1)	Abu batu	SI	Total (gr)
	15%	29%			
0,6	1166,2	2254,6	4307,1	46,6	7774,5
0,8	1166,2	2254,6	4307,1	46,6	7774,5
1	1166,2	2254,6	4307,1	46,6	7774,5

3.2 Hasil dan Analisis Pengujian Wheel Tracking

Untuk mengetahui kekuatan dari deformasi pada campuran, maka dilakukan pengamatan terhadap Total

Tracking

deformasi, Stabilitas Dinamis serta Laju Deformasi (RD, Rate of Deformation).

Tabel 3 Hasil Pengujian *Wheel Tracking*

Menit	Lintasan	Deformasi								
		30°C			40°C			60°C		
		6mm	8mm	10mm	6mm	8mm	10mm	6mm	8mm	10mm
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	21	0,2	0,17	0,48	0,65	0,32	0,63	0,85	0,66	0,76
5	105	0,72	0,66	0,98	2,00	0,81	1,70	2,24	1,14	1,52
10	210	1,15	0,94	1,50	3,60	1,66	2,65	3,4	1,96	2,76
15	315	1,52	1,13	2,00	4,78	2,54	3,40	4,52	2,91	3,66
30	630	2,42	1,74	3,22	6,76	4,42	5,65	7,1	5,67	6,32
45	945	3,5	2,34	4,86	8,55	6,21	7,70	9,5	8,43	9,75
60	1260	5,75	3,52	7,45	10,32	7,32	9,25	11,47	9,27	13,15
Total deformasi (D0) (mm)		2,18	1,50	2,93	5,24	3,33	4,43	5,58	4,29	5,37
Stabilitas dinamis (DS) (lintasan/mm)		280,0	533,9	243,24	355,93	567,57	406,45	319,80	750,00	185,29
Laju deformasi (RD) (mm/menit)		0,15	0,079	0,1727	0,1180	0,0740	0,1033	0,1313	0,0560	0,2276



Gambar 1 Grafik hubungan antara waktu dan deformasi pada suhu 30°C



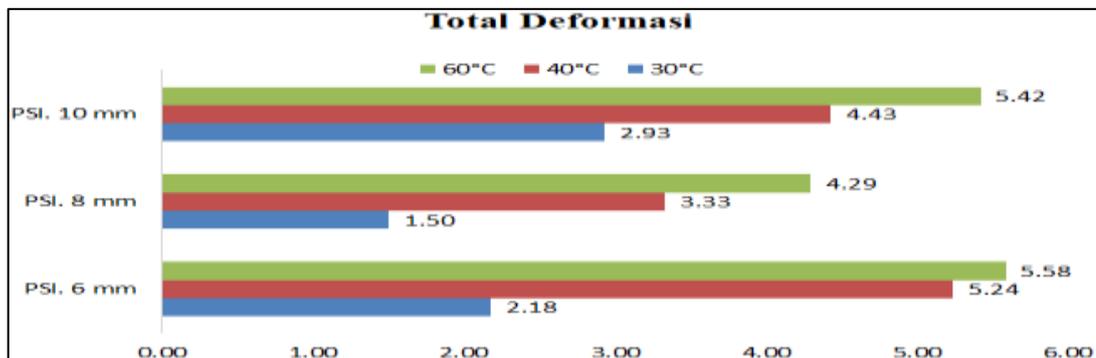
Gambar 2 Grafik hubungan antara waktu dan deformasi pada suhu 40°C



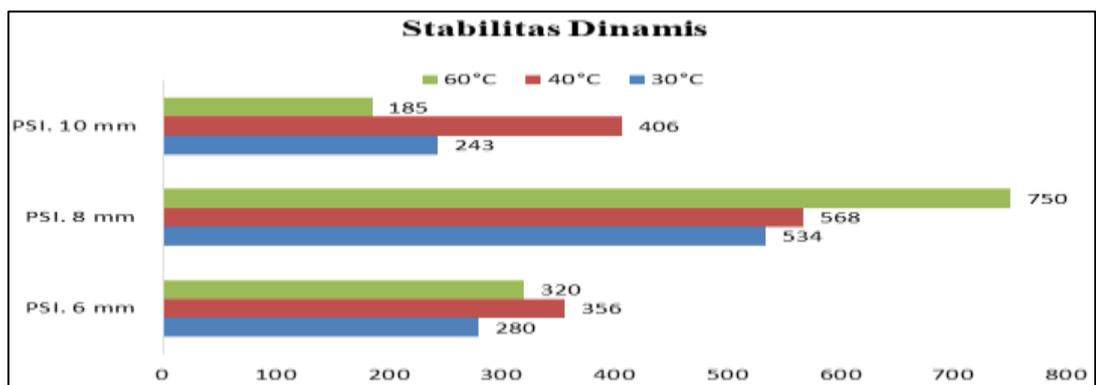
Gambar 3 Grafik hubungan antara waktu dan deformasi pada suhu 60°C

Dari tabel 4, gambar 1, gambar 2 dan gambar 3 dapat dilihat nilai total deformasi akan meningkat seiring dengan kenaikan temperatur pada masing – masing panjang serat ijuk. Seiring dengan bertambahnya waktu pembebanan dan jumlah lintasan menandakan adanya peningkatan deformasi pada campuran. Adapun nilai deformasi pada campuran tersebut yaitu

campuran dengan PSI 8 mm, PSI 6 mm dan PSI 10 mm dengan nilai D0 1,50 mm, 2,18 mm dan 2,93 mm. Secara keseluruhan perbandingan panjang serat ijuk dengan panjang PSI 8 mm, memiliki nilai deformasi yang rendah dibandingkan dengan PSI 6 mm dan PSI 10 mm, dimana panjang serat ijuk tersebut memberikan daya tahan serta fleksibilitas yang baik.



Gambar 4 Diagram perbandingan total deformasi campuran untuk panjang serat ijuk dan suhu



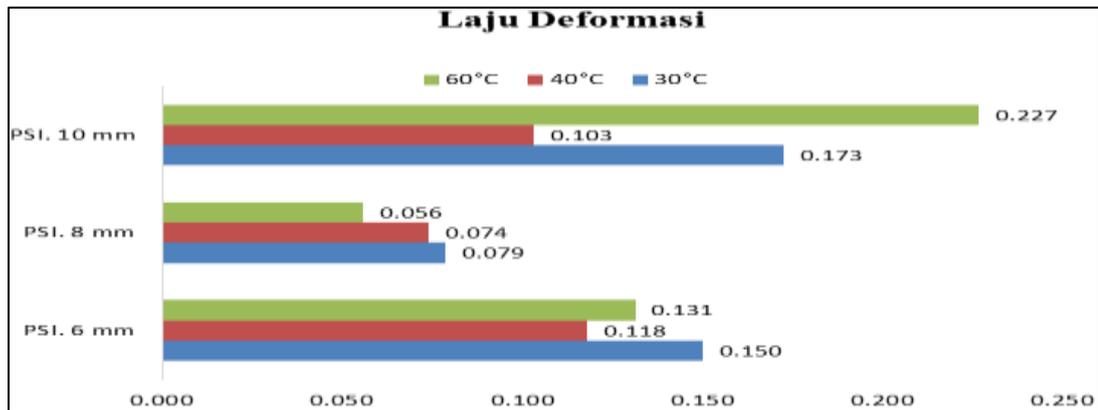
Gambar 5 Diagram Stabilitas Dinamis Untuk Panjang Serat Ijuk dan Suhu

Pada tabel 4 dan gambar 5 diketahui sebagaimana campuran PSI 8 mm,

semakin tinggi temperatur maka nilai stabilitas dinamisnya juga baik, dari

gambar 5 campuran PSI 8mm memiliki DS yang besar yaitu 750 lintasan/mm yang mana campuran PSI 8mm, memiliki stabilitas dinamis yang bagus dibandingkan campuran PSI 6 mm, dan PSI 10mm, Hal ini berdasar kajian

sebelumnya yang mana penambahan serat ijuk panjang 8mm dapat menguatkan gaya tarik pada lapis permukaan akibat tegangan yang terjadi pada lapis permukaan terhadap beban lalu lintas.



Gambar 6 Diagram Laju Deformasi Untuk Panjang Serat Ijuk dan Suhu

Gambar 6 diatas, dapat dijelaskan bahwa pada campuran PSI 8mm, kecepatan deformasi terhadap satuan mm/menit lebih meningkat, Dari Gambar4.6 campuran PSI 8mm memiliki nilai RD terkecil yaitu 0,056 mm/menit, dengan demikian campuran PSI 8mm mempunyai kecepatan deformasi yang lebih kecil dibandingkan campuran PSI 6mm dan PSI 10mm, Hal tersebut dikarenakan campuran PSI 8mm memiliki DS yang besar yang mana mengurangi RD yang terjadi.

4. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh panjang serat ijuk dan temperatur pada campuran beton aspal terhadap deformasi permanen dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Hubungan perilaku rutting terhadap serat ijuk dengan tiga variasi panjang yaitu 6 mm, 8 mm, 10 mm yang memiliki nilai baik adalah panjang serat ijuk 8mm, karena panjang serat ijuk 8mm memiliki nilai deformasi terendah 4,29 mm,

stabilitas dinamis yang paling besar 750 lintasan/mm, dan nilai kecepatan deformasi yang paling kecil yaitu 0,056 mm/menit. Hal ini dapat disimpulkan bahwa perilaku rutting pada campuran beton aspal dengan penambahan serat ijuk panjang 8 mm cocok digunakan untuk mengurangi deformasi dan rutting pada perkerasan lentur.

- 2) Pada pengujian *wheel tracking* menghasilkan data bahwa temperatur dengan penggunaan serat ijuk sangat berpengaruh pada ketahanan campuran terhadap *rutting*. Serat ijuk diameter 0.3mm panjang 8mm suhu 30°C nilai stabilitas dinamis 534 lintasan/mm, suhu 40°C nilai stabilitas dinamis 568 lintasan/mm, suhu 60°C nilai stabilitas dinamis 750 lintasan/mm. besarnya kontribusi panjang serat ijuk 8mm dengan tiga variasi suhu dalam meningkatkan ketahanan terhadap rutting sangat baik dibandingkan panjang serat ijuk 6mm, dan 10mm.

Daftar Pustaka

- Alifuddin, A., & Arifin, W. (2020). Analisis Durabilitas Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) Terhadap Penggunaan Serat Selulosa (Serat Asbes). *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 5(2), 67–78.
- Evaluasi Karakteristik Modulus Resilien dan Deformasi Permanen Campuran Beton Beraspal (AC-Binder Course) Menggunakan Campuran Agregat Berabrasi Tinggi. (2016). *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 23(3). <https://doi.org/10.5614/jts.2016.23.3.7>
- Siada Putra, J., Inrinto, R. A., Rahman, R., & Palinggi, M. D. M. (2020). Pengaruh Penggunaan Serat Rotan Terhadap Stabilitas Dan Durabilitas Untuk Bahan Tambah Campuran Lataston. *Paulus Civil Engineering Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.52722/pcej.v1i1.53>
- Subagyo, G. W. (2020). KETAHANAN DEFORMASI PERMANEN CAMPURAN BERASPAL PANAS LAPIS AC-BC MENGGUNAKAN LIMBAH BETON MUTU K-250. *INDONESIAN JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT (CESD)*, 3(2). <https://doi.org/10.25105/cesd.v3i2.8325>
- Tahir, A. (2011). Kinerja campuran Split Mastic Asphalt (SMA) yang menggunakan serat selulosa alami dedak padi. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Transportasi*, 1(1).