

PENGARUH PENAMBAHAN FIBER SELULOSA CF-31500 TERHADAP DURABILITAS CAMPURAN AC-BC: STUDI EKSPERIMENTAL BERBASIS INDEKS KEKUATAN SISA

MUHAMMAD AMINSYAH

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.

Corresponding Author : ✉ aminsyah@eng.unand.ac.id

Naskah diterima : 20 Mei 2025. Disetujui: 27 Juni 2025. Diterbitkan : 29 Juni 2025.

ABSTRAK

Konstruksi perkerasan jalan sering mengalami kerusakan karena penurunan durabilitas oleh volume lalu lintas yang tinggi, temperatur dan cuaca yang berubah-ubah dapat menurunkan kualitas dari konstruksi perkerasan jalan seperti retak, distorsi, cacat permukaan dan kerusakan jalan lainnya. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian tentang penggunaan zat aditif fiber CF-31500 terhadap durabilitas campuran Asfalt Concrete-Binder Course (AC-BC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh zat aditif fiber CF-31500 terhadap durabilitas campuran aspal beton AC-BC. Dalam penelitian ini digunakan zat aditif fiber CF-31500 sebanyak 0,3% dari berat total campuran. Penelitian durabilitas menggunakan uji Marshall dengan variasi perendaman 0, 1, 4, 7, 14 hari dengan 3 sampel per variasi. Dalam durabilitas campuran aspal digunakan indikator Indeks Kekuatan Sisa (IKS). Syarat nilai IKS menurut spesifikasi umum Bina Marga 2018 adalah $\geq 90\%$. Hasil penelitian menunjukkan durabilitas campuran AC-BC campuran standar masih memenuhi spesifikasi pada durasi perendaman 4 hari. Durabilitas campuran AC-BC dengan penambahan Fiber CF 31-500 masih memenuhi spesifikasi pada durasi perendaman 10 hari. Durabilitas campuran AC-BC dengan penambahan Fiber CF 31-500 lebih tinggi dari pada durabilitas campuran AC-BC standar, dengan peningkatan 1,5 kali dari 4 hari menjadi 10 hari. Hal ini membuktikan bahwa campuran dengan penambahan zat aditif fiber CF-31500 lebih awet dibandingkan dengan campuran tanpa penambahan zat aditif.

Kata kunci : durabilitas, Indeks Kekuatan Sisa (IKS), Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC), aditif fiber CF 31-500.

1. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara yang beriklim tropis yang memiliki kelembaban dan temperatur yang berubah-ubah sehingga mempengaruhi struktur perkerasan. Kelembaban akan mempengaruhi fungsi dari tanah dasar dan lapis pondasi, sedangkan temperatur akan

mempengaruhi kinerja lapisan yang menggunakan bahan pengikat seperti aspal atau semen. Pada temperatur yang tinggi kekuatan dari perkerasan menurun karena aspal dapat melunak dan jalan akan mengalami deformasi ketika ada beban yang melintas di atasnya.

Aspal adalah senyawa hidrokarbon yang berwarna hitam yang bersifat termoplastis yang berguna untuk konstruksi perkerasan jalan. Aspal memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan bahan pengikat lain seperti semen. Aspal memiliki harga yang relatif murah dan bersifat lentur, sedangkan semen memiliki harga yang relatif mahal dan bersifat kaku. Sehingga pada konstruksi perkerasan jalan, aspal lebih nyaman digunakan dari pada semen.

Kenyataan di lapangan, penggunaan aspal pada lapisan konstruksi perkerasan jalan sering mengalami penurunan durabilitas. Penurunan durabilitas dapat mengurangi kualitas dari lapisan perkerasan tersebut, sehingga banyak dijumpai kerusakan jalan seperti retak, distorsi, cacat permukaan dan kerusakan lainnya. Durabilitas yang baik akan membuat lapisan awet dan tahan dari volume beban lalu lintas yang tinggi, temperatur, dan cuaca yang berubah-ubah (Sukirman, 2003b).

Oleh karena itu untuk meningkatkan kualitas lapisan campuran aspal dilakukan penelitian laboratorium menggunakan zat aditif pada campuran perkerasan dengan prosedur pengujian menurut spesifikasi umum 2018 (Dirjen Bina Marga, 2018) agar kekuatan dan keawetannya dapat direncanakan sesuai kebutuhan. Zat aditif yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dari perkerasan jalan harus dapat memberikan tambahan kualitas pada perkerasan. Salah satu zat aditif yang dapat digunakan adalah serat selulosa fiber CF-31500.

Nurdin (1992) menyimpulkan bahwa serat selulosa dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada perkerasan yang menggunakan Split Mastic Asphalt (SMA) di Indonesia untuk menahan keretakan (*cracking*), alur karena roda kendaraan (*rutting*), iklim tropis, beban berlebih, dan faktor lingkungan lain.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh zat aditif serat selulosa fiber CF-31500 terhadap durabilitas campuran aspal beton AC-BC berdasarkan IKS.

2. METODA PENELITIAN

Metoda penelitian menjelaskan mengenai kerangka kerja yang bisa memberikan gambaran mengenai proses pengerjaan dan pelaksanaan penelitian secara sistematis dan jelas untuk memperoleh hasil penelitian tentang pengaruh penambahan zat aditif serat selulosa fiber CF-31500 terhadap durabilitas campuran aspal beton AC-BC. Diawali dengan melakukan studi literatur yang bertujuan untuk memahami syarat dan sifat suatu agregat dan bahan aditif sehingga bisa digunakan sebagai bahan campuran perkerasan lentur jalan raya. Selanjutnya dilakukan studi eksperimental yang dilakukan di laboratorium (LTJR, 2008).

2.1. Pemeriksaan di Laboratorium

Pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium ini dimaksudkan untuk mengetahui kelayakan material sebagai penyusun campuran, dan pemeriksaan material yang memenuhi spesifikasi. Selain itu, pemeriksaan berpengaruh pada penentuan proporsi campuran, seperti berat jenis agregat dan aspal. Prosedur pemeriksaan material pada penelitian ini berpedoman pada Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6.

2.1.1. Pemeriksaan Agregat

Agregat yang digunakan adalah agregat yang berasal dari kota Padang dan sekitarnya. Pemeriksaan agregat yang dilakukan adalah pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat untuk menentukan besar berat jenis, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu dan penyerapan. Lalu dilakukan pemeriksaan berat isi agregat yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan berat agregat terhadap isi.

Keausan agregat dilakukan dengan mesin Los Angeles. Analisa kelekatan agregat terhadap aspal juga dilakukan. Analisa kelekatan agregat terhadap aspal dilakukan bertujuan untuk menentukan persentase luas permukaan agregat yang tertutup aspal. Pemeriksaan agregat dilakukan untuk mengetahui agregat yang layak dan memenuhi syarat sebagai campuran aspal (L. Collis and R. A. Fox, 1985).

2.1.2. Pemeriksaan Aspal

Langkah pertama dalam pemeriksaan aspal adalah menghitung berat jenis aspal yang merupakan perbandingan berat aspal dengan berat air suling dalam volume dan suhu yang sama. Selanjutnya ditentukan penetrasi aspal keras atau lunak dengan menggunakan jarum penetrasi, beban dan waktu tertentu pada suhu tertentu. Pemeriksaan suhu pada saat titik nyala dan titik bakar. Pemeriksaan kehilangan berat aspal setelah dipanaskan pada suhu tertentu, dan pemeriksaan kelekatan terhadap agregat sehingga dapat diketahui apakah aspal tersebut dapat menyelimuti agregat dengan baik (Krebs, 1971).

2.2. Penentuan dan Pembuatan Campuran Benda Uji

Benda uji campuran aspal terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan filler dan aspal. Persentase setiap bagian sesuai dari spesifikasi yang digunakan (Lavin, 2003).

Bahan aditif yang digunakan pada penelitian ini adalah serat selulosa jenis CF-31500 (*Custom Fiber*) yang diekspor dari Amerika Serikat oleh PT. Saranaraya Reka Cipta (distributor di Indonesia). Bahan fiber CF-31500 akan diteliti pengaruhnya terhadap durabilitas campuran ketika dimasukkan dalam campuran aspal. Aditif ini diharapkan dapat menjadi anti stripping dalam campuran aspal yang akan menahan pengelupasan karena menurunnya durabilitas (Aminsya, 2014).

Gradasi agregat yang akan digunakan dalam campuran, yang sesuai dengan spesifikasi yang digunakan untuk Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC) (Dirjen Bina Marga, 2018).

Tabel 1. Spesifikasi Gradasi Agregat Campuran AC-BC

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persen Berat Lolos
1"	25	100
¾"	19	90-100
½"	12,5	75-90
3/8"	9,5	66-82
#4	4,75	46-64
#8	2,36	30-49
#16	1,18	18-38
#30	0,6	12-28
#50	0,3	7-10
#100	0,15	5-13
#200	0,075	4-8

Benda uji untuk menentukan kadar aspal optimum dibuat 15 buah, dengan 5 kadar aspal yang berbeda. Setelah diperoleh kadar aspal optimum, dibuat benda uji untuk perendaman. Benda ujinya 2 kelompok, masing-masing 15 buah, untuk 5 periode hari rendaman pada suhu 60 °C. Kelompok pertama untuk campuran bahan standard dan kelompok kedua untuk campuran dengan bahan aditif.

2.3. Pengujian Marshall

Kinerja dari campuran aspal AC-BC akan dilakukan dengan metoda Marshall. Pada rangkaian pengujian dengan alat Marshall, terdapat dua tahap, yaitu penentuan volume rongga dalam campuran dan penentuan stabilitas dan kelelahan (PUPR, 2003).

Sesuai dengan ketentuan Marshall, nilai parameter hanya diwakili oleh satu nilai kadar aspal yang menunjukkan kadar aspal optimum.

2.4. Analisis Karakteristik Campuran

Untuk mengetahui durabilitas campuran dilakukan perendaman dua kelompok benda uji dengan kadar aspal optimum, yaitu campuran standard dan campuran dengan bahan aditif (Craus, 1981). Kedua kelompok benda uji perendaman akan dibandingkan parameter Marshallnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat di laboratorium meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, pemeriksaan berat isi agregat, pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal, dan pemeriksaan keausan agregat dengan mesin Los Angeles.

Tabel 2. Pemeriksaan Agregat

No.	Pemeriksaan Agregat	Hasil Pemeriksaan
1.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	Bulk = 2,544 SSD = 2,562 Semu = 2,590 Penyerapan = 0,692 %
2.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	Bulk = 2,433 SSD = 2,503 Semu = 2,614 Penyerapan = 0,028 %
3.	Berat Isi Agregat Kasar	Lepas = 1,322 kg/dm ³ Penusukan = 1,497 kg/dm ³ Penggoyangan = 1,561 kg/dm ³
4.	Keausan Agregat dengan mesin Los Angeles	23,420 %
5.	Kelekatan Agregat terhadap aspal	> 95 %
6.	Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan (AIV)	8,664 %

3.2. Pemeriksaan Aspal

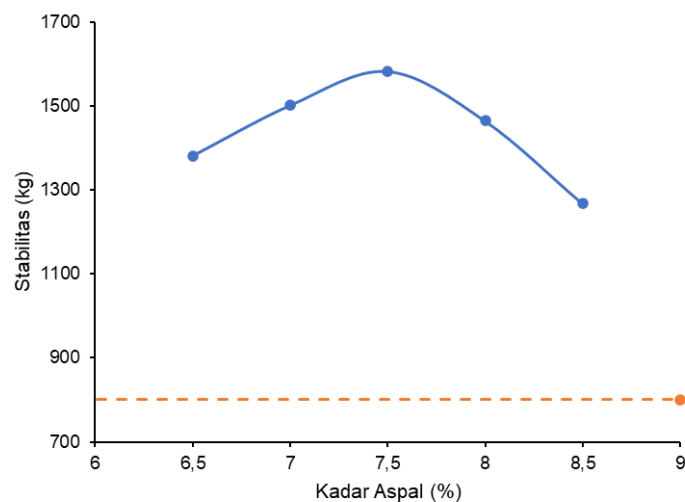
Pemeriksaan aspal di laboratorium meliputi pemeriksaan berat jenis aspal, pemeriksaan penetrasi aspal, pemeriksaan titik nyala dan titik bakar aspal, pemeriksaan kehilangan berat aspal dan kelekatan aspal terhadap batuan.

Tabel 3. Pemeriksaan Aspal

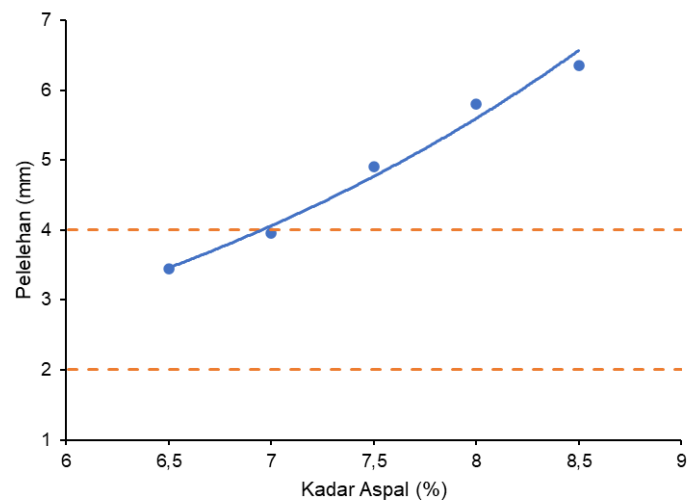
No.	Pemeriksaan Aspal	Hasil Pemeriksaan
1.	Berat Jenis Aspal	1,030
2.	Titik Nyala	273 °C
3.	Titik Bakar	354 °C
4.	Kehilangan Berat	0,035 %
5.	Penetrasi Aspal	61,341
6.	Daktilitas	> 100 cm
7.	Kelekatan Aspal dengan Campuran	> 95 %

3.3. Analisa Pengujian Marshall dengan Variasi Campuran

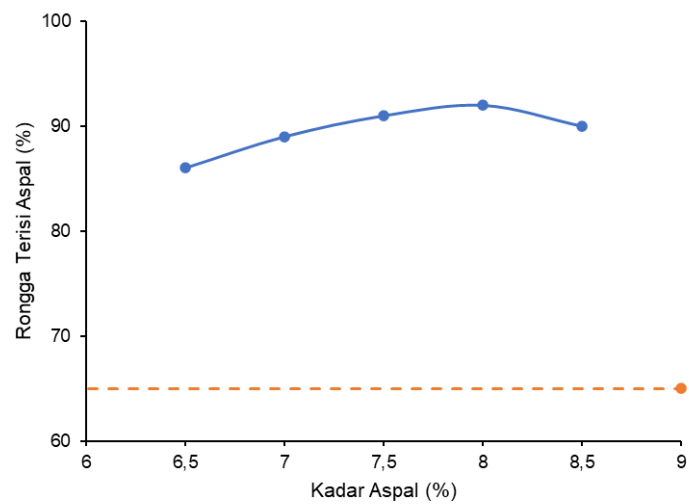
Dari perhitungan metoda Marshall diperoleh 6 kurva karakteristik Marshall campuran AC-BC (Asphalt Concrete - Binder Course) seperti terlihat pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.



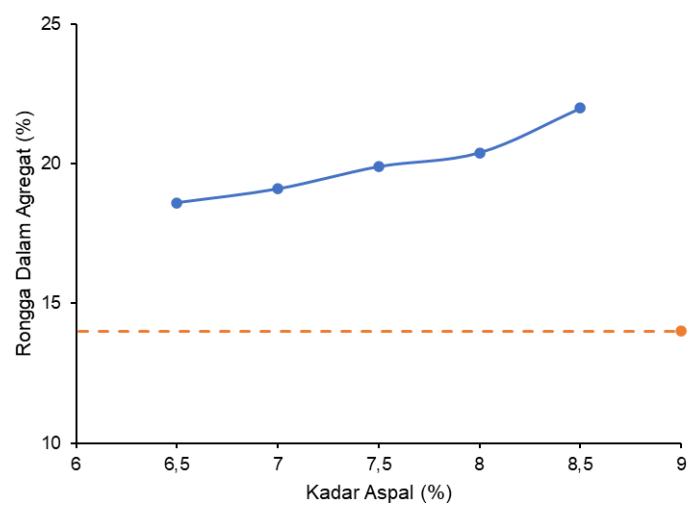
Gambar 1. Kadar Aspal dan Stabilitas



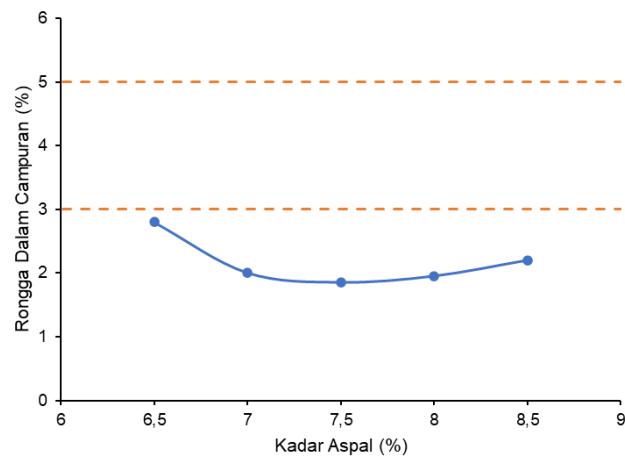
Gambar 2. Kadar Aspal dan Pelelehan



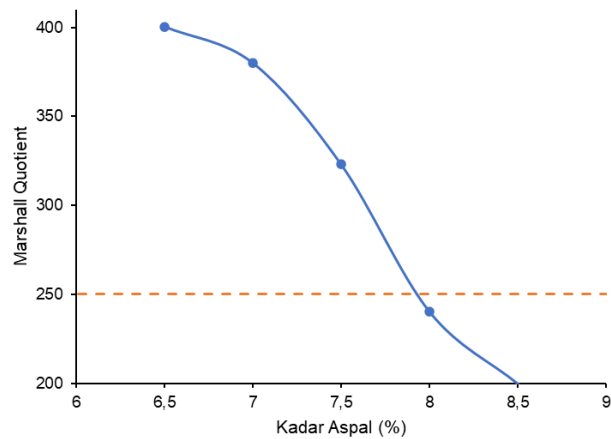
Gambar 3. Kadar Aspal dan Rongga Terisi Aspal



Gambar 4. Kadar Aspal dan Rongga Dalam Agregat

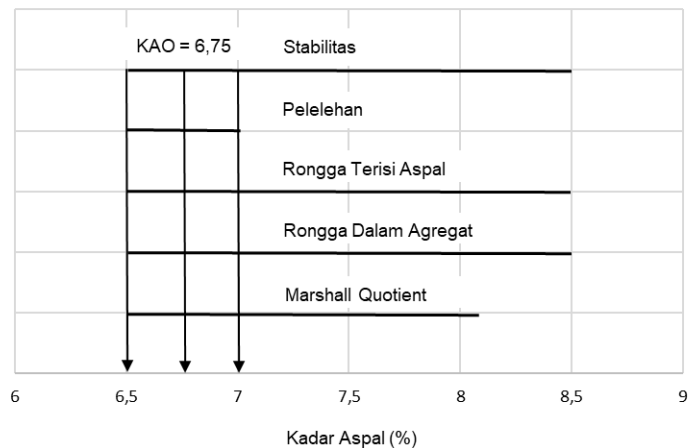


Gambar 5. Kadar Aspal dan Rongga Dalam Campuran



Gambar 6. Kadar Aspal dan Marshall Quotient

3.4. Kadar Aspal Optimum



Gambar 7. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Penentuan nilai kadar aspal optimum diperoleh dari hasil pemeriksaan dengan menggabungkan kurva stabilitas, pelelehan, rongga terisi aspal, rongga antar agregat, rongga dalam campuran dan MQ (Sukirman, 2003a).

Hasil penentuan kadar asal optimum dapat dilihat pada Gambar 7.

Dari hasil kurva penentuan kadar aspal optimum diperoleh kadar aspal optimum yaitu 6,75%. Kadar aspal optimum digunakan untuk pembuatan benda uji pada pengujian campuran AC-BC dengan penambahan 0.3 % (rentang 0,2 – 0,4%) zat aditif *fiber* CF-31500 dari berat aspal(Dirjen Bina Marga, 2018).

3.5. Analisa Hubungan Variasi Waktu Perendaman Terhadap Stabilitas

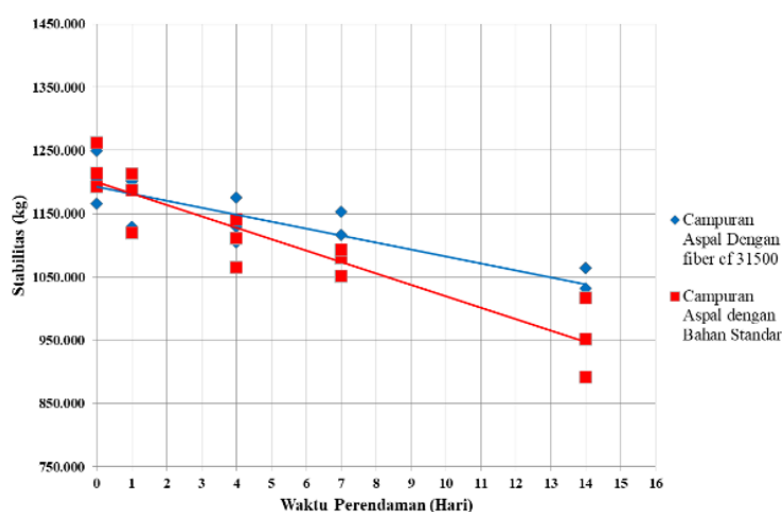
Hasil pengujian benda uji dengan menggunakan alat uji Marshall berupa nilai stabilitas, terjadi perubahan nilai yang linear terhadap variasi lama perendaman. Perhitungan campuran AC-BC standar dan campuran AC-BC dengan penambahan zat aditif Fiber CF 31-500.

Dari hasil pemeriksaan akibat variasi lama perendaman dengan Waterbath, terjadi perubahan nilai stabilitas Marshall standar dan Marshall dengan penambahan Fiber CF 31-500 seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perubahan nilai stabilitas campuran AC-BC

No.	Stabilitas dengan Perendaman Campuran Bahan Standar					Stabilitas dengan Perendaman Dengan Penambahan Aditif				
	0	1	4	7	14	0	1	4	7	14
1	1192,38	1187,45	1110,87	1080,53	951,50	1249,93	1187,45	1130,10	1153,38	1064,55
2	1262,60	1120,11	1141,24	1092,67	1017,10	1165,52	1200,72	1104,82	1092,68	1019,84
3	1214,08	1213,17	1065,34	1051,14	891,28	1201,94	1129,10	1176,00	1116,96	1032,00
Rata-rata	1223,02	1173,58	1105,81	1074,78	953,30	1205,80	1172,42	1136,63	1121,01	1038,79

Hubungan stabilitas terhadap waktu perendaman dan penambahan Fiber CF 31-500 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Stabilitas dan Waktu Perendaman

Dari hasil pengujian perendaman menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman maka nilai stabilitas campuran akan semakin menurun. Akan tetapi nilai stabilitas benda

uji campuran AC-BC dengan penambahan Fiber CF 31-500 berbeda dengan nilai stabilitas benda uji campuran standar yang tidak ditambahkan dengan Fiber CF 31-500 yang mana nilai stabilitas benda uji campuran AC-BC dengan penambahan Fiber CF 31-500 mengalami penurunan nilai yang tidak signifikan dibandingkan dengan benda uji campuran standar, hal ini menunjukkan bahwa zat aditif Fiber CF 31-500 mempengaruhi kekuatan dari campuran AC-BC.

3.6. Analisa Hubungan Variasi Waktu Perendaman terhadap Parameter Marshall

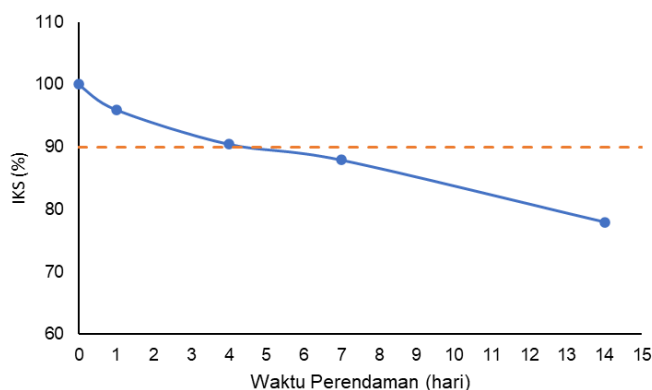
Untuk melihat bagaimana besar nilai durabilitas yang diakibatkan oleh variasi perendaman dengan parameter Indeks Kekuatan Sisa (IKS).

Indeks Kekuatan Sisa (IKS) merupakan perbandingan dari stabilitas yang direndam selama waktu T1 dengan nilai stabilitas yang direndam selama waktu T2. Hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada benda uji campuran AC-BC standar. dan benda uji campuran AC-BC dengan penambahan Fiber CF 31-500 pada Tabel 5.

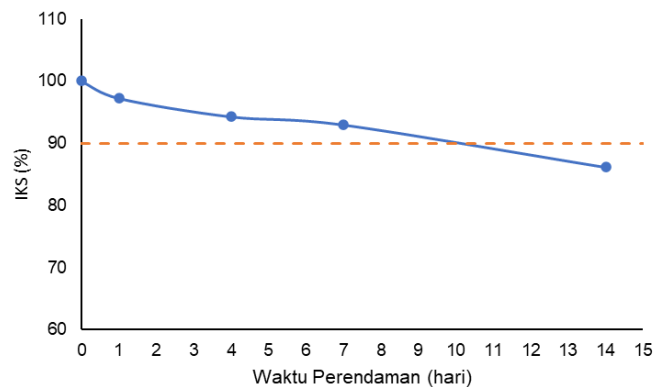
Tabel 5. Indeks kekuatan sisa campuran AC-BC

No.	Stabilitas dengan Perendaman Campuran Bahan Standar					Stabilitas dengan Perendaman Dengan Penambahan Aditif				
	0	1	4	7	14	0	1	4	7	14
1	1192,38	1187,45	1110,87	1080,53	951,50	1249,93	1187,45	1130,10	1153,38	1064,55
2	1262,60	1120,11	1141,24	1092,67	1017,10	1165,52	1200,72	1104,82	1092,68	1019,84
3	1214,08	1213,17	1065,34	1051,14	891,28	1201,94	1129,10	1176,00	1116,96	1032,00
Rata-rata	1223,02	1173,58	1105,81	1074,78	953,30	1205,80	1172,42	1136,63	1121,01	1038,79
IKS (%)	100	95,96	90,42	87,88	77,95	100	97,23	94,26	92,97	86,15

Hubungan antara IKS dengan lama waktu perendaman pada campuran standar dan dengan penambahan aditif dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Waktu Perendaman dan IKS Campuran Standar



Gambar 10. Waktu Perendaman dan IKS Campuran dengan Penambahan Aditif

Hasil pengujian menunjukkan nilai IKS mengalami penurunan kekuatan 22,05% selama 14 hari perendaman pada campuran standar dan 13,85% pada campuran dengan aditif. Penurunan pada campuran AC-BC standar masih diatas spesifikasi >90% pada hari 0-4 dan hari ke 5-14 benda uji tidak masuk dalam spesifikasi. Penurunan pada campuran AC-BC dengan penambahan aditif masih diatas spesifikasi >90% pada hari 0-10 dan hari ke 11-14 benda uji tidak masuk dalam spesifikasi. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai IKS mengalami penurunan, seiring dengan bertambahnya waktu perendaman.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan durabilitas campuran AC-BC campuran standar masih memenuhi spesifikasi pada durasi perendaman 4 hari. Durabilitas campuran AC-BC dengan penambahan Fiber CF 31-500 masih memenuhi spesifikasi pada durasi perendaman 10 hari. Durabilitas campuran AC-BC dengan penambahan Fiber CF 31-500 lebih tinggi dari pada durabilitas campuran AC-BC standar, dengan peningkatan 1,5 kali.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminsyah, M. (2014). Studi Eksperimental Penambahan Zat Aditif Anti Stripping pada Kinerja Campuran Aspal Beton (AC-WC). *Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*, 2(4), 642–647.
- Craus, J. (1981, Februari 16). Durability of Bituminous Paving Mixtures as Related to Filler Type and Properties. *Proceedings Association of Asphalt Paving Technologists Technical Sessions*.
- Dirjen Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Kementerian PUPR.
- Krebs, R. D. W. R. D. (1971). *Highway Materials*. McGraw-Hill.
- L. Collis and R. A. Fox. (1985). *Aggregates: Sand, Gravel, & Crushed Rock Aggregates for Construction Purposes* (Vol. 1). The Geological Society.
- Lavin, P. G. (2003). *Asphalt Pavement*. Taylor & Francis.
- LTJR. (2008). *Petunjuk Pelaksanaan Praktikum Bahan Perkerasan Jalan Raya. Laboratorium Transportasi Jalan Raya*. Laboratorium Transportasi Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas.
- Nurdin, I. (1992). *Laporan Pengujian Serat Sellulosa Tipe Custom Fibre 31500*.
- PUPR. (2003). *RSNI-M-01-2003 Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*. Direktorat Jenderal Bina Marga - Kementrian PUPR.
- Sukirman, S. (2003a). *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit.
- Sukirman, S. (2003b). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova.